

## Универсальный учебный стенд по обучению автоматизированной работе и управлению технологическими процессами, применяемыми в АПК

А.Ю. Клопотной<sup>1</sup>, преподаватель; Б.В. Жеребцов, канд. техн. наук, доцент

<sup>1</sup> ГАПОУ ТО ТКПСТ

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Представлена физическая модель щита управления технологическим оборудованием, которая позволяет имитировать работу реального щита управления с возможностью внесения неисправностей в принцип работы схемы с частичным или полным условным выводом оборудования из строя. Рассмотрены алгоритм работы физической модели щита управления технологическим оборудованием, формирование навыков соответствия работы учебного оборудования реальным условиям. Дано описание возможных аварийных ситуаций, возникающих в электроустановках сельского хозяйства и объектах АПК. Проанализированы результаты испытания работы физической модели щита управления технологическим оборудованием. За основу принят стенд «Поиск неисправностей» компетенции «Электромонтаж» WorldSkills Russia. Испытания ЩУТО показали безопасную работу при различных вариантах внесённых неисправностей в алгоритм работы.

**Ключевые слова:** учебный стенд, щит управления технологическим оборудованием, автоматизация, технологический процесс, алгоритм, управление процессом.

Для обеспечения автоматизированного управления технологическим оборудованием с контакторно-релейными элементами, принцип действия которых основан на явлениях, связанных в первую очередь с протеканием электрического тока и ЭДС, в целях проведения тренировочных учебных занятий по выявлению неисправностей и наладки работы электрических схем создаются комплекты заданий (тренировочные стенды). Также необходимо максимально подготовить будущего специалиста к работе в реальных технологических линиях. В ходе отработки навыков обучающиеся выполняют отработку алгоритмов работы схем управления, поиск нарушений нормальной работы электроустановки, которые обусловлены одним или несколькими аварийными событиями. Им необходимо точно выявить категорию, вид и местонахождение неисправности. Затем описываются причины появления повреждения и способы локализации и ремонта по каждой неисправности. Таким образом, происходит обучение в выявлении распространённых неисправностей, которые могут возникать в электроустановках, применяемых в сельском хозяйстве и объектах АПК.

Для обеспечения освоения алгоритмов работы электродвигателей и возможности отслеживания возникающих неисправностей было принято решение создать физическую модель щита управления технологическим оборудованием. За основу принят стенд «Поиск неисправностей» компетенции «Электромонтаж» WorldSkills Russia [1–8].

**Цель работы:** создание физической модели щита управления технологическим оборудованием, которая позволяет имитировать работу реального щита управления с возможностью внесения неисправностей в принцип работы схемы с частичным или полным условным выводом оборудования из строя.

### Задачи:

– определение алгоритма работы физической модели щита управления технологическим оборудованием;

– формирование навыков соответствия работы учебного оборудования реальным условиям;

– описание возможных аварийных ситуаций, возникающих в электроустановках сельского хозяйства и АПК;

– испытание работы физической модели щита управления технологическим оборудованием.

Учебный стенд представляет собой щит управления двигателями на примере реального технологического оборудования (далее по тексту – ЩУТО), состоящий из трёх независимых цепей управления.

1. Реверс электродвигателя с последующим переключением со «звезды» на «треугольник». Способ данного переключения применяется в электродвигателях, рассчитанных на работу с соединением «треугольник». Двигатель запускается в режиме «звезда», на этом этапе происходит разгон двигателя. Затем происходит переключение на схему «треугольник», в котором двигатель переходит в установившийся режим работы. Важным этапом в работе схемы является время переключения, так как долгое переключение приводит к потере скорости и увеличению скорости, а если слишком рано замкнуть контакты, то дуга не успеет погаснуть и может привести к короткому замыканию.

2. Ступенчатый пуск электродвигателя. Данный способ применяется в технологических линиях при высоких статических моментах на валу электрического двигателя. Тем самым осуществляется плавный пуск двигателя.

3. Реверс электродвигателя с последующим отключением с задержкой времени. Способ, применяемый в технологических линиях, для воз-

возможности освобождения конвейеров от нагрузки, а двигателей – от пусковых моментов [1–3].

При проектировании и комплектовании учебного стенда были учтены следующие условия:

1. ЩУТО должен обеспечивать управление электродвигателями в соответствии с алгоритмом задания.
2. ЩУТО должен обеспечивать защиту от аварийных режимов работы силовой цепи и потребителей (электродвигателей).
3. ЩУТО должен обеспечивать аварийное отключение всей электроустановки.
4. На лицевой панели ЩУТО должна быть обеспечена световая сигнализация готовности и работы электродвигателей.
5. ЩУТО должен имитировать срабатывание сухих контактов релейных элементов с реалистичными гистерезисами и задержками.
6. ЩУТО должен обеспечивать имитацию выхода оборудования из строя в ручном режиме.
7. ЩУТО должен обеспечивать возможность настройки времени на релейных элементах.
8. ЩУТО должен обеспечивать ручное регулирование токовых уставок на аппаратах защиты.

Для определения алгоритма работы физической модели щита управления технологическим оборудованием рассмотрим применяемые алгоритмы работы реальных технологических линий с применением трёхфазных асинхронных двигателей [1–8].

Для реализации физической модели щита управления технологическим оборудованием были спроектированы принципиальная схема ЩУТО и схема расположения оборудования. Внешний вид учебного стенда в сборе представлен на рисунке 1.



Рис. 1 – Внешний вид стенда

При проектировании электрической схемы ЩУТО учтено безопасное напряжение для работы (~24 В), возможность отследить работу технологической линии без подключения электрических двигателей.

Внешний вид щита управления технологическим оборудованием (ЩУТО) представлен на рисунке 2.



Рис. 2 – Внешний вид щита управления технологическим оборудованием, применяемым в АПК

Алгоритм работы учебного стенда осуществляется непосредственно кнопками с главной панели щита управления технологическим оборудованием. Вследствие этого происходит замыкание сухих контактов электромагнитных реле и контакторов.

Введение неисправностей в учебный стенд осуществляется посредством изменения схемы подключения аппаратов защиты и устройств управления, а также отсоединением проводником от контактов электрооборудования либо замыканием их, что приводит к разрыву цепи или короткому замыканию соответственно.

Возможные неисправности щита управления технологическим оборудованием представлены в таблице 1.

### 1. Возможные неисправности ЩУТО

Графическое обозначение неисправности	Описание неисправности
	Короткое замыкание
	Разрыв цепи
S	Неправильная настройка (таймер/перегрузка)
V	Визуальная неисправность
	Полярность/чередование фаз

**Выводы.** Разработанный универсальный учебный стенд по обучению автоматизированной работе и управлению технологическими процессами, применяемыми в АПК, позволяет имитировать работу реального щита управления с возможностью внесения неисправностей в принцип работы схемы.

Разработанный щит управления технологическим оборудованием для учебного процесса прошёл успешные испытания на базе ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий». Испытания ЩУТО показали безопасную работу при различных вариантах внесённых неисправностей в алгоритм работы.

### Литература

1. Кизуров А.С., Козлов А.В. Учебный стенд по обучению автоматизации работы насосных установок для АПК // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 2 (76). С. 137–140.
2. Общая информация | WorldSkills Russia [Электронный ресурс]. URL: <https://worldskills.ru> (дата обращения: 08.09.2020).
3. Учебный портал ИЕК [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iek-edu.com> (дата обращения: 08.09.2020).
4. Андреев Л.Н., Юркин В.В. Результаты производственных испытаний системы регулирования параметров воздушной среды помещения для содержания поросят на откорме // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 134–137.
5. ОВЕН СУНА-121. Алгоритмы работы [Электронный ресурс]. URL: [https://www.owen.ru/product/suna\\_121/working\\_algorithms](https://www.owen.ru/product/suna_121/working_algorithms) (дата обращения 23.02.2019).
6. Нестеров В.А., Кривокубов П.А., Заминалов Н.М. Система на модуле – универсальное решение задач автоматизации и мониторинга // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2016: труды Девятой междунар. конф.: в 2-х томах / под общ. ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. М., 2016. С. 319–324.
7. Сагдатуллин А.М. Система автоматизированного управления режимами работы кустовых насосных станций // Учёные записки Альметьевского государственного нефтяного института. 2015. Т. 13. № 2. С. 20–24.
8. STUDLAB. COM: Редактор блок-схем, диаграмм [Электронный ресурс]. URL: [http://studlab.com/index/redaktor\\_blok\\_skhem/0-70](http://studlab.com/index/redaktor_blok_skhem/0-70) (дата обращения 09.09.2020).

**Клопотной Алексей Юрьевич**, преподаватель  
ГАПОУ ТО «Тюменский колледж производственных и социальных технологий»  
625003, г. Тюмень, ул. Луначарского, 19  
E-mail: [alexklop1995@gmail.com](mailto:alexklop1995@gmail.com)

**Жеребцов Борис Викторович**, кандидат технических наук, доцент  
ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»  
Россия, 625003, г. Тюмень, ул. Республики, 7  
E-mail работы: [acadagro@mail.ru](mailto:acadagro@mail.ru)

## Universal training stand for teaching automated work and control of technological processes used in the agro-industrial complex

**Klopotnoy Alexey Yurievich**, teacher  
Tyumen College of Industrial and Social Technologies  
19, Lunacharsky St., Tyumen, 625003, Russia  
E-mail: [alexklop1995@gmail.com](mailto:alexklop1995@gmail.com)

**Zherebtsov Boris Viktorovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
Northern Trans-Ural State Agricultural University  
7, Republic St., Tyumen, 625003, Russia  
E-mail: [acadagro@mail.ru](mailto:acadagro@mail.ru)

A physical model of a control panel for technological equipment is presented, which allows simulating the operation of a real control panel with the possibility of introducing faults into the principle of operation of a circuit with partial or complete conditional equipment failure. The algorithm of the physical model of the control panel for technological equipment is considered; the formation of skills to match the work of training equipment to real conditions. A description of possible emergency situations arising in electrical installations of agriculture and agricultural facilities is given. The results of testing the physical model of the control panel for technological equipment are analyzed. The “Troubleshooting” stand of the Electrical Installation WorldSkills Russia competence was taken as a basis. The tests of the SCHUTO showed safe operation with various variants of faults introduced into the operation algorithm.

**Key words:** training stand, technological equipment control panel, automation, technological process, algorithm, process control.