



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**  
**(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)**

---

**Институт цифровых  
интеллектуальных систем**

**Кафедра  
компьютерных систем управления**

**Грибанов Александр Дмитриевич**

Выпускная квалификационная работа по направлению подготовки  
15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»,  
профиль «Автоматизация технологических процессов и производств (в машиностроении)»  
на тему:

**«Разработка системы управления уровнем освящения производства на базе  
программируемого логического контроллера»**

Регистрационный номер № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой,  
д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Мартинов Георги Мартинов

Руководитель,  
к.н.т., доцент

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Никишечкин Анатолий Петрович

Обучающийся:  
студент гр. АДБ-21-08

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Грибанов Александр Дмитриевич

**Москва 2024**



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**  
**(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)**

---

**Институт цифровых  
интеллектуальных систем**

**Кафедра  
компьютерных систем управления**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Мартинов Г. М.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**ЗАДАНИЕ**

На выпускную квалификационную работу  
по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и  
производств»,  
профиль: «Автоматизация технологических процессов и производств (в  
машиностроении)»

**Грибанов Александр Дмитриевич**

**группа АДБ-21-08**

Тема: «Разработка системы управления уровнем освещения производства на базе  
программируемого логического контроллера»

Тема утверждена приказом от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_\_

Срок сдачи законченной ВКР на кафедру «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г.

Целями данной выпускной квалификационной работы является обеспечить производство микроэлектроники системой автоматического освещения. Повысить эффективность использования ресурсов а так же сделать производства безопасными.

Актуальность данной работы обусловлена несколькими факторами.

Во-первых, автоматизация процессов управления освещением позволяет минимизировать человеческий фактор, что, в свою очередь, снижает вероятность ошибок и повышает безопасность на производстве

Во-вторых, в условиях глобального потепления и истощения природных ресурсов, эффективное использование электроэнергии становится приоритетной задачей для многих предприятий.

В-третьих, использование доступных и простых в реализации технологий, таких как ПЛК, делает автоматизацию освещения доступной для широкого круга пользователей, включая малые и средние предприятия.

Задачи:

1. Проанализировать доступные устройства для реализации системы автоматического управления освещением
2. Разработать алгоритм управления освещением
3. Разработать программу управления освещением
4. Реализовать модель системы автоматического освещения

Руководитель,  
старший преподаватель \_\_\_\_\_ Никишечкин Анатолий Петрович

Студент гр. АДБ-21-08 \_\_\_\_\_ Грибанов Александр Дмитриевич

**ГРАФИК**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Мероприятия	Сроки выполнения	Отметка руководителя о выполнении

График составлен «    » октября 2023 г.

С графиком ознакомлен \_\_\_\_\_ Грибанов А.Д.

Руководитель \_\_\_\_\_ к.н.т., доцент  
Никишечкин А.П.

## Содержание

Введение .....	6
ГЛАВА 1 Анализ контролируемого параметра и выбор основных комплектующих .....	8
1.1. Анализ контролируемого параметра .....	8
1.2. Выбор программируемого логического контроллера .....	8
1.3. Выбор HMI панели .....	11
1.4. Выбор Arduino.....	13
1.5. Выбор осветительных приборов .....	14
1.6. Выбор датчиков освещённости .....	14
1.7. Выбор языка программирования ПЛК .....	14
ГЛАВА 2. Теоретические основы системы автоматического управления освещением и основные свойства системы .....	18
ГЛАВА 3. Реализация системы управления освещением.....	23
ГЛАВА 4. Выводы по проделанной работе .....	36
Список литературы .....	37

## Введение

Автоматизация освещения на производстве представляет собой важный аспект современного подхода к управлению ресурсами и оптимизации рабочих процессов. В условиях стремительного развития технологий и увеличения требований к энергоэффективности, необходимость внедрения автоматизированных систем управления освещением становится все более актуальной. В данной дипломной работе рассматривается система автоматизации освещения, основанная на использовании контроллера ПЛК Arduino и HMI-панели, что позволяет не только повысить уровень комфорта на производстве, но и значительно сократить затраты на электроэнергию.

Для повышения энергоэффективности и безопасности производства необходимо автоматизировать включение и регулирование уровнем освещённости на производстве. Это позволит снизить затраты на производство, повысить качество деталей а так же повысит безопасность персонала.

Проанализировав рынок система автоматического управления освещением я пришел к нескольким выводам:

- 1) Компаний, которые занимаются системой автоматического освещения производств очень мало.
- 2) Системы не имеют гибкости в уровне освещения. Они устанавливаются под конкретное производство и не подразумевают повышения уровня освещённости.
- 3) Готовое решение имеет большую стоимость, что будет усложнять интеграцию системы для малых и средних производств.

Рассмотрим наиболее популярные компании занимающиеся системами автоматического освещения производств.

- 1) Готовое решение от компании “Новатек электро” –подходит для освещения производства, однако имеет большую стоимость.

- 2) Набор комплектующих от компании “Энергозапад” – предоставляют комплект автоматизации освещением однако установка и настройка не предоставляется.
- 3) Компания “ПромТехнолог” –предоставляют только устройство для автоматизации освещением. Датчики и осветительные приборы докупаются отдельно. Установка и настройка осуществляется самостоятельно

Рассмотрев предложения на рынке, можно подвести итог. От нас требуется разработать систему для управления освещённостью, которая будет перенастраиваться под условия производства, а так же будет полностью укомплектована всеми датчиками и осветительными приборами.

## **ГЛАВА 1 Анализ контролируемого параметра и выбор основных комплектующих**

### **1.1. Анализ контролируемого параметра**

Для реализации системы автоматического управления освещением, необходимо выделить основной параметр:

- Тип работ производственного помещения. В зависимости от точности производимых работ, нормы освещённости меняются в пределах от 200 лк до 1250 лк

Опираясь на тип работ и их точность мы можем сформировать основные требования к системе управления освещением. Это позволит нам повысить качество выпускаемой продукции предприятия и снизить нагрузку на электросеть

### **1.2. Выбор программируемо логического контроллера**

В наших реалиях, основным элементом решения логических задач на производстве выступает программируемый логический контроллер.

ПЛК (Программируемый логический контроллер) — это специализированное электронное устройство, предназначенное для автоматизации управления технологическими процессами, механизмами и системами. ПЛК используется в качестве центрального элемента для управления оборудованием и осуществления логических операций в промышленных и других автоматизированных системах.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) состоит из нескольких основных компонентов, каждый из которых выполняет свою функцию в процессе автоматизации и управления. Рассмотрим их подробно:



## 1. Центральный процессор (CPU)

Центральный процессор является «мозгом» ПЛК. Он отвечает за выполнение программного кода, обработку входных сигналов, выполнение логических операций и выдачу управляющих сигналов.

## 2. Модуль памяти

Память ПЛК используется для хранения:

- Программы — логики, алгоритмов управления, которые выполняются процессором.
- Данных — информации о текущем состоянии системы, значениях с датчиков и других временных данных, необходимых для выполнения операций.

## 3. Входные и выходные модули (I/O модули)

Эти модули обеспечивают связь ПЛК с внешними устройствами:

- Входные модули принимают сигналы с различных датчиков и устройств (например, температуры, давления, уровня) и передают информацию в ПЛК.
- Выходные модули получают сигналы от ПЛК и передают их на исполнительные устройства, такие как двигатели, насосы, электромагнитные клапаны и т.д.

Входы и выходы могут быть цифровыми (вкл/выкл) или аналоговыми (например, для измерения уровня освещенности).

#### 4. Панель оператора (HMI – человеко-машинный интерфейс)

Панель оператора или дисплей — это интерфейс между пользователем и ПЛК.

Через HMI операторы могут:

- Просматривать текущие состояния системы.
- Управлять процессами.
- Получать информацию об ошибках.
- Вносить изменения в настройки системы.

Это может быть сенсорный экран, физическая клавиатура или даже более сложная SCADA-система, связанная с ПЛК.

Проведем анализ самых популярных ПЛК доступных в России и выберем подходящий для наших задач

Таблица 1 Сравнение наиболее популярных ПЛК

Модель	Примерная стоимость ПЛК	Поддерживаемые протоколы	Уровень знания ПЛК
ОВЕН ПЛК 323 — 220/24	40 000 руб.	ModBus-TCP, CODESYS, Gateway, TCP-IP, UDP-IP, CODESYS Network Variables, PPP	Нет опыта работы
ОВЕН ПЛК 160	40 700 руб.	ModBus-TCP, CODESYS, Gateway, TCP-IP, UDP-IP, CODESYS Network Variables, PPP	Нет опыта работы
Delta DVP12SE11R	35 850 руб.	MODBUS TCP, Ethernet/IP, WPLSoft, ISPSOft	Есть опыт работы

Выбор был сделан в пользу ПЛК Delta DVP12SE11R. При выборе ПЛК я опирался на основные параметры.

- 1) Наличие в РФ
- 2) Стоимость ПЛК

- 3) Наличие большого количества DI/DO
- 4) Возможность доукомплектования дополнительными модулями
- 5) Опыт работы с ПЛК

Таблица 2 Технические характеристики ПЛК Delta DVP12SE11R

Количество входов/выходов	8/4
Напряжение питания	24 В
Потребляемая мощность, не более	1,8 Вт
Расширяемость	Да
Поддерживаемые промышленные протоколы	Ethernet, RS-485, USB, WPLSoft, ISPSOft
Габаритные размеры	37×90×50 мм
Масса, не более	250 г

### 1.3. Выбор HMI панели

Панель HMI (человеко-машинный интерфейс) — это устройство, предназначенное для взаимодействия человека с машиной или системой. По сути, HMI служит посредником, который позволяет оператору управлять оборудованием и контролировать его, отображать данные и получать информацию о его состоянии. Такие панели часто используются в промышленности, на производственных линиях, в автоматизации зданий и в других сферах, где требуется мониторинг и управление техническими процессами.

HMI обычно включает в себя сенсорный экран или кнопки, с помощью которых пользователь может настроить параметры системы, просматривать результаты работы оборудования или реагировать на предупреждения и

ошибки. Современные панели также могут подключаться к различным сетям и обмениваться данными с другими устройствами или центральными системами, что позволяет интегрировать их в более сложные системы управления.

В зависимости от сложности и назначения HMI-панели могут варьироваться от простых дисплеев с базовой информацией до многофункциональных устройств, позволяющих настраивать сложные процессы и отображать графику.

Проведем анализ HMI панелей представленных в России и выберем подходящую под наши требования

Таблица 3 Сравнение наиболее популярных HMI

Модель	Примерная стоимость ПЛК	Поддерживаемые протоколы	Уровень знания HMI
Siemens SIMATIC HMI	145 834 руб.	Последовательный RS232, MPI, PROFIBUS DP, Industrial Ethernet, USB	Нет опыта работы
Omron NB Series	126 100 руб.	последовательный (RS-232C/422A/485), USB, Modbus-RTU	Нет опыта работы
Weinview tk6071ip	26 038 руб.	RS-485/RS-422, USB Client (Micro USB разъем)	Есть опыт работы

При выборе HMI панели опирался на цену и опыт работы с HMI

Выбрал Weinview tk6071ip

Таблица 4 Характеристики HMI панели Weinview tk6071ip

Дисплей	7" TFT ЖК дисплей
Разрешение	800 x 480 точек
Ресурс подсветки	> 30 000 часов
USB-порт	USB 2.0 x 1 (загрузка ПО через кабель Micro USB)
COM-порт	COM1: RS232 COM2: RS485 (2/4 проводное)
Питание	10,5~24В пост.тока
Степень защиты	IP65 передняя панель
Температура при работе	0~50°C

#### 1.4. Выбор Arduino

Для управления освещением необходимо получать информацию с датчиков освещённости. С этим нам поможет Arduino Nano с 2 дополнительными модулями. Модуль L298N будет использоваться для управления светодиодной лентой. Модуль MAX485 необходим для получения информации с датчиков освещённости и передачи их на Arduino/

Arduino Nano- это компактная и популярная плата для разработки, использующая платформу Arduino. Она предназначена для создания различных электронных проектов и прототипов. Благодаря небольшому размеру

Плата оснащена микроконтроллером ATmega328P, который управляет всеми процессами на плате. В отличие от других моделей Arduino, например Arduino Uno, Nano значительно меньше, но при этом сохраняет все основные функции. Она включает 14 цифровых пинов ввода/вывода, 8 аналоговых входов и несколько пинов для питания и передачи данных.

Одной из ключевых особенностей Arduino Nano является возможность программирования через USB-кабель, что делает ее удобной для работы с

компьютером. Она также совместима с открытым программным обеспечением Arduino IDE, что позволяет легко загружать и тестировать код.

Таблица 5 Характеристики Arduino Nano

Рабочее напряжение	5 В
Напряжение питания	от 7 до 12 В
Максимальная токовая нагрузка на DI/DO	40 мА
Flash память	32 Кб
SRAM	2 Кб
EEPROM	1 Кб
Частота работы	16 МГц

### **1.5. Выбор осветительных приборов**

Для системы автоматического управления обычные осветительные приборы не подойдут. Для реализации модели была выбрана светодиодная лента с адресным управлением SMD 2835. В зависимости от подаваемого напряжения на ленту, яркость светодиодов будет меняться. Это и будет обеспечивать гибкость освещения для разных видов производств.

### **1.6. Выбор датчиков освещённости**

В качестве датчика освещения был выбран Фоторезистор GL5516. Он удовлетворяет всем необходимым характеристикам и при этом имеет доступную цену

### **1.7. Выбор языка программирования ПЛК**

После выбора основных параметров и компонентов для системы управления, у нас появляется вопрос выбора языка программирования ПЛК. Для программирования ПЛК допускается применять только языки описанные в стандарте МЭК 61131-3, который подразумевает 5 стандартных языков.

МЭК 61131-3 — это стандарт, разработанный Международной электротехнической комиссией (МЭК), который регламентирует программирование и описание программируемых логических контроллеров (ПЛК). Он включает в себя описание языков программирования, используемых для создания управляющих систем. Этот стандарт важен для разработки и применения автоматизированных систем управления.

Основные положения МЭК 61131-3:

**Языки программирования:** Стандарт описывает пять основных языков программирования для ПЛК:

**Лестничные схемы** (Ladder Diagram, LD): визуальный язык программирования, напоминающий схемы электрических соединений. Он используется для реализации логики управления с использованием релейных принципов.

**Списковая диаграмма** (Functional Block Diagram, FBD): графический язык, основанный на взаимосвязанности функциональных блоков, что позволяет создавать более сложные системы управления.

**Структурированный текст** (Structured Text, ST): текстовый язык программирования, похожий на языки высокого уровня, такие как Pascal или C. Он используется для описания более сложных алгоритмов.

**Язык объектов** (Instruction List, IL): низкоуровневый язык программирования, схожий с ассемблером, однако с меньшей популярностью в последние годы.

**Диаграмма переходов состояний** (Sequential Function Charts, SFC): язык, использующий диаграмму состояний для представления последовательности операций в автоматизированных системах.

Таблица 6 Языки программирования

Язык	Тип языка	Преимущества	Недостатки
LD (Лестничная диаграмма)	Графический	Легкость восприятия, подходит для простых процессов	Ограничен в логике, трудно для сложных алгоритмов
ST (Структурированный текст)	Текстовый	Простота для сложных алгоритмов, аналог Pascal и C	Меньше визуализации, требует знаний в программировании
FBD (Блок-схема функций)	Графический	Хорошо подходит для работы с функциями и блоками	Сложность при масштабировании
SFC (Диаграмма последовательных функций)	Графический	Удобен для пошаговых процессов, чёткие этапы	Не подходит для сложной логики или больших данных
IL (Низкоуровневый язык)	Текстовый (низкоуровневый)	Высокая скорость, прямой контроль над оборудованием	Сложность в программировании и поддержке



МЭК 61131-3 вводит понятие функциональных блоков (FB), которые представляют собой основные элементы программы. Каждый блок выполняет определённую задачу, например, управление насосом или регулировка осыщения. Блоки могут быть параметризованы и повторно использованы в различных частях программы.

**Переменные и типы данных:** Стандарт определяет множество типов данных, которые могут быть использованы в программировании ПЛК. Среди них — булевы, целочисленные, вещественные и строковые типы, а также более сложные структуры данных, такие как массивы и записи.

**Модульность и повторное использование:** Важной особенностью стандарта является возможность создания модульных программ, которые можно повторно использовать. Это обеспечивает удобство при разработке больших и сложных систем управления, где часто встречаются одинаковые логические элементы.

**Системы управления и интерфейсы:** МЭК 61131-3 также описывает механизмы взаимодействия ПЛК с внешними системами, такими как датчики, исполнительные механизмы и пользовательские интерфейсы. Стандарт предоставляет средства для описания взаимодействия с различными устройствами и обмена данными между компонентами системы.

**Интероперабельность и стандарты:** Стандарт МЭК 61131-3 поддерживает создание программ, которые могут быть выполнены на различных ПЛК от разных производителей, обеспечивая таким образом интероперабельность. Это значительно упрощает интеграцию оборудования и позволяет использовать стандартизированные решения.

В итоге, МЭК 61131-3 способствует унификации подходов к программированию ПЛК, улучшению совместимости и возможности интеграции оборудования разных производителей, а также упрощает разработку и обслуживание систем автоматизации.

Оценивая все языки программирования и цели которые перед нами стоят, я выбрал язык программирования LD. Он полностью удовлетворяет нашим задачам, и способен решить вопрос написания программы.

## **ГЛАВА 2. Теоретические основы системы автоматического управления освещением и описание основных алгоритмов работы**

Система автоматического управления освещением на основе ПЛК функционирует через взаимодействие различных компонентов: датчиков, исполнительных механизмов, датчиков освещенности, а также управляющих блоков. Главные принципы работы такой системы можно разделить на несколько этапов:

- **Сбор данных:** Используются различные датчики (например, датчики движения, освещенности или температуры), которые передают информацию в ПЛК.
- **Обработка информации:** ПЛК анализирует полученные данные, сравнивает их с заранее установленными критериями (например, уровень освещенности или присутствие людей в помещении).
- **Управление освещением:** На основе анализа данных ПЛК принимает решение о включении или выключении света, изменении яркости или переходе в экономичный режим.

Автоматизация освещения на производстве представляет собой актуальную задачу, требующую интеграции современных технологий в производственные процессы. Особенно полезными могут быть системы, основанные на контроллерах ПЛК, что позволяет значительно упростить задачи управления освещением и повысить его эффективность. В таких системах используется ряд датчиков для контроля уровня освещенности и присутствия, что позволяет адаптировать освещение в зависимости от условий окружающей среды и потребностей сотрудников.

Методы управления освещением с помощью ИК-датчиков также находят широкое применение. Подобные системы могут различать, находится ли кто-либо в комнате, и автоматически включать или выключать освещение в зависимости от этого. Такая автоматизация позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы на электроэнергию и обеспечить значительную экономию ресурсов. Важно учитывать при этом, что система должна быть интегрирована с другим оборудованием, что делает связь и совместимость систем критически важными аспектами.

Разработка интеллектуальной системы управления освещением не должна ограничиваться простым включением и выключением ламп. Использование различных интерфейсов, таких как Ethernet или протоколы MODBUS/DALI, позволяет интегрировать освещение с другими автоматизированными системами завода, создавая единое управление всеми аспектами производственного процесса. Например, такие системы могут взаимодействовать с системами климат-контроля и охраны, что значительно повышает общую безопасность и уровень автоматизации

Важным аспектом является также программное обеспечение, которое управляет всей системой. Это может включать как простые алгоритмы, так и сложные программные решения, способные обеспечить взаимодействие с удаленными устройствами и поддерживать веб-интерфейсы для управления. Такие возможности предоставляют пользователям доступ к системе управления в реальном времени через HMI-панели, что становится возможным благодаря использованию ПЛК. В конечном итоге, подобные системы могут адаптироваться под уникальные условия каждого конкретного производства, создавая индивидуализированные решения для управления освещением.

В результате внедрения подобных систем на производстве следует ожидать эффектов в виде снижения затрат на электроэнергию. Подобные

решения могут также повысить общую производительность труда, уменьшая усталость работников и повысить качество выпускаемых деталей. Одним из критических факторов успеха является правильный выбор архитектуры системы, который должен учитывать как текущее состояние, так и перспективы дальнейшего развития технологической базы.

Разработка программного обеспечения для автоматизации освещения на базе ПЛК и НМІ-панели охватывает несколько ключевых аспектов. Основным элементом системы является контроллер, который обеспечивает взаимодействие между сенсорами, управляющими устройствами и пользовательским интерфейсом. Для этой технологии можно использовать фоторезисторы, которые позволяют определять уровень яркости окружающего света и, таким образом, регулировать работу освещения в зависимости от внешних условий.

Система управления освещением может быть сконструирована с использованием модулей, таких как Ethernet-шилды и специальные интерфейсы, позволяющие интегрировать разные элементы в единую сеть. Применение протоколов MODBUS или DALI дает возможность осуществлять обмен данными между различными устройствами, что открывает новые горизонты для создания расширяемых и адаптивных систем управления. Это делает их особенно актуальными в условиях производственных предприятий, где требования к освещению могут варьироваться в зависимости от конкретных рабочих зон и процессов.

В рамках разработки программного обеспечения важно учитывать возможность адаптивного управления средствами ПЛК. Это подразумевает использование как проводных, так и беспроводных датчиков, способных взаимодействовать с исполнительными механизмами. Например, системы могут реагировать на снижение уровня освещённости, включать или выключать светодиодные модули, а также регулировать их яркость в

зависимости от текущих условий, что обеспечивает максимальную энергоэффективность и комфорт для пользователей .

Пользовательский интерфейс тоже играет важную роль в автоматизации освещения. НМП-панели предоставляют удобный способ взаимодействия пользователя с системой, позволяя управлять параметрами освещения через графический интерфейс. Этот интерфейс может отображать информацию о текущем состоянии системы, а также предоставлять возможность настройки различных режимов работы оборудования. Адаптивный интерфейс позволяет интегрировать функции автоматического управления на основе данных, которые считываются с датчиков .

Разработка программного обеспечения для автоматизации освещения требует многостороннего подхода, который включает в себя как технические аспекты, так и человеческий фактор, обеспечивая удобство и эффективность применения созданной системы. Важно отметить, что с каждым этапом улучшения программного обеспечения и оборудования возможно внедрение новых функций, позволяющих расширять возможности интеллектуальных систем освещения в производственной среде.

Внедрение современных технологий, таких как светодиоды, значительно снижает расходы на электроэнергию. Например, светодиоды потребляют до 80% меньше энергии по сравнению с традиционными лампами накаливания и даже компактными люминесцентными лампами, что делает их наиболее экономичным вариантом освещения.

Дополнительным аспектом оценки эффективности является концепция возврата инвестиций. Внедрение АСУО может потребовать существенных капиталовложений, однако, в долгосрочной перспективе, экономия на потреблении электроэнергии и снижение затрат на обслуживание могут окупить затраты в течение нескольких лет.

При этом важно учитывать, что внедрение новых решений должно происходить с учетом уже действующих систем и технологических

особенностей предприятий. Каждый объект уникален, и универсального решения не существует. Задача проектировщиков и специалистов по автоматизации состоит в том, чтобы предложить оптимальное решение, которое будет учитывать специфику рабочего процесса и возможности существующей инфраструктуры .

Таким образом, оценка эффективности автоматизации освещения на основе использования ПЛК и НМІ-панели должна рассматривать мультифакторный подход, принимая во внимание экономическую, техническую и эксплуатационную целесообразность. Это не только позволит улучшить энергетическую эффективность, но и создаст более безопасные и комфортные условия для работы.

## **ГЛАВА 3. Реализация системы автоматического освещения на базе ПЛК**

### **3.1. Анализ требований к системе**

#### **Внешние условия эксплуатации**

При разработке системы, следует учитывать в каких зонах нам требуется обеспечить необходимую освещенность. В рабочих зонах, над столами с персоналом, в области станков необходима освещенность по стандарту СНиП 23-05-95.

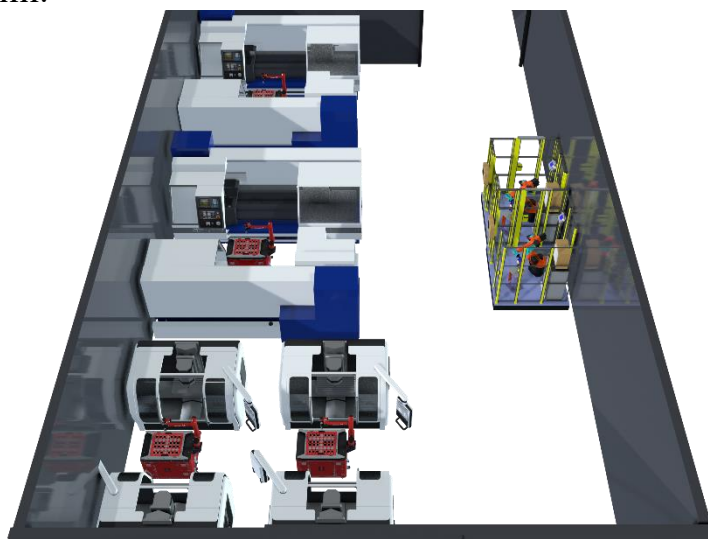
Так же, стоит рассмотреть специфику производства и поделить его на зоны. Если это производство связано с высокой задымлённостью или высокой влажностью, требования к освещённости будут другие. В проходах между оборудованием, коридорах и складских помещениях освещенность должна быть не менее 25% от общей освещенности помещения.

Следует принять во внимание дополнительные источники света, а именно окна на производственной площадке, свет от оборудования и осветительные приборы, которые не будут объединены в единую систему освещенности.

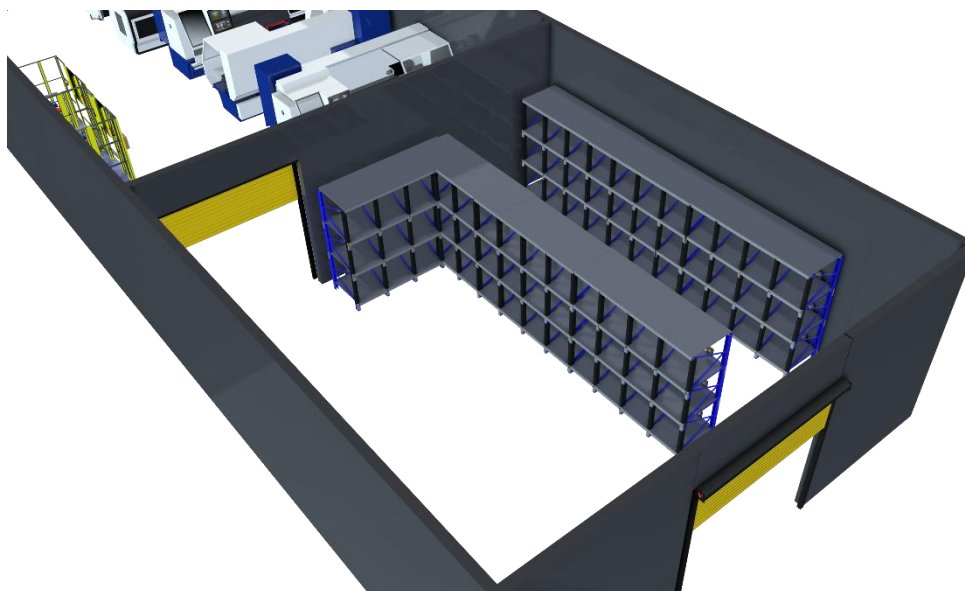
### **3.2. Разработка структурной схемы системы**

Для разработки структурной схемы, необходимо разработать план производства, определиться с месторасположением осветительным приборов и датчиков освещенности.

За основу разработки был взят завод с цехом токарной обработки и складом для продукции.



*Рисунок 1 Общий вид цеха мех. обработки*



*Рисунок 2 Общий вид склада готовой продукции и склада заготовок*

Для удобства обозначения разделим завод на 2 зоны автоматизации освещения. В зоне «А» выделенной красным цветом, ведется обработка заготовок с использованием автоматизированных загрузчиков станков. В зоне «Б», выделенной синим цветом находится 2 склада: склад готовой продукции и склад заготовок.



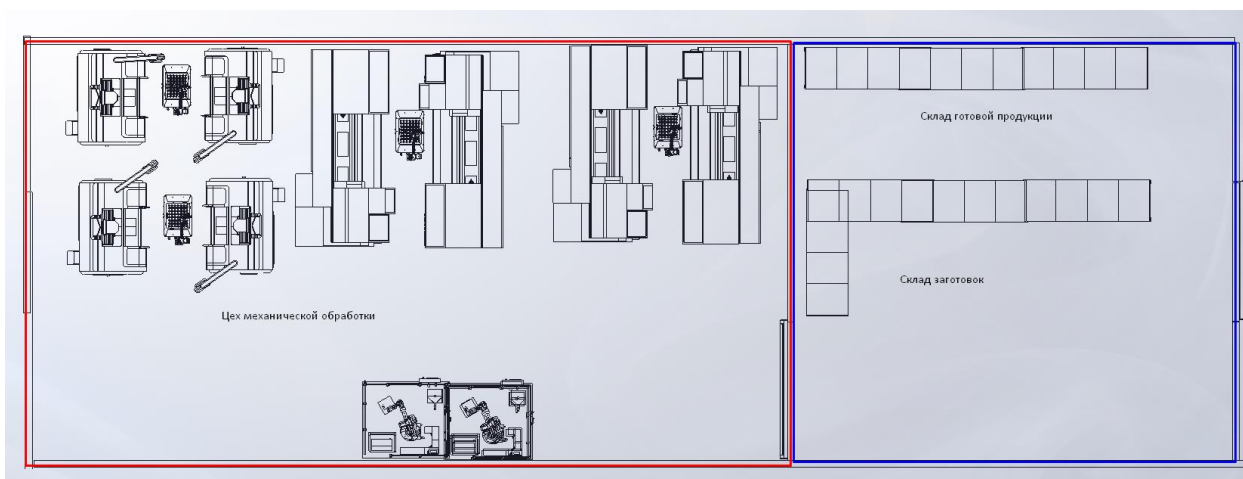


Рисунок 3 Чертеж зон завода

После разработки примерного плана завода, нужно определить освещённость внутри этих зон.

Рассмотрим зону «А». Согласно межотраслевым правилам **ПОТ Р М 006-97**, при наладке, ремонте и устранении сбоев на станках с ЧПУ освещённость должна быть не менее 1250 лк. Исходя из этих правил мы можем разделить зону «А» на 2 зоны освещенности.

- Желтая зона повышенной освещенности (1250 лк)
- Черная зона общей освещенности (312,5лк)

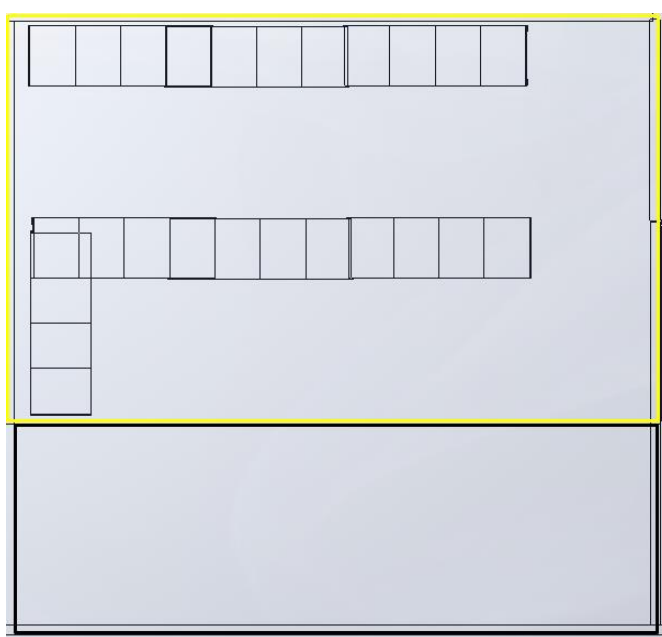


Рисунок 4 Разделение на 2 зоны освещенности

В желтой зоне освещенности будут расположены осветительные приборы и датчики освещенности для коррекции и управления светом.

На складе, по СНиП 23-05-95 освещенность должна быть не меньше 200 лк. Рассматривая Зону «Б», мы можем его разделить на 2 области:

- Желтая (200 лк);
- Черная (50 лк).



*Рисунок 5 Разделение склада на 2 зоны освещенности*

Определив расположение датчиков освещённости и осветительных приборов можем построить структурную схему работы системы автоматического управления освещением.

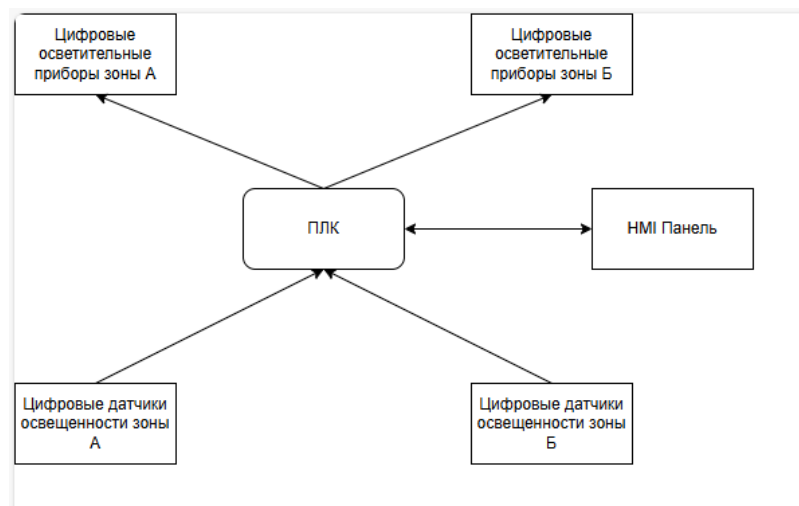


Рисунок 6 Структурную схема работы системы автоматического управления освещением

### 3.3. Разработка схемы подключения ПЛК

Для построения схемы, нужно определиться какое напряжение необходимо для питания контроллера ПЛК и HMI панели. Изучив техническую документацию по контроллеру Delta и HMI панели, стало понятно, что нужно 24V. К контроллеру будет подключено 3 устройства: Кнопка пожарной сигнализации, HMI панель и конвертер RS 485 для работы с Arduino.

Подключение кнопки пожарной сигнализации будет реализовано с помощью цифровых входов в разъеме COM 0. Кнопка представляет из себя 2 контакта, первый— нормально-разомкнутый контакт, который при нажатии на кнопку замыкает цепь и подает сигнал о пожаре, второй контакт — нормально-разомкнутый подающий сигнал о нормальной работе системы. S/S- нужно подключить к общему 0 для работы разъема COM 0.

Подключение HMI панели реализуется:

1. Подключаем 24V и 0V к разъему питания HMI панели;
2. Соединяем разъем RS 485 на HMI с разъемом RS 485 на ПЛК.

По аналогии с HMI подключим конвертер для Arduino к COM 1

Построим схему подключения ПЛК

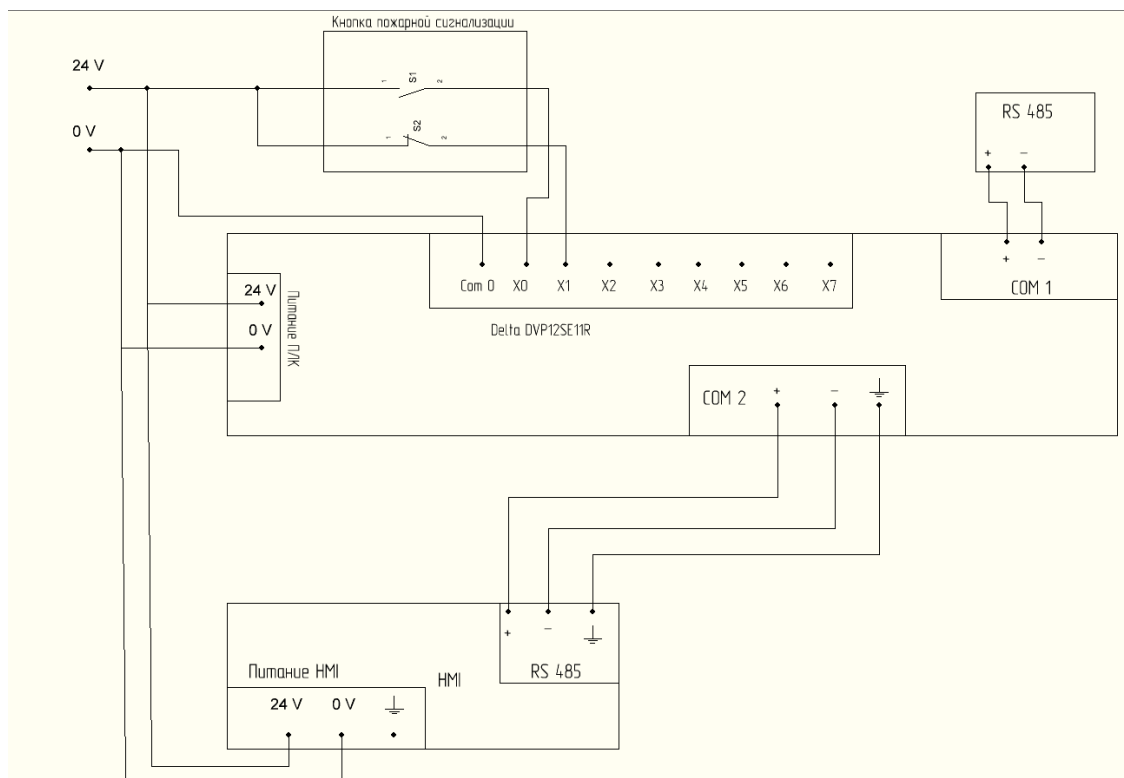


Рисунок 7 Схема подключения ПЛК

### 3.4. Разработка схемы подключения Arduino

Для построения схемы Arduino, нужно определиться с устройствами которые используются в системе. Основные элементы:

1. Arduino;
2. Батарея питания 12V;
3. Силовой модуль;
4. Драйвер L298n;
5. Световые ленты;
6. Фоторезисторы;
7. Резисторы;
8. Конвертор RS 485.

Учитывая все устройства построим схему подключения Arduino.

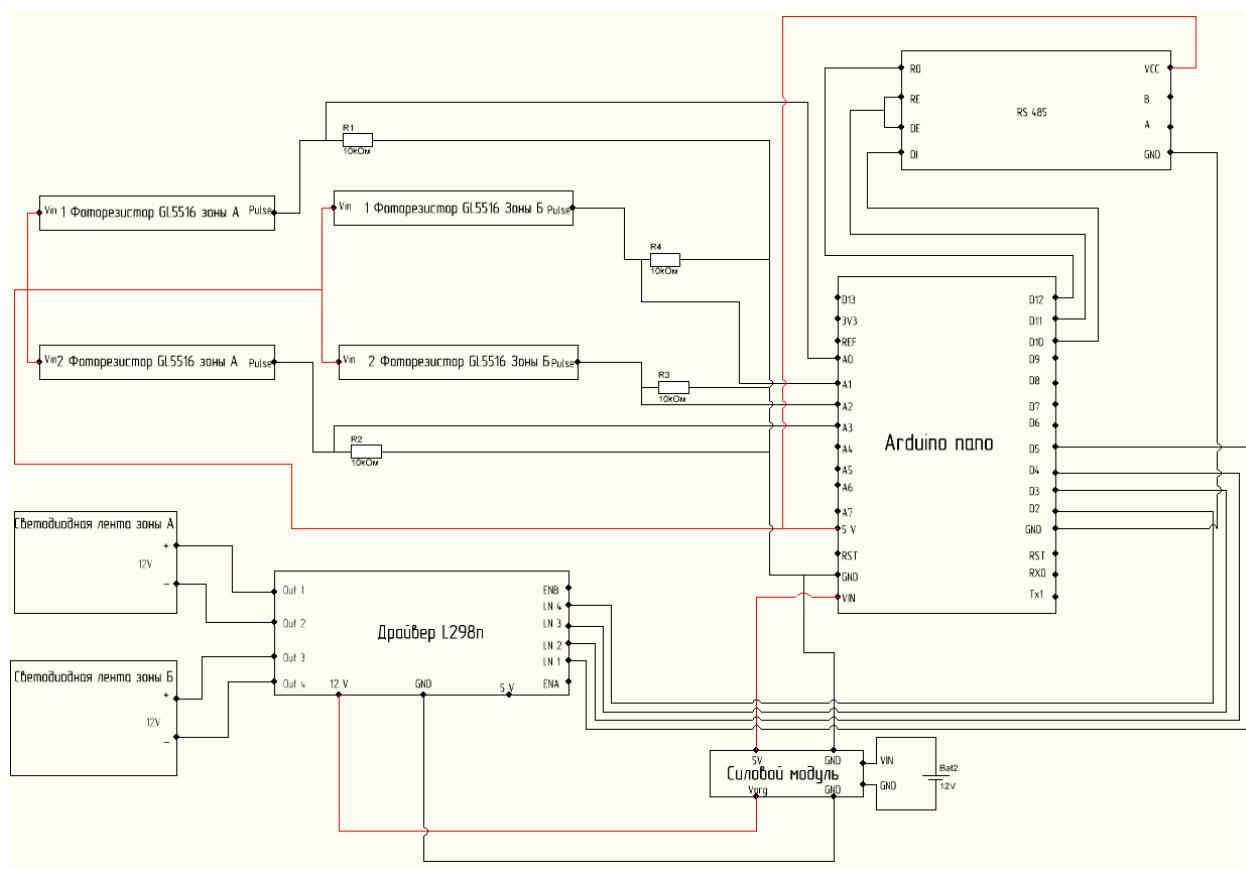


Рисунок 8 Схема подключения Arduino

### 3.5. Программирование ПЛК

Разработку нужно начать с установки связи между ПЛК и НМИ панелью. На НМИ панель можно вывести основные параметры, а так же управлять системой из 1 места.

Основные параметры которые можно вывести на главный экран:

- Текущее состояние освещения:
  - 1) Вкл./Выкл. свет в каждой зоне (цветовая индикация соответственно: зеленый / красный);
  - 2) Уровень освещенности (в Лк) с отображением на графике или цифровом индикаторе;
  - 3) Статус датчиков движения (При необходимости).

- Карта производственных зон (схематичное изображение цеха с подсветкой работающих светильников).
- Общее энергопотребление (кВт·ч) за смену/сутки.

Основные параметры которые можно вывести на экран ручного управления:

- Кнопки принудительного включения/выключения света по зонам;
- Регулировка яркости (если используется диммирование);
- Выбор режима работы:
  - 1) Автоматический (по датчикам);
  - 2) Ручной;
  - 3) Ночной/дежурный режим.

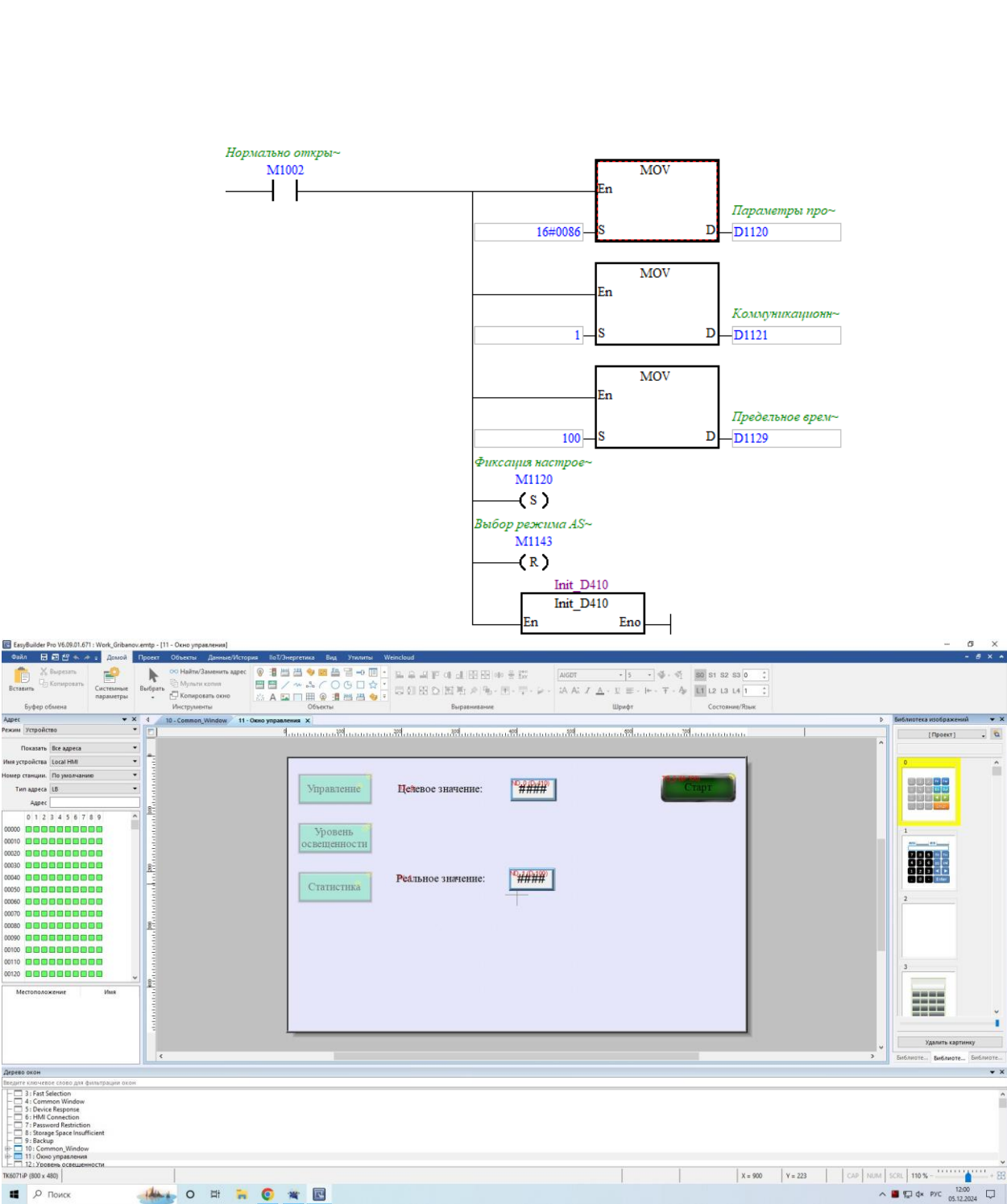
Основные параметры которые можно вывести на экран состояния датчиков:

- Таблица/список всех датчиков с их статусом:
  - 1) Датчик освещенности (текущее значение в Лк, исправность);
  - 2) Датчики движения (активность, время последнего срабатывания);
  - 3) Ошибки (обрыв связи, выход за допустимый диапазон).
- Графики освещенности (изменение в течение смены).

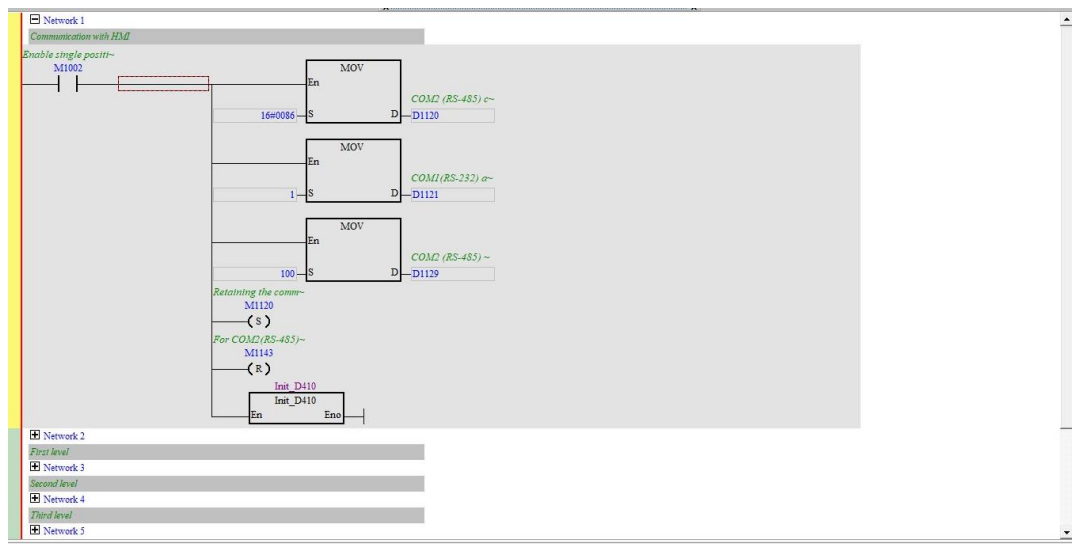
Основные параметры которые можно вывести на экран экран статистики и отчетов:

- График энергопотребления за день/неделю/месяц;
- Сравнение с нормативом (экономия электроэнергии);
- Журнал событий (включения, отключения, аварии).

Главное меню

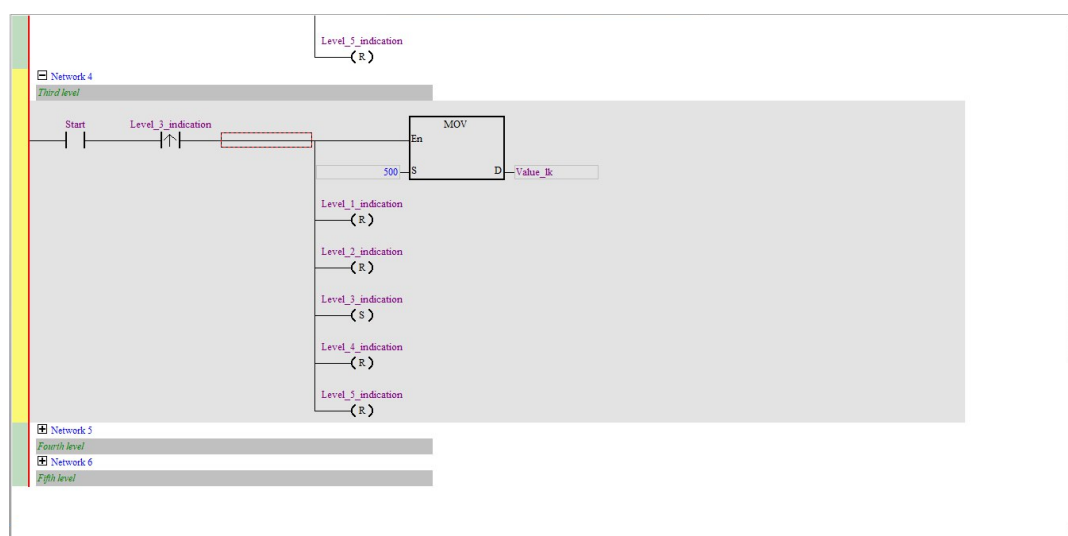
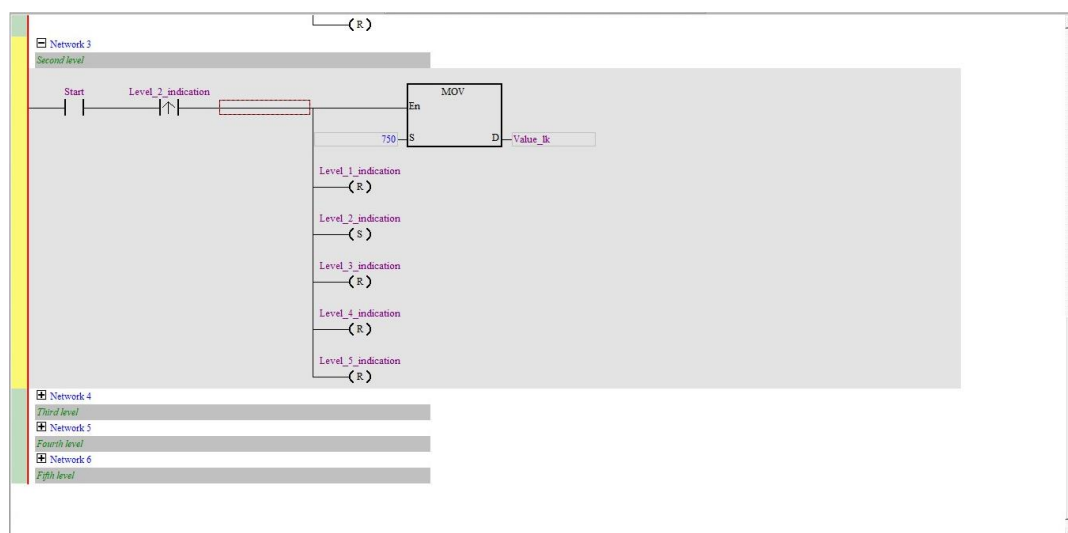
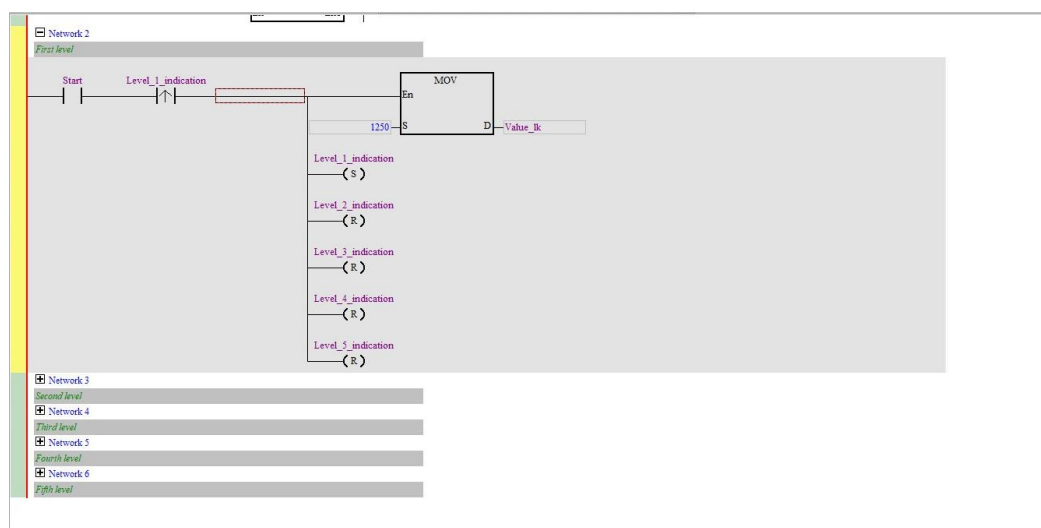


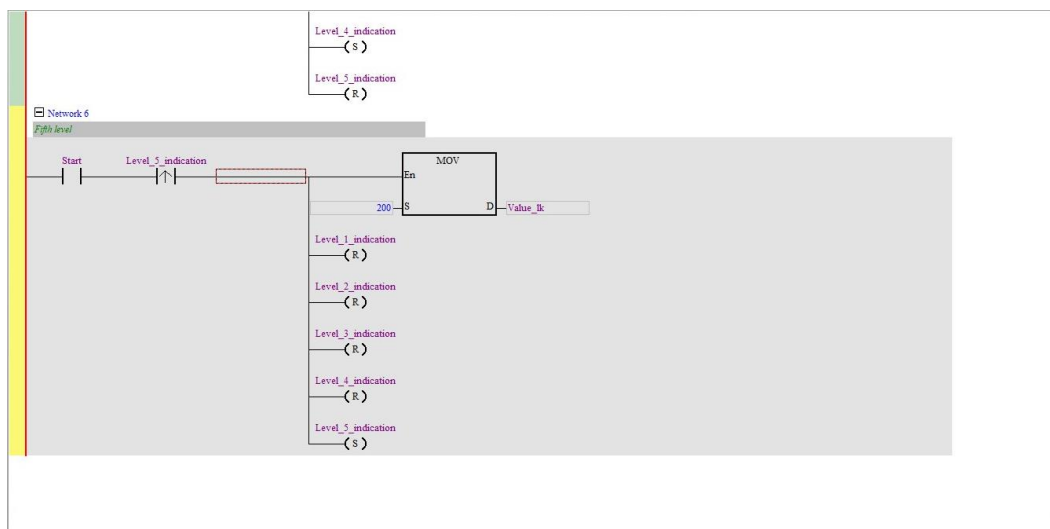
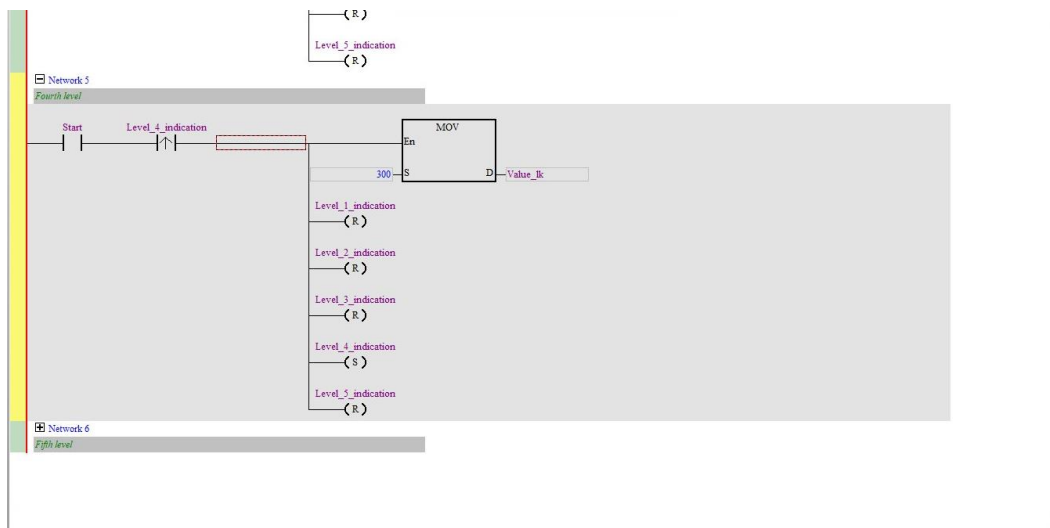
Инициализация меню



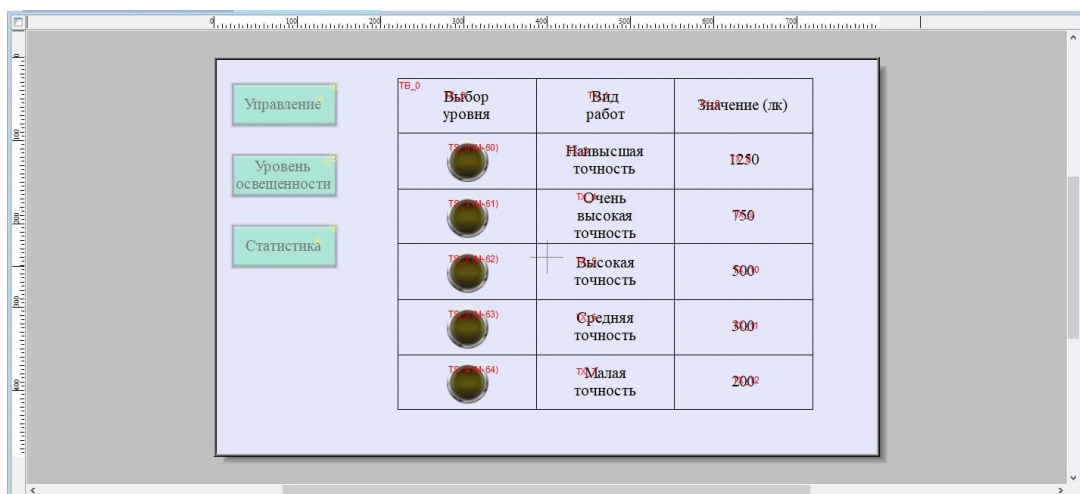


## Реализация уровней освещённости

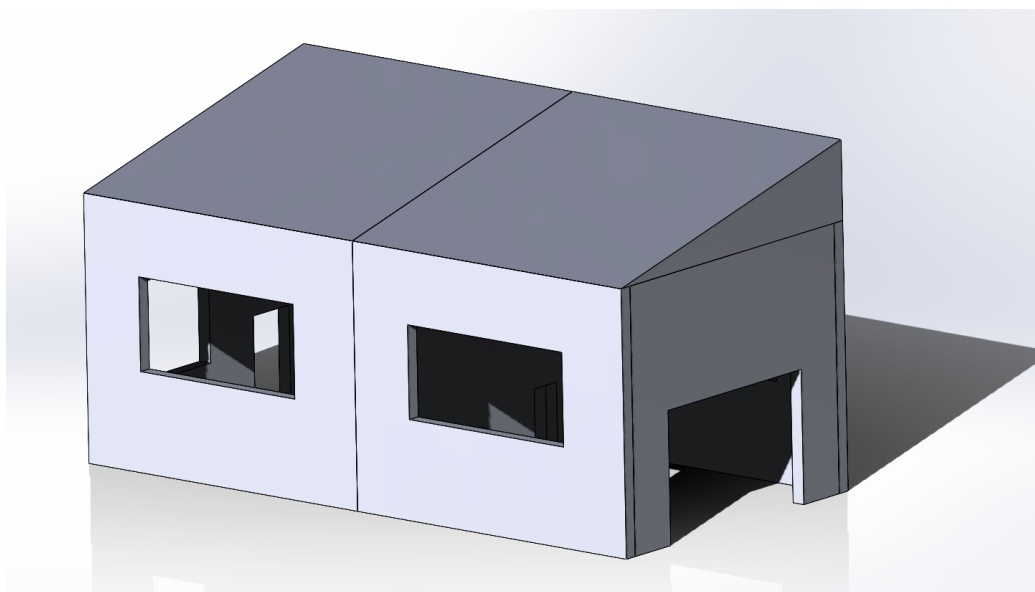




## Меню выбора освещённости



## 3D модель производства



## **ГЛАВА 4. Выводы по проделанной работе**

## Список литературы

1. Никонов Александр Васильевич, Милых Александр Васильевич  
Модель автоматизированного управления производственным процессом (освещением) на предприятии // ОНВ. 2015. №3 (143). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-avtomatizirovannogo-upravleniya-proizvodstvennym-protsessom-osvescheniem-na-predpriyatii> (дата обращения: 01.11.2024).
2. Проводникова Д. И., Фатеева Е. В. АДМИНИСТРАТИВНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ОСВЕЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УЛУЧШЕНИЯ СОСТОЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА В ОРГАНИЗАЦИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ // Вестник магистратуры. 2020. №2-3 (101). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/administrativno-proizvodstvennyy-kontrol-i-avtomaticheskaya-sistema-osvescheniya-v-protsesse-uluchsheniya-sostoyaniya-usloviy-truda> (дата обращения: 01.11.2024).
3. Жеранов С. А. Автоматизация расчета электрической осветительной сети как способ повышения эффективности проектирования осветительных установок // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. 2017. №3 (70). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-rascheta-elektricheskoy-osvetitelnoy-seti-kak-sposob-povysheniya-effektivnosti-proektirovaniya-osvetitelnyh> (дата обращения: 01.11.2024).
4. Холматов Ойбек Олим Угли, Дарвишев Азизбек Ботиржон Угли  
АВТОМАТИЗАЦИЯ УМНОГО ДОМА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ДАТЧИКОВ И ARDUINO В КАЧЕСТВЕ ГЛАВНОГО КОНТРОЛЛЕРА // Universum: технические науки. 2020. №12-1 (81). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-umnogo-doma-na-osnove-razlichnyh-datchikov-i-arduino-v-kachestve-glavnogo-kontrollera> (дата обращения: 01.11.2024).

5. Сидоров В. Г. ПРОТОТИПИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prototipirovanie-avtomatizirovannyh-sistem-upravleniya-s-primeneniem-platformy-arduino> (дата обращения: 01.11.2024).

6. Абрамов Александр Владимирович, Дерягин Николай Германович, Мелихов Юрий Михайлович Эффективность светодиодного освещения // ТТПС. 2012. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-svetodiodnogo-osvescheniya> (дата обращения: 01.11.2024).