

РЕЦЕНЗИЯ

**на магистерскую работу Троянского Алексея Валерьевича
студента 2 курса очной формы обучения (магистратура)
института Электроники и светотехники
специальности «Электроника и наноэлектроника»
на тему «Исследование процесса испытания натриевых ламп высокого
давления и модернизация системы управления стенда для его проведения»**

Рецензируемая работа посвящена исследованию процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизации системы управления стенда для его проведения.

Работа содержит пояснительную записку объемом 85 страниц печатного текста, листинг программы и графическую часть из 4 чертежей.

Проект выполнен в полном соответствии с техническим заданием. Применение контроллеров для построения системы управления позволило оптимизировать систему испытания и повысить эффективность системы отбраковки натриевых ламп. В работе представлены результаты исследовательской работы в этом направлении, которые использовались при практической реализации проекта.

К достоинствам работы можно отнести совмещение исследовательской работы с большим объемом практической работы, рациональность решений по реализации системы управления сложным техническим оборудованием. Особо хочется отметить практическую значимость работы – разработанная система использовалась для модернизации системы управления существующей производственной линии.

В целом изложение материала последовательное, работа написана четким и ясным языком. Графический материал выполнен с учетом всех предъявляемых требований.

Считаю, что выпускная квалификационная работа заслуживает оценки «отлично», а выпускник Троянский А. В. квалификации магистр по направлению подготовки «Электроника и наноэлектроника».

Рецензент работы
к.т.н., заведующий кафедрой
электроники и электротехники



Ю. Б. Федотов

ОТЗЫВ

**на магистерскую работу Троянского Алексея Валерьевича
студента 2 курса очной формы обучения (магистратура)
института Электроники и светотехники
специальности «Электроника и наноэлектроника»
на тему «Исследование процесса испытания натриевых ламп
высокого давления и модернизация системы управления стенда
для его проведения»**

Целью магистерской работы являлось исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения.

В процессе исследовательской работы должны были быть проанализированы и выявлены факторы, влияющие на улучшение параметров хода технологического процесса.

Результаты исследовательской работы должны были стать основой проекта по модернизации системы управления стенда проведения испытаний натриевых ламп высокого давления. Практическая часть диссертации включает разработку блока управления с применением современной элементной базы – промышленных контроллеров, создание системы визуализации хода технологического процесса на базе сенсорных операторных панелей, разработку программного обеспечения.

С поставленными задачами магистрант справился успешно. Результатом их решения явилась разработка системы управления работой линии стенда для испытания натриевых ламп. Разработаны принципиальные схемы, программное обеспечение, структура меню и экранов человеко-машинного интерфейса.

Для пульта диспетчеризации разработана система формирования архивов – массивов измерительных данных. Анализ измерительных данных показал возможность использования математических моделей для формирования рекомендаций по корректировке техпроцесса. При проведении исследовательской работы применялся пакет Matlab.

В целом, магистерская работа полностью отражает решение поставленного задания. Корректно проведены анализ поставленных задач и их реализация, представлен необходимый графический материал.

За время работы Троянский А. В. зарекомендовал себя самостоятельным и грамотным специалистом, умеющим решать научные и инженерные задачи.

Считаю, что магистерская работа заслуживает оценки «отлично», а выпускник Троянский А. В. квалификации магистр.

Руководитель к.т.н., профессор кафедры
Электроники и наноэлектроники



О. В. Шишов

Заявление о самостоятельном характере выполнения
выпускной квалификационной работы

Я, Троянский Алексей Валерьевич, студент 2 курса, направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» заявляю, что в моей выпускной квалификационной работе на тему «Исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения», представленной в Государственную экзаменационную комиссию для публичной защиты, не содержится элементов неправомерных заимствований.

Все прямые заимствования из печатных и электронных источников, а также ранее защищенных письменных работ, кандидатских и докторских диссертаций имеют соответствующие ссылки.

Я ознакомлен с действующим в Университет Положением о проверке выпускных квалификационных работ студентов ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н. П. Огарёва» на наличие заимствований, в соответствии с которым обнаружение неправомерных заимствований является основанием для неудовлетворительной оценки выпускной квалификационной работы.

Подпись студента

Дата 25.06.2018

Работа представлена для проверки в Системе

Дата представления ВКР

подпись руководителя ВКР

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОРДОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. П. ОГАРЁВА»
(ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарёва»)

ОТЧЕТ

о результатах проверки магистерской работы обучающегося на наличие заимствований

Автор работы – студент очной формы обучения направления Электроника и нанoeлектроника Института электроники и светотехники Троянский Алексей Валерьевич

Тема работы: «Исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения»

Руководитель – профессор кафедры Электроники и нанoeлектроники Шишов Олег Викторович.

Представленная работа прошла проверку на наличие заимствований в системе «Антиплагиат. ВУЗ»

Результат автоматической проверки:	оригинальность	95,16%;
	цитирования	0%;
	заимствования	4,84%;

Результаты анализа полного отчета на наличие заимствований:

правомерные заимствования: есть;
корректные цитирования: нет;
неправомерные заимствования: нет;
признаки обхода системы: нет.

Общее заключение об итоговой оригинальности работы и возможности ее допуска к защите: выпускная квалификационная работа Троянского А. В. соответствует требованиям Положения о проверке работ обучающихся ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева» на наличие заимствований и может быть допущена к защите.

Руководитель
к.т.н., профессор



Шишов О. В.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра электроники и нанoeлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

к.т.н.

 Н. Н. Беспалов

«25» 06 2018 г.


МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЯ НАТРИЕВЫХ ЛАМП
ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ЕГО ПРОВЕДЕНИЯ

Автор магистерской диссертации  25.06.2018 А. В. Троянский


Обозначение магистерской диссертации МД – 02069964 – 11.04.04 – 08 – 18

Направление подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Руководитель работы
к.т.н., профессор

 25.06.2018 О. В. Шишов

Нормоконтролер

 25.06.2018 А. А. Шестёркина

Рецензент
к.т.н.

 25.06.2018 Ю. Б. Федотов

Саранск
2018

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОРДОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н. П. ОГАРЁВА»

Институт электроники и светотехники
Кафедра электроники и наноэлектроники

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

к.т.н.

 Н. Н. Беспалов

«20» 10 2017 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

(в форме магистерской диссертации)

Студент _____ Троянский Алексей Валерьевич _____

1 Тема Исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения

Утверждена приказом по МордГУ №_8527-с_от 20.10.2017 г. _____

2 Срок представления работы к защите 15.06.18

3 Исходные данные для научного исследования: информация о ходе технологического процесса испытания натриевых ламп высокого давления

4 Содержание выпускной квалификационной работы

4.1 Введение

4.2 Натриевые лампы высокого давления – производство и система контроля их качества

4.3 Производственные системы контроля параметров натриевых ламп высокого давления и возможные пути их совершенствования

4.4 Структура программных компонентов системы контроля и их реализация

4.5 Разработка подсистемы сбора данных и обработки результатов

4.6 Заключение

4.7 Список использованных источников

5 Приложения

Руководитель работы



О. В. Шишов

Задание принял к исполнению

21.10.2017



А. В. Троянский

РЕФЕРАТ

Магистерская диссертация состоит из 85 страниц, содержит 47 рисунков, 4 таблицы.





СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ, КОНТРОЛЛЕР, НАТРИЕВЫЕ ЛАМПЫ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ.

Объектом исследования является система контроля качества натриевых ламп высокого давления.

Цель работы – исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения.

В ходе работы изучены и проанализированы особенности реализации систем контроля качества натриевых ламп высокого давления, разработана автоматизирующая система контроля на базе промышленного контроллера, разработана программа для данной системы.

Степень внедрения – результаты выпускной квалификационной работы использованы при проектировании и изготовлении системы управления стенда для испытания натриевых ламп высокого давления на предприятии «ООО Рефлак-С».

МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.		Троянский А. В.		25.06.18						
Провер.		Шишов О. В.		25.06.18						
Н. Контр.		Шестеркина А. А.		25.06.18						
Утверд.		Беспалов Н. Н.		25.06.18						
Исследование процесса испытания натриевых ламп высокого давления и модернизация системы управления стенда для его проведения										
ИЭС ЭнЭ 611										
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Лит.</td> <td style="width: 10%;">Лист</td> <td style="width: 10%;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">85</td> </tr> </table>					Лит.	Лист	Листов		4	85
Лит.	Лист	Листов								
	4	85								

СОДЕРЖАНИЕ

1 Натриевые лампы высокого давления – производство и система контроля их качества	9
1.1 Натриевые лампы высокого давления – особенности производства и применения. Общие требования к параметрам и характеристикам	9
1.2 Технические требования и методы контроля параметров натриевых ламп высокого давления	16
1.3 Система тренировки и разбраковки ламп на установке карусельного типа	20
2 Производственные системы контроля параметров натриевых ламп высокого давления и возможные пути их совершенствования.....	22
2.1 Анализ работы существующих систем выходного контроля параметров ламп. Выявление направлений и способов улучшения их качественных показателей	22
2.2 Возможности использования накопленных результатов контроля для корректировки хода технологического процесса. Средства для сбора, накопления и обработки данных	23
3 Структурная и функциональная реализация системы выходного контроля параметров ламп с учетом выработанных предложений.....	29
3.1 Техническое задание на проектирование. Разработка общей структуры системы контроля.....	29
3.2 Функциональное проектирование системы. Выбор элементной базы.	31
3.3 Разработка электрической принципиальной схемы системы контроля и конструкторская реализация шкафов управления.....	40
4 Структура программных компонентов системы контроля и их реализация.....	44

4.1 Структура программных компонентов.....	44
4.2 Конфигурирование и программирование контроллера	47
4.3 Разработка системы визуализации и задания параметров на операторной панели	56
4.4 Конфигурирование модуля сбора данных и сетевого измерительного модуля	62
5 Разработка подсистемы сбора данных и обработки результатов контроля	64
5.1 Реализация архивирования. Создание общего архива системы	64
5.2 Общая обработка данных контроля для использования в корректировке хода технологического процесса изготовления ламп	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	75
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	76
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Программа работы системы контроля качества натриевых ламп высокого давления	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное) Программа создания объединенного архива данных о ходе процесса контроля качества	
ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное) Принципиальная схема системы управления	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное) Принципиальная схема системы измерения	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное) Сборочный чертеж шкафа управления	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е (обязательное) Сборочный чертеж шкафа измерения	

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция в мире автоматизации однозначна: это продолжение слияния различных технологий и все возрастающая потребность в комплексных решениях. Одной из основных тенденций развития современных микропроцессорных систем управления является разработка проектов автоматизации, для различных областей применения используя одинаковые базовые решения и стандартные компоненты. Это позволяет применять для любой отрасли и для любой промышленной установки стандартные решения, предусматривающие использование соответствующих модулей, компонентов и программного обеспечения. Такие варианты автоматизации предоставляют преимущества не только в части расходов, но и в части обслуживания.

Появление в начале 70-х годов дешевой и надежной микропроцессорной элементной базы послужило основой становления и развития новых перспективных систем обработки данных и управления. Широкое применение микропроцессорной техники привело к фундаментальным сдвигам в области автоматизации, связи, приборостроения и вычислительной техники.

Эффективное функционирование предприятия повсеместно достигается путем внедрения автоматизации, она становится неотъемлемой частью всего производственного процесса.

В Саранске сконцентрировано несколько производственных и исследовательских предприятий светотехнической промышленности. Одним из них является ООО «Рефлак-С», выпускающее натриевые лампы высокого давления. После изготовления лампы должны пройти процесс стендовых испытаний и разбраковки.

Данная работа посвящена модернизации системы управления стенда для испытания натриевых ламп высокого давления с использованием универсального контроллера отечественной фирмы ОВЕН.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Предлагаются решения для обработки накопленных данных и использования ее результатов при корректировке хода технологического процесса изготовления ламп.

Разрабатываемая система управления позволит снизить затраты на производство продукции и повысит его качество.

					<i>МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>8</i>

1 Натриевые лампы высокого давления – производство и система контроля их качества

1.1 Натриевые лампы высокого давления – особенности производства и применения. Общие требования к параметрам и характеристикам

Натриевая лампа высокого давления, разработанная Лоуденом и Шмидтом в 1965 году, получила широкое распространение по всему миру. Этот тип лампы, как правило, имеет трубчатую форму (ДНАТ) или выпуклую зеркализированную колбу специальной формы (ДНаЗ). Как показано на рисунке 1, лампа содержит полупрозрачный и герметичный корпус (горелку), который содержит два электрода, изготовленных из вольфрама, часто легированных оксидом тория ThO_2 , для электрической дуги или облегчения запуска. Каждый электрод является попеременно катодом (который испускает электроны) и анодом (который их собирает).



Рисунок 1 – Образцы газоразрядных натриевых ламп

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист 9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В поликристаллической газоразрядной трубке (Al_2O_3) содержатся избыточные пары натрия при давлении порядка 200 кПа и пары ртути при давлении до 3 МПа. В газоразрядной трубке также содержатся другие наполняющие газы (обычно ксенон), через которые также возникает разряд, прежде чем ртуть или натрий испарятся. Разрядная трубка содержится в прозрачной трубчатой оболочке в вакууме для обеспечения тепловой изоляции и увеличения механической прочности самой разрядной трубки.

Когда подводимое напряжение, в несколько кВ подается между электродами, между ними возникает дуга. Распределение тепла по трубке постепенно испаряет ртуть, затем натрий. В стационарном состоянии концентрация разряда и света распределяется по оси трубки, оставляя темную зону вблизи стен, что отражает сильный градиент температуры между осью разрядной трубки (4 000–4 500 К) и его стенкой (порядка 1 500 К для оксида алюминия).

Как будет видно далее, в отличие от ламп накаливания газоразрядные лампы не могут быть напрямую подключены к сети. Разряд должен быть стабилизирован балластом и в некоторых случаях инициирован импульсом высокого напряжения, создаваемым с помощью импульсно зажигающих устройств.

Выпускаемые лампы должны иметь характеристики, адаптированные к различным требованиям. Таким образом, характеристики, которые оправдывают выбор ламп – это в основном световой поток, световая эффективность, срок службы, видимый цвет, цветопередача и условия освещения. Лампы типа ДНАТ или ДНаЗ излучают преимущественно желто-розовое излучение из-за желтого дублета натрия, который затем расширяется столкновениями (эффект давления) и, таким образом, покрывает большую часть видимого спектра. На рисунке 2 показан типичный спектр, излучаемый натриевой лампой, используемой для городского освещения.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

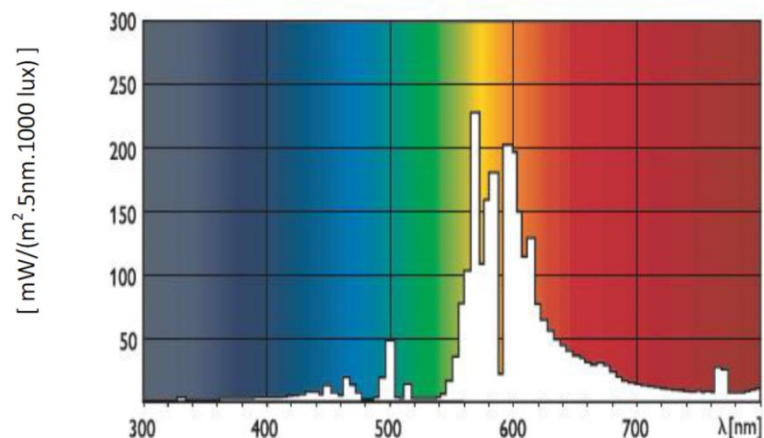


Рисунок 2 – Спектр излучения натриевой лампы

Основным недостатком этой лампы является качество света, который она производит. Он довольно монохроматичен и значительно искажает цвет объектов, которые он освещает (низкий индекс цветопередачи). Можно улучшить качество света главным образом за счет увеличения давления или мощности, но в этих случаях световая эффективность уменьшается. Поэтому натриевая лампа высокого давления применима к приложениям, стоимость которых играет важную роль. Напротив, металлогалогенная лампа, например, производит белый свет хорошего индекса цветопередачи, несмотря на низкую светоотдачу и короткий срок службы по сравнению с натриевыми лампами высокого давления. Поэтому этот тип ламп используется для освещения мест, где необходим высокий индекс цветопередачи, например, на спортивных полях, телевизионных студиях и в ЖК-проекторах.

Источник питания в лампе имеет две основные функции: зажигание и стабилизация и ограничение тока.

Первая функция заключается в создании на клеммах лампы высокого напряжения до нескольких кВ, чтобы вызвать пробой и ионизацию газа, присутствующего в трубке, и сделать его более проводящим. Для натриевой лампы зажигание обычно обеспечивается внешним контуром. Существует, как правило, две процедуры: инициация импульса и возникновение

резонанса. Следует отметить, что длительность инициации импульса очень важна для электродов и может повредить лампу или, в лучшем случае, ограничить ее срок службы.

Источник напряжения, используемый для зажигания, должен быть очень быстро переключен на источник тока после зажигания. Первоначально разряд находится в переходной фазе. Продолжительность этой фазы составляет несколько минут, а затем напряжение на лампе возрастает, и достигает порядка 100 В напряжения на ее клеммах. В течение периода прогрева важно, чтобы ток, проходящий через лампу, препятствовал росту напряжения на ее клеммах выше его номинального значения. В качестве иллюстрации этого принципа на рисунке 3 показан график возрастания напряжения для ртутной лампы высокого давления. Для ламп городского освещения амплитуда напряжения зажигания обычно составляет 2,5 кВ.

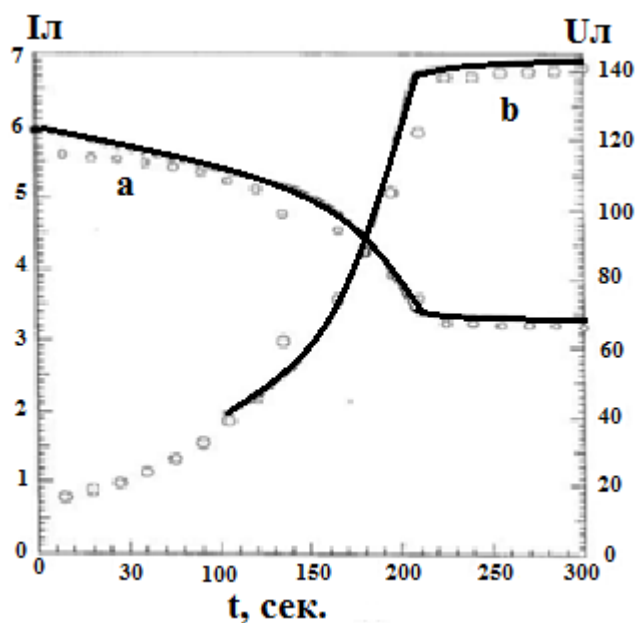


Рисунок 3 – Изменение эффективных значений напряжения (б) и тока (а) на этапе пуска ртутной лампы высокого давления

В работающей натриевой лампе высокого давления содержатся три газообразных компонента: ксенон, ртуть и натрий. Каждый из них играет различную роль: соответственно затравочный газ, улавливающий газ и рабочий газ. При приложении напряжения зажигания ксенон является

практически единственным элементом в газовой фазе. Таким образом, разряд будет образовываться в ксеноне под давлением от 1 300 до 2 600 Па. Как только возникнет разряд, произойдет повышение температуры среды, и ртуть начинает испаряться; давление начнет увеличиваться. В этом случае электроны, которые благодаря электрическому полю изначально имели большую кинетическую энергию, начинают все больше и больше уступать место нейтральным частицам, поскольку частота упругих столкновений возрастает с давлением. Таким образом, температура продолжает увеличиваться и, следовательно, с ней возрастает давление. При достижении определенного значения натрий, в свою очередь, начинает испаряться и излучает свое характерное желтое излучение. Спектральная ширина линии натрия увеличивается с давлением и охватывает все более широкую полосу; свет становится более «белым». Наконец, вся ртуть в трубке полностью испаряется, общее давление таким образом стабилизируется приблизительно от 1 до 3 бар, напряжение достигает своего номинального значения, а среда теперь термализуется (кинетическая энергия и масса каждой частицы становятся равными). В данных условиях пары ртути ограничивают свободный путь электронов в плазме, чтобы позволить им встретить атомы натрия, которые будут возбуждаться неупругими столкновениями и испускать излучение. Таким образом, ртуть является улавливающим газом, а натрий – рабочим газом.

Одна из основных характеристик лампы связана с пиковым коэффициентом, определяемым отношением между максимальным напряжением и эффективным напряжением. Данный коэффициент определяет деградацию лампы: чем он больше, тем старше лампа. В большинстве случаев рекомендуемое ограничение коэффициента составляет 1,7.

Несмотря на преимущество применения различных электронных балластов, работа лампы, как на высокой, так и на низкой частоте ограничивается паразитным явлением, называемым «акустический резонанс»

					<i>МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		13

(АР). Это касается исключительно газоразрядных ламп высокого давления. Сегодня люминесцентные лампы питаются как высокочастотными, так и феррорезонансными балластами. Явление АР существует в лампах любого типа, но в случае люминесцентных ламп размеры трубки и общее давление оказывают влияние только на частотах выше МГц.

АР характеризуется деформацией и флуктуацией разрядной дуги. Теоретически это происходит от распространения волн давления в оболочке разряда с отражением на стенках, из-за которого возникает стоячая волна. Она появляется, когда гармонические частоты мощности источника питания равны резонансным частотам лампы, а их гармоническая мощность превышает определенные значения. Эти явления также обнаруживаются в других типах ламп, таких как натриевые лампы и ртутные лампы высокого давления, металлогалогенные лампы, лампы низкого давления и аргоновые лампы.

Частотные акустические резонансы многочисленны и изменяются в зависимости от вводимой мощности, геометрической формы, давления, газового состава, возраста лампы, производителя или даже серийного производства.

На рисунке 4 представлены различные деформации дуги разряда из-за акустических резонансов в натриевой лампе мощностью 400 Вт. Форма разряда делится на три категории: продольный, радиальный и азимут.

Акустический резонанс в продольном режиме представлен изогнутой дугой на одном конце разряда. При радиальном режиме дуга последовательно сегментируется в диффузные зоны, а затем гаснет. Наконец, азимутальный режим представляет собой колебание дуги от одного конца до другого. Акустический резонанс влияет на стабильность света и однородность цвета и может привести к угасанию разряда. В этом очень критическом случае АР может повредить лампу, постоянно деформируя горелку или провоцируя взрыв. Наличие АР ускоряет старение лампы.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

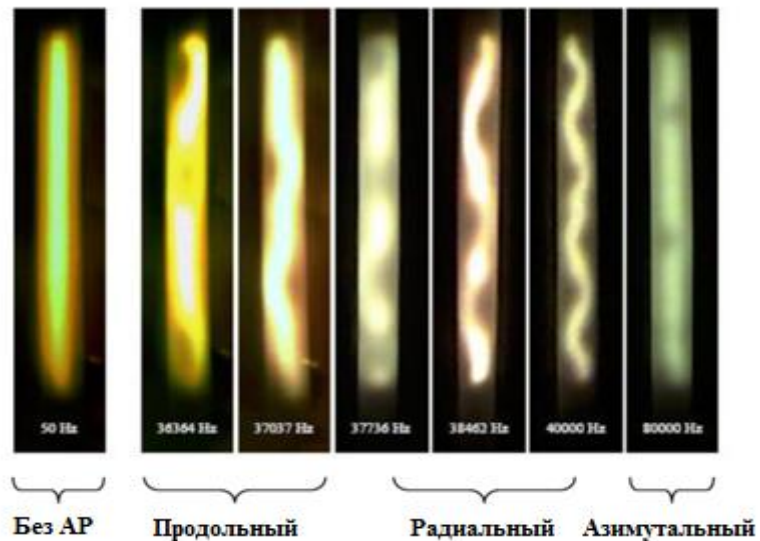


Рисунок 4 – Искажение разрядной дуги, нарушенное акустическим резонансом в натриевой лампе мощностью 400 Вт

Рисунок 5 иллюстрирует чувствительность явления АР к параметрическим изменениям для двух натриевых ламп высокого давления с одинаковой мощностью и геометрической формой, но от разных производителей.

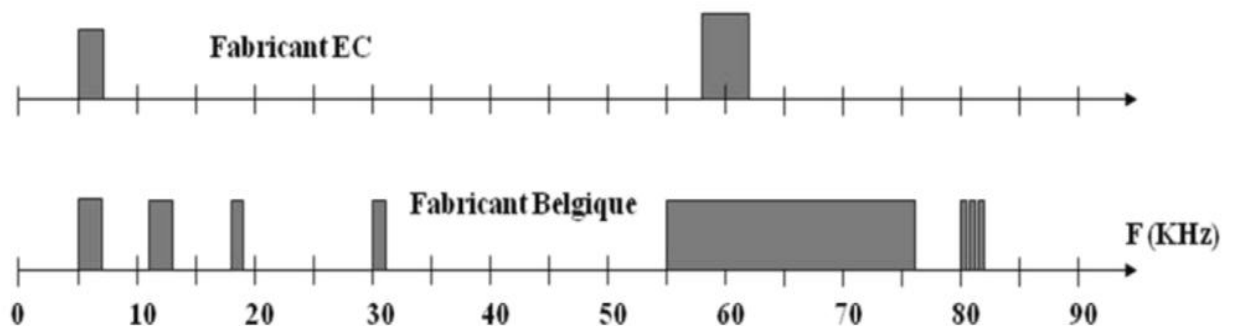


Рисунок 5 – Различные акустические резонансные окна ламп Philips 150W для натриевых ламп разных производителей: Европейское сообщество (вверху) и Бельгия (внизу)

Следует понимать, что акустический резонанс не всегда представлен неравномерностью разряда. В этом случае это не создает опасности для лампы.

Развитие физической модели акустического резонанса для ламп высокого давления представлено в нескольких научных публикациях с целью его прогнозирования. Обширные исследования проводились в лаборатории Лапласа. Однако модель, представленная в данных исследованиях, не позволяет предсказать амплитуды порогового напряжения на натриевой лампе, по-прежнему определяющиеся экспериментально.

Действительно, акустический резонанс представляет собой сложную проблему, которая сегодня не до конца изучена. Чтобы выявить АР, обычно не используются сигнатурные модели, а производятся измерения напряжения на лампе в установившемся режиме работы на производстве. В ряде случаев явление АР может возникнуть из-за дефектов, возникших в процессе производства лампы.

1.2 Технические требования и методы контроля параметров натриевых ламп высокого давления

В настоящее время наиболее распространенными выпускаемыми типами ламп натриевых ламп высокого давления являются: ДНаТ (Дуговая Натриевая Трубчатая лампа), ДНаС (Дуговые Натриевые в Светорассеивающей колбе), ДНаМТ (Дуговые Натриевые Матированные) и ДНаЗ (Дуговые Натриевые Зеркальные).

ДНаТ. Линии резонансного дублета натрия в таких лампах сильно уширены из-за высокого давления паров натрия. Уширенные линии предоставляют квазинепрерывный спектр в ограниченном диапазоне в желтой части спектра. Благодаря этому улучшается качество излучения. Становится возможным различать цвета, но одновременно с этим и падает энергетические характеристики лампы – примерно до 150 лм/Вт. В качестве буферного газа используется ксенон.

ДНаС ранее выпускались Полтавским Заводом Газоразрядных Ламп и предназначены были для замещения ртутных газоразрядных ламп (ДРЛ).

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Горелка у таких ламп помещается во внешнюю эллиптическую колбу, аналогичную лампам ДРЛ. Однако вместо люминофорного покрытия, изнутри лампу покрывали тонким слоем светорассеивающего пигмента, что позволило использование этих ламп в светильниках и других осветительных установках, предназначенных для ламп ДРЛ. При этом не наблюдалось ухудшения их оптических характеристик. Также горелки наполняли смесью Пеннинга (неон-аргоновая смесь), для того, чтобы облегчить процесс зажигания. Такие лампы уже практически не выпускаются в настоящее время.

ДНаМТ выпускаются производственным объединением «Лисма» в городе Саранск.

ДНаЗ производятся по сей день в различных модификациях. Лампы выпускаются в колбе, где горелка размещается аксиально, то есть на геометрической оси отражателя. Широко распространены лампы торговых марок «Reflux», имеющие зеркализированную колбу специальной формы. В небольшом количестве также изготавливались лампы-фары с горелкой ДНаТ. Такие лампы обладают более высоким КПД и долговечностью.

Процесс изготовления ламп представляет собой длинный технологический маршрут, который включает в себя такие этапы как подготовка колб, проверка их на механическую прочность, зеркалирование колб. Параллельно с этим производится изготовление деталей монтажа, деталей ножки, изготовление деталей цоколя. Затем производится сборка ламп, проверка ламп на механическую прочность. Полная технологическая схема изготовления ламп ДНаЗ приводится в приложении.

После изготовления, как и любые другие источники света, перед отгрузкой потребителю эти лампы должны пройти процесс стендовых испытаний и разбраковки. Испытания заключаются во включении ламп на заданное время с контролем их параметров. Контроль заключается в измерении напряжения на лампах и сравнении полученных значений напряжений со значениями, определяемых техническими требованиями.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Схема подключения лампы показана на рисунке 6. Если измеренное значение не укладывается в необходимый диапазон, то лампа отбраковывается.



Рисунок 6 – Схема подключения лампы

По техническим требованиям напряжение на лампах различных типов должно соответствовать значениям, приведенным в таблице 1. Контроль ламп на соответствие техническим требованиям производится испытателем с помощью вольтметра. При работе должны соблюдаться общие требования вакуумной гигиены согласно РЛФИ.25200.00002. Важным фактором в производстве ламп и многих других приборов является соблюдение вакуумной гигиены. Гигиена начинается с соблюдения чистоты воздушной атмосферы в производственном помещении. Недопустимо наличие взвешенных частиц, загрязнение парами агрессивных веществ. Перечень различных мероприятий вакуумной гигиены, которые используются в производственном цеху, зависят от конкретной производственной специфики и сводятся к устранению источников загрязнения, отходы которых могут

попасть на поверхность деталей в процессе их изготовления. Требования к вакуумной гигиене содержатся в ГОСТе Р 50116-92 «Электронная гигиена. Термины и определения».

Таблица 1 – Напряжение на лампах, регламентируемое техническими требованиями

Тип лампы	Тип ПРА	Напряжение на лампе (В) при $U_c = 220$ В	
		не менее	не более
ДНаТ 150-1, ДНаТ 2x150-1 ДНаТ супер 150, 2x150	150 Вт	70	92
ДНаТ 250-1, ДНаТ 2x250-1 ДНаТ супер 250, 2x250	250 Вт	70	92
ДНаТ 400-1, ДНаТ 2x400-1 ДНаТ супер 400, 2x400	400 Вт	70	96
ДНаТ супер 600/400	400 Вт	100	125
ДНаЗ супер/Reflux Ag 250-2, 250-2, Ag 250-2м, 250-2м	250 Вт	70	92
ДНаЗ Reflux 400, ДНаЗ супер Reflux S 400, ДНаЗ Reflux Ag 400W 220V	400 Вт	70	96
ДНаЗ супер/Reflux S 600 ДНаТ супер 600	400 Вт	70	96
ДНаЗ супер/Reflux S 600/400В	400 Вт	100	125
ДНаЗ Reflux Ag 600W 400V	400 Вт	100	125

1.3 Система тренировки и разбраковки ламп на установке карусельного типа

Контроль ламп осуществляется на испытательном стенде, который представляет собой круговой конвейер (рисунок 7) – «карусель», которая поделена на 15 секций. В каждой секции расположены места для двух ламп.

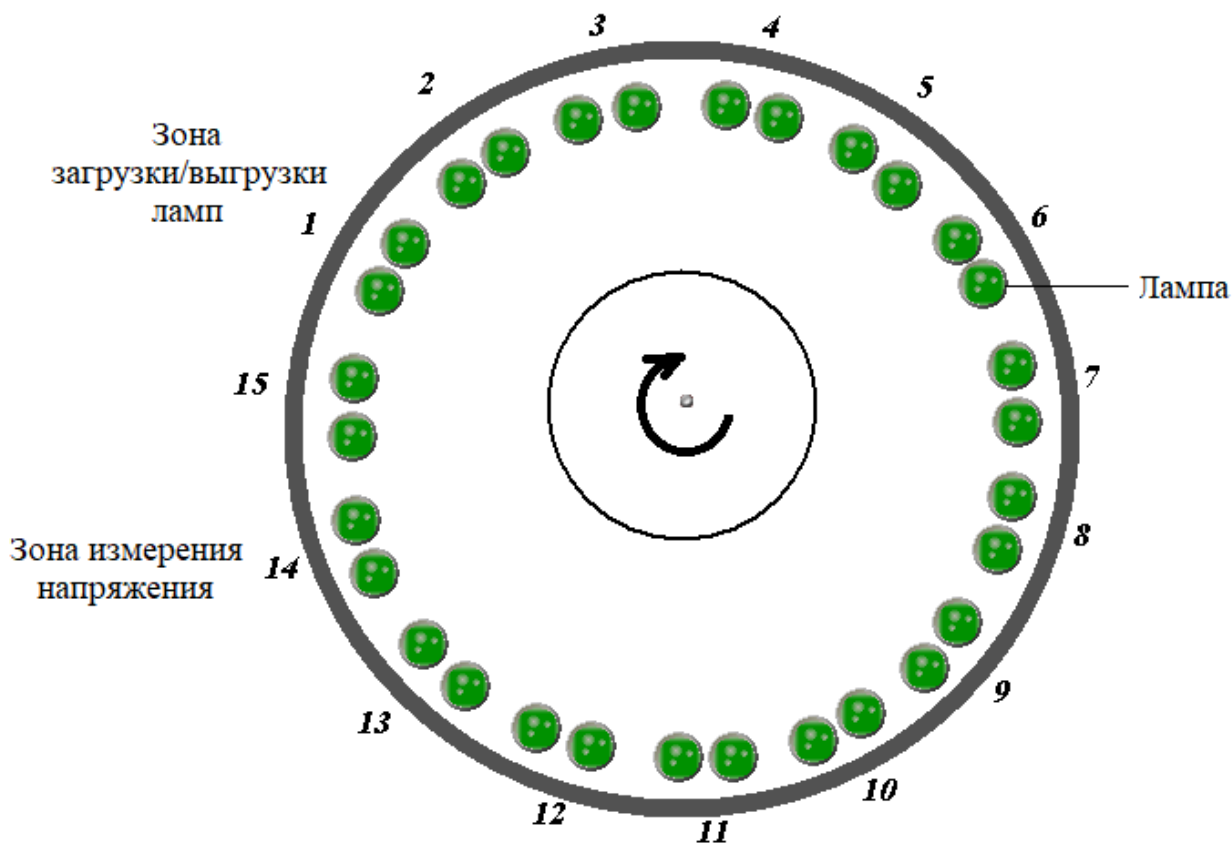


Рисунок 7 – Схематическое изображение установки карусельного типа

В процессе работы установки на каждую секцию оператор вручную устанавливает пару ламп. При установке ламп на карусель они зажигаются. Время полного поворота «карусели» задает длительность испытаний. Оно определяется техническими требованиями таким, чтобы при занятии лампами предпоследней позиции «карусели» в них успели закончиться все переходные процессы по их зажиганию. На этой позиции «карусели» производится измерение напряжения на лампе, по которому можно судить не только об ее годности, но и делать выводы о причинах неисправности при ее

негодности. Измерение производится двумя вольтметрами, на основании показаний которых оператор принимает решение о исправности данных ламп. Съём ламп со стенда также осуществляется оператором, при этом он по результатам испытаний производит их сортировку.

					<i>МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>21</i>

2 Производственные системы контроля параметров натриевых ламп высокого давления и возможные пути их совершенствования

2.1 Анализ работы существующих систем выходного контроля параметров ламп. Выявление направлений и способов улучшения их качественных показателей

На сегодняшний момент имеется огромное количество разнообразных систем выходного контроля параметров ламп. Каждая со своими достоинствами и особенностями. Не имеет смысла подробно рассматривать все системы, однако можно выделить существенные недостатки, присущие многим из них в настоящее время.

В первую очередь они не всегда автоматизированы. В таких системах имеется большое количество ручных операций, в том числе и операции по измерению и оценке соответствия качественных показателей ламп. Это в свою очередь приводит к утомляемости оператора, что непосредственно сказывается на количестве ламп, прошедших контроль, и качестве его осуществления.

Также немаловажным является тот факт, что любое производство должно предполагать пути для дальнейшего улучшения технологического процесса. Поэтому совершенно очевидно, что необходим анализ текущих технологических параметров и нужно уметь на его основе делать некие выводы для последующей коррекции технологического процесса.

Однако такой анализ невозможен на основе единичных измерений. Это подводит нас к тому, что необходимо формирование массива с данными о состоянии параметров технологического процесса. Для этих целей требуется внедрение системы сбора данных и архивирования. Имеются различные способы построения таких систем на различных уровнях производства.

Просто большой набор «сырых» данных сам по себе бесполезен. Необходимо синтезировать математическую модель лампы и

технологического процесса. И, уже исходя из этой модели, следует вести некоторую обработку полученного массива данных. Причем эта обработка должна производиться так, чтобы по ее результатам имелась возможность влиять на качество технологического процесса в сторону его улучшения.

До настоящего времени на предприятии «Рефлекс-С» контроль напряжения на лампе осуществлялся оператором визуально – это приводило к быстрому его утомлению и появлению ошибок в работе. Накопления статистической информации о состоянии ламп не производилось – это затрудняло оценку причин появления брака и оперативность принятия решений по корректировке хода технологического процесса изготовления ламп с целью исключения брака или улучшения их параметров.

В связи с этим были поставлены задачи по автоматизации проведения испытаний ламп и оценки их годности. Автоматизированная система должна обеспечивать визуализацию хода испытаний, исходя из заранее заданных рецептов, перестраиваться с одного типа испытуемых ламп на другие, вести архивы результатов испытаний с указанием номера смены работников и конкретного оператора, передавать данные на персональный компьютер мастера участка для вывода статистической информации в графическом виде. Кроме этого в персональном компьютере с помощью специального программного обеспечения должна предусматриваться возможность сравнения модели «идеальной» лампы с моделью, построенной на основе массива измерений.

2.2 Возможности использования накопленных результатов контроля для корректировки хода технологического процесса. Средства для сбора, накопления и обработки данных

Как было сказано ранее, все чаще одной из обязательных задач современных систем управления объявляется архивирование параметров технологических процессов. Это обуславливается теми существенными

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

дополнительными возможностями, которые появляются при этом у пользователей такой системы:

1. Архив значений технологических параметров позволяет эффективно оценивать качество осуществляемого системой управления. Это достигается за счет проведения ретроспективного анализа ключевых технологических параметров, в результате которого можно делать суждение о том, в какой мере достигнута поставленная цель управления.

2. Архивирование позволяет специалистам оценивать динамику изменения технологических параметров за длительный период времени, что чрезвычайно полезно для понимания поведения процесса в различных ситуациях, с тем, чтобы оптимально адаптировать его к конкретным или текущим внешним условиям.

3. Архив может содержать информацию, помогающую установить причины возникновения различных аварийных и нештатных ситуаций. Архив может содержать при этом журнал действий оператора (что поможет определить, какая именно операция диспетчера привела к отклонению от регламента, и в конечном итоге к аварии) или последовательность параметров процесса (анализ изменения которых позволит выявить объективные факторы, приведшие к развитию аварии и исключить их в будущем).

4. Архив, позволяет проводить учет выпущенной продукции и расход ресурсов за тот или иной промежуток времени. Это может позволить оптимизировать управленческие решения по организации производства.

На основе архивных данных возможна разработка программного обеспечения, позволяющего оценивать отклонения получаемой статистической модели лампы от математической модели, отражающей факторы ее изготовления в рамках технологического процесса. Полученные результаты в дальнейшем должны позволить вносить оперативные корректировки в процесс ее изготовления с целью исключения брака и получения лучших эксплуатационных параметров.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Сегодня функции архивирования могут реализовываться различными компонентами систем управления. Ранее в развитых многоуровневых системах долгое время на себя такие функции брал только промышленный компьютер, выполнявший задачи сбора данных и диспетчеризации. Для этого устройства такие задачи можно в некоторой степени всегда было считать типовыми. В дальнейшем функции архивирования все больше «спускались» по иерархической лестнице технических средств, используемых в системах управления. Сегодня уже нередко можно увидеть интеллектуальные датчики с функциями архивирования. И конечно, возможностями выполнять такие функции производители средств автоматизации, прежде всего, наделяют выпускаемые ими программируемые контроллеры, которые в настоящее время являются базовыми компонентами при построении низового уровня АСУ ТП.

Современные контроллеры имеют встроенную флеш-память со специализированной файловой системой, позволяющей хранить в ней различные файлы. Это в первую очередь системные файлы, в которых содержится исполняемая контроллером программа, файлы с настройками, а также файлы в которых протоколируются рабочие параметры технологического процесса, такие как: запуск, остановка, пропадание питания, сбои в работе периферийного оборудования. Помимо этого, в данную память контроллеров можно записывать файлы архивов, в которых будут сохранены результаты измерений, вычисленные или текущие значения, полученные во время работы системы, управляемой ПЛК. Файлы из данной памяти можно считывать, используя специальные программы, поставляемые обычно с контроллером.

Если внутренней памяти окажется недостаточно, многие контроллеры оснащаются портами USB, что в дальнейшем позволит подключать внешние флеш-накопители, которые на сегодняшний день широко распространены и доступны, а объем их памяти может составлять гигабайты.

Подобные же возможности присущи также современным операторным панелям, которые позволяют вести внутренние архивы, хранящие состояния различных внутренних переменных и позволяющие отслеживать их изменения со временем.

Необходимо отметить, что ведущей тенденцией создания современных систем управления является построение их как распределенных – систем, состоящих из отдельных интеллектуальных подсистем, функционирующих как единое целое за счет обмена необходимой информацией по сети. В свою очередь это привело к созданию устройств, фильтрующих циркулирующую по таким сетям информацию, и занимающихся ее архивированием. Такие устройства называют соответственно архиваторами.

Примером устройства архивирования является модуль сбора данных ОВЕН МСД-200 (компания ОВЕН, Россия), применяющийся для опроса/прослушивания приборов, модулей ввода, контроллеров, работающих в сети по интерфейсу RS-485. Он производит архивирование данных, полученных с 64 точек измерения, на карту памяти SD. Каждая из 64-х точек может опрашиваться по одному из протоколов передачи данных: ОВЕН, Modbus RTU, Modbus ASCII. Устройство применяется для архивации данных теплосчетчиков, данных о ходе различного рода технологических процессов в пищевой, химической, газовой, упаковочной отраслях, при производстве строительных материалов, деревообработке, в различных сферах ЖКХ и многих других областях промышленной автоматизации.

В современных системах, в которых требуется обеспечивать операторский контроль над технологическими процессами в реальном времени, широкое распространение получили программные пакеты SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных). Они предназначены для разработки или обеспечения в реальном времени систем сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. Данное программное

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

обеспечение устанавливается на компьютеры и для связи с объектом использует драйверы ввода-вывода или OPC серверы.

Помимо обмена данными с промышленными контроллерами и платами ввода-вывода в реальном времени, логического управления и отображения информации на экране монитора в удобной и понятной для человека форме, SCADA-системы могут также вести базы данных с технологической информацией и обеспечивать связь с внешними приложениями (СУБД, электронные таблицы и т.д.).

Надо иметь в виду что при построении распределенных систем управления при наличии разнообразных средств ведения архивов можно столкнуться с проектными решениями, в которых архивы рационально будет вести несколькими устройствами одновременно. Это может быть обусловлено требованиями безопасности и надежности сохранения информации, минимизации объемов передаваемой информации по отдельным сегментам сети. Наконец, на практике это может быть связано с ограничениями по применяемой элементной базе, что в свою очередь влечет принятие определенных, в том числе не всегда оптимальных, структурных решений. При этом почти безусловно возникает задача (необходимость) связать эти отдельные архивы в один, в общий взаимно обусловленный массив данных.

В большинстве случаев над полученными тем или иным образом архивными данными следует произвести некоторую математическую обработку. Как правило, это производится при помощи персонального компьютера.

В настоящее время нет необходимости писать отдельное программное обеспечение для такого рода задач, так как имеется ряд уже готовых пакетов для математической обработки, которые удовлетворяют почти всем потребностям.

В большинстве своем файлы с архивными данными представляют собой особым образом сформированные строки данных, которые прекрасно

совместимы со стандартными программами для работы с таблицами (такие как MS Excel или OpenOffice). Данные программы позволяют производить несложную математическую обработку данных посредством имеющихся в них функций. В большинстве случаев, если нет необходимости в сложных методах математической статистики, функционала такого рода программ достаточно.

Примером более функционального и сложного пакета может служить пакет прикладных программ MATLAB для решения задач технических вычислений. MATLAB предоставляет множество методов для анализа данных, разработки алгоритмов и создания моделей. Язык MATLAB включает в себя математические функции для инженерных и научных операций. Встроенные математические функции используют процессор-оптимизированные библиотеки, предназначенные для ускорения векторных и матричных вычислений. MATLAB позволяет управлять, фильтровать и осуществлять предварительную обработку данных, предоставляет набор встроенных функций построения 2D и 3D графиков, а также функции объёмной визуализации. Возможно использование этих функций для визуализации и как средство представления обрабатываемой информации.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

3 Структурная и функциональная реализация системы выходного контроля параметров ламп с учетом выработанных предложений

3.1 Техническое задание на проектирование. Разработка общей структуры системы контроля

После изготовления лампы должны пройти процесс стендовых испытаний и разбраковки. Испытания заключаются во включении ламп на заданное время с контролем их параметров.

Установка для тренировки ламп представляет собой круговой конвейер (карусель), поделенный на 15 секций, в каждой из секций находятся два посадочных места для подключения ламп. Измерение напряжения на лампах производится с помощью двух стрелочных вольтметров.

Необходимо отслеживать положение секций на установке. Для этого необходимо 15 дискретных входов. Также 1 вход должен быть предусмотрен для подключения кнопки старт и 2 входа отведено кнопкам для выбора режима измерения.

В каждой секции расположено по 2 лампы, поэтому необходимо 2 вольтметра для измерения напряжения на лампах в рабочей секции.

Так как на лампы подается напряжение сети 220 В (50 Гц), то вольтметры должны обеспечивать измерение переменного напряжения в данных пределах.

Должна обеспечиваться возможность задания параметров режима испытания оператором.

Должна обеспечиваться возможность задания рабочей смены и отметки оператора, заступившего на смену.

Необходима возможность архивирования измеренных значений напряжений.

Архивирование данных о позиции секций должно обеспечиваться не реже чем каждые 5 секунд.

Требуется представление архивных данных в стандартизированном виде, поддерживаемом программным обеспечением для работы с табличными данными.

Для автоматизации процесса контроля качества ламп в систему необходимо ввести контроллер, который должен вырабатывать различные управляющие воздействия в зависимости от поставленной задачи посредством операций, прописанных в программе пользователя.

Исходя из необходимых требований, изложенных выше, в нужном нам автоматизированном комплексе необходимо предусмотреть средства организации человеко-машинного интерфейса. По этой причине еще одним звеном в функциональной схеме является панель оператора.

Проект подразумевает архивирование данных, поэтому необходимо предусмотреть наличие соответствующего устройства.

Для последующего анализа и обработки данных необходим персональный компьютер.

Учитывая описанные выше условия, построим структурную схему будущей системы контроля качества (рисунок 8).

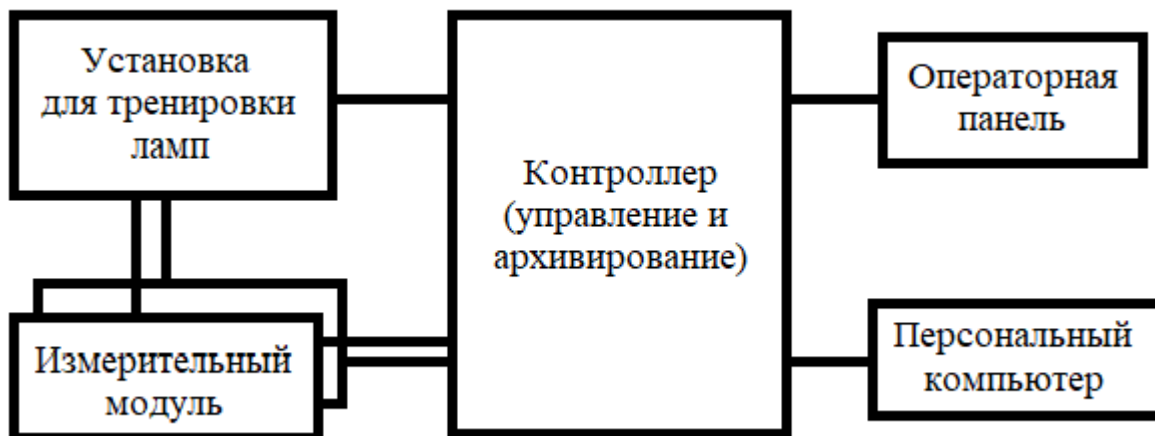


Рисунок 8 – Структурная схема системы контроля качества

3.2 Функциональное проектирование системы. Выбор элементной базы

Почти ни в одном проекте нельзя обойтись без функциональной схемы. Функциональная схема помогает разъяснить и представить сложные процессы, которые происходят в каждой из функциональной цепи изделия.

Одним из устройств автоматизации является ПЛК. ПЛК – это программируемый логический контроллер, представляющий собой микропроцессорное устройство, которое предназначено для сбора, преобразования, обработки, хранения информации и выработки команд управления. Контроллер имеет конечное количество входов и выходов, подключенных к ним датчиков, ключей, исполнительных механизмов к объекту управления, обладает возможностью работы в режимах реального времени. ПЛК может использоваться, как составная часть распределенной системы управления и диспетчеризации с использованием как проводных, так и беспроводных технологий. Сферы применения контроллеров совершенно не ограничены. ЖКХ, линии дерево- и металлообработки, пищевая промышленность, управление климатическим и торговым оборудованием, производство строительных материалов и т.д. Все это лишь малая часть областей применения контроллеров.

ПЛК выпускаются различными фирмами, как зарубежными, так и отечественными. Контроллеры имеют различную архитектуру, вид и назначение. При выборе ПЛК необходимо понимать, какую задачу должен выполнять контроллер. Другими словами, в начале работы с контроллером необходимо четко определить техническое задание, так как оно будет являться главным критерием в выборе ПЛК. При выборе также необходимо учесть количество входов и выходов контроллера, поддерживаемые интерфейсы, изучить среду программирования, которая будет использоваться для написания программы пользователя; изучить характеристики ПЛК (температурный режим работы, диапазон частот и т.д.).

В данном проекте необходим контроллер, который имеет как минимум 18 дискретных входов. При просмотре каталога отечественной фирмы ОБЕН было подобрано устройство, которое полностью удовлетворяет моему техническому заданию. Это контроллер ОБЕН 110-60 (рисунок 9). Он имеет высокопроизводительный процессор RISC архитектуры ARM9, с частотой 200МГц компании Atmel, поддерживает сетевой протокол Modbus RTU, что удовлетворяет решению поставленной перед нами задачи, обладает расширенным температурным рабочим диапазоном окружающего воздуха: от минус 10 °С до +50 °С. Выполнен в компактном DIN-реечном корпусе.



Рисунок 9 – ПЛК 110-60

Как уже говорилось ранее, автоматизированные системы управления почти без исключения включают в свой состав средства человеко-машинного интерфейса. Чаще всего в качестве одного из таких устройств является операторная панель. С помощью панели оператора происходит «общение» между технологом и устройствами, контролирующими производственные процессы. Иначе можно сказать, что операторная панель выступает посредником в обмене информацией между оборудованием и человеком.

Панели позволяют инженеру управлять оборудованием, работая с понятным, простым и интуитивным графическим интерфейсом. Элементами такого интерфейса могут быть кнопки, индикаторы и переключатели. Они могут не существовать физически, а могут быть нарисованы на экране и воспринимать команды оператора посредством простого нажатия на их изображение. Это позволяет осуществить быстрый и удобный контроль над оборудованием, а также снизить необходимость в традиционных органах управления. Следовательно, уменьшить количество электрических соединений. Панель оператора позволяет вовремя выявить поломку или аварию в системе. Соединение контроллера и панели осуществляется посредством современного сетевого интерфейса.

Программируется панель оператора специально под управляемое оборудование для того, чтобы технолог мог легко выбрать нужный режим работы системы. Панель позволяет осуществить ввод параметров для последующего управления оборудованием, а также осуществлять контроль рабочего процесса, получать информацию о различных состояниях системы, некоторых устройствах предусмотрена архивация данных.

На данный момент существует множество компаний, которые выпускают различные операторные панели. Существуют кнопочные и сенсорные панели. Одной из фирм, выпускающих данные устройства, является ранее упомянутая компания ОВЕН. Ознакомившись с каталогом данной фирмы можно подобрать панель, которая будет полностью удовлетворять конкретному техническому заданию. Для данного проекта подойдет панель СП310 (рисунок 10). ОВЕН СП310 – сенсорная панель оператора, которая позволяет наглядно отображать значения параметров и предоставляет возможность оперативного управления, ведения архивации данных. Корпуса панелей данной серии защищены с лицевой стороны от пыли и влаги, что является немаловажным фактором, ведь панель будет использоваться на производстве в цеху. Следует отметить, что лицевая

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

сторона панели имеет глянцевую поверхность. Важным преимуществом такого покрытия является возможность легкой очистки.

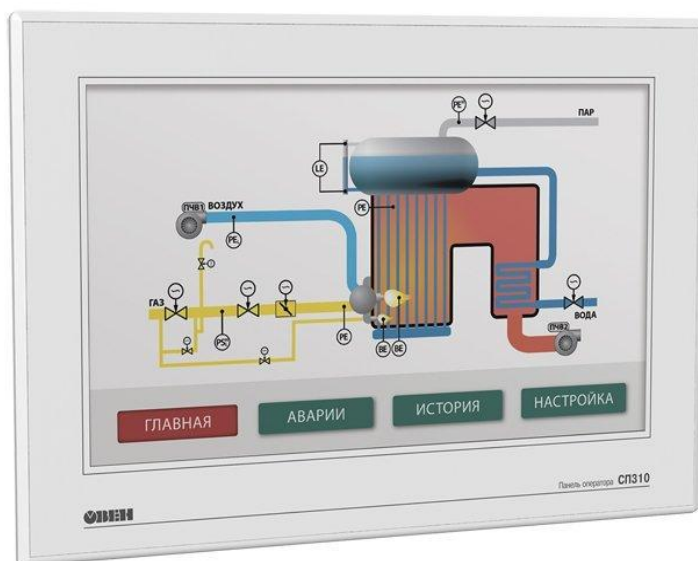


Рисунок 10 – Операторная панель ОВЕН СП310

Настройка и конфигурирование панели СП310 происходит в специальной программе–конфигураторе под названием «Конфигуратор СП300». Перед началом работы пользователю всего на всего необходимо установить данную программу и подключить панель к USB-кабелю. После произведенных настроек в конфигураторе необходимо произвести загрузку данных в панель. Существует два способа загрузки программы. Первый способ – это загрузка через USB кабель. Программа загружается при помощи USB-кабеля посредством подключения к персональному компьютеру. Второй способ – это загрузка через USB-flash-накопитель. Последний способ доступен только в расширенных модификациях СП307-Р, СП310-Р. Второй способ удобен в том случае, когда отсутствует возможность соединить ПК и панель оператора через USB кабель для загрузки программы.

Архивирование на USB-flash-накопитель производится в доступном формате CSV. Данные могут быть представлены в любом удобном для технолога и инженера виде (график значений температуры за месяц и т.д.). Данные находятся в редакторах таблиц на персональном компьютере (MS Excel или Google-таблицы). Помимо записи значений и их архивирования,

данные можно считывать из USB-flash-накопителя напрямую в операторную панель СП310. Полученные в ходе считывания данные можно представить как угодно, например, в виде графиков и таблиц, а затем передать их по сети в ПЛК. Для того чтобы представить информацию для оператора в виде графика существует несколько видов элементов. XY-график позволяет построить кривую, ориентируясь по XY координатам. График с функцией сохранения истории иллюстрирует кривую состояния одной или сразу нескольких переменных с возможностью просмотра более ранних или поздних записей. Существует и возможность отображения информации в масштабах реального времени. Для этого используют график реального времени, который способен показывать текущее состояние переменной без возможности просмотра истории, что экономит память операторной панели.

Представление информации в виде таблиц подходит для ведения истории событий, т.е. подразумевается возможность пролистывать историю сохраняемой информации, например, запись аварийных состояний и т.д.

Иногда существует необходимость создания анимации или загрузки в панель какого-либо собственного изображения. В данной операторной панели имеется и возможность загрузки изображения формата jpg, и возможность создания анимации. Изображение можно использовать в программе как подложку или же в качестве активного элемента, например, как кнопку. Создание анимации помогает сделать интерфейс ЧМИ более понятным даже на интуитивном уровне. Создание анимированных изображений возможно из загруженных файлов формата jpg.

В панели оператора СП310 создано многоуровневое ограничение доступа непосредственно к операторскому пульту. Допускается настройка до 12 уровней, где для каждого уровня задается свой пароль и логин.

Так как оценка качества лампы происходит в процессе сравнения измеренного напряжения и напряжения, указанного в технических требованиях (таблица 1), то очевидно, что в системе необходимо использовать вольтметр. В качестве вольтметра в данном проекте

используется однофазный вольтметр МЭ110-24.1Н отечественной фирмы ОВЕН (рисунок 11).

Данный прибор предназначен не только для измерения напряжения, но может использоваться и для измерения коэффициента мощности в однофазных сетях силы тока, мощности, частоты, фазового угла, также прибор служит для преобразования измеренных параметров в цифровой код и передачи данных об измерениях в сеть RS-485.

Область применения данной серии приборов достаточно широка. Прибор используется в составе разнообразных измерительных систем контроля и управления технологическими процессами на различных промышленных предприятиях, на объектах ЖЭК, а также на объектах сельского хозяйства.

Прибор соответствует требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А. К оборудованию класса А относят оборудование, применяемое в местах, не относящихся к жилым зонам, а также в местах, в которых оборудование непосредственно не подключается к низковольтным распределительным электрическим сетям, которые снабжают электроэнергией сооружения в жилых зонах.



Рисунок 11 – Вольтметр МЭ110-24.1Н

Прибор эксплуатируется в закрытых взрывобезопасных помещениях без агрессивных паров и газов. Температурный диапазон работы прибора находится в интервале от -20 до $+55^{\circ}\text{C}$. Диапазон давления для нормальной работы прибора, находится в интервале от 84 до 106,7 кПа.

При попадании импульсных помех допустимо кратковременное прекращение обмена данными по сети RS-485. В исправном состоянии прибора обмен восстанавливается сразу по окончании действия помехи.

Преобразователь интерфейса AC4 (рисунок 12) отечественной фирмы ОВЕН используется для взаимного преобразования сигналов интерфейсов USB и RS-485. Другими словами, преобразователь делает возможным подключение персонального компьютера, имеющего USB-порт, к промышленной информационной сети RS-485.

Данное устройство обладает автоматическим определением направления передачи данных, гальванической изоляцией интерфейсов. При подключении прибора к ПК создается виртуальный COM-порт. Это позволяет без дополнительной адаптации использовать информационные системы (SCADA, конфигураторы), работающие с аппаратным COM-портом.



Рисунок 12 – Преобразователь интерфейса AC4

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

В данном проекте предусмотрена система архивирования данных. В качестве архивируемых данных выступают информация о положении секций, уставки для испытываемых ламп, измеренные значения напряжений и еще ряд переменных технологического процесса. Первоначально было принято решение, что функции архивирования также должен выполнять контроллер. Однако из-за ограниченного объема памяти контроллера целесообразней будет разделить функцию архивирования между двумя устройствами. Информацию о переменных технологического процесса оставить в памяти контроллера, а для измеренных напряжений на лампах передавать с вольтметров в модуль сбора данных. Для этой цели подходит модуль сбора данных отечественной фирмы ОВЕН прибор МСД-200 (рисунок 13)



Рисунок 13 – Модуль сбора данных

МСД–200 используется для прослушивания или опроса приборов, модулей ввода и ПЛК, которые имеют возможность передавать данные в сеть RS-485. Прибор осуществляет процесс архивирования данных на карту памяти SD.

Промышленный блок питания БП30 фирмы ОВЕН (рисунок 14) предназначен для питания широчайшего спектра радиоэлектронных

устройств – контроллеров, релейной автоматики стабилизированным напряжением постоянного тока.

Максимальная выходная мощность данного устройства составляет 30 Вт. Прибор БП30 выпускается в пластиковом корпусе с креплением на DIN-рейку. Может использоваться для построения систем электропитания различной сложности, в том числе распределенных.



Рисунок 14 – Блок питания БП30Б-Д3-24

После того как были определены компоненты нашей будущей системы, создадим функциональную схему (рисунок 15). В состав функциональной схемы входят выбранные выше контроллер, панель оператора, измерительные модули, модули сбора и архивирования данных и тренировочная установка (карусель). Центральным элементом системы является персональный компьютер, на котором производится конечный сбор и хранение технологических параметров, а так же производится последующий анализ и обработка данных о состоянии параметров технологического процесса, полученных в результате работы системы контроля качества натриевых ламп высокого давления.

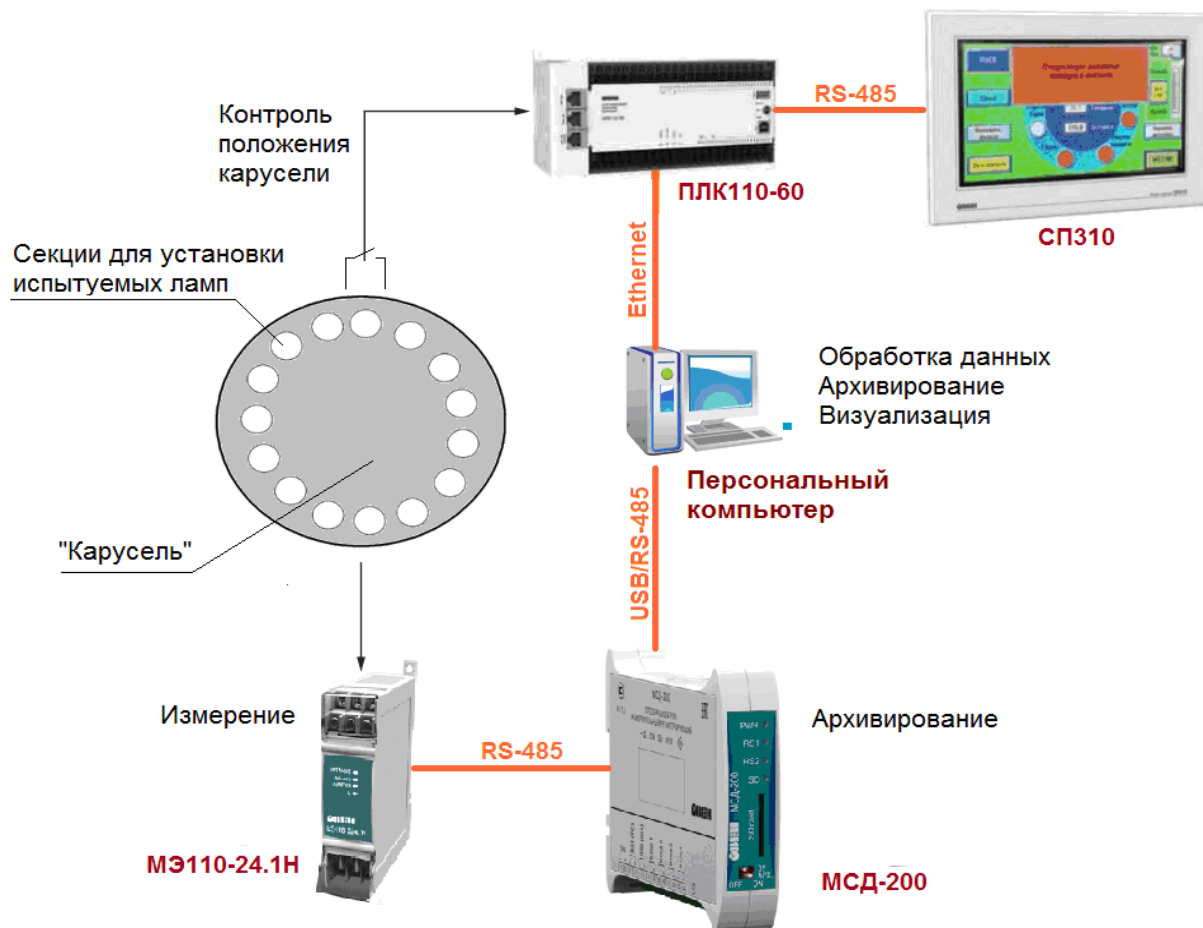


Рисунок 15 – Функциональная схема системы контроля качества

3.3 Разработка электрической принципиальной схемы системы контроля и конструкторская реализация шкафов управления

Электрическая принципиальная схема представляет собой графическое изображение (модель), которое служит для обозначения связей между элементами электрического устройства при помощи условных графических и буквенно-цифровых обозначений.

Разобьем нашу систему на две части, в зависимости от выполняемой функции. Первая часть включает в себя контроллер и операторную панель и отвечает за управление ходом тренировки. Вторая часть, включающая модуль сбора данных и вольтметры, выполняет функцию по измерению и архивированию.

Электрическая принципиальная схема системы приведена в графической части выпускной работы.

Центральными элементами системы управления являются ПЛК и операторная панель (А1 и А2 на схеме системы управления, соответственно). Напряжение сети 220 В подается на блок сетевого фильтра (А3), а затем поступает на входы блока питания (А4). На выходах блока формируется напряжение 24 В, которое используется для питания панели оператора. Напряжение от секций испытательной установки подается на обмотки электромагнитных реле К1–К17. С контактов реле, при их замыкании, на входы контроллера подается напряжение, соответствующего уровню логической единицы. Контроллер обменивается информацией с панелью оператора по интерфейсу RS-485.

На схеме шкафа измерения представлено взаимное подключение двух измерительных модулей (А1, А2), модуля сбора данных (А2) и блока питания (А4).

Напряжение сети подается на вход блока питания, который на выходе формирует напряжение 24 В. Данное напряжение питает два измерительных модуля и модуль сбора данных. Напряжение с измерительной секции испытательной установки поступает на модули измерения, которые в свою очередь передают информацию на модуль сбора данных по интерфейсу RS-485. Передача архивов из модуля сборов в персональный компьютер осуществляется также по интерфейсу RS-485.

После разработки электрической принципиальной схемы перейдем к конструкторской реализации шкафа управления. Для удобства расположения элементов автоматизированной системы контроля качества, разнесем ее на два шкафа – шкаф управления и шкаф измерения.

На рисунке 16 представлена лицевая панель шкафа с элементами управления.



Рисунок 16 – Лицевая панель шкафа управления

На рисунке 17 представлено внутреннее устройство шкафа управления. Цифрами отмечены следующие элементы: 1 – ПЛК; 2 – электромагнитные реле; 3 – сетевой фильтр; 4 – блок питания 5–7 – клемники.

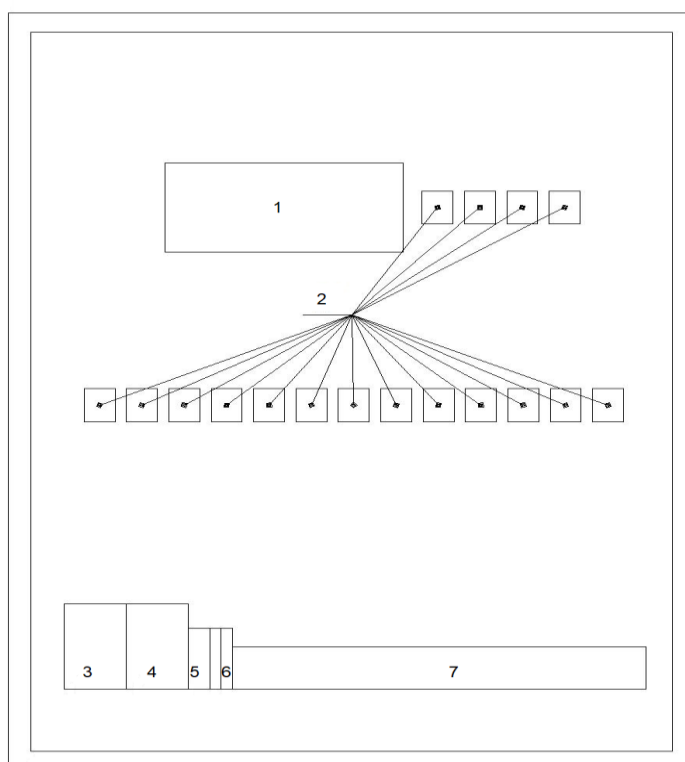


Рисунок 17 – Расположение элементов в шкафе управления

На рисунке 18 представлено внутреннее устройство шкафа измерения. Цифрами отмечены следующие элементы: 1, 2 – измерительный модуль; 3 – модуль сбора данных; 4 – автоматический выключатель; 5 – блок питания; 6 – клемники.

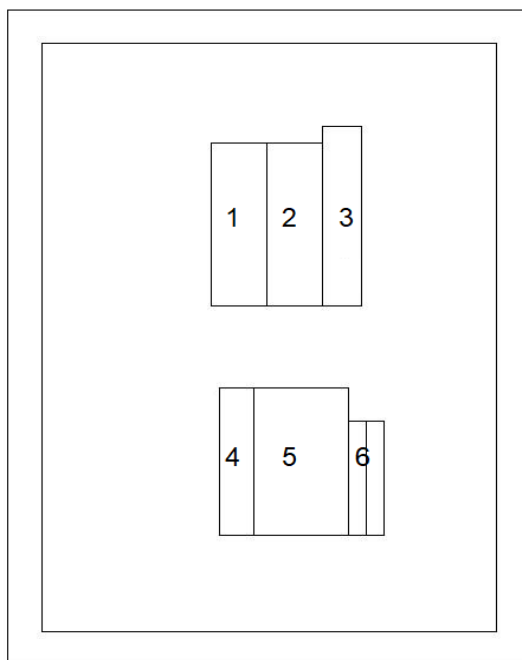


Рисунок 18 – Расположение элементов в шкафе измерения

4 Структура программных компонентов системы контроля и их реализация

4.1 Структура программных компонентов

Проект состоит из нескольких программных компонентов. В первую очередь это программа управления, записанная в программируемый логический контроллер. Другой компонент — это проект в панели оператора. И третий элемент системы это программное обеспечение персонального компьютера. Являясь частью одной единой системы, они взаимодействуют между собой.

Взаимодействие программы контроллера и операторной панели производится при помощи создания общего поля памяти протокола в котором располагаются сетевые переменные. Передача данных производится по интерфейс RS-485. Персональный компьютер получает данные с контроллера по интерфейсу Ethernet. Структурная схема взаимодействия программных компонентов представлена на рисунке 19.

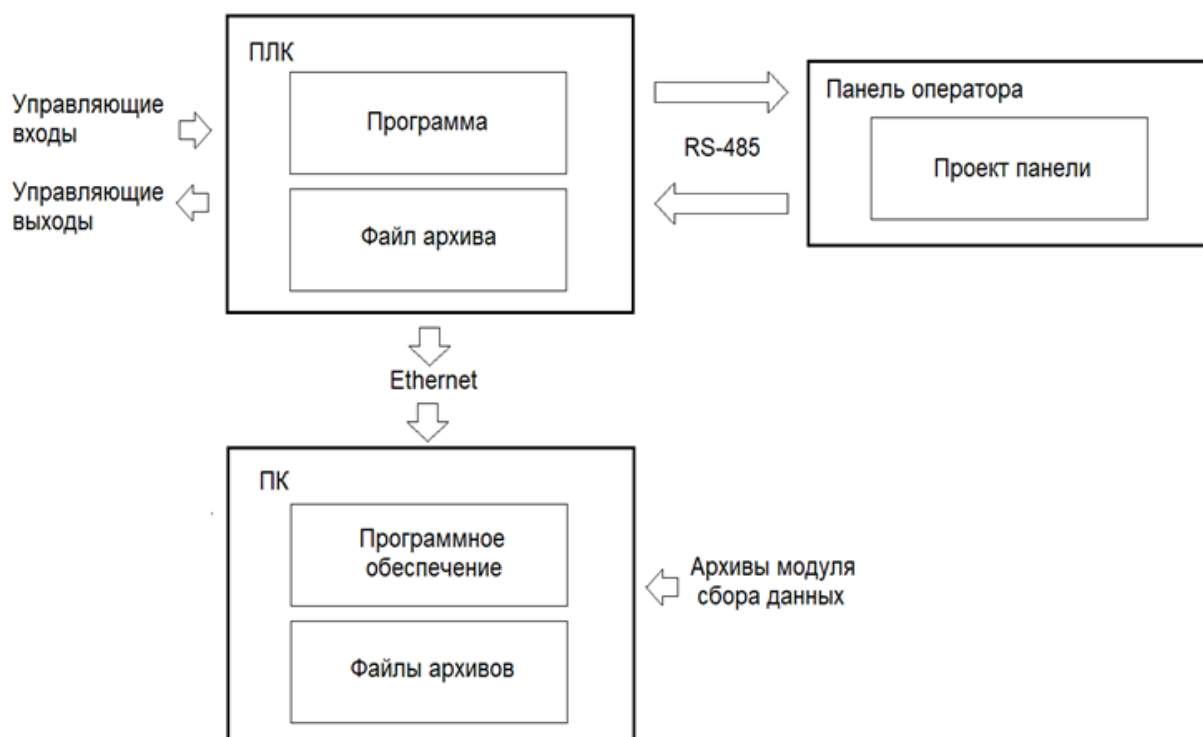


Рисунок 19 – Структурная схема взаимодействия программных компонентов

К программному обеспечению персонального компьютера относятся следующие компоненты: CoDeSys, MATLAB, пакеты для конфигурирования модулей измерения и модулей сбора данных.

На вход контроллера подаются сигналы от секций испытательной установки. Если лампы находятся в зоне измерения, то переменная для секции с этими лампами активна (в состоянии логической единицы). Список входных переменных контроллера представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Глобальные переменные контроллера

Переменные	Формат	Назначение
in1	bool	Состояние секции №1
in2	bool	Состояние секции №2
in3	bool	Состояние секции №3
in4	bool	Состояние секции №4
in5	bool	Состояние секции №5
in6	bool	Состояние секции №6
in7	bool	Состояние секции №7
in8	bool	Состояние секции №8
in9	bool	Состояние секции №9
in10	bool	Состояние секции №10
in11	bool	Состояние секции №11
in12	bool	Состояние секции №12
in13	bool	Состояние секции №13
in14	bool	Состояние секции №14
in15	bool	Состояние секции №15
pusk	bool	Пуск установки
stop	bool	Останов установки
s1	bool	Режим измерения 1
s2	bool	Режим измерения 2

Для связи контроллера и операторной панели необходимо создать сетевые переменные в общем поле памяти. Список сетевых переменных представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Сетевые переменные для связи с ОП

Сетевые переменные	Формат	Назначение
in1p	bool	Состояние секции №1
in2p	bool	Состояние секции №2
in3p	bool	Состояние секции №3
in4p	bool	Состояние секции №4
in5p	bool	Состояние секции №5
in6p	bool	Состояние секции №6
in7p	bool	Состояние секции №7
in8p	bool	Состояние секции №8
in9p	bool	Состояние секции №9
in10p	bool	Состояние секции №10
in11p	bool	Состояние секции №11
in12p	bool	Состояние секции №12
in13p	bool	Состояние секции №13
in14p	bool	Состояние секции №14
in15p	bool	Состояние секции №15
pusk	bool	Пуск установки
stopp	bool	Останов установки
s1p	bool	Режим измерения 1
s2p	bool	Режим измерения 2
op1	bool	Оператор №1
op2	bool	Оператор №2
op3	bool	Оператор №3
op4	bool	Оператор №4

Продолжение таблицы 3

op5	bool	Оператор №5
group1	bool	Группа ламп №1
group2	bool	Группа ламп №2
group3	bool	Группа ламп №3
group4	bool	Группа ламп №4
group5	bool	Группа ламп №5
group6	bool	Группа ламп №6
alarm	bool	Аварийная ситуация

4.2 Конфигурирование и программирование контроллера

Написание программ для ПЛК производится в среде программирования CoDeSys. Прежде чем приступить к написанию программы, необходимо сконфигурировать проект под конкретный контроллер. На рисунке 20 представлено окно выбора модели ПЛК.

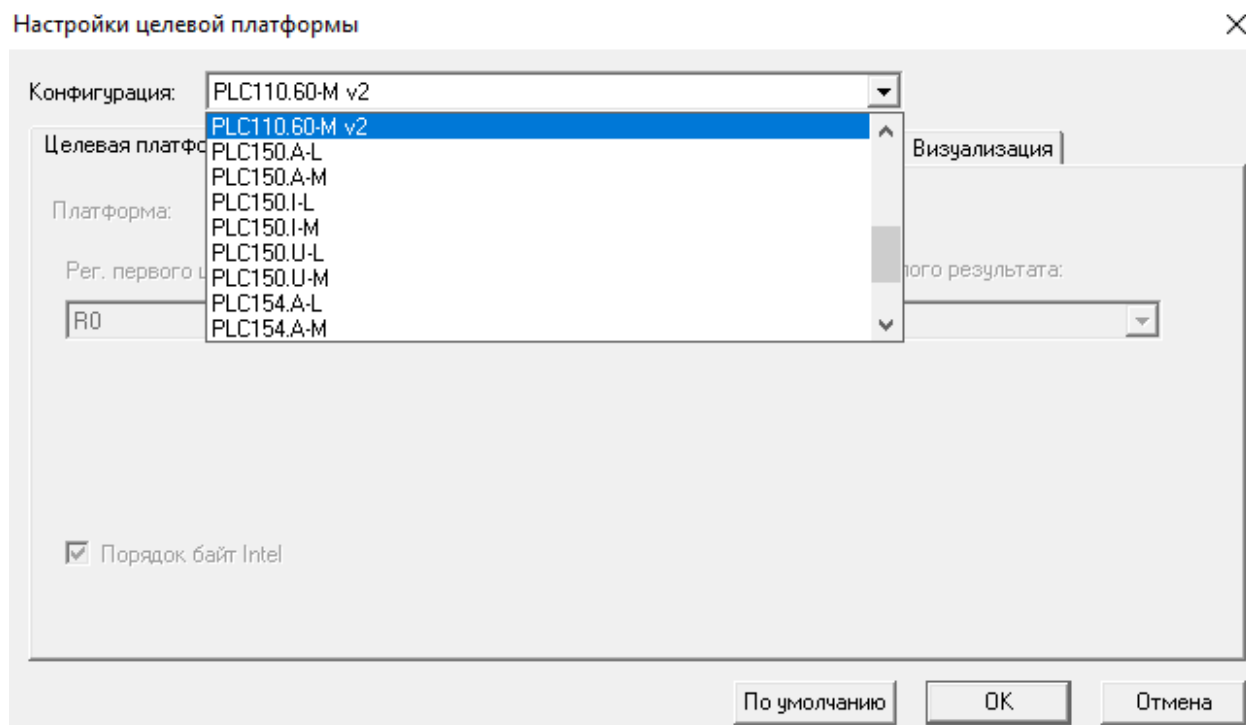


Рисунок 20 – Настройка целевой платформы

Затем следует выбор проектируемого программного компонента (программа, функциональный блок или функция) и языка на котором будет вестись проектирование (рисунок 21).

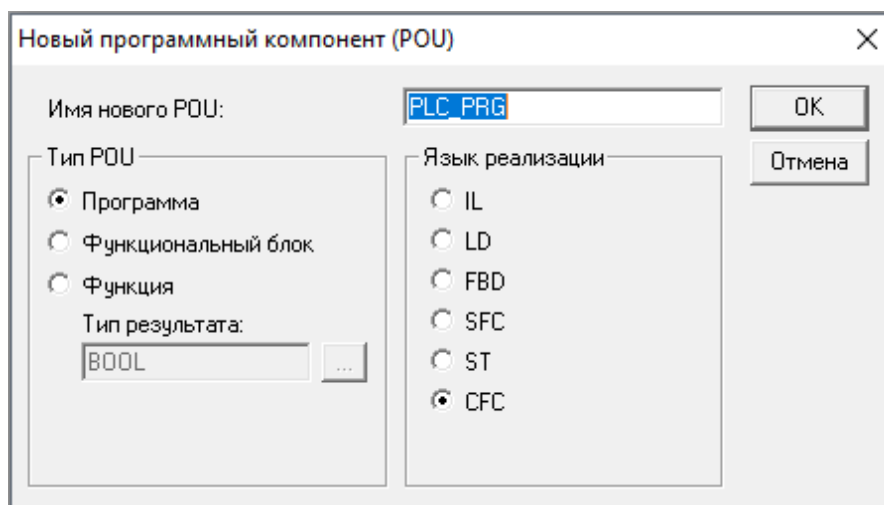


Рисунок 21 – Окно настройки будущего проекта

Прежде чем приступить непосредственно к написанию программного кода, необходимо объявить глобальные переменные. Для этого в программе CodeSys, а затем вкладку Конфигурация ПЛК (рисунок 22)

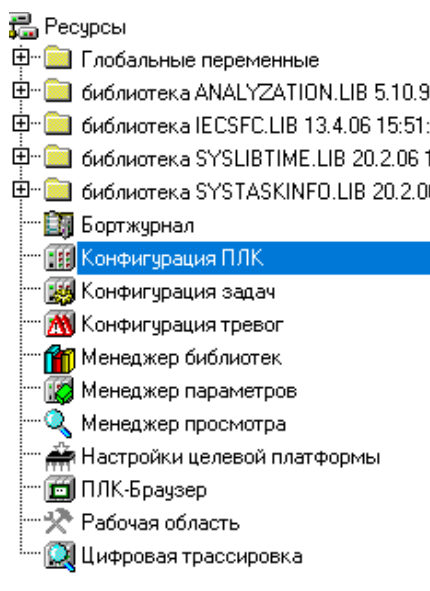


Рисунок 22 – Окно ресурсов проекта

Назовем дискретные входы (рисунок 23) в соответствии с переменными, определенными в таблице 2.

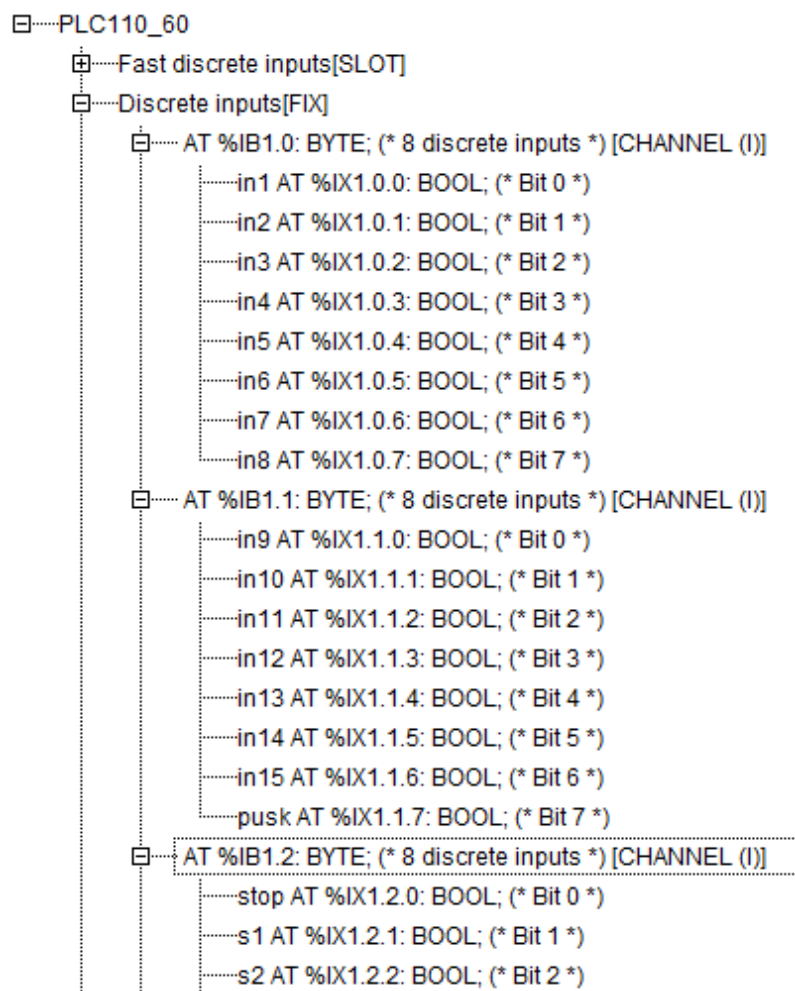


Рисунок 23 – Объявление дискретных входов ПЛК

Для того чтобы обеспечить связь между контроллером и операторной панелью, необходимо осуществить настройки, которые определяют, при помощи какого интерфейса и протокола будет осуществляться сетевой обмен между этими устройствами. Следует также сразу отметить, что ведущим устройством будет панель, а ведомым – ПЛК. Это значит, что обмен между панелью и операторной панелью будет инициироваться панелью в случае переключения технологических параметров, что позволит контроллеру своевременно обрабатывать изменения в случае изменения параметров контроля. Перейдем непосредственно к подключению интерфейса и настройке протокола. В данном проекте мы работаем с протоколом ModBus. ModBus RTU имеет простую, но эффективную систему контроля ошибок.

Протокол имеет два режима передачи: RTU (Remote Terminal Unit – удаленное терминальное устройство) и ASCII (American standard code for information interchange). В данном случае необходимо выбрать ModBus RTU, по которому будет происходить обмен данными между ПЛК и операторной панелью (рисунок 24). Как уже говорилось ранее, контроллер является здесь ведомым устройством, значит нужно выбрать ModBus (Slave).

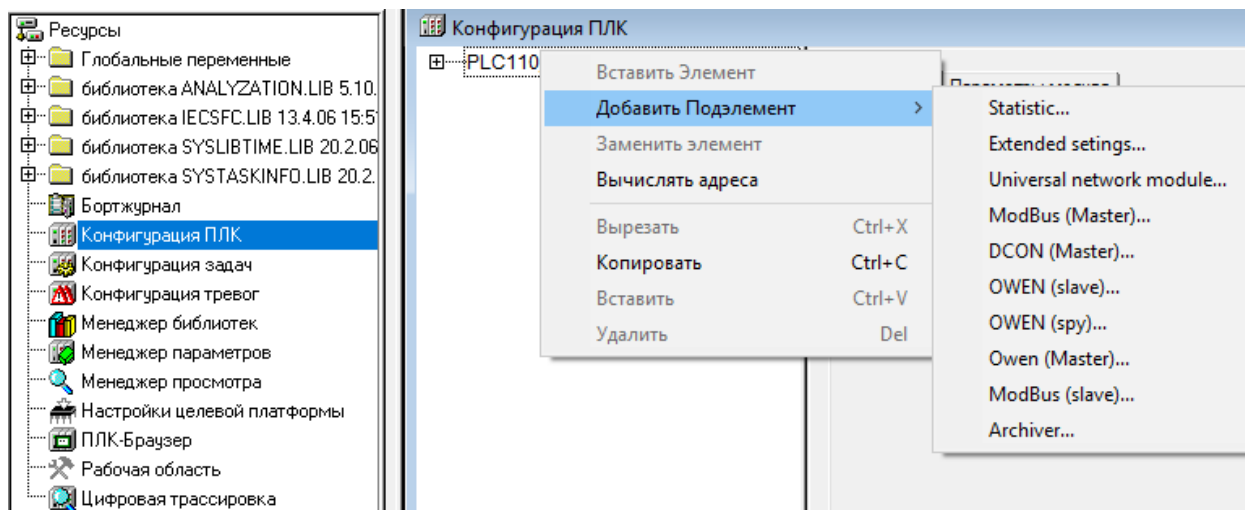


Рисунок 24 – Подключение сетевого протокола

Далее также в конфигурации ПЛК выбираем интерфейс RS-485, а затем производим его настройку (рисунок 25).

Индекс	Имя	Значение
1	Name	RS-485-1
2	Communication speed	115200
3	Parity	NO PARITY..
4	Data bits	8 bits
5	Stop length	One stop bit
6	Interface Type	RS485
7	Frame oriented	ASCII
8	Framing time ms	0
9	Visibility	No

Рисунок 25 – Настройка интерфейса RS-485

В настройках следует указать скорость передачи данных (Communication speed), выбрать режим передачи данных RTU, так как он должен присутствовать обязательно. Также, приступая к работе с операторной панелью, необходимо создать так называемое «адресное

пространство» или другими словами определить структуру памяти протокола. Для этого в конфигурации вернемся к пункту «ModBus (Slave)» и добавим элементы «8 bits» (рисунок 26). Переменные in1p–in15p предназначены для передачи информации о состоянии секций на панель оператора.

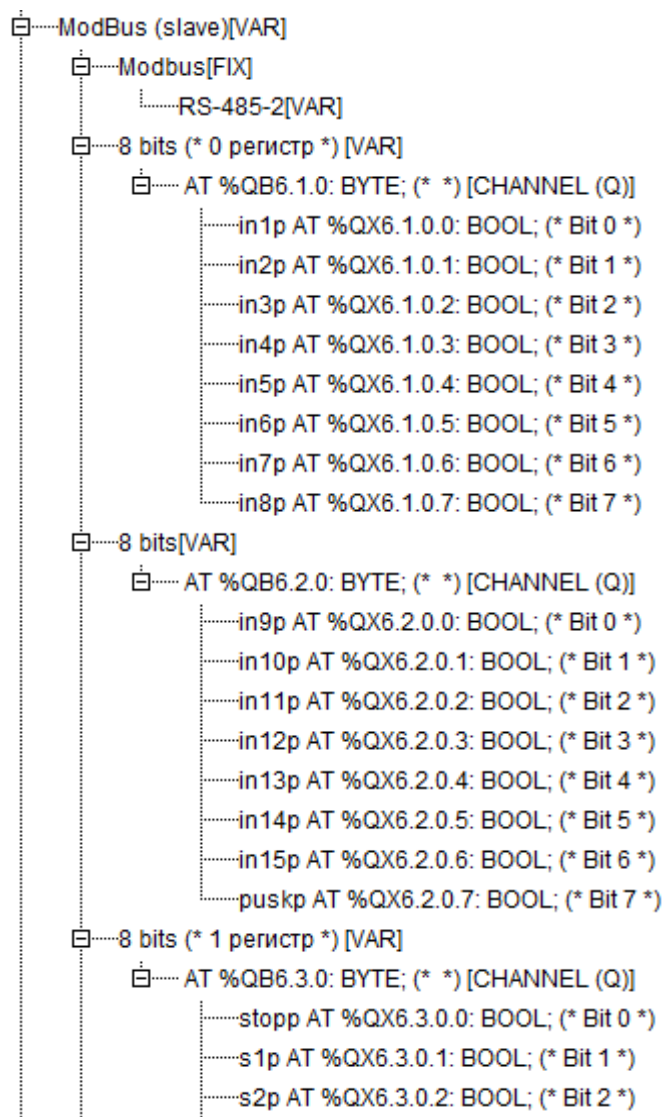


Рисунок 26 – Объявление сетевых переменных

На рисунке 27 представлено объявление сетевых переменных с информацией о номере операторе и типе испытываемых ламп, полученной с операторной панели.

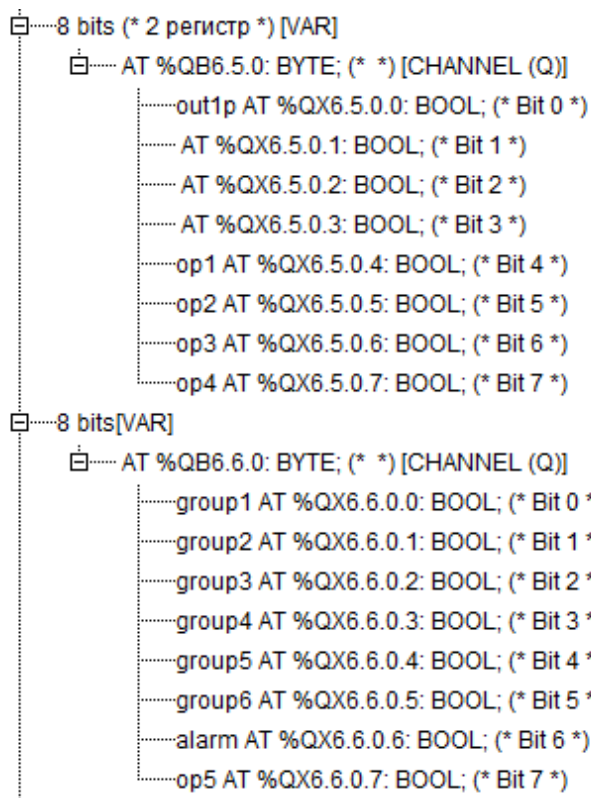


Рисунок 27 – Объявление сетевых переменных

Так как одной из функций ПЛК является функция архивирования переменных, то в конфигурации необходимо добавить соответствующие элементы (рисунок 28).

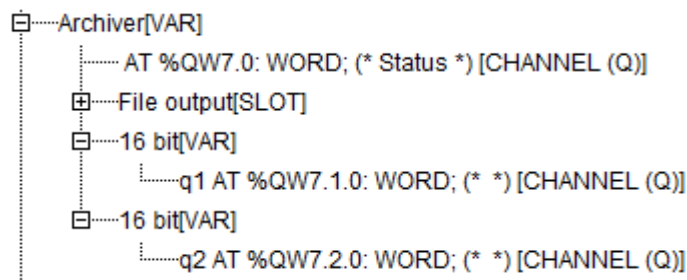


Рисунок 28 – Создание файла архивации переменных

После того как была произведена конфигурация контроллера, можно приступить к написанию программы.

Для удобства разобьем основную задачу на подзадачи. Исходя из это программу можно представить в виде функциональных блоков (Panel_in, Alarm, Measurement).

Для написания кода программы будем использовать язык CFC (Continuous Flow Chart), а для реализации функциональных блоков – ST (Structured Text).

Функциональный блок Panel_in представлен на рисунке 29. Он выполняет функцию считывания состояния входных переменных отвечающих за положение секций на установке и передать их состояние в панель оператора

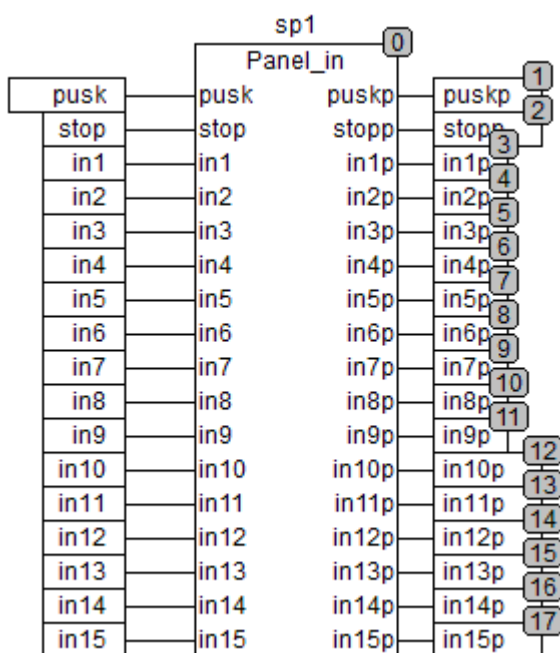


Рисунок 29 – Функциональный блок Panel_in

Код блока представлен на рисунке 30. Переменные in1–in15 входы для сигналов с секции карусели. Переменная pusk служит сигналом разрешения, переменная stop является сигналом для остановки карусели. Функциональный блок Panel_in, к входам которого подключены данные переменные, реализует функцию присвоения значений сетевым переменным in1p–in15p, pusk и stop.

```

0001 in1p := NOT ( in1 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in2;
0002 in2p := NOT (in2 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in3;
0003 in3p := NOT (in3 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in4;
0004 in4p := NOT (in4 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in5;
0005 in5p := NOT (in5 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in6;
0006 in6p := NOT (in6 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in7;
0007 in7p := NOT (in7 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in8;
0008 in8p := NOT (in8 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in9;
0009 in9p := NOT (in9 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in10;
0010 in10p := NOT (in10 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in11;
0011 in11p := NOT (in11 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in12;
0012 in12p := NOT ( in12 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in13;
0013 in13p := NOT (in13 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in14;
0014 in14p := NOT (in14 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in15 AND in13;
0015 in15p := NOT (in15 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in1 AND in2;
0016 stopp := stop;
0017 puskp := pusк;

```

Рисунок 30 – Код функционального блока Panel_in

Если есть сигнал с переменных pusк и in1–in15 – на одном из выходов in1p–in15p функционального блока Panel_in будет единица. Это означает, что карусель запущена и работает одна из секций. Переменная stop используется в связке с логическим отрицанием, это означает, что при поступлении сигнала с данной переменной на выходах элемента будет ноль. Переменные in2p–in15p предназначены для обмена данными между ПЛК и операторной панелью по протоколу ModBus RTU.

На рисунке 31 представлен функциональный блок Alarm. Он отвечает за проверку корректности ввода данных о типе лампы и операторе и, если ввод некорректен, на выходе блока устанавливается логическая единица

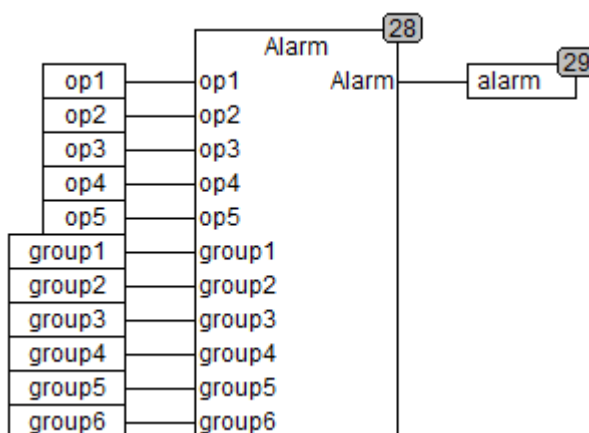


Рисунок 31 – функциональный блок Alarm

Сетевые переменные op1–op5 и group1–group6 поступают в контроллер от операторной панели и отображают номер оператора и номер группы испытываемых ламп соответственно. Код функционального блока представлен на рисунке 32.

```

0001 ops := BOOL_TO_INT(op1) + BOOL_TO_INT(op2) + BOOL_TO_INT(op3) +
0002       BOOL_TO_INT(op4) + BOOL_TO_INT(op5);
0003 groups := BOOL_TO_INT(group1) + BOOL_TO_INT(group2) + BOOL_TO_INT(group3) +
0004          BOOL_TO_INT(group4) + BOOL_TO_INT(group5) + BOOL_TO_INT(group6);
0005 Alarm := (ops > 1) OR (groups > 1);

```

Рисунок 32 – Код функционального блока Alarm

Функциональный блок Measurement (рисунок 33) производит присваивание значений глобальных переменных s1, s2 их сетевым копиям для передачи в операторную панель. Также сигнал с выхода данного блока outU является одним из условий для запуска измерения.

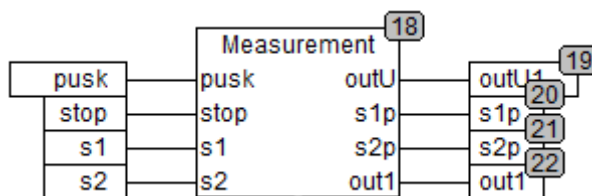


Рисунок 33 – Функциональный блок Measurement

Переменные s1 и s2 служат для выбора режима работы установки. s1 – режим, который предназначен для подключения и отключения модулей МЭ110-24.1Н (измерение идет или нет). Режим s2 является режимом, в котором не осуществляется измерение. Если прибор находится в режиме s2 – это означает, что-либо измерение не было завершено либо не был запущен привод карусели. Переменная outU предназначена для подачи сигнала запуска измерения напряжения на лампах. Код блока представлен на рисунке 34.

```

0001 outU := s1 AND (NOT s2) AND pusк AND (NOT stop);
0002 s1p := s1 OR (NOT s2) OR stop;
0003 s2p := (NOT s1) OR s2 OR stop;
0004 out1 := s1 AND (NOT s2);

```

Рисунок 34 – Код функционального блока Measurement

На рисунке представлен фрагмент кода, отвечающий за передачу переменных в файл архивации.

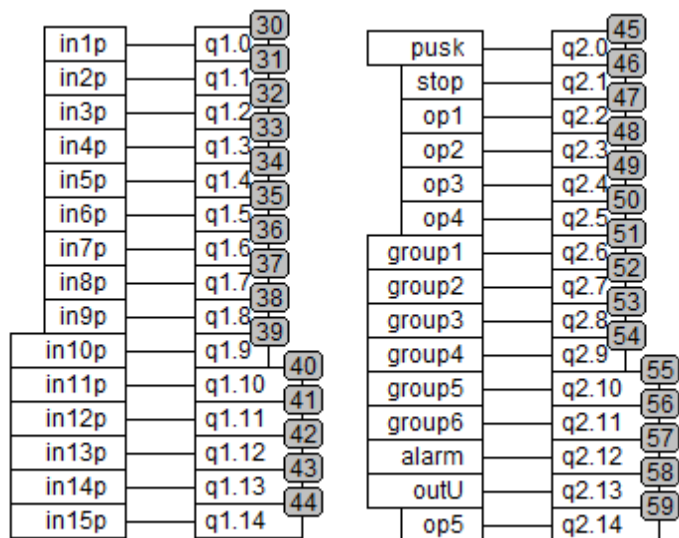


Рисунок 35 – Передача переменных в файл архивации

Полный код программы представлен в приложении.

4.3 Разработка системы визуализации и задания параметров на операторной панели

Реализацию человеко-машинного интерфейса будем производить на базе операторной панели. Данный интерфейс должен быть понятным и удобным, не должен быть перегружен графическими элементами и должен обеспечивать быстрое отображение экранных форм. Экранные формы создавались с учетом требований унификации:

- все экранные формы пользовательского интерфейса должны быть выполнены в едином графическом дизайне, с одинаковым расположением основных элементов управления и навигации. Навигационные элементы должны быть выполнены в удобной для пользователя форме;
- для обозначения сходных операций должны использоваться сходные графические значки, кнопки и другие управляющие (навигационные) элементы. Термины, используемые для обозначения

типовых операций, а также последовательности действий пользователя при их выполнении, должны быть унифицированы;

- внешнее поведение сходных элементов интерфейса (реакция на переключение окон, нажатие кнопки) должны реализовываться одинаково для однотипных элементов.

Интерфейс должен обеспечивать визуализацию движения установки, поддерживать функцию выбора уставок и отметки оператора, работающего в данную смену. Также должна быть предусмотрена возможность установки даты и должны быть предусмотрены всплывающие окна, сигнализирующие об аварийных или ненормальных режимах функционирования системы контроля.

Исходя из этого, разрабатываемая визуализация будет состоять из трех экранов и двух всплывающих окон тревог. Структура системы визуализации представлена на рисунке 36.

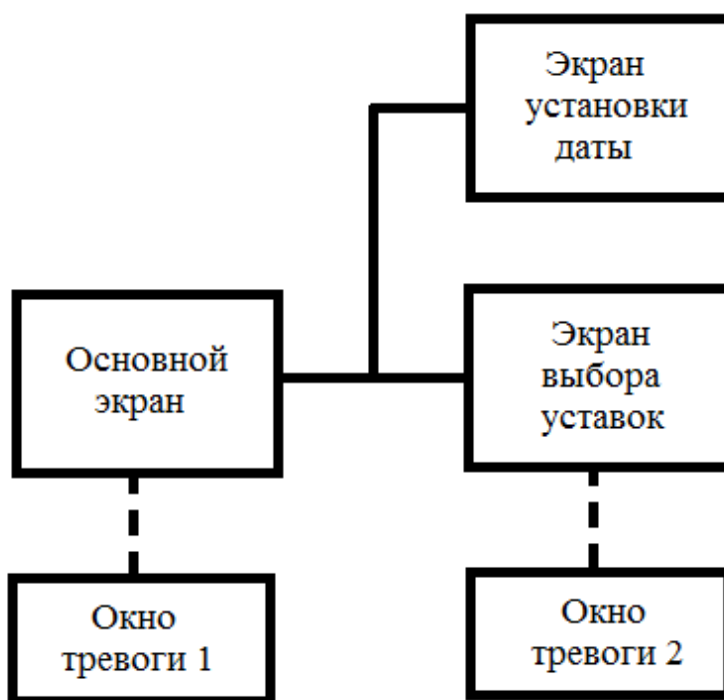


Рисунок 36 – Схема экранов и окон тревог

На первом экране отображается положение секций испытательной установки, текущие дата и время, кнопки перехода на другой экран и индикаторы состояния процесса измерения (рисунок 37).

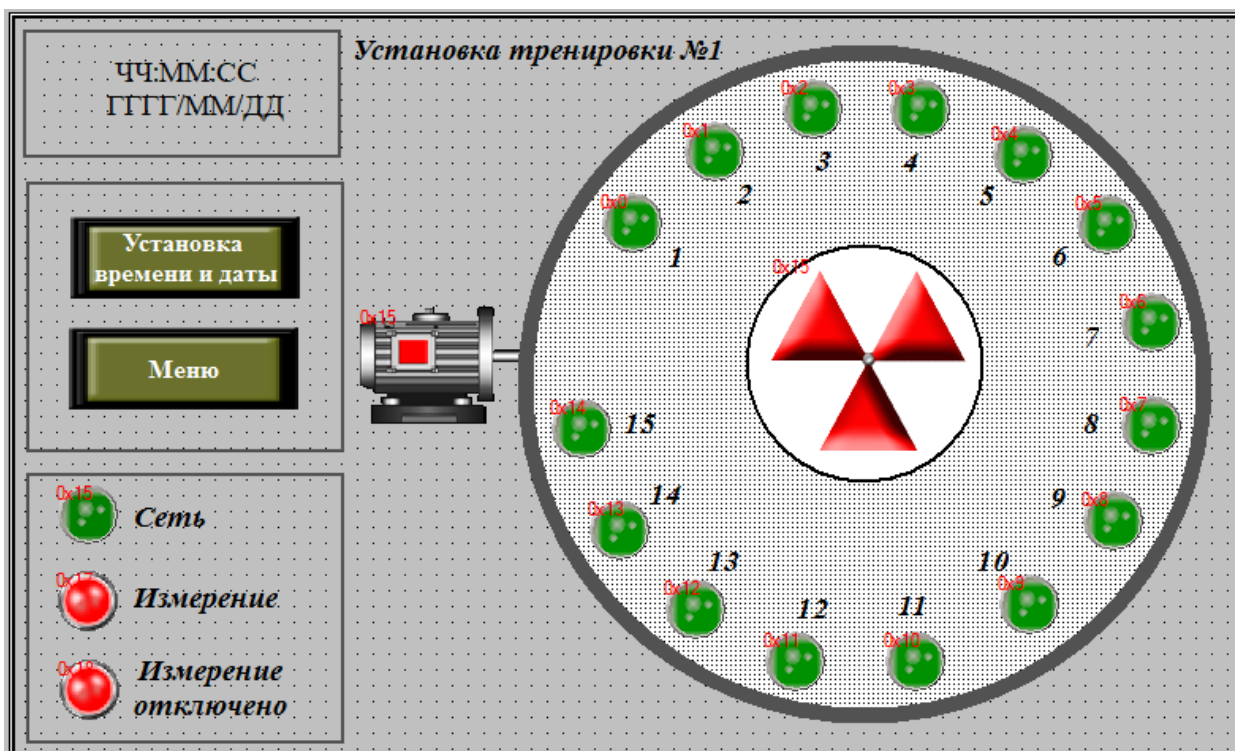


Рисунок 37 – Первый экран

В случае запуска измерения при выключенном приводе испытательной установки всплывает соответствующее окно тревоги (рисунок 38).

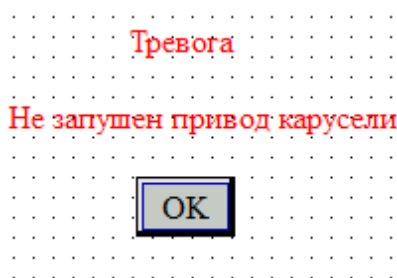


Рисунок 38 – Окно тревоги 1

По нажатию кнопки «Меню» происходит переход на экран настройки измерения. Оператору предлагается выбрать свою фамилию из списка

операторов и группу ламп, над которыми будут проводиться испытания (рисунок 39).

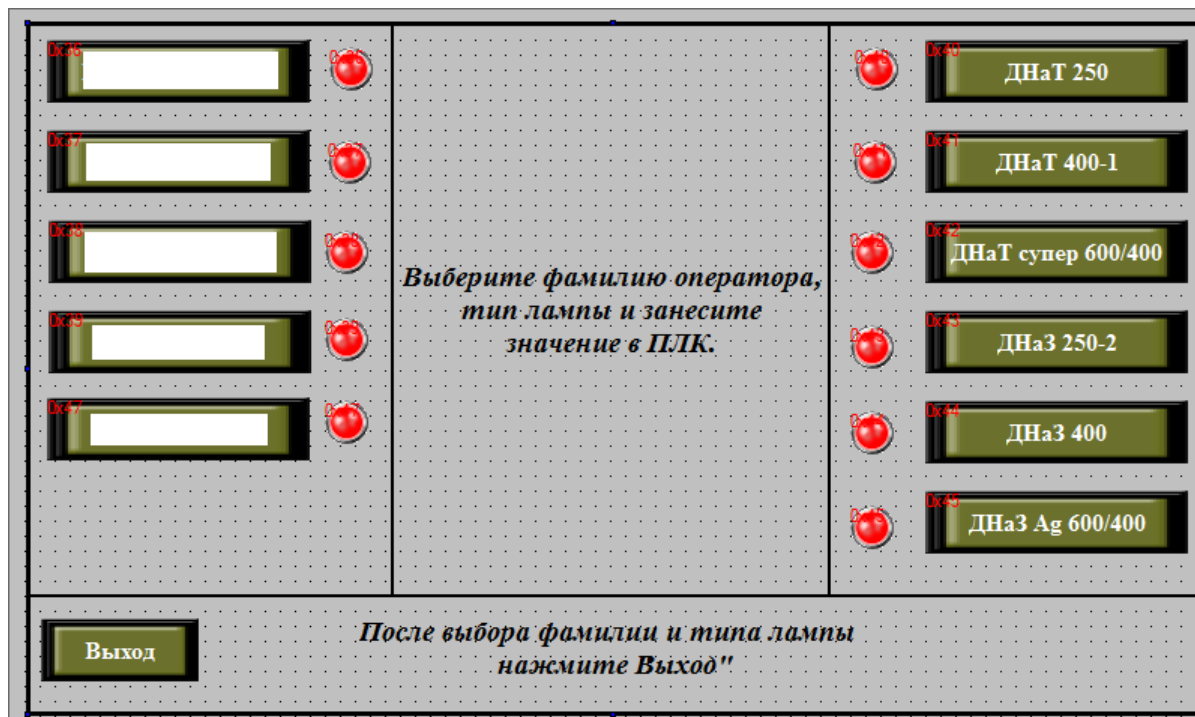


Рисунок 39 – Второй экран

Если по ошибке оператор выберет несколько фамилий или групп ламп одновременно, всплывет окно тревоги (рисунок 40) и кнопка выхода на главный экран заблокируется, пока не будет исправлена ошибка.

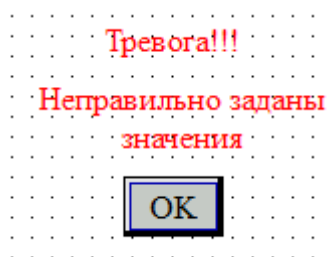


Рисунок 40 – Окно тревоги 2

Операторная панель позволяет писать пользовательские скрипты. Скрипты – это небольшие программы. Написание их на «СИ» подобном языке значительно позволяют расширить возможности операторского интерфейса. Такие программы используются лишь в качестве вспомогательных логических блоков к основным элементам визуализации.

Следует учесть, что скрипты не подойдут для написания программы, которая должна обеспечивать управление технологическим процессом.

Блокировка кнопки «Выход» осуществляется с помощью функции «Макросы» в конфигураторе СП300. Код макроса с условием представлен на рисунке 41. В макросе считывается состояние бита ошибки «Value» и пока это значение не станет ложным, продолжает всплывать окно тревоги и блокироваться кнопка «Выход».

```

1  BOOL Value = FALSE;
2
3  Read(PLC, 1, MODBUS_RTU_BIT_0X, 46, 0, TYPE_BIT, &Value);
4
5  if (Value==FALSE)
6  {
7      ScreenJump(1);
8  }
9  else
10 {
11     OpenWindow(61004, 50, 70);
12 }

```

Рисунок 41 – Код макроса

Индикаторы и регистры на экранах связаны с сетевыми переменными с учетом их размещения в поле памяти протокола ModBus (таблица 4).

Таблица 4 – Размещение переменных в поле памяти протокола Modbus

Номер бита	Сетевые переменные	Номер регистра
0	in1p	0
1	in2p	
2	in3p	
3	in4p	
4	in5p	
5	in6p	
6	in7p	
7	in8p	

Продолжение таблицы 4

8	in9p	
9	in10p	
10	in11p	
11	in12p	
12	in13p	
13	in14p	0
14	in15p	
15	pusk	
16	stopp	1
17	s1p	
18	s2p	
19...31	...	
32	out1p	2
33	...	
34	...	
35	...	
36	op1	
37	op2	
38	op3	
39	op4	
40	group1	
41	group2	
42	group3	
43	group4	
44	group5	
45	group6	
46	alarm	
47	op5	

4.4 Конфигурирование модуля сбора данных и сетевого измерительного модуля

В системе присутствуют цифровой вольтметр и модуль сбора данных, которые для работы в общей системе также необходимо сконфигурировать.

Настройка модуля сбора данных производится в программе «Конфигуратор МСД-200». Процесс довольно прост и заключается в выборе скорости обмена, номере СОМ порта и адресе устройства. Конфигурация модуля сбора данных представлена на рисунке 42. После того как выбраны нужные параметры можно подключиться к модулю и считать необходимые архивные данные.

The screenshot shows a configuration window for a data collection module. It is divided into several sections:

- Способ подключения (Connection Method):** Includes a dropdown for 'COM порт:' and two radio buttons: 'RS-232' (selected) and 'Модем'.
- Параметры сети (Network Parameters):** Includes a dropdown for 'Скорость обмена:' set to '9600', a text input for 'Адрес устройства:' containing '16', and another text input for 'Задержка ответа:' containing '1'.
- Buttons:** 'Считать' (Read), 'Применить' (Apply), 'По умолчанию' (Default), and 'Сканировать по скорости' (Scan by speed).
- Статистика сети (Network Statistics):** Shows 'Пакетов: 0' and 'Ошибок: 0 (0.00%)'.
- Параметры связи (Connection Parameters):** Displays 'COM1 (RS-232) 9600-8-1-Нет'.

Рисунок 42 – Настройка связи с модулем сбора данных

Необходимо также настроить вольтметры для работы в сети. Следует помнить, что прибор не является Мастером сети, по этой причине в сети RS-485 должно присутствовать устройство, которое будет Мастером сети.

Настройка производится в программе-конфигураторе, поставляемой вместе с прибором. Окна настройки вольтметров изображена на рисунках 43 и 44.

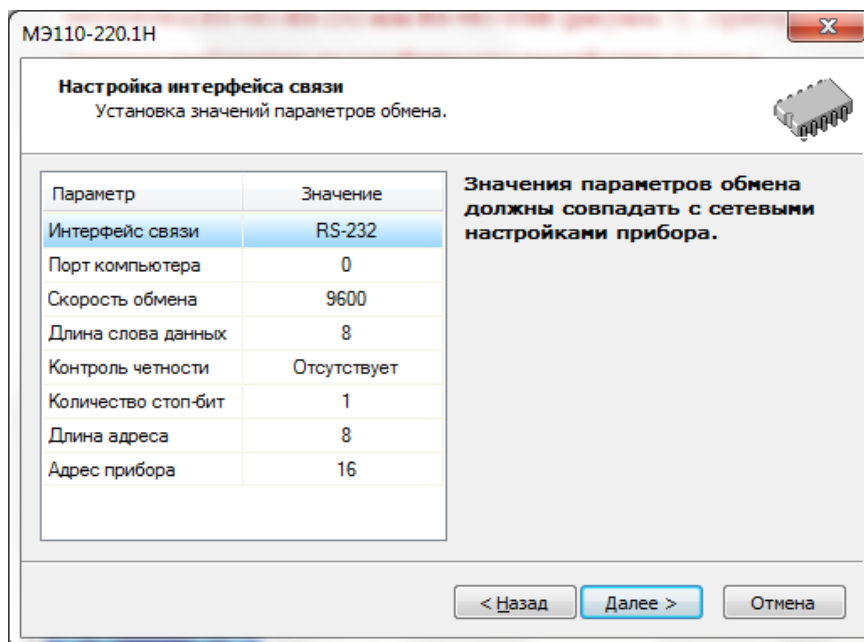


Рисунок 43 – Настройка интерфейса связи

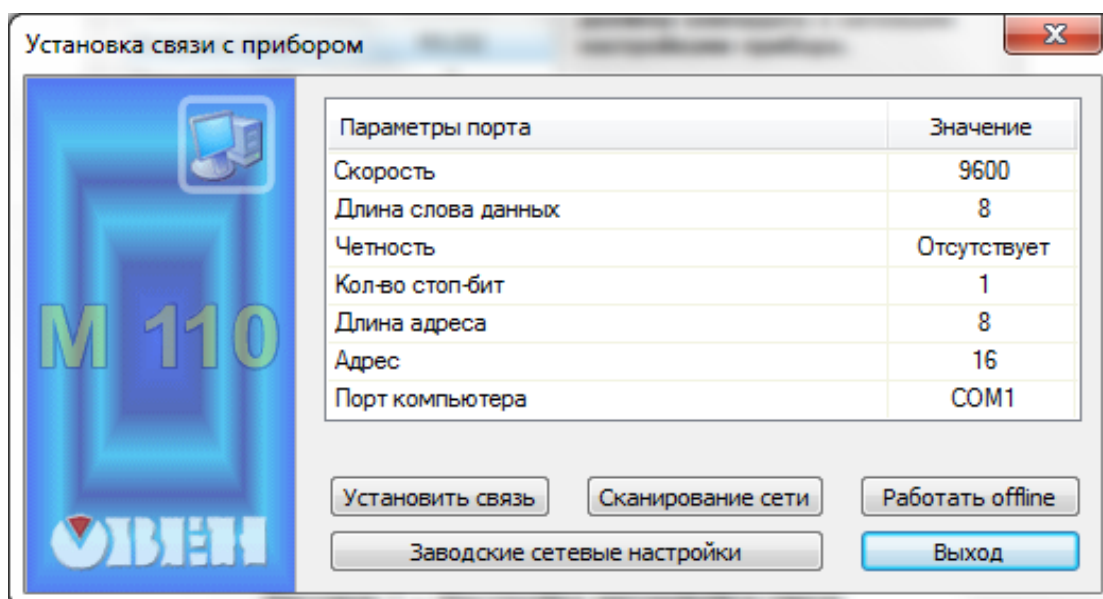


Рисунок 44 – Настройка связи с вольтметром

5 Разработка подсистемы сбора данных и обработки результатов контроля

5.1 Реализация архивирования. Создание общего архива системы

При построении распределенных систем управления при наличии разнообразных средств ведения архивов можно столкнуться с проектными решениями, в которых архивы рационально будет вести несколькими устройствами одновременно. Это может быть обусловлено требованиями безопасности и надежности сохранения информации, минимизации объемов передаваемой информации по отдельным сегментам сети. Наконец, на практике это может быть связано с ограничениями по применяемой элементной базе, что в свою очередь влечет принятие определенных, в том числе не всегда оптимальных, структурных решений. При этом почти безусловно возникает задача (необходимость) связать эти отдельные архивы в один, в общий взаимно обусловленный массив данных.

Ранее было сказано, что функция архивирования данных в системе будет производиться двумя разными устройствами. В качестве главного управляющего устройства в автоматизированной системе контроля параметров ламп используется программируемый контроллер ОВЕН ПЛК110-60. При движении «карусели» ее секции замыкают контактные датчики, по которым контроллер отслеживает положение секций на «карусели». При достижении очередной парой ламп положения предпоследней секции производится измерение величины падения напряжения на этих лампах с помощью модулей ОВЕН МЭ110-24.1Н. Измеренные значения заносятся в архив модулем сбора данных ОВЕН МСД-200. Одновременно контроллером ведется собственный архив данных, где соотносится положение «карусели» с уставками измеряемых значений, фамилией оператора и номером его смены, полученных им с операторной панели.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Вместе с тем, для оценки оптимальности хода технологического процесса, проведения разбраковки ламп, учета изготовленной и отбракованной продукции нужно сформировать из двух архивов единый массив данных – общий архив.

Архивы, с точки зрения формата их записи – это таблицы данных. Устройства архивирования они представляются текстовыми файлами, которые можно открыть любыми текстовыми редакторами или программами, работающими с табличными данными. Каждая строка файлов этих форматов представляет собой одну строку таблицы. Значения отдельных колонок разделяются разделительным символом. Если таковым является запятая, то считается, что данные представлены файлом в формате CSV (англ. Comma Separated Values – значения, разделённые запятыми). Если разделителем является точка с запятой – то файл принимает формат DSV, если знак табуляции, то – TSV. Таким образом при представлении архивов файлами любого указанного формата объединение архивов формально сводится к соответственному сопоставлению колонок различных архивов по какому-то одному общему «ключевому» параметру и формированию общих колонок.

Параметром, учет которого ведется в рассматриваемом проекте в обоих архивах и по которому должно осуществляться взаимное сопоставление строк отдельных архивов, является время, т.е. архивы сопоставляются по моментам времени, в которые выполнялись те или иные технологические операции. Конечно, главным условием корректного объединения архивов при этом является синхронность ведения времени устройствами, формирующими архивы. В рассматриваемом проекте ведение времени в контроллере и в модуле сбора данных осуществляется встроенными в них часами реального времени, поэтому для корректного объединения массивов необходимо синхронизировать в них работу этих часов. Рассмотрим решение этой задачи в рассматриваемом проекте.

Установку часов реального времени в модуле сбора данных можно осуществить из программы-конфигуратора «Программа конфигурактор

МСД200», поставляемой с устройством. Часы реального времени в ПЛК устанавливаются в ПЛК-браузере среды программирования контроллера CoDeSys. Конечно, добиться синхронизации часов реального времени с нужной точностью в различных устройствах при их отдельной установке оператором вручную из разных программ практически невозможно. Было необходимо найти техническое решение, при котором синхронизация осуществлялась бы автоматически. Для большей надежности это должно было проводиться при каждом включении оборудования.

Общим связующим центром системы контроля качества ламп является компьютер диспетчерского пульта – именно здесь в конечном итоге собирается и обрабатывается весь массив данных о ходе испытаний. При этом естественным решением было использование в качестве элемента системы, осуществляющего общую синхронизацию, именно его. Возможности для синхронизации времени в устройствах, ведущих архивы, реализовывались за счет применения программы PLC IO. Программа написана специалистами компании ОВЕН для работы с выпускаемыми ею устройствами. Она выполняет в персональном компьютере функции сетевого браузера, позволяя обращаться к устройствам, подключенным к компьютеру по сети, и считывать из их памяти или записывать туда нужную информацию. Такой информацией может являться и значение текущего времени. Интерфейс программы представлен на рисунке 45. Для того чтобы установка часов в сетевых устройствах осуществлялась автоматически без участия оператора в файл автозагрузки компьютера диспетчера были добавлены соответствующие команды запуска программы PLC IO с необходимыми параметрами ее командной строки. Таким образом, данная программа при включении компьютера запускается и записывает в сетевые устройства, имеющие заданные сетевые адреса, значение текущего времени, установленного в компьютере. Она будет пытаться сделать это до тех пор, пока необходимые действия не будут выполнены, в противном случае оператор получит соответствующее сообщение.

					<i>МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>66</i>

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
[Connected]
> ?
?           - show implemented commands
mem         - Memorydump
memc        - Memorydump relative to code-startaddress
memd        - Memorydump relative to data-startaddress
reflect     - reflect current command (test!)
dpt         - get data-pointer-table
ppt         - get POU-table
pid         - get project ID
pinf        - get project info
startprg    - Start PLC program
stopprg     - Stop PLC program
resetprg    - Reset PLC program
resetprgcold - Reset PLC program cold
resetprgorg - Reset PLC program original
reload      - Reload boot project
getprgprop  - Program properties
getprgstat  - Program status
filecopy    - Copy files [from] [to]
filerename  - Rename files [old] [new]
filedelete  - Delete file [filename]
filedir     - display directory list
setpwd      - set login password
delpwd      - delete login password
delpwd      - delete login password
GetTime     - return current time and date
SetTime Format[ SetTime HH:MM:SS]
SetDate Format[ SetDate DD.MM.YYYY]
SetIP       Format[ SetIP XXX.XXX.XXX.XXX]
SetGate Format[ SetGate XXX.XXX.XXX.XXX]
SetMask Format[ SetMask XXX.XXX.XXX.XXX]
PLCInfo     Information about PLC
UpdateCore  Update PLC Core binary
SetModemPort[ SetModemPort X]
SetModemCfg[ SetModemCfg X]

> PLCInfo
PLC model MODEL PLC 110-32
Binary VERSION 2.14.0
Need Target version 2.10
Compiled: 14:37:41 Apr 28 2011
MAC 6A:77:00:21:44:F8
IP 10.0.6.10
GATE 10.0.6.1
MASK 255.255.255.0
PIC upper version is 15
Licence limited to 360 bytes

> test
Keyword not found.

> █

```

Рисунок 45 – Интерфейс программы PLC_IO

Формирование файла единого архива данных осуществляется компьютером диспетчера с помощью специально созданной программы. Исходными данными для нее являются файлы архивов, представленные в

формате CSV. Программу будем реализовывать на языке Python, обладающим широким функционалом для работы с различными файлами, числовыми и текстовыми данными.

Программы на языке программирования Python компонуются из набора готовых модулей. В стандартной библиотеке языка имеется специальный модуль для работы с файлами в формате CSV. Командами open, reader и writer производится открытие, чтение и запись соответствующих файлов. Объединение полученного из ПЛК и модуля сбора данных архивов в один общий файл заключается в работе со строками и столбцами данных, записанных в исходных файлах.

Прочитанные из файла данные в программе представляются списком следующего формата:

[строка 1, строка 2, ..., строка N], где N – натуральное число.

Каждая строка представляет собой список данных по столбцам, разделенных точкой с запятой:

[значение 1; значение 2; ...; значение M], где M – натуральное число.

Для нашего конкретного случая данные в архиве модуля сбора данных будут представлять собой следующий список:

[[Время 1; Напряжение 1.1; Напряжение 1.2], ..., [Время N; Напряжение N.1; Напряжение N.2]], где: Время I – время проведения измерений для I-й пары испытуемых ламп, Напряжение I.1, Напряжение I.2 – напряжения первой лампы и второй лампы в I-й паре испытуемых ламп.

В исходном архивном файле из ПЛК будем иметь следующий набор данных:

[[Время 1; Значение 1.1; Значение 1.2], ..., [Время K; Значение K.1; Значение K.2]], где K – натуральное число.

«Значение 1» и «Значение 2» программно формируются в ПЛК в виде двоичного кода, группы разрядов которого отражают информацию о номере активной секции, выбранном типе ламп, фамилии оператора и номере его смены. Группировка данных в таком виде «внутри» одного

шестнадцатиразрядного слова позволяет сократить формируемый в ПЛК объем архива. Особенностью программного обеспечения, используемого для передачи архива в ПК, является то, что данные из ПЛК передаются в кодах ASCII, т.е. фактически в шестнадцатеричном формате. Поэтому для выделения исходной информации, при обработке полученного из ПЛК архива, полученные значения необходимо вновь перевести в двоичный формат и обращаться к его отдельным группам бит.

Обращение к данным в программе производится по индексам (индексация начинается с 0) строки и столбца. Например, file[0] обозначает первую строку, а file[0][0] будет представлять собой значение параметра «Время» в первой строке.

Управление выполнением программы осуществляется оператором с помощью интерфейса командной строки. Оператор вводит дату, для результатов измерений которой будет создан общий архив, в формате ГГГГ_ММ_ДД, после чего программа скачивает необходимые архивы и производит формирование общего архива данных. По окончании работы на экран выводится сообщение об успешном выполнении программы.

Алгоритм программы представляет собой цепочку действий, описанных ниже.

Инициализируются переменные для задания имени входного файла архива из контроллера и модуля сбора данных, выходного файла и путей к ним.

Производится открытие файла из контроллера и считывание данных. При этом отбрасывается первая строка заголовков и пустые строки.

Разделение строк на столбцы со значением даты, времени и две группы данных.

Перевод данных из шестнадцатеричной системы в десятичную.

В целях уменьшения количества строк, для каждой секции оставляется только строка момента вхождения секции в область измерения и строка со временем выхода из данной области. Промежуточные строки удаляются и

тем самым мы получаем для каждой секции лишь две строки, определяющие начало и конец процесса измерения на данной секции.

Из столбца данных производится выделение верхней и нижней границ допустимых значений напряжения, числовой номер оператора и группы ламп. Получаем массив, в строках которого содержатся значения времени, номер секции, нижняя и верхняя границы напряжений, номер группы ламп и оператора.

Открытие и считывание данных файла из модуля сбора данных.

Циклически сравнивается значение времени из строк данного файла с временными рамками массива, сформированного ранее. При попадании времени в заданные рамки для секции в соответствующие столбцы массива заносятся значения напряжений.

Сохранение объединенного массива в файл.

Код программы на языке Python представлен в приложении.

В процессе работы этой программы осуществляется не только формирование единого архива из исходных, но и исключение из него «лишних» отсчетов (например, нулевых значений в архивах МСД-200 и контроллера, связанных с непроизводительными перерывами в процессе работы установки из-за смены оператора, перерыва на обед, догрузки новой партии ламп). Реализована возможность формирования архива данных, полученных в ходе проведения контроля, в конкретный промежуток времени. Это позволяет обрабатывать данные контроля и получать обобщающие результаты по конкретной партии продукции.

5.2 Общая обработка данных контроля для использования в корректировке хода технологического процесса изготовления ламп

Прежде чем перейти к анализу данных полученных в ходе проведения контроля, необходимо доказать что случайный процесс распределения

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

значений напряжения на лампах в установившемся режиме отвечает критериям стационарности и эргодичности.

Проверку гипотезы будем производить при помощи пакета прикладных программ MATLAB.

При анализе массива измеренных значений воспользуемся выделением трендовых и периодических составляющих числовых рядов в рамках метода сингулярного разложения. Метод не предусматривает знания параметрической модели ряда и позволяет работать с зашумленными нестационарными временными рядами (измеренными значениями падения напряжения на лампе). Он, в частности, позволяет выделять амплитудно-модулированные гармонические составляющие, что выгодно отличает его от методов, построенных на разложении Фурье.

Для реализации сингулярного разложения воспользуемся стандартной функцией из пакета MATLAB под названием SVD (Singular Value Decomposition).

На рисунке 46 приведены результаты разложения исходных данных на периодическую и случайную составляющие. Они характеризуют отклонение напряжения на лампах от ожидаемого значения. Синей линией выделена периодическая составляющая напряжения, а зелёной случайная составляющая напряжения.

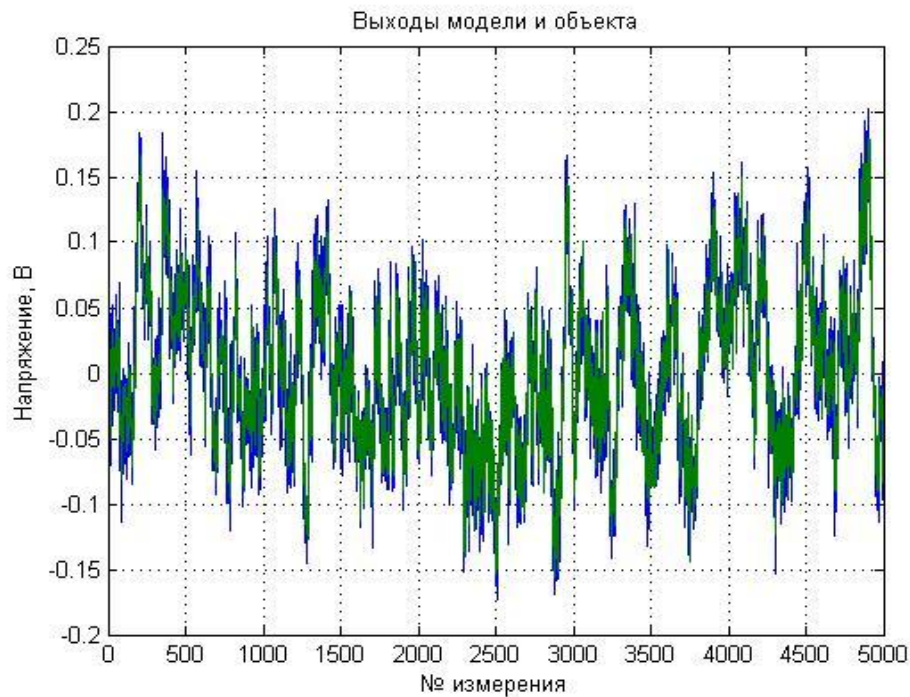


Рисунок 46 – Результаты разложения исходных данных

Случайная составляющая представлена моделью стационарного и эргодического случайного процесса, полученного методом формирующего фильтра. Идентификацию параметров формирующего фильтра проведем с помощью рекуррентного метода наименьших квадратов (РМНК).

Для анализа также будем использовать модель авторегрессии скользящего среднего (АРСС-модель) – это математическая модель, используемая для анализа и прогнозирования стационарных и временных рядов в статистике. Такая модель оказывается подходящей, когда наблюдаемый ряд является суммой двух или более независимых составляющих.

На рисунке 47 представлены оценки коэффициентов АРСС-модели, полученные в результате идентификации, свидетельствующие о сходимости получаемых оценок для натриевых ламп высокого давления ДНаЗ-600.

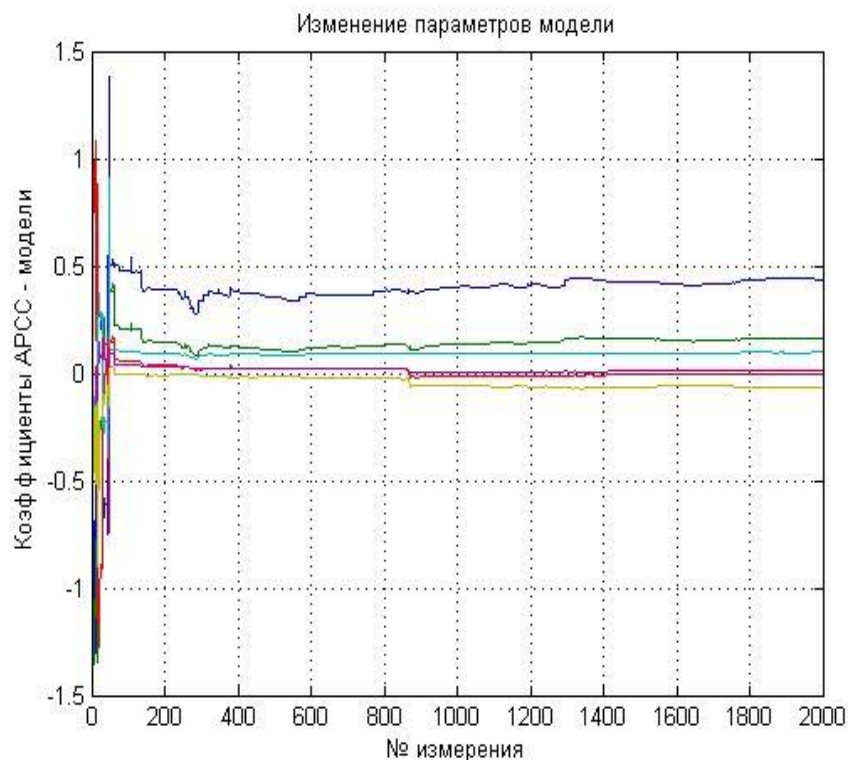


Рисунок 47 – Коэффициенты ARСС-моделей случайных составляющих напряжения на проверяемых лампах: ДНаЗ-600

Характер полученных коэффициентов позволяет сделать вывод о стационарности распределения результирующих значений падения напряжения. Несколько кривых на графике это результат нескольких повторений процесса идентификации. Это сделано для того чтобы показать повторяемость результатов анализа (повторяемость результатов модели поведения).

Проверка гипотезы о нормальном законе распределения полученных результирующих значений напряжений по критерию Колмогорова – Смирнова подтвердилась.

Сингулярное разложение результирующего напряжения на лампе выявило трендовую составляющую и отсутствие периодических составляющих присутствующих в разложении исходного единичного профиля.

В конечном итоге проведение этого анализа показывает стационарность распределения результирующих значений падения напряжения, т.е. стационарный характер хода технологического процесса изготовления ламп. Это в свою очередь дает право говорить о возможности давать рекомендации по внесению поправок в течение технологического процесса и ожидать, что дальнейший анализ опять покажет, что и с учетом поправок процесс должен остаться стационарным.

Доказав стационарность технологического процесса, можно вести разговор о появлении возможности суждений о качестве хода процесса испытания. Резкие отклонения от стационарности результатов контроля, если мы уверены в стационарности технологического процесса могут свидетельствовать об ошибках в организации процесса испытаний, например, об ошибочной установке партии ламп другой марки, не правильной установке оператором уставок. Исходя из этого, технолог может выдвинуть требование о повторной проверке последней партии ламп.

В дальнейшем возможно включение в анализ математической модели лампы с тем, чтобы по статистическому анализу результатов контроля и соответствию полученных результатов параметрам модели можно было определять конкретные рекомендации по улучшению хода технологического процесса с целью улучшения характеристик выпускаемых ламп.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены особенности систем контроля качества натриевых ламп высокого давления, разработана автоматизированная система контроля на базе промышленного контроллера, разработана программа для данной системы.

Результатом проведенных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ следует считать создание автоматизированной системы контроля качества натриевых ламп, позволяющей отслеживать состояние параметров технологического процесса и производить их архивирование для дальнейшей обработки и анализа.

Благодаря реализации программного обеспечения на базе персонального компьютера, функционал системы может быть дополнен без изменений в аппаратной части системы контроля и испытательного стенда.

В дальнейшем предполагается включить в анализ математическую модель лампы с тем, чтобы по статистическому анализу результатов контроля и соответствию полученных результатов параметрам модели можно было определять конкретные рекомендации по улучшению хода технологического процесса с целью улучшения характеристик выпускаемых ламп.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бакламов Н. И. Охрана труда на предприятиях связи и охрана окружающей среды / Н. И. Бакламов, Н. Ж. Китаев, Б. Д. Терехов – М. : Радио и связь, 1989. – 157 с.
2. Беклешов В. К. Техничко-экономическое обоснование дипломных проектов: Учебное пособие / В. К. Беклешов, Л. А. Астреина, В. В. Балдесов – М. : Высш. шк., 1991. – 176 с.
3. Варламов И. Г. Проблемы создания и эксплуатации эффективных систем управления / И. Г. Варламов, И. Е. Залуцкий, Л. П. Серёжин // Промышленные АСУ и контроллеры. – 2004. – №7. – С. 1–7.
4. Оборудование для автоматизации [Электронный ресурс]: // ОВЕН: [сайт инжиниринговой компании] – Режим доступа: <http://owen.ru/>.
5. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования / Под ред. проф. В. П. Дьяконова – М. : СОЛОН-Пресс, 2004. – 256 с.
6. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys / Издат.: Пролог, 2008. – 452 с.
7. Семенов А. Д. Идентификация объектов управления / А. Д. Семенов, Д. В. Артамонов, А. В. Брюхачев. – Пенза: ПГУ, 2005. – 211 с.
8. Туманов М. П. Технические средства автоматизации и управления: цифровые средства обработки информации и программное обеспечение, под ред. А. Ф. Каперко: Учебное пособие. – МГИЭМ. М. : 2005. – 71 с.
9. Шишов О. В. Конфигурирование, программирование и работа в сети базовых компонентов систем промышленной автоматизации / О. В. Шишов. Саранск : Изд-во ИП Афанасьев В. С., 2014. – 160 с.
10. Шишов О. В. Программирование релейных контроллеров : лабораторный практикум / О. В. Шишов. Саранск : Изд-во ИП Афанасьев В. С., 2013. – 148 с.

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

11. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления : учеб. пособие / О. В. Шишов. М. : ИНФРА-М, 2011. – 397 с.
12. Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации : учебник / О. В. Шишов. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – 468 с.
13. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации: учеб. пособие / О. В. Шишов. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с. : ил.
14. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления. – М. : ИНФРА-М, 2011. – 397 с. +CD-R.
15. Эйкхофф, П. Основы идентификации систем управления / пер. с англ. В. А. Лотоцкого, А. С. Манделя; под ред. А. С. Райбмана. – М. : Мир, 1975. – 680

					<i>МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		77

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Программа работы системы контроля качества натриевых ламп высокого давления

```
0001 FUNCTION_BLOCK Panel_in
0002 VAR_INPUT
0003     pusк: BOOL;
0004     stop: BOOL;
0005     in1: BOOL;
0006     in2: BOOL;
0007     in3: BOOL;
0008     in4: BOOL;
0009     in5: BOOL;
0010     in6: BOOL;
0011     in7: BOOL;
0012     in8: BOOL;
0013     in9: BOOL;
0014     in10: BOOL;
0015     in11: BOOL;
0016     in12: BOOL;
0017     in13: BOOL;
0018     in14: BOOL;
0019     in15: BOOL;
0020 END_VAR
0021 VAR_OUTPUT
0022     pusкp: BOOL;
0023     stopp: BOOL;
0024     in1p: BOOL;
0025     in2p: BOOL;
0026     in3p: BOOL;
0027     in4p: BOOL;
0028     in5p: BOOL;
0029     in6p: BOOL;
0030     in7p: BOOL;
0031     in8p: BOOL;
0032     in9p: BOOL;
0033     in10p: BOOL;
0034     in11p: BOOL;
0035     in12p: BOOL;
0036     in13p: BOOL;
0037     in14p: BOOL;
0038     in15p: BOOL;
0039 END_VAR
0040 VAR
0041 END_VAR
```

Рисунок А.1 –Объявление переменных функционального блока Panel_in

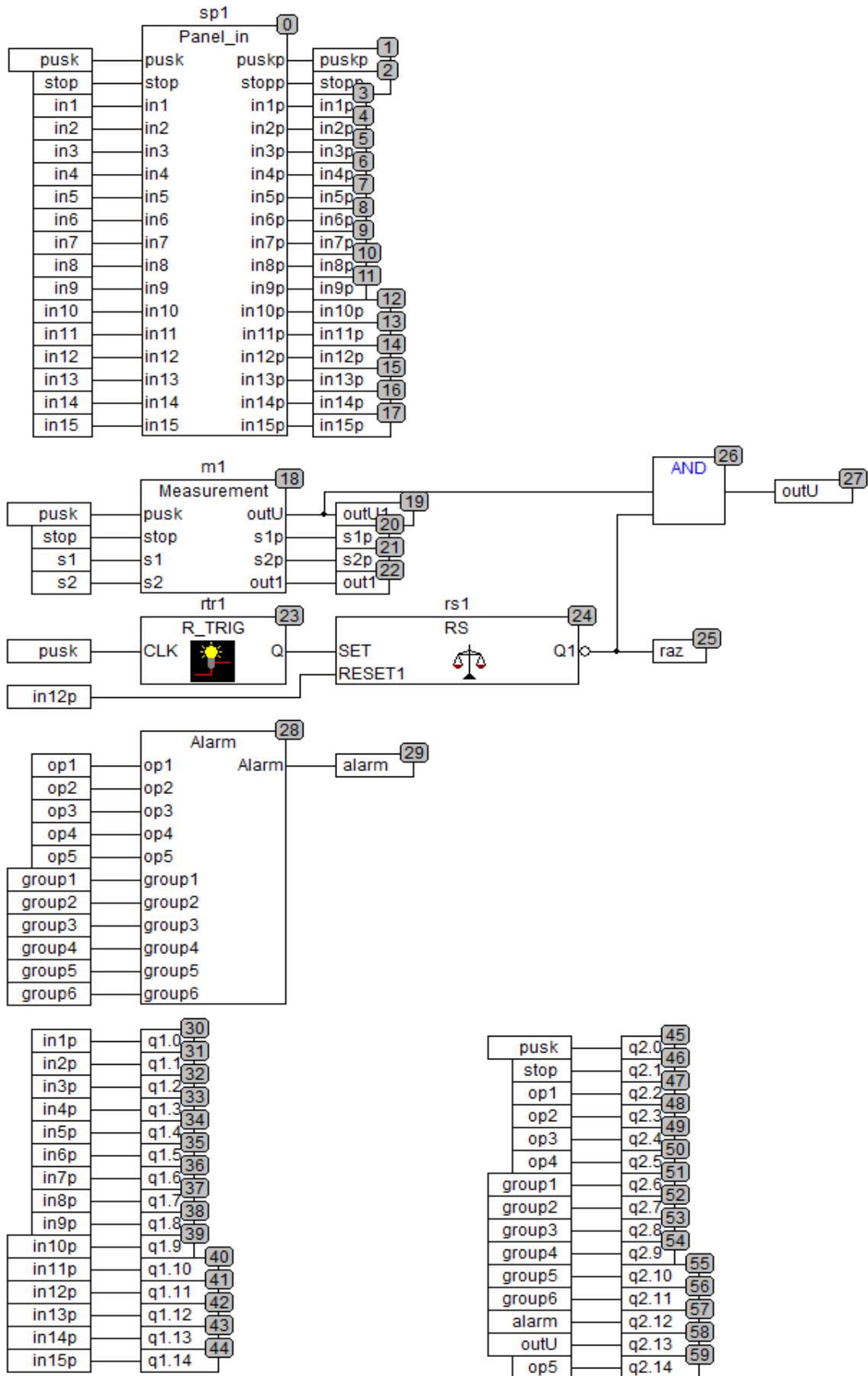


Рисунок А.2 – Код программы

```

0001 in1p := NOT ( in1 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in2;
0002 in2p := NOT (in2 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in3;
0003 in3p := NOT (in3 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in4;
0004 in4p := NOT (in4 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in5;
0005 in5p := NOT (in5 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in6;
0006 in6p := NOT (in6 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in7;
0007 in7p := NOT (in7 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in8;
0008 in8p := NOT (in8 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in9;
0009 in9p := NOT (in9 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in10;
0010 in10p := NOT (in10 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in11;
0011 in11p := NOT (in11 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in12;
0012 in12p := NOT ( in12 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in13;
0013 in13p := NOT (in13 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in14;
0014 in14p := NOT (in14 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in15 AND in13;
0015 in15p := NOT (in15 AND pusк AND NOT stop) AND NOT in1 AND in2;
0016 stopp := stop;
0017 puskp := pusк;

```

Рисунок А.3 – Код функционального блока Panel_in

```

0001 FUNCTION_BLOCK Measurement
0002 VAR_INPUT
0003     pusк: BOOL;
0004     stop: BOOL;
0005     s1: BOOL;
0006     s2: BOOL;
0007 END_VAR
0008 VAR_OUTPUT
0009     outU: BOOL;
0010     s1p: BOOL;
0011     s2p: BOOL;
0012     out1: BOOL;
0013 END_VAR
0014 VAR
0015 END_VAR

```

Рисунок А.4 –Объявление переменных функционального блока Measurement

```

0001 outU := s1 AND (NOT s2) AND pusк AND (NOT stop);
0002 s1p := s1 OR (NOT s2) OR stop;
0003 s2p := (NOT s1) OR s2 OR stop;
0004 out1 := s1 AND (NOT s2);

```

Рисунок А.5 – Код функционального блока Measurement

```

0001 FUNCTION Alarm : BOOL
0002 VAR_INPUT
0003     op1:BOOL;
0004     op2:BOOL;
0005     op3:BOOL;
0006     op4:BOOL;
0007     op5:BOOL;
0008     group1:BOOL;
0009     group2:BOOL;
0010     group3:BOOL;
0011     group4:BOOL;
0012     group5:BOOL;
0013     group6:BOOL;
0014 END_VAR
0015 VAR
0016     ops:INT;
0017     groups:INT;
0018 END_VAR

```

Рисунок А.6 –Объявление переменных функционального блока Alarm

```

0001 ops := BOOL_TO_INT(op1) + BOOL_TO_INT(op2) + BOOL_TO_INT(op3) +
0002     BOOL_TO_INT(op4) + BOOL_TO_INT(op5);
0003 groups := BOOL_TO_INT(group1) + BOOL_TO_INT(group2) + BOOL_TO_INT(group3) +
0004     BOOL_TO_INT(group4) + BOOL_TO_INT(group5) + BOOL_TO_INT(group6);
0005 Alarm := (ops > 1) OR (groups > 1);

```

Рисунок А.7 – Код функционального блока Alarm

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Программа создания объединенного архива данных о ходе процесса контроля качества

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

"Объединение двух файлов по времени"

import csv, math, fGroupOp

#Имя файла из контроллера
input1 = 'File_Name'

#Имя файла из архиватора
input2 = input('Введите дату в формате "гггг_мм_дд":\n')
#input2 = '2017_08_01'

#Имя выходного файла
output = input2

#Путь к файлу из контроллера
inputPath1 = 'D:\\ПО_trenirovka\\Input\\'

#Путь к файлу из архиватора
inputPath2 = 'D:\\ПО_trenirovka\\Input\\' + input2[0:7] + '\\'

#Путь к выходному файлу
outputPath = 'D:\\ПО_trenirovka\\Output\\'

#Открытие файла из контроллера для чтения
File1 = open(inputPath1 + input1 + '.csv', newline='')
Reader1 = csv.reader(File1, delimiter=';')
```

					МД – 02069964 – 11.04.04. – 08 – 18	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

```

#Открытие файла из архиватора для чтения
File2 = open(inputPath2 + input2 + '.csv', newline='')
Reader2 = csv.reader(File2, delimiter=';')
#Открытие файла для записи
csvFile = open(outputPath + output + '.csv', 'w', newline='')
csvWriter = csv.writer(csvFile, delimiter=';')
#файл контроллера
rows1 = []
#файл архиватора
rows2 = []
#Чтение файла из архиватора
for row in Reader2:
    if Reader2.line_num == 1:
        continue
    if row[0] != "":
        row.append('0')
        row.append('0')
        row.append('0')
        row.append('0')
        row.append('0')
        rows2.append(row)
#Редактирование формы файла из контроллера
for row in Reader1:
    #Пропуск строки заголовков
    if row != [] and row[0][:3] == 'Arx':
        continue
    #Пропуск пустых строк
    if row != []:
        #Разделение строки на дату, время и данные
        m = str(row[0]).replace(' ', '#').replace('=', '#').split('#')

```

```

del m[2]
del m[2]
del m[3]
del m[3]
rows1.append(m)

#Перевод данных в десятичную систему счисления
for row in rows1:
    row[2] = str(int(math.log2(int(row[2], 16))+1))
    row[3] = str(int(row[3], 16))

#Выделение временных интервалов на секцию
m = 4
while m > 0:
    m = m - 1
    for i in range(len(rows1)-1):
        if i < len(rows1)-1 and i > 0:
            if rows1[i-1][2] == rows1[i][2] and rows1[i][2] == rows1[i+1][2]:
                rows1.pop(i)
if rows1[0][2] != rows1[1][2]:
    rows1.pop(0)

#Сопоставление данных по времени
for i in range(len(rows2)):
    for j in range(0,len(rows1),2):
        if rows1[j][0].replace('.', '_') == input2:
            if rows2[i][0] >= rows1[j][1] and rows2[i][0] <= rows1[j+1][1]:
                rows2[i][3] = rows1[j][2]
                rows2[i][4] = rows1[j][3]

#Удаление лишних строк
rows21 = []
for i in rows2:
    if i[3] != '0' and i[1] != '0,0' and i[2] != '0,0':

```

```

        rows21.append(i)
#Добавление границ напряжений
for i in range(len(rows2)):
    if int(rows2[i][4]) >= int('65'):
        n, u, d = fGroupOp.fGroup(rows2[i][4])
        op = fGroupOp.fOp(rows2[i][4])
        rows2[i][4] = u
        rows2[i][5] = d
        rows2[i][6] = 10*n
        rows2[i][7] = 10*op
#Запись данных в файл
rows21.insert(0, ['Время','Напряжение фазы 1','Напряжение фазы 2','Секция',
'Нижняя граница', 'Верхняя граница', 'Группа ламп', 'Оператор'])
for row in rows21:
    csvWriter.writerow(row)
csvFile.close()
File1.close()
File2.close()
print('Successfully combined!!!')

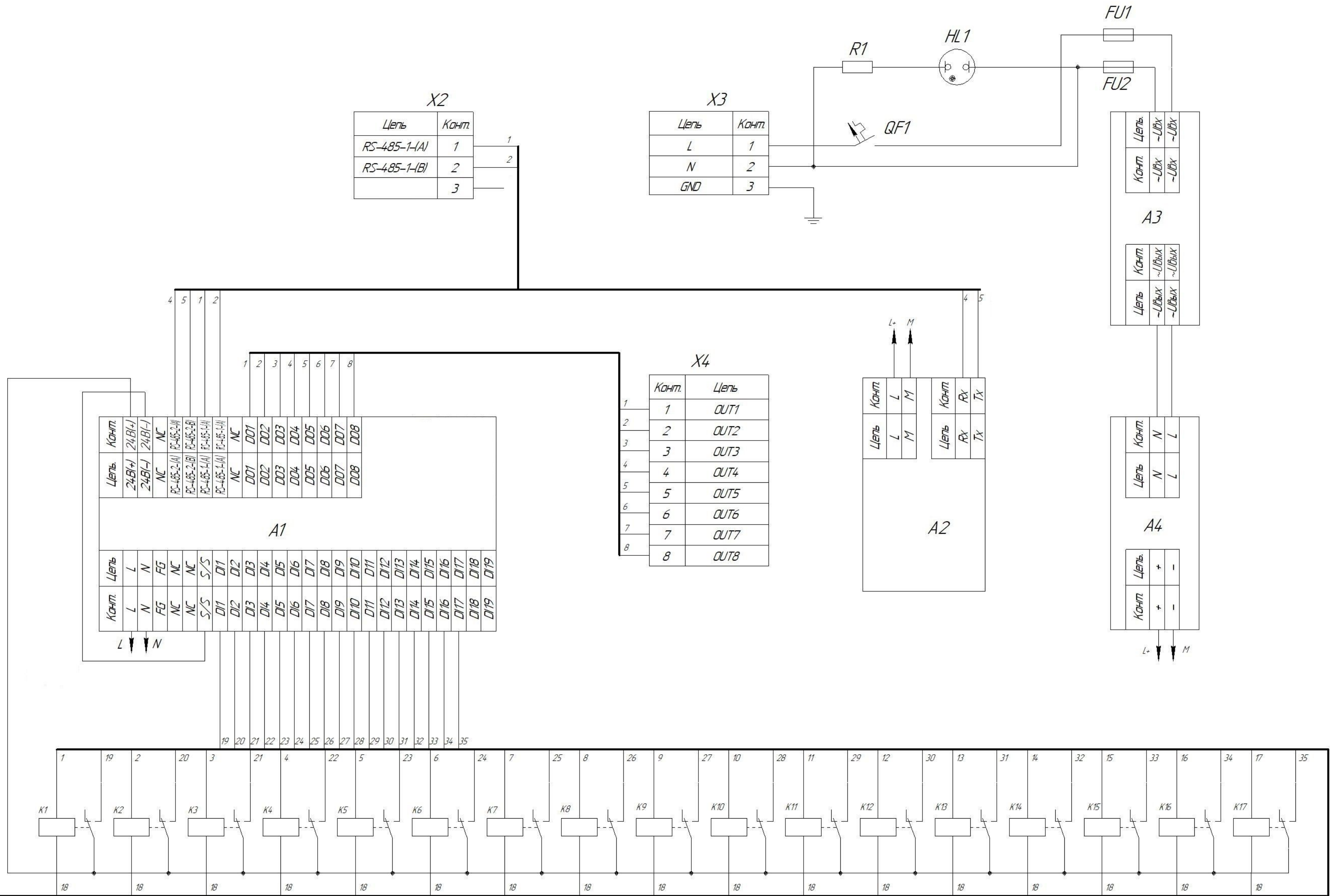
```

Цель	Конт.	
Пуск	1	1
Стоп	2	2
IN1	3	3
IN2	4	4
IN3	5	5
IN4	6	6
IN5	7	7
IN6	8	8
IN7	9	9
IN8	10	10
IN9	11	11
IN10	12	12
IN11	13	13
IN12	14	14
IN13	15	15
IN14	16	16
IN15	17	17
Общий	18	18

Цель	Конт.
RS-485-1-(A)	1
RS-485-1-(B)	2
	3

Цель	Конт.
L	1
N	2
GND	3

Конт.	Цель
1	OUT1
2	OUT2
3	OUT3
4	OUT4
5	OUT5
6	OUT6
7	OUT7
8	OUT8



МД-02069964-11.04.04-08-18 33				Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1		1:1
Разработ	Троянский А. В.	Шибанов О. В.	25.06.18			
Проб.	Шибанов О. В.		01.06.18			
Т.контр.						
И.контр.	Шестеркина А. А.		25.06.18	МГУ им. Н. П. Огарева ИЭС ЭЭБ 611		
Утв.	Беспалов Н. Н.		25.06.18	Лист 1	Листов 1	

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Устройства</u>		
		1	A1	ОВЕН П/К110-220.60.P	1	
		2	A2	ОВЕН СПЗ10-Б	1	
		3	A3	ОВЕН БСФ-ДЗ-1,2	1	
		4	A4	ОВЕН БП60Б-Д4-24	1	
				<u>Предохранители</u>		
		1	FU1, FU2	Siba 179020.1, 1A, 250В	2	
				<u>Индикаторы</u>		
		1	HL1	Daier N-PLI604-Y	1	
				<u>Реле</u>		
		1	K1.K17	НПС68А-2Z-220А	17	
				<u>Резисторы</u>		
		1	R1	МО-100 (С2-23) 1 Вт, 100 кОм, 5%	1	
				<u>Клеммники</u>		
		1	X1	TDM SQ0531-0010	1	
		2	X2 X3	Wago 222-413	2	
		3	X4	Wago 2273-208	1	

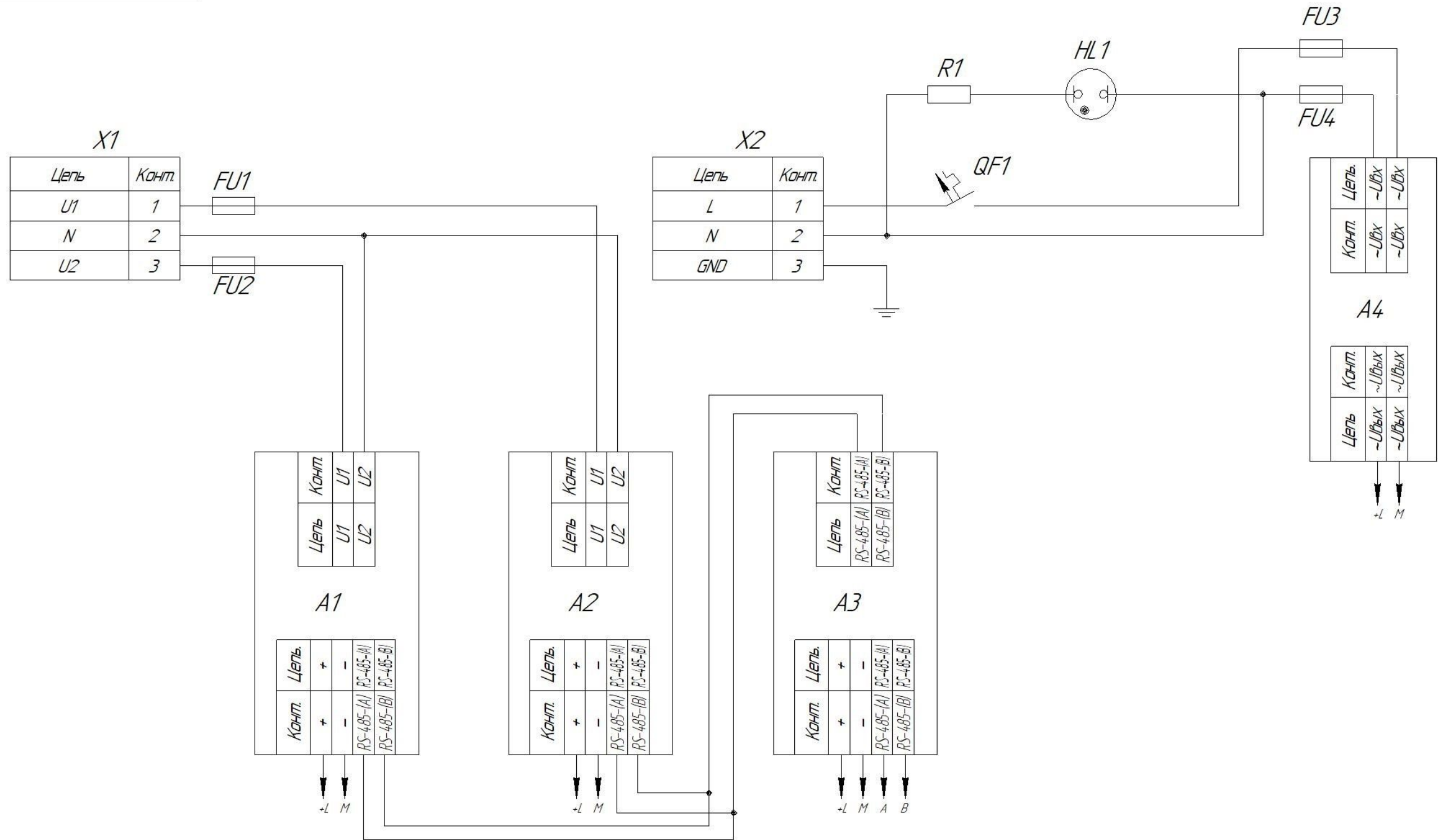
МД-02069964-11.04.04-08-18 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Троянский А. В.		25.06.18
Проб.		Шишов О. В.		25.06.18
Н.контр.		Шестеркина А. А.		25.06.18
Утв.		Беспалов Н. Н.		25.06.18

Система управления
Перечень элементов

Лит.	Лист	Листов
	1	1

МГУ им. Н. П. Огарёва
ИЭС ЭНЗ 611



				МД-02069964-1104.04-08-18 33		
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Система измерения Схема электрическая принципиальная	Лист	Масштаб
Разраб.	Троянский А. В.	<i>[Signature]</i>	25.06.18			1:1
Проб.	Шильов О. В.	<i>[Signature]</i>	25.06.18		Лист 1	Листов 1
Т.контр.					МГУ им. Н. П. Огарева ИЭС ЭНБ 611	
И.контр.	Шестеркина А. А.	<i>[Signature]</i>	25.06.18			
Утв.	Беспалов Н. Н.	<i>[Signature]</i>	25.06.18			

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Устройства</u>		
		1	A1, A2	ОВЕН МЭ110-224 1Н	2	
		2	A3	ОВЕН МСД-200	1	
		3	A4	ОВЕН БП30Б-ДЗ-24	1	
				<u>Предохранители</u>		
		1	FU1..FU4	Siba 179020.1, 1A, 250В	4	
				<u>Индикаторы</u>		
		1	HL1	Daier N-PLI604-Y	1	
				<u>Автоматические выключатели</u>		
		1	QF1	ABB SH201L C16		
				<u>Резисторы</u>		
		1	R1	MO-100 (C2-23) 1 Вт, 100 кОм, 5%	1	
				<u>Клемники</u>		
		1	X1, X2	Wago 222-413	2	

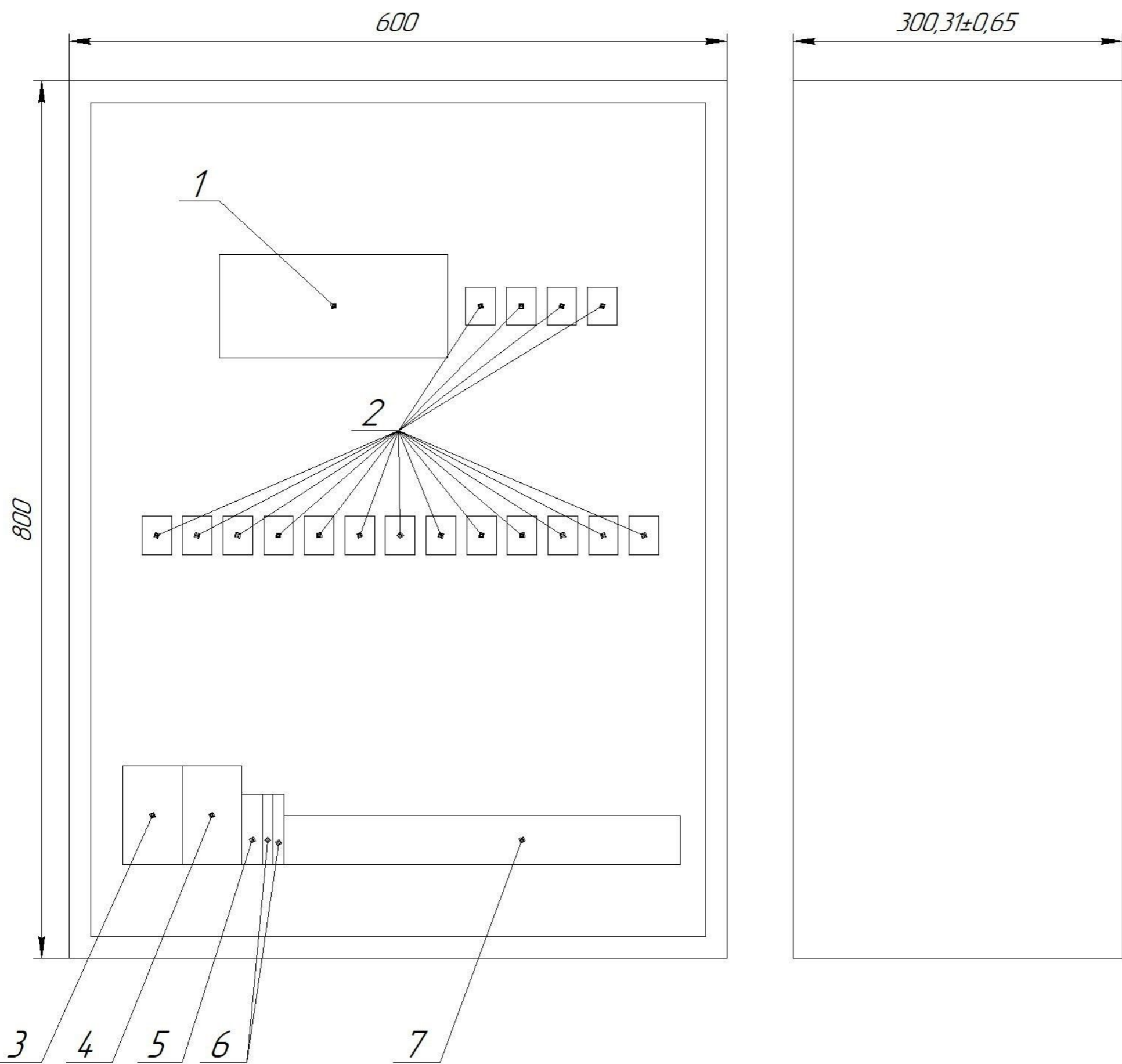
МД-02069964-11.04.04-08-18 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Троянский А. В.		25.06.13
Проб.		Шихов О. В.		25.06.14
Н.контр.		Шестеркина А. А.		25.06.14
Утв.		Беспалов Н. В.		25.06.14

Система измерения
Перечень элементов

Лит.	Лист	Листов
	1	1

МГУ им. Н. П. Огарева
ИЭС ЭНЗ 611



МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Изм/Лист	№ докум	Подп	Дата			1:4
Разраб	Тролянский А. В.	<i>[Signature]</i>	27.06.18			
Проб	Шшиад О. В.	<i>[Signature]</i>	27.06.18			
Т.контр.				Лист	Листов	1
Аконтр	Шестеркина А. А.	<i>[Signature]</i>	25.06.18	МГУ им. Н. П. Огарева ИЭС ЭНЭ 611		
Утв	Беспалов Н. И.	<i>[Signature]</i>	25.06.18			

Шкаф управления
Сборочный чертеж

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			МД-020699640-11.04.04-08-18 СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Прочие изделия</u>		
		1		Контроллер ОВЕН ПЛК110-220-60P	1	
		2		Электромагнитное реле ННС68А-22-220А	17	
		3		Сетевой фильтр ОВЕН БСФ-ДЗ-1,2	1	
		4		Блок питания ОВЕН БП60Б-Д4-24	1	
		5		Клеммник Wago 222-413	2	
		6		Клеммник Wago 2273-208	1	
		7		Клеммник Dinkle 2ESDV-35P	1	

МД-02069964-11.04.04-08-18

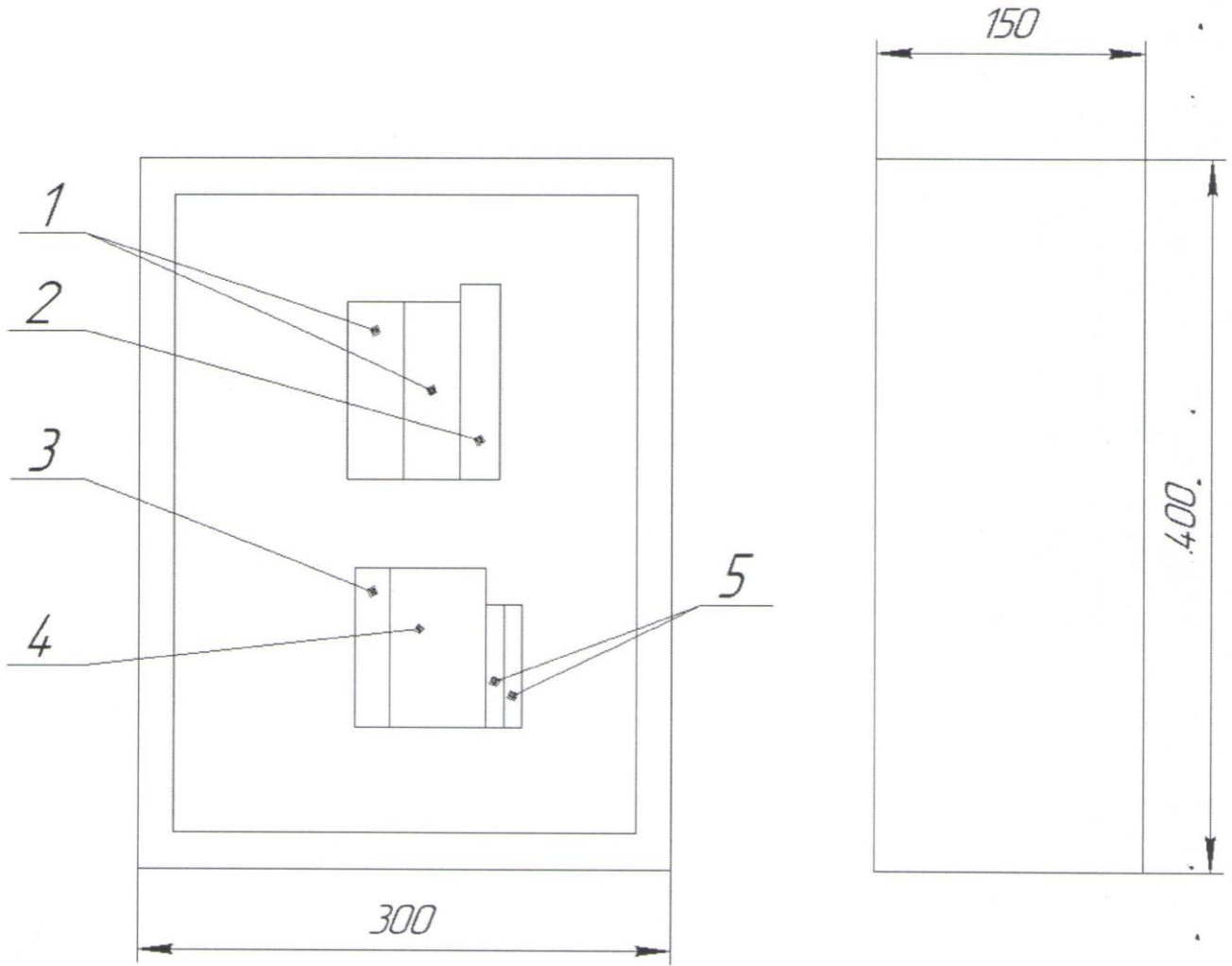
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Троянский А. В.		25.06.18
Пров.		Шихов О. В.		25.06.18
Н.контр.		Шестеркина А. А.		25.06.18
Утв.		Беспалов Н. Н.		25.06.18

Шкаф управления

Лит.	Лист	Листов
	1	1

МГУ им. Н. П. Огарева
ИЭС ЭНЭ 611

МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ



				МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шкаф измерения Сборочный чертеж	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Троянский А. В.	<i>[Signature]</i>	25.06.18				1:4
Проб.	Шишов О. В.	<i>[Signature]</i>	25.06.18				
Т.контр.					Лист	Листов	1
Н.контр.	Шестеркина А. А.	<i>[Signature]</i>	25.06.18	МГУ им. Н. П. Огарева ИЭС ЭНЭ 611			
Утв.	Беспалов Н. И.	<i>[Signature]</i>	25.06.18				

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			МД-02069964-11.04.04-08-18	Сборочный чертеж		
				<u>Прочие изделия</u>		
		1		Измерительный модуль ОВЕН МЭ110-224 1Н	2	
		2		Модуль сбора данных ОВЕН МСД-200	1	
		3		Автоматический выключатель ABB SH201L C16	1	
		4		Блок питания ОВЕН БП30Б-ДЗ-24	1	
		5		Клеммы Wago 222-413	2	

МД-02069964-11.04.04-08-18

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Троянский А. В.		25.06.18
Проб.		Шишов О. В.		25.06.18
Н.контр.		Шестёркина А. А.		25.06.18
Утв.		Беспалов Н. Н.		25.06.18

Шкаф измерения

Лит.	Лист	Листов
	1	1

МГУ им. Н. П. Огарева
ИЭС ЭНЗ 611

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Примечание
1			<u>Документация текстовая</u>		
2					
3	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18	Пояснительная записка	85	
4	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18	Листинг программы	4	Прил. А
5			работы системы контроля		
6			качества натриевых ламп		
7			высокого давления		
8	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18	Листинг программы	4	Прил. Б
9			создания объединенного		
10			архива данных		
11	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18 ПЭЗ	Перечень элементов	1	Прил. В
12			системы управления		
13	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18 ПЭЗ	Перечень элементов	1	Прил. Г
14			системы измерения		
15	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ	Спецификация	1	Прил. Д
16	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ	Спецификация	1	Прил. Е
17					
18			<u>Графическая документация</u>		
19					
20	A2	МД-02069964-11.04.04-08-18 ЭЗ	Система управления	1	Прил. В
21			Схема электрическая		
22			принципиальная		
23	A3	МД-02069964-11.04.04-08-18 ЭЗ	Система измерения	1	Прил. Г
24			Схема электрическая		
25			принципиальная		
26	A3	МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ	Шкаф управления	1	Прил. Д
27	A4	МД-02069964-11.04.04-08-18 СБ	Шкаф измерения	1	Прил. Е

МД-02069964-11.04.04-08-18

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Гроянский А. В.		25.06.18	Ведомость	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Шишов О. В.		25.06.18			1	1
Н. контр.		Шестёркина А. А.		25.06.18		МГУ им. Н. П. Огарёва		
Утв.		Беспалов Н. Н.		25.06.18				