



Модернизация учебного демонстрационного стенда как способ повышения качества практической подготовки будущих инженеров

Практическая подготовка будущих инженеров является важной и неотъемлемой частью их обучения, в рамках которой студенты получают реальный профессиональный опыт. Повышение качества такой подготовки, безусловно, требует совершенствования лабораторного оснащения и средств обучения, отвечающих современному уровню развития инженерной индустрии. В данных условиях интерес вызывает модернизация учебных стендов, как прототипов объектов профессиональной деятельности. Анализ и обновление учебных демонстрационных стендов позволит приблизить процесс обучения к реальным условиям будущей профессии, не выходя из стен учебного заведения.

Цель исследования заключается в описании процесса модернизации учебно-демонстрационного стенда (на примере стенда «Макет ракеты 8К-14») как способа повышения качества практической подготовки будущих инженерных кадров.

Материалы и методы. Исследование проводилось в рамках реализации проекта, поддержанного стипендиальной программой Владимира Потанина, с 2021 года. В исследовании приняли участие преподаватели и студенты кафедры систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева. В качестве предмета модернизации был выбран макет ракеты 8К-14, как наиболее востребованный и, в то же время, устаревший макет.

Методами исследования явились анализ психолого-педагогической и специальной литературы, изучение опыта модернизации стенда, обобщение результатов.

Основной результат исследования заключается в обогащении практики подготовки будущих инженерных кадров, включающей освоение нескольких инженерно-конструкторских технологий, и направленной на достижение единого результата, в условиях модернизации учебно-демонстрационных стендов.

Так в процессе обновления стенда «Макет ракеты 8К-14» студенты используют современные материально-технические средства (светодиодные ленты, светодиоды, электромотор, цветной TFT сенсорный дисплей, матричная клавиатура, роторный энкодер и т.п.) и различные технологии. В качестве управляющего устройства используется один из микроконтроллеров платформы Arduino. Управление стендом осуществляется пользователем при помощи сенсорного экрана дисплея, механической клавиатуры, энкодера и джойстика. Дисплей, выступая не только как орган отображения информации, но и как управляющий элемент, позволяет ввести в работу стенда дополнительный функционал связанный с возможностями языка программирования более известный как GUI (Graphical User Interface). Кроме того, в процессе модернизации стенда студентам нередко требуются дополнительные детали, выполнение которых реализуется с использованием технологии 3D печати.

В заключении обобщается опыт процесса модернизации учебного стенда «Макет ракеты 8К-14» как способа усиления практической подготовки будущих инженерных кадров. Совместная работа студентов и преподавателей по модернизации учебных демонстрационных средств обучения позволит усилить практическую подготовку студентов, углубить обучаемых в самостоятельную инженерно-конструкторскую деятельность, сделать процесс обучения, в целом, более увлекательным и интересным. Данный подход может быть реализован с использованием любого учебно-демонстрационного стенда.

Ключевые слова: практическая подготовка будущих инженеров, модернизация учебных стендов, профессиональная инженерно-конструкторская деятельность.

Victor G. Sidorov¹, Georgy M. Grinberg¹, Darya A. Barkhatova²

¹ Siberian University of Science and Technology named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia

² Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia

Modernization of the Educational Demonstration Stand as A Way to Improve the Quality of Practical Training of Future Engineers

Practical training for future engineers is an important and integral part of their education, in which students gain real professional experience. Improving the quality of such training, of course, requires improving laboratory equipment and teaching tools that meet the current level of development of the engineering industry. In these conditions, the modernization of educational stands as prototypes of objects of professional activity is of interest. Analysis and updating of

educational demonstration stands will make it possible to bring the learning process closer to the real conditions of the future profession, without leaving the walls of the educational institution.

The purpose of the study is to describe the process of modernizing the educational and demonstration stand (using the example of the "8K-14 rocket model" stand) as a way to improve the quality of practical training of future engineering personnel.

Materials and methods. The research was carried out as part of a project supported by the Vladimir Potanin scholarship program, starting in 2021. The study involved lecturers and students of the Department of Automatic Control Systems of the Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. The 8K-14 rocket model was chosen as the subject of modernization, as the most popular and, at the same time, outdated model.

The research methods included analysis of psychological, pedagogical and specialized literature, study of the experience of modernizing the stand, and generalization of the results.

The main result of the study is to enrich the practice of training future engineering personnel, including the development of several engineering design technologies, and aimed at achieving a single result, in the context of modernization of educational and demonstration stands. Therefore, in the process of updating the “8K-14 rocket model” stand, students use modern material and technical means (LED strips, LEDs, electric motor, color TFT touch display, matrix keyboard, rotary encoder, etc.) and various technologies. One of the microcontrollers of the Arduino platform is used as a control device. The user using a touch screen display, mechanical key-

board, encoder and joystick controls the stand. The display, acting not only as an information display organ, but also as a control element, allows you to introduce additional functionality into the work of the stand related to the capabilities of the programming language, better known as GUI (Graphical User Interface). In addition, in the process of modernizing a stand, students often require additional parts, the implementation of which is realized using 3D printing technology.

In conclusion, the experience of the process of modernizing the educational stand “8K-14 rocket model” is summarized as a way to strengthen the practical training of future engineering personnel. The joint work of students and lecturers to modernize educational demonstration means will allow to strengthen the practical training of students, to deepen students into independent engineering and design activities, and make the learning process, in general, more exciting and interesting. This approach can be implemented using any educational and demonstration stand.

Keywords: practical training of future engineers, modernization of educational stands, professional engineering and design activities.

Введение

На кафедре систем автоматического управления Сибирского государственного университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева осуществляется подготовка студентов-бакалавров направления подготовки 24.03.02 «Системы управления движением и навигация», студентов-специалистов специальности 24.05.06 «Системы управления летательными аппаратами» и студентов-магистрантов направления подготовки 24.04.02 «Системы управления движением и навигация». Студентов готовят для дальнейшей работы на предприятиях аэрокосмической отрасли, например, таких как:

Акционерное общество «Красноярский машиностроительный завод» (Красмаш) — крупнейшее предприятие оборонно-промышленного комплекса России, основной изготовитель в России баллистических ракет для подводных лодок, баллистических ракет шахтного базирования, а также базового модуля разгонного блока для ракет-носителей «Зенит» и «Протон»;

Акционерное общество «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва — ведущее предприятие России по созда-

нию космических аппаратов связи, телевидения, ретрансляции, навигации, геодезии.

На таких предприятиях высококвалифицированными специалистами выполняются сложные научно-исследовательские, опытно-конструкторские разработки, которые в дальнейшем становятся основой изготовления сложной высокотехнологичной техники. Поэтому подготовка обучающихся на работу на эти предприятия выпускников должна осуществляться на высоком уровне и отвечать современным тенденциям развития инженерии. Е.Н. Фомин и А.В. Лаврищев в своих исследованиях отмечают, что «достичь высокого качества образования невозможно без использования учебной техники и стендового оборудования. Не последнюю роль в этом процессе играет использование качественного лабораторного оборудования, включая лабораторные стенды» [1]. И.О. Мачихо также отмечает, что совершенствование инженерного образования должно включать оснащение лабораторий и кабинетов новейшим оборудованием и приборами, а также модернизацию уже имеющихся лабораторных стендов и макетов, с учетом последних достижений науки и техники на современной компонентной базе [2].

Использование демонстрационных материалов и учебных стендов позволяет реализовать несколько дидактических функций (объяснительно-иллюстративную и конструктивно-техническую). Такие средства обучения являются важным атрибутом подготовки будущих инженерных кадров, предназначены для формирования первоначальных знаний, навыков и умений и, как показано в [3] обладают следующими положительными свойствами:

- делают занятия более интересными, помогают мотивировать студентов изучать конкретную тему;

- удобны и для преподавателей и для студентов, которые лучше понимают техническую часть предмета;

- более эффективны для запоминания информации, чем просто слова, и могут заложить основу различных ассоциаций.

Кроме того, работа на учебных демонстрационных стендах помогает молодому специалисту впоследствии гораздо быстрее осваивать оборудование, применяемое на рабочем месте.

Безусловно, подобные средства обучения использовались еще в советской школе подготовке будущих инженеров. Однако в условиях современного уровня развития и достиже-

ний науки и техники, а также новых подходов к подготовке профессиональных кадров возникает необходимость в модернизации существующих демонстрационных средств обучения. С появлением новых материалов и новой элементной базы электроники появилась возможность модернизировать имеющийся стенд так, чтобы, с одной стороны, сохранить его наглядность, а с другой стороны – повысить его надежность, улучшить технические характеристики и ремонтпригодность. Появление новых и развитие информационных технологий позволяет перевести стенд с аналогового управления на цифровое, что будет способствовать его качественному улучшению и расширению функциональных возможностей.

Совместная работа преподавателей и студентом по доработке образовательных стендов позволит не только сэкономить средства (в сравнении с покупкой нового), но и погрузит обучающихся в более детальное изучение предмета модернизации с целью исключить присущие стенду недостатки, наделить его новыми функциональными возможностями и выполнить необходимые ремонтные работы. При этом мы исходим из того, что модернизация (от англ. modern – современный, передовой, обновлённый) – это непрерывный и бесконечный процесс обновления объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества [4]. Таким образом, модернизация демонстрационного стенда в учебном заведении является не только способом обновления дидактических наглядных средств, но и обеспечением целенаправленного системного процесса обучение, что требует детального его описания.

Целью данной работы является описание процесса мо-

дернизации учебно-демонстрационного стенда (на примере стенда «Макет ракеты 8К-14») как способа повышения качества практической подготовки будущих инженерных кадров.

Описание учебного демонстрационного стенда «Макет ракеты 8К-14»

На кафедре САУ для технического обеспечения образовательного процесса студентами специальных дисциплин используется учебный демонстрационный стенд «Макет ракеты 8К-14», показанный на рис. 1.

Стенд представляет собой жесткое основание размером 4,5 x 1,2 м, на котром закреплен выполненный в разрезе макет ракеты 8К-14. Макет выполнен в масштабе 1:3. Такие размеры макета позволяют пользователям производить наблюдения, находясь на местах. Блоки и узлы, входящие в состав ракеты, изображены на стенде в виде разноцветных плоских и объемных моделей, которые дают представление не только о внешнем виде блоков и узлов, но и об их взаимном расположении и связях в составе ракеты. Все блоки и узлы пронумерованы, а их названия приведены с соответствующими номерами в нижней части стенда.

На стенде для удобства описания и изучения выделены зоны: головная часть ракеты, приборный отсек, средняя часть, хвостовая часть. Конструкция стенда максимально

приближена к процессам, которые происходят на настоящих объектах, в результате чего стенд позволяет:

- за счет продуманной эргономики наглядно изучать конструкцию ракеты 8К-14, состав входящих в ее структуру устройств, приборов и систем;
- за счет наличия динамических элементов проводить демонстрацию происходящих в пневмогидравлической системе и двигательной установке ракеты процессов на различных этапах их работы.

Первоначально учебные демонстрационные стенды «Макет ракеты 8К-14» разрабатывались и изготавливались для оснащения учебных классов, в которых осуществлялась подготовка и переподготовка военных специалистов. Эти специалисты выполняли задачи хранения, обслуживания, проверки и контрольных испытаний ракет 8К-14 в постоянных хранилищах (на базах, в арсеналах) и в воинских частях, а также задач подготовки ракет к пуску на технических позициях.

Сегодня основным предназначением стенда является изучение студентами общей компоновки ракеты 8К-14, состава и принципа работы пневмогидравлической системы (ПГС) жидкостного ракетного двигателя (ЖРД).

В состав пневмогидравлической системы двигателя (на стенде ПГС занимает среднюю и хвостовую части) входят следующие агрегаты и системы: камера сгорания, турбонасосный агрегат, система окис-



Рис. 1. Фотография стенда

Fig. 1. Photo of the stand

лителя, система горючего, система газогенерации, агрегаты системы управления и регулирования двигателя, пиротехнические средства, система наддува баков ракеты, система питания рулевых машин [5].

Пневмогидравлическая система обеспечивает:

- заправку баков компонентами топлива и зарядку аккумуляторов давления;
- хранение рабочих продуктов без изменения их свойств в заданном диапазоне климатических параметров;
- предпусковой и основной наддувы баков;
- непрерывную подачу топлива с заданными параметрами в камеры сгорания двигателей во время их работы;
- работу агрегатов автоматики (различных клапанов, регуляторов, дросселей, редукторов, стабилизаторов) и регулирования в соответствии с циклограммой работы ЖРД и программой полета ракеты [6].

Управление двигателем после команды «Пуск двигательной установки» производится автоматически, путем подачи электрических команд на соответствующие агрегаты двигателя системой управления ракетой. Процесс работы двигателя включает следующие этапы: запуск, работа на режиме главной ступени и выключение. Автоматика работы ЖРД должна обеспечивать поэтапное включение всех элементов при запуске двигательной установки и ее остановка в аварийных ситуациях.

Стенд «Макет ракеты 8К-14» путем прокачки цветной жидкости по стеклянным трубкам, отображающим магистрали ПГС, позволяет визуализировать функционирование пневмогидравлической системы на различных этапах работы ЖРД ракеты. Программа работы стенда задается с помощью шагового переключателя и релейного блока, состоящего из значительного количества электромагнитных реле.

Такое техническое решение визуализации имеет ряд недостатков:

- сложность в обслуживании стенда, обусловленная необходимостью наполнения стеклянных трубок жидкостью, обеспечения и поддержания герметичности соединений;
- малые показатели надежности, обусловленные наличием электромеханических устройств (насосов, шагового переключателя, электромагнитных реле), подверженных износу и требующих периодического технического обслуживания;
- высокое энергопотребление;
- невозможность изменить заданную программу работы стенда. Вся система проектируется и изготавливается под один набор команд и их точное исполнение. Для изменения отображаемых данных необходимы серьезные изменения во всей системе.

Но на момент создания стенда, это был один из немногих возможных вариантов формирования визуализации процессов, протекающих в двигателе ракеты.

Несмотря на то, что стенд был изготовлен сравнительно давно, он по-прежнему востребован в учебном процессе. Но из-за длительной эксплуатации стенд в некоторой степени утратил свои функциональные возможности: лопнули отдель-

ные стеклянные трубочки, вышли из строя некоторые насосы. Часть из установленных на стенде моделей приборов и узлов получили повреждения или были утрачены.

Для того, чтобы стенд мог и дальше полноценно использоваться в учебном процессе кафедры, принято решение о его модернизации, которая коснется как восстановления, так и расширения функциональных возможностей стенда.

Модернизация стенда «Макет ракеты 8К-14» в процессе подготовке инженерных кадров

Вместо использованных для изготовления стенда материально-технических средств и технологий, имеющихся на период его разработки и изготовления, применяются современные.

Для визуализации процессов протекания компонентов топлива в магистралях окислителя и горючего, а также воздуха в магистрали наддува ~~выполнить в виде~~ использовать адресные светодиодные ленты WS2812b (рис. 2). Данный тип ленты является несомненным лидером среди аналогов, так как по сравнению с лентой WS2811 позволяет управлять каждым диодом по отдельности, выигрывает в стоимости и при этом полностью покрывает потребности. На каждом ме-



Рис. 2. Адресная RGB лента 2812b 144led/метр ip33 34w
Fig. 2. Address RGB strip 2812b 144led/meter ip33 34w

тре этой ленты располагаются вплотную друг к другу 144 диода, что создает единую линию освещения с едва заметными пробелами между диодами. Степень защиты IP33 обеспечивают достаточную пылезащиту и влагозащиту для будущего стенда.

Визуализировать срабатывание клапанов и пиропатронов пневмогидравлической системы с помощью светодиодов GNL-3012ED, показанных на рисунке 3а, которые обладают достаточными характеристиками, дешевой и доступностью. Это позволит детально отобразить протекающие процессы.

Блоки и узлы, входящие в состав ракеты, изображены на стенде в виде разноцветных плоских и объемных моделей, а их названия приведены в нижней части стенда. Блоки, узлы и их названия имеют нанесенные на них соответствующие цифровые обозначения, что позволяет производить их идентификацию. В модернизированном стенде планируется рядом или внутри каждого блока, узла вмонтировать светодиоды GNL-3012GD (рисунок 3б), а рядом с названиями блоков, узлов расположить кнопки SDTM-630-N, при нажатии которых будут подсвечивать соответствующие блоки и узлы ракеты. Это позволит облегчить и ускорить процесс поиска блоков и узлов на стенде по сравнению с первоначальным способом ориентирования – номер рядом с названием = номер на элементе.

С помощью электромотора типа QX-FF-130-11340 осуществляется демонстрация раскрутки лопастей турбонасосного агрегата.

Необходимо создать новый компактный пульт управления, состоящий из 3,5" цветного TFT сенсорного дисплея, матричной клавиатуры 4x4, роторного энкодера EC11 и джойстика (рисунок 4).

В качестве управляющего устройства используется

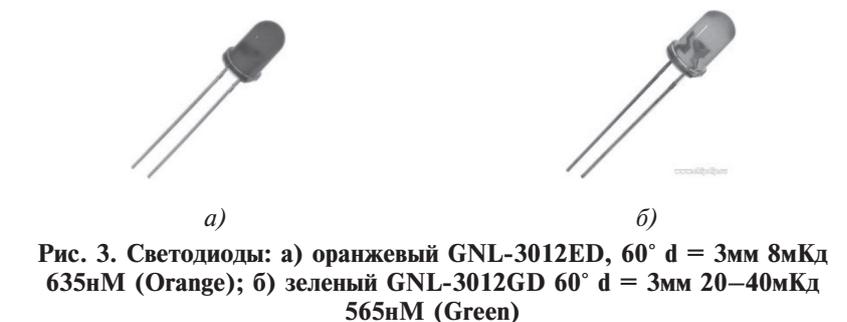


Рис. 3. Светодиоды: а) оранжевый GNL-3012ED, 60° d = 3мм 8мКд 635нМ (Orange); б) зеленый GNL-3012GD 60° d = 3мм 20–40мКд 565нМ (Green)

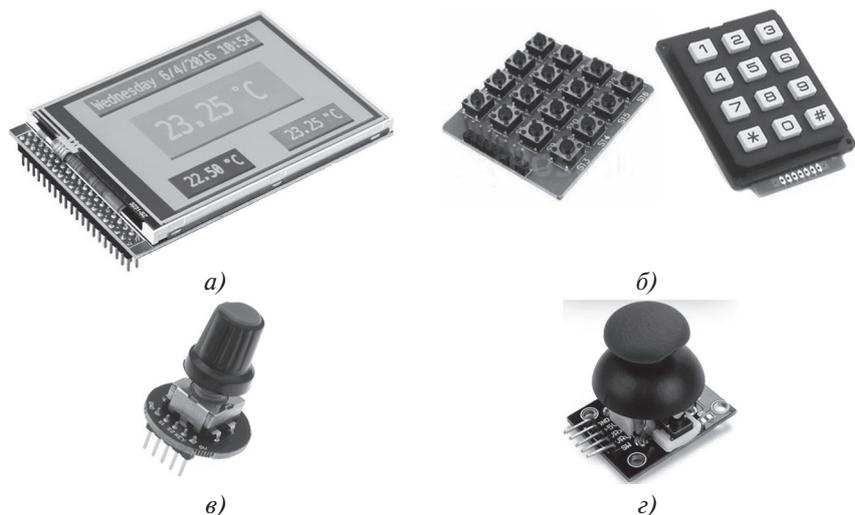


Рис. 4. Составные части пульта управления: а) TFT цветной 3,5" сенсорный дисплей с разрешением 480x320 пикселей, 262К цветов; б) Механическая матричная клавиатура в) роторный энкодер EC11; г) Джойстик аналоговый

Fig. 4. Components of the control panel: a) TFT color 3.5" touch display with a resolution of 480x320 pixels, 262K colors; b) Mechanical matrix keyboard c) EC11 rotary encoder; d) Analog joystick

один из микроконтроллеров платформы Arduino (рис. 5) [7]. Ввиду своей низкой стоимости, кросс-платформенности, открытому программному коду, доступности как оригинальных так и клонированных плат, наличия требуемых библиотек и достаточного количества периферийного оборудования, Arduino является хорошим кандидатом для того чтобы стать ядром системы управления стенда. Проанализировав состав семейства, было принято решение остановиться на Arduino Mega 2560 ввиду максимального количества доступных пинов для ввода/вывода данных, а также наличия на борту непосредственно или через специально

разработанные SHIELD и переходники с адаптерами ряда интерфейсов, таких как: I2C, RS485, UART, Ethernet, поддерживаемых многими производителями датчиков и исполнительных механизмов.

Питание системы планируется осуществить с помощью блока питания 5-12 В, мощностью 750W, который покрывает требования к мощности светодиодных лент и других компонентов задействованных в работе стенда.

Рассмотрев элементную базу, которую можно использовать для модернизации стенда, приступим к составлению блок-схемы стенда

Управление стендом осуществляется пользователем

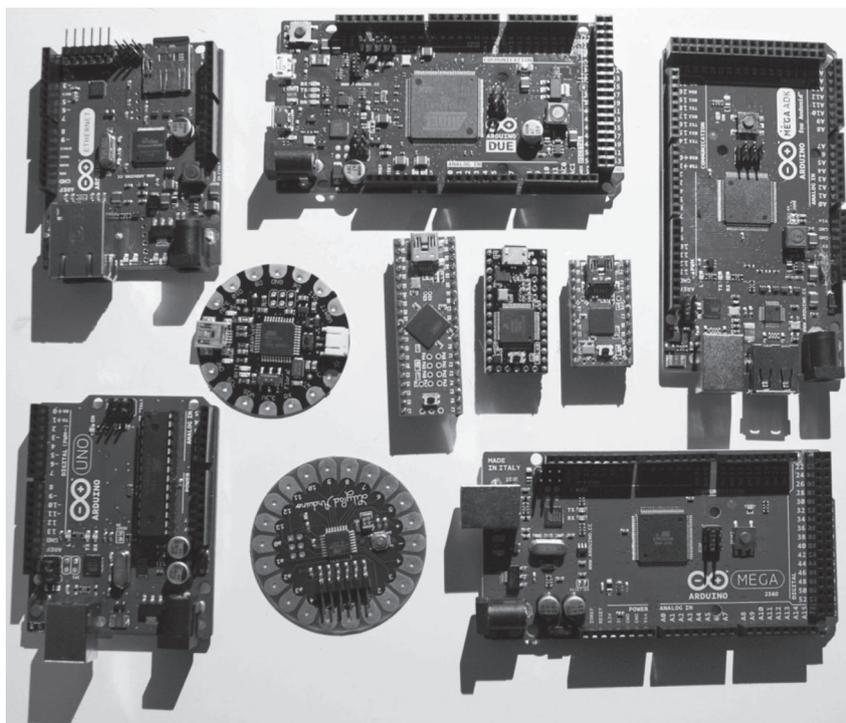


Рис. 5. Семейство плат Arduino

Fig. 5. Arduino board family



Рис. 6. Блок-схема стенда

Fig. 6. Block diagram of the stand

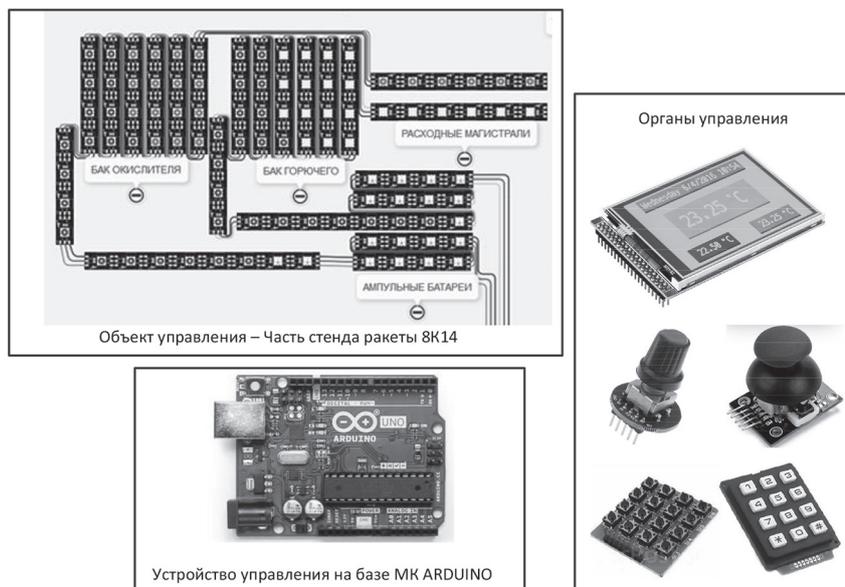


Рис. 7. Промежуточный вариант имитационной модели макета

Fig. 7. Intermediate version of the layout simulation model

при помощи сенсорного экрана дисплея, механической клавиатуры, энкодера и джойстика. Широкий спектр органов управления позволит создать дополнительные сценарии управления стендом, по сравнению с прошлыми возможностями. Дисплей, выступая не только как орган отображения информации, но и как управляющий элемент, позволяет ввести в работу стенда дополнительный функционал связанный с возможностями языка программирования более известный как GUI (Graphical User Interface). Получение графического интерфейса на столь малом экране позволяет добавить к управлению такие компоненты как меню, всплывающие окна, кнопки, ползунки, и т.п. Опыт пользователя при работе с программой посредством GUI позволяет ему получить максимально комфортные ощущения. Для любителей тактильных ощущений в управлении стендом остаются механические органы управления, которые также призваны дополнить работу GUI.

В качестве объекта управления большую часть на стенде занимают адресные светодиодные ленты WS2812b имитирующие каналы протекания топлива или другие физические процессы проходящие в ракете. Местами ленты представляют собой дорожки бегущих огней, иногда они объединяются в геометрические формы типа квадрат, круг для имитации работы баков, цилиндров и т.п. Промежуточный вариант, собранный в среде имитационного моделирования для отладки режимов работы протекания топлива и заполнения баков горючего и окислителя приведен на рисунке 7.

При реализации данной структуры были сделаны выводы, что самостоятельное формирование геометрических фигур сопряжено с рядом технических трудностей и

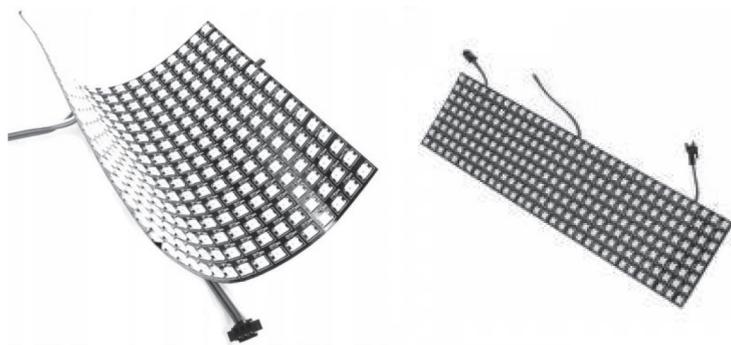


Рис. 8. Гибкая адресная светодиодная RGB матрица, 16 x 16 см, 8 x 32 см

Fig. 8. Flexible address RGB LED matrix, 16 x 16 cm, 8 x 32 cm

гораздо проще воспользоваться готовыми изделиями, представленными на рынке (рис. 8). В доступе имеются готовые матрицы размером 8×8 см, 8×32 см, 16×16 см. Использование готовых решений ускоряет работы над созданием стенда, позволяет более качественно реализовывать имитируемые объекты благодаря промышленной, а не ручной сборке и пайке. Гибкое основание, как и в одиночной ленте, позволяет размещать матрицы на неровных поверхностях.

При работе со стендом у пользователей будет доступен ряд режимов работы/тестирования, в которых будут формироваться отчеты с результатами выполнения или прохождения тестов. Для сохранения этих результатов предусмотрен адаптер карт памяти microSD, который может использовать для записи значений аналоговых и цифровых выводов Arduino. Полученные результаты можно как физически перенести с microSD на компьютер, так и

передать на внешние устройства по средствам Bluetooth или Wi-Fi канала, для чего в конструкции стенда предусмотрены соответствующие модули. На случай внештатных ситуаций, таких как внезапное отключение питания, в системе предусмотрен резервный источник питания основных модулей необходимых для сохранения полученных результатов. Основу резервного источника составляют аккумуляторы 18650, а также платы балансировки заряда и DC-DC преобразователь для соответствия питания системы.

Кроме того, в процессе модернизации стенда студентам нередко требуются дополнительные детали, выполнение которых можно реализовать с использованием технологии 3D печати. В данном случае студенты знакомятся с еще одной технологией и на практике анализируют ее достоинства в конструировании. Достоинства применения технологий прототипирования в образовательном процессе также отмечают

Д.А. Бархатова и Э.А. Нигматулина на примере опыта создания и использования натурно-дидактических средств при обучении информатике [8].

Так преподавателями и студентами кафедры САУ проводятся работы по замене утраченных на стенде натуральных моделей приборов и узлов напечатанными на 3D-принтере. Для этого в настоящее время разрабатываются компьютерные модели этих приборов и узлов. Например, на рисунках 9–11 показаны разработанные компьютерные модели теплообменника, головки газогенератора, элемента воздушного баллона соответственно.

Далее по этим компьютерным моделям будут напечатаны их натурные аналоги, которые затем будут установлены на стенд.

Таким образом, в процессе модернизации макета ракеты студенты учатся не только анализировать представленные перед ними конструкции, но и соотносить их с реальной инженерной деятельностью.

По результатам модернизации учебного демонстрационного стенда «Макет ракеты 8К-14» студентами Мироненко Д.Ю. и Смирновым Е.Г. выполнен дипломный проект на тему «Демонстрационный стенд с цифровым управлением «Пневмогидравлическая система ракеты 8К-14». Приняты к публикации работы студентов: Шамлицкого А.Я. «Модернизация учебного демонстрационного стенда «Ма-

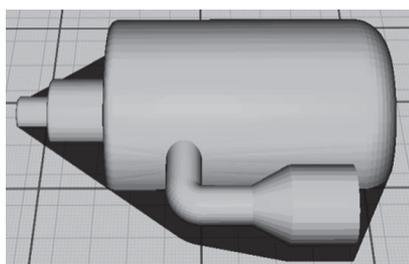


Рис. 9. Компьютерная модель теплообменника

Fig. 9. Computer model of a heat exchanger

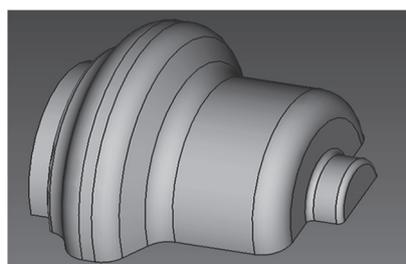


Рис. 10. Компьютерная модель головки газогенератора

Fig. 10. Computer model of the gas generator head

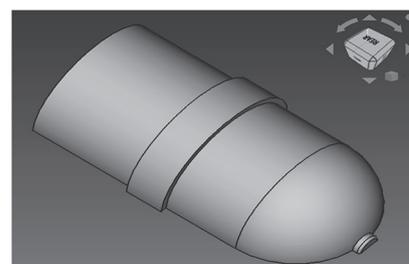


Рис. 11. Компьютерная модель элемента воздушного баллона

Fig. 11. Computer model of an air cylinder element

кет ракеты 8К-14» в сборник материалов Всероссийской молодёжной научной конференции с международным участием «XVII Королёвские чтения», посвящённой 35-летию со дня первого полёта МТКС «Энергия-Буран» (3 – 5 октября 2023 г.), статья Мироненко Д.Ю., Смирнова Е.Г. «Цифровизация стенда пневмогидравлической системы ракеты 8К-14» в сборник материалов IX Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы авиации и космонавтики», посвящённой Дню космонавтики (10–14 апреля 2023 г.).

Таким образом, такой подход способствует обогащению теории и практики подготовки на кафедре САУ будущих специалистов, а студентов готовит к инженерно-конструкторской и научной деятельности.

Заключение

Практическая подготовка, безусловно, является важной частью обучения будущих ин-

женерных кадров, в рамках которой студенты получают реальный профессиональный опыт. Модернизация учебных стендов, как образцов предметов будущей деятельности, позволяет приблизить процесс обучения к реальным условиям будущей профессии, не выходя из стен учебного заведения.

Описанный процесс модернизации учебного стенда «Макет ракеты 8К-14» может быть применен для модернизации любого учебного стенда для подготовки инженерных кадров. Этапы данного процесса, как учебного, должны заключаться в следующем:

Анализ учебного стенда, его назначения, принципа устройства/действия;

Соотнесение реального предмета или изделия с его макетом (учебным стендом) через анализ литературы и других источников информации;

Выявление недостатков учебного стенда в соответствии с проведенным анализом, проведенном в двух предыдущих пунктах;

Поиск решений для устранения недостатков и их реализация;

Анализ решений с точки зрения полноты устранения недостатка, экономической и трудозатратой составляющей. В случае нахождения недостатков решений поиск новых.

Оформление полученных данных в виде отчета, в котором отражены результаты работы студентов по каждому пункту.

Совместная работа студентов и преподавателей по модернизации учебных демонстрационных средств обучения позволит усилить практическую подготовку студентов, углубить обучаемых в самостоятельную инженерно-конструкторскую деятельность, сделать процесс обучения, в целом, более увлекательным и интересным. А оформление проделанной работы в виде отчета позволяет подготовить студентов к опубликованию результатов своей деятельности в сборниках материалов научно-практических конференций, научных журналах.

Литература

1. Фомин Е. Н. Обзор учебно-лабораторных стендов для выполнения лабораторных работ на основе микропроцессоров и микроконтроллеров // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, посвящённой Дню космонавтики. (Красноярск, 11–15 апреля 2022 года). Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2022. С. 235–238.

2. Мачихо И. О. Модернизация лабораторных стендов с целью совершенствования учебного процесса // Высшее техническое образование: проблемы и пути развития: материалы VII Международной научно-методической конференции (Минск, 20–21 ноября 2014 г.). Минск: БГУИР, 2014. С. 68–69.

3. Учебный стенд—основа технического образования [Электрон. ресурс] // Дидактические системы. Режим доступа: <https://disys.ru/products/uchebniestendy>.

4. Модернизация и индустриализация [Электрон. ресурс] // Инфопедия. Режим доступа: <https://infopedia.su/1xa54f.html>.

5. Ракета 8К14. Техническое описание. Часть 1 [Электрон. ресурс] // Ракета 8К14. Режим доступа: http://raketa-8k14.narod.ru/index_1.html.

6. Борисов В. А., Жижкин А. М., Мелентьев В. С. Конструирование основных узлов и систем ракетных двигателей. Самара: СГАУ, 2011. 42 с.

7. Аппаратная платформа Arduino [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://arduino.ru/>.

8. Бархатова Д. А., Нигматулина Э. А. Теле-сно-ментальный подход к обучению информатике с использованием натурно-дидактических средств. Красноярск: Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева, 2017. 152 с.

References

1. Fomin Ye. N. Review of educational and laboratory stands for performing laboratory work based on microprocessors and microcontrollers. Aktual'nyye problemy aviatsii i kosmonavtiki: sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy Dnyu kosmonavtiki. (Krasnoyarsk, 11–15 aprelya 2022 goda) = Current problems of aviation and astronautics: collection of materials from the VIII International Scientific and Practical Conference dedicated to Cosmonautics Day. (Krasnoyarsk, April 11–15, 2022). Krasnoyarsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev"; 2022: 235–238. (In Russ.)

2. Machikho I. O. Modernization of laboratory stands to improve the educational process. Vyssh-eye tekhnicheskoye obrazovaniye: problemy i puti razvitiya: materialy VII Mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii (Minsk, 20–21 noyabrya 2014 g.) = Higher technical education: problems and development paths: materials of the VII International Scientific and Methodological Conference (Minsk, November 20–21, 2014). Minsk: BSUIR; 2014: 68–69.

3. Uchebnyy stand—osnova tekhnicheskogo obrazovaniya = Training stand—the basis of technical education [Internet]. Didactic systems. Available from: <https://disys.ru/products/uchebniestendy>. (In Russ.)

4. Modernizatsiya i industrializatsiya = Modernization and industrialization [Internet]. Infopedia. Available from: <https://infopedia.su/1xa54f.html>. (In Russ.)

5. Raketa 8K14. Tekhnicheskoye opisaniye. Chast' 1 = Rocket 8K14. Technical description. Part 1 [Internet]. Rocket 8K14. Available from: http://raketa-8k14.narod.ru/index_1.html. (In Russ.)

6. Borisov V.A., Zhizhkin A.M., Melent'yev V.S. Konstruirovaniye osnovnykh uzlov i sistem raketnykh dvigateley = Design of main units and systems of rocket engines. Samara: SSAU; 2011. 42 p. (In Russ.)

7. Apparatnaya platforma Arduino = Arduino hardware platform [Internet]. Available from: <https://arduino.ru/>. (In Russ.)

8. Barkhatova D. A., Nigmatulina E. A. Telesno-mental'nyy podkhod k obucheniyu informatike s ispol'zovaniyem naturno-didakticheskikh sredstv = Body-mental approach to teaching computer science using natural-didactic means. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafieva; 2017. 152 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Виктор Геннадьевич Сидоров

*К.т.н., доцент, доцент кафедры систем автоматического управления
Сибирский университет науки и технологий
им. М.Ф. Решетнева,
Красноярск, Россия
Эл. почта: vikontxp@mail.ru*

Георгий Михайлович Гринберг

*К.п.н., доцент, доцент кафедры систем автоматического управления
Сибирский университет науки и технологий
им. М.Ф. Решетнева,
Красноярск, Россия
Эл. почта: grinberg_gm@mail.ru*

Дарья Александровна Бархатова

*К.п.н., доцент, доцент кафедры информатики и информационных технологий в образовании
Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
Красноярск, Россия
Эл. почта: darry@mail.ru*

Information about the authors

Victor G. Sidorov

*Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Automatic Control Systems
Siberian University of Science and Technology
named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: vikontxp@mail.ru*

Georgy M. Grinberg

*Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Automatic Control Systems
Siberian University of Science and Technology
named after M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: grinberg_gm@mail.ru*

Darya A. Barkhatova

*Cand. Sci. (Pedagogical), Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Informatics, and Information Technologies in Education
Krasnoyarsk State Pedagogical University named after V.P. Astafiev, Krasnoyarsk, Russia
E-mail: darry@mail.ru*