

**ЗАЯВКА  
НА УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ НИР СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ  
«БЕЗОПАСНОСТЬ И ОХРАНА ТРУДА-2022»**

ФИО автора (1 участник)	Николаев Кирилл Валерьевич
ВУЗ (полное наименование образовательного учреждения)	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»)
Академическая степень образования с указанием года обучения (бакалавриат/магистратура/аспирантура)	Магистратура, 2 год обучения
Название работы	«Разработка учебного стенда «Цифровизация средств защиты персонала опасных производственных зон» для обучаемых в лаборатории по испытаниям и диагностике кабельных линий 10 кВ»
Номинация Конкурса	Разработка и совершенствование СИЗ для применения на производстве и для защиты населения
Наличие соавторов* (если «да», то указать Фамилию, Имя, Отчество, полностью)  Студент (с указанием курса) Аспирант (с указанием года обучения) *не более 3х	Филимонов Сергей Сергеевич, студент, 3 курс бакалавриата
Научный руководитель (должность, место работы)	Аскарлов Рафаэль Рафилевич, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники», заведующий электроизмерительной лабораторией ФГБОУ ВО «КГЭУ»
Контактный телефон участника	+7 (917) 870-16-80
Контактный телефон руководителя/куратора	+7 (987) 417-31-17
Контактный e-mail участника	<a href="mailto:mr.nikolaev.2000@mail.ru">mr.nikolaev.2000@mail.ru</a>
Контактный e-mail руководителя/куратора	<a href="mailto:askarov.rr@kgeu.ru">askarov.rr@kgeu.ru</a>



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Председатель Эк

И.Г. Ахметова

2022 г.

**ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

о возможности опубликования в открытой печати

Экспертная комиссия (ЭК) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», рассмотрев статью «Разработка учебного стенда «Цифровизация средств защиты персонала опасных производственных зон» для обучаемых в лаборатории по испытаниям и диагностике кабельных линий 10 кВ» авторов Николаева Кирилла Валерьевича и Сергея Сергеевича Филимонова по существу содержания подтверждает, что в материалах не содержатся сведения, предусмотренные перечнем сведений, отнесенных к государственной тайне, утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 30.11.1995 №1203 (в редакции Указа Президента Российской Федерации от 24.01.1998 № 61), а также Перечнем сведений, подлежащих засекречиванию Министерства образования и науки РФ, утвержденным приказом Минобрнауки РФ № 36с от 10.11.2014 г. На публикацию материала не следует получать разрешение Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и других министерств и ведомств.

Комиссия считает возможным публикацию материала в открытой печати, так как материал не содержит секретных сведений и сведений ограниченного распространения под грифом «Для служебного пользования» (ДСП).

Члены Экспертной комиссии:

от УНИР:

секретарь, инженер 2 категории УНИР

В.Е. Чанчина

от первого отдела:

и.о. инженера первого отдела

М.Ф. Шагеев

В статье не нарушены права третьих лиц.

(ФИО автора)

(подпись)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань, ул. Красносельская 51, Россия

## РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА "ЦИФРОВИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗОН" ДЛЯ ОБУЧАЕМЫХ В ЛАБОРАТОРИИ ПО ИСПЫТАНИЯМ И ДИАГНОСТИКЕ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 10КВ

### АННОТАЦИЯ

*Работа относится к сфере проектирования средств защиты персонала опасных производственных зон и снижению рисков получения электротравм работниками производственных предприятий. Предложен способ модернизации технологических защит с помощью внедрения цифровых устройств. Результатами модернизации являются обеспечение большей гибкости настройки технологических защит, экономия капитальных вложений в организацию технологической защиты и улучшение эргономики цита с аппаратами технологической защиты. Спроектирован учебный стенд на базе цифрового устройства программируемого логического контроллера ONI, который демонстрирует преимущества современной технологической защиты перед классическим её исполнением.*

### 1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

#### 1.1. Введение

На производстве работники часто сталкиваются с опасными производственными факторами. Перед разработчиками средств защиты стоит важная задача по ограничению воздействия опасных производственных факторов и снижению рисков получения травм.

Сфера охраны труда и техники безопасности предусматривает различные способы сохранения жизни и здоровья рабочих. Первичным способом защиты работника являются организационные мероприятия (ознакомление с инструкциями и требованиями по технике безопасности: общими, целевыми и др.). Такой способ защиты не должен быть единственным, т.к. он не исключает «человеческий фактор» и умышленные нарушения правил ОТ и ТБ, например, для экономии времени и т.п. Для повышения безопасности персонала устанавливают технологические защиты, в некоторой степени исключающие «человеческий фактор».

В нашей работе большее внимание уделено таким производственным зонам, где опасным производственным фактором является высокое напряжение. Высокое напряжение составляет большую опасность для жизни и здоровья человека. Для предотвращения несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током, в электроустановках используют: блокировки, технологические защиты и системы сигнализации.

#### 1.2. Цель работы

В данной работе рассмотрим проектирование

технологической защиты высоковольтной зоны учебно-исследовательской лаборатории по испытаниям и диагностике кабельных линий (УИЛ ИДКЛ) в Казанском государственном энергетическом университете. В высоковольтной зоне установлены две ячейки типа КСО-366 УЗ с выводами учебных кабельных линий. В лаборатории проводится обучение испытаниям и диагностике кабельных линий 10 кВ, т.е. в рамках лабораторных работ на кабельные линии подаётся высокое напряжение, которое и является опасным производственным фактором. Напряжение на кабельные линии подаётся диагностической установкой BAUR frida TD, которая способна генерировать напряжение до 24 кВ<sub>дейст</sub> (до 34 кВ<sub>пик</sub>) [2]. Высоковольтная зона ограждена стеклянной перегородкой. (рисунок 1). Согласно требованиям техники безопасности для ЭТЛ [3] и, ввиду того что в лаборатории могут находиться люди, которые только получают квалификацию, высоковольтную зону лаборатории необходимо оснастить технологической защитой.



Рисунок 1 –Высоковольтная зона учебно-исследовательской лаборатории по испытаниям и диагностике кабельных линий.

#### 1.3. Формирование технического задания

Для защиты от случайных прикосновений к опасным открытым токоведущим частям была установлена стеклянная перегородка, ограничивающая рабочую зону, её металлический каркас заземлён.

Но по требованиям техники безопасности (ТБ) для ЭТЛ [3], такая степень защиты является недостаточной, так как человек проводящий опыт под влиянием «человеческого фактора» может войти в рабочую зону во время поданного высокого напряжения и оказаться под воздействием опасного производственного фактора.

В целях обеспечения безопасности была организована автоматизированная технологическая защита, которая оберегает человека за счёт того, что реализует сценарии, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Сценарии работы технологической защиты

№ п/п	Условия работы технологической защиты	Действия технологической защиты
1.	– Останов технологической защиты (состояние готовности)	– Отсутствие питания высоковольтной установки; – Зелёный световой сигнал; – Отсутствие звукового сигнала
2.	– Пуск технологической защиты; – Дверь закрыта (замкнут концевой выключатель)	– Включение питания высоковольтной установки; – Красный световой сигнал; – Кратковременный звуковой сигнал
3.	– Пуск технологической защиты; – Дверь открыта (замкнут концевой выключатель)	– Отключение питания высоковольтной установки; – Красный мигающий световой сигнал; – Непрерывный звуковой сигнал

#### 1.4. Предложение по модернизации (цифровизации) технологических защит

Особенностью спроектированной защиты является то, что одним из элементов защиты является программируемый логический контроллер (далее - ПЛК) фирмы ONI, который выступает альтернативой комплекту электромеханических устройств в классических исполнениях технологических защит. Принципиальная схема спроектированной технологической защиты, построенной на основе ПЛК ONI, приведена на рисунке 2. В качестве «ядра» технологической защиты выбрано ПЛК модели PLR-S-CPU0804R-AC-NN. Эта модель является самой простой из линейки ONI. Выбранный ПЛК имеет питание от сети переменного тока 230V, что позволяет не использовать блок питания [1]. Четыре встроенных механических реле на ток 10 ампер, позволяют питать маломощные испытательные или диагностические установки напрямую, но если потребление испытательной или диагностической установки по току более 10 ампер, то нужно использовать контактор на большие токи.

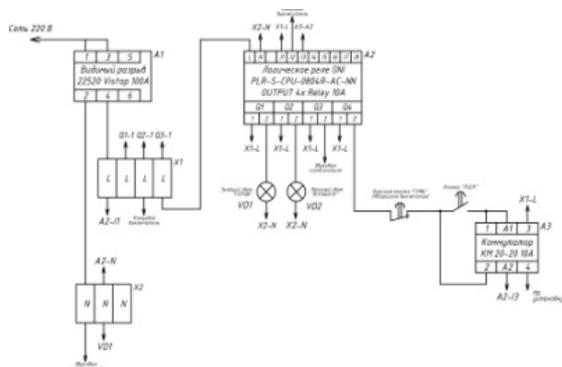


Рисунок 2 – Принципиальная схема устройств защиты и логическая схема ПЛК ONI.

ПЛК запрограммирован методом FBD – это удобный и наглядный метод программирования, где алгоритм работы устройства представляется с

помощью связанных определённым порядком простейших логических функций. На рисунке 3 изображен алгоритм, заложенный в контроллер в рамках нашей работы.

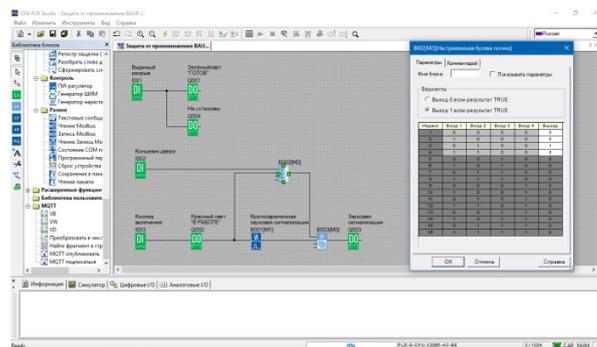


Рисунок 3 – Алгоритм работы программируемого логического контроллера ONI

Ввиду того, что алгоритм работы ПЛК можно менять, то спроектированный стенд можно использовать в учебных целях и реализовать сценарии, отличные от приведённого сценария технологических защит в таблице 1.

## 2. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведённых работ мы получаем такие показатели безопасности, которые удовлетворяют требованиям нормативно-технической документации. В результате модернизации (цифровизации) мы получаем:

- снижение стоимости технологической защиты, за счёт того, что стоимость ПЛК ONI ниже суммарной стоимости устройств, которые он замещает, более чем на 10%;
- уменьшение габаритных размеров щита, в котором находятся все аппараты технологической защиты (уменьшение длины DIN-рейки в 1,5 раза);
- увеличение гибкости спроектированной защиты (если потребуется внести изменения в алгоритм работы этой технологической защиты, то при использовании ПЛК необходимо только изменить код; в случае классического исполнения защиты, необходимо приобретать дополнительные устройства).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программируемые логические контроллеры ONI PLR. Системное руководство. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://lk.iek.ru/partners/infobaza/files/docs/passp\\_re/a6b6b4b1b9e4283523b826e633d82d31.pdf](https://lk.iek.ru/partners/infobaza/files/docs/passp_re/a6b6b4b1b9e4283523b826e633d82d31.pdf), свободный (дата обращения: 10.10.2022 г.)
2. Прибор для высоковольтных испытаний и диагностики fridaTD. Руководство эксплуатации.
3. Межотраслевые правила по охране труда при работе в электроустановке. Раздел XI. Средства защиты работающих в электроустановках. Глава 75. Требования к электролабораториям и стендам для испытания средств защиты.