

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

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра Электроснабжение и электротехника

(наименование)

13.03.02. Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Электроснабжение

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск

Обучающийся

М.А. Васюченкова

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент С.В. Шаповалов

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

Консультант

к.п.н., доцент А.В. Егорова

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

Тольятти 2024

Аннотация

В работе осуществлено проектирование системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Такая потребность вызвана строительством и вводом в эксплуатацию данного объекта.

Для достижения поставленной цели, при разработке проекта системы электроснабжения (далее – СЭС) кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск, в работе проведено решение следующих практических задач:

- выбор схемных решений в СЭС кинотеатра;
- расчёт электрических нагрузок (освещения, силовой и суммарной);
- выбор и проверка основного оборудования, а также проводников и электрических сетей на объекте;
- выбор системы учёта и контроля электроэнергии для применения в СЭС кинотеатра.

Abstract

The work carried out the design of the power supply system for the Rassvet cinema in Noginsk.

Based on an analysis of the basic information and provisions of regulatory documents necessary for the design of cinema power supply systems, taking into account the initial technical and technological conditions, a set of recommendations for the design of the facility's power supply system has been developed.

To achieve this goal, when developing a project for the power supply system of the Rassvet cinema in Noginsk, the following practical measures were carried out:

- selection of circuit solutions;
- calculation of electrical loads (lighting, power and total);
- selection and verification of main equipment, as well as conductors and electrical networks at the site;
- selection of electricity metering and control system.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных технических данных на проектирование.....	7
2 Выбор схемных решений	12
3 Расчёт системы освещения.....	16
4 Расчёт электрических нагрузок	23
5 Выбор и проверка проводников	31
6 Выбор и проверка электрических аппаратов	37
7 Выбор системы учёта и контроля электроэнергии.....	41
Заключение	45
Список используемых источников.....	48

Введение

Проектирование системы электроснабжения кинотеатров в Российской Федерации является актуальной задачей, так как они требуют надежного и бесперебойного электроснабжения для обеспечения безопасности и комфорта зрителей, а также для правильной работы всего оборудования.

Кинотеатр является важной частью городской инфраструктуры и играет значительную роль в жизни города и его жителей.

Роль кинотеатра в городе заключается в следующем:

- культурное развитие: кинотеатр является одним из основных культурных учреждений города, предоставляющим зрителям возможность посмотреть различные фильмы, от художественных до документальных, а также посетить различные фестивали и кинопоказы.
- общественная активность: кинотеатр является местом, где люди могут встретиться и общаться друг с другом, поделиться мнениями и взглядами на фильмы, а также познакомиться с новыми людьми.
- развлечение: кинотеатр является одним из самых популярных мест для отдыха и развлечений в городе. Здесь люди могут отдохнуть от повседневной суеты и насладиться просмотром фильмов на большом экране.
- образование: кинотеатр также может быть использован в качестве образовательного учреждения, где люди могут учиться и получать новые знания, посещая лекции, семинары и мастер-классы.
- экономическое развитие: кинотеатр является важной частью городской экономики, создавая рабочие места и привлекая инвестиции в развитие инфраструктуры.

Таким образом, кинотеатр играет многогранную роль в жизни города и его жителей, предоставляя им возможности для культурного развития,

общественного взаимодействия, развлечения, образования и экономического развития.

Следовательно, он должен быть обеспечен всеми необходимыми энергетическими коммуникациями, которые обеспечивают надёжное функционирование всех систем жизнеобеспечения, а также безопасность людей.

Данные аспекты определяют актуальность и практическую ценность настоящей работы.

Основной целью работы является проектирование системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Объектом исследования является система электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Предметом исследования выступает комплекс технико-экономических параметров и характеристик системы электроснабжения объекта исследования (надёжность, безопасность, экономичность, экологичность).

Актуальность работы обусловлена требованиями надёжности, безопасности и экономической эффективности ввода новых культурных объектов в эксплуатацию [16], [17], [20].

Для достижения основной цели данной работы необходимо проанализировать исходные технические данные по проектированию, включая информацию об основных помещениях объекта проектирования и установленном в нем электрооборудовании.

При разработке проекта СЭС кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск, в работе проводится решение следующих практических задач:

- выбор схемных решений в СЭС кинотеатра;
- расчёт электрических нагрузок (освещения, силовой и суммарной);
- выбор и проверка основного оборудования, а также проводников и электрических сетей на объекте;
- выбор системы учёта и контроля электроэнергии для применения в СЭС кинотеатра.

Анализ исходных технических данных на проектирование

Проектирование системы электроснабжения кинотеатра осуществляется в городе Ногинск Московской области.

Данный объект располагается по адресу: Московская область, г. Ногинск, ул. III Интернационала, д. 52.

«Известно, что основные задачи проектирования системы электроснабжения кинотеатров включают в себя:

- определение проектной мощности и расчёт электрических нагрузки всего оборудования кинотеатра, включая проекторное, звуковое, осветительное и вентиляционное оборудование;
- выбор источника электроснабжения и определение его параметров, в зависимости от мощности и нагрузки оборудования;
- проектирование питающей сети, включая выбор вводных устройств, а также автоматики и защиты, необходимых для обеспечения надежного и безопасного электроснабжения;
- проектирование распределительной сети, включая выбор распределительных устройств, автоматики и защиты, необходимых для обеспечения надежного и безопасного электроснабжения» [12];
- проектирование системы освещения, включая рабочее и аварийное освещение, а также освещение эвакуационных маршрутов.

«К особенностям проектирования систем электроснабжения кинотеатров в Российской Федерации относятся следующие факторы:

- соответствие всех электрических установок и оборудования требованиям нормативных документов и стандартов» [12];
- обеспечение безопасности зрителей и персонала кинотеатра в случае аварийной ситуации, в том числе при отказе электроснабжения;
- обеспечение высокого качества звука и изображения, что требует надежного и стабильного электроснабжения всего оборудования;

- обеспечение комфортных условий для зрителей, в том числе поддержания оптимальной температуры и влажности, что требует надежной работы вентиляционного и кондиционирующего оборудования;
- учет особенностей архитектурного дизайна кинотеатра при проектировании системы электроснабжения.

Таким образом, проектирование системы электроснабжения кинотеатров в Российской Федерации требует учета всех особенностей и требований, предъявляемых к кинотеатрам.

Проектируемый кинотеатр «относится ко 2 категории надёжности потребителей, поэтому требует двух независимых источников питания. Данный аспект необходимо учесть при разработке схемных решений в работе далее» [12].

Кинотеатр состоит из цокольного и первого этажа. На каждом из них располагается свои помещения с оборудованием и сетями, которые требуется рассчитать и спроектировать в работе далее. Также есть второй этаж, однако он в работе детально не рассматривается.

Установлено, что к основным технологическим помещениям первого этажа проектируемой системы электроснабжения кинотеатра, относятся следующие объекты:

- два кинозала («синий» и «красный»);
- киноаппаратные кинозалов;
- фотостудия и фотомагазин;
- кассы;
- буфет;
- фойе;
- санузлы;
- игровые аппараты.

К основным технологическим помещениям цокольного этажа проектируемой системы электроснабжения кинотеатра, относятся следующие объекты:

- котельная;
- вентиляционная;
- офисные помещения;
- подсобные помещения;
- административные помещения.

Кроме того, с цокольного этажа предусмотрено питание и вентиляция второго этажа здания кинотеатра, которое планируется предоставлять в аренду (в проекте детально не рассматривается).

План помещений первого этажа проектируемого кинотеатра со спецификацией помещений представлен на рисунке 1.

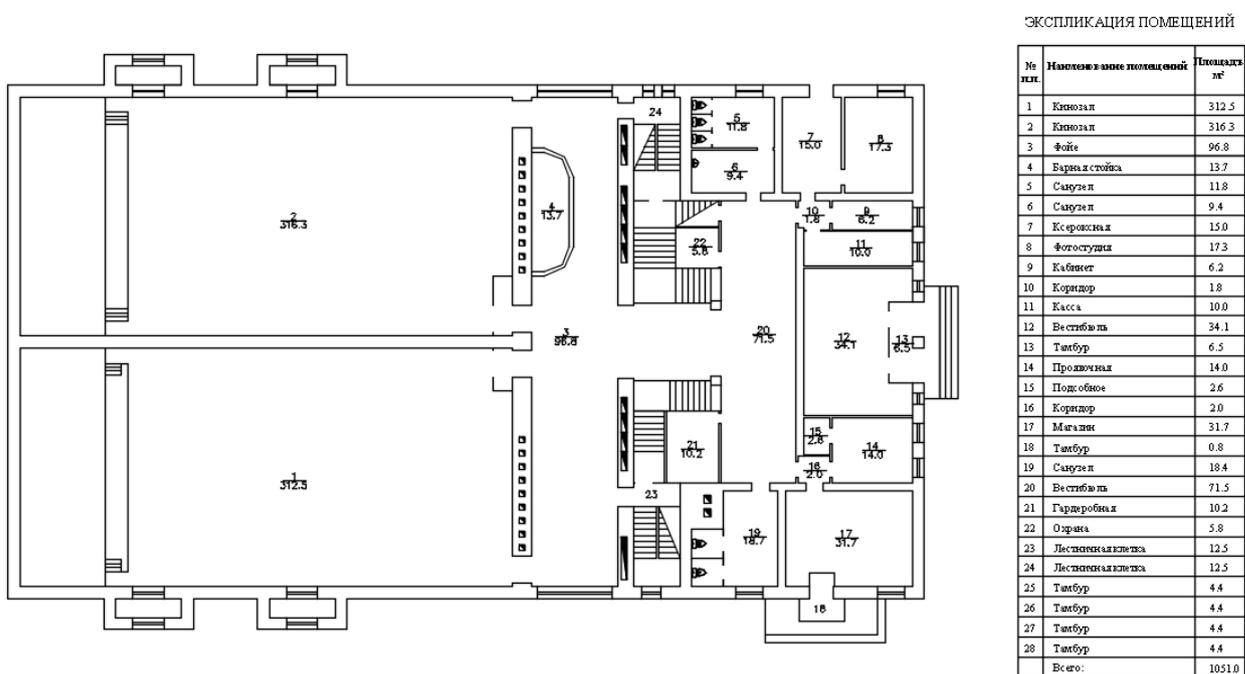
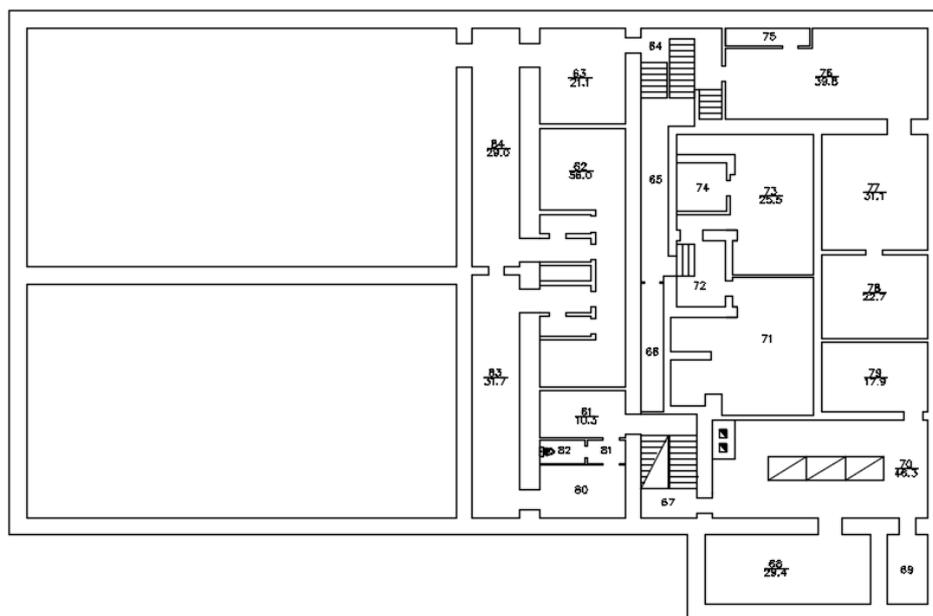


Рисунок 1 – План помещений первого этажа проектируемого кинотеатра со спецификацией помещений

План помещений цокольного этажа проектируемого кинотеатра со спецификацией помещений представлен на рисунке 2.



ЭКСПЛИКАЦИЯ ПОМЕЩЕНИЙ

№ п.п.	Наименование помещений	Площадь, кв.м
61	Подсобное	10,3
62	Подсобное	56,0
63	Подсобное	21,1
64	Лестничная клетка	12,2
65	Коридор	9,8
66	Подсобное	6,2
67	Лестничная клетка	14,0
68	Подсобное	29,4
69	Подсобное	6,0
70	Котельная	46,3
71	Эксплуатационный зал	28,1
72	Коридор	6,3
73	Подсобное	25,5
74	Подсобное	5,1
75	Касса	3,0
76	Офисное	39,8
77	Офисное	31,1
78	Офисное	22,7
79	Подсобное	17,9
80	Подсобное	9,3
81	Туалет	1,3
82	Туалет	2,9
83	Подсобное	29,5
84	Подсобное	29,0
Всего:		462,8

Рисунок 2 – План помещений цокольного этажа проектируемого кинотеатра со спецификацией помещений

В помещениях цокольного и первого этажей кинотеатра находится основное оборудование, исходные проектные мощности по которому приведены в форме таблицы 1.

Таблица 1 – Исходные проектные мощности по основному оборудованию первого и цокольного этажей проектируемого кинотеатра

Наименование оборудования	Нагрузка проектная установленная						
	P_n , кВт	n , шт.	P_n сум., кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$
Первый этаж							
Киноаппаратные							
Мотор	0,2	2	0,4	0,5	0,72	0,85	0,62
Мотор	0,2	2	0,4	0,5	0,72	0,85	0,62
Усилитель	0,5	2	0,4	0,9	0,76	0,8	0,75
Лампа ДКСШ	3	2	6,0	0,5	11,41	0,8	0,75
Лампа ДКСШ	3	2	6,0	0,5	11,41	0,8	0,75
Вспомогательное оборудование	0,5	1	0,5	0,9	2,53	0,9	0,48
Перемоточная	0,2	2	0,4	1,0	1,91	0,95	0,33
Вентиляция туалетов	0,5	2	1,0	1,0	5,35	0,85	0,62
Рукосушитель	1,8	2	3,6	0,2	17,22	0,95	0,33
Оборудование буфета	3	1	3,0	0,6	4,80	0,95	0,33
Игровые аппараты	0,3	6	1,8	0,6	9,63	0,85	0,62
Фотостудия и фотомагазин							
Кондиционирование	2,2	2	4,4	0,6	7,87	0,85	0,62
Тепловая завеса	2,2	1	2,2	0,9	11,76	0,85	0,62

Продолжение таблицы 1

Наименование оборудования	Нагрузка проектная установленная						
	P_n , кВт	n , шт.	$P_n \text{ сум}$, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$
Фотоаппаратура и фотомашинны	3,5	2	7	0,4	12,53	0,85	0,62
Коридор							
Кондиционирование	2,2	1	2,2	0,6	11,76	0,85	0,62
Тепловая завеса	2,2	1	2,2	0,9	11,76	0,85	0,62
Цокольный этаж							
Бойлер котельной	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33
Бойлер в административном помещении	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33
Стиральная машина	2,2	1	2,2	0,3	11,11	0,9	0,48
Привод общеобменной вентиляции	2,2	1	2,2	1,0	11,76	0,85	0,62
Бытовая и оргтехника административных помещений	0,4	20	8,0	0,5	13,52	0,9	0,48
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62
Котельная поддув	3,2	1	3,2	0,8	5,73	0,85	0,62
Пожарный насос (авар. режим)	3,2	2	6,4	1,0	11,45	0,85	0,62
Дополнительная транзитная нагрузка (второй этаж здания)							
Питание второго этажа ЩР-К	-	-	73,0	-	113,31	0,98	0,20
Вентиляция второго этажа	-	-	5,7	-	10,20	0,85	0,62
Пожарно-охранная сигнализация	0,5	1	0,5	0,6	2,53	0,9	0,48
Итого	-	-	240	-	-	0,94	0,35

Таким образом, при дальнейшей «разработке проекта системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск, необходимо учесть совокупность приведённых исходных» [12] технических данных.

Выводы по разделу.

Проведён анализ технических данных на проектирование системы электроснабжения кинотеатра. Установлено, что проектируемый кинотеатр относится ко 2 категории надёжности потребителей, поэтому требует двух независимых источников питания. Кинотеатр состоит из цокольного и первого этажа. На каждом из них располагается свои помещения с оборудованием и сетями, которые требуется рассчитать и спроектировать в работе далее. Приведены исходные проектные мощности по основному оборудованию первого и цокольного этажей проектируемого кинотеатра. Также имеется дополнительная транзитная нагрузка второго этажа здания (в работе детально не рассматривается, так как к кинотеатру не относится).

Выбор схемных решений

Далее в работе, на основании систематизации технических данных объекта проектирования, а также анализа современных норм технологического проектирования «систем электроснабжения гражданских сооружений, проводится обоснование выбора схемы электрических соединений» [12] проектируемой СЭС кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Как известно, что на выбор рациональной схемы электроснабжения проектируемого кинотеатра оказывают влияние многочисленные факторы.

К ним относятся:

- максимальная нагрузка отдельных потребителей (73,0 кВт, таблица 1);
- суммарная нагрузка потребителей объекта (240 кВт, таблица 1);
- категория надёжности объекта и электроприёмников (объект 2 категории надёжности);
- расстояние до питающей подстанции (узла) энергосистемы (ТП-10/0,4 кВ № 157, расстояние – 67 м);
- структура электрической сети (присутствуют классы напряжения 10 кВ на питающей ТП, а также 0,38/0,22 кВ – во всей остальной схеме);
- необходимые условия резервирования и секционирования (принимаются согласно потребителю 2 категории);
- прочие аналогичные факторы и условия (климатические, топографические).

Таким образом, внешнее электроснабжение кинотеатра «Рассвет» предложено осуществляется от действующей трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ № 157, кабельной линией с применением двух силовых кабелей напряжением 10 кВ.

Следовательно, вводное распределительное устройство (далее – ВРУ-0,4 кВ) кинотеатра будет иметь два ввода. Такая схема внешнего электроснабжения соответствует требованиям, предъявляемым к объектам второй категории надёжности нормативными документами.

«В схеме внешнего электроснабжения кинотеатра, применяется двухлучевая радиальная схема, которая показана на рисунке 3» [10].

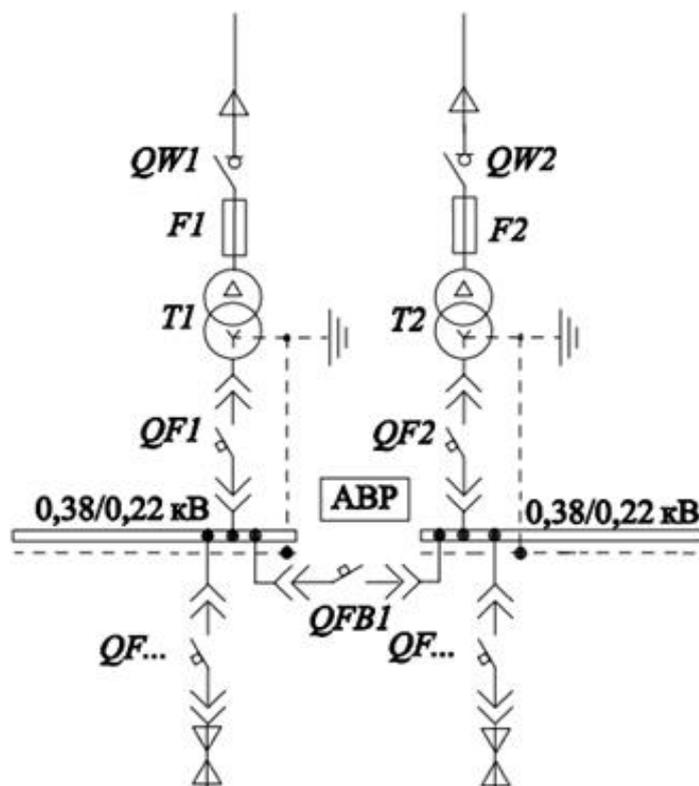


Рисунок 3 – «Схема внешнего электроснабжения кинотеатра (двухлучевая радиальная схема)» [6]

Последующее распределение электроэнергии на территории кинотеатра осуществляется от ВРУ-0,4 кВ, питающего шкафы распределительные силовые (далее – ШР) и шкафы освещения (далее – ШО). От них питаются непосредственно потребители силовой и осветительной нагрузки на напряжении 0,38/0,22 кВ.

Так как проектируемый кинотеатр «Рассвет» г. Ногинск относится ко II категории надёжности, в схеме его системы электроснабжения обязательно должны соблюдаться условия резервирования, секционирования и надёжности [10], а также ремонтпригодности [9] и безопасности [8].

Поэтому на всех уровнях и подсистемах схемы применяются два независимых ввода при питании потребителей по радиальным схемам электроснабжения.

Известно, что такие схемы являются наиболее надёжными и подходят для питания электроприёмников II категории [3].

Данный принцип также используется в работе.

Принятые схемные решения для применения в системе электроснабжения проектируемого кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск представлены в работе на рисунке 4.

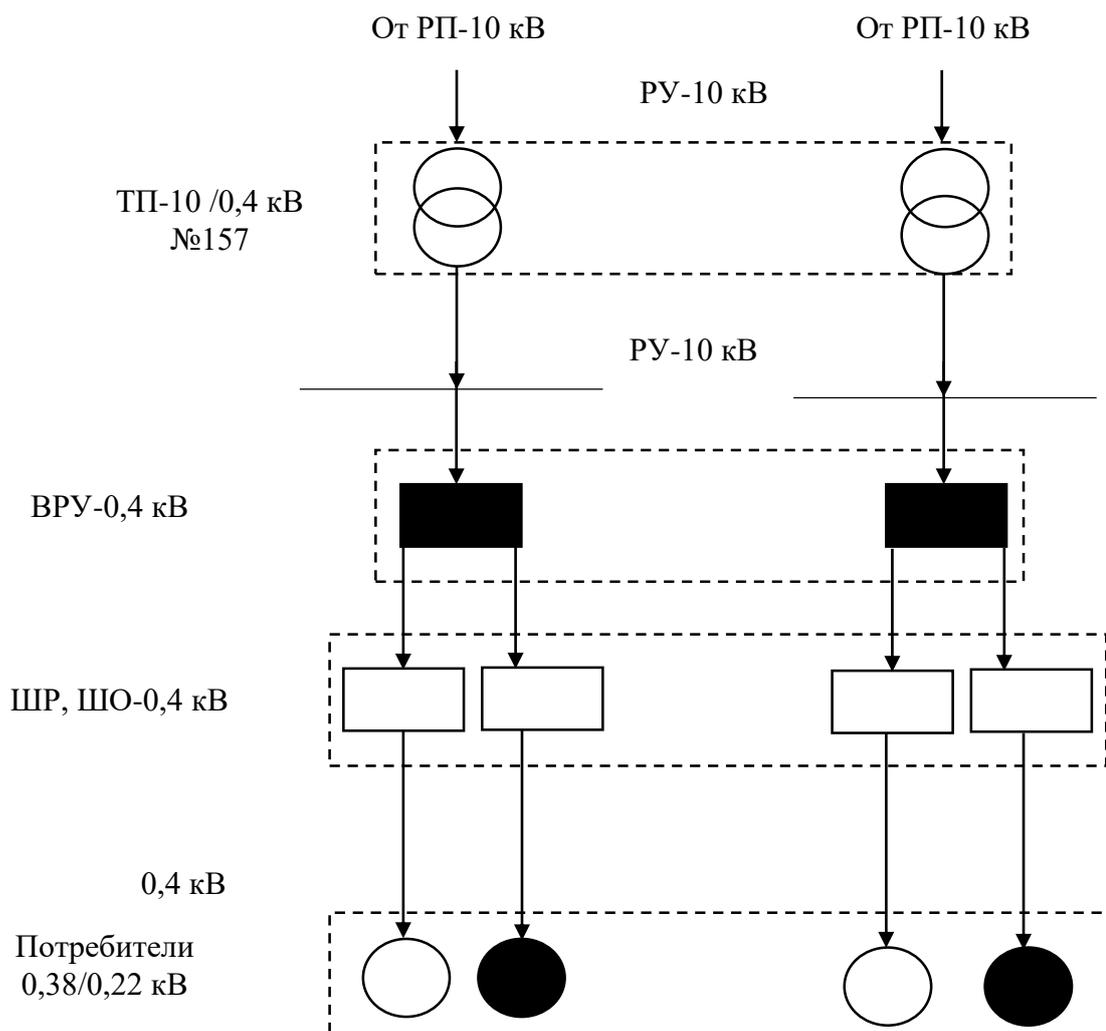


Рисунок 4 – Принятые схемные решения, рекомендуемые для внедрения в системе электроснабжения проектируемого кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск

Принятые схемные решения, рекомендуемые для внедрения в системе электроснабжения проектируемого кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск, также показаны в графической части работы.

Данные решения принимаются за основу.

Выводы по разделу.

На основании систематизации технических данных объекта проектирования, а также анализа современных норм технологического проектирования систем электроснабжения культурно-массовых объектов гражданских сооружений, проведено обоснование выбора схемы электрических соединений проектируемой системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Установлено, что наиболее рациональным вариантом внешнего электроснабжения кинотеатра «Рассвет» является питание от действующей трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ № 157, кабельной линией с применением двух силовых кабелей напряжением 10 кВ.

При этом вводное распределительное устройство (далее – ВРУ-0,4 кВ) кинотеатра будет иметь два ввода. Такая схема внешнего электроснабжения соответствует требованиям, предъявляемым к объектам второй категории надёжности нормативными документами.

Последующее распределение электроэнергии на территории кинотеатра осуществляется от ВРУ-0,4 кВ, питающего ШР и ШО. От них питаются непосредственно конечные потребители силовой и осветительной нагрузки на напряжении 0,38/0,22 кВ.

Таким образом, принятая схема электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск выполнена с соблюдением условий резервирования, секционирования и надёжности, а также простоты, экономичности, ремонтпригодности и безопасности.

Расчёт системы освещения

«Известно, что сегодня основное распространение получили светодиодные источники освещения, которые имеют неоспоримое преимущество по сравнению с другими источниками (лампами накаливания, люминесцентными и галогенными). Известно, что светодиодное освещение имеет множество преимуществ по сравнению с традиционными источниками света, такими как лампы накаливания, люминесцентные лампы и галогенные лампы» [14].

«К таким преимуществам относятся:

- энергоэффективность: светодиодные лампы потребляют намного меньше энергии, чем традиционные лампы, при этом предоставляя тот же уровень освещенности. Это позволяет снизить затраты на электроэнергию и сократить выбросы углерода в атмосферу;
- продолжительность работы: светодиодные лампы имеют гораздо более продолжительный срок службы, чем традиционные лампы. Они могут работать до 50 000 часов и более, тогда как лампы накаливания обычно работают только 1 000-2 000 часов;
- безопасность: светодиодные лампы не содержат опасных веществ, таких как ртуть, и не выделяют ультрафиолетовое излучение. Кроме того, они не нагреваются так сильно, как традиционные лампы, что снижает риск пожаров» [14];
- гибкость: светодиодные лампы могут быть изготовлены в различных формах и размерах, что делает их идеальным выбором для различных применений, от домашнего освещения до уличного освещения и промышленного освещения;
- качество света: светодиодные лампы предоставляют высокое качество света, которое может быть настроено для соответствия конкретным потребностям. Они способны создавать теплый или холодный свет, а также изменять цвета для создания различных настроений;

- экологичность: светодиодные лампы более экологичны, чем традиционные лампы, поскольку они потребляют меньше энергии и не содержат опасных веществ. Кроме того, их более длительный срок службы снижает количество отходов.

Таким образом, светодиодное освещение является более эффективным, безопасным, гибким, экологичным и качественным решением, чем традиционные источники света.

«Поэтому в работе проектируется освещение объекта (кинотеатра) с применением светодиодных источников освещения.

Для наружного освещения кинотеатра следует применять:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение.

Оптимальное расстояние между светильниками определяется» [14]:

$$\lambda_c \cdot H_p \leq L \leq \lambda_э \cdot H_p, \quad (1)$$

где « H_p – расчётная высота подвеса светильника, м;

$\lambda_c, \lambda_э$ – относительные светотехнические и энергетические
выгоднейшие расстояния между светильниками, м» [14].

«Расчётная высота подвеса выбранного типа светильника» [14]:

$$H_p = H_o - h_{св} - h_{раб}, \quad (2)$$

где « H_o – высота помещения, м;

$h_{св} = 0,5$ м - высота свеса светильника;

$h_{раб}$ – высота освещаемой рабочей поверхности от пола, м» [14].

«Число светильников по длине помещения, шт.» [14]:

$$N_A = \frac{A - 2l_A}{L} + 1. \quad (3)$$

«Число светильников по ширине помещения, шт.» [14]:

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L} + 1. \quad (4)$$

«Общее число светильников, шт.» [14]:

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B. \quad (5)$$

«Действительное расстояние между светильниками и рядами» [14]:

$$L_A = \frac{A}{N_A - a}, \quad (6)$$

$$L_B = \frac{B}{N_B - a}. \quad (7)$$

«Расчёт источников освещения проводится методом коэффициента использования светового потока» [14]:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta_u}, \quad (8)$$

где « E_n - заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 - коэффициент запаса ($K_3=1,15$ для светодиодных ламп);

S - освещаемая площадь, м²;

Z - коэффициент неравномерности, равный 1,1 - 1,2;

N - общее количество светильников, шт.;

η_u – коэффициент использования светового потока, о.е.» [14].

«Индекс помещения» [14]:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p (A + B)}. \quad (9)$$

«Отклонение расчетного светового потока от светового потока выбранного источника света» [14]:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{uc} - \Phi}{\Phi} \cdot 100\%. \quad (10)$$

«Проводится расчёт размещения светильников по выражениям (1 - 10) для освещения кассового вестибюля кинотеатра» [14]:

$$H_p = 3 - 0,5 - 1 = 2,5 \text{ м.}$$

$$1,5 \cdot 2,5 = 3,75 \leq L = 4 \leq 2 \cdot 2,5 = 5.$$

$$N_A = \frac{24 - 2 \cdot 0,5}{4} + 1 \approx 8.$$

$$N_B = \frac{12 - 2 \cdot 0,5}{4} + 1 \approx 3.$$

$$N_{\Sigma} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ шт.}$$

$$L_A = \frac{24}{8} = 3 \text{ м.}$$

$$L_B = \frac{12}{3} = 4 \text{ м.}$$

$$i = \frac{66 \cdot 16}{4,5 \cdot (66 + 16)} = 2,86.$$

«Выбирается светодиодная LED лампа типа PHILIPS LED Bulb A-150 со стандартным световым потоком $\Phi_{ст} = 2300$ лм» [18].

Для данного источника:

$$\Phi = \frac{30 \cdot 1050 \cdot 1,15 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,76} = 2184,6 \text{ лм.}$$

«Отклонение расчетного светового потока от светового потока источника света находится в допустимых пределах (-10÷20%)» [18]:

$$\Delta\Phi = \frac{2300 - 2184,5}{2184,5} \cdot 100 = 5,28\%.$$

«Таким образом, для освещения кассового вестибюля кинотеатра принимаются 24 источника освещения (лампы) выбранной марки» [14]. Расчёт освещения остальных помещений кинотеатра выполнен аналогично. Результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчёт освещения помещений кинотеатра

Наименование потребителей освещения	P_n , кВт	n , шт.	$P_n \text{ сум.}$, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$\text{tg } \varphi$
Освещение к/аппаратной	0,08	8	0,64	1,0	3,42	0,85	0,62
Освещение красного и синего залов							
Световой карниз (4 линейки в двух залах)	0,06	192	11,5	0,3	17,70	0,99	0,14
Потолочные светильники (-//-)	0,04	68	2,38	0,3	3,66	0,99	0,14
Прожектора дежурного освещения	0,5	4	2	0,3	9,18	0,99	0,14
Первый этаж							
Освещение кассового вестибюля	0,04	24	0,96	1,0	4,41	0,99	0,14
Освещение фойе	0,04	48	1,92	1,0	8,82	0,99	0,14
Освещение касс	0,04	4	0,16	1,0	0,86	0,85	0,62
Освещение туалетов	0,06	8	0,48	1,0	2,20	0,99	0,14
Освещение фотостудии и фотомагазина	0,02	68	1,36	0,9	7,27	0,85	0,62
Освещение коридора	0,020	32	0,64	0,9	3,42	0,85	0,62
Уличное освещение							
Козырёк у входа	0,5	1	0,5	0,8	2,53	0,9	0,48
Освещение плакатов и рекламы	0,25	9	2,25	0,8	3,46	0,99	0,14
Цокольный этаж							
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	0,06	20	1,2	1,0	1,84	0,99	0,14
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	0,02	160	3,2	1,0	5,73	0,85	0,62

Отдельное внимание следует уделить осветительной сети зрительных залов и аппаратных.

Осветительная сеть зрительных залов кинотеатра, разработанная с учётом количества источников освещения и схемных решений, выбранных ранее, представлена на рисунке 5.

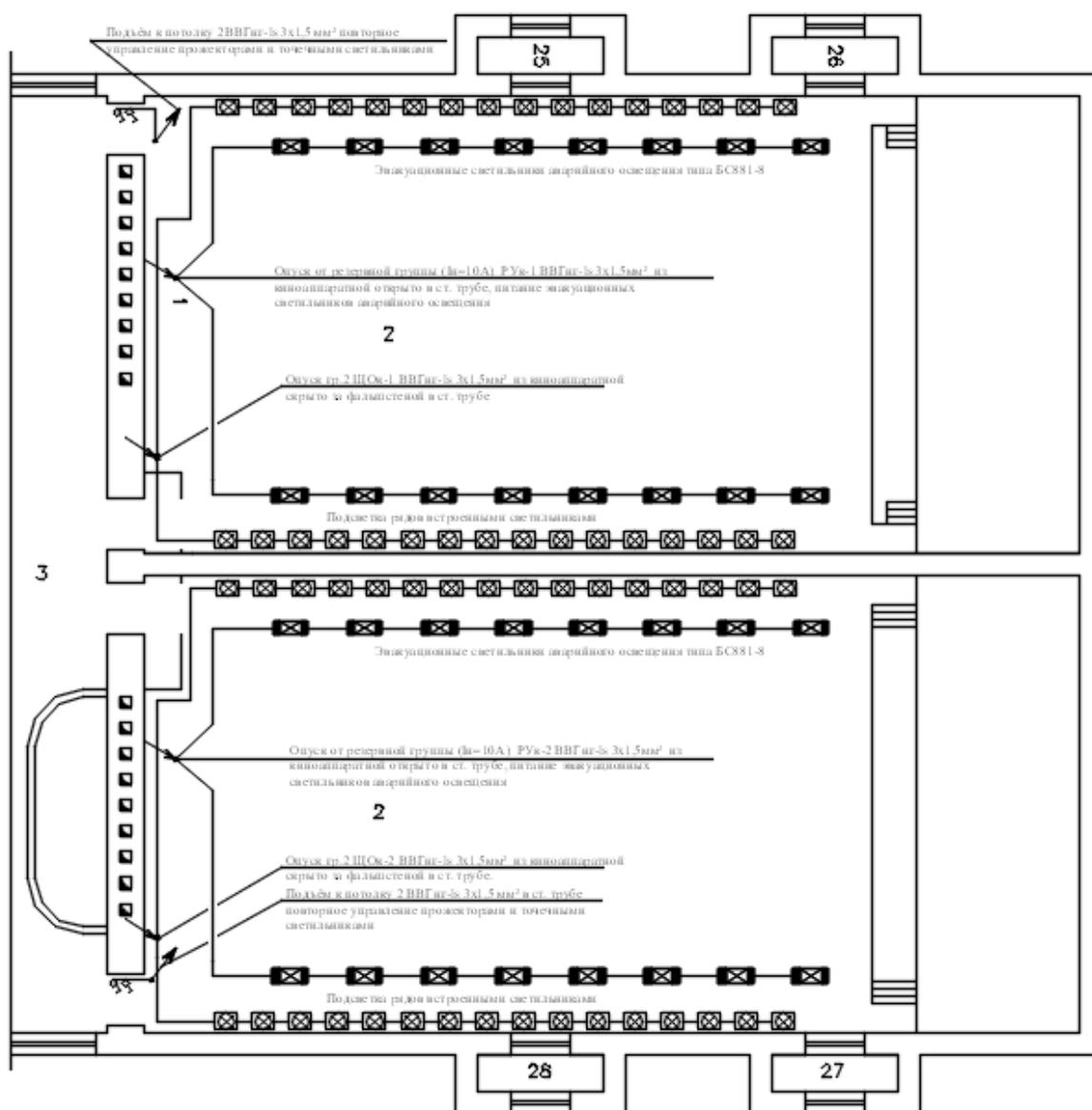


Рисунок 5 – Осветительная сеть зрительных залов кинотеатра, разработанная с учётом количества источников освещения и схемных решений

Осветительная сеть помещений аппаратных кинотеатра, разработанная с учётом количества источников освещения и схемных решений, представлена на рисунке 6.

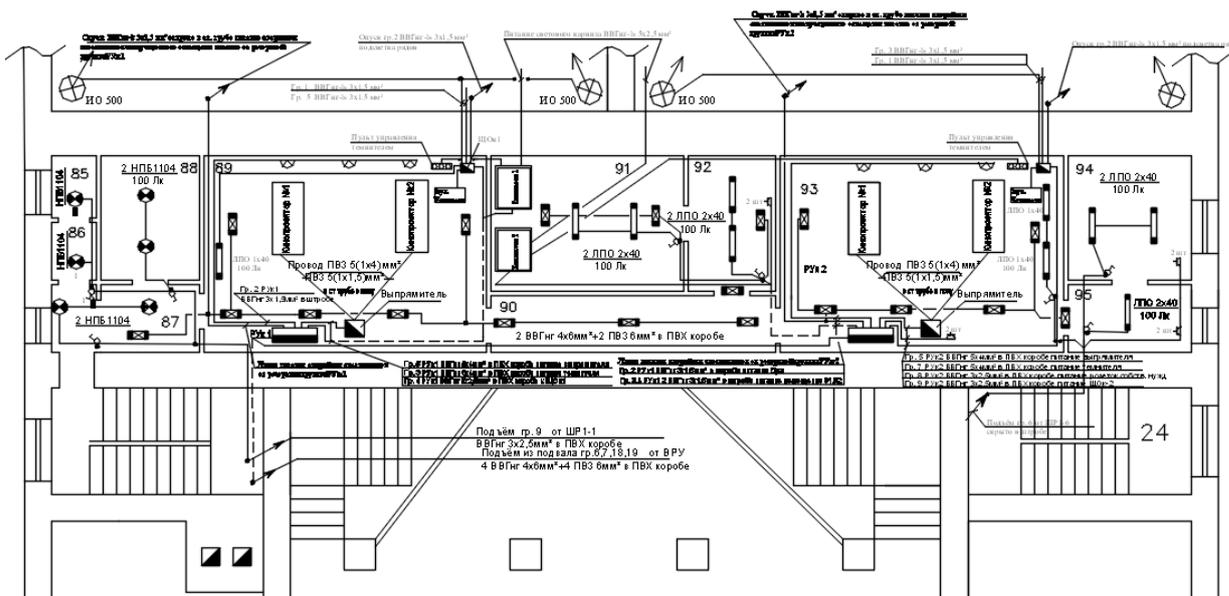


Рисунок 6 – Осветительная сеть аппаратных кинотеатра, разработанная с учётом количества источников освещения и схемных решений

Принятые решения также отражены в графической части работы на листе 3.

Выводы по разделу.

В работе проведён расчёт и выбор источников освещения, с учётом их количества и мощности, для применения в системе электроснабжения кинотеатра.

Отдельное внимание уделено детальной разработке осветительной сети зрительных залов и аппаратных (как наиболее важных помещений объекта проектирования).

Результаты светотехнического расчёта помещений кинотеатра используются в работе далее.

Расчёт электрических нагрузок

Расчетные электрические нагрузки кинотеатра определяется методом коэффициента использования [19]. Метод коэффициента использования (МКИ) является одним из распространенных методов расчета электрических нагрузок в системах электроснабжения.

Преимущества и особенности этого метода включают [19]:

- простота и удобство использования: МКИ является относительно простым методом расчета электрических нагрузок, который не требует сложных вычислений или специализированного программного обеспечения. Это делает его доступным и удобным для использования;
- гибкость: данный метод может быть использован для расчета электрических нагрузок в различных типах зданий и сооружений, включая жилые дома, офисные здания, промышленные предприятия и коммерческие объекты;
- точность: метод учитывает фактическое использование электроэнергии различными потребителями и оборудованием, что позволяет получить более точный расчет электрических нагрузок;
- учет временных факторов: МКИ также учитывает временные факторы, такие как коэффициент одновременности и коэффициент мощности, что позволяет более точно оценить пиковую нагрузку на электрическую сеть;
- экономия средств: предложенный метод позволяет спрогнозировать максимальную нагрузку на электросеть, что помогает избежать перегрузки и предотвратить необходимость дорогостоящей модернизации электрической сети;
- соответствие нормативным требованиям: указанный метод соответствует нормативным требованиям и стандартам,

установленным для расчета электрических нагрузок в системах электроснабжения.

Основная особенность МКИ заключается в том, что он использует коэффициенты использования для оценки электрической нагрузки различных потребителей и оборудования. Коэффициент использования определяется как отношение фактической мощности, потребляемой потребителем или оборудованием, к номинальной мощности. Этот метод позволяет более точно оценить электрическую нагрузку, учитывая фактическое использование электроэнергии. В целом, МКИ является эффективным и точным методом расчета электрических нагрузок, который широко используется в системах электроснабжения для обеспечения надежного и безопасного электроснабжения. Таким образом, данный метод расчёта электрических нагрузок обоснован для применения в системе электроснабжения кинотеатра.

Далее приводится методика расчёта нагрузок с помощью МКИ.

Индивидуальные нагрузки определяются для каждого потребителя отдельно, учитывая его номинальную мощность и напряжение, а также коэффициенты использования и мощности.

«Активная расчётная нагрузка» [13]:

$$P_p = P_{ном} \cdot k_u, \text{кВт}, \quad (11)$$

где k_u – коэффициент использования электрооборудования, о.е.

«Реактивная расчётная нагрузка» [13]:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi, \text{квар}. \quad (12)$$

«Полная расчётная нагрузка» [13]:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{кВА}. \quad (13)$$

«Расчетный ток» [13]:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, A, \quad (14)$$

где $U_{ном}$ – номинальное напряжение, кВ.

На примере потребителя «Мотор»:

$$P_p = 0,4 \cdot 0,5 = 0,2 \text{ кВт},$$

$$Q_p = 0,2 \cdot 0,62 = 0,12 \text{ квар},$$

$$S_p = \sqrt{0,2^2 + 0,12^2} = 0,235 \text{ кВА},$$

$$I_p = \frac{0,235}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 0,36 \text{ А}.$$

Расчёт всех остальных нагрузок индивидуальных потребителей кинотеатра выполнен аналогично и результаты расчёта представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчёта нагрузок индивидуальных потребителей кинотеатра

Потребитель	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , <i>шт</i>	P_n <i>сум</i> , кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
Киноаппаратные											
Мотор	0,2	2	0,4	0,5	0,72	0,85	0,62	0,36	0,20	0,12	0,235
Мотор	0,2	2	0,4	0,5	0,72	0,85	0,62	0,36	0,20	0,12	0,235
Усилитель	0,5	2	0,4	0,9	0,76	0,8	0,75	0,68	0,36	0,27	0,45
Лампа ДКСШ	3	2	6	0,5	11,41	0,8	0,75	5,70	3,00	2,25	3,75
Лампа ДКСШ	3	2	6	0,5	11,41	0,8	0,75	5,70	3,00	2,25	3,75
Вспомогательное оборудование	0,5	1	0,5	0,9	2,53	0,9	0,48	2,27	0,45	0,22	0,5
Перемоточная	0,2	2	0,4	1	1,91	0,95	0,33	1,91	0,40	0,13	0,421
Освещение к/аппаратной	0,08	8	0,64	1	3,42	0,85	0,62	3,42	0,64	0,40	0,753

Продолжение таблицы 3

Потребитель	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , шт	P_n сум, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
Освещение красного и синего кинозалов											
Световой карниз (4 линейки в двух залах)	0,06	192	11,5	0,3	17,70	0,99	0,14	5,31	3,46	0,49	3,491
Потолочные светильники	0,04	68	2,38	0,3	3,66	0,99	0,14	1,10	0,71	0,10	0,721
Прожектора дежурного освещения	0,5	4	2	0,3	9,18	0,99	0,14	2,75	0,60	0,09	0,606
Первый этаж											
Вентиляция туалетов	0,5	2	1	1	5,35	0,85	0,62	5,35	1,00	0,62	1,176
Рукосушитель	1,8	2	3,6	0,2	17,22	0,95	0,33	3,44	0,72	0,24	0,758
Оборудование буфета	3	1	3	0,6	4,80	0,95	0,33	2,88	1,80	0,59	1,895
Игровые аппараты	0,3	6	1,8	0,6	9,63	0,85	0,62	5,78	1,08	0,67	1,271
Освещение кассового вестибюля	0,04	24	0,96	1	4,41	0,99	0,14	4,41	0,96	0,14	0,97
Освещение фойе	0,04	48	1,92	1	8,82	0,99	0,14	8,82	1,92	0,27	1,939
Освещение касс	0,04	4	0,16	1	0,86	0,85	0,62	0,86	0,16	0,10	0,188
Освещение туалетов	0,06	8	0,48	1	2,20	0,99	0,14	2,20	0,48	0,07	0,485
Фотостудия и фотомагазин											
Освещение	0,02	68	1,36	0,9	7,27	0,85	0,62	6,55	1,22	0,76	1,44
Кондиционирование	2,2	2	4,4	0,6	7,87	0,85	0,62	4,72	2,64	1,64	3,106
Тепловая завеса	2,2	1	2,2	0,9	11,76	0,85	0,62	10,59	1,98	1,23	2,329
Фотоаппаратура и фотомашины	3,5	2	7	0,4	12,53	0,85	0,62	5,01	2,80	1,74	3,294
Коридор											
Освещение	0,020	32	0,64	0,9	3,42	0,85	0,62	3,08	0,58	0,36	0,678
Кондиционирование	2,2	1	2,2	0,6	11,76	0,85	0,62	7,06	1,32	0,82	1,553
Тепловая завеса	2,2	1	2,2	0,9	11,76	0,85	0,62	10,59	1,98	1,23	2,219
Уличное освещение											
Козырёк у входа	0,5	1	0,5	0,8	2,53	0,9	0,48	2,02	0,40	0,19	0,444
Освещение плакатов и рекламы	0,25	9	2,25	0,8	3,46	0,99	0,14	2,77	1,80	0,26	1,818
Цокольный этаж											
Бойлер котельной	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33	2,11	1,32	0,43	1,389
Бойлер в административном помещении	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33	2,11	1,32	0,43	1,389
Стиральная машина	2,2	1	2,2	0,3	11,11	0,9	0,48	1,12	0,66	0,32	0,733
Привод общеобменной вентиляции	2,2	1	2,2	1	11,76	0,85	0,62	11,76	2,20	1,36	2,588

Продолжение таблицы 3

Потребитель	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , шт	P_n сум, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
Бытовая и оргтехника админ. помещений	0,4	20	8	0,5	13,52	0,9	0,48	6,76	4,00	1,94	4,444
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	0,06	20	1,2	1	1,84	0,99	0,14	1,84	1,20	0,17	1,212
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	0,02	160	3,2	1	5,73	0,85	0,62	5,73	3,20	1,98	3,765
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62	1,97	1,10	0,68	1,294
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62	1,97	1,10	0,68	1,294
Котельная поддув	3,2	1	3,2	0,8	5,73	0,85	0,62	4,58	2,56	1,59	3,012
Пожарный насос (авар. режим)	3,2	2	6,4	1	11,45	0,85	0,62	11,45	6,40	3,97	7,529
Питание второго этажа ЦР-К	-	-	73	-	113,31	0,98	0,20	95,00	62,00	12,59	63,27
Вентиляция второго этажа	-	-	5,7	-	10,20	0,85	0,62	6,26	3,50	1,00	3,64
Пожарно-охранная сигнализация	0,5	1	0,5	0,6	2,53	0,9	0,48	1,52	0,30	0,15	0,333
Итого	-	-	240	-	-	0,94	0,35	204,37	126,72	44,64	134,4

Групповые расчётные нагрузки определяются как алгебраическая сумма индивидуальных нагрузок [11]:

$$P_{P.\Sigma} = \sum P_P, \quad (15)$$

$$Q_{P.\Sigma} = \sum Q_P, \quad (16)$$

$$S_{P.\Sigma} = \sqrt{P_{P.\Sigma}^2 + Q_{P.\Sigma}^2}. \quad (17)$$

Результаты расчета групповых электрических нагрузок кинотеатра приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет групповых электрических нагрузок кинотеатра

Наименование РУ	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , шт	P_n сум, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
ЩР 1-3											
Мотор	0,2	1	0,2	0,5	0,36	0,85	0,62	0,18	0,10	0,06	0,118
Мотор	0,2	1	0,2	0,5	0,36	0,85	0,62	0,18	0,10	0,06	0,118
Усилитель	0,5	1	0,2	0,9	0,38	0,8	0,75	0,34	0,18	0,14	0,225
Лампа ДКСШ	3	1	3	0,5	5,70	0,8	0,75	2,85	1,50	1,13	1,875
Лампа ДКСШ	3	1	3	0,5	5,70	0,8	0,75	2,85	1,50	1,13	1,875
Вспомогательное оборудование	0,5	1	0,5	0,9	2,53	0,9	0,48	2,27	0,45	0,22	0,5
Перемоточная	0,2	1	0,2	1	0,96	0,95	0,33	0,96	0,20	0,07	0,211
Освещение к/аппаратной	0,08	4	0,32	1	1,71	0,85	0,62	1,71	0,32	0,20	0,376
Световой карниз (2 линейки в зале)	0,06	96	5,76	0,3	8,85	0,99	0,14	2,66	1,73	0,25	1,745
Потолочные светильники	0,04	34	1,19	0,3	1,83	0,99	0,14	0,55	0,36	0,05	0,361
Прожектора дежурного освещения	0,5	2	1	0,3	4,59	0,99	0,14	1,38	0,30	0,04	0,303
Всего по ЩР 1-3	-	-	15,6	-	-	0,9	0,49	11,43	6,735	3,33	7,514
ЩР 1-6											
Вентиляция туалета	0,5	1	0,5	1	2,67	0,85	0,62	2,67	0,50	0,31	0,588
Рукосушитель	1,8	1	1,8	0,3	8,61	0,95	0,33	2,58	0,54	0,18	0,568
Оборудование буфета	3	1	3	0,6	4,80	0,95	0,33	2,88	1,80	0,59	1,895
Пожарно-охранная сигнализация	0,5	1	0,5	0,6	2,53	0,9	0,48	1,52	0,30	0,15	0,333
Освещение туалета	0,06	8	0,48	1	2,20	0,99	0,14	2,20	0,48	0,07	0,485
Всего по ЩР 1-6	-	-	6,28	-	-	0,94	0,36	11,86	3,62	1,29	3,844
ЩР 1-4											
Освещение касс	0,04	4	0,16	1	0,86	0,85	0,62	0,86	0,16	0,10	0,188
Освещение	0,040	32	1,28	0,9	6,84	0,85	0,62	6,16	1,15	0,71	1,355
Кондиционирование	2,2	1	2,2	0,6	11,76	0,85	0,62	7,06	1,32	0,82	1,553
Козырёк у входа	0,5	1	0,5	0,8	2,53	0,9	0,48	2,02	0,40	0,19	0,444
Освещение плакатов и рекламы	0,25	9	2,25	0,8	3,46	0,99	0,14	2,77	1,80	0,26	1,818
Всего по ЩР 1-4	-	-	6,39	-	-	0,92	0,43	8,00	4,832	2,08	5,261
ЩР 1-1											
Игровые аппараты	0,3	6	1,8	0,6	9,63	0,85	0,62	5,78	1,08	0,67	1,271
Освещение кассового вестибюля	0,04	26	1,04	1	4,78	0,99	0,14	4,78	1,04	0,15	1,051
Освещение фойе	0,04	48	1,92	1	8,82	0,99	0,14	8,82	1,92	0,27	1,939
Освещение подсобных помещений цокольного этажа	0,06	12	0,72	1	3,31	0,99	0,14	3,31	0,72	0,10	0,727

Продолжение таблицы 4

Наименование РУ	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , шт	P_n сум, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
Электрогардероб	1,2	1	1,2	0,5	5,51	0,99	0,14	2,75	0,60	0,09	0,606
Всего по ЦП 1-1	-	-	5,48	-	-	0,97	0,25	7,46	4,76	1,19	4,907
ЩР 1-2											
Освещение	0,02	68	1,36	0,9	7,27	0,85	0,62	6,55	1,22	0,76	1,44
Кондиционирование	2,2	2	4,4	0,6	7,87	0,85	0,62	4,72	2,64	1,64	3,106
Тепловая завеса	2,2	1	2,2	0,9	11,76	0,85	0,62	10,59	1,98	1,23	2,329
Фотоаппаратура и фотомашины	3,5	2	7	0,4	12,53	0,85	0,62	5,01	2,80	1,74	3,294
Всего по ЦП 1-2	-	-	15	-	-	0,85	0,62	15,47	8,644	5,36	10,17
ЩРО-1											
Бойлер в административном помещении	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33	2,11	1,32	0,43	1,389
Стиральная машина	2,2	1	2,2	0,3	11,11	0,9	0,48	1,12	0,66	0,32	0,733
Бытовая и оргтехника административных помещений	0,4	20	8	0,5	13,52	0,9	0,48	6,76	4,00	1,94	4,444
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	0,06	5	0,3	1	0,46	0,99	0,14	0,46	0,30	0,04	0,303
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	0,02	120	2,4	1	4,29	0,85	0,62	4,29	2,40	1,49	2,824
Всего по ЩРО-1	-	-	15,1	-	-	0,9	0,49	14,68	8,68	4,22	9,652
Привод общеобменной вентиляции	2,2	1	2,2	1	11,76	0,85	0,62	11,76	2,20	1,36	2,588
ЩО1											
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	0,06	10	0,6	1	0,92	0,99	0,14	0,92	0,60	0,09	0,606
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	0,02	20	0,4	1	0,72	0,85	0,62	0,72	0,40	0,25	0,471
Всего по ЩО1	-	-	1	-	-	0,95	0,33	1,60	1	0,33	1,054
ЩО2											
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	0,06	15	0,9	1	1,38	0,99	0,14	1,38	0,90	0,13	0,909

Продолжение таблицы 4

Наименование РУ	Нагрузка установленная							Нагрузка расчётная			
	P_n , кВт	n , шт	P_n сум, кВт	K_u	I_n , А	$\cos \varphi$	$tg \varphi$	I_p , А	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	0,02	5	0,1	1	0,18	0,85	0,62	0,18	0,10	0,06	0,1
Бойлер котельной	2,2	1	2,2	0,6	10,53	0,95	0,33	6,32	1,32	0,43	1,389
Всего по ЩО2	-	-	3,2	-	-	0,97	0,27	3,65	2,32	0,62	2,402
ЩУН											
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62	1,97	1,10	0,68	1,294
Циркуляционный двигатель котельной	2,2	1	2,2	0,5	3,94	0,85	0,62	1,97	1,10	0,68	1,294
Котельная поддув	3,2	1	3,2	0,8	5,73	0,85	0,62	4,58	2,56	1,59	3,012
Всего по ЩУН	-	-	7,6	-	-	0,85	0,62	8,52	4,76	2,95	5,6
ЩУП											
Пожарный насос (авар. режим)	3,2	2	6,4	1	11,45	0,85	0,62	11,45	6,40	3,97	7,529
Питание второго этажа ЩР-К	-	-	73	-	113,31	0,98	0,20	95,00	62,00	12,59	63,27
Вентиляция второго этажа	-	-	5,7	-	10,20	0,85	0,62	6,26	3,50	2,17	4,118
Итого (нагрузка ВРУ-0,4 кВ)	-	-	240	-	-	0,93	0,38	269,20	165,40	62,94	177

Полученные результаты расчёта электрических нагрузок используются в работе далее.

Выводы по разделу.

В работе проведён расчёт электрических нагрузок индивидуальных потребителей кинотеатра, а также групповых нагрузок распределительных шкафов объекта проектирования.

Также определена суммарная нагрузка ВРУ-0,4 кВ кинотеатра «Рассвет».

Выбор и проверка проводников

Исходя из принятой схемы системы электроснабжения кинотеатра, в работе необходимо выбрать следующие виды сетей объекта напряжением до 1 кВ:

- питающая сеть от РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157 до ВРУ-0,4 кВ – выполняется пятижильными кабелями ВВГнг-LS (прокладка – в трубах в земле);
- питающая сеть от ВРУ-0,4 кВ до ШР и ШО – выполняется пятижильными кабелями ВВГнг-LS (прокладка – в трубах в бетонном полу);
- распределительная сеть от ШР и ШО до индивидуальных потребителей – выполняется трёхжильными кабелями ВВГнг-LS (прокладка – в трубах в бетонном полу).

«Кабели ВВГнг-LS имеют ряд преимуществ, которые делают их идеальным выбором для использования в различных отраслях промышленности и системах электроснабжения гражданских сооружений» [3]. Одним из важных факторов, который необходимо учитывать при выборе кабеля, является его горючесть.

Кабели ВВГнг-LS имеют низкий уровень горючести, что означает, что они горят медленнее и выделяют меньше токсичных веществ при горении, чем обычные кабели.

Данный факт делает их более безопасными для использования в местах, где есть риск пожара.

Кроме того, кабели ВВГнг-LS обладают высокой гибкостью, что позволяет им изгибаться и скручиваться в любом направлении, не теряя при этом своих рабочих характеристик.

Этот аспект делает их идеальным выбором для использования в местах, где требуется гибкость и подвижность, например, в труднодоступных местах помещений при поворотах трассы.

Кабели ВВГнг-LS изготавливаются из высококачественных материалов и проходят строгую проверку на прочность и надежность. Это обеспечивает их длительный срок службы и надежную работу в сложных условиях.

Они также обладают высокой устойчивостью к внешним воздействиям, таким как механическое повреждение, ультрафиолетовое излучение, повышенная температура и влажность. Это делает их подходящими для использования в различных средах и помещениях, где существует риск повреждения кабеля.

В целом, кабели ВВГнг-LS являются надежным и долговечным решением для использования в различных средах и помещениях как промышленных, так и гражданских сооружений, где требуется гибкость, безопасность и надежность. Их низкий уровень горючести делает их более безопасными для использования в местах, где есть риск пожара.

Поэтому выбор кабелей марки ВВГнг-LS для применения в проектируемой системе электроснабжения кинотеатра, обоснован.

Выбор сечений кабелей питающей и распределительной сети осуществляется по условию допустимого нагрева кабеля током нормального режима [7]:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{н.}} = I_{\text{р.}} \cdot K_n, \quad (18)$$

где $I_{\text{доп}}$ – допустимый ток кабеля с учётом его прокладки, А;

« $I_{\text{р}}$ – расчетный ток, А;

K_n – коэффициент поправки, учитывающий условия прокладки кабелей ($K_n=1$)» [7].

Для кабелей питающей сети кинотеатра применяется резервирование, следовательно, необходимо их проверить по условию допустимого нагрева кабеля током послеаварийного режима [7]:

$$I_{\text{доп.}} \geq I_{\text{ав.}} = 1,4 \cdot I_{\text{н.}}. \quad (19)$$

Проводится выбор сечения и марки кабеля питающей сети от РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157 до ВРУ-0,4 кВ. Установлено, что данная сеть выполняется пятижильными кабелями ВВГнг-LS (прокладка – в трубах в земле).

Расчётный ток ВРУ-0,4 кВ составляет 269,2 А.

Согласно принятых схемным решениям, во ВРУ-0,4 кВ применяется два независимых ввода, следовательно, на каждый ввод приходится половина расчётной нагрузки [5]:

$$I_{p.} = 0,5 \cdot I_{p.макс}, А. \quad (20)$$

Значит:

$$I_{p.} = 0,5 \cdot 269,2 = 134,6 А.$$

Для питания ВРУ-0,4 кВ от шин РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157, принимается кабель марки ВВГнг-LS (5×35) с допустимым током 158 А при прокладке в земле.

Проверка кабеля в нормальном режиме работы выполняется:

$$158 А \geq 134,6 \cdot 1 = 134,6 А.$$

Однако проверка кабеля в послеаварийном режиме работы не выполняется:

$$158 А \leq 134,6 \cdot 1,4 = 188,4 А.$$

Выбирается кабель большего сечения марки ВВГнг-LS (5×50) с допустимым током 190 А при прокладке в земле.

Условия проверки для данного кабеля выполняются:

$$190 \text{ A} \geq 134,6 \cdot 1 = 134,6 \text{ A},$$

$$190 \text{ A} \geq 134,6 \cdot 1,4 = 188,4 \text{ A}.$$

Таким образом, окончательно выбираются для питания ВРУ-0,4 кВ от шин РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157, два кабеля марки ВВГнг-LS (5×50) с допустимым током 190 А при прокладке в земле.

Аналогично определены сечения кабелей питающей сети кинотеатра напряжением 0,38/0,22 кВ.

Принимается по условиям селективности при защите автоматическими выключателями, для питающей сети минимальное сечение кабеля, равное 4 мм², то есть кабель ВВГнг-LS (5×4).

Результаты выбора остальных кабелей питающей сети кинотеатра представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты выбора кабелей питающей сети кинотеатра

Наименование линии	I_p , А	$I_{ав}$, А	Параметры кабеля	
			Марка	$I_{доп}$, А
РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ – ВРУ-0,4 кВ	134,6	188,4	ВВГнг-LS (5×50)	190
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-3	11,43	16,0	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-6	11,86	16,6	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-4	8,00	11,2	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-1	7,46	10,4	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-2	15,47	21,7	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩРО-1	14,68	20,6	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩО1	1,60	2,2	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩО2	3,65	5,1	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩУН	8,52	11,9	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩУП	11,45	16,0	ВВГнг-LS (5×4)	32
ВРУ-0,4 кВ – ЩР-К	95,00	133,0	ВВГнг-LS (5×35)	158

Аналогично определены сечения кабелей «распределительной сети кинотеатра напряжением 0,38/0,22 кВ. Результаты выбора кабелей распределительной сети кинотеатра представлены в таблице 6» [12].

При этом все потребители распределительной сети – однофазные, поэтому принимаются трёхжильные кабели.

Таблица 6 – Результаты выбора кабелей распределительной сети кинотеатра

Наименование потребителя	I_p , А	Параметры кабеля	
		Марка	$I_{доп}$, А
Киноаппаратные			
Мотор	0,36	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Мотор	0,36	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Усилитель	0,68	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Лампа ДКСШ	5,70	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Лампа ДКСШ	5,70	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Вспомогательное оборудование	2,27	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Перемоточная	1,91	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение к/аппаратной	3,42	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение красного и синего кинозалов			
Световой карниз (4 линейки в двух залах)	5,31	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Потолочные светильники	1,10	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Прожектора дежурного освещения	2,75	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Первый этаж			
Вентиляция туалетов	5,35	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Рукосушитель	3,44	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Оборудование буфета	2,88	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Игровые аппараты	5,78	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение кассового вестибюля	4,41	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение фойе	8,82	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение касс	0,86	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение туалетов	2,20	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Фотостудия и фотомагазин			
Освещение	6,55	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Кондиционирование	4,72	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Тепловая завеса	10,59	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Фотоаппаратура и фотомашины	5,01	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Коридор			
Освещение	3,08	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Кондиционирование	7,06	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Тепловая завеса	10,59	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Уличное освещение			
Козырёк у входа	2,02	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение плакатов и рекламы	2,77	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Цокольный этаж			
Бойлер котельной	2,11	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Бойлер в административном помещении	2,11	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Стиральная машина	1,12	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Привод общеобменной вентиляции	11,76	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Бытовая и оргтехника админ. помещений	6,76	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	1,84	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	5,73	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Циркуляционный двигатель котельной	1,97	ВВГнг-LS (3×1,5)	27

Продолжение таблицы 6

Наименование потребителя	I_p, A	Параметры кабеля	
		Марка	$I_{доп}, A$
Циркуляционный двигатель котельной	1,97	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Котельная поддув	4,58	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Пожарный насос (авар. режим)	11,45	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Вентиляция второго этажа	6,26	ВВГнг-LS (3×1,5)	27
Пожарно-охранная сигнализация	1,52	ВВГнг-LS (3×1,5)	27

Таким образом, для питания всех потребителей распределительной сети 0,38/0,22 кВ кинотеатра, приняты кабели марки ВВГнг-LS (3×1,5) с допустимым током 27 А, при прокладке в трубах в бетонном полу.

Выводы по разделу.

Исходя из принятой схемы системы электроснабжения кинотеатра, в работе выбраны и проверены следующие виды сетей объекта напряжением до 1 кВ:

- питающая сеть от РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157 до ВРУ-0,4 кВ – выполняется двумя пятижильными кабелями ВВГнг-LS (5×50) (прокладка – в трубах в земле);
- питающая сеть от ВРУ-0,4 кВ до ШР и ШО – выполняется пятижильными кабелями ВВГнг-LS (5×4) – десять линий и ВВГнг-LS (5×35) – одна линия, прокладка – в трубах в бетонном полу;
- распределительная сеть от ШР и ШО до индивидуальных потребителей – выполняется трёхжильными кабелями ВВГнг-LS (3×1,5), прокладка – в трубах в бетонном полу.

Установлено, что выбранные кабели марки ВВГнг-LS имеют ряд преимуществ, которые делают их идеальным выбором для использования в различных отраслях промышленности и системах электроснабжения гражданских сооружений, в том числе и в проектируемой системе электроснабжения кинотеатра.

Выбор и проверка электрических аппаратов

«Далее необходимо провести выбор и проверку новых электрических аппаратов для обеспечения защиты и коммутации» [2] электрической сети в проектируемой системе электроснабжения кинотеатра.

В «качестве защитной и коммутационной аппаратуры в системе электроснабжения объекта предложено применить автоматические выключатели» [2] с тепловыми и электромагнитными расцепителями.

Автоматические выключатели (автоматы) являются важной частью системы защиты электрической сети кинотеатра, которая обеспечивает безопасность и надежность электроснабжения.

Особенности и преимущества использования автоматических выключателей для защиты электрической сети 0,38/0,22 кВ кинотеатра включают [2]:

- быстрое реагирование: автоматические выключатели способны быстро отключать питание в случае возникновения неисправностей или коротких замыканий, что предотвращает дальнейшее повреждение электрооборудования и уменьшает риск пожара;
- селективность: автоматы могут быть настроены на селективное отключение только той части электрической сети, где возникло повреждение, не затрагивая работу остальной части сети. Это «позволяет минимизировать время простоя и уменьшить потери электроэнергии;
- надежность: автоматические выключатели проверяются на прочность и надежность в соответствии с международными стандартами, что гарантирует их долгий срок службы и высокий уровень защиты электрической сети;
- удобство в эксплуатации: современные автоматы могут быть оснащены дистанционным управлением и контролем» [2], что позволяет управлять ими из центрального пункта управления и

мониторинга. Данный аспект упрощает эксплуатацию и обслуживание электрооборудования;

- экономичность: автоматические выключатели помогают снизить расходы на обслуживание электрической сети, так как они предотвращают повреждения оборудования и минимизируют время простоя.

Таким образом, использование современных автоматических выключателей для защиты электрической сети 0,38/0,22 кВ кинотеатра обеспечивает высокий уровень безопасности и надежности электроснабжения, улучшает качество обслуживания зрителей и помогает сократить расходы на эксплуатацию электрооборудования.

Для защиты и коммутации питающей сети выбираются трёхфазные трёхполюсные автоматические выключатели марки ВА88 [2].

Для аналогичной задачи в распределительной сети выбираются однофазные однополюсные выключатели марки АВВ S201 [6].

Ток срабатывания теплового расцепителя автоматического выключателя по формуле [4]:

$$I_{тр(расц.)} = 1,2 \cdot I_{раб.и}, А. \quad (21)$$

Условия выбора автоматических выключателей [4]:

$$I_{тр} \geq I_{тр(расц.)}, А. \quad (22)$$

$$I_{тр} \leq I_{нав}, А. \quad (23)$$

Таким образом, основное условие выбора автомата состоит в том, чтобы номинальный ток автомата и ток уставки теплового расцепителя были больше, чем соответствующие расчётные токи нагрузки в сети.

Результаты выбора автоматических выключателей для защиты и коммутации питающей сети кинотеатра представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты выбора автоматических выключателей для защиты и коммутации питающей сети кинотеатра

Наименование линии	I_p , А	$I_{ав}$, А	Параметры автомата		
			Марка	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А
РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ – ВРУ-0,4 кВ	134,6	188,4	ВА88-37	250	200
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-3	11,43	16,0	ВА88-33	25	25
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-6	11,86	16,6	ВА88-33	25	25
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-4	8,00	11,2	ВА88-33	16	16
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-1	7,46	10,4	ВА88-33	16	16
ВРУ-0,4 кВ – ЩР 1-2	15,47	21,7	ВА88-33	25	25
ВРУ-0,4 кВ – ЩРО-1	14,68	20,6	ВА88-33	25	25
ВРУ-0,4 кВ – ЩО1	1,60	2,2	ВА88-33	16	16
ВРУ-0,4 кВ – ЩО2	3,65	5,1	ВА88-33	16	16
ВРУ-0,4 кВ – ЩУН	8,52	11,9	ВА88-33	16	16
ВРУ-0,4 кВ – ЩУП	11,45	16,0	ВА88-33	25	25
ВРУ-0,4 кВ – ЩР-К	95,00	133,0	ВА88-33	160	160

Результаты выбора автоматических выключателей для защиты и коммутации распределительной сети кинотеатра представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Результаты выбора автоматических выключателей для защиты и коммутации распределительной сети кинотеатра

Наименование потребителя	I_p , А	Параметры автомата		
		Марка	$I_{ном.а}$, А	$I_{ном.р}$, А
Киноаппаратные				
Мотор	0,36	S201 C10	10	10
Мотор	0,36	S201 C10	10	10
Усилитель	0,68	S201 C10	10	10
Лампа ДКСШ	5,70	S201 C10	10	10
Лампа ДКСШ	5,70	S201 C10	10	10
Вспомогательное оборудование	2,27	S201 C10	10	10
Перемоточная	1,91	S201 C10	10	10
Освещение к/аппаратной	3,42	S201 C10	10	10
Освещение красного и синего кинозалов				
Световой карниз (4 линейки в двух залах)	5,31	S201 C10	10	10
Потолочные светильники	1,10	S201 C10	10	10
Прожектора дежурного освещения	2,75	S201 C10	10	10
Первый этаж				
Вентиляция туалетов	5,35	S201 C10	10	10
Рукоосушитель	3,44	S201 C10	10	10

Продолжение таблицы 8

Наименование потребителя	I_p, A	Параметры автомата		
		Марка	$I_{ном.а}, A$	$I_{ном.р}, A$
Оборудование буфета	2,88	S201 C10	10	10
Игровые аппараты	5,78	S201 C10	10	10
Освещение кассового вестибюля	4,41	S201 C10	10	10
Освещение фойе	8,82	S201 C10	10	10
Освещение касс	0,86	S201 C10	10	10
Освещение туалетов	2,20	S201 C10	10	10
Фотостудия и фотомагазин				
Освещение	6,55	S201 C10	10	10
Кондиционирование	4,72	S201 C10	10	10
Тепловая завеса	10,59	S201 C16	16	16
Фотоаппаратура и фотомашины	5,01	S201 C10	10	10
Коридор				
Освещение	3,08	S201 C10	10	10
Кондиционирование	7,06	S201 C10	10	10
Тепловая завеса	10,59	S201 C16	16	16
Уличное освещение				
Козырёк у входа	2,02	S201 C10	10	10
Освещение плакатов и рекламы	2,77	S201 C10	10	10
Цокольный этаж				
Бойлер котельной	2,11	S201 C10	10	10
Бойлер в административном помещении	2,11	S201 C10	10	10
Стиральная машина	1,12	S201 C10	10	10
Привод общеобменной вентиляции	11,76	S201 C10	10	10
Бытовая и оргтехника админ. помещений	6,76	S201 C10	10	10
Освещение цокольного этажа (аварийное освещение)	1,84	S201 C10	10	10
Освещение цокольного этажа (рабочее освещение)	5,73	S201 C10	10	10
Циркуляционный двигатель котельной	1,97	S201 C10	10	10
Циркуляционный двигатель котельной	1,97	S201 C10	10	10
Котельная поддув	4,58	S201 C10	10	10
Пожарный насос (авар. режим)	11,45	S201 C10	10	10
Вентиляция второго этажа	6,26	S201 C10	10	10
Пожарно-охранная сигнализация	1,52	S201 C10	10	10

Все выбранные автоматы для защиты питающей и распределительной сети показаны в графической части работы.

Выводы по разделу.

Для защиты и коммутации питающей сети выбираются трёхфазные трёхполюсные автоматические выключатели марки ВА88. Для аналогичной задачи в распределительной сети выбираются однофазные однополюсные выключатели марки АBB S201.

Выбор системы учёта и контроля электроэнергии

Далее необходимо провести выбор системы учёта и контроля электроэнергии в проектируемой системе электроснабжения кинотеатра.

Выбор системы контроля и учета электроэнергии в системе электроснабжения кинотеатра представляет собой важную задачу, решение которой влияет на эффективность и надежность работы всего комплекса [1].

Данная система должна обеспечивать точный учет потребления электроэнергии, а также предоставлять необходимую информацию для контроля и управления энергетическими процессами [21].

При выборе системы контроля и учета электроэнергии необходимо учитывать особенности работы кинотеатра, такие как наличие различных видов освещения, звукового оборудования, кондиционеров и других электроприборов. Необходимо также учитывать режим работы кинотеатра, включая частоту и продолжительность сеансов, а также нагрузки на электросеть в различные периоды времени.

Одним из важных критериев выбора системы контроля и учета электроэнергии является ее точность и надежность [24].

Система должна обеспечивать точный учет потребления электроэнергии, а также своевременно реагировать на изменения нагрузки и другие изменения в электросети.

Важным является также наличие системы защиты от несанкционированного доступа и манипуляций с данными.

Кроме того, при выборе системы контроля и учета электроэнергии необходимо учитывать возможности ее интеграции с другими системами кинотеатра, такими как система автоматизации зданий, система безопасности и другие [22].

Это позволит обеспечить комплексный контроль и управление всеми системами кинотеатра, а также оптимизировать расходы на электроэнергию.

Один из вариантов системы контроля и учета электроэнергии в кинотеатре – это система учета энергии на основе смарт-измерительных приборов. Такая система позволяет получать информацию о потреблении электроэнергии в реальном времени, а также обеспечивает возможность дистанционного управления и контроля за работой электрооборудования.

Таким образом, выбор системы контроля и учета электроэнергии в системе электроснабжения кинотеатра является важной задачей, решение которой влияет на эффективность и надежность работы всего комплекса.

При выборе системы необходимо учитывать особенности работы кинотеатра, требования к точности и надежности, а также возможности интеграции с другими системами [25].

В работе предлагается применить АИИСКУЭ (автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии). Такие современные системы являются важным компонентом систем электроснабжения, обеспечивающим точный учет и контроль потребления электроэнергии [23].

Для применения в системе электроснабжения кинотеатра предлагается применить систему АИИСКУЭ с электронным счётчиком Меркурий-230 ART РСІGN 5-7,5А 380/220 В.

Данная система отвечает всем требуемым параметрам, предъявляемым к аналогичным системам для обеспечения их надёжной работы и нужного функционала.

Одним из преимуществ использования АИИСКУЭ с электронным счетчиком Меркурий-230 ART РСІGN 5-7,5А 380/220 В является высокая точность измерения, которая обеспечивается благодаря использованию современных технологий измерения и обработки данных [15].

Электронный счетчик Меркурий-230 ART РСІGN 5-7,5А 380/220 В обладает рядом преимуществ, которые делают его идеальным выбором для использования в системах коммерческого учета электроэнергии:

- высокая точность измерения – счетчик обеспечивает точность измерения класса 0,5с, что соответствует международным стандартам точности;
- широкий диапазон измерений – устройство может измерять потребление электроэнергии в диапазоне от 5 до 7,5 А, что позволяет использовать его в различных типах потребительских установок;
- надежность и долговечность – данный счетчик изготовлен из высококачественных материалов и имеет высокую степень защиты от внешних воздействий, что обеспечивает надежную работу в течение длительного периода времени;
- возможность подключения к системе дистанционного сбора данных – устройство оснащено интерфейсом RS-485, что позволяет подключить его к системе дистанционного сбора данных и обеспечить автоматический сбор и обработку информации о потреблении электроэнергии;
- простота установки и обслуживания – счетчик имеет компактные размеры и простую конструкцию, что облегчает его установку и обслуживание.

Конструктивное выполнение и внешний вид счётчика Меркурий-230 ART PCIGN 5-7,5А 380/220 В представлен на рисунке 7.



Рисунок 7 – Конструктивное выполнение и внешний вид счётчика Меркурий-230 ART PCIGN 5-7,5A 380/220 В

Таким образом, использование АИИСКУЭ с электронным счетчиком Меркурий-230 ART PCIGN 5-7,5A 380/220 В обеспечивает высокую точность измерения, надежность и гибкость в использовании, что делает его идеальным выбором в качестве системы коммерческого учета электроэнергии в системе электроснабжения кинотеатра.

Выводы по разделу.

Для применения в системе электроснабжения кинотеатра предлагается применить систему АИИСКУЭ с электронным счётчиком Меркурий-230 ART PCIGN 5-7,5A 380/220 В. Данная система отвечает всем требуемым параметрам, предъявляемым к аналогичным системам для обеспечения их надёжной работы и нужного функционала.

Заключение

В результате выполнения работы, проведена разработка проекта системы внешнего и внутреннего электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Проведён анализ технических данных на проектирование системы электроснабжения кинотеатра. Установлено, что проектируемый кинотеатр относится ко 2 категории надёжности потребителей, поэтому требует двух независимых источников питания. Кинотеатр состоит из цокольного и первого этажа. На каждом из них располагается свои помещения с оборудованием и сетями, которые требуется рассчитать и спроектировать в работе далее. Приведены исходные проектные мощности по основному оборудованию первого и цокольного этажей проектируемого кинотеатра. Также имеется дополнительная транзитная нагрузка второго этажа здания (в работе детально не рассматривается, так как к кинотеатру не относится).

На основании систематизации технических данных объекта проектирования, а также анализа современных норм технологического проектирования систем электроснабжения культурно-массовых объектов гражданских сооружений, проведено обоснование выбора схемы электрических соединений проектируемой системы электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск.

Установлено, что наиболее рациональным вариантом внешнего электроснабжения кинотеатра «Рассвет» является питание от действующей трансформаторной подстанции ТП-10/0,4 кВ № 157, кабельной линией с применением двух силовых кабелей напряжением 10 кВ.

При этом вводное распределительное устройство (далее – ВРУ-0,4 кВ) кинотеатра будет иметь два ввода. Такая схема внешнего электроснабжения соответствует требованиям, предъявляемым к объектам второй категории надёжности нормативными документами.

Последующее распределение электроэнергии на территории кинотеатра

осуществляется от ВРУ-0,4 кВ, питающего ШР и ШО. От них питаются непосредственно конечные потребители силовой и осветительной нагрузки на напряжении 0,38/0,22 кВ.

Таким образом, принятая схема электроснабжения кинотеатра «Рассвет» г. Ногинск выполнена с соблюдением условий резервирования, секционирования и надёжности, а также простоты, экономичности, ремонтпригодности и безопасности.

В работе проведён расчёт и выбор источников освещения, с учётом их количества и мощности, для применения в системе электроснабжения кинотеатра. Отдельное внимание уделено детальной разработке осветительной сети зрительных залов и аппаратных (как наиболее важных помещений объекта проектирования).

Проведён расчёт электрических нагрузок индивидуальных потребителей кинотеатра, а также групповых нагрузок распределительных шкафов объекта проектирования. Также определена суммарная нагрузка ВРУ-0,4 кВ кинотеатра «Рассвет».

Исходя из принятой схемы системы электроснабжения кинотеатра, в работе выбраны и проверены следующие виды сетей объекта напряжением до 1 кВ:

- питающая сеть от РУ-0,4 кВ ТП-10/0,4 кВ № 157 до ВРУ-0,4 кВ – выполняется двумя пятижильными кабелями ВВГнг-LS (5×50) (прокладка – в трубах в земле);
- питающая сеть от ВРУ-0,4 кВ до ШР и ШО – выполняется пятижильными кабелями ВВГнг-LS (5×4) – десять линий и ВВГнг-LS (5×35) – одна линия, прокладка – в трубах в бетонном полу;
- распределительная сеть от ШР и ШО до индивидуальных потребителей – выполняется трёхжильными кабелями ВВГнг-LS (3×1,5), прокладка – в трубах в бетонном полу.

Установлено, что выбранные кабели марки ВВГнг-LS имеют ряд преимуществ, которые делают их идеальным выбором для использования в

различных отраслях промышленности и системах электроснабжения гражданских сооружений, в том числе и в проектируемой системе электроснабжения кинотеатра.

Для защиты и коммутации питающей сети выбираются трёхфазные трёхполюсные автоматические выключатели марки ВА88. Для аналогичной задачи в распределительной сети выбираются однофазные однополюсные выключатели марки АВВ S201.

Для применения в системе электроснабжения кинотеатра предлагается применить систему АИИСКУЭ с электронным счётчиком Меркурий-230 ART РСIGN 5-7,5А 380/220 В. Данная система отвечает всем требуемым параметрам, предъявляемым к аналогичным системам для обеспечения их надёжной работы и нужного функционала.

Таким образом, система электроснабжения кинотеатра отвечает требованиям надёжности, экономичности, а также безопасности.

Список используемых источников

1. АСКУЭ: виды, принцип работы, плюсы и минусы [Электронный ресурс]: URL: <https://www.panpwr.ru/blog/tpost/mv3u92ijau-askue-vidi-printsip-raboti-plyusi-i-minus> (дата обращения: 12.03.2024).
2. ВА 88 (88-32, 88-33, 88-35, 88-37, 88-40, 88-43). [Электронный ресурс]: URL: <https://m-energo-spb.ru/va-88-88-32-88-33-88-35-88-37-88-40-88-43> (дата обращения: 12.03.2024).
3. Длительно допустимый ток кабеля ВВГнг LS. [Электронный ресурс]: URL: <https://ru.pinterest.com/pin/463870830372952509/> (дата обращения: 12.03.2024).
4. Киреева Э.В. Электроснабжение и электрооборудование организаций и учреждений. М.: Кнорус, 2019. 236 с.
5. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов. М.: Академия, 2021. 400 с.
6. Куксин А.В. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебное пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2021. 156 с.
7. Немировский А.Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций. М.: Инфра-Инженерия, 2020. 174 с.
8. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Приказ от 15 декабря 2020 г. № 903н / Приказ от 29 апреля 2022 г. № 279н). Изд-во Мини-Тайп, 2023. 216 с.
9. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Изд-во ДЕАН, 2022. 192 с.
10. Правила устройства электроустановок. 7-е издание. Изд-во ЦентрМаг, 2022. 584 с.
11. Сибикин Ю.Д. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов. Учебное пособие. М.: Форум, 2021. 383 с.
12. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных и гражданских

зданий. Учебное пособие. М.: Форум, Инфра-М, 2022. 406 с.

13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю., Яшков В.А. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебное пособие. М.: Форум, Инфра-М, 2022. 365 с.

14. СП 440.1325800.2018 Проектирование естественного и искусственного освещения. [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/554819713> (дата обращения: 12.03.2024).

15. Счетчик «Меркурий» 230 ART. [Электронный ресурс]: URL: <http://www.elprom-rit.com/program/vendor/incotex/230art/> (дата обращения: 12.03.2024).

16. Федеральный закон «Об электроэнергетике» от 26.03.2003 № 35-ФЗ об энергосбережении [Электронный ресурс]: URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_41502/ (дата обращения: 12.03.2024).

17. 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» (с изменениями на 13 июня 2023 года). [Электронный ресурс]: URL: <https://docs.cntd.ru/document/902186281> (дата обращения: 12.03.2024).

18. Фризен В.Э., Назаров С.Л. Расчет и выбор электрооборудования низковольтных распределительных сетей промышленных предприятий. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2021. 184 с.

19. Щербаков Е.Ф., Александров Д.С. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях. М.: Форум, Инфра-М, 2019. 495 с.

20. Энергетическая стратегия РФ на период до 2035 года. Распоряжение Правительства РФ от 9 июня 2020 г. № 1523-р. Москва: Министерство энергетики, 2020. 142 с.

21. Barker R. CASE Method. Entity-Relationship Modeling. N.Y.: Addison-Wesley Publishing Company. 2021. 112 p.

22. Bunn D.W. Experimental study of a Bayesian method for daily electricity

load forecasting. Appl. Math. Model. 2020. №2. P. 113 – 116.

23. Bunn Ed. D. Comparative models for electrical load forecasting. New York: Willey. 2018. 232 p.

24. DeMarco T. Short – term load forecasting in electric power systems: A comparison of ARMA models and extended Wiener filtering. J. Forecast. 2022. №4. P.56-61.

25. Farmer E.D. Development of on-line load prediction techniques with trails in the south-western region of the CEGB. Proc. EE. 2018. 115 p.