

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

(наименование)

13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль)/специализация)

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий

Обучающийся

А. В. Гаврилов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доц. И. В. Горохов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

В работе, основываясь на исходных технических условиях на выполнение проектирования, включающих схему и расположение потребителей системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий с исходными нагрузками, технических данных источников питания и характеристик энергосистемы, осуществлена разработка проекта производственной системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий на примере ООО «Русский цвет» г. Самара.

Проведено обоснование технических решений по проектированию системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий.

Осуществлена разработка автоматизированной системы управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий.

Работа представлена расчётно-пояснительной запиской объёмом 56 печатных страниц и графической частью, содержащей шесть основных чертежей, выполненных в САПР «AutoCAD».

Расчётно-пояснительная записка выполнена в приложении «Microsoft Word» с использованием для визуализации данных и полученных результатов 7 таблиц и 4 рисунка. Она состоит из введения, трёх основных разделов, заключения, списка используемых источников, состоящего из 20 наименований.

Источниками для написания работы являются нормативно-правовые документы, учебные пособия, типичные проекты, а также интернет-источники.

## Содержание

Введение .....	4
1 Анализ исходных данных на выполнение работы .....	7
1.1 Краткая характеристика завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара .....	7
1.2 Требования к системам освещения завода лакокрасочных изделий .....	11
2 Обоснование технических решений по проектированию системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий .....	17
2.1 Выбор и обоснование схемы освещения завода по производству лакокрасочных изделий .....	17
2.2 Расчет параметров искусственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий .....	19
2.3 Расчет осветительных нагрузок завода по производству лакокрасочных изделий.....	25
2.4 Расчет параметров освещения безопасности завода по производству лакокрасочных изделий .....	28
2.5 Выбор сечения проводников системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий .....	32
2.6 Выбор защитных аппаратов в системе освещения завода по производству лакокрасочных изделий.....	40
3 Выбор автоматизированной системы управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий.....	47
Заключение .....	52
Список используемых источников.....	55

## Введение

Развитие лакокрасочной промышленности в Российской Федерации характеризуется рядом ключевых тенденций и статистических данных.

Несмотря на то, что российские производители активно наращивали экспорт, основная часть продукции лакокрасочной промышленности уходит на внутренний рынок. Импорт в это время в производственном цикле лакокрасочных материалов продолжает сокращаться в связи с поддержкой отечественных производителей и замещением импорта на внутреннем рынке.

В последнее время ведущие предприятия лакокрасочной промышленности сфокусировались на разработке экологичных и безопасных продуктов. Данные экологические инновации включают применение новых нетоксичных формул водно-дисперсионных органических красок и лаков, а также производство продуктов с низким содержанием летучих органических соединений. Среди основных проблем, с которыми сталкивалась лакокрасочная отрасль, можно выделить рост цен на сырье, ужесточение экологических норм и требований, а также высокую степень зависимости от импортного сырья в некоторых сегментах рынка.

Известно, что производственное освещение играет ключевую роль в лакокрасочной промышленности из-за ряда причин, связанных с производственным процессом, контролем качества и безопасностью труда.

Качественное освещение очень важно для производственного процесса при изготовлении красок и лаков, по следующим причинам:

- для оценки качества оттенков красок, их однородности и других характеристик необходимо правильное освещение, что позволяет специалистам быстро и точно определять, соответствует ли продукт стандартам и требованиям заказчика.
- в производственных зонах, где работники обращаются с химическими веществами, машинами и оборудованием, правильное освещение

- жизненно важно, оно способствует предотвращению производственных травм и несчастных случаев;
- надлежащее освещение создает благоприятные условия для работы, что влияет на производительность и качество работы. Когда рабочие видят четко, они могут выполнять свои задачи быстрее и точнее;
  - при создании и настройке оттенков красок необходимо правильное освещение, чтобы гарантировать, что цвет будет выглядеть одинаково при различных условиях освещения;
  - в некоторых производственных процессах лакокрасочной промышленности используется УФ-освещение для быстрого высыхания или полимеризации материалов;
  - внедрение современных технологий освещения, таких как светодиодные (LED) системы, может существенно сократить энергозатраты предприятия и, таким образом, увеличить энергоэффективность производства;
  - при подготовке поверхности под окраску, особенно при высоких требованиях к качеству, правильное освещение позволяет контролировать чистоту и качество обработки.

Таким образом, качественное освещение на заводах по производству лакокрасочных изделий не только обеспечивает высокие стандарты качества продукции, но и гарантирует безопасность и эффективность производственного процесса. Данный аспект формирует актуальность работы и её практическую ценность.

Целью работы является разработка проекта системы производственного освещения на примере нового завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Объектом исследования является система производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Предметом исследования в настоящей работе являются параметры

надёжности, экономичности, безопасности и экологичности, а также бесперебойности питания потребителей проектируемой системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Для достижения поставленной цели, в работе решаются следующие основные задачи:

- анализ исходных данных и технических условий на выполнение проектирования, включающих схему и расположение потребителей системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий с исходными нагрузками, технических данных источников питания и характеристик энергосистемы;
- практическое обоснование принятых технических решений по проектированию системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий;
- разработка автоматизированной системы управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий.

Результатом работы является выбор, проверка и обоснование целесообразных технических решений, позволяющих осуществить качественное проектирование системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий на примере ООО «Русский цвет» г. Самара, с внедрением современных требований нормативных документов и инновационных разработок электротехнической промышленности в области осветительных установок, сетей и аппаратов на объекте исследования.

## **1 Анализ исходных данных на выполнение работы**

### **1.1 Краткая характеристика завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара**

На первом этапе проектирования необходимо привести краткую характеристику технологического процесса, технических условий и объектов завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Производственные мощности завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара территориально расположена в г. Чапаевск Самарской области.

Основным видом деятельности завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара является производство различных лакокрасочных материалов [12].

- декоративные краски: водно-дисперсионные, акриловые краски, краски на алкидной основе, силиконовой основе, латексные и резиновые краски;
- промышленные краски: антикоррозийные, краски для высоких температур, краски для металлических и бетонных поверхностей;
- эмали для различных применений, включая металл, дерево и другие материалы;
- автомобильные краски: грунтовки, основные краски, краски для восстановления;
- лаки: алкидные, полиуретановые, эпоксидные, на водной основе;
- огнезащитные и гидроизоляционные покрытия;
- антисептики и биозащитные средства;
- грунтовочные смеси, финишные грунтовки, глубокопроникающие грунтовки;

- растворители и добавки: органические растворители (толуол, ксилол, ацетон), отвердители, антипенные добавки, ускорители высыхания;
- тонируемые пасты и концентраты для получения различных оттенков красок;
- материалы для дорожной разметки.

Таким образом, завод по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара включает мощную производственную базу, необходимую для обеспечения качественного и надёжного производства.

Однако, в связи с расширением производства и введения новых технических мощностей, планируется построить на г. Чапаевск новый современный производственный комплекс, который далее рассматривается в работе.

Далее в работе приводится краткая характеристика выпускаемой продукции и технологического процесса завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Технологический процесс завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представляет собой строгую последовательность операций и этапов производства, направленных на получение готовой продукции – лакокрасочных материалов, а также сопутствующей продукции (перечислены в работе ранее).

Технические условия определяют требования к качеству и характеристикам материалов, оборудования и процессов производства на данном предприятии [19].

Установлено, что технологический процесс и технические условия в системе электроснабжения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара играют важную роль в обеспечении качества и надежности производимой продукции.

Краткая технологическая схема организации производства лакокрасочных материалов на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представлена на рисунке 1 [19].





Рисунок 1 – Краткая технологическая схема организации производства лакокрасочных материалов на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Таким образом, установлено, что основными технологическими цехами (единицами) в цикле производства завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара являются производственные цеха: цех подготовки материалов, цех производства декоративных красок, цех производства лаков, цех производства смесителей и растворителей, цех производства автомобильных красок, цех производства паст и концентратов, цех производства грунтовок, цех производства эмалей, цех производства антисептиков и биозащитных средств, цех производства лаков, цех производства покрытий, цех упаковки готовой продукции, цех производства промышленных красок. Исходные характеристики данных помещений нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные характеристики помещений нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Название участков и помещений	Высота помещения, <i>H</i> , м	Характеристика помещения (материал, окраска)	
		Стены	Потолок
Цех подготовки материалов	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Компрессорная	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Склад материалов	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства декоративных красок	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Склад химикатов	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства лаков	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства смесителей и растворителей	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства автомобильных красок	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства паст и концентратов	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства грунтовок	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства эмалей	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства антисептиков и биозащитных средств	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства лаков	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Ремонтные службы	6,0	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Бытовые помещения	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства покрытий	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех упаковки готовой продукции	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Участок контроля готовой продукции	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Маркировочная	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Цех производства промышленных красок	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Лаборатория качества	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая
Склад готовой продукции	3,3	Бетон, светлая	Бетон, светлая

Из данных таблицы 1 можно сделать выводы, что на территории нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара планируется ввести в эксплуатацию двадцать два производственных и непроизводственных объекта, которые требуются на предприятии согласно технологическому процессу.

Во всех помещениях используется светлая схема окраски помещения (материал стен и потолков – бетон). Приведены данные по высоте помещений объекта проектирования. Определено, что для данных объектов необходимо разработать проект производственного освещения всех указанных помещений. Данная задача решается в работе далее.

## **1.2 Требования к системам освещения завода лакокрасочных изделий**

Далее в работе, для достижения поставленной цели, приводятся основные нормативные требования к системам освещения предприятий химической промышленности, к которым относится производственное освещение нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Требования к системам освещения на заводах лакокрасочных изделий определяются в первую очередь задачами, стоящими перед производственным процессом, а также обеспечением безопасности и комфорта работников.

Основные требования к системам освещения предприятий химической промышленности, к которым относится производственное освещение нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, включают:

- соблюдение основных параметров: уровень освещенности помещений должен соответствовать стандартам для промышленных объектов. В зонах, где требуется точная работа или контроль качества, освещенность должна быть повышенной (с учётом нормативных показателей, приведённых в справочной литературе);
- обеспечение равномерности распределения освещения, которая важна для избежания теней и обеспечения комфортных условий работы персонала на производстве;
- обеспечение качественной цветопередачи: известно, что лампы с хорошим индексом цветопередачи необходимы для точного восприятия и различения цветов, что очень важно при работе с лакокрасочными материалами;
- обеспечение параметров безопасности: установлено, что все светильники на заводах по производству лакокрасочных изделий, должны быть защищены от пыли, химически активных веществ и

механических повреждений. В областях с повышенным риском взрыва или пожара следует использовать взрывозащищенное оборудование;

- экономичность: использование энергоэффективного оборудования, такого как светодиодные светильники (LED), может снизить энергозатраты и сократить эксплуатационные расходы, а также минимизировать потери электроэнергии в сетях и напряжения на концах распределительной сети освещения;
- гибкость и управляемость: на лакокрасочных заводах в некоторых производственных зонах может потребоваться регулируемое освещение или возможность быстро изменять уровень освещенности, в зависимости от конкретных задач. Проектирование освещения в таких зонах необходимо проводить с использованием регуляторов освещенности или автоматизированной системы управления освещенностью (разрабатывается в работе далее);
- устойчивость к внешним факторам: светильники системы освещения завода лакокрасочных изделий должны быть устойчивыми к колебаниям температуры, влажности и другим условиям производственных помещений;
- сокращение блеска и дозы фликера: необходимо избегать создания ослепляющих блесков и мерцаний (фликеров), которые могут отвлекать или утомлять работников;
- наличие системы аварийного и эвакуационного освещения: на заводе лакокрасочных изделий в обязательном порядке должна быть предусмотрена система аварийного и эвакуационного освещения в случае аварий или отключения основного источника питания;
- эргономика и комфорт: освещение завода лакокрасочных изделий должно создавать комфортные условия для восприятия и выполнения работы, учитывая психофизиологические особенности человека;
- экологическая безопасность: используемое оборудование

осветительных сетей завода лакокрасочных изделий не должно содержать вредных для окружающей среды веществ и должно быть подлежащим утилизации после окончания срока службы.

Учитывая специфику лакокрасочной промышленности, при выборе системы производственного освещения на заводе лакокрасочных изделий также необходимо обращать внимание на возможное взаимодействие света с производимой продукцией, например, насколько освещение может влиять на процесс высыхания некоторых видов красок и лаков.

«Известно, что в схемах освещения наиболее часто используются следующие щитки освещения:

- рабочего освещения (ЩРО);
- аварийного освещения (ЩАО);
- эвакуационного освещения (ЩЭО)» [10].

«Согласно принятой классификации, выделяют основные типы освещения промышленных объектов, которые представлены в работе в виде схемы на рисунке 2» [14].

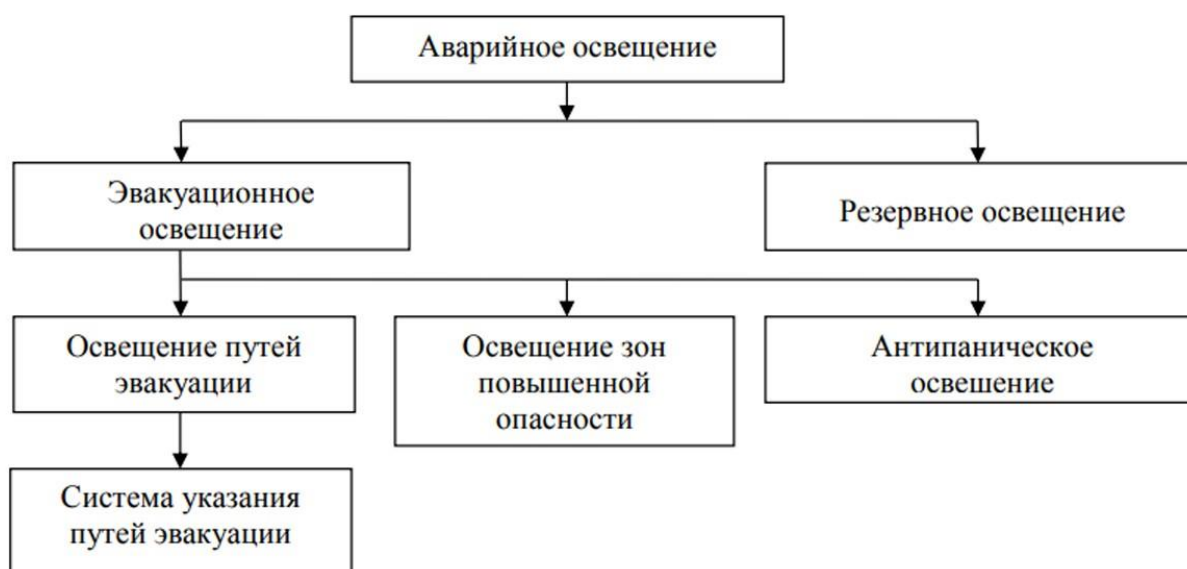


Рисунок 2 – «Основные типы освещения промышленных объектов» [14]

Известно, что схемы освещений промышленных предприятий могут быть как с резервированием, так и без него. Данный факт определяется наличием числа источников питания, категорией надёжностью потребителей, технологическим процессом на производстве и прочими условиями.

Для потребителей 1 категории применяется два источника питания с резервирование третьим источником (собственная аккумуляторная батарея или агрегат гарантированного питания).

Типичная схема сети освещения с резервированием, применяющаяся для питания потребителей 2 категории надёжности при наличии одного источника питания, представлена в работе на рисунке 3.

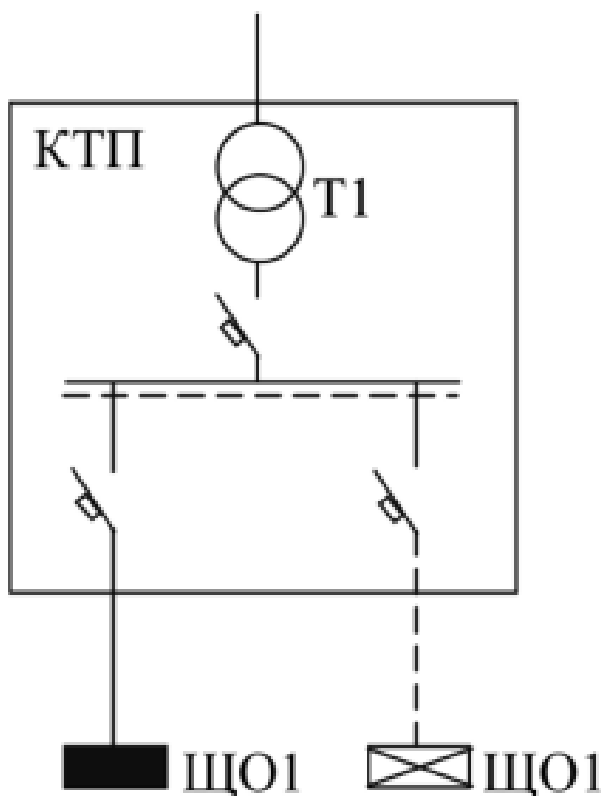


Рисунок 3 – Типичная схема сети освещения с резервированием, применяющаяся для питания потребителей 2 категории надёжности при наличии одного источника питания

Типичная схема сети освещения без резервирования, применяющаяся для питания потребителей 3 категории надёжности при наличии одного источника питания, представлена в работе на рисунке 4.

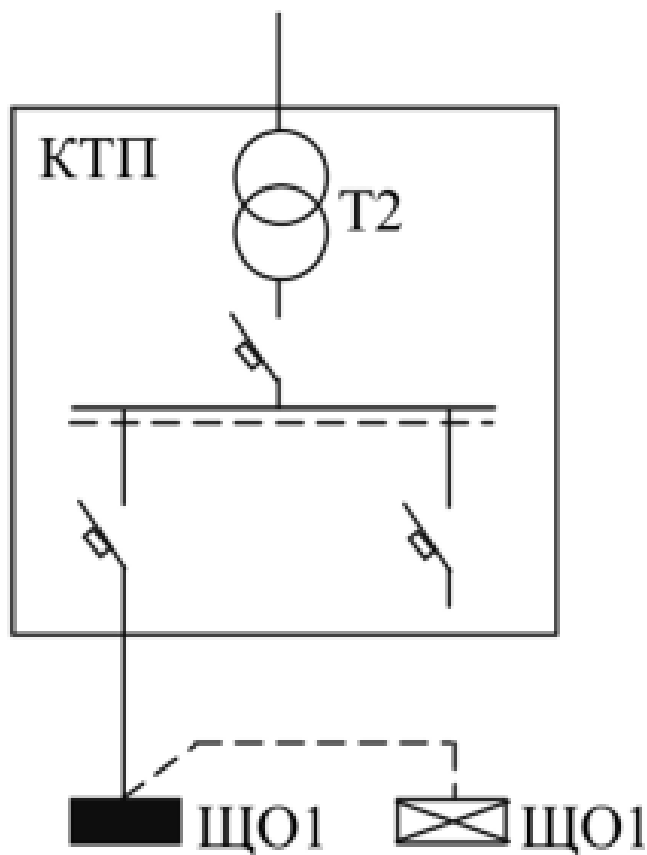


Рисунок 4 – Типичная схема сети освещения без резервирования, применяющаяся для питания потребителей 3 категории надёжности при наличии одного источника питания

Все приведённые основные требования к системам освещения предприятий химической промышленности, к которым относится производственное освещение нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, необходимо учесть в работе при выборе технических решений по проектированию производственного освещения объекта исследования.

Выводы по разделу.

В работе проведён анализ исходных данных по объекту исследования. Приведена краткая характеристика предприятия, его выпускаемой продукции и производственного цикла завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Установлено, что основными технологическими цехами (единицами) в цикле производства завода по производству лакокрасочных изделий ООО

«Русский цвет» г. Самара являются производственные цеха: цех подготовки материалов, цех производства декоративных красок, цех производства лаков, цех производства смесителей и растворителей, цех производства автомобильных красок, цех производства паст и концентратов, цех производства грунтовок, цех производства эмалей, цех производства антисептиков и биозащитных средств, цех производства лаков, цех производства покрытий, цех упаковки готовой продукции, цех производства промышленных красок. Приведены исходные характеристики данных помещений нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий.

Определено, что на территории нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара планируется ввести в эксплуатацию двадцать два производственных и непромышленных объекта, которые требуются на предприятии согласно технологическому процессу. Во всех помещениях используется светлая схема окраски помещения (материал стен и потолков – бетон). Приведены данные по высоте помещений объекта проектирования.

Определено, что для данных объектов необходимо разработать проект производственного освещения всех указанных помещений. Данная задача решается в работе далее.

Приведены основные требования к системам освещения предприятий химической промышленности, к которым относится производственное освещение нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. Установлено, что все данные требования необходимо учесть в работе при выборе технических решений по проектированию производственного освещения объекта исследования.



## **2 Обоснование технических решений по проектированию системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий**

### **2.1 Выбор и обоснование схемы освещения завода по производству лакокрасочных изделий**

Как было указано ранее, рассматриваемая в работе система освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара относится ко II категории надежности [11].

Следовательно, в проектируемой схеме освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара должны соблюдаться следующие основные условия [11]:

- питание схемы системы освещения объекта проектирования необходимо осуществить с применением двух независимых источников питания на напряжении 0,38/0,22 кВ;
- в проектируемой схеме освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара предусматривается рабочее, аварийное и эвакуационное освещение, согласно нормам [11]. При этом в работе объединяются аварийное и эвакуационное освещение;
- в схеме освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара предполагается наличие нескольких звеньев осветительной сети: вводные щитки освещения, магистральные щитки освещения, распределительные щитки освещения. Таким образом, во всей схеме объекта проектирования будут соблюдены необходимые условия надёжности, резервирования, экономичности и безопасности.

Схема распределения электроэнергии в проектируемой системе освещения на генплане завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представлена на графическом листе 1.

«Таким образом, в работе приняты следующие практические решения по выбору схемы освещения завода по производству лакокрасочных изделий:

- питание вводных и распределительных щитков рабочего освещения предусматривается от главного распределительно щита (ГРЩ) освещения, получающего питание от двух различных секций сборных шин 0,4 кВ питающей ТП-10/0,4 кВ предприятия. Питание осветительного ГРЩ осуществляется по радиальной схеме с резервированием на шинах 0,4 кВ питающей ТП-10/0,4 кВ. Предварительно предусматривается три вводных щитка рабочего освещения (ОЩВ1-ОЩВ3), питание которых предусмотрено от секции шин 0,4 кВ осветительного ГРЩ. От ОЩВ1-ОЩВ3 получают питание линии освещения (с помощью соответствующих распределительных щитков освещения). Таким образом, в схеме рабочего освещения завода по производству лакокрасочных изделий будет учтены и реализованы условия надёжности и резервирования, необходимые для объектов II категории надёжности, к которым относится рассматриваемый объект исследования;
- питание вводных щитков аварийного освещения, предусматривается напрямую от секций сборных шин питающей ТП-10/0,4 кВ. При этом на каждой секции сборных шин ТП-10/0,4 кВ планируется по одному щитку аварийного освещения (ЩАО). Далее, от ЩАО, получают питание распределительные щитки аварийного освещения объектов. Оба щитка аварийного освещения взаимосвязаны и взаиморезервируемы. Таким образом, в схеме аварийного освещения завода по производству лакокрасочных изделий будет учтены и реализованы условия надёжности и резервирования, необходимые для объектов II категории надёжности, к которым относится рассматриваемый объект исследования» [9].

Однолинейная электрическая схема проектируемой системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представлена на графическом листе 2.

В схеме показаны все звенья системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара:

- первое звено – питающая сеть 0,38/0,22 кВ: две кабельные линии от разных секций сборных шин 0,4 кВ понизительной ТП-10/0,4 кВ, до ГРЩ освещения;
- второе звено – от ГРЩ освещения до щитков рабочего освещения (ОЩВ1-ОЩВ3);
- третье звено – от щитков рабочего освещения к распределительным щиткам отдельных помещений.

Кроме того, предусматривается питание по магистральной схеме с применением магистральных щитков, системы аварийного освещения, являющейся дополнительным звеном системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет».

Таким образом, данные схемные решения предлагаются для практического внедрения в проектируемой системе освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

## **2.2 Расчет параметров искусственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий**

Далее в работе, на основе принятых схемных решений, проводится расчёт параметров искусственного производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Расчёт параметров искусственного освещения на заводе по производству лакокрасочных изделий производится с учётом применения следующих условий в несколько этапов:

- первый этап предполагает определение норм и требований к освещенности производственных помещений завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. Известно, что нормы освещенности для различных видов работ и помещений устанавливаются национальными и международными стандартами. Например, для точных работ требуется более высокий уровень освещенности, чем для общих производственных задач;
- на втором этапе проводится выбор типа светильников: эффективность светильника оценивается по отношению светового потока к потребляемой мощности. Светодиодные светильники рекомендуются из-за их высокой эффективности и долгого срока службы;
- на третьем этапе рассчитывается общее количество светильников системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. При этом учитывается площадь помещений, требуемая освещенность, световой поток одного светильника и коэффициент использования светового потока;
- четвёртый этап предполагает распределение светильников завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара равномерно по площади. При этом особое уделяется внимание тому, чтобы между светильниками и рабочими местами не образовывались тени, а также все светильники находились в одной световой плоскости;
- на пятом этапе разрабатывается автоматизированная система управления системой освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. Внедряются датчики движения, датчики дневного света или программируемые системы для экономии энергии;
- шестой, заключительный, этап, предусматривает проверку принятых решений в системе освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. Проверяется соответствие

принятых решений нормам безопасности (в зависимости от условий на заводе могут быть необходимы взрывозащищенные герметичные светильники, устойчивые к химически активным веществам). Также на данном этапе производятся проверки и контрольные замеры, измеряется уровень освещенности в различных точках помещений.

На основании приведённых теоретических сведений, далее в работе проводится светотехнический расчет системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

«Проводятся расчёты на примере участка цеха подготовки материалов с лампами LED промышленного типа, так как высота помещения  $h=6$  м.

По заданной высоте производственного помещения определяется расчетная высота подвеса светильников по формуле» [15]:

$$h_p = h - h_c - h_g, \text{ м}, \quad (1)$$

«где  $h$ - высота помещения, м;

$h_c$ - высота свеса светильника от потолка (для ламп LED промышленного типа промышленного типа –  $h_c=0,2-0,4$  м; для ЛЛ –  $h_c=0$  м» [15].

«По условию (1)» [15]:

$$h_p = 6 - 0,4 - 0 = 5,6 \text{ м}.$$

«Индекс помещения» [15]:

$$i = \frac{S}{h_p(A+B)}, \quad (2)$$

«где  $S$  – площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$A, B$  – длина и ширина помещения, м» [15].

«По условию (2)» [15]:

$$i = \frac{360}{5,6 \cdot (30+12)} = 1,53.$$

Площадь объекта системы освещения, которая подлежит освещению, определяется так [15]:

$$S = A \cdot B, \text{ м}^2. \quad (3)$$

«По условию (3)» [15]:

$$S = 30 \cdot 12 = 360 \text{ м}^2.$$

«Коэффициент использования светового потока (коэффициент использования светильника)» [15]:

$$\eta_{И} = \eta_{П} \cdot \eta_{О}, \quad (4)$$

где  $\eta_{П}$  - «коэффициент использования помещения, определяется исходя из заданных материалов стен и потолка коэффициенты отражения потолка, стен, рабочей поверхности приняты  $\rho_{П}=50\%$ ,  $\rho_{С}=50\%$ ,  $\rho_{РП}=10\%$  соответственно и индекса помещения  $i=1.53 - 0,66$ ;  $\eta_{О}$  - КПД светильника в нижнюю полусферу, для светильника РСП05 – 65%» [15].

«По условию (4)» [15]:

$$\eta_{И} = \eta_{П} \cdot \eta_{О} = 0,66 \cdot 0,65 = 0,43.$$

«Расчетный световой поток одной лампы» [15]:

$$\Phi_{расч} = \frac{E_n \cdot K_z \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta_{II}}, \text{ лм}, \quad (5)$$

«где  $E_n$  - нормируемая величина освещенности, лк;

$S$  – площадь помещения, м<sup>2</sup>;

$K_z$  – коэффициент запаса;

$N$  - количество светильников, шт;

$z$  – поправочный коэффициент неравномерности распределения светового потока» [15].

«По условию (5)» [15]:

$$\Phi_{расч} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,15}{12 \cdot 0,43} = 24126 \text{ лм}.$$

«Данное значение является расчётным, по которому выбирается стандартное решение.

Исходя из него, для ламп LED промышленного типа полученный поток проверяется по допустимым отклонениям от стандартных значений потока для ламп мощность 400 Вт принимается равным:  $\Phi_{ст}=24000 \text{ лм}$ » [18]:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{ст} - \Phi_{расч}}{\Phi_{ст}} \cdot 100, \%. \quad (6)$$

«По условию (6)» [18]:

$$\Delta\Phi = \frac{24000 - 24126}{24000} \cdot 100\% = -0,5\%.$$

Для остальных помещений завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара расчёты проведены аналогично (таблица 2)» [15].

Таблица 2 – Результаты выбора светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Название участков и помещений	Тип ИС	Степень защиты, IP	Тип светильника	Уровень высоты плоскости освещения	Коэффициент использования помещения	КПД в нижнюю полусферу	Расчетный коэффициент использования св.	Норм. освещ., Ен, лк
Цех подготовки материалов	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,66	0,65	0,43	200
Компрессорная	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	150
Склад материалов	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	75
Цех производства декоративных красок	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	150
Склад химикатов	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	50
Цех производства лаков	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,8	0,72	0,55	0,40	150
Цех производства смесителей и растворителей	LED	IP20	PCП05	Г 0,8	0,71	0,65	0,46	200
Цех производства автомобильных красок	LED	IP20	PCП05	Г 0,8	0,66	0,65	0,43	300
Цех производства паст и концентратов	LED	IP20	PCП05	Г 0,8	0,72	0,65	0,47	200
Цех производства грунтовок	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,66	0,65	0,43	300
Цех производства эмалей	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,72	0,65	0,47	200
Цех производства антисептиков и биозащитных средств	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,66	0,65	0,43	200
Цех производства лаков	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,66	0,65	0,43	200
Ремонтные службы	LED	IP20	PCП05	Г 0,0	0,53	0,65	0,34	200
Бытовые помещения	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,8	0,7	0,55	0,39	150
Цех производства покрытий	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,8	0,7	0,55	0,39	75
Цех упаковки готовой продукции	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,71	0,55	0,39	150
Участок контроля готовой продукции	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	150
Маркировочная	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	150
Цех производства промышленных красок	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	150
Лаборатория качества	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,71	0,55	0,39	150
Склад готовой продукции	ЛЛ	IP54	ЛСП02	Г 0,0	0,64	0,55	0,35	75



Результаты выбора светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара используются в работе далее.

### 2.3 Расчет осветительных нагрузок завода по производству лакокрасочных изделий

Далее в работе для системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара необходимо рассчитать значение осветительных нагрузок.

«Расчёт осветительной нагрузки проводится на примере участка цеха подготовки материалов.

Суммарная номинальная активная мощность ламп участка цеха подготовки материалов» [20]:

$$\Sigma P_n^{лампы} = P_n \cdot N_{лампы}, кВт, \quad (7)$$

«где  $P_n$  – номинальная мощность ламп, Вт;

$N_{лампы}$  – количество ламп в помещении» [20].

«По условию (7)» [20]:

$$\Sigma P_n^{лампы} = 400 \cdot 12 / 1000 = 4,8 кВт.$$

«Суммарная расчетная активная мощность ламп помещения» [20]:

$$P_p^{лампы} = \Sigma P_n^{лампы} \cdot K_c, кВт, \quad (8)$$

«где  $K_c$  - коэффициент спроса, для групповых сетей освещения принимается равным единице» [8].

«По условию (8)» [20]:

$$P_p^{лампы} = 4,8 \cdot 1 = 4,8 \text{ кВт.}$$

«Потери в пускорегулирующих устройствах (далее – ПРА)» [20]:

$$\Delta ПРА = \frac{\Delta ПРА\%}{100} \cdot P_p^{лампы}, \text{ кВт,} \quad (9)$$

«где  $\Delta ПРА\%$  - соотношение потерь в ПРА и нагрузки ламп» [20].

«По условию (9)» [20]:

$$\Delta ПРА = \frac{10}{100} \cdot 4,8 = 0,5 \text{ кВт.}$$

«Расчетная осветительная нагрузка помещения» [20]:

$$P_p^{осв} = P_n^{лампы} + \Delta ПРА, \text{ кВт,} \quad (10)$$

$$Q_p^{осв} = P_p^{осв} \cdot \text{tg}\varphi, \text{ кВар,} \quad (11)$$

где  $\text{tg}\varphi$  – коэффициент мощности светильника» [20].

Согласно условиям (10) и (11):

$$P_p^{осв} = 4,8 + 0,5 = 5,3 \text{ кВт,}$$

$$Q_p^{осв} = 5,3 \cdot 1,16 = 8,4 \text{ кВар.}$$

Результаты расчёта нагрузок светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Результаты расчёта нагрузок светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Название участков и помещений	Фрасч, лм	Σламп, шт	Фст, лм	ΔФ%	Рн, Вт	cos φ	tg φ	Σ Рн ламп, кВт	Рр ламп, кВт	ΔПРА, кВт	Рр осв.н., кВт	Qр осв.н., квар
Цех подготовки материалов	24126	12	24000	-0,5%	400	0,53	1,60	4,8	4,8	0,5	5,3	8,4
Компрессорная	5063	10	5400	6,3%	80	0,94	0,36	0,8	0,8	0,2	1,0	0,3
Склад материалов	4219	6	4800	12,1%	65	0,94	0,36	0,4	0,4	0,1	0,5	0,2
Цех производства декоративных красок	5063	10	5400	6,3%	80	0,94	0,36	0,8	0,8	0,2	1,0	0,3
Склад химикатов	4219	4	4800	12,1%	65	0,94	0,36	0,3	0,3	0,1	0,3	0,1
Цех производства лаков	5625	12	5400	-4,2%	80	0,94	0,36	1,0	1,0	0,2	1,2	0,4
Цех производства смесителей и растворителей	22427	12	24000	6,6%	400	0,53	1,60	4,8	4,8	0,5	5,3	8,4
Цех производства автомобильных красок	23264	14	24000	3,1%	400	0,53	1,60	5,6	5,6	0,6	6,2	9,9
Цех производства паст и концентратов	23695	14	24000	1,3%	400	0,53	1,60	5,6	5,6	0,6	6,2	9,9
Цех производства грунтовок	24126	18	24000	-0,5%	400	0,53	1,60	7,2	7,2	0,7	7,9	12,7
Цех производства эмалей	23590	18	24000	1,7%	400	0,53	1,60	7,2	7,2	0,7	7,9	12,7
Цех производства антисептиков и биозащитных средств	25332	8	24000	-5,6%	400	0,53	1,60	3,2	3,2	0,3	3,5	5,6
Цех производства лаков	25332	8	24000	-5,6%	400	0,53	1,60	3,2	3,2	0,3	3,5	5,6
Ремонтные службы	24035	3	24000	-0,1%	400	0,53	1,60	1,2	1,2	0,1	1,3	2,1
Бытовые помещения	5786	8	5400	-7,1%	80	0,94	0,36	0,6	0,6	0,1	0,8	0,3
Цех производства покрытий	5786	4	5400	-7,1%	80	0,94	0,36	0,3	0,3	0,1	0,4	0,1
Цех упаковки готовой продукции	5070	18	5400	6,1%	80	0,94	0,36	1,4	1,4	0,3	1,7	0,6
Участок контроля готовой продукции	5063	10	5400	6,3%	80	0,94	0,36	0,8	0,8	0,2	1,0	0,3
Маркировочная	5063	10	5400	6,3%	80	0,94	0,36	0,8	0,8	0,2	1,0	0,3
Цех производства промышленных красок	5063	10	5400	6,3%	80	0,94	0,36	0,8	0,8	0,2	1,0	0,3
Лаборатория качества	5704	16	5400	-5,6%	80	0,94	0,36	1,3	1,3	0,3	1,5	0,6
Склад готовой продукции	4219	6	4800	12,1%	65	0,94	0,36	0,4	0,4	0,1	0,5	0,2

Результаты выбора светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара используются в работе далее.

#### **2.4 Расчет параметров освещения безопасности завода по производству лакокрасочных изделий**

Далее проводится расчёт параметров освещения безопасности завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

«Аварийное освещение делится на две категории:

- освещение безопасности;
- эвакуационное освещение» [3].

Освещение безопасности рассчитывается для помещений, где присутствуют особо опасные условия.

Параметры освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий определяются с учётом специфики производства и потенциальных рисков. Известно, что производство лакокрасочной продукции на лакокрасочном заводе ООО «Русский цвет» г. Самара включает в себя работу с легковоспламеняющимися, токсичными или химически активными веществами, что делает освещение безопасности критически важным.

Оно должно питаться от аварийного источника питания или от второго трансформатора на питающей ТП-10/0,4 кВ завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Основные этапы расчёта системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, включают:

- определяются зоны повышенного риска в помещениях завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. К таким зонам риска относятся места хранения или перемешивания химикатов, участки и цеха смешивания химических веществ, зоны

высыхания лакокрасочных покрытий и прочие аналогичные опасные зоны;

- устанавливаются стандарты освещенности для зон, где требуется освещение безопасности. При этом нормы освещенности для зон повышенного риска выше, чем стандартные нормы освещения, чтобы обеспечить хорошую видимость и идентификацию потенциальных опасностей;
- выбираются светильники для освещения безопасности, которые должны быть устойчивыми к влажности, пыли и химическим воздействиям. В некоторых зонах могут потребоваться взрывозащищенные светильники (обосновывается дополнительно);
- проектируется аварийное освещение системы освещения безопасности. В случае отключения основного источника питания, необходима система аварийного освещения, чтобы обеспечить безопасное перемещение персонала и возможность принятия мер безопасности;
- оценивается уровень освещенности системы освещения безопасности. После установки системы, необходимо проверить выбранные решения, исходя из стандартного и расчетного уровня освещенности для проверки его соответствия установленным нормам.
- рассматриваются дополнительные системы управления системой освещения безопасности. К таким системам относятся датчики движения, аварийные индикаторы и другие аналогичные системы. При этом светильники системы освещения безопасности могут быть интегрированы в общую систему освещения для улучшения безопасности и работоспособности всей системы освещения.

«В данной работе наиболее рационально с точки зрения энергосбережения применить светодиодные светильники Sveteco 12 мощностью 20 Вт с элементами LED промышленного типа.

Световой поток от светильника – 1656 лм.

Нормируемая освещенность берется 5% от общей, но не более 10 лк.

В качестве примера приводится расчет для участка цеха подготовки материалов.

Норма освещенности безопасности» [19]:

$$E_n^{об} = 0,05 \cdot E_n, \text{ лк.} \quad (12)$$

«По условию (12)» [19]:

$$E_n^{об} = 0,05 \cdot 200 = 10 \text{ лк.}$$

где « $E_n$  – норма освещенности для основного освещения, лк» [19].

Число источников света системы освещения безопасности принимается, исходя из светового потока, а также норм освещённости [19]:

$$N_{л}^{об} = \frac{E_n^{об} \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{\Phi_{об}}, \text{ шт.} \quad (13)$$

«где  $\Phi_{об}$  – световой поток светильника, лм;

$E_n^{об}$  – норма освещенности для аварийного освещения, лк;

$K_3$  – коэффициент запаса» [19].

«По условию (13)» [19]:

$$N_{л}^{об} = \frac{10 \cdot 1,5 \cdot 360 \cdot 1,15}{0,43 \cdot 1656} = 8,7 \text{ шт.}$$

«Полученное значение округляется до целого:  $N_{л}^{об} = 9$  шт» [19].

Таким образом, для участка цеха подготовки материалов принимается 9 светильников, обеспечивающих систему освещения безопасности на объекте.

Расчёты системы безопасного освещения для других помещений системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных

изделий ООО «Русский цвет» г. Самара выполнены аналогично. Полученные результаты расчёта системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты расчёта системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Название участков и помещений	Тип ИС	Тип ламп	Ен об	Фоб, лм	Мощность, Вт	Нсв
Цех подготовки материалов	Sveteco	LED	10	1656	20	9
Компрессорная	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Склад материалов	Sveteco	LED	4	1656	20	1
Цех производства декоративных красок	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Склад химикатов	Sveteco	LED	3	1656	20	1
Цех производства лаков	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Цех производства смесителей и растворителей	Sveteco	LED	10	1656	20	8
Цех производства автомобильных красок	Sveteco	LED	10	1656	20	7
Цех производства паст и концентратов	Sveteco	LED	10	1656	20	10
Цех производства грунтовок	Sveteco	LED	10	1656	20	9
Цех производства эмалей	Sveteco	LED	10	1656	20	13
Цех производства антисептиков и биозащитных средств	Sveteco	LED	10	1656	20	6
Цех производства лаков	Sveteco	LED	10	1656	20	6
Ремонтные службы	Sveteco	LED	10	1656	20	2
Бытовые помещения	Sveteco	LED	8	1656	20	1
Цех производства покрытий	Sveteco	LED	4	1656	20	1
Цех упаковки готовой продукции	Sveteco	LED	8	1656	20	3
Участок контроля готовой продукции	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Маркировочная	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Морозильные камеры	Sveteco	LED	8	1656	20	2
Лаборатория качества	Sveteco	LED	8	1656	20	3
Склад готовой продукции	Sveteco	LED	4	1656	20	1
Всего по заводу по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара	-	-	-	-	-	95

Полная нагрузка системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара:

$$P_p^{об} = P_{св}^{об} \cdot N_{св}^{об}, \text{ Вт}, \quad (14)$$

$$P_p^{об} = 20 \cdot 95 = 1900 \text{ Вт}.$$

«По нагрузке аварийного освещения системы безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, выбирается резервный аварийный генератор Pramac P4500 с АВР номинальной мощностью 3,1 кВт, который автоматически будет подключён к системе, если исчезнет питание от двух источников основного электроснабжения от энергосистемы на питающей ТП-10/0,4 кВ» [17].

Таким образом, требуемая надёжность и резервирование системы освещения безопасности на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара будет обеспечена.

## **2.5 Выбор сечения проводников системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий**

Далее в работе проводится выбор сечения проводников системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

В работе все проводники выполняются силовыми кабелями.

Питающая сеть напряжением 0,38/0,22 кВ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара выполняется кабельной линией, с применением двух взаиморезервируемых силовых кабелей.



Питающая сеть напряжением 0,38/0,22 кВ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий выполняется с использованием способа прокладки кабельных линий в бетонных блоках.

Узлы монтажа питающей сети напряжением 0,38/0,22 кВ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара показаны в графической части работы.

Распределительная сеть напряжением 0,38/0,22 кВ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий выполняется с использованием способа прокладки кабельных линий на лотках.

При монтаже кабелей на лотковых конструкциях, обеспечивается быстрый и удобный доступ к кабелям, что значительно упрощает их монтаж, обслуживание, модификацию и замену. Кроме того, циркуляция воздуха между кабелями предотвращает их перегрев, что продлевает срок службы кабеля и уменьшает риски, связанные с перегревом. Также защитные крышки и барьеры на лотках защищают кабели от механических повреждений, пыли, влаги и других воздействий, а благодаря открытой конструкции лотков возможен быстрый визуальный осмотр кабелей на предмет повреждений или износа. Узлы монтажа распределительной сети напряжением 0,38/0,22 кВ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара показаны в графической части работы.

«Сечение головного участка питающей сети (от ТП до ГРЩ освещения) определяется по длительному допустимому току» [3]:

$$I_{max} = \frac{\Sigma P_{ДРЛ}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} + \frac{\Sigma P_{ЛЛ}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, A, \quad (15)$$

«где  $\Sigma P_{ДРЛ}$  - суммарная расчётная активная нагрузка ламп типа LED;

$\Sigma P_{ЛЛ}$  - суммарная активная нагрузка ламп ЛЛ;

$U_n$  - номинальное линейное напряжение, В» [3].

«По условию (15)» [3]:

$$I_{max} = \frac{42800}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,53} + \frac{9700}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,94} = 154 A.$$

«Для головного участка питающей сети, выбирается кабель марки ВВГнг–LS сечением 4×70 мм<sup>2</sup>, допустимая токовая нагрузка равна 165А.

Условие проверки кабеля по максимальному рабочему току осветительной сети» [3]:

$$I_{max} \leq I_{дон}, A. \quad (16)$$

По условию (16)» [3]:

$$154 A \leq 165 A.$$

«Условие выполняется.

По заданным параметрам силового трансформатора (из исходных технических и справочных данных) известна потеря напряжения до силового трансформатора – 5,25%.

По каталожным данным трансформатора для регулирования напряжения на трансформаторе, применяется устройство ПБВ с диапазона регулирования от -5% до +% путём переключения анцапфы ПБВ.

Таким образом, устанавливая отпайку ПБВ на максимальное положение +5%, можно повысить напряжение на стороне НН трансформатора, итоговая величина падения напряжения со стороны питания до шин НН трансформатора составит» [3]:

$$\Delta U_{ТП} = \Delta U_{дон} + \Delta U_{тр}, \%. \quad (17)$$

«По условию (17)» [3]:

$$\Delta U_{ТП} = -5,25 + 5 = -0,25 \%$$

«С учётом данной потери напряжения на стороне НН ТП выбираются кабели питания осветительной сети. Потеря напряжения на участке ТП – ГРЩ освещения» [8]:

$$\Delta U_{ГРЩ} = \frac{\Sigma P \cdot L \cdot 10^5}{F \cdot U_n^2 \cdot \gamma}, \% \quad (18)$$

«где  $\Sigma P$  - суммарная активная нагрузка головного участка, кВт;

$L$  - длина головного участка по исходным данным, м;

$\gamma$  - удельная проводимость материала, 53 м/Ом · мм<sup>2</sup> для меди;

$U_n$  - номинальное линейное напряжение сети, В» [8].

«По условию (18)» [8]:

$$\Delta U_{ГРЩ} = \frac{58700 \cdot 85 \cdot 10^5}{70 \cdot 380^2 \cdot 53} = 0,9\%$$

«Сечение участка распределительной сети от ОЦВ-1 до светильников выбирается аналогично по длительному допустимому току, но учитывается распределение однофазной нагрузки по фазам. Дополнительно максимальный расчетный длительный ток по фазам не должен превышать 16 А.

Для примера выполняется расчёт для участка распределительной сети ОЦВ 1 – 1 (цех подготовки материалов) по фазе А» [6]:

$$I_{max} = \frac{\Sigma P_{ДРЛ}}{U_n \cdot \cos \varphi}, A \quad (19)$$

«где  $\Sigma P_{ДРЛ}$  - суммарная активная нагрузка ламп LED;

$U_n$  - номинальное фазное напряжение, В» [6].

«По условию (19)» [6]:

$$I_{max} = \frac{1600}{220 \cdot 0,53} = 14 A.$$

«Для участка распределительной сети ОЦВ 1 – 1 выбирается кабель марки ВВГнг–LS сечением  $5 \times 1,5 \text{ мм}^2$ , допустимая токовая нагрузка – 16А» [8].

«По условию (16)» [1]:

$$14 A \leq 16 A.$$

«Условие выполняется.

Потеря напряжения на участке ОЦВ 1 – 1 по фазе А» [1]:

$$\Delta U_1 = \frac{\Sigma P \cdot L \cdot 10^5}{F \cdot U_n^2 \cdot \gamma} \leq 5, \%, \quad (20)$$

«где  $\Sigma P$  - суммарная расчётная активная нагрузка фазы, кВт;

$L$  - длина участка по исходным данным, м;

$\gamma$  - удельная проводимость материала, для меди, м/Ом·мм<sup>2</sup>;

$U_n$  - номинальное фазное напряжение сети, В» [1].

«По условию (20)» [8]:

$$\Delta U_1 = \frac{1600 \cdot 60 \cdot 10^5}{1,5 \cdot 220^2 \cdot 53} = 2,5\% \leq 5\%.$$

«Условие выполняется. Результаты выбора кабельных линий для питания светильников распределительной сети системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представлены в работе в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выбора кабельных линий для питания светильников распределительной сети системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Номер отделения (по плану)	Нагрузка по фазам, кВт			Ток по фазам, А			F <sub>кл</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>допКЛ</sub> , А	L <sub>наиб</sub> , м	ΔU, %
	А	В	С	А	В	С				
Участок ОЩВ 1										
1	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	60	2,5
2,3	1,6	-	-	5	-	-	1,5	16	54	1,5
4,5	-	1,6	-	-	5	-	1,5	16	60	1,7
6	-	-	1,6	-	-	5	1,5	16	66	1,9
11,14	0,8	0,8	0,8	7	7	7	1,5	16	42	0,9
12	0,8	0,8	0,8	7	7	7	1,5	16	48	1,0
Участок ОЩВ 2										
7	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	60	2,5
8	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	48	2,0
8,9	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	48	2,0
9, 10	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	36	1,5
Участок ОЩВ 3										
11	1,6	1,6	1,6	14	14	14	1,5	16	78	3,2
10	1,6	1,6	1,6	10	10	14	1,5	16	60	2,5
11,13,14	1,6	1,6	1,6	14	10	10	1,5	16	60	1,9
20,21,22,23	-	2,4	-	-	11	-	1,5	16	120	7,2
17,18,19,20	2,4	-	-	10	-	-	1,5	16	108	5,8
17,18,19,21	-	-	2,4	-	-	10	1,5	16	102	5,5

«Сечение участка сети от ГРЩ до ОЩВ-1 определяется по длительному допустимому току.

Максимальный расчетный длительный ток фазы А» [12]:

$$I_{max} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \quad (21)$$

«где  $\Sigma P$  - суммарная расчётная активная нагрузка по фазам таблице 6;

$U_n$  - номинальное фазное напряжение, В» [12].

«По условию (21)» [12]:

$$I_{max} = \frac{4260}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,76} = 25,6 \text{ A.}$$

«Для участка сети выбирается кабель марки ВВГнг–LS сечением 5×4 мм<sup>2</sup>, допустимая токовая нагрузка 27А.

Проводится проверка кабеля по условию допустимого нагрева.

По условию (16)» [12]:

$$25,6 \text{ A} \leq 27 \text{ A.}$$

«Условие выполняется.

Потеря напряжения на участке от ГРЩ до ОЩВ-1» [12]:

$$\Delta U_{ОЩВ-1} = \frac{\Sigma P \cdot L \cdot 10^5}{F \cdot U_n^2 \cdot \gamma}, \quad (22)$$

«где  $\Sigma P$  - суммарная активная расчётная нагрузка наиболее загруженной фазы по таблице 6, кВт;

$L$  - длина головного участка по исходным данным, м;

$\gamma$  - удельная проводимость материала, м/Ом · мм<sup>2</sup>;

$U_n$  - номинальное фазное напряжение сети, В» [12].

«Падение напряжения на любом участке сети освещения не должно превышать 5%».

«По условию (22)» [12]:

$$\Delta U_{ОЩВ-1} = \frac{4290 \cdot 30 \cdot 10^5}{4 \cdot 220^2 \cdot 53} = 0,4\%.$$

«Неравномерность загрузки фаз на ОЩВ-1» [12]:

$$\Delta P_{ОЩВ-1} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\max}}, \%. \quad (23)$$

«По условию (23)» [12]:

$$\Delta P_{ОЩВ-1} = \frac{4290 - 4260}{4290} = 1\% \leq 5\%.$$

«Максимальная потеря напряжения по всем участкам осветительной сети от шин ТП-10/0,4 кВ до наиболее удаленного светильника» [12]:

$$\Delta U = \Delta U_{ТП} - \Delta U_{ГРЩ} - \Delta U_{ОЩВ-1} - \Delta U_1, \%, \quad (24)$$

«где  $\Delta U_{ТП}$  - потеря напряжения после регулирования на шинах ТП;

$\Delta U_{ГРЩ}$  - потеря напряжения до ГРЩ освещения;

$\Delta U_{ОЩВ-1}$  - потеря напряжения до ОЩВ-1;

$\Delta U_1$  - максимальная потеря напряжения до светильников» [12].

«По условию (24)» [12]:

$$\Delta U = -0,25 - 0,9 - 0,4 - 2,5 = -4,1\%.$$

«Допустимое медленное изменение напряжения от -10% до +10%, требования выполняются.

Таким образом, данный кабель проходит все требуемые проверки и может быть принят на объекте.

Для остальных участков питающей сети кабели выбираются аналогично, с учётом равномерного распределения нагрузки по фазам.

Результаты выбор кабельных линий распределительной сети для питания ОЩВ сведены в таблицу 6» [12].

Таблица 6 – Результаты выбор кабельных линий распределительной сети для питания ОЩВ

Щит	Нагрузка по фазам, КВт				Ток по фазам, А			F <sub>кл</sub> , мм <sup>2</sup>	I <sub>допКЛ</sub> , А	L <sub>наиб</sub> , м	ΔU, %	ΔU <sub>макс</sub> , %
	А	В	С	ΔP, %	А	В	С					
ОЩВ-1	4,3	4,3	4,3	1%	25,6	25,6	25,7	4	27	30	0,4	-4,1
ОЩВ-2	6,4	6,4	6,4	0%	54,9	54,9	54,9	16	62	36	0,2	-3,9
ОЩВ-3	6,4	6,4	6,4	3%	31,3	30,5	31,3	6	34	54	0,7	-9,1

Установлено, что результаты выбора кабельных линий для питания щитков освещения питающей сети, а также светильников распределительной сети системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Определено, что прокладка питающей сети системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара выполняется кабельными линиями в железобетонных каналах, а прокладка распределительной сети – на лотках.

## **2.6 Выбор защитных аппаратов в системе освещения завода по производству лакокрасочных изделий**

Известно, что выбор и проверка электрических аппаратов для системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара– это ключевой аспект для обеспечения надежного и безопасного функционирования всей системы электроснабжения предприятия.

Неправильный выбор или несовместимость электрического аппарата с сетью может привести к перебоям в работе, дорогостоящему ремонту или даже аварийным ситуациям.



Таким образом, выбор и проверка электрических аппаратов на участке системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара – это важнейший этап работы, который направлен на обеспечение надежной и безопасной работы не только самой системы освещения данного объекта, но и всей энергосистемы в целом.

В связи с этим, требуется выбор и проверка новых электрических аппаратов на участке системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Далее в работе необходимо провести выбор и проверку аппаратов напряжением 0,38/0,22 кВ, необходимых для защиты и коммутации питающей и распределительной сети производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Для защиты питающей сети 0,4 кВ в системе производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара применяются автоматические выключатели (автоматы).

Автоматические выключатели (или автоматы) используются для защиты электрических сетей и оборудования от перегрузок и коротких замыканий, а также для нечастных коммутации потребителей.

Известно, что автоматы защищают сеть от токов короткого замыкания любого режима (трёхфазного, двухфазного, однофазного), а также перегрузки. Для этой цели у автоматов есть соответствующие расцепители (электромагнитный, тепловой и нулевой).

В работе необходимо выбрать все уставки этих расцепителей, а также проверить их на условия устойчивой работы в питающей и распределительной сети производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Исходя из схемы электроснабжения, для защиты и коммутации питающей и распределительной сети производственного освещения завода по

производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, в работе необходимо выбрать следующие типы автоматов:

- автомат ввода питающей сети 0,4 кВ (для защиты и коммутации ГРЩ освещения);
- вводные автоматы (для защиты и коммутации ОВЩ-0,4 кВ);
- линейные автоматы линий освещения (для защиты и коммутации отдельных групп потребителей производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара).

Для защиты и коммутации производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара на стороне 0,4 кВ, предлагается установить современные автоматические выключатели марки ВА. Такие современные автоматические выключатели низкого напряжения имеют ряд преимуществ по сравнению с другими типами выключателей:

- длительный срок службы;
- простота в обслуживании;
- компактность;
- долговечность;
- хорошая коммутационная способность;
- безопасность обслуживания за счёт семи основных блокировок;
- лёгкое и быстрое отключение больших токов короткого замыкания за счёт современного микропроцессорного электромагнитного расцепителя («токовой отсечки»);
- безотказность в работе;
- приемлемая цена;
- улучшенные изоляционные свойства.

Наличие всех приведённых характеристик обуславливает целесообразность применения данных аппаратов в системе

производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара на стороне 0,4 кВ.

«Номинальные токи автомата и теплового расцепителя» [15]:

$$I_{ном.а} \geq I_p. \quad (25)$$

$$I_{ном.т.р} \geq 1,1 \cdot I_p. \quad (26)$$

«Ток уставки электромагнитного расцепителя» [14]:

$$I_{ном.э.р} \geq K_{то} \cdot I_p, \quad (27)$$

где « $K_{то}$  – кратность тока отсечки» [13].

«Проверка автомата на отключающую способность» [14]:

$$I_{откл.} \geq I_k. \quad (28)$$

«На примере автомата ввода для установки на ГРЩ освещения проектируемого завода по производству лакокрасочных изделий» [12]:

$$I_{ном.а} = 160 \text{ А} \geq I_p = 111,9 \text{ А}.$$

$$I_{ном.т.р} = 160 \text{ А} \geq 1,1 \cdot 111,9 = 123,09 \text{ А}.$$

$$I_{ном.э.р} = 7 \cdot 160 = 1120 \text{ А} \leq 1880 \text{ А}.$$

$$I_{откл.} = 60 \text{ кА} \geq 1,818 \text{ кА}.$$

«Окончательно выбирается для ГРЩ освещения проектируемого завода по производству лакокрасочных изделий марки ВА 52-37, с параметрами:  $U_{ном.а}=380 \text{ В}$ ,  $I_{ном.а}=160 \text{ А}$ ,  $I_{ном.т.р}=160 \text{ А}$ ,  $I_{ном.э.р}=1120 \text{ А}$ ,  $K_{то}=7$ » [12].

Результаты выбора автоматов системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара представлены в работе в форме таблицы 7.

Таблица 7 – Результаты выбора автоматов проектируемой системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара

Наименование объекта	$I_p$ , А	Марка автомата	$I_{ном.а}$ , А	$I_{у.т.р.}$ , А	$I_{у.э.р.}$ , А
ГРЩ	11,9	ВА52-37	160	160	1120
ОЩВ-1	25,7	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
ОЩВ-2	54,9	ВА47-29-2С6-УХЛ3	63	63	189
ОЩВ-3	31,3	ВА47-29-2С32-УХЛ3	32	32	96
Участок ОЩВ-1					
1	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
2,3	12	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
4,5	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
6	5	ВА47-29-2С6-УХЛ3	6,3	6,3	18,9
11,14	7	ВА47-29-2С10-УХЛ3	10	10	30
12	7	ВА47-29-2С10-УХЛ3	10	10	30
Участок ОЩВ-2					
7	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
8	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
8,9	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
9, 10	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
Участок ОЩВ-3					
11	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
10	14	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
11,13,14	10	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
20,21,22,23	11	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
17,18,19,20	10	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48
17,18,19,21	10	ВА47-29-2С16-УХЛ3	16	16	48

Результаты выбора автоматов проектируемой системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара показаны в графической части работы.

Выводы по разделу.

Для нового производственного объекта проектируемой системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, с учётом категории надёжности, фактических нагрузок и распределения на территории объекта, выбрана и обоснована рациональная схема питающей и распределительной сети.

Для защиты и коммутации производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара на стороне 0,4 кВ, предлагается установить современные автоматические выключатели марки ВА.

Наличие всех приведённых характеристик обуславливает целесообразность применения данных аппаратов в системе производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара на стороне 0,4 кВ.

В схеме системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, определены следующие основные звенья:

- первое звено – питающая сеть 0,38/0,22 кВ: две кабельные линии от разных секций сборных шин 0,4 кВ понизительной ТП-10/0,4 кВ, до ГРЩ освещения;
- второе звено – от ГРЩ освещения до щитков рабочего освещения (ОЩВ1-ОЩВ3);
- третье звено – от щитков рабочего освещения к распределительным щиткам отдельных помещений.

Кроме того, предусматривается также питание по магистральной схеме с применением магистральных щитков, системы аварийного освещения, являющейся дополнительным звеном системы производственного освещения

завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Проведён светотехнический расчёт системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», на основании результатов которого выбраны марки, количество и расположение светильников системы рабочего освещения, а также определены расчётные параметры и выбраны светильники освещения безопасности.

С учётом проведённого выбора светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», определена суммарная нагрузка объекта проектирования.

Выбраны сечения кабельных линий питающей и распределительной сетей системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», а также автоматические выключатели для её защиты и коммутации.

### **3 Выбор автоматизированной системы управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий**

В результате проведённого анализа информации по данной тематике, установлено, что рациональный выбор автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий требует учёта специфики производства и потребностей в обеспечении качества и безопасности работы.

В результате проведения анализа выделены следующие ключевые аспекты, которые влияют на характер выбора автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» [14]:

- анализ потребностей и функций, которые должна включать автоматизированная система управления освещением на заводе по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет». При этом учитывается и проводится определение зон, требующих разного уровня освещенности, а также наличие зон с особыми требованиями к освещению (например, контроль качества или места смешивания компонентов);
- энергоэффективность и автоматический контроль учёта параметров. Известно, что автоматизированные системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», позволяющие регулировать освещенность в зависимости от дневного света или рабочего графика, способствуют существенному снижению энергопотребления на предприятии;
- гибкость автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», заключающаяся в возможности быстро и эффективно менять и варьировать настройки освещения для разных производственных процессов или рабочих смен на предприятии;

- интеграция с другими автоматизированными системами, заключающаяся в способности автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» синхронизироваться с другими системами управления на заводе (например, системами безопасности или автоматизации производства);
- безопасность: дополнительным достоинством автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» является способность реагирования на внештатные ситуации, такие, как пожар, аварии в питающей сети с отключением электроэнергии. При этом требуется обеспечить эвакуацию людей из помещений, следовательно, должна автоматически срабатывать эвакуационная сигнализация и включаться лампы аварийного освещения (освещения безопасности);
- удобство пользования автоматизированной системой управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет». Включает интуитивно понятные интерфейсы, а также возможность дистанционного управления и мониторинга системы с выводом информации на устройства пользователя;
- адаптивность автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», выражающаяся в возможности системы автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям, например, к уровню дневного света или к загрузке производственных линий;
- долговечность и надежность: выбор автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» с хорошей репутацией и проверенными отзывами других предприятий, будут способствовать внедрению опыта, проверенного другими компетентными коллегами;



- стоимость и возврат инвестиций, включающий расчет экономической эффективности, учет стоимости системы, стоимости ее установки и экономии на оплате электроэнергии, а также срока окупаемости автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет»;
- наличие качественной технической поддержки, гарантийное и послегарантийное обслуживание от производителя или поставщика.

«В качестве целевой серии для построения автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», выбирается устройства компании Siemens, а именно универсальные логические модули LOGO» [16].

«Для построения автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» нужны модули:

- блок питания LOGO! Power»;
- программируемое реле Siemens LOGO! 24RC;
- модуль расширения LOGO! DM16 24R;
- модуль интерфейса связи LOGO! CM LON;
- преобразователь интерфейса LON / RS-232;
- прочая коммутационная и защитная электроаппаратура» [16].

«В системе необходимо визуально отображать текущую освещённость и выбранный режим работы (автоматический, ручной, полуавтоматический).

Для этого используются семисегментные индикаторы. Можно предположить, что возникнет такая ситуация, когда в помещении, где находится пульт оператора, будет отрицательная температура, поэтому для визуализации текущей температуры принимается трехразрядный семисегментный индикатор. Основных рабочих режимов – пять, поэтому для отображения рабочего режима используется одnorазрядный семисегментный индикатор. Используются индикаторы BA56-12 фирмы KingBrighth и LDD3051 фирмы LIGI» [13].

Используя выбранные компоненты, разрабатывается принципиальная электрическая схема управления системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Для каждой их групп исполнительных элементов схемы (группы светильников общего освещения) предусмотрен отдельный защитный автоматический выключатель, индикатор работы на щите и отдельное сильноточное реле (пускатель) с контактами, рассчитанными на коммутацию нагрузки, соответствующей подключаемому потребителю» [14].

«Управление обмотками реле групп исполнительных элементов схемы будет производиться программируемым реле Siemens LOGO! 24RC, но, так как данное устройство способно коммутировать только четыре канала (групп), дополнительно к нему используется модуль расширения LOGO! DM16 24R, позволяющий коммутировать дополнительно 16 групп.

Этот аспект крайне важен при возможном расширении заданной САУ и позволяет подключать дополнительные элементы, а также способствует резервированию и повышению надёжности элементов САУ» [16].

«Для обеспечения питанием программируемого реле и модулей используется блок питания LOGO! Power.

Для обеспечения связи с компьютером АРМ диспетчера используется модуль интерфейса связи LOGO! CM LON.

Для подключения к сети с интерфейсом LON персонального компьютера АРМ диспетчера используется преобразователь интерфейса LON/ RS-232.

Сигналы управления от датчиков освещённости поступают на входы основного реле А1. В соответствии с заданием, активируется программа включения/переключения исполнительных элементов схемы (групп светильников общего освещения) с помощью ключевых элементов – фотореле.

Питание схемы входных сигналов осуществляется от блока питания. Подключение сигналов группового управления автоматизированной системы управления освещением для завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», показано в графической части работы» [14].

«Реагируя на сигналы от управления, равно как и на сигналы, поступающие по сети от АРМ диспетчера и реализуя соответствующие программы, хранящиеся в памяти, программируемое реле выдает управляющие воздействия для управления реле (пускателями) групп исполнительных элементов схемы (групп светильников) через соответствующие ключевые элементы – фотореле.

Через выходные клеммы «Qn» реле и модуля расширения осуществляется коммутация обмоток сильноточных реле (контакторов) КМ, которые, в свою очередь, управляют группами исполнительных элементов схемы (групп светильников общего освещения) через соответствующие фотореле. Использование в качестве управляющего устройства программного реле позволяет реализовать коммутационные программы управления группами исполнительных элементов схемы (групп светильников общего освещения) через соответствующие фотореле практически любой сложности.

Для изменения программы управления достаточно внести изменения в программу управления (ручной режим), что значительно проще внесения изменений в электрическую схему системы управления.

Расширение САУ системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара также реализуется подключением дополнительных групп на резервные выходы Q модуля расширения и внесением соответствующих изменений в программу реле» [16].

Выводы по разделу.

В результате выполнения работы, на основании основных требований к автоматизированным системам управления производственным освещением, выбрана основные элементы и разработана современная автоматизированная система управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет». Данная система характеризуется надёжностью, экономичностью, адаптивностью, безопасностью, удобством в эксплуатации, а также прочими аналогичными преимуществами, по сравнению с аналогичными системами.

## Заключение

В работе, основываясь на исходных технических условиях на выполнение проектирования, включающих схему и расположение потребителей системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий с исходными нагрузками, технических данных источников питания и характеристик энергосистемы, осуществлена разработка проекта производственной системы освещения завода по производству лакокрасочных изделий на примере ООО «Русский цвет» г. Самара.

Проведён анализ исходных данных по объекту исследования. Приведена краткая характеристика предприятия, его выпускаемой продукции и производственного цикла завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Установлено, что основными технологическими цехами (единицами) в цикле производства завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара являются производственные цеха: цех подготовки материалов, цех производства декоративных красок, цех производства лаков, цех производства смесителей и растворителей, цех производства автомобильных красок, цех производства паст и концентратов, цех производства грунтовок, цех производства эмалей, цех производства антисептиков и биозащитных средств, цех производства лаков, цех производства покрытий, цех упаковки готовой продукции, цех производства промышленных красок. Приведены исходные характеристики данных помещений нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий.

Определено, что на территории нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара планируется ввести в эксплуатацию двадцать два производственных и непромышленных объекта, которые требуются на предприятии согласно технологическому процессу. Во всех помещениях используется светлая схема

окраски помещения (материал стен и потолков – бетон). Приведены данные по высоте помещений объекта проектирования.

Определено, что для данных объектов необходимо разработать проект производственного освещения всех указанных помещений. Данная задача решается в работе далее.

Приведены основные требования к системам освещения предприятий химической промышленности, к которым относится производственное освещение нового подразделения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара. Установлено, что все данные требования необходимо учесть в работе при выборе технических решений по проектированию производственного освещения объекта исследования.

Для нового производственного объекта проектируемой системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, с учётом категории надёжности, фактических нагрузок и распределения на территории объекта, выбрана и обоснована рациональная схема питающей и распределительной сети.

В схеме системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара, определены следующие основные звенья:

- первое звено – питающая сеть 0,38/0,22 кВ: две кабельные линии от разных секций сборных шин 0,4 кВ понизительной ТП-10/0,4 кВ, до ГРЩ освещения;
- второе звено – от ГРЩ освещения до щитков рабочего освещения (ОЩВ1-ОЩВ3);
- третье звено – от щитков рабочего освещения к распределительным щиткам отдельных помещений.

Кроме того, предусматривается также питание по магистральной схеме с применением магистральных щитков, системы аварийного освещения, являющейся дополнительным звеном системы производственного освещения

завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет» г. Самара.

Проведён светотехнический расчёт системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», на основании результатов которого выбраны марки, количество и расположение светильников системы рабочего освещения, а также определены расчётные параметры и выбраны светильники освещения безопасности.

С учётом проведённого выбора светильников системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», определена суммарная нагрузка объекта проектирования.

Выбраны сечения кабельных линий питающей и распределительной сетей системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», а также автоматические выключатели для её защиты и коммутации.

На основании основных требований к автоматизированным системам управления производственным освещением, выбрана основные элементы и разработана современная автоматизированная система управления освещением завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет». Данная система характеризуется надёжностью, экономичностью, адаптивностью, безопасностью, удобством в эксплуатации, а также прочими аналогичными преимуществами, по сравнению с аналогичными системами.

Таким образом, все технические решения по внедрению в спроектированную системы производственного освещения завода по производству лакокрасочных изделий ООО «Русский цвет», обоснованы, подтверждены и проверены в работе на основе полученных результатов расчётов и аналитических выкладок.

## Список используемых источников

1. Кадомская К.П., Лавров Ю.А. Электрооборудование высокого напряжения нового поколения. Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. 343 с.
2. Китунович Ф.Г. Энергетика России. 1920-2020 гг. В 4 томах. М.: Энергия, 2020. 1072 с.
3. Климова Г.Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение. Учебное пособие. М.: Юрайт, 2016. 180 с.
4. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. М.: Академия, 2020. 320 с.
5. Неклепаев Б.Н., Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. пособие для ВУЗов. 5-е издание, перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 2018. 608 с.
6. Никитенко Г.В. Электрооборудование, электротехнологии и электроснабжение. Дипломное проектирование: Учебное пособие. СПб.: Лань, 2018. 316 с.
7. ООО «Русский цвет» [Электронный ресурс]: URL: <https://samara.catalogxy.ru/firms/russevet.ru.htm> (дата обращения: 06.10.2023).
8. ООО ТД КРАСКИ РУССКИЙ ЦВЕТ [Электронный ресурс]: URL: <https://spark-interfax.ru/samarskaya-oblast-samara/ooo-td-kraski-ruski-tsvet-inn-6315609615-ogrn-1086315000750-f8894ee3319e4616867414c3ec8a51f6> (дата обращения: 06.10.2023).
9. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. 4-е изд., перераб. и доп. М: Энергоатомиздат, 2019. 174 с.
10. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. М.: ЗАО «Энергосервис», 2019. 324 с.
11. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). М.: Альвис, 2018. 632 с.
12. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и

подстанций: Учебник для студентов учреждений среднего профессионального образования. М.: ИЦ Академия, 2018. 448 с.

13. Свириденко Э.А. Основы электротехники и электроснабжения. М.: Техноперспектива, 2018. 436 с.

14. Свод правил СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 7 ноября 2016 г. № 777/пр) [Электронный ресурс]: URL: [https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO\\_07.11.2016\\_777.pdf](https://energy.midural.ru/images/Upload/2017/101/SPEIO_07.11.2016_777.pdf) (дата обращения: 06.10.2023).

15. СП 440.1325800.2018 Проектирование естественного и искусственного освещения. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/554819713> (дата обращения: 06.10.2023).

16. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. 4-е изд., перераб. и доп. М.: ЭНАС, 2018. 312 с.

17. СТО 56947007- 29.240.30.047-2010. «Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций». [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200088422> (дата обращения: 06.10.2023).

18. Тульчин И.К. Электрические сети жилых и общественных зданий. М.: Энергоатомиздат, 2020. 304 с., ил.

19. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 29.07.2017) «Об энергосбережении, повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

20. Цигельман И.Е. Электроснабжение гражданских зданий и коммунальных предприятий. М.: Высш. шк. 2018. 319 с.: ил.