

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

ИВАНОВ ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ВОСХОД»**

Направление 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль «Электроснабжение»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Комсомольск – на – Амуре

2023

Работа выполнена на кафедре «Электромеханика» Комсомольского-на-Амуре государственного университета (КнАГУ).

Научный руководитель

доктор тех. наук, доцент
Иванов Сергей Николаевич

Рецензент

Начальник отдела подбора и обучения
персонала ПАО «АСЗ»
кандидат тех. наук
Киница Олег Игоревич,

Защита состоится «3» марта 2023 года в 10 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 203/3.

Автореферат разослан __ марта 2023 г

Секретарь ГЭК

Н.Н. Мельникова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. В современных условиях становления рыночных отношений в России, с внедрением нового электрооборудования в системах внутризаводского электроснабжения, проблема исследования и анализа надежности функционирования технических устройств становится одной из самых главных. Известно, что во время пусконаладочных работ при вводе новых промышленных объектов выявляются и устраняются причины ненадежной работы оборудования и установок. Многие из этих причин объясняются недостатками проектно-конструкторских разработок, в которых не анализировались факторы надежности.

В настоящее время на предприятиях формируются системы управления производственными активами (СУПА). Современные тенденции развития промышленного комплекса показывают, что в соответствии с Концепцией СУПА основные этапы принятия решения о воздействии на актив должны включать в себя: 1) сбор, обработку и хранение исходных данных; 2) оценку технического состояния и вероятности отказа оборудования; 3) планирование работ по текущему обслуживанию и ремонту; 4) выполнение запланированных работ.

Как правило, для моделирования вероятностных характеристик надежности систем электроснабжения промышленных предприятий в качестве объекта исследования рассматриваются распределительные сети 6–10 кВ. Но, как показывает опыт эксплуатации, вероятностные характеристики надежности функционирования внутрицеховых систем низкого напряжения, с учетом целого комплекса воздействующих факторов, часто не поддающихся количественной оценке, и множества элементов оборудования, имеют сложные зависимости и требуют детального исследования при моделировании на этапах проектирования и эксплуатации. Таким образом,

разработка и реализация алгоритмов оценки надежности функционирования систем цехового электроснабжения с учетом основных параметров оборудования является актуальной задачей.

Степень разработанности. В процессе работы над диссертацией были разработаны методики и модели для оценки и повышения эффективности эксплуатации систем внутрицехового электроснабжения, что позволяет улучшить функциональные характеристики цеховых сетей.

Объектом исследования является система внутрицехового электроснабжения ДВПО «Восход».

Целью и задачей исследования является разработка алгоритмов и методики оценки надежности цеховых сетей для повышения эффективности функционирования и проектирования систем электроснабжения.

Личный вклад. Автором был проведен анализ и оценка надежности и влияния числа электроприемников.

Апробация работы.

Результаты исследований, включённые в работу, докладывались на на 48-й научно-технической конференции студентов и аспирантов (г. Комсомольск-на-Амуре, 2018 г.) и на 16-й Международной научно-практической конференции по проблемам экологии и безопасности (г. Комсомольск-на-Амуре, 2018 г.).

Публикации. По теме диссертации имеются две публикации:

1. Сырбу И.В., Иванов Д.В., Ким К.К. Повышение эффективности электроснабжения нефтеперерабатывающего предприятия // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы 6-й Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых / КнАГУ, 5 - 11 декабря 2022 г. – Комсомольск-н/А: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2023. с. 283-285.

2. Иванов Д.В., Сырбу И.В., Иванов С.Н. Влияние числа электроприемников на показатели надежности промышленного оборудования // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы 6-й всероссийской национальной научной конференции молодых ученых. ФГБОУ ВО «КнАГТУ». Комсомольск-н/А, 2023.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников. Содержит 114 страниц основного машинописного текста, 41 рисунка. Библиографический список включает 124 наименования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении раскрыта актуальность темы диссертации, обозначена цель и сформулированы задачи исследования.

В первой главе представлены объект исследования, результаты статистического исследования параметров надежности низковольтных коммутационных аппаратов, устанавливаемых на линиях цеховых сетей с выявлением нормального закона распределения.

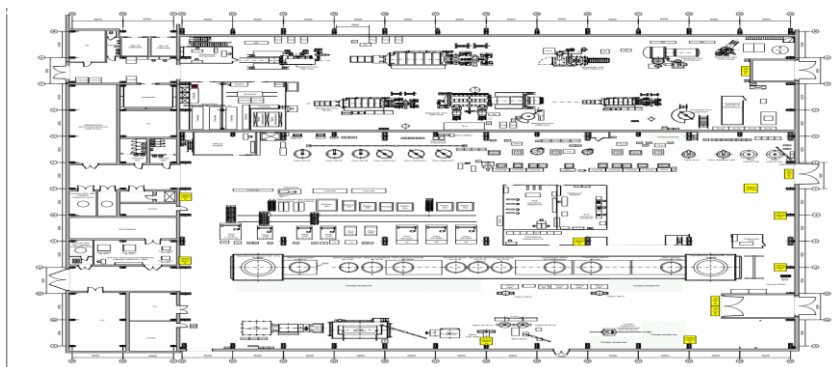


Рисунок 1.1 – Расположение электроприёмников

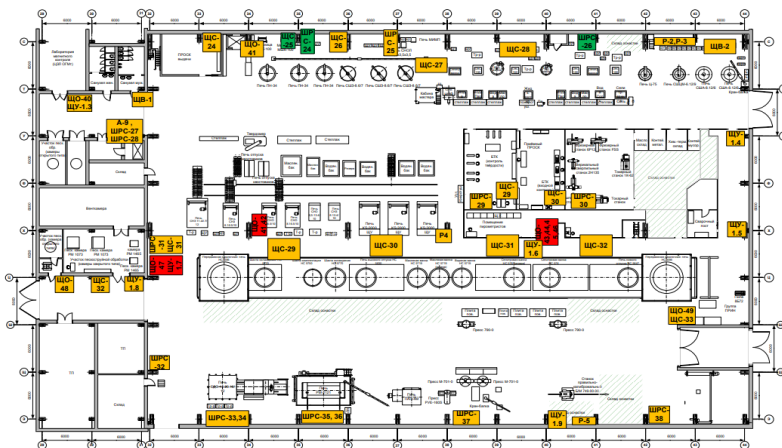


Рисунок 1.2 – Расположение электроприёмников участка термообработки

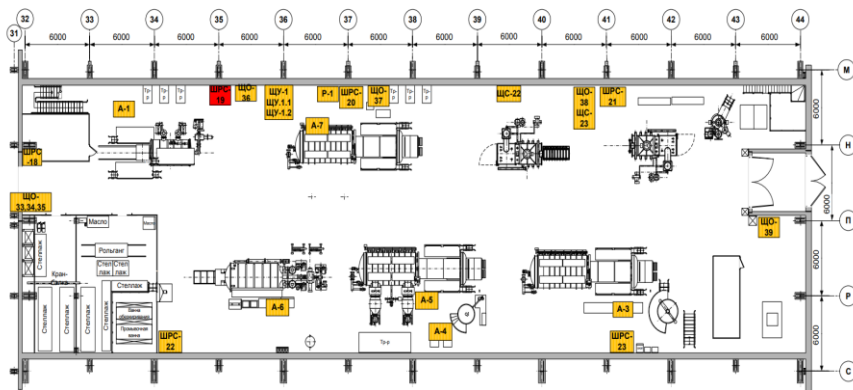


Рисунок 1.3 – Расположение электроприёмников участка химической обработки

Во второй главе проводится анализ характеристик надежности оборудования цеховых сетей, приведены общие сведения о видах законов распределения случайных величин.

В третьей главе приведен алгоритм и методика определения параметров надежности функционирования цеховых сетей относительно присоединений нагрузки и распределительных устройств низкого напряжения с использованием коэффициентов отношения вероятностей времени безотказной работы исследуемого числа присоединенных потребителей, к вероятности времени безотказной работы первого присоединения.

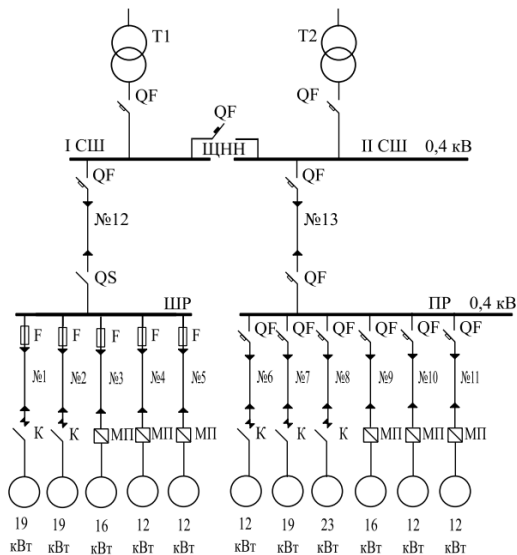


Рисунок 3.5 – Схема участка низковольтной цеховой сети

Таблица 3.1 – Исходные данные расчетной схема (рисунок 3.5)

№ присоединения	Тип кабельной линии	Длина кабельной линии, м	Мощность двигателя, кВт
1	АПВГ (3×8 + 1×4)	15	19
2	АПВГ (3×8 + 1×4)	13	19
3	АПВГ (3×6 + 1×4)	16	16
4	АПВГ (3×6 + 1×4)	26	12
5	АПВГ (3×4 + 1×2,5)	26	12
6	АПВГ (3×4 + 1×2,5)	22	12
7	АПВГ (3×8 + 1×4)	17	19
8	АПВГ (3×10 + 1×6)	13	23
9	АПВГ (3×6 + 1×4)	17	16
10	АПВГ (3×4 + 1×2,5)	15	12
11	АПВГ (3×4 + 1×2,5)	22	12
12	АПВГ (3×70 + 1×35)	52	---
13	АПВГ (3×70 + 1×35)	52	---

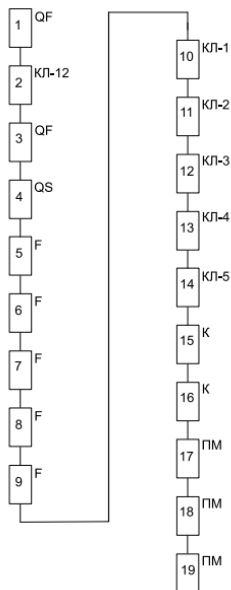


Рисунок 3.6 – Логическая схема надежности относительно распределительного шкафа

Определим изменение вероятности времени безотказной работы распределительного шкафа (ШР) (рисунок 3.6) в зависимости от числа присоединений к ним, используя результаты вычислений по статическим данным (п.3.2).

Оценим следующую ситуацию оперативных переключений схемы (рисунок 3.6) когда в случае отказа электрооборудования в присоединении производится отключение всего ШР на время восстановительного ремонта (рисунки 3.16 - 3.20).

На рисунке 3.16 представлена схема первого присоединения. Определим вероятность времени безотказной работы $P(t)$ в течение 7 лет эксплуатации первого присоединения.

Далее рассчитаем $P(t)$ первого и второго; первого, второго, третьего; первого, второго, третьего, четвертого; первого, второго, третьего, четвертого и пятого присоединений. На логической схеме будут последовательно добавляться соответствующие элементы и при расчете надежности схемы с пятью присоединениями схема примет вид рисунка 3.6. Результаты расчетов представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Значения вероятности времени безотказной работы присоединений распределительного шкафа

Год наблюдения t, год	Вероятность безотказной работы 1-го присоединения $P_1(t)$, рисунок 4.21	Вероятность безотказной работы 2-х присоединений $P_2(t)$, рисунок 4.22	Вероятность безотказной работы 3-х присоединений $P_3(t)$, рисунок 4.23	Вероятность безотказной работы 4-х присоединений $P_4(t)$, рисунок 4.24	Вероятность безотказной работы 5-ти присоединений $P_5(t)$, рисунок 4.25
1	0,990	0,971	0,960	0,951	0,941
2	0,985	0,970	0,955	0,941	0,927
3	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708
4	0,831	0,739	0,710	0,615	0,586
5	0,696	0,522	0,450	0,435	0,411
6	0,497	0,288	0,277	0,265	0,250
7	0,285	0,159	0,137	0,123	0,110

Введем понятие «коэффициента отношения». По полученным данным таблицы 3.5 определим коэффициенты отношения.

Таблица 3.6 – Результаты вычислений коэффициентов отношения

Год наблюдения	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5
1	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95
2	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
3	0,93	0,87	0,81	0,76	0,75
4	0,88	0,85	0,74	0,70	0,62
5	0,75	0,64	0,62	0,59	0,46
6	0,57	0,55	0,53	0,50	0,37
7	0,55	0,48	0,43	0,38	0,30

Построим графики изменения во времени значений коэффициентов отношения k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 (рисунок 3.22).

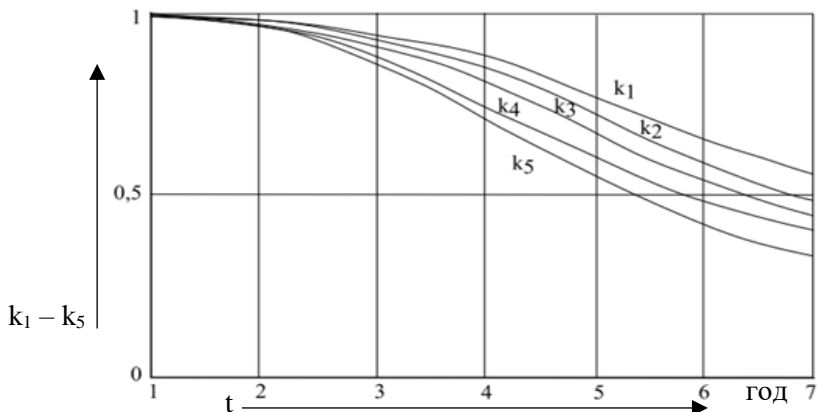


Рисунок 3.22 – Графики зависимостей изменения значений коэффициентов отношений от времени эксплуатации схемы

Заключение

Магистерская диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научно-техническая задача, заключающаяся в разработке и обобщении моделей надежности функционирования внутрицехового электроснабжения, что позволяет повысить эффективность эксплуатации таких систем. Полученные материалы диссертации позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Выявлены особенности оценки надежности и определены характеристики структуры и функционирования, которые рекомендуется учитывать при анализе надежности систем, а также показаны основные направления повышения надежности СЭС.

2. На основании статистических эксплуатационных данных рассчитаны доверительные интервалы параметра потока отказов и определены значения интенсивности отказов, вероятности времени

безотказной работы низковольтных коммутационных аппаратов и кабельных линий в зависимости от срока эксплуатации и доказана гипотеза о возможности применения нормального закона распределения вероятностных характеристик электроустановок схем цехового электроснабжения.

3. По условиям технической эксплуатации и экспериментальным исследованиям обоснованы допустимые кратности превышения сопротивления контактных соединений по отношению к начальному значению сопротивлений новых аппаратов по достижению предельно допустимой температуры нагрева контактов: для автоматических выключателей в 2,7 раза; для контакторов в 2,8 раза; для магнитных пускателей в 3 раза; для рубильников в 2,1 раза; для пакетных выключателей в 1,9 раза. Предлагаемые коэффициенты позволяют оценивать эксплуатационное состояние низковольтных коммутационных аппаратов и предотвращать развитие дефектов коммутационной аппаратуры и аварийные ситуации.