

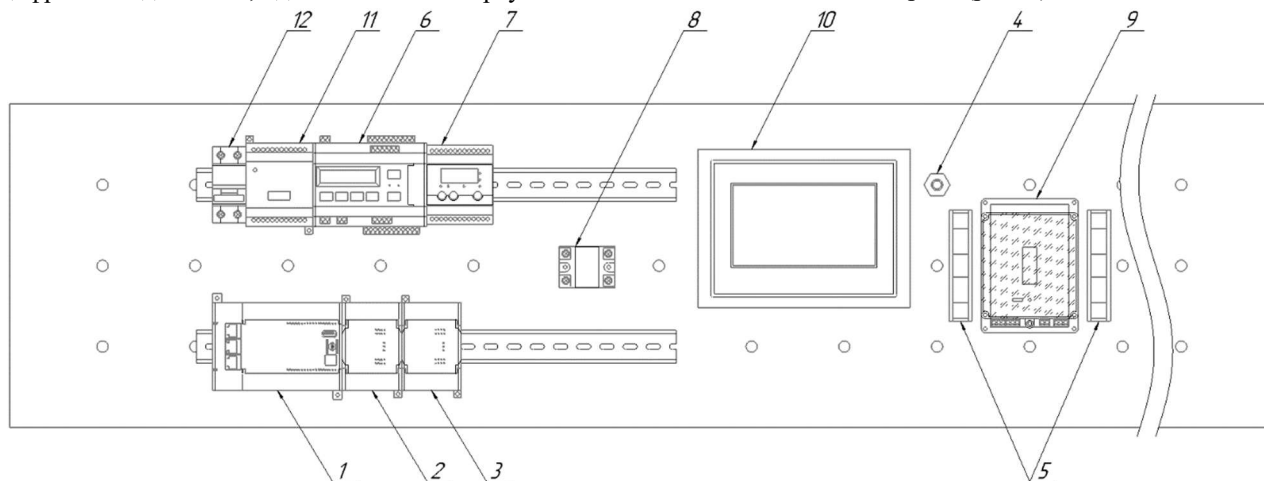
последующей профессиональной деятельности знания, умения и навыки. В условиях действия экономических санкций против России актуальным становится разработка таких учебно-исследовательских лабораторных комплексов на основе современных отечественных программно-технических комплексов автоматизации. Ограничения на организацию очного обучения в условиях пандемии потребовало разработку методов и средств организации учебного процесса в дистанционном формате, в том числе выполнение лабораторных, практических и исследовательских работ.

В данной статье представлен учебно-исследовательский лабораторный комплекс на основе программно-технического комплекса автоматизации отечественного производителя ПО «ОВЕН», состоящий из физического стенда с объектом управления в виде эмулятора печи нагрева и его цифрового двойника, дополненного виртуальными

объектами управления, созданными путем их моделирования. Использование виртуальных объектов управления позволяет создавать модели технологических процессов на их основе, разрабатывать и исследовать системы автоматического управления этими процессами. Цифровой двойник физического учебно-исследовательского лабораторного комплекса, позволяет в полном объеме выполнять все лабораторные работы в дистанционном формате обучения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Оборудование лабораторного комплекса, включая сенсорную панель оператора, осуществляющую мониторинг текущих параметров и реализующую ввод управляющих воздействий, смонтировано на монтажной панели лабораторного стенда с использованием DIN-реек (рис. 1).



1 – программируемый логический контроллер; 2 – модуль аналогового ввода; 3 – модуль дискретного ввода/вывода; 4 – датчик температуры; 5 – охлаждающее оборудование; 6 – программируемое реле; 7 - устройство задания сигналов; 8 - твердотельное реле; 9 - физическая модель технологического объекта; 10 – сенсорная панель оператора; 11 – блок питания; 12 – выключатель автоматический

Рис. 1. Расположение оборудования на монтажной панели лабораторного стенда

Функции управления эмулятором печи осуществляет программируемое реле ПР200, код для которого написан в свободно распространяемом программном обеспечении Owen Logic. Алгоритм рабочей программы создан на языке функциональных блоков FBD с помощью готовых компонентов:

- логических функций: И, ИЛИ, НЕ и др.;
- арифметических действий: СЛОЖЕНИЕ, УМНОЖЕНИЕ, СРАВНЕНИЕ и др.;
- функциональных блоков: счетчики, таймеры, ПИД-регулятор и др.

Противоаварийную автоматическую защиту (ПАЗ) учебно-исследовательского комплекса осуществляет программируемый логический контроллер ПЛК110-30, программирование которого производилось в программном обеспечении CoDeSys V2.3, являющимся интегрированной средой

разработки приложений для программируемых контроллеров и поддерживающим все 5 языков программирования стандарта МЭК 61131-3:

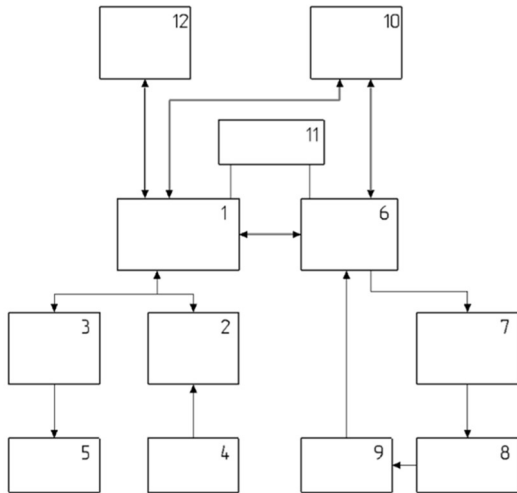
- LD (релейно-контактные схемы);
- FBD (функциональные блок-диаграммы);
- IL (список инструкций);
- ST (структурированный текст);
- SFC (последовательностные функциональные диаграммы) [6].

В качестве регулирующего органа используется твердотельное реле с аналоговыми входами 4...20 мА, не имеющий движущихся механических частей и вследствие этого имеющий повышенное число циклов срабатывания, что немаловажно при эксплуатации в условиях учебного заведения.

Для корректной работы учебно-исследовательского комплекса необходимо

обеспечить обмен данными между всеми его элементами. В качестве протокола обмена используется RS-485 версии ASCII, максимальная скорость обмена данными которого составляет 115200 бит/сек [7].

На рисунке 2 представлена схема обмена данными между оборудованием учебно-исследовательского комплекса, в том числе и с персональным компьютером.



1 – программируемый логический контроллер;
 2 – модуль аналогового ввода; 3 – модуль дискретного ввода/вывода; 4 – датчик температуры; 5 – охлаждающее оборудование; 6 – программируемое реле; 7 - устройство задания сигналов; 8 - твердотельного реле; 9 - физическая модель технологического объекта (эмулятор печи ЭП-10); 10 – сенсорная панель оператора; 11 – блок питания; 12 – персональный компьютер.

Рис. 2. Обмен данными

Между контроллером 1 и программируемым цифровым реле 6 осуществляется постоянный обмен данными, передаваемыми контроллером через порт USB в SCADA-систему персонального компьютера посредством OPC-сервера, через которую также можно осуществлять полноценное управление лабораторным стендом и отслеживать все его текущие параметры. Так же данные передаются в среду Matlab через блок «OPC Read» и возвращаются в виде обработанных данных обратно в микропроцессорное устройство учебно-исследовательского комплекса через блок «OPC Write» (рис. 3).

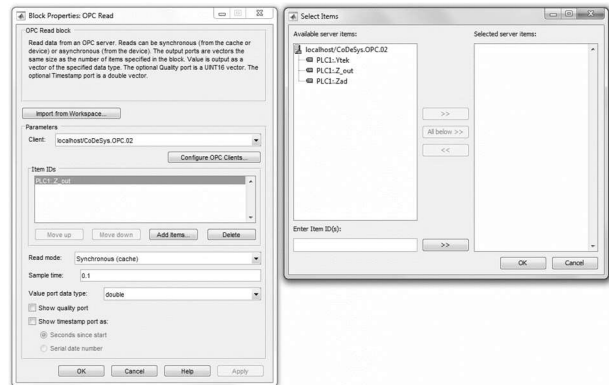


Рис. 3. Интеграция Matlab в работу учебно-исследовательского комплекса

Интеграция в работу учебно-исследовательского комплекса программного обеспечения Matlab Simulink и аналогичных ему программных продуктов позволяет добавлять в структуру системы виртуальные средства измерения и объекты управления, моделирующие реальные объекты, и проводить исследования в области управления как реальными физическими, так и виртуальными объектами с использованием интеллектуальных методов контроля, например таких, как:

- генетические алгоритмы;
- нейронные сети;
- нечеткая логика.

Такая интеграция позволяет проводить анализ разработанных систем управления на предмет соответствия требованиям по устойчивости и критериям качества управления [8 - 9].

Для выполнения лабораторных работ как в очном, так и дистанционном форматах разработаны методические указания к их выполнению:

- «Монтаж, наладка и эксплуатация программируемого логического контроллера «ОВЕН -110» и технических средств автоматизации ПО «ОВЕН»;
- «Изучение устройства и работы контроллера Овен»;
- «Изучение принципа работы аварийных блокировок на физическом стенде Овен»;
- «Система автоматизированного управления на базе ПЛК Овен».

Внешний вид разработанного лабораторного стенда, в состав которого входит специализированное оборудование компании «Овен» представлен на рисунке 4.

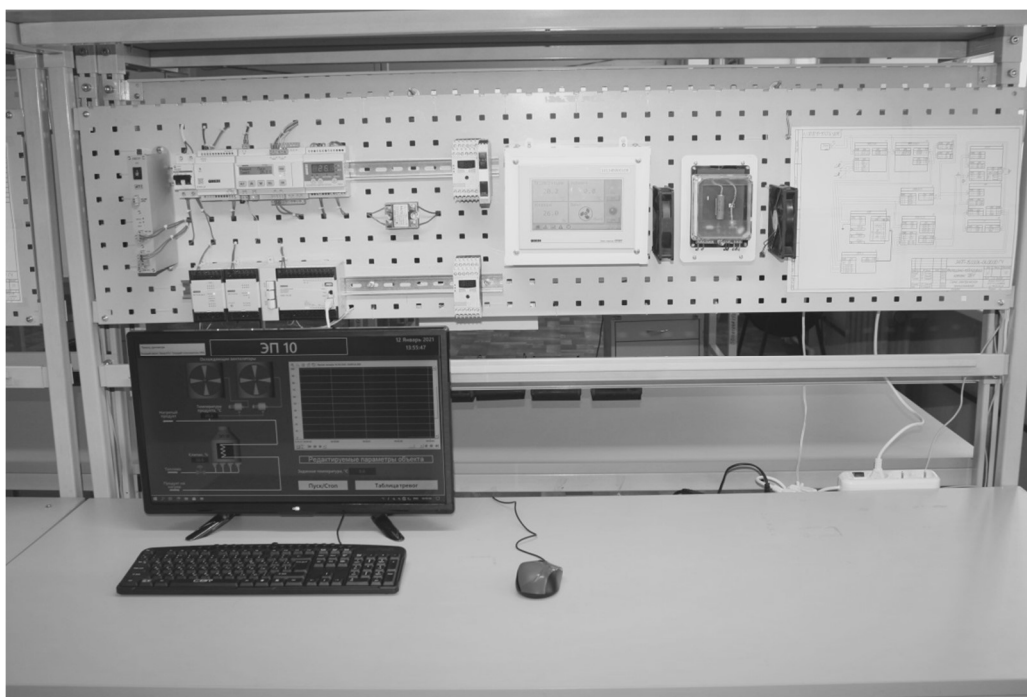


Рис. 4. Внешний вид учебно-исследовательского лабораторного комплекса

Для осуществления дистанционного проведения лабораторных и практических занятий на персональном компьютере установлено программное обеспечение, обеспечивающее взаимодействие студентов с лабораторным стендом в режиме онлайн по сети Ethernet.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработан учебно-исследовательский лабораторный комплекс на основе программных и технических средств автоматизации ПО «ОВЕН», отличающийся от существующих аналогов тем, что полностью реализована с использованием отечественных средств автоматизации, содержит физический лабораторный стенд и цифровой двойник, полностью дублирующий его функции и дополненный виртуальными объектами управления и средствами автоматизации. Использование виртуальных объектов управления позволяет создавать модели технологических процессов на их основе, разрабатывать и исследовать системы автоматического управления этими процессами. Учебно-исследовательский лабораторный комплекс позволяет в полном объеме выполнять все лабораторные работы как в очном, так и в дистанционном формате обучения, получить навыки программирования контроллера и цифрового реле, монтажа, наладки и ремонта современных средств автоматизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

6. Патент РФ № 2011139698/08, 2011.09.29. Учебно-лабораторный стенд для подготовки специалистов в области средств и систем автоматизации непрерывных технологических

процессов // Патент России № 2459228. 2008. Бюл. № 31. / Ройтбург Ю.С., Трушкин Д.С., Пиастро Г.П.

7. Патент РФ № 2014140623/12, 2014.10.07. Учебно-лабораторный стенд «PLK-1» для изучения микроконтроллеров семейства PIC16F // Патент России № 156660. 2015. Бюл. № 31. / Власова А.Р., Власов А.В.

8. Андриянов, И.Н. Контроллеры серии БАЗИС. Импортзамещение для АСУТП и ПАЗ / И.Н. Андриянов, С.В. Тучинский // Техсовет. – 2018. – №10. – С. 50-53.

9. Андриянов, И.Н. Автоматизация нефтегазовых производств с использованием контроллеров серии БАЗИС / И.Н. Андриянов, И.В. Маслова // Автоматизация и IT в нефтегазовой области. – 2019. – № 2. – С. 1-9.

10. Андриянов, И.Н. Индустрия 4.0 на практике: виртуальный стенд объекта автоматизации / И.Н. Андриянов // Приборы и системы для автоматизации. – 2020. – № 3. – С. 1-9.

11. Баширов М.Г. Учебный имитационно-моделирующий комплекс на основе программных и технических средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Н.А. Кислицын, Д.Ш. Акчурин // «Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля – 2020» – 2020. – С. 191-194.

12. Баширов, М.Г. Виртуальная реализация учебного стенда на основе программных средств отечественной компании ОВЕН / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, Д.Ш. Акчурин, Н.А. Кислицын // «Интеграция науки и образования в ВУЗах нефтегазового профиля – 2020» – 2020. – С. 214-216.

13. Баширов, М.Г. Электромагнитно-акустический метод оценки технического состояния энергетического оборудования / М.Г. Баширов, И.Г. Хуснутдинова, Л.Г. Хуснутдинова, Д.Р. Усманов // Промышленная энергетика, 2016. – № 12. – С. 8-13.

14. Баширов, М.Г. Разработка системы "улучшенного управления" техническим состоянием оборудования и промышленной безопасностью предприятий нефтехимии и нефтепереработки / М.Г. Баширов, А.М. Хафизов // Наука. Технология. Производство-2014: материалы Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2014. – С. 55-57.

Кислицын Никита Алексеевич – магистрант филиала ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический

университет» в г. Салавате, тел.8-917-405-03-19, e-mail: kislicyn2013@bk.ru.

Акчурин Дамир Шамилевич – магистрант филиала ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, тел.8-996-580-67-87, e-mail: akihiro177@mail.ru.

Баширов Мусса Гумерович – д.т.н., профессор заведующий кафедрой «Электрооборудование и автоматика промышленных предприятий» филиала ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, тел. 8-917-753-50-64, e-mail: eapp@yandex.ru.

LABORATORY COMPLEX BASED ON MICROPROCESSOR FACILITIES OF «OWEN» COMPANY

N.A. Kislitsyn, D.Sh. Akchurin, M.G. Bashirov

Branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technological University", Salavat

Automation of technological processes is playing an increasingly important role in the context of digitalization of the management of technological processes, production facilities and entire enterprises. The most important part of the digitalization process of modern industrial production is the training of personnel who have the necessary competencies in the field of programming, installation, commissioning, repair and operation of modern digital means and control systems. To solve this problem, secondary specialized and higher educational institutions must have educational and research laboratory complexes that allow students to acquire the knowledge, skills and abilities necessary for professional activity. In the context of economic sanctions against Russia, the development of such educational and research laboratory complexes based on modern domestic software and hardware automation systems becomes urgent. To expand the functionality of the created educational and research laboratory complex containing a physical thermal control object in the form of a furnace emulator, the complex is supplemented with virtual control objects created by modeling them. The use of virtual control objects allows you to create models of technological processes based on them, to develop and research systems for automatic control of these processes. A digital twin of the physical educational and research laboratory complex has been developed, which allows performing all laboratory work in a distance learning format in full.

Index terms: programmable logic controller, furnace emulator, virtual control object.

REFERENCES

1. RF patent No. 2011139698/08, 2011.09.29. Educational and laboratory stand for training specialists in the field of means and systems of automation of continuous technological processes // Patent of Russia № 2459228. 2008. Bul. No. 31. / Roitburg Y.S., Trushkin D.S., Piastro G.P.
2. RF patent No. 2014140623/12, 2014.10.07. Educational and laboratory stand "RLK-1" for studying microcontrollers of the PIC16F family // Patent of Russia No. 156660. 2015. Byul. No. 31. / Vlasova A.R., Vlasov A.V.
3. Andriyanov, I.N. BAZIS series controllers. Import substitution for APCS and PAZ / I.N. Andriyanov, S.V. Tuchinsky // Technical Council. - 2018. - No. 10. - Page 50-53.
4. Andriyanov, I.N. Automation of oil and gas production using BAZIS series controllers / I.N. Andriyanov, I.V. Maslova // Automation and IT in the oil and gas field. - 2019. - No. 2. - Page 1-9.
5. Andriyanov, I.N. Industry 4.0 in practice: a virtual stand of the automation object / I.N. Andriyanov // Instruments and systems for automation. - 2020. - No. 3. - Page 1-9.
6. Bashirov, M.G., Educational simulation and modeling complex based on software and technical means of the domestic "OWEN" company / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, N.A. Kislitsyn, D.Sh. Akchurin // "Integration of science and education in oil and gas universities - 2020"- 2020. - Page 191-194.
7. Bashirov M.G., Wirtuly implementation of the training stand based on the software of the domestic "OWEN" company / M.G. Bashirov, I.V. Prakhov, D.Sh. Akchurin, N.A. Kislitsyn // "Integration of science and education in oil and gas universities - 2020"- 2020. - Page 214-216.
8. Bashirov, M.G. Electromagnetic-acoustic method of assessing the technical state of energy equipment / M.G. Bashirov, I.G. Khusnutdinova, L.G. Khusnutdinova, D.R. Usmanov // Industrial energy, 2016. - № 12. - Page 8-13.
9. Bashirov, M.G. Development of an "improved management" system for the technical condition of equipment and industrial safety of petrochemicals and oil refining enterprises/M.G. Bashirov, A.M. Science. Technology. Production 2014: materials of the International Scientific and Technical Conference of students, graduate students and young scientists. - Ufa: Publishing House of UGNTU, 2014. - Page 55-57.

Kislitsyn Nikita Alekseevich – master of the branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University" in Salavat, tel.8-917-405-03-19, e-mail: kislitsyn2013@bk.ru.

Akchurin Damir Shamilevich – master of the branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University" in Salavat, tel. 8-996-580-67-87, e-mail: akihiro177@mail.ru.

Bashirov Mussa Gumerovich – doctor of technical sciences, professor, head of the Department of Electrical Equipment and Automation of Industrial Enterprises branch of FGBOU VO "Ufa State Petroleum Technical University" in Salavat, tel.8-917-753-50-64, e-mail: eapp@yandex.ru.