

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

Институт химии и энергетики

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Электроснабжение

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса
АО «Российские космические системы» г. Москва

Студент

Д.Б.Козлов

(личная подпись)

Руководитель

Д.Л.Спиридонов

Тольятти 2021

Аннотация

В работе осуществлена модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

Для реализации указанной основной цели работы, в работе проведено решение основных поставленных задач:

- анализ исходных данных по объекту исследования с рассмотрением основных теоретических положений;

- непосредственная модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва с конечным выбором схемы электроснабжения, а также электрических сетей и аппаратов;

- разработка технических и организационных мероприятий по технике безопасности и охране труда.

В результате выполнения работы осуществлена разработка модернизированной системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, в которой неукоснительно соблюдаются установленные нормы качества электроэнергии, передаваемой потребителям, а также надёжности, экономичности, безопасности и экологичности.

Работа включает пояснительную записку объемом 64 страницы, содержащую 5 рисунков, 7 таблиц, 1 приложение, а также графическую часть на шести листах формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	7
1.1 Характеристика объекта системы электроснабжения административно-бытового корпуса	7
1.2 Характеристика системы электроснабжения АБК	8
1.3 Характеристика электроприёмников АБК	11
1.4 Обоснование необходимости проведения модернизации АБК.....	13
2 Модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса	15
2.1 Расчёт и модернизация системы освещения АБК	15
2.2 Расчёт электрических нагрузок АБК	18
2.3 Выбор и проверка сечения кабельных линий питающей и распределительной сети АБК	23
2.4 Расчёт токов короткого замыкания в системе электроснабжения АБК	28
2.5 Выбор электрических аппаратов системы электроснабжения АБК	33
2.6 Мероприятия по уменьшению потерь электроэнергии в системе электроснабжения АБК	40
3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда	47
3.1 Обеспечение безопасности жизнедеятельности	47
3.2 Обеспечение экологической безопасности	54
3.3 Расчёт контура заземления АБК.....	55
Заключение	59
Список используемых источников.....	61
Приложение А_Спецификация помещений АБК к графической части работы	64

Введение

Одним из главных направлений развития предприятий современного космического и ракетостроительного комплекса является концентрация и специализация производства, широкое внедрение современных методов производства, а также результатов научно-технического прогресса и мирового опыта.

В настоящее время в космическом и ракетостроительном комплексе все производственные процессы электрифицированы, так как активно внедряются и повсеместно используются прогрессивные технологии и современные машины и новейшие автоматизированные комплексы, работа которых организована по поточным линиям.

На современном этапе развитие предприятий космического и ракетостроительного комплекса страны непосредственно направлена на конечный результат – получение большего количества готовой продукции высокого качества с минимальными затратами и потерями.

Правильная организация производственного цикла, а также оптимизация систем электроснабжения, реконструкция схем электрических соединений и модернизация оборудования, является одним из способов повышения рентабельности в космическом и ракетостроительном комплексе и всей отрасли в целом.

Перечисленные выше аспекты обуславливают актуальность данной работы в общем случае.

Актуальность работы обусловлена необходимостью модернизации электрических сетей и оборудования предприятий и гражданских сооружений, согласно действующей программе энергетической стратегии России на период до 2030 года.

Системы электроснабжения космического и ракетостроительного комплекса являются важным звеном экономического развития страны.

Также, как и к промышленным потребителям, к ним предъявляются

важнейшие требования нормативных документов, которые необходимо непосредственно реализовать на стадии проектирования, а также в результате проведения соответствующих мероприятий по модернизации и реконструкции.

В представленной работе осуществлена непосредственная модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы», расположенного в г. Москве.

Объект исследования в работе – система электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

Предмет исследования в работе – схема электроснабжения, электрические сети, аппараты и оборудование системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

Актуальность работы обусловлена требованиями нормативных документов к проектируемым системам электроснабжения, а именно: обеспечение необходимого уровня надёжности, экономичности и электробезопасности объектов, на которых осуществляется модернизация систем электроснабжения.

Структура работы представлена тремя разделами, в которых изложен весь основной материал проведённых исследований, а именно:

– в первом разделе работы проведён анализ исходных данных с рассмотрением характеристики объекта системы электроснабжения административно-бытового корпуса (далее – АБК), приведена непосредственная характеристика системы электроснабжения АБК;

– во втором разделе осуществляется непосредственная разработка мероприятий по модернизации системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы», представленная выбором схемы электроснабжения проектируемого АБК, расчетом

электрических нагрузок, выбором и проверкой питающей сети системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы», выбором сечения проводников и электрических аппаратов, расчёт и модернизация системы освещения АБК, разработкой комплекса мероприятий по минимизации потерь активной электроэнергии в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы»;

– в третьем разделе работы рассмотрены вопросы электробезопасности и экологические вопросы, а также выполнен непосредственный расчёт контура заземления питающей трансформаторной подстанции системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы».

Результатом работы является разработка и реализация мероприятий, позволяющим осуществить модернизацию системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы», расположенного в г. Москва.

В процессе работы были использованы эмпирические и комплексно - комбинированные методы исследования, а именно: изучение нормативно-плановой документации и информационных материалов, анализ и синтез информационных аналитических и технических данных, аналитико-расчётный метод.

Теоретико - методологической основой работы являются разработки отечественных инжиниринговых центров в области модернизации систем электроснабжения и оборудования, а также глубокое изучение научно-технических наработок, статей и исследований в этой области отечественных и зарубежных специалистов.

Проектирование проводится с учетом требований и указаний нормативной литературы, а также типичных проектов.

1 Анализ исходных данных

1.1 Характеристика объекта системы электроснабжения административно-бытового корпуса

Административно-бытовой корпус (далее – АБК), рассматриваемый в работе, принадлежит АО «Российские космические системы», расположенному в г. Москва.

АО «Российские космические системы», г. Москва – это специализированное высокоточное наукоёмкое предприятие государственного значения по производству и обслуживанию систем и средств ракетостроения, а также сопутствующих комплектующих к ним.

Административно-бытовой корпус (далее – АБК), рассматриваемый в работе, состоит из двух этажей и включает в себя два блока: АБК-1 и АБК-2. В работе рассматривается модернизация АБК.

Самое распространенное электрооборудование административно-бытового корпуса – оргтехника, бытовые и осветительные сети 0,4 кВ, бытовые и офисные электрические приборы.

Согласно современным строительным требованиям и рекомендациям, а также в связи с рациональным использованием территории и технологических мощностей, при проектировании АБК в 80-е годы 20 века было принято решение соорудить АБК в виде одного общего строения.

Кроме того, в здании АБК также имеется актовый зал, сауна, бассейн, раздевалки и душевые, которые создают комфортную зону для отдыха обслуживающего персонала и работников АО «Российские космические системы», г. Москва после работы в будние дни, а также в выходные дни и праздники.

Кроме того, АБК АО «Российские космические системы», г. Москва, согласно современных требований [1,2], должен быть оснащён полным

комплексом современных систем жизнеобеспечения, также рассматриваемым в работе.

Таким образом, значительно экономится пространство, которое может быть непосредственно задействовано под полезную площадь для размещения объектов.

Все указанные выше потребители АО «Российские космические системы», г. Москва работают на переменном напряжении 380/220 В промышленной частоты 50 Гц. Они описаны в работе далее.

1.2 Характеристика системы электроснабжения АБК

Рассматриваемый в работе АБК АО «Российские космические системы», г. Москва, относится к III категории, так как электроприемники, не подпадающие под определения первой и второй категорий, также питание получают от одного источника питания [4].

Электроснабжение рассматриваемого в работе административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» осуществляется от трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ кабельной линией электропередачи на напряжении 0,38/0,22 кВ.

Для приёма и распределения электроэнергии для АБК АО «Российские космические системы» предусмотрено вводно – распределительное устройство (ВРУ-1), от которого непосредственно получают питание следующие щитки АБК:

- ЩО – щитки освещения (в схеме предусмотрено три щитка освещения: ЩО1-ЩО3);

- ЩРБ – щитки распределительные бытовые (в схеме предусмотрено два таких щитка: ЩРБ1 и ЩРБ2);

- ЩРК – щитки распределительные компьютерные (в схеме предусмотрено три таких щитка: ЩРК1 – ЩРК3).

Далее от указанных щитков выполняется распределение электроэнергии по конечным потребителям: розеточным группам и электроприёмникам (ЩРБ), розеточным группам, предназначенным для питания компьютерной техники (ЩРБ), осветительным устройствам (ЩО).

В помещениях АБК предусмотрены следующие виды искусственного освещения:

- рабочее;
- эвакуационно-аварийное;
- ремонтное.

Напряжение ремонтного освещения 12 В, остальных видов освещения 380/220В, с напряжением у ламп – 220 В.

Питание всех видов электроосвещения предусмотрено от щитов рабочего и аварийного освещения.

Эвакуационно-аварийное освещение запроектировано по путям эвакуации из здания, световые указатели указывают направление движения к выходу из здания.

Световые указатели «Выход» со встроенными аккумуляторами устанавливаются над выходами из помещений и подключаются к сети аварийного электроосвещения.

Нормируемые значения освещенности и типы светильников приняты и соответствуют нормативным документам [1-4].

Значения освещенности для помещений объекта, в основном, приняты в диапазоне 200 - 500 лк.

Для освещения помещений используются светильники с люминесцентными (газоразрядными) лампами марки ЛБ мощностью 40 Вт и 80 Вт и лампами накаливания устаревшего типа марки Б235 – 245 мощностью 60 Вт и 100 Вт.

Сети освещения внутри помещений объекта проложены за подвесным потолком по лоткам.

Обслуживание светильников осуществляется при высоте подвеса до 5 м с лестниц-стремянков.

Для обеспечения пожаробезопасности предусматривается применение электрооборудования и электропроводок соответствующего исполнения, имеющие сертификаты пожаробезопасности РФ.

Предусмотренные в проектной документации электрооборудование и электрические сети соответствуют классу зон помещений по пожарной опасности согласно требованиям [4].

Электрические сети оборудованы аппаратами защиты, исключающими возгорание оборудования и электропроводок от токов короткого замыкания и перегрузок.

Транзитное прохождение иных пожарных отсеков кабельными линиями предусматривается с применением дополнительной противопожарной защиты.

Электрооборудование, размещаемое в сооружениях, обеспечено защитным заземлением.

В помещениях объекта предусмотрено аварийное и эвакуационное освещение в соответствии с требованиями [3].

В здании АБК все электроприемники получают электроснабжение на напряжении 220/380 В.

Характеристики основных электроприёмников помещений системы электроснабжения АБК приведены в работе далее.

При этом нагрузки розеточных групп, если не известны их точные значения, либо они носят временный характер, приняты согласно положений и норм [3]:

- для бытовых розеток (ЩРБ): 0,06 кВт на одну розетку (во всех помещениях АБК-2 используются по две розетки на розеточную группу, т.е. $0,06 \cdot 2 = 0,12$ кВт);

- для компьютерных розеток (ЩРК): 0,4 кВт на одну розеточную группу (т.е. на одно рабочее место).

1.3 Характеристика электроприёмников АБК

Характеристики основных электроприёмников, расположенных в помещениях АБК, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики основных электроприёмников, расположенных в помещениях АБК

Наименование помещения	Размеры			Розеточные группы с $P_{уст.}$, кВт		Освещение
	А, м	В, м	S, м ²	ЩРБ	ЩРК	ЩРО
1 этаж						
Актовый зал	15	10	150	3 роз.гр.×0,12 кВт	6 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 24×18 Вт
Вестибюль	12	10	120	2 роз.гр.×0,12 кВт	-	ЛЛ: 8×18 Вт
Архив	6	10	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	3 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 6×36 Вт
Бильярдный зал	10	10	100	4 роз.гр.×0,12 кВт	-	ЛН: 36×60 Вт
Комната отдыха	4	10	40	1 роз.гр.×2,0 кВт (холодильник – 0,8 кВт, куллер – 1,2 кВт); 1 роз.гр.×1,8 кВт (телевизор – 0,4 кВт, печь микроволновая – 1,4 кВт)	-	ЛЛ: 6×18 Вт
Кладовая АХО	4	10	40	2 роз.гр.×0,12 кВт	1 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 4×36 Вт
Щитовая	2	4	8	-	-	ЛЛ: 3×36 Вт
Деж.рем	8	4	32	1 роз.гр.×1,5 кВт	-	ЛЛ: 3×36 Вт
Серверная	2	5	10	-	-	ЛЛ: 2×18 Вт
Начальник	12	6	72	4 роз.гр.×0,12 кВт	5 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 12×18 Вт
Учебный класс	12	10	120	3 роз.гр.×0,12 кВт	6 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 12×18 Вт
ОРЭ (1 часть)	6	12	72	3 роз.гр.×0,12 кВт	3 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 6×18 Вт
ОРЭ (2 часть)	6	12	72	3 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр.×0,4 кВт	ЛЛ: 6×18 Вт
Тренажёрный зал	10	12	120	5 роз.гр.×0,12 кВт	-	ЛЛ: 24×18 Вт

Продолжение таблицы 1

Наименование помещения	Размеры			Розеточные группы с $P_{уст.}$, кВт		Освещение
	А, м	В, м	S, м ²	ЩРБ	ЩРК	ЩРО
Коридор	4	10	40	-	-	ЛЛ: 8× 18 Вт
Раздевалка женская	6	5	30	2 роз.гр.×2,5 кВт (фен – 1 кВт, бойлер – 1,5 кВт)	-	ЛЛ: 3× 18 Вт
Женский с/у	2	2	4	1 роз.гр.×2,2 кВт (электрополотенце)	-	ЛЛ: 2× 18 Вт
Душ	2	3	6	-	-	ЛН: 3× 60 Вт
Раздевалка мужская	6	5	30	2 роз.гр.×2,5 кВт (фен – 1 кВт, бойлер – 1,5 кВт)	-	ЛЛ: 3× 18 Вт
Мужской с/у	2	2	4	1 роз.гр.×2,2 кВт (электрополотенце)	-	ЛЛ: 2× 18 Вт
Душ	2	3	6	-	-	ЛН: 3× 60 Вт
Бассейн	5	6	30	Подогрев бассейна – 10 кВт	-	ЛН: 5× 60 Вт
Душ	3	7	21	-	-	ЛН: 3× 60 Вт
Сауна	3	7	21	ТЭНы: 3×3=9 кВт	-	ЛН: 2× 100 Вт
Коридор 1 этажа	6	58	348	-	-	ЛЛ: 21× 36 Вт
2 этаж						
ТМиС-1	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр.× 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
ТМис-2	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
Свет.коп.	12	6	72	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
ОПП-1	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр.× 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
ОПП-2	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
Архив	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	3 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 36 Вт
Кабинет - 1	12	5	60	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
Кабинет - 2	12	6	72	2 роз.гр.×0,12 кВт	4 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 6× 18 Вт
ЮР	12	12	144	2 роз.гр.×0,12 кВт	5 роз.гр. × 0,4 кВт	ЛЛ: 9× 18 Вт
Женский с/у	2	12	24	1 роз.гр.×2,2 кВт (электрополотенце)	-	ЛН: 7 60 Вт

Продолжение таблицы 1

Наименование помещения	Размеры			Розеточные группы с $P_{уст.}$, кВт		Освещение
	А, м	В, м	S, м ²	ЩРБ	ЩРК	ЩРО
Мужской с/у	2	12	24	1 роз.гр.×2,2 кВт (электрополотенце)	-	ЛН: 7× 60 Вт
Коридор 2 этажа	8	58	464	-	-	ЛЛ: 21× 36 Вт
Балкон	8	58	464	-	-	ЛЛ: 45× 36 Вт
Прочие потребители						
Вентиляция и кондиционирование	-	-	-	12 кВт	-	-

На основании приведённых данных потребителей, далее в работе проводится разработка и внедрение мероприятий по модернизации АБК АО «Российские космические системы», г. Москва.

1.4 Обоснование необходимости проведения модернизации АБК

Электрическая сеть АБК, которые рассматриваются в работе далее, выполнены кабелями с алюминиевыми жилами марки АВВГ и проводами марки АПВ.

В последнее время проводка не соответствует новым нагрузкам, а также участились случаи выхода из строя кабелей вследствие несоответствия их сечения нагрузкам АБК. Данные линии устарели технически и нуждаются в модернизации.

Кроме того, участились случаи выхода из строя аппаратов защиты – автоматов марки А, установленных в 80-х годах 20 века вследствие их износа и выработки ресурса. Они также нуждаются в модернизации.

Кроме того, как указано выше, во многих помещениях используются морально и технично устаревшие лампы накаливания и люминесцентные лампы, которые приводят к повышенному энергопотреблению.

Исходя из вышесказанного, в работе предлагается применить следующие мероприятия по модернизации системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы»:

– заменить устаревшие кабели с алюминиевыми жилами марки АВВГ на инновационные кабели марки ВВГ с медными жилами;

– заменить устаревшие автоматы марки А на инновационные автоматы марки АВВ, обладающие компактностью, надёжностью и улучшенными техническими характеристиками;

– заменить устаревшие лампы накаливания марки Б235 – 245 и люминесцентные лампы марки ЛБ на светодиодные источники освещения.

Указанные мероприятия по модернизации системы электроснабжения АБК АО «Российские космические системы», г. Москва, принимаются за основу и разрабатываются в работе далее.

План расположения помещений АБК представлен в графической части на листе 1.

Спецификация помещений АБК к графической части работы приведена в Приложении А.

Выводы по разделу 1.

В результате выполнения первого раздела работы, приведена техническая характеристика помещений и потребителей АБК. Также проведено обоснование необходимости проведения модернизации в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы».

На основании полученных сведений далее в работе проводится модернизация системы электроснабжения АБК.

2 Модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса

2.1 Расчёт и модернизация системы освещения АБК

Светотехнический расчёт системы освещения АБК проводится в программе DIALux 4.12, являющейся самой совершенной и передовой программой для проектирования систем освещения всех типов и, притом, абсолютно бесплатной. Проводится расчёт общего освещения актового зала.

Для начала работы открывается DIALux 4.12 Light. В диалоговом окне называем проект «ОБЩЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ» (рисунок 1).

Ассистент DIALux Light

Проектная информация
Введите здесь все сведения о проекте, помещении и об операторе.

Характеристики проекта

Название проекта: ОБЩЕЕ ОСВЕЩЕНИЕ

Название помещения: Помещение 1

Описание проекта:

Свободно именуемые поля данных, показываемые на титульном листе проекта:

Название поля:	Значение:
1. Partner for Contact	
2. Order No.	
3. Company	
4. Customer No.	
5.	

Установить имя поля как стандарт

Щелкните сюда, чтобы сохранить названия полей для будущих проектов.

Оператор

Оператор:

Телефон:

Факс:

Электронная почта:

Компания:

Адрес:

Логотип:

Выбрать изображение...

Нет изображения.

Назначить оператора в качестве стандартного

Щелкните сюда, чтобы сохранить данные для оператора для будущих проектов.

< Назад Далее > Отмена

Рисунок 1 – Название проекта и ввод общих данных

Далее в диалоговых окнах программы выставляются (рисунок 2): необходимые размеры, коэффициенты отражения.

Далее выбираются из каталога программы светильники ДБО54-13-001 Econom LED 865 (ТУ 3461-043-05014337-2009).

Внесённые в программу данные и параметры для расчёта общего освещения актового зала АБК показаны на рисунке 2.

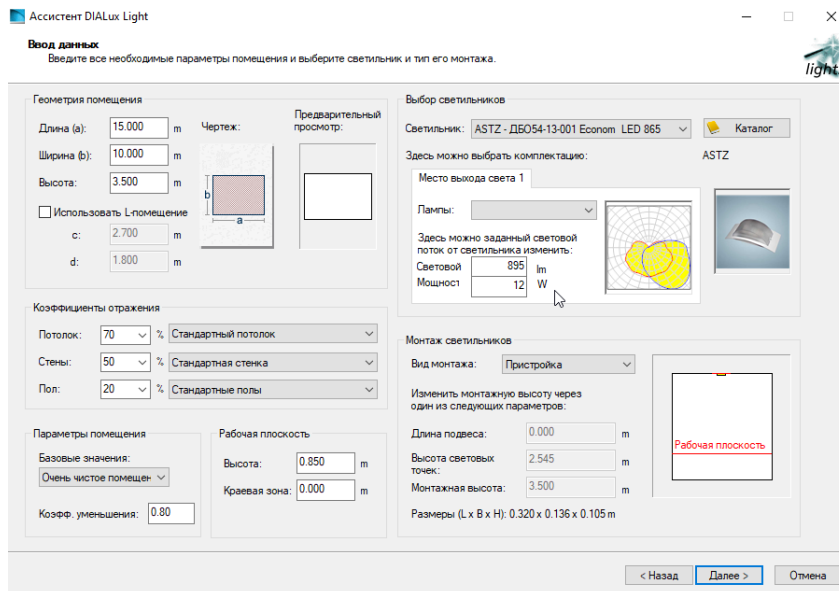


Рисунок 2 – Установка параметров и данных в DIALux 4.12 Light для расчёта освещения актового зала АБК

Далее определяется планируемая величина освещённости актового зала АБК. Принимается максимальная величина согласно [1], равная 300 лк.

С учётом выбранного типа светильника, а также конфигурации объекта, выбирается 99 светильников ДБО54-13-001 Econom LED 865 (9 рядов по 11 светильников в каждом). Результат расчёта представлен на рисунке 3.

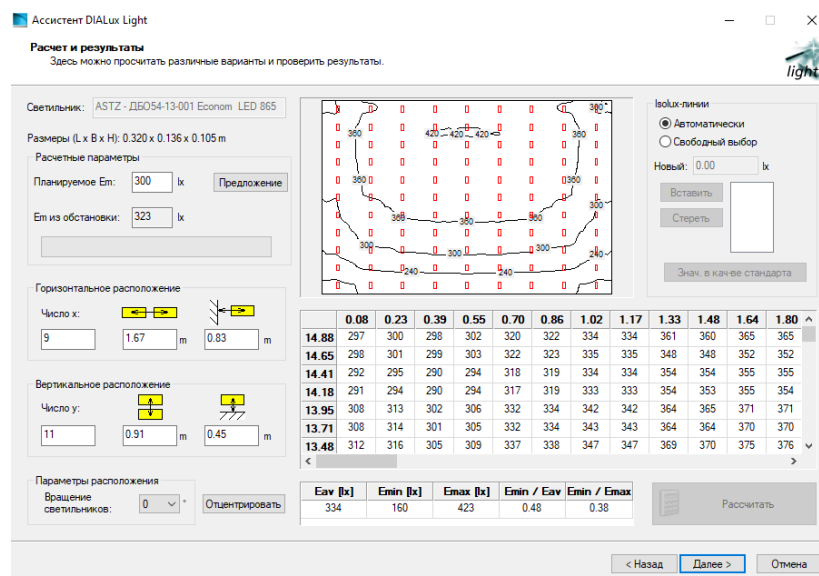


Рисунок 3 – Результаты расчёта освещения актового зала АБК в DIALux 4.12 Light

Таблица 2 – Результаты светотехнического расчёта объектов АБК

Объект	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения						
	Длина, м	Ширина, м		Тип светильника	Мощность светил., кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	$P_{осв.}$, кВт	$I_{осв.}$, А
1 этаж										
Актовый зал	15	10	300	ДБО54-13-001 Econom LED 865	0,013	9	11	99	1,29	1,98
Вестибюль	12	10	300		0,013	8	10	80	1,04	1,6
Архив	6	10	300		0,013	4	10	40	0,52	0,8
Бильярдный зал	10	10	300		0,013	6	10	60	0,78	1,2
Комната отдыха	4	10	300		0,013	3	10	30	0,39	0,6
Кладовая АХО	4	10	200		0,013	3	8	24	0,31	0,48
Щитовая	2	4	300		0,013	2	5	10	0,13	0,2
Деж.рем	8	4	300		0,013	2	5	10	0,13	0,2
Всего ЦО-1									4,59	7,06
Серверная	2	5	300	ДБО54-13-001 Econom LED 865	0,013	2	6	12	0,16	0,24
Начальник	12	6	300		0,013	8	8	64	0,83	1,28
Учебный класс	12	10	400		0,013	8	11	88	1,14	1,76
ОРЭ (1 часть)	6	12	300		0,013	5	11	55	0,72	1,11
ОРЭ (2 часть)	6	12	300		0,013	5	11	55	0,72	1,11
Тренажёрный зал	10	12	300		0,013	8	10	80	1,04	1,6
Коридор	4	10	200		0,013	3	7	21	0,27	0,42
Раздевалка женская	6	5	200		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Женский с/у	2	2	200		0,013	1	2	2	0,03	0,04
Душ	2	3	200		0,013	1	3	3	0,04	0,06
Раздевалка мужская	6	5	200		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Мужской с/у	2	2	200		0,013	1	2	2	0,03	0,04
Душ	2	3	200		0,013	1	3	3	0,04	0,06
Бассейн	5	6	200		0,013	3	5	15	0,19	0,3
Душ	3	7	200		0,013	2	4	8	0,11	0,16
Сауна	3	7	200	0,013	2	4	8	0,11	0,16	
Коридор 1 этажа	6	58	200	0,013	2	26	52	0,68	1,04	
Всего ЦО-2									6,49	9,98
2 этаж										
ТМиС-1	12	5	300	ДБО54-13-001 Econom LED 865	0,013	6	8	48	0,62	0,96
ТМиС-2	12	5	300		0,013	6	8	48	0,62	0,96
Свет.коп.	12	6	300		0,013	8	8	48	0,62	0,96
ОПП-1	12	5	300		0,013	6	8	48	0,62	0,96
ОПП-2	12	5	300		0,013	6	8	48	0,62	0,96

Продолжение таблицы 2

№ ЭП	Объект	Размеры объекта		Ен, лк	Результаты расчёта освещения					
		Длина, м	Шири- на, м		Мощ-ность светил., кВт	Кол-во рядов, шт.	Кол-во свет-в в ряду, шт.	Кол-во свет-в, шт.	$P_{осв.}$ кВт	$I_{осв.}$ А
31	Архив	12	5	200	0,013	6	8	48	0,62	0,96
32	Кабинет - 1	12	5	300	0,013	6	8	48	0,62	0,96
33	Кабинет - 2	12	6	300	0,013	7	8	56	0,73	1,12
34	ЮР	12	12	300	0,013	10	10	100	1,3	2,0
35	Женский с/у	2	12	200	0,013	2	10	20	0,26	0,4
36	Мужской с/у	2	12	200	0,013	2	10	20	0,26	0,4
37	Коридор 2 этажа	8	58	200	0,013	3	22	66	0,86	1,32
38	Балкон	8	58	200	0,013	3	22	66	0,86	1,32
Всего ЩО-3									8,61	13,28

2.2 Расчёт электрических нагрузок АБК

Исходными данными для расчёта электрических нагрузок потребителей АБК служит установленная (паспортная) мощность оборудования и значения коэффициентов спроса и активной мощности, которые принимаются по [1,2].

Значение расчётных нагрузок потребителей АБК определяется так

$$P_{расч.} = K_c P_{уст.}, кВт, \quad (1)$$

$$Q_{расч.} = P_{расч.} \cdot tg \varphi, квар, \quad (2)$$

$$S_{расч} = \sqrt{P_{расч.}^2 + Q_{расч.}^2}, кВА, \quad (3)$$

$$I_{расч} = \frac{S_{расч}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, А, \quad (4)$$

где K_c – коэффициент спроса [2];

$P_{уст}$ – установленная (паспортная) активная мощность потребителей АБК, кВт;

$tg \varphi$ – коэффициент реактивной мощности, соответствующий

значению коэффициента активной мощности $\cos \varphi$ [2];

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение электрической сети АБК, кВ.

Согласно положений [5], бытовые, осветительные и компьютерные потребители должны быть разделены, что должно быть учтено при расчётах.

Поэтому в данном разделе проводится расчёт нагрузок и рассматривается модернизация оборудования бытовых щитков (ЩРБ) и компьютерных щитков (ЩРК), а также расчёт нагрузок осветительной сети (ЩО).

Расчёт проводится на примере бытовых потребителей актового зала по выражениям (1) – (4)

$$P_{\text{расч.}} = 0,36 \cdot 0,6 = 0,22 \text{ кВт.}$$

$$Q_{\text{р.1}} = 0,22 \cdot 0,48 = 0,11 \text{ квар.}$$

$$S_{\text{р.1}} = \sqrt{0,22^2 + 0,11^2} = 0,24 \text{ кВА.}$$

$$I_{\text{расч}} = \frac{0,24}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 0,37 \text{ А.}$$

Аналогично определены расчетные нагрузки остальных потребителей АБК и результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Расчет нагрузок бытовых, компьютерных потребителей и нагрузки сети освещения АБК

Наименование ЭП	$P_{\text{уст.}}$ кВт	K_c	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$	$P_{\text{расч.}}$ кВт	$Q_{\text{расч.}}$ кВар	$S_{\text{расч.}}$ кВА	$I_{\text{расч.}}$ А
1 этаж								
Актовый зал								
Бытовые потребители	0,36	0,60	0,90	0,48	0,22	0,11	0,24	0,37
Компьютерные потребители	2,4	0,80	0,90	0,48	1,92	0,92	2,12	3,28
Освещение	0,43	1,0	0,85	0,62	0,43	0,27	0,5	0,77

Продолжение таблицы 3

Наименование ЭП	$P_{уст.},$ кВт	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.},$ кВт	$Q_{расч.},$ кВАр	$S_{расч.},$ кВА	$I_{расч.},$ А
Вестибюль								
Бытовые потребители	0,24	0,60	0,90	0,48	0,14	0,07	0,16	0,24
Освещение	0,14	1,0	0,85	0,62	0,14	0,09	0,15	0,23
Архив								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,2	0,18	0,27	0,41
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Освещение	0,22	1,0	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
Бильярдный зал								
Бытовые потребители	0,48	0,60	0,85	0,62	0,29	0,18	0,34	0,52
Освещение	2,16	1,0	0,85	0,62	2,16	1,34	2,54	3,91
Комната отдыха								
Бытовые потребители	3,8	0,72	0,76	0,86	2,74	2,35	3,61	5,56
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Кладовая АХО								
Бытовые потребители	0,24	0,60	0,90	0,48	0,14	0,07	0,16	0,24
Компьютерные потребители	0,4	0,80	0,90	0,48	0,32	0,15	0,35	0,55
Освещение	0,14	1,0	0,85	0,62	0,14	0,09	0,16	0,25
Деж.рем								
Бытовые потребители	1,5	0,78	0,91	0,45	1,17	0,53	1,28	1,97
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Серверная								
Освещение	0,04	1,0	0,85	0,62	0,04	0,02	0,05	0,07
Начальник								
Бытовые потребители	0,48	0,85	0,75	0,88	0,41	0,36	0,54	0,84
Компьютерные потребители	2,0	0,80	0,90	0,48	1,6	0,77	1,77	2,73
Освещение	0,22	1,0	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
Учебный класс								
Бытовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	2,4	0,80	0,90	0,48	1,92	0,92	2,12	3,28
Освещение	0,22	1,0	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
ОРЭ (1 часть)								
Бытовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
ОРЭ (2 часть)								
Бытовые потребители	0,36	0,85	0,75	0,88	0,31	0,27	0,17	0,26
Компьютерные потребители	1,2	0,80	0,90	0,48	0,96	0,46	1,06	1,64
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Тренажёрный зал								
Бытовые потребители	0,6	0,60	0,90	0,48	0,36	0,17	0,40	0,61
Освещение	0,42	1,0	1,0	0,0	0,42	0,0	0,42	1,1
Коридор								
Освещение	0,14	1,0	0,85	0,62	0,14	0,09	0,16	0,25

Продолжение таблицы 3

Наименование ЭП	$P_{уст.}$, кВт	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.}$, кВт	$Q_{расч.}$, кВАр	$S_{расч.}$, кВА	$I_{расч.}$, А
Раздевалка женская								
Бытовые потребители	5,0	0,60	0,90	0,48	3,0	1,44	3,32	5,12
Освещение	0,04	1,0	0,85	0,62	0,04	0,02	0,05	0,07
Женский с/у								
Бытовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Освещение	0,04	1,0	0,85	0,62	0,04	0,02	0,05	0,07
Душ								
Освещение	0,18	1,0	1,0	0,0	0,18	0,0	0,18	0,47
Раздевалка мужская								
Бытовые потребители	5,0	0,60	0,90	0,48	3,0	1,44	3,32	5,12
Освещение	0,04	1,0	0,85	0,62	0,04	0,02	0,05	0,07
Мужской с/у								
Бытовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Освещение	0,04	1,0	0,85	0,62	0,04	0,02	0,05	0,07
Душ								
Освещение	0,18	1,0	1,0	0,0	0,18	0,0	0,18	0,47
Бассейн								
Бытовые потребители	10,0	0,60	0,90	0,48	6,0	2,88	6,65	10,24
Освещение	0,3	1,0	1,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,79
Сауна								
Бытовые потребители	9,0	0,60	0,90	0,48	5,4	2,59	5,98	9,22
Освещение	0,2	1,0	1,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,52
Душ								
Освещение	0,18	1,0	1,0	0,0	0,18	0,0	0,18	0,47
Коридор 1 этажа								
Освещение	0,76	1,0	0,85	0,62	0,76	0,47	0,89	1,38
Итого 1 этаж								
Бытовые потребители	42,42	0,60	0,90	0,48	26,64	14,44	29,7	45,74
Компьютерные потребители	10,8	0,80	0,90	0,48	8,64	4,14	9,54	14,76
Освещение	6,49	1,0	0,9	0,48	6,49	3,11	7,37	12,88
Итого 1 этаж	59,71	-	-	-	41,77	21,69	47,07	72,4
2 этаж								
ТМиС-1								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
ТМис-2								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Свет.коп.								

Продолжение таблицы 3

Наименование ЭП	$P_{уст.}$ кВт	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.}$ кВт	$Q_{расч.}$ кВАр	$S_{расч.}$ кВА	$I_{расч.}$ А
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
ОПП-1								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
ОПП-2								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Архив								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,22	1,0	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
Кабинет - 1								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,1	1,0	0,85	0,62	0,1	0,06	0,12	0,18
Кабинет - 2								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	1,6	0,80	0,90	0,48	1,28	0,61	1,42	2,18
Освещение	0,22	1,0	0,85	0,62	0,22	0,14	0,26	0,40
ЮР								
Бытовые потребители	0,24	0,85	0,75	0,88	0,20	0,18	0,27	0,27
Компьютерные потребители	2,0	0,80	0,90	0,48	1,6	0,77	1,77	2,73
Освещение	0,16	1,0	0,85	0,62	0,16	0,1	0,19	0,29
Женский с/у								
Бытовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Освещение	0,42	1,0	1,0	0,0	0,42	0,0	0,42	1,1
Мужской с/у								
Бытовые потребители	2,2	0,60	0,90	0,48	1,32	0,63	1,46	2,25
Освещение	0,42	1,0	1,0	0,0	0,42	0,0	0,42	1,1
Коридор 2 этажа								
Освещение	0,76	1,0	0,85	0,62	0,76	0,47	0,89	1,38
Балкон								
Освещение	1,62	1,0	0,85	0,62	1,62	1,00	1,9	2,92
Итого 2 этаж								
Бытовые потребители	6,56	0,60	0,90	0,48	4,44	2,88	5,35	6,93
Компьютерные потребители	14,8	0,80	0,90	0,48	11,84	5,65	13,13	20,17
Освещение	4,42	1,0	0,90	0,48	4,42	2,21	5,06	8,67
Итого 2 этаж	25,76	-	-	-	20,7	10,74	23,3	35,8

Продолжение таблицы 3

Наименование ЭП	$P_{уст.}$	K_c	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	$P_{расч.}$	$Q_{расч.}$	$S_{расч.}$	$I_{расч.}$
Итого бытовых потребителей	60,98	0,72	0,75	0,88	38,28	20,78	43,03	66,20
Прочие потребители								
Вентиляция и кондиционирование								
Бытовые потребители	12,0	0,60	0,90	0,48	7,2	3,46	43,03	66,20
Итого компьютерных потребителей	25,60	0,80	0,90	0,48	20,48	9,79	22,67	34,88
Итого освещения	10,91	1,0	0,90	0,48	10,91	5,32	12,43	21,55
Итого АБК	67,49	-	-	-	67,49	35,89	78,13	120,2

2.3 Выбор и проверка сечения кабельных линий питающей и распределительной сети АБК

Проводится выбор питающих кабельных линий силовых потребителей АБК.

Для каждой линии, учитывая значение расчётного тока I_p по табл.1.3.16 [3] для принятой марки кабеля и способа его прокладки выбирается сечение с учетом условия:

$$I_{доп} \geq I_p. \quad (5)$$

где $I_{доп}$ - длительно допустимый ток кабеля, определяемый по [3], А.

Также, согласно требованиям [3], необходимо проверить кабели на допустимые потери напряжения, которые не должны превышать значений в нормальном режиме $\Delta U_{доп.}=5\%$.

Помимо этого, согласно требованиям [4], обязательным условием является проведение непосредственного расчёта потери напряжения, ΔU , %, для выбранного сечения кабельных линий на каждом участке сети

$$\Delta U \% = \frac{S_p \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi)}{U_n^2} \cdot 100, \quad (6)$$

где S_p – значение расчётной полной нагрузки участка сети, на котором прокладывается кабельная линия с соответствующим сечением, кВА;
 l – длина кабельной линии на участке сети, км.

Производятся расчёты по (5) – (6) на примере КЛ, питающей нагрузки розеточной сети бытовых потребителей актового зала.

Значение $I_p = 0,37$ А (таблица 1), принимается $F = 2,5$ мм² с $I_{don} = 19$ А (прокладка – в воздухе).

Проверка по выражению (5) выполняется

$$19 \text{ А} > 0,37 \text{ А}.$$

Выбирается кабель ВВГ (3х1,5) с $I_{don} = 28$ А по табл. 1.3.29 [3].

Потери напряжения в нормальном режиме по (6):

$$\Delta U_n = \frac{\sqrt{3} \cdot 27,49 \cdot 0,1 \cdot (1,17 \cdot \cos 0,95 + 0,066 \cdot \sin 0,95)}{380} \cdot 100\% = 3,62\%.$$

Условие (6) выполняется

$$3,62 \% < 5\%.$$

Окончательно принимается кабель ВВГ (3х1,5) с длительным допустимым током $I_{don} = 19$ А (прокладка – в воздухе).

Аналогично проводятся расчёты для остальных линий, питающие потребители АБК и результаты приводятся в таблице 2.2.

Проводится выбор кабельных линий потребителей АБК, полученных в результате проведения модернизации по выражениям (5) – (6).

Результаты выбора приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Выбор кабельных линий, питающие потребители АБК, полученных в результате проведения модернизации

Наименование ЭП	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_{н}, \%$
1 этаж			
Актовый зал			
Бытовые потребители	0,37	ВВГ (3×2,5)	2,12
Компьютерные потребители	3,28	ВВГ (3×2,5)	1,74
Освещение	1,98	ВВГ (3×1,5)	2,24
Вестибюль			
Бытовые потребители	0,24	ВВГ (3×2,5)	2,11
Освещение	1,6	ВВГ (3×1,5)	3,18
Архив			
Бытовые потребители	0,41	ВВГ (3×2,5)	1,23
Компьютерные потребители	1,64	ВВГ (3×2,5)	1,21
Освещение	0,8	ВВГ (3×1,5)	2,42
Бильярдный зал			
Бытовые потребители	0,52	ВВГ (3×2,5)	2,19
Освещение	1,2	ВВГ (3×1,5)	2,87
Комната отдыха			
Бытовые потребители	5,56	ВВГ (3×2,5)	2,37
Освещение	0,6	ВВГ (3×1,5)	3,03
Кладовая АХО			
Бытовые потребители	0,24	ВВГ (3×2,5)	2,83
Компьютерные потребители	0,55	ВВГ (3×2,5)	2,92
Освещение	0,48	ВВГ (3×1,5)	3,28
Щитовая			
Освещение	0,2	ВВГ (3×1,5)	3,24
Деж.рем			
Бытовые потребители	1,97	ВВГ (3×2,5)	3,14
Освещение	0,2	ВВГ (3×1,5)	3,56
Серверная			
Освещение	0,24	ВВГ (3×1,5)	3,62
Начальник			
Бытовые потребители	2,15	ВВГ (3×2,5)	3,12
Компьютерные потребители	2,73	ВВГ (3×2,5)	3,15
Освещение	1,28	ВВГ (3×1,5)	4,08
Учебный класс			
Бытовые потребители	2,84	ВВГ (3×2,5)	2,47
Компьютерные потребители	3,28	ВВГ (3×2,5)	2,43

Продолжение таблицы 4

Наименование ЭП	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_n, \%$
Бытовые потребители	0,26	ВВГ (3×2,5)	1,98
Освещение	1,76	ВВГ(3×1,5)	
ОРЭ(1 часть)			
Бытовые потребители	0,26	ВВГ(3×2,5)	2,17
Компьютерные потребители	1,64	ВВГ(3×2,5)	2,11
Освещение	1,11	ВВГ(3×1,5)	2,87
ОРЭ (2 часть)			
Компьютерные потребители	1,64	ВВГ (3×2,5)	1,92
Освещение	1,11	ВВГ (3×1,5)	2,44
Тренажёрный зал			
Бытовые потребители	0,61	ВВГ (3×2,5)	1,02
Освещение	1,6	ВВГ (3×1,5)	1,98
Коридор			
Освещение	0,42	ВВГ (3×1,5)	2,16
Раздевалка женская			
Бытовые потребители	5,12	ВВГ (3×2,5)	1,16
Освещение	0,3	ВВГ (3×1,5)	1,87
Женский с/у			
Бытовые потребители	2,25	ВВГ (3×2,5)	1,18
Освещение	0,04	ВВГ (3×1,5)	1,92
Душ			
Освещение	0,06	ВВГ (3×1,5)	2,06
Раздевалка мужская			
Бытовые потребители	5,12	ВВГ (3×2,5)	1,21
Освещение	0,3	ВВГ (3×1,5)	2,18
Мужской с/у			
Бытовые потребители	2,25	ВВГ (3×2,5)	1,19
Освещение	0,04	ВВГ (3×1,5)	2,12
Бассейн			
Бытовые потребители	10,24	ВВГ (3×2,5)	2,48
Освещение	0,3	ВВГ (3×1,5)	3,17
Душ			
Освещение	0,06	ВВГ (3×1,5)	3,23
Сауна			
Бытовые потребители	9,22	ВВГ (3×2,5)	3,02
Освещение	0,16	ВВГ (3×1,5)	3,44
Душ			
Освещение	0,16	ВВГ (3×1,5)	3,44

Продолжение таблицы 4

Наименование ЭП	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_{н}, \%$
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3х2,5)	3,12
Коридор 1 этаж			
Освещение	1,04	ВВГ(3×1,5)	3,48
ЩРБ-1	36,56	ВВГ(5×4)	2,12
ЩРБ-2	9,18	ВВГ(5×4)	2,47
ЩРК-1	5,47	ВВГ(5×4)	2,42
ЩРК-2	3,71	ВВГ(5×4)	2,34
ЩО-1	7,06	ВВГ(5×2,5)	1,11
ЩО-2	9,98	ВВГ(5×2,5)	1,28
2 этаж			
ТМиС-1			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ(3×2,5)	3,15
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	4,16
ТМис-2			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	2,48
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	2,34
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	3,82
Свет.коп.			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	2,27
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	2,21
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	3,94
ОПП-1			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	2,18
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	2,11
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	3,71
ОПП-2			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	1,45
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	1,41
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	2,19
Архив			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	1,12
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	1,16
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	1,98
Кабинет – 1			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	1,03
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	0,98
Освещение	0,96	ВВГ (3×1,5)	1,49
Кабинет – 2			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	1,83
Компьютерные потребители	2,18	ВВГ (3×2,5)	1,94
Освещение	1,12	ВВГ (3×1,5)	2,23
ЮР			
Бытовые потребители	0,27	ВВГ (3×2,5)	2,18

Продолжение таблицы 4

Наименование ЭП	$I_{расч.}, A$	Марка кабеля	$\Delta U_{н}, \%$
Освещение	2,0	ВВГ(3×1,5)	3,31
Компьютерные потребители	2,73	ВВГ(3×2,5)	2,72
Женский с/у			
Бытовые потребители	2,25	ВВГ(3×2,5)	3,41
Освещение	0,4	ВВГ(3×1,5)	4,21
Мужской с/у			
Бытовые потребители	2,25	ВВГ(3×2,5)	3,43
Освещение	0,4	ВВГ(3×1,5)	4,29
Коридор 2 этаж			
Освещение	1,32	ВВГ(3×1,5)	4,16
Балкон			
Освещение	1,32	ВВГ(3×1,5)	4,34
ЩРБ-3	6,93	ВВГ (5×4)	1,85
ЩРК-3	20,17	ВВГ (5×4)	2,16
ЩО-3	13,28	ВВГ (5*2,5)	2,02
Прочие потребители			
Вентиляция и кондиционирование	12,29	ВВГ (5×4)	2,08
Вводной кабель ВРУ-1	120,2	ВВГ (5×25)	1,04

2.4 Расчёт токов короткого замыкания в системе электроснабжения АБК

Для расчёта токов КЗ в системе электроснабжения модернизируемой системы электроснабжения АБК, составляется расчётная схема и схема замещения для данного участка сети (рисунок 4).

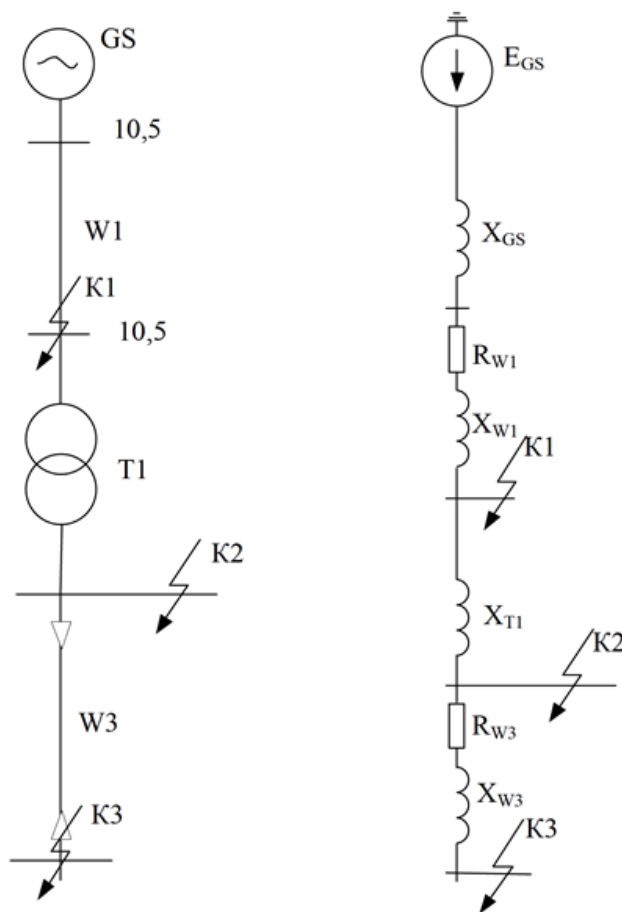


Рисунок 4 – Однолинейная расчетная схема и схема замещения сети

Величина базисного напряжения U_B принимается выше номинального напряжения сети на 5%.

Базисный ток для стороны высшего и низшего напряжения:

$$I_B = \frac{S_{\sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_B}. \quad (7)$$

$$I_{B.BH} = \frac{0,63}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 0,03 \text{ кА.}$$

$$I_{B.НН} = \frac{0,63}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 0,91 \text{ кА.}$$

Расчет параметров схемы в относительных единицах.

Индуктивное сопротивление кабельной линии:

$$X_W = \frac{1}{n} \cdot X_{уд.W1} \cdot L_{W1} \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_B^2}. \quad (8)$$

где X_{W1} -удельное сопротивление линии, Ом/км.

Индуктивное сопротивление питающей кабельной линии W1

$$X_{W1} = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 6 \cdot \frac{0,63}{10,5^2} = 0,007 \text{ о.е.}$$

Активное сопротивление кабельной линии:

$$R_W = \frac{1}{n} \cdot R_{уд.W1} \cdot L_{W1} \cdot \frac{S_{\sigma}}{U_B^2}. \quad (9)$$

где $R_{уд.W1}$ – удельное активное сопротивление линии [1].

Активное сопротивление питающей кабельной линии W1 (10 кВ):

$$R_{W1} = \frac{1}{2} \cdot 0,46 \cdot 6 \cdot \frac{0,63}{10,5^2} = 0,008 \text{ о.е.}$$

Находится индуктивное сопротивление трансформатора ПС-10/0,4 кВ

$$X_{T1} = \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{К.З.}}{100} \cdot \frac{S_{\sigma}}{S_{H.T}}. \quad (10)$$

$$X_{T1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{10,5}{100} \cdot \frac{0,63}{0,63} = 0,0525 \text{ о.е.}$$

Индуктивное сопротивление кабельной линии W3 по (7):

$$X_{W3} = 0,09 \cdot 0,15 \cdot \frac{0,63}{0,4^2} = 0,053 \text{ о.е.}$$

Определяется активное сопротивление кабельной линии W3 по (8):

$$R_{W3} = 0,62 \cdot 0,15 \cdot \frac{0,63}{0,4^2} = 0,366 \text{ о.е.}$$

Полное сопротивление цепи короткого замыкания до точки K1

$$Z_{\Sigma k1} = \sqrt{(X_c + X_{w1})^2 + R_{w1}^2}. \quad (11)$$

$$Z_{\Sigma k1} = \sqrt{(0,005 + 0,007)^2 + 0,008^2} = 0,014 \text{ о.е.}$$

Расчёт токов КЗ при трёхфазном коротком замыкании

$$I_{\kappa}^{(3)} = \frac{E_c}{Z_{\Sigma k}} \cdot I_{\sigma}. \quad (12)$$

Рассчитывается значение трёхфазного тока КЗ в расчётной точке K1

$$I_{\kappa 1}^{(3)} = \frac{1}{0,014} \cdot 0,03 = 2,14 \text{ кА.}$$

Определяется полное сопротивление и ток КЗ в расчётной точке K2

$$Z_{\Sigma k2} = \sqrt{(X_c + X_{w1} + X_T)^2 + R_{w1}^2}. \quad (13)$$

$$Z_{\Sigma k2} = \sqrt{(0,005 + 0,007 + 0,0525)^2 + 0,008^2} = 0,068 \text{ о.е.}$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{1}{0,068} \cdot 0,91 = 13,38 \text{ кА.}$$

Определяется полное сопротивление и ток КЗ в точке K3

$$Z_{\Sigma k3} = \sqrt{(X_c + X_{w1} + X_T + X_{w3})^2 + (R_{w1} + R_{w3})^2}. \quad (14)$$

$$Z_{\Sigma k3} = \sqrt{(0,005 + 0,007 + 0,0525 + 0,053)^2 + (0,008 + 0,366)^2} = 0,698 \text{ o.e.}$$

$$I_{\kappa 2}^{(3)} = \frac{1}{0,698} \cdot 0,91 = 1,31 \text{ кА.}$$

Значение ударного тока трёхфазного КЗ:

$$I_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot K_{y\partial} \cdot I_{\kappa}^{(3)}, \quad (15)$$

где $K_{y\partial}$ – значение ударного коэффициента (по справочным данным) [7].

Определяется значение ударного тока трёхфазного КЗ в точке К1

$$I_{y\partial.k1} = \sqrt{2} \cdot 1,4 \cdot 2,14 = 4,24 \text{ кА.}$$

Определяется значение ударного тока трёхфазного КЗ в точке К2

$$I_{y\partial.k2} = \sqrt{2} \cdot 1,0 \cdot 13,38 = 18,92 \text{ кА.}$$

Определяется значение ударного тока трёхфазного КЗ в точке К3

$$I_{y\partial.k3} = \sqrt{2} \cdot 1,0 \cdot 1,31 = 1,85 \text{ кА.}$$

Расчет токов двухфазного короткого замыкания

$$I_{\kappa}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{\kappa}^{(3)}. \quad (16)$$

Значение тока двухфазного КЗ в расчётной точке К1

$$I_{\kappa 1}^{(2)} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2,14 = 1,85 \text{ кА}.$$

Аналогично рассчитываются токи двухфазного КЗ в точках К2 и К3 и результаты вносятся в таблицу 5.

Результаты расчётов токов КЗ в расчётных точках схемы модернизируемой системы электроснабжения АБК приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты расчётов токов КЗ административно-бытового корпуса

Точка КЗ	U _б , кВ	I _б , кА	Z _Σ	K _{уд}	I ⁽³⁾ кА	I ⁽²⁾ кА	I _{уд} , кА
К1	10,5	0,03	0,014	1,40	2,14	1,85	4,24
К2	0,4	0,91	0,068	1,00	13,38	11,59	18,92
К3	0,4	0,91	0,698	1,00	1,31	1,13	1,85

2.5 Выбор электрических аппаратов системы электроснабжения АБК

В качестве аппаратов защиты линий, питающие потребители АБК, принимаются рубильники и автоматические выключатели.

Для щитков бытовых и коммунальных потребителей (ЩРБ-1, ЩРБ-2, ЩРБ-3, ЩРК-1, ЩРК-2, ЩРК-3) выбраны распределительные щитки типа ЩР-11-73701 с рубильниками Р18-353, номинальный ток которого $I_{ном.} = 250$ А, который превышает расчётный ток любого из перечисленных щитков (таблица 1).

Для осветительных щитков (ЩО-1, ЩО-2, ЩО-3) выбраны распределительные щитки типа ЩО-12-16 с $I_{ном.} = 16$ А, который превышает расчётный ток любого из перечисленных щитков (таблица 1).

На сегодняшний день в качестве аппаратов защиты установлены устаревшие автоматы марки А, не соответствующие требованиям надёжности вследствие частых поломок и отказов, поэтому вместо них в работе выбираются инновационные автоматы фирмы АВВ.

Условия выбора автоматических выключателей [22,25]:

по напряжению, кВ

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}, \quad (17)$$

где $U_{ном.а}$, $U_{ном.с}$ – соответственно значение номинального (паспортного) напряжения аппарата (автомата) и сети, кВ.

по току, А

$$I_{ном.а} \geq I_{\phi}, \quad (18)$$

где I_{ϕ} – тока форсированного режима, А;

по току уставки расцепителя, А

$$I_{ном.р} \geq I_{\phi}. \quad (19)$$

по току уставки теплового расцепителя, А

$$I_{у.т.р} \geq 1,1 \cdot I_{\phi}. \quad (20)$$

по току уставки электромагнитного расцепителя, А

$$I_{у.э.р} \geq 1,25 \cdot I_{к}, \quad (21)$$

где $I_{к}$ – значение максимального (трёхфазного) тока КЗ, А;

для автомата ввода на питающей ПС-10/0,4 кВ, $I_{у.э.р.}$, А

$$I_{у.э.р} \geq 6-10 \cdot I_{ном.т} \quad (22)$$

где $I_{ном.т}$ – значение номинального тока силового трансформатора на питающей ПС-10/0,4 кВ системы электроснабжения АБК, А,

по отключающей способности, А

$$I_{ном.выкл} \geq I_{к}. \quad (23)$$

Производятся расчёты и выбор автомата для защиты КЛ, питающей нагрузки бытовых потребителей актового зала.

Выбор и проверка указанного вида автомата по расположению в схеме электроснабжения осуществляется по вышеприведенным условиям и результаты выбора приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Выбор автомата для защиты КЛ, питающей нагрузки бытовых потребителей актового зала АБК

Условия выбора	Расчетные данные	Каталожные данные автомата ABB SH201-C6
$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}$	$U_{ном.с} = 380 \text{ В}$	$U_{ном.а} = 660 \text{ В}$
$I_{ном.а} \geq I_{ф}$	$I_{ф} = 1,4 \cdot 0,37 = 0,52 \text{ А}$	$I_{ном.а} = 6 \text{ А}$
$I_{у.т.р.} \geq 1,1 \cdot I_{ф}$	$1,1 \cdot I_{ф} = 1,1 \cdot 0,52 = 0,57 \text{ А}$	$I_{у.т.р} = 6 \text{ А}$
$I_{у.э.р} \geq 1,5 \cdot I_{ф}$	$1,5 \cdot I_{ф} = 1,5 \cdot 0,57 = 0,85 \text{ А}$	$I_{у.э.р} = 3 \cdot I_{у.т.р} = 3 \cdot 6 = 18 \text{ А}$
$I_{ном.вык.а} \geq I_{к}^{(3)}$	$I_{к3}^{(3)} = 0,364 \text{ кА}$	$I_{ном.вык.а} = 15 \text{ кА}$

Проводится выбор автоматов для защиты потребителей АБК, полученных в результате проведения модернизации по выражениям (17) – (23).

Результаты выбора данных автоматов для защиты кабельных линий конечных потребителей проектируемой системы электроснабжения АБК также приведены в таблице 7.

Результаты выбора линейных автоматических выключателей в системе электроснабжения модернизируемой системы электроснабжения АБК проведены аналогично выбору автомата для защиты КЛ, питающей нагрузки бытовых потребителей актового зала по указанным выше условиям выбора и проверки, и результаты выбора представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Выбор автоматов для защиты кабельных линий, питающих потребители АБК

Наименование потребителей	$I_{расч.},$ А	Марка автомата	$I_{ном.а},$ А	$I_{у.т.р},$ А	$I_{у.э.р},$ А	$I_{в.а},$ кА
1 этаж						
Актовый зал						
Бытовые	0,26	ABB SH201-C6	6	6	18	15
Компьютерные	3,28	ABB SH201-C6	6	6	18	15
Освещение	1,98	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Вестибюль						
Бытовые	0,24	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,6	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Архив						
Бытовые	0,41	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	1,64	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,8	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Биллиардный зал						
Бытовые	0,52	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,2	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Кладовая АХО						
Бытовое	0,24	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	0,55	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,48	ABB-SH201-C6	6	6	6	15

Продолжение таблицы 7

Наименование потребителей	$I_{расч.}$ А	Марка автомата	$I_{ном.а.}$ А	$I_{утр.}$ А	$I_{у.э.р.}$ А	$I_{в.а.}$ кА
Комната отдыха						
Бытовые	5,56	ABB SH201-C10	10	10	30	15
Освещение	0,6	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Щитовая						
Освещение	0,2	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Деж.рем						
Бытовые	1,97	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,2	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Серверная						
Освещение	0,24	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Начальник						
Бытовые	0,84	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,73	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,28	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Учебный класс						
Бытовые	0,26	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	3,28	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,76	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ОРЭ (1 часть)						
Бытовые	0,26	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	1,64	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,11	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ОРЭ (2 часть)						
Бытовые	0,26	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	1,64	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,11	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Тренажёрный зал						
Бытовые	0,61	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,6	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Коридор						
Освещение	0,42	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Раздевалка женская						
Бытовые	5,12	ABB-SH201-C10	10	10	30	15
Освещение	0,3	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Женский с/у						
Бытовые	2,25	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,04	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Душ						
Освещение	0,06	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Раздевалка мужская						
Бытовые		ABB-SH201-C10	10	10	30	15
Освещение		ABB-SH201-C6	6	6	6	15

Продолжение таблицы 7

Мужской с/у						
Бытовые	2,25	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,04	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Душ						
Освещение	0,06	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Бассейн						
Бытовые	10,24	ABB SH201-C16	16	16	48	15
Освещение	0,3	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Душ						
Освещение	0,16	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Сауна						
Бытовые	9,22	ABB SH201-C16	16	16	48	15
Освещение	0,16	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ЩРБ-1	36,56	ABB BASIC M 3P 50A	50	50	150	45
ЩРБ-2	9,18	ABB BASIC M 3P 16A	16	16	48	45
ЩО-1	7,06	ABB BASIC M 3P 10A	10	10	30	45
ЩО-2	9,98	ABB BASIC M 3P 16A	16	16	48	45
ЩРК-1	5,47	ABB BASIC M 3P 10A	10	10	30	45
ЩРК-2	3,71	ABB BASIC M 3P 6A	6	6	18	45
2 этаж						
ТМиС-1						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ТМис-2						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Свет.коп.						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ОПП-1						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ОПП-2						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Архив						
Бытовые	0,27	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB-SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB-SH201-C6	6	6	6	15

Продолжение таблицы 7

Наименование потребителей	$I_{расч.}$ А	Марка автомата	$I_{ном.а.}$ А	$I_{ут.р.}$ А	$I_{у.э.р.}$ А	$I_{в.а.}$ кА
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ОПП-2						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Архив						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Кабинет – 1						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,96	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Кабинет – 2						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,18	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	1,12	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ЮП						
Бытовые	0,27	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Компьютерные	2,73	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	2,0	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Женский с/у						
Бытовые	2,25	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,4	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Мужской с/у						
Бытовые	2,25	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Освещение	0,4	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Коридор 2 этажа						
Освещение	1,32	ABB SH201-C6	6	6	6	15
Балкон						
Освещение	1,32	ABB SH201-C6	6	6	6	15
ЩРБ-3	6,93	ABB BASIC М 3Р 10А	10	10	30	45
ЩРК-3	20,17	ABB BASIC М 3Р 32А	25	25	75	45
ЩО-3	13,28	ABB BASIC М 3Р 16А	16	16	48	45
Прочие потребители						
Вентиляция и кондиционирование						
Бытовые	12,29	ABB BASIC М 3Р 16А	16	16	48	15
Вводной автомат ВРУ-1	120,2	ABB BASIC М 3Р 160А	160	160	480	45

2.6 Мероприятия по уменьшению потерь электроэнергии в системе электроснабжения АБК

Известно множество мероприятий по совершенствованию системы учета электроэнергии, но, тем не менее, периодически сетевые организации внедряют новые с целью реагирования на ранее, не принимаемые во внимание составляющие коммерческих потерь, а также в связи с постоянно появляющимися новыми способами хищения электроэнергии.

Главные задачи разрабатываемых и внедряемых мероприятий – реальное снижение потерь в электросетях, которые работают в нормальных технических и климатических условиях.

Если оборудование работает в условиях, отличных от нормальных, то потребителями должны приниматься все возможные меры по приведению условий работы к нормальным. При этом и потери должны установиться на уровне нормативных.

Рассматривая вопрос энергосбережения в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, следует учитывать, что экономия энергии является важным, хотя и не единственным фактором, определяющим высокий технико-экономический уровень развития электромеханических систем.

Важное значение имеет безопасность работы обслуживающего персонала и надежность отдельных элементов и электроустановки в целом. Этим определяется производительность установки, затраты на ее ремонт и эксплуатацию.

Планово-предупредительный ремонт обеспечивает не только правильную и безаварийную эксплуатацию электрооборудования, но и значительную экономию электроэнергии. В первую очередь, это режим смазывания подшипников, как электрических машин, так и приводной установки. Правильный режим смазки с применением соответствующего масла, уменьшает потери на трение в узлах машин, облегчает их ход и

уменьшает потребление электроэнергии электроприводом. Важное значение имеет применение ограничителей холостого хода электродвигателей, а также и силовых трансформаторов на понизительной подстанции системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

На экономию электроэнергии влияет также номинальное загрузки электродвигателей. Многие электроэнергии расходуется в пускорегулирующей аппаратуры, поэтому нужно больше внедрять бесконтактную аппаратуру.

Важное значение имеет рациональное использование электроэнергии на освещение административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

Большая роль в снижении расхода электроэнергии на освещение принадлежит высоко экономическим люминесцентным лампам. При эксплуатации люминесцентные лампы нужно заменять не тогда, когда они перестают работать, а когда теряют часть первоначального светового потока (примерно на 30%). Не допускать работу люминесцентных светильников с отключенными конденсаторами, при отсутствии в пускорегулирующей аппаратуре конденсатора и наличии одних дросселей, $\cos \varphi$ такого светильника равен 0,5. Большое значение для улучшения освещения имеет правильный выбор светильников, лучшей арматурой для люминесцентных ламп являются светильники ОД, ОПР, ОДО, ВЛВ и др. На улучшение освещения влияет цвет краски стен, потолка, пола производственного помещения.

Большое значение для рационального использования электроэнергии имеет строгое нормирование ее как по отдельным объектам, так и по организации в целом. Нужно устанавливать нормы затрат на единицу продукции, организовывать действенный контроль за рациональным использованием электроэнергии.

Большое значение для экономии электроэнергии имеет повышение коэффициента мощности $\cos \varphi$. Согласно [4] значение $\cos \varphi$ должно составлять не ниже 0,92 - 0,95. Все элементы электрической сети выбираются по номинальному току, величина которого обратно пропорциональна коэффициенту мощности. Потери электроэнергии обратно пропорциональны квадрату коэффициента мощности [4].

Основными методами повышения $\cos \varphi$ являются:

- повышение коэффициента нагрузки;
- замена не загружена двигателей двигателями меньшей мощности;
- снижение напряжения при недогрузке двигателей;
- улучшение качества ремонта;
- ликвидация холостых ходов;
- компенсация реактивной мощности;
- замена мощных асинхронных двигателей на синхронные;
- необходимо следить за нагрузкой силовых трансформаторов, которое должно быть в пределах 0,65 - 0,75.

На основе анализа литературных источников, проведённого в работе ранее, проводится разработка комплекса мероприятий по минимизации потерь активной мощности в системе электроснабжения потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК и плана по его реализации.

Как известно, отчётные потери электроэнергии представляются в форме следующих составляющих, а именно:

- технические потери;
- коммерческие потери;
- инструментальные потери
- потери на собственные нужды.

Также известно, что основные направления для задачи минимизации потерь электроэнергии носят организационный либо технический характер.

Совместное применение организационных и технических мероприятий для решения задач минимизации потерь электроэнергии в конечном итоге приводит к значительному технико – экономическому эффекту на всех звеньях систем электроснабжения. Учитывая приведённые аспекты после проведенного анализа литературы, после проведения анализа системы электроснабжения с учётом рекомендованных методов и подходов, разработан комплекс мероприятий по минимизации потерь активной мощности в системе электроснабжения потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК с поэтапным планом его реализации (рисунок 5)

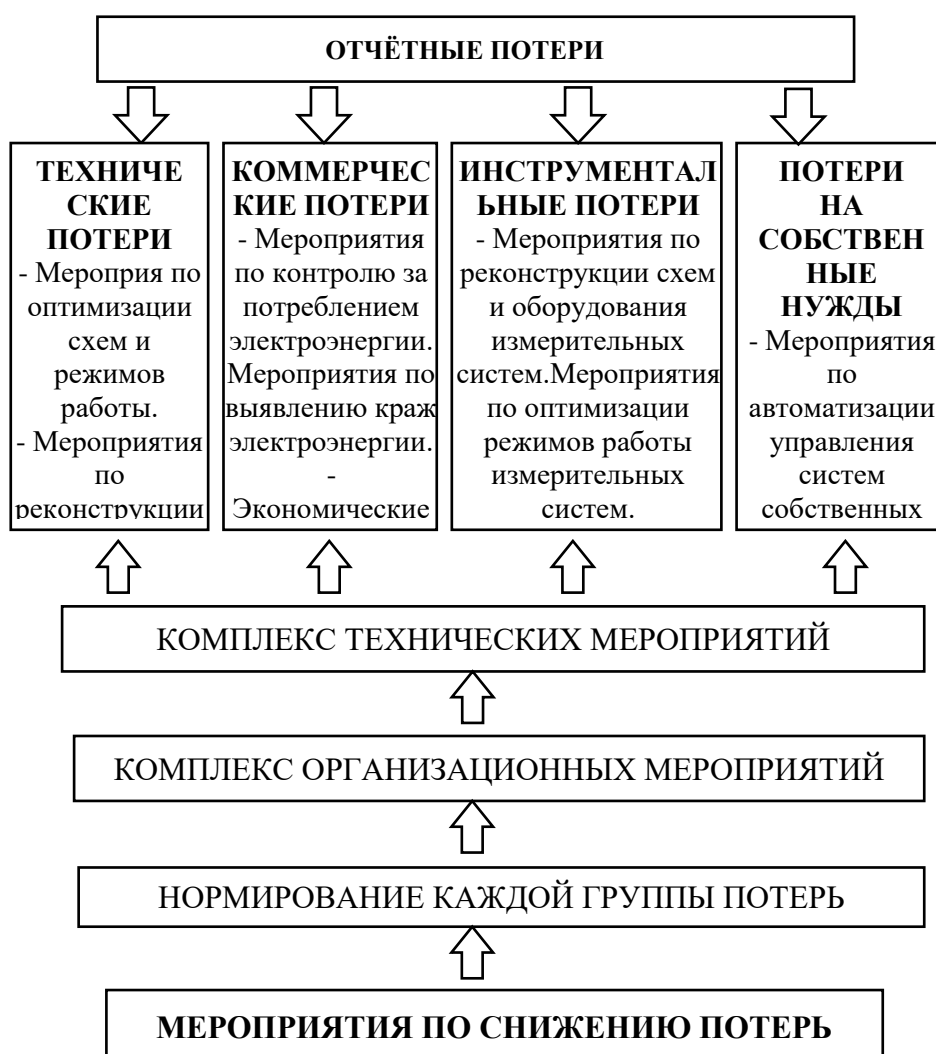


Рисунок 5 – Комплекс мероприятий по минимизации потерь электроэнергии в системе электроснабжения потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК с поэтапным планом его реализации

При этом разработанный план реализации комплекса мероприятий по минимизации потерь активной мощности в системе электроснабжения потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК состоит из трёх этапов, которые реализуются в определённой последовательности (алгоритм реализации), приведённой ниже.

Первый этап предполагает тщательное и качественное нормирование потерь электроэнергии. Такое нормирование необходимо осуществить для каждой группы потерь электроэнергии отдельно, так как они имеют различную природу и никак не могут быть представлены одной расчётной составляющей [5-9].

При этом необходимо учесть, например, такие важные технические и экономические аспекты:

- для нормирования технических потерь – режимы работы схемы, технические параметры оборудования, степень его износа, показатели потребляемой реактивной электроэнергии и степень её компенсации, климатические факторы, коэффициенты загрузки оборудования;

- для коммерческих потерь – отсутствие краж и задолженностей по оплате за потреблённую электроэнергию;

- для инструментальных потерь – состояние систем измерений, их износ и погрешности; для потерь на собственные нужды – неучтённые расходы на собственные нужды питающих подстанций энергосистемы.

При этом норматив потерь должен быть обоснован на проектной стадии для каждой группы отдельно.

Второй этап плана мероприятий по минимизации потерь электроэнергии в системе электроснабжения потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК, предполагает внедрение комплекса организационных мероприятий по минимизации потерь электроэнергии.

К ним относятся:

- разработка организационной документации, направленной на поощрение работников;

- выполняющих предписания по снижению потерь электроэнергии;
- внедрение инструкций и положений по правильному ведению технологического процесса;
- наказание виновных, поощрение добросовестных сотрудников;
- прочие подобные мероприятия.

На третьем этапе осуществляется разработка и внедрение комплекса технических мероприятий для минимизации каждой группы потерь с учётом технических характеристик, схем и параметров системы электроснабжения.

В системе электроснабжения модернизируемой системы электроснабжения АБК, как наиболее эффективные, с точки зрения минимизации потерь электроэнергии на данный момент, приняты мероприятия по реконструкции схемы электрических соединений с учётом фактических нагрузок потребителей, а также модернизация устаревших и перегруженных линий, электрических аппаратов и сетей, заключающаяся в их замене на новые, современные типы, имеющие ряд технических и экономических преимуществ [5].

В работе в результате проведения анализа схемы модернизируемой системы электроснабжения АБК, на основании соответствующих расчётов и решений, принимаются технические решения по оптимизации схемы электрических соединений с выбором и проверкой силовых трансформаторов, оборудования и сетей, согласно требуемых нормативными документами технических показателей.

Экономическая эффективность описанных выше мероприятий по реконструкции и модернизации очевидна, поскольку они оптимизируют энергопотребление и коэффициенты загрузки оборудования, что приводит к уменьшению технических (нагрузочных) потерь электроэнергии.

Кроме того, данные мероприятия являются одним из известных способов уменьшения затрат на обслуживание и ремонт, что в свою очередь, положительно сказывается на технико-экономических показателях системы потребителей модернизируемой системы электроснабжения АБК.

Выводы по разделу 2.

В результате выполнения второго раздела работы, осуществлено непосредственная разработка электрической сети для модернизируемой системы электроснабжения АБК.

На основании расчёта электрических нагрузок и токов КЗ, в работе выбраны и проверены новые кабели и электрические аппараты, а также источники освещения модернизированной системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы»:

- выбраны новые кабели марки ВВГ с медными жилами;
- применены новые автоматы марки АВВ;
- произведён расчёт освещения АБК с использованием светодиодных ламп.

Работоспособность кабельных линий и электрических аппаратов подтверждена их непосредственной проверкой на термическую и динамическую стойкости к токам КЗ, также рассчитанным в работе.

Разработан комплекс мероприятий по минимизации потерь активной мощности с детальным планом его реализации.

3 Разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда

3.1 Обеспечение безопасности жизнедеятельности

Соблюдение трудовой дисциплины является основой по технике безопасности при выполнении любых работ в электроустановках.

Согласно действующему законодательству, администрация обязана проводить инструктаж всех работников по безопасным приемам выполнения работ.

Организация работ и ответственность за проведение всех мероприятий по охране труда, на основании [5], на предприятиях, возложена на технического руководителя предприятия (главного инженера).

На предприятии АО «Российские космические системы» г. Москва, к которому относится АБК, охрана труда и техника безопасности поставлена хорошо.

Имеется кабинет техники безопасности, все необходимые инструкции, имеется тренажер по оказанию первой медицинской помощи, весь персонал регулярно проходит проверку знаний по технике безопасности.

Проводятся ежемесячные дни ТБ, а также регулярно проводятся проверки на рабочих местах, а это и есть главная профилактика производственного травматизма.

Предложения по улучшению состояния охраны труда: немаловажным фактором улучшения состояния охраны труда является обмен опытом между подразделениями предприятия с другими подобными организациями.

Также можно организовать проведение дня ТБ не своей инспекцией, а инспекцией других предприятий.

По анализу ряда лет работы, на предприятии нет серьезных электротравм.

При выполнении работ в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва

необходимо неукоснительно придерживаться следующих правил и требований [2,3]:

- техники безопасности при выполнении работ в электроустановках;
- пожарной безопасности;
- экологической безопасности.

Как правило, поражение электрическим током в сетях понижительных подстанций возникает в таких случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям под напряжением (токоведущие силовые цепи электроустановок, собственные нужды, оперативные цепи релейной защиты и автоматики);

- при приближении на недопустимое расстояние к токоведущим частям электроустановок питающей понижительной подстанции в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;

- при прикосновении к заземленным нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (напряжение прикосновения);

- при нахождении человека вблизи заземления (менее 8 м), с которого проходит ток в землю (напряжение шага или иного возможного замыкания на землю) в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

Кроме того, существует вероятность прочих производственных видов опасности:

- опасность возможных ожогов электрической дугой, которая возникла в результате неправильных оперативных действий с разъединителями, заземляющими ножами;

- возможность ушибов и переломов конечностей вследствие падений при движении по неровной или скользкой, или неосвещённой поверхности;

- опасность повреждения организма вследствие попадания конечностей под трущиеся и вращающиеся объекты электрооборудования.

Возникновения пожара на объектах АБК АО «Российские космические системы» г. Москва возможно при следующих обстоятельствах:

- при коротких замыканиях;
- при прямых попаданиях молнии;
- при перегреве и внутренних коротких замыканиях масляных трансформаторов на подстанции;
- при разрушении и перегрева изоляции с последующим возгорания;
- при перегреве токоведущих частей от перегрузки при неправильном их выборе.

Поэтому в первую очередь при допуске к выполнению работ обслуживающий персонал должен знать и уметь выполнять все требования нормативных документов по охране труда и технике безопасности [2,3].

Известно, что понизительная подстанция с вводом высокого напряжения в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва является источниками повышенной опасности как для обслуживающего персонала, так и для флоры и фауны.

В виду этого, при выполнении работ в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, необходимо строго соблюдать мероприятия по технике безопасности и охране труда в целом, а также нормы экологической безопасности [2,3,12].

Согласно положениям [18], для рабочих проводятся по технике безопасности вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте.

Для обеспечения выполнения мероприятий по технике безопасности на предприятии существуют определенные требования к персоналу.

Существует 5 групп по электробезопасности.

Проводится периодическая проверка знаний персонала, оформляется по установленным нормам допуск к работе, то есть выписывают наряды.

Периодически проверяют выполнение правил по технике безопасности.

Рабочий персонал должен соблюдать правила техники безопасности, так как нарушение правил эксплуатации и ремонта может привести не только к поломке технологического оборудования, но и к несчастным случаям.

При ремонте электрооборудования в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, необходимо убедиться в надежном отключении установки от источника питания.

Для этого необходимо выключить коммутационный аппарат и отключить установку от сети.

Для персонала, работающих в опасных условиях, выдаются средства индивидуальной защиты.

Электротехническому персоналу, работающему в электроустановках в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, выдаются перчатки, коврики, очки и другие защитные средства.

Особо следует уделить внимание электроинструменту.

Проведение работы по ремонту электрооборудования необходимо проводить с помощью неповрежденного инструмента, который проверен на рабочем месте перед тем как его использовать, а также срок проверки инструмента в лаборатории нормоконтроля не просрочены.

Электротехнический персонал, выполняющий работы в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, на рабочем месте должен выполнять только ту работу, которая ему поручена (по наряду, распоряжению, в порядке текущей эксплуатации) и входит в круг его обязанностей с выполнением требований [1-4,18] и инструкций по охране труда.

В случае поручения работы, которая не входит в круг его профессиональных обязанностей, работник должен получить по этой работе соответствующий инструктаж по записи в журнале целевого инструктажа.

Известно, что работы в электроустановках могут выполняться по наряду-допуску или по распоряжению, при полностью снятом напряжении, частично снятом либо без снятия напряжения с токоведущих частей.

В подавляющем большинстве случаев при выполнении работ в электроустановках системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва, всё напряжение с токоведущих частей должно быть снято, рабочее место ограждено, а каждый член бригады должен знать и чётко выполнять свои обязанности при соответствующем виде работ.

Для защиты от электрического тока при прикосновении к токоведущим цепям оперативного тока, применяются изолированные провода.

Аппаратура релейной защиты на постоянном оперативном токе расположена в специальных шкафах.

При замыкании или повреждении оперативных цепей осуществляется их контроль и защиту.

Для защиты от опасности при переходе напряжения с высокой стороны на низкую вторичные цепи измерительных трансформаторов заземлены.

Контроль и защиту при КЗ на землю и повреждении изоляции выполняет система релейной защиты, автоматики и сигнализации.

Персонал, обслуживающий электроустановки, должен хорошо знать правила противопожарной безопасности и пожаротушения электрооборудования АБК или других подразделений организации.

При появлении дыма, огня, в электрооборудовании и электропроводке необходимо немедленно отключить аварийный сектор, предупредить пожарную команду при распространении пожара на оборудование или невозможно погасить очаг пожара собственными средствами.

Для предотвращения пожара или обнаружения неисправности, возможных от КЗ, перегрузок, повреждения или перегрева изоляции применяют максимальная токовая защита (МТЗ), защита от перегрузок, защита от замыканий на землю и контроль изоляции.

Снятие базового заземления проводится заранее определенной выдающим наряд бригадой с заземлением проводов всех фаз на контур заземления опоры или групповой заземлитель.

Эти операции необходимо выполнять, как правило, с заземлением линий в настоящее время.

Работы следует выполнять под контролем дежурного диспетчера с записью в оперативном журнале и оформлением в наряде.

Допускается также выполнять установку и снятие базового заземления без заземления линии.

Однако в этом случае разрешение на установку базового заземления, подготовку рабочего места и допуск бригады к работе выдается одновременно.

Выполнение таких работ может быть допущено только по решению главного инженера с оформлением в оперативном журнале и наряде [2,3,11].

Особо следует сказать о роли защитного заземления в сетях и его влияние на поражение человека электрическим током.

Для этой цели применяют как естественные, так и искусственные заземлители.

Однако накопленный десятилетиями опыт работ в электроустановках позволяет говорить о том, что в подавляющем большинстве случаев на понизительных подстанциях энергосистемы требуется применение защитного заземления (заземляющего устройства).

Заземляющее устройство состоит из совокупности электрически соединенных заземлителей и заземляющих проводников.

В качестве искусственных вертикальных заземлителей чаще всего применяют прутковую сталь диаметром 12 - 20 мм при длине 5 - 6 м; углубление делают вкручиванием.

Между собой заземлители заземляющего устройства соединяют на глубине 0,5 - 0,7 м с помощью сварки стальной полосой размерами не менее 40x4 мм или прутком диаметром 10 - 12 мм.

Заземляющие проводники соединяют заземлитель с частями электроустановки, которые заземляются.

В электроустановках с глухозаземлённой нейтралью напряжением 0,38/0,22 кВ согласно [4,18]:

– магистральные защитные проводники, прокладываемые открыто, должны иметь сечение не менее 100 мм²;

– проводимость защитного проводника в соответствии с [4] должна быть не ниже 50% проводимости фазного провода.

Каждый элемент заземляется и должен быть подключен к сети заземления отдельным ответвлением (заземляющим проводником), а внутреннюю заземляющую сеть следует соединить с внешним заземляющим контуром не менее, чем в двух местах [4].

Для заземления электроустановок различных назначений и различных напряжений, территориально приближенных одна к другой, применяют один общий заземляющий контур, сопротивление которого принимается равным сопротивлению той установки, где он является минимальным [4].

Известно, что прямые удары молнии в оборудование понизительных подстанций влекут тяжёлые последствия для оборудования и сетей, так как вследствие возникших значительных атмосферных перенапряжений они могут выйти из строя, иногда без возможности восстановления.

В результате без питания могут остаться важнейшие потребители подстанций, что недопустимо согласно требованиям [1-4].

От прямых ударов молний должны защищаться все ответственные электроприемники.

Здание АБК можно защищать одиночными стержневыми молниеотводами, а также естественными молниеотводами (трубами, арками и прочими аналогичными конструкциями) [18].

Необходимо помнить, что здание, сооружение будет защищено от ударов молний только в том случае, когда они будут находиться в

определенной сфере, называемой зоной защиты – пространстве, внутри которого объект защищен от ударов молний.

Приведённые мероприятия обеспечивают безопасность проведения работ в электроустановках всех классов напряжения и являются строго обязательными к исполнению.

3.2 Обеспечение экологической безопасности

При выполнении работ должны выполняться требования нормативных документов, регламентирующих уровень допусков.

С целью предупреждения ухудшения экологической обстановки и возникновения опасности для здоровья и жизни людей от указанных объектов, представляющих повышенную экологическую опасность, осуществляется комплекс взаимосвязанных мероприятий.

Надежным средством обеспечения экологической безопасности в электроэнергетике должен стать механизм ее правового обеспечения, который с учетом подходов, выработанных в [21-25], включающий составляющие:

- законодательное обеспечение экологической безопасности в электроэнергетике;
- организационно-структурное обеспечение экологической безопасности в электроэнергетике;
- функционально-правовое обеспечение экологической безопасности в электроэнергетике;
- экономический механизм обеспечения такой безопасности;
- юридическая ответственность как средство обеспечения экологической безопасности в электроэнергетике.

Установлены требования к нормативам предельно допустимых выбросов, закреплено дополнительные обязанности предприятий, в том числе [20]: регулирование уровней воздействия физических факторов на

состояние атмосферного воздуха (ст. 12), а также меры по предотвращению и снижению производственных шумов (ст. 21).

В зависимости от вида электроустановок, принято выделять и виды техногенных воздействий, в которых присутствует экологический риск.

Так, негативным влиянием энергетики на элементы окружающей среды, а также уровень жизни и здоровья людей, являются [2,3,11]:

- выбросы загрязняющих веществ и парниковых газов;
- ухудшение видимости атмосферы;
- запыленность атмосферного воздуха;
- выпадение осадков и кислотных дождей;
- разрушение озонового слоя;
- влияние шума объектов энергетики на окружающую среду;
- загрязнения подземных и поверхностных вод.

Следовательно, основной экологический риск в разработанной системе электроснабжения возникает от негативного влияния указанных факторов в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва на элементы окружающей среды, жизни и здоровья людей, оказывается за загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами и физическими факторами, загрязнение водных и земельных объектов химическими веществами; загрязнения земельных участков отходами.

Указанные мероприятия по охране окружающей среды должны быть приняты к сведению и внедрены в систему электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

3.3 Расчёт контура заземления АБК

Для контура заземления АБК принимаются следующие исходные данные:

– вертикальные заземлители (электроды): материал – сталь, диаметр стержней – 16 мм, длина стержней – 2 м, глубина погружения в грунт – 50 см;

– горизонтальные заземлители (электроды): материал – полосовая сталь, длина – 4 м, метод соединения – сварка (проводник заземления крепится на болтовое соединение);

– грунт – суглинок.

Сопротивление грунта для вертикальных и горизонтальных заземлителей, Ом, [15]:

$$\rho_{p.z} = \rho_{y\delta} \cdot K_{n.z}, \quad (24)$$

$$\rho_{p.в} = \rho_{y\delta} \cdot K_{n.в}, \quad (25)$$

где $\rho_{y\delta}$ – удельного сопротивления грунта (для суглинка), Ом [16];

$K_{n.z}$ и $K_{n.в}$ – коэффициенты использования [15].

$$\rho_{p.z} = 100 \cdot 2 = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

$$\rho_{p.в} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Для стержневого вертикального заземлителя [15]:

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{\rho_p}{l} \left(\lg \frac{2 \cdot l}{0,95 \cdot d} + 0,5 \lg \frac{4t + 3l}{4t + l} \right), \text{ Ом.} \quad (26)$$

$$R_B = 0,366 \cdot \frac{200}{5} \left(\lg \frac{2 \cdot 5}{0,95 \cdot 0,016} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 1,7 + 3 \cdot 5}{4 \cdot 0,5 + 5} \right) = 69,53 \text{ Ом.}$$

Число вертикальных заземлителей (электродов) [15]:

$$N = \frac{R_B}{K_{u.e} \cdot R_3}, \text{шт.} \quad (27)$$

$$N = \frac{69,53}{0,66 \cdot 4} = 26,34 \text{шт.}$$

Принимается $N = 27$ шт.

Сопротивление растеканию горизонтальных электродов [15]:

$$R_r = \frac{\rho_p}{K_{u.e} \cdot 2\pi \cdot l_e} \cdot \lg \frac{2 \cdot l_e^2}{b \cdot t}, \text{Ом.} \quad (28)$$

$$R_r = \frac{200}{0,32 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \lg \frac{2 \cdot 5^2}{0,08 \cdot 0,5} = 26,17 \text{ Ом.}$$

Уточненное значение сопротивления вертикальных заземлителей [15]

$$R_{г.э.} = \frac{R_B \cdot R_3}{R_B - R_3}, \text{Ом.} \quad (29)$$

$$R_{г.э.} = \frac{26,17 \cdot 4}{26,17 - 4} = 4,72 \text{ Ом.}$$

Уточненное число вертикальных заземлителей [15]:

$$N = \frac{R_B}{K_{u.e} + R_{г.э.}}, \text{шт.}, \quad (30)$$

$$N = \frac{69,53}{0,66 + 4,72} = 24,15 \text{ шт.}$$

Сопротивление вертикальных заземлителей, Ом [15]:

$$R_{в.е} = \frac{R_B}{K_{u.e} \cdot N}, Ом. \quad (31)$$

$$R_{в.е} = \frac{69,53}{0,66 \cdot 25} = 4,56 Ом.$$

Общее сопротивление заземлителей (электродов) АБК, Ом

$$R_{общ.} = \frac{R_B \cdot R_{Г}}{R_B + R_{Г}}, Ом. \quad (32)$$

$$R_{общ.} = \frac{4,56 \cdot 26,17}{4,56 + 26,17} = 3,88 Ом.$$

Окончательно принимается к установке в контуре заземления АБК двадцать пять вертикальных заземлителей (электродов).

Конструкция контура заземления АБК АО «Российские космические системы» г. Москва приведена в графической части работы.

Выводы по разделу 3.

В результате выполнения третьего раздела работы проведён расчёт контура заземления АБК согласно требований [4,15].

Установлено, что в разработанном контуре заземления соблюдены все требуемые нормы согласно [4].

Также детально описаны основные мероприятия по технике безопасности и охране труда при выполнении работ в системе электроснабжения модернизируемой системы электроснабжения АБК.

Рассмотрены основные вопросы охраны окружающей среды при выполнении работ в системе электроснабжения модернизируемой системы электроснабжения АБК.

Заключение

В результате выполнения работы осуществлена модернизация системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва при соблюдении заданных требований к надежности схемы электроснабжения и качеству электроэнергии, передаваемой.

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- анализ системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- разработка комплекса мероприятий по модернизации системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- расчет электрических нагрузок потребителей системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- расчёт токов короткого замыкания системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- выбор питающих кабельных линий системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- выбор и проверка электрических аппаратов системы электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- модернизация электрической сети освещения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;
- разработка мероприятий по технике безопасности и охране труда при выполнении работ в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва;

– разработка мероприятий по вопросам охраны окружающей среды при выполнении работ в системе электроснабжения административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва.

В результате выполнения работы осуществлены следующие основные практические мероприятия по модернизации административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва:

- произведена замена устаревших кабелей с алюминиевыми жилами марки АВВГ и проводов марки АПВ на инновационные кабели марки ВВГ с медными жилами;

- произведена замена устаревших автоматов марки А на инновационные автоматы марки АВВ, обладающие компактностью, надёжностью и улучшенными техническими характеристиками;

- осуществлена замена устаревших ламп накаливания марки Б235 – 245 и люминесцентных ламп марки ЛБ на светодиодные светильники ДБО54-13-001 Econom LED 865.

Основываясь на полученных результатах, можно сделать вывод, что проведённая в работе модернизация электрической сети административно-бытового корпуса АО «Российские космические системы» г. Москва эффективна как технически, так и экономически.

Список используемых источников.

1. Барыбин Ю.Г. Справочник по проектированию электроснабжения. - М.: Энергоатомиздат, 2016. 576 с.
2. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения
3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение / - М.: Academia, 2018. 352 с.
5. Неклепаев, Б.Н.,Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - М.: Энергоатомиздат, 2018. 496 с.
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - 4-е изд., перераб. и доп. - М: Энергоатомиздат, 2016. 392 с.
7. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - 4-е изд., перераб. и доп. - М: Энергоатомиздат, 2016. 392 с.
8. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд-е. - М.: Альвис, 2017.
9. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). 7-е изд-е. - М.: Альвис, 2017.
10. Рожкова Л.Д. Электрооборудование электрических станций и подстанций. - М.: ИЦ Академия, 2016. 448 с.
11. Светотехника и электротехнология. - /Л. А. Баранов В. А. Захаров М.: Колос, 2018. 343с.
12. Светотехника.и электротехнология Учебное пособие. – зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2018. 268 с./В. С. Газалов

13. Сибикин Ю.Д. Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. 464 с.
14. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. 328 с.
15. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. Утв. пост. Госстроя России от 26.10.2003 г. № 194
16. СП 31-110-2003 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий. Утв. пост. Госстроя России от 26.10.2003 г. № 194
17. Справочник по проектированию электрических сетей. - М.: ЭНАС., 2018. 312 с.
18. 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». - М.: Энерго, 2018. 140 с.
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». - М.: Энерго, 2018. 140 с.
20. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения. - М.: Лань, 2015. 480 с.
21. Хорольский В. Я. Надежность электроснабжения. - М.: Форум, Инфра-М, 2015. 128 с.
22. Хорольский В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения. - М.: Дрофа, 2015. 288 с.
23. Шеховцов В. П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. - М.: Форум, Инфра-М, 2015. 136 с.

24. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 416 с.-Т.В. Анчарова,М.А. Рашевская, Е.Д.Стебунова.

25. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // РД РАО «ЕЭС России». – М.: Министерство энергетики, 2019. 115 с.

26. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года // РД РАО «ЕЭС России». – М.: Министерство энергетики, 2019. 115 с.

Приложение А

Спецификация помещений АБК к графической части работы

Таблица А.1 – Спецификация помещения АБК

Наименование	Обозначение	Кол-во
Актальный зал	1	1
Вестибюль	2	1
Архив	3	1
Бильярдный зал	4	1
Комната отдыха	5	1
Кладовая АХО	6	1
Щитовая	7	1
Деж.рем	8	1
Серверная	9	1
Начальник	10	1
Учебный класс	11	1
ОРЭ (1 часть)	12	1
ОРЭ (2 часть)	13	1
Тренажёрный зал	14	1
Коридор	15	1
Раздевалка женская	16	1
Женский с/у	17	1
Душ	18	1
Раздевалка мужская	19	1
Мужской с/у	20	1
Душ	21	1
Бассейн	22	1
Душ	23	1
Сауна	24	1
Коридор 1 этажа	25	1
ТМиС-1	26	1
ТМис-2	27	1
Свет.коп.	28	1
ОПП-1	29	1
ОПП-2	30	1
Архив	31	1
Кабинет - 1	32	1
Кабинет - 2	33	1
ЮР	34	1
Женский с/у	35	1
Мужской с/у	36	1
Коридор 2 этажа	37	1
Балкон	38	1
Вентиляция и кондиционирование	39	1