

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»

институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.С. Торопов

подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение ресторана «Баран и бисер» г. Абакан

тема

Руководитель

подпись, дата

доц., к. т. н

должность, ученая степень

А. В. Коловский

инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

Г.В. Грицаев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И. А. Кычакова

инициалы, фамилия

Абакан 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Электроснабжение ресторана «Баран и бисер» г. Абакан» содержит 50 страниц текстового документа, 26 использованных источников, 3 листа графического материала, приложений нет.

РЕСТОРАН, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОСВЕЩЕНИЕ, СВЕТОДИОДНАЯ ПАНЕЛЬ, ЭЛЕКТРОУСТАНОВКА, ЭЛЕКТРОПРИЕМНИК, СИЛОВОЙ ЩИТ, ЩИТОК ОСВЕЩЕНИЯ, ЗАЩИТНЫЙ АППАРАТ, ПИТАЮЩИЙ ПРОВОДНИК, ТОК КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.

Объект проектирования – система электроснабжения ресторана «Баран и бисер», г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24.

В теоретической части работы рассмотрены особенности электроснабжения и освещения рабочих мест и мест для посетителей предприятий общественного питания, представлена методика расчета электрической нагрузки предприятий общественного питания, дана характеристика ресторана и его приемников электроэнергии.

В аналитической части произведены все необходимые расчеты для электроосвещения и расчет нагрузок силовых пунктов.

В практической части на основании разработанного варианта схемы электроснабжения и расчетных нагрузок выбраны защитные автоматы, кабели и щитки.

Сделаны необходимые проверки коммутационных выключателей, на основе расчета токов к.з.

Практическая значимость бакалаврской работы выражается во внедрении проекта электроснабжения здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, на данном объекте и на других предприятиях общественного питания различного уровня обслуживания (кафе, столовых, закусочных и других).

THE ABSTRACT

The final qualifying work on the topic "Power supply of the restaurant" Baran i Biser ", Abakan" contains 50 pages of a text document, 26 sources used, 3 sheets of graphic material, no applications.

RESTAURANT, POWER SUPPLY, ELECTRIC LIGHTING, LED PANEL, ELECTRICAL INSTALLATION, ELECTRIC RECEIVER, POWER BOARD, LIGHTING BOARD, PROTECTIVE DEVICE, POWER SUPPLY CONDUCTOR, SHORT-CIRCUIT CURRENT.

Design object - power supply system restaurant "Baran and beads", Abakan, st. Shchetinkina, 24.

In the theoretical part of the work, the features of power supply and lighting of workplaces and places for visitors to public catering enterprises are considered, a method for calculating the electrical load of public catering enterprises is presented, a description of the restaurant and its power receivers is given.

In the analytical part, all the necessary calculations for electric lighting and the calculation of the loads of power points were made.

In the practical part, based on the developed version of the power supply scheme and the calculated loads, circuit breakers, cables and shields were selected.

The necessary checks of switching switches were made, based on the calculation of short-circuit currents.

The practical significance of the bachelor's work is expressed in the implementation of the power supply project for the building of the restaurant "Sheep and beads", Abakan, st. Shchetinkina, d. 24, at this facility and at other catering establishments of various levels of service (cafes, canteens, snack bars and others).

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Теоретическая часть.....	7
1.1 Электроснабжение и электроосвещение предприятий общественного питания.....	7
1.2 Методика расчета электрической нагрузки предприятий общественного питания.....	9
1.3 Характеристика объекта проектирования и электроприемников	10
2 Аналитическая часть.....	14
2.1 Светотехнический расчет освещения	14
2.2 Электротехнический расчет системы освещения.....	20
2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов.....	24
2.3.1 Расчет электрических нагрузок отдельных электроприемников	24
2.3.2 Расчет электрических нагрузок силовых пунктов.....	26
2.3.3 Расчет нагрузки ВРУ	30
2.3.4 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата.....	31
2.3.5 Выбор ВРУ и вводного автомата.....	32
3 Практическая часть. Проектирование электроснабжения	34
3.1 Выбор коммутационных аппаратов	34
3.2 Выбор кабельно-проводниковой продукции	35
3.3 Выбор силовых щитов	42
3.4 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования.....	43
3.4.1 Расчет токов трехфазного КЗ.....	43
3.4.2 Расчет токов однофазного КЗ	45
3.4.3 Проверка оборудования.....	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	49

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время наша страна активно развивается, внедряются новые технологии, не стоит на месте развитие различных систем электроснабжения, строительство зданий и сооружений, в том числе для отрасли общественного питания. В общепите, а особенно в ресторанном деле для качественного приготовления пищи и сохранения продуктов должно использоваться современное и энергоэффективное электрооборудование. Немаловажным является и поддержание благоприятного микроклимата в общественных местах (параметров влажности и температуры, освещенности рабочих мест и мест для посетителей): обеденных и банкетных залах, в помещениях для приготовления пищи (кухнях) и т.д.

Объект проектирования – система электроснабжения ресторана «Баран и бисер», г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24.

Цель бакалаврской работы – спроектировать систему электроснабжения ресторана «Баран и бисер».

Задачами ВКР выступают:

- рассмотреть особенности электроснабжения и освещения рабочих мест и мест для посетителей предприятий общественного питания;
- представить методику расчета электрической нагрузки предприятий общественного питания;
- дать характеристику ресторана и его приемников электроэнергии;
- произвести все необходимые расчеты электроосвещения;
- произвести расчет нагрузок силовых пунктов;
- на основании спроектированной конфигурации и расчетных нагрузок выбрать защитные автоматы, кабели и щитки;
- сделать необходимые проверки коммутационных выключателей, на основе расчета токов К.З.

1 Теоретическая часть

1.1 Электроснабжение и электроосвещение предприятий общественного питания

Современные предприятия общественного питания представляют собой не только стильно отделанные основные и вспомогательные помещения, но и немалые площади, требующие освещения, и прочих систем. Характерные электроприемники таких объектов складываются из групп:

- индукционных печей, смесительного, режущего, рубящего и прочего оборудования для обработки мяса, овощей, теста и прочего сырья;
- холодильников и морозильных камер;
- прочего оборудования и систем (посудомоечных машин, водонагревателей, упаковщиков и т.д.).

Мощное оборудование создает достаточную нагрузку на кабели, поэтому для бесперебойного обеспечения объекта электроэнергией требуются ответственные коммуникации. Должны быть организованы как освещение обеденных залов и вспомогательных помещений, так и подсветка витрин.

Электромонтажные работы на предприятиях общественного питания обладают своими особенностями, так как выполняются с учетом охвата различных по квадратным метрам площадей, монтажа множества электроприборов и расстановки технологического и другого оборудования, связанного с приготовлением пищи. От качества проведенных сетей зависят жизни и здоровье людей и безопасность всего комплекса в целом.

Монтаж электропроводки на таких объектах должен выполняться высококвалифицированными специалистами. Тогда будет гарантировано безопасное пребывание сотрудников и гостей на территории любого ресторана, кафе, столовой, закусочной, бара и т.п.

Основная функция электрической сети в ресторанах – освещение помещений и снабжение электроэнергией силовых электроприемников,

участвующих в технологическом процессе приготовления пищи. Это очень важный момент, так от эффективности освещенности и правильно выбранного светового потока зависит производительность персонала и комфорт посетителей. Освещение не только обеспечивает высокий уровень цветопередачи для удобства восприятия глазами, но и является важной частью оформления помещений, уюта гостей.

Электроснабжение ресторана представляет собой:

- обеспечение непрерывного функционирования всех систем и оборудования;
- качественное освещение помещений.

Освещение ресторанов представляет собой задачу, в решении которой участвуют не только специалисты по электромонтажу, но и представители других профессий. Поэтому электрификация ресторанов состоит не только в процессе подключения объекта к центральным сетям, но и в выполнении многих специальных работ: разработки проекта электроснабжения, проведения расчетов по выбору аппаратуры и устройств питающих сетей и защитных аппаратов, монтажа основных кабелей и элементов системы.

К потребителям I категории надёжности электроснабжения ресторанов относятся: аварийное освещение, пожарная сигнализация, системы пожаротушения, видеонаблюдения, контроля доступа. К потребителям II категории – остальные электроприемники: технологическое оборудование для приготовления пищи, розеточные группы и светодиодное освещение.

1.2 Методика расчета электрической нагрузки предприятий общественного питания

Расчеты по снабжению энергией жилых и общественных зданий в настоящее время производится на основе методики, установленной в [14] - правил, включающих не только требования к оценке электротехнической продукции, но и расчеты касательно энерго- и светотехники в жилых и общественных зданиях с учетом установленного оборудования (например, кондиционеров, холодильных установок и т.п.). Также этот документ регламентирует аспекты построения конфигурации системы электроснабжения (групповые сети, сети электроснабжения, сети освещения).

Требования [14] включают, кроме того, что перечислено, структуру внутренней электрической сети, в том числе силовой установки, структуру системы электроснабжения (в том числе автоматизированной) и используемую для этого измерительную аппаратуру.

Свод правил [14] составляет только основы проектирования и передачи электроэнергии для жилых и общественных зданий, отсылая исследователя к другим нормативно-техническим документам. Например, пункт 5 [14] конкретизирует виды освещения – рабочее, аварийное, дежурное в соответствии с [1]. Пункт 7.2.4 [14] содержит формулу по расчету электрических нагрузок розеточной сети.

1.3 Характеристика объекта проектирования и электроприемников

Ресторан "Баран и бисер" находится в г. Абакан по ул. Щетинкина, д. 24. Специализацию казан-мангала «Баран и бисер» составляет узбекская, кавказская, европейская кухни. В число блюд входят шашлыки, бизнес-ланчи, десерты, супы, салаты, напитки, комбо, горячее, гарнир, закуски, соусы, выпечка, детское меню, картофель фри, грузинские блюда.

Для рассматриваемого объекта, находящегося на первом этаже общественного здания с помещениями различного функционального назначения, укажем в таблицах 1.1 и 1.2 данные по экспликации помещений, а также по электроприемникам (технологическое оборудование для приготовления пищи и др.). В ресторане можно выделить несколько групп технологического оборудования: тепловое оборудование (пароконвектоматы, плиты и др.), холодильные установки (шкафы, витрины, столы и т.д.), прочее механическое оборудование (масорубки, мукопросеиватели, тестомесы и др.). В графической части представлен план расположения оборудования (электроприемников).

В качестве исходных данных выпишем из документа [15] нормы освещенности помещений в соответствии с их видом и назначением (таблица 1.2). Для освещения обеденного и банкетного залов, где постоянно присутствуют гости, необходима освещенность, равная 200 лк. Для других помещений нормированная освещенность от 100 до 300 лк. Высота подвеса светильников на подвесных потолках – 3 м.

Каждую единицу технологического или другого электрооборудования запитываем по возможности, по отдельным кабельным линиям для обеспечения лучшей надежности передачи электроэнергии конечным потребителям.

Таблица 1.1 – Основные технические показатели электроприемников

№ по плану	Оборудование	Напряжение U, В	Мощность, Р, кВт	cosφ
1	2	3	4	5
1	Пароконвектомат Rational SCC 101	380	18,6	1
2	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	380	14,0	1
3	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-210134	380	7,0	1
4	Пароконвектомат Rational SCC 101	380	11,0	1
5	Фритюрница Arach APFE-47P	380	9,0	1
6	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
7	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	220	0,4	1
8	Купольная посудомоечная машина Arach AC800	380	8,2	0,85
9	Бойлер	380	4,0	1
10	Холодильный стол Polair TM3GN-G	220	0,55	0,65
11	Витрина холодильная VT3-G	220	0,3	0,65
12	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
13	Холодильный шкаф Polair DM107-S	220	0,4	0,65
14	Слайсер BECKERS ES 220	220	0,14	0,85
15	Упаковщик Вакуумный Arach AVM308	220	0,34	0,85
16	Мясорубка Arach ATI22UT	380	1,1	0,85
17	Машина д/мойки котлов comenda gfs 90	380	8,0	0,85
18	Тестомес спиральный Arach ASM48F	380	2,2	0,85
19	Шкаф шоковой заморозки Arach APR9/10	380	1,13	0,65
20	Мукопросеиватель Каскад	380	0,18	0,85
21	Телевизор	220	0,2	0,7
22	Рукосушитель	220	1,6	0,85
23	Рукосушитель	220	1,6	0,85
24	Рукосушитель	220	1,6	0,85
25	Рукосушитель	220	1,6	0,85
26	Телевизор	220	0,2	0,7
27	Телевизор	220	0,2	0,7
28	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
29	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
30	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65

Окончание таблицы 1.1

1	2	3	4	5
31	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
32	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
33	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
34	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
35	Холодильный шкаф Polair CM107-S	220	0,35	0,65
36	Витрина холодильная VT3-G	220	0,3	0,65
37	Холодильный шкаф Polair DM107-S	220	0,4	0,65
38	Холодильный шкаф Polair DM107-S	220	0,4	0,65
39	Холодильный шкаф Polair DM107-S	220	0,4	0,65
40	Холодильный стол Polair TM3GN-G	220	0,55	0,65
41	Холодильный стол Polair TM3GN-G	220	0,55	0,65
42	Холодильный стол Polair TM3GN-G	220	0,55	0,65
43	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	220	0,4	1
44	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	220	0,4	1
45	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
46	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
47	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
48	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
49	Холодильный стол Polair TM2GN-G	220	0,35	0,65
50	Пароконвектомат Rational SCC 101	380	11,0	1
51	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	380	14,0	1
52	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	380	14,0	1

Таблица 1.2 – Помещения (ресторан "Баран и бисер" г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24)

№	Наименование	Е, лк	Площадь, м ²	А	В
1	2	3	4	5	6
1	Зона приемки продуктов	300	25,5	7,5	3,4
2	Склад продуктов	100	6,7	3,5	1,9
3	Склад продуктов	100	5	2,6	1,9
4	Пекарное отделение	300	15,4	5,9	2,6
5	Подсобное помещение	100	6,3	3,5	1,8
6	Разделочная	200	7	3,5	2
7	Моечная	200	6,7	3,5	1,9
8	Горячий цех	300	36,6	6,2	5,9
9	Коридор	100	197,6	16,6	11,9
10	Холодный цех	300	32,4	10,1	3,2
11	Санузел	100	3,6	3	1,2
12	Санузел	100	2	1,6	1,2
13	Санузел	100	2	1,6	1,2
14	Санузел	100	2	1,6	1,2
15	Коридор	100	5	3,8	1,3
16	Помещение с напитками	200	16,7	5,2	3,2
17	Подсобное помещение	100	9,4	5,2	1,8
18	Склад	100	6,7	3,7	1,8
19	Раздаточная	300	10	3,7	2,7
20	Зона мойки посуды	200	21,2	5,3	4
21	Обеденный зал	200	229,4	18,5	12,4
22	Банкетный зал	200	24,2	6,7	3,6
23	Подсобное помещение	100	1,7	1,7	1
24	Коридор	100	5,5	3,2	1,7
25	Тамбур	100	4,5	3,2	1,4

2 Аналитическая часть

2.1 Светотехнический расчет освещения

Светотехнический расчет системы освещения здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, произведем методом коэффициента использования светового потока [3, 6, 23].

Количество светильников в каком-либо помещении ресторана:

$$N = \frac{E_{\min} \cdot k \cdot S \cdot Z}{\Phi_{\text{л}} \cdot n \cdot \eta}, \quad (2.1)$$

Индекс помещения:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (2.2)$$

Освещение путей эвакуации при пожаре в ресторане исполнено световыми оповещателями типа «Выход», устанавливаемыми у выходов из зальных помещений, перед тамбурами и непосредственными выходами наружу. Общие положения касаются расчетов системы освещения здания ресторана закреплены в [1, 14, 15].

Предлагаются к установке в помещениях ресторана встраиваемые светодиодные панели типа Армстронг 30W-3600Lm Стандарт со степенью защиты IP-44. Мощность данного светильника составляет 30 Вт, а световой поток 3600 лм. Габаритные размеры 600x600 мм [25].



Рисунок 2.1 – Светильник Армстронг 30W-3600Lm Стандарт

Размещение выбранных светильников показано на плане ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, на рисунке 2.3, а светотехнический расчет – см. таблицу 2.1.

Мощность освещения (таблица 2.3):

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2}, \quad (2.1)$$

$$P_{\text{осв}} = N P_{\text{ном}} K_c K_{\text{пра}}, \quad (2.2)$$

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.3)$$

В таблицу 2.3 для вычисления мощности подставляем окончательное количество светильников ($N_{\text{фак}}$) из таблицы 2.2.

Таблица 2.1 – Расчет количества светильников в помещениях здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24

№ помещ	Наименование	Ен, лк	A	B	h	i	F, м2	Kзап	Z	η, о.е.	Φ, Лм	N	Число светильников в ряду	Число рядов	Nфакт, шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Зона приемки продуктов	300	7,5	3,4	3,00	0,78	25,5	1,25	1	0,38	3600	6	3	2	6
2	Склад продуктов	100	3,5	1,9	3,00	0,41	6,7	1,25	1	0,13	3600	1	1	1	1
3	Склад продуктов	100	2,6	1,9	3,00	0,37	5	1,25	1	0,12	3600	1	1	1	1
4	Пекарное отделение	300	5,9	2,6	3,00	0,60	15,4	1,25	1	0,25	3600	6	3	2	6
5	Подсобное помещение	100	3,5	1,8	3,00	0,40	6,3	1,25	1	0,12	3600	1	1	1	1
6	Разделочная	200	3,5	2	3,00	0,42	7	1,25	1	0,14	3600	3	3	1	3
7	Моечная	200	3,5	1,9	3,00	0,41	6,7	1,25	1	0,13	3600	3	3	1	3
8	Горячий цех	300	6,2	5,9	3,00	1,01	36,6	1,25	1	0,46	3600	9	3	3	9
9	Коридор	100	16,6	1,9	3,00	2,31	31,6	1,25	1	0,25	3600	5	5	1	5
10	Холодный цех	300	10,1	3,2	3,00	0,81	32,4	1,25	1	0,38	3600	8	4	2	8
11	Санузел	100	3	1,2	3,00	0,29	3,6	1,25	1	0,10	3600	1	1	1	1
12	Санузел	100	1,6	1,2	3,00	0,24	2	1,25	1	0,10	3600	1	1	1	1
13	Санузел	100	1,6	1,2	3,00	0,24	2	1,25	1	0,10	3600	1	1	1	1

Окончание таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14	Санузел	100	1,6	1,2	3,00	0,24	2	1,25	1	0,10	3600	1	1	1	1
15	Коридор	100	3,8	1,3	3,00	0,33	5	1,25	1	0,11	3600	2	2	1	2
16	Помещение с напитками	200	5,2	3,2	3,00	0,66	16,7	1,25	1	0,30	3600	4	2	2	4
17	Подсобное помещение	100	5,2	1,8	3,00	0,45	9,4	1,25	1	0,16	3600	2	2	1	2
18	Склад	100	3,7	1,8	3,00	0,41	6,7	1,25	1	0,13	3600	2	2	1	2
19	Раздаточная	300	3,7	2,7	3,00	0,52	10	1,25	1	0,19	3600	6	3	2	6
20	Зона мойки посуды	200	5,3	4	3,00	0,76	21,2	1,25	1	0,35	3600	4	2	2	4
21	Обеденный зал	200	18,5	12,4	3,00	2,47	229,4	1,25	1	0,74	3600	22	5	4	22
22	Банкетный зал	200	6,7	3,6	3,00	0,78	24,2	1,25	1	0,38	3600	4	2	2	4
23	Подсобное помещение	100	1,7	1	3,00	0,21	1,7	1,25	1	0,1	3600	1	1	1	1
24	Коридор	100	3,2	1,7	3,00	0,37	5,5	1,25	1	0,12	3600	2	2	1	2
25	Тамбур	100	3,2	1,4	3,00	0,33	4,5	1,25	1	0,12	3600	1	1	1	1

Таблица 2.2 – Расчет мощности освещения помещений ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24

№	Наименование	N	P _{ном} , кВт	K _с	K _{пра}	P _{осв} , кВт	cosφ	tgφ	Q _{осв} , кВт	S _{осв} , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Зона приемки продуктов	6	0,03	1	1	0,18	0,95	0,33	0,059	0,19
2	Склад продуктов	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
3	Склад продуктов	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
4	Пекарное отделение	6	0,03	1	1	0,18	0,95	0,33	0,059	0,19
5	Подсобное помещение	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
6	Разделочная	3	0,03	1	1	0,09	0,95	0,33	0,03	0,09
7	Моечная	3	0,03	1	1	0,09	0,95	0,33	0,03	0,09
8	Горячий цех	9	0,03	1	1	0,27	0,95	0,33	0,089	0,28
9	Коридор	5	0,03	1	1	0,15	0,95	0,33	0,05	0,16
10	Холодный цех	8	0,03	1	1	0,24	0,95	0,33	0,079	0,25
11	Санузел	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
12	Санузел	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
13	Санузел	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
14	Санузел	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
15	Коридор	2	0,03	1	1	0,06	0,95	0,33	0,02	0,06
16	Помещение с напитками	4	0,03	1	1	0,12	0,95	0,33	0,04	0,13
17	Подсобное помещение	2	0,03	1	1	0,06	0,95	0,33	0,02	0,06
18	Склад	2	0,03	1	1	0,06	0,95	0,33	0,02	0,06
19	Раздаточная	6	0,03	1	1	0,18	0,95	0,33	0,059	0,19
20	Зона мойки посуды	4	0,03	1	1	0,12	0,95	0,33	0,04	0,13
21	Обеденный зал	22	0,03	1	1	0,66	0,95	0,33	0,218	0,7
22	Банкетный зал	4	0,03	1	1	0,12	0,95	0,33	0,04	0,13
23	Подсобное помещение	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
24	Коридор	2	0,03	1	1	0,06	0,95	0,33	0,02	0,06
25	Тамбур	1	0,03	1	1	0,03	0,95	0,33	0,01	0,03
ИТОГО						2,91			0,963	3,07

На рисунке 2.2 показана схема освещения ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24. По суммарной нагрузке хватит единственного щита ЩО.

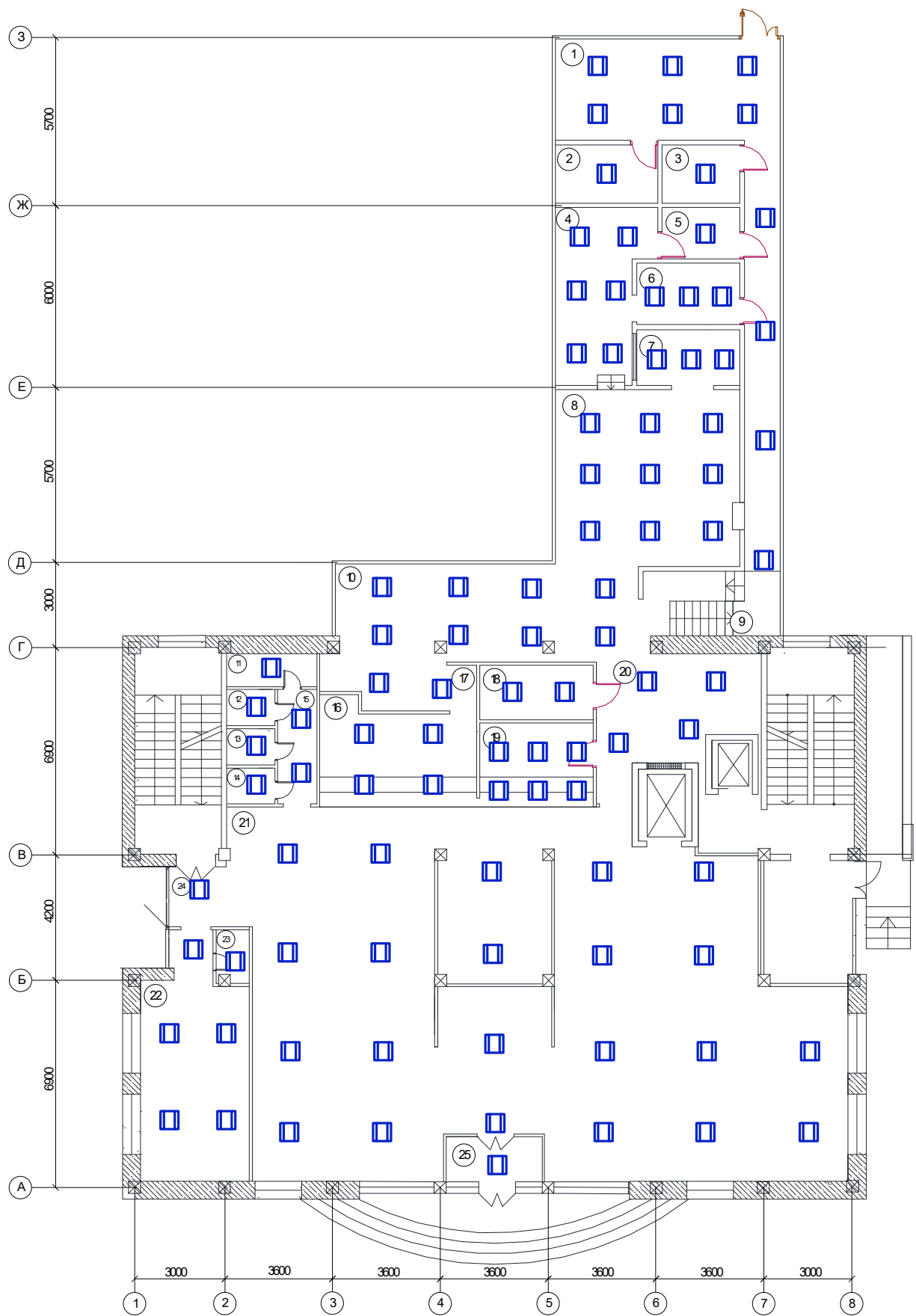


Рисунок 2.2 – Схема размещения светильников на плане здания ресторана
 «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24

2.2 Электротехнический расчет системы освещения

Электротехнический расчет системы освещения ресторана «Баран и бисер» необходим для выбора осветительного щитка, питающих кабелей (вводного и групповых). Группы обозначим как гр.Осв.1 – гр.Осв.6.

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{M}{K_c \cdot S}, \quad (2.3)$$

Произведем расчет освещения в линии от ВРУ до ЩО.

Момент нагрузки:

$$M = L \cdot P_{PO} \quad (2.4)$$

где L – расстояния от ЩО до ВРУ;

P_{PO} - расчетная нагрузка освещения.

$$M = 12 \cdot 2,91 = 34,92 \text{ кВт}\cdot\text{м}.$$

Потери напряжения:

$$\Delta U = \frac{34,92}{72 \cdot 1,5} = 0,32\% .$$

Расчетный ток:

$$I_{PЩО} = \frac{P_{освЩО}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot 0,95} = \frac{2,91 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,95} = 4,42 \text{ А}.$$

Принимаем кабель типа ВВГнг(А)LS 5х2,5 с сечением основной жилы $s = 2,5 \text{ мм}^2$ и допустимым током 30 А для питания ЩО. Внешний вид кабеля, подлежащего применению, показан на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Кабель ВВГнг(А)LS

Максимальный момент нагрузки для одной фазы:

$$M_P = P_{св} \cdot N_{св,р} \cdot \left(l_1 + \frac{l_2}{2} \right). \quad (2.5)$$

В таблице 2.4 представлен расчет моментов и распределение групп освещения по фазам.

На рисунке 2.4 представлена схема с разводкой осветительной сети с указанием групп освещения.

Таблица 2.4 – Расчет моментов нагрузки для групповых линий ЩО

Линия	L0, м	L1, м	N, шт	P _{св} , кВт	M, кВт*м	K _с	S, мм ²	ΔU, %	P _{гр} , кВт	I _{гр} , А	MA, кВт.м	MB, кВт.м	MC, кВт.м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
гр. Осв.1	12	67	22	0,03	30,03	12	1,5	1,67	0,66	3,16		30,03	
гр. Осв.2	19	35	13	0,03	14,24	12	1,5	0,79	0,39	1,87	14,24		
гр. Осв.3	7	21	14	0,03	7,35	12	1,5	0,41	0,42	2,01			7,35
гр. Осв.4	3	26	12	0,03	5,76	12	1,5	0,32	0,36	1,72		5,76	
гр. Осв.5	22	39	21	0,03	26,15	12	1,5	1,45	0,63	3,01			26,15
гр. Осв.6	27	42	13	0,03	18,72	12	1,5	1,04	0,39	1,87	18,72		
										ИТОГО	32,96	35,79	33,50

Каждая отходящая линия от ЩО по приведенным выше соображениям питается кабелем ВВГнг(А)LS 3x1,5.

Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО, сведем в таблицу 2.5.

Таблица 2.5 – Выбор сечений кабельных линий, питающих ЩО

№	P _{осв} , кВт	I _p , А	Марка кабеля	I _{доп} , А
1	2	3	4	5
ЩО	2,91	4,42	ВВГнг(А)LS 5x2,5	25

Щиток освещения выбираем, исходя из количества присоединений и рабочего тока (таблица 2.6) [26].

Таблица 2.6 – Выбор щитка освещения

Наименование	Расчетный ток, А	Тип ЩО	Допустимый ток, А	Количество присоединений ЩО
1	2	3	4	5
ЩО	4,42	ОЩВ-6	25	6

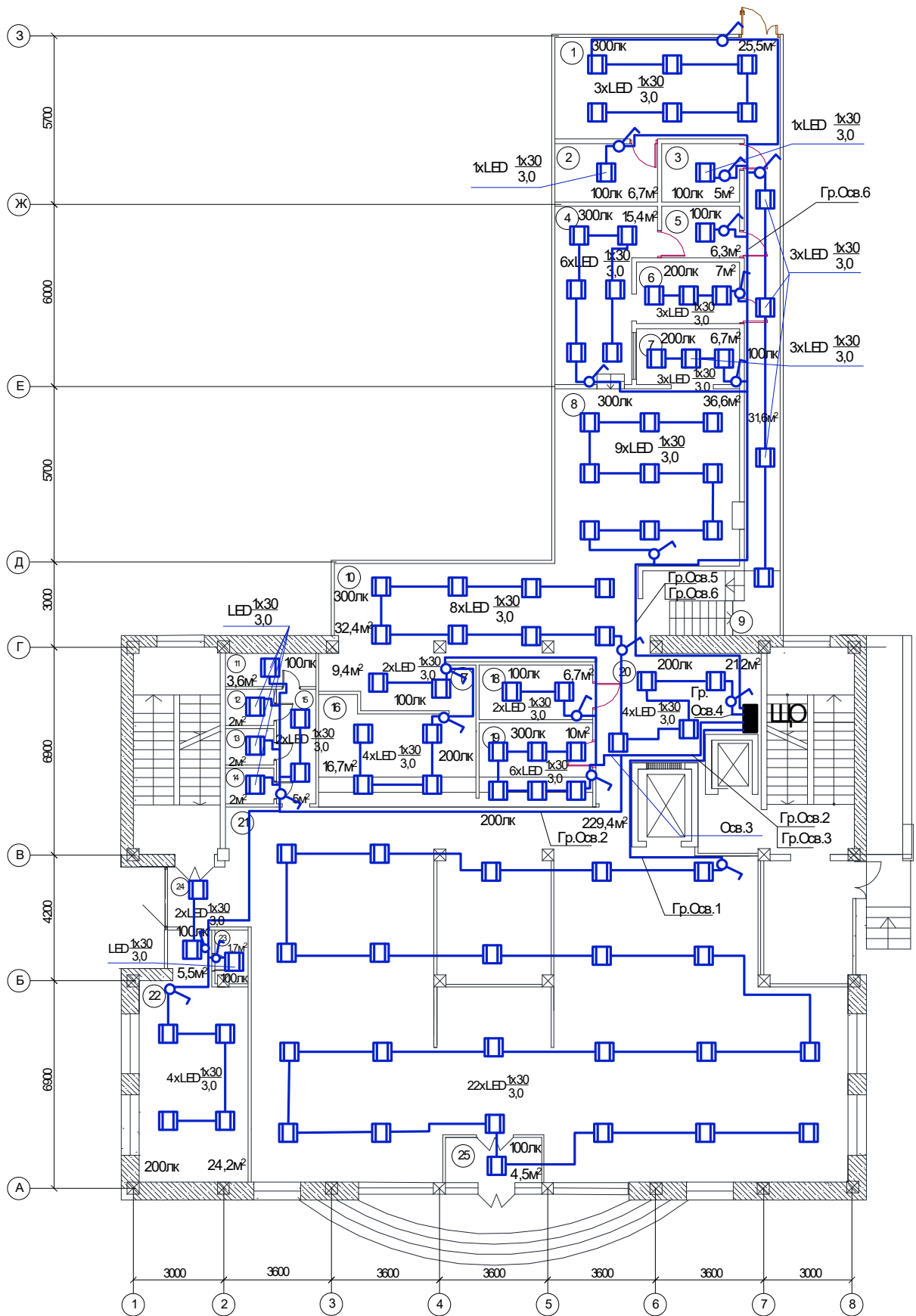


Рисунок 2.4 – Схема с разводкой осветительной сети с указанием групп освещения ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24

2.3 Разбиение электроприемников на группы и расчет нагрузок силовых пунктов

2.3.1 Расчет электрических нагрузок отдельных электроприемников

Произведем расчет для тестомеса (№18):

$P = 2,2 \text{ кВт}; \cos\varphi = 0,85; U = 380 \text{ В}; K_{\text{п}} = 5$ (кратность пускового тока).

Полная мощность тестомеса (№18):

$$S = P / \cos\varphi, \text{ кВА.} \quad (2.8)$$

$$S = 2,2 / 0,85 = 2,59 \text{ кВА.}$$

Рабочий ток тестомеса (№18):

$$I_p = S / (\sqrt{3} \cdot U), \text{ А.} \quad (2.9)$$

$$I_p = 2,59 / (\sqrt{3} \cdot 380) \cdot 10^3 = 3,93 \text{ А.}$$

Пусковой ток тестомеса (№18):

$$I_{\text{п}} = I_p \cdot K_{\text{п}}, \text{ А,} \quad (2.10)$$

$$I_{\text{п}} = 3,93 \cdot 5 = 19,65 \text{ А.}$$

Расчеты для других ЭП аналогичны и показаны в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Расчет электронагрузок (первый уровень)

№	Наименование ЭП	Р _{ном} , кВт	cosφ	tgφ	Р _{р1} , кВт	Q _{р1} , кВар	S _р , кВА	I _р , А	Ипуск, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пароконвектомат Rational SCC 101	18,6	1	0	18,6	0	18,6	28,26	28,26
2	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	14	1	0	14	0	14	21,27	21,27
3	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-210134	7	1	0	7	0	7	10,64	10,64
4	Пароконвектомат Rational SCC 101	11	1	0	11	0	11	16,71	16,71
5	Фритюрница Arach APFE-47P	9	1	0	9	0	9	13,67	13,67
6	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
7	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	0,4	1	0	0,4	0	0,4	1,82	1,82
8	Купольная посудомоечная машина Arach AC800	8,2	0,85	0,62	8,2	5,08	9,65	14,66	14,66
9	Бойлер	4	1	0	4	0	4	6,08	6,08
10	Холодильный стол Polair TM3GN-G	0,55	0,65	1,17	0,55	0,64	0,84	3,85	3,85
11	Витрина холодильная VT3-G	0,3	0,65	1,17	0,3	0,35	0,46	2,1	2,1
12	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
13	Холодильный шкаф Polair DM107-S	0,4	0,65	1,17	0,4	0,47	0,62	2,8	2,8
14	Слайсер BECKERS ES 220	0,14	0,85	0,62	0,14	0,09	0,17	0,75	3,75
15	Упаковщик Вакуумный Arach AVM308	0,34	0,85	0,62	0,34	0,21	0,4	1,82	1,82
16	Мясорубка Arach AT122UT	1,1	0,85	0,62	1,1	0,68	1,29	1,97	9,85
17	Машина д/мойки котлов comenda gfs 90	8	0,85	0,62	8	4,96	9,41	14,3	14,3
18	Тестомес спиральный Arach ASM48F	2,2	0,85	0,62	2,2	1,36	2,59	3,93	19,65
19	Шкаф шоковой заморозки Arach APR9/10	1,13	0,65	1,17	1,13	1,32	1,74	2,64	2,64
20	Мукопросеиватель Каскад	0,18	0,85	0,62	0,18	0,11	0,21	0,32	1,6
21	Телевизор	0,2	0,7	1,02	0,2	0,2	0,28	1,3	1,3
22	Рукосушитель	1,6	0,85	0,62	1,6	0,99	1,88	8,56	42,8
23	Рукосушитель	1,6	0,85	0,62	1,6	0,99	1,88	8,56	42,8
24	Рукосушитель	1,6	0,85	0,62	1,6	0,99	1,88	8,56	42,8
25	Рукосушитель	1,6	0,85	0,62	1,6	0,99	1,88	8,56	42,8
26	Телевизор	0,2	0,7	1,02	0,2	0,2	0,28	1,3	1,3
27	Телевизор	0,2	0,7	1,02	0,2	0,2	0,28	1,3	1,3
28	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
29	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
30	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
31	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
32	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
33	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
34	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
35	Холодильный шкаф Polair CM107-S	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
36	Витрина холодильная VT3-G	0,3	0,65	1,17	0,3	0,35	0,46	2,1	2,1
37	Холодильный шкаф Polair DM107-S	0,4	0,65	1,17	0,4	0,47	0,62	2,8	2,8
38	Холодильный шкаф Polair DM107-S	0,4	0,65	1,17	0,4	0,47	0,62	2,8	2,8
39	Холодильный шкаф Polair DM107-S	0,4	0,65	1,17	0,4	0,47	0,62	2,8	2,8
40	Холодильный стол Polair TM3GN-G	0,55	0,65	1,17	0,55	0,64	0,84	3,85	3,85
41	Холодильный стол Polair TM3GN-G	0,55	0,65	1,17	0,55	0,64	0,84	3,85	3,85
42	Холодильный стол Polair TM3GN-G	0,55	0,65	1,17	0,55	0,64	0,84	3,85	3,85
43	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	0,4	1	0	0,4	0	0,4	1,82	1,82
44	Шкаф для подогрева тарелок MEC SP 30	0,4	1	0	0,4	0	0,4	1,82	1,82
45	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
46	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
47	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
48	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
49	Холодильный стол Polair TM2GN-G	0,35	0,65	1,17	0,35	0,41	0,54	2,45	2,45
50	Пароконвектомат Rational SCC 101	11	1	0	11	0	11	16,71	16,71
51	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	14	1	0	14	0	14	21,27	21,27
52	Плита индукционная Техно-ТТ ИПП-410134	14	1	0	14	0	14	21,27	21,27

2.3.2 Расчет электрических нагрузок силовых пунктов

Для сети электроснабжения ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, целесообразно объединить электроприемники в группы, схожие по типу и режиму работы.

План силовой сети 1 этажа здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, представлен на рисунке 2.5.

Расчет мощности по методу коэффициента спроса [14]:

$$P_{рас} = K_c \cdot P_{\Sigma_{уст.}} \text{ В,} \quad (2.11)$$

Устанавливаем два силовых шкафа ЩР-1, ЩР-2 и один ЩР-3 для розеточных групп 220 В. Например, для группы Гр.1-7:

ЭП №6,32,47: $P = 0,35$ кВт; $\cos\varphi = 0,65$; $U=220$ В.

Суммарная P :

$$P_{сумм} = P_6 + P_{32} + P_{47} \quad (2.12)$$

$$P_{сумм} = 0,35 + 0,35 + 0,35 = 1,05 \text{ кВт.}$$

Расчетная P при $K_c = 0,9$ ($n = 3$):

$$P_{рас} = 0,9 \cdot 1,05 = 0,945 \text{ кВт.}$$

Определим полную мощность и ток по формулам (2.9) и (2.10):

$$S_p = 0,945 / 0,65 = 1,45 \text{ кВА; } I_p = 1,45 \cdot 10^3 / 220 = 6,59 \text{ А.}$$

Для других групп ЩР-1, ЩР-2, ЩР-3 расчеты проводим по аналогии, в таблице 2.8.

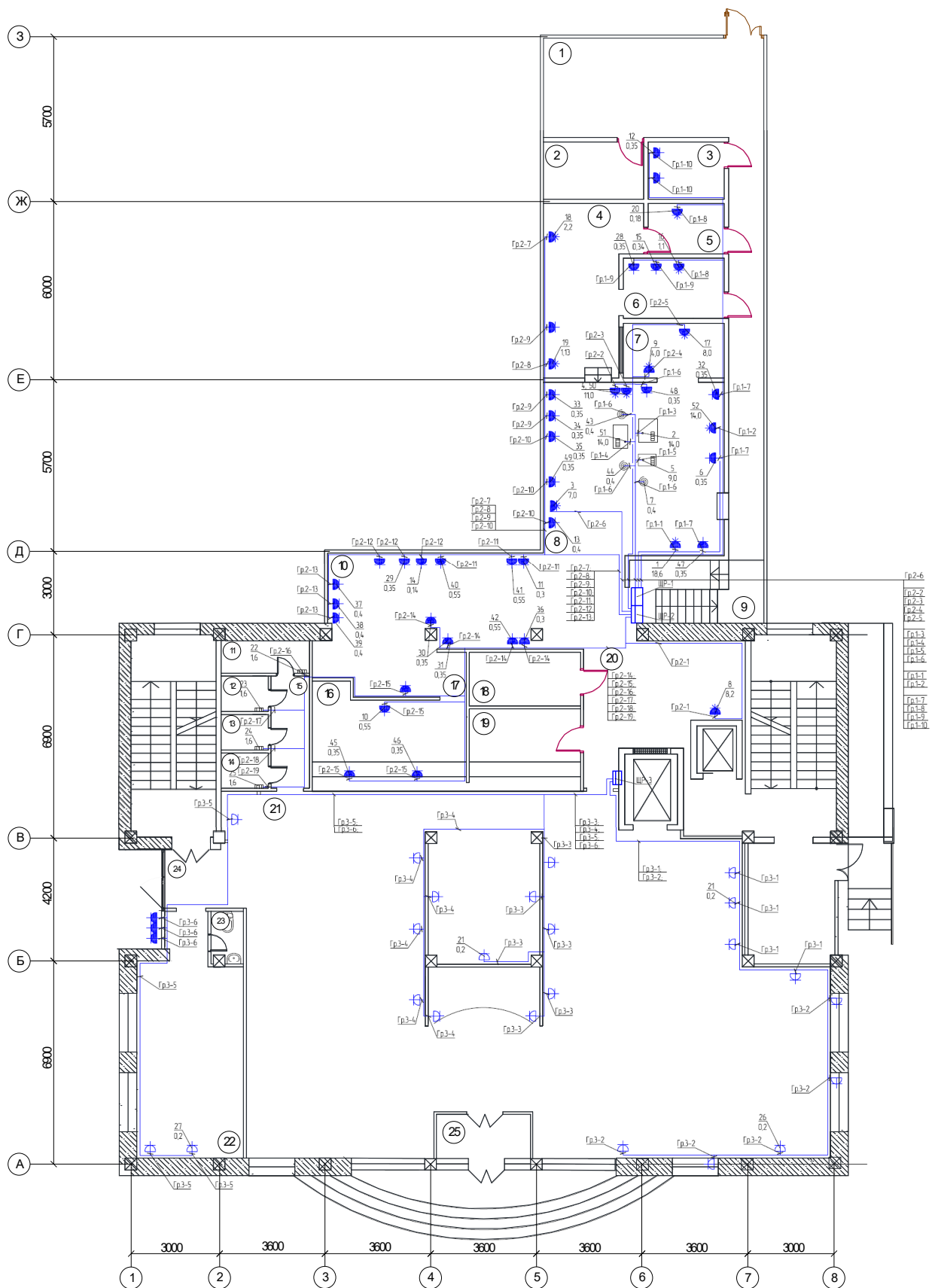


Рисунок 2.5 – План силовой сети ресторана «Баран и бисер»,
г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24

Таблица 2.8 – Расчет нагрузок силовых щитов

№ линии ЩС	№ ЭП или наименование	Количество ЭП n, шт	P, кВт	cosφ	K _C	P _{РАСЧ.,кВт}	S _{расч., кВА}	I _p , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩР-1								
Гр.1-1	1	1	18,6	1				
	Всего	1	18,6		1	18,6	18,6	28,26
Гр.1-2	52	1	14	1				
	Всего	1	14		1	14	14	21,27
Гр.1-3	2	1	14	1				
	Всего	1	14		1	14	14	21,27
Гр.1-4	51	1	14	1				
	Всего	1	14		1	14	14	21,27
Гр.1-5	5	1	9	1				
	Всего	1	9		1	9	9	13,67
Гр.1-6	43	1	0,4	1				
	44	1	0,4	1				
	7	1	0,4	1				
	Всего	3	1,2		0,85	1,02	1,02	4,64
Гр.1-7	6	1	0,35	0,65				
	32	1	0,35	0,65				
	47	1	0,35	0,65				
	Всего	3	1,05		0,9	0,945	1,45	6,59
Гр.1-8	16	1	1,1	0,85				
	20	1	0,18	0,85				
	Всего	2	1,28		0,9	1,152	1,36	6,18
Гр.1-9	28	1	0,35	0,65				
	15	1	0,34	0,85				
	Всего	2	0,69		1	0,69	1,06	4,82
Гр.1-10	12	1	0,35	0,65				
	розетка	1	0,35	0,65				
	Всего	2	0,7		1	0,7	1,08	4,91
Итого по ЩР-1		17	74,52		0,5	37,26	43,84	66,61
ЩР-2								
Гр.2-1	8	1	8,2	0,85				
	Всего	1	8,2		1	8,2	9,65	14,66
Гр.2-2	4	1	11	1				
	Всего	1	11		1	11	11	16,71
Гр.2-3	50	1	11	1				
	Всего	1	11		1	11	11	16,71
Гр.2-4	9	1	4	1				
	Всего	1	4		1	4	4	6,08
Гр.2-5	17	1	8	0,85				
	Всего	1	8		1	8	9,41	14,3
Гр.2-6	3	1	7	1				
	Всего	1	7		1	7	7	10,64
Гр.2-7	18	1	2,2	0,85				
	Всего	1	2,2		1	2,2	2,59	3,94
Гр.2-8	19	1	1,13	0,65				
	Всего	1	1,13		1	1,13	1,74	2,64
Гр.2-9	33	1	0,35	0,65				
	34	1	0,35	0,65				
	розетка	1	0,35	0,65				
	Всего	3	1,05		0,9	0,945	1,45	6,59

Окончание таблицы 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Гр.2-10	35	1	0,35	0,65				
	49	1	0,35	0,65				
	13	1	0,4	0,65				
	Всего	3	1,1		0,9	0,99	1,52	6,91
Гр.2-11	40	1	0,55	0,65				
	41	1	0,55	0,65				
	11	1	0,3	0,65				
	Всего	3	1,4		0,9	1,26	1,94	8,82
Гр.2-12	29	1	0,35	0,65				
	14	1	0,14	0,85				
	розетка	1	0,35	0,65				
	Всего	3	0,84		0,9	0,756	1,16	5,27
Гр.2-13	37	1	0,4	0,65				
	38	1	0,4	0,65				
	39	1	0,4	0,65				
	Всего	3	1,2		0,9	1,08	1,66	7,55
Гр.2-14	30	1	0,35	0,65				
	31	1	0,35	0,65				
	36	1	0,3	0,65				
	42	1	0,55	0,65				
	Всего	4	1,55		0,85	1,3175	2,03	9,23
Гр.2-15	40	1	0,55	0,65				
	45	1	0,35	0,65				
	46	1	0,35	0,65				
	розетка	1	0,35	0,65				
	Всего	4	1,6		0,85	1,36	2,09	9,5
Гр.2-16	22	1	1,6	0,85				
	Всего	1	1,6		1	1,6	1,88	8,56
Гр.2-17	23	1	1,6	0,85				
	Всего	1	1,6		1	1,6	1,88	8,56
Гр.2-18	24	1	1,6	0,85				
	Всего	1	1,6		1	1,6	1,88	8,56
Гр.2-19	25	1	1,6	0,85				
	Всего	1	1,6		1	1,6	1,88	8,56
Итого по ЦР-2		35	67,67		0,4	27,068	31,84	48,38
ЦР-3								
Гр.3-1	роз. группа	4	0,06		1	0,24	0,34	1,55
Гр.3-2	роз. группа	5	0,06		1	0,3	0,43	1,95
Гр.3-3	роз. группа	6	0,06		1	0,36	0,51	2,32
Гр.3-4	роз. группа	5	0,06		1	0,3	0,43	1,95
Гр.3-5	роз. группа	3	0,06		1	0,18	0,26	1,18
Гр.3-6	роз. группа	3	0,06		1	0,18	0,26	1,18
Итого по ЦР-3		26	1,56		0,4	0,624	0,73	2,54

2.3.3 Расчет нагрузки ВРУ

Суммарная мощность здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{охл.}} + P_{\text{тепл.}} + P_{\text{проч.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) \text{ кВт}, \quad (2.13)$$

Осветительная нагрузка из таблицы 2.2:

$$P_{\text{освет.нагр.}} = P_{\text{освет.}} = 2,91 \text{ кВт}, \quad (2.14)$$

Мощность розеточных групп [14, табл.7.7]:

$$P_{\text{роз.гр}} = P_{\text{уд.р}} \cdot n \cdot K_c = 0,06 \cdot 26 \cdot 0,4 = 0,624 \text{ кВт}, \quad (2.15)$$

Мощность холодильного и сантехнического оборудования (№№ 6, 10-13, 19,22-25,28-49, всего 32 ЭП) [14, табл.7.8]:

$$P_{\text{сил.охл.}} = P_{\text{хол.конд.}} \cdot K_c, \quad (2.16)$$

$$P_{\text{сил.охл.}} = 17,98 \cdot 0,6 = 10,788 \text{ кВт},$$

Мощность теплового оборудования (№№1-5,7-9,50-52, всего 11 ЭП) [14, табл.7.9]:

$$P_{\text{сил.тепл}} = P_{\text{тепл.}} \cdot K_c, \quad (2.15)$$

$$P_{\text{сил.тепл}} = 111,2 \cdot 0,6 = 66,72 \text{ кВт},$$

Мощность телевизоров, механических бытовых приборов (9 ЭП):

$$P_{\text{сил.пр.обор.}} = P_{\text{пр.обор.}} \cdot K_c = 12,56 \cdot 0,7 = 8,792 \text{ кВт}, \quad (2.16)$$

Полная электрическая нагрузка ресторана:

$$P_{\text{здания}} = K \cdot (P_{\text{роз.}} + P_{\text{осв.}} + P_{\text{охл.}} + P_{\text{тепл.}} + P_{\text{сил.пр.обор.}}) = \\ = 1 \cdot (0,624 + 2,91 + 10,788 + 66,72 + 8,792) = 89,834 \text{ кВт},$$

где K – коэффициент несовпадения максимумов [14, табл.7.11].

2.3.4 Выбор кабельной линии от трансформаторной подстанции и вводного автомата

Расчетный ток кабеля:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot n} \text{ А}, \quad (2.17)$$

Для питающей кабельной линии (от ТП) определяем расчетный ток:

$$I_p = \frac{89,834}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 2} = 68,24 \text{ А}.$$

Для послеаварийного режима:

$$I_{p,\text{п.АВР}} = \frac{89,834}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 1} = 136,48 \text{ А}.$$

Выбираем два кабеля для запитки ВРУ ресторана, типа АВБШв 4x95 с $I_{\text{доп}} = 175 \text{ А}$ [22].

2.3.5 Выбор ВРУ и вводного автомата

Для ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, выбираем в качестве ВРУ шкаф типа ВРУ-ID-(160+160)-03-12 (рисунок 2.5) и вводной автомат типа ВА99-250-3Р-100 (рисунок 2.6) на номинальный ток 160 А, с уставкой на 160 А.



Рисунок 2.5 – Шкаф ВРУ



Рисунок 2.6 – Автомат типа ВА99

Согласование тока автомата и тока кабеля:

$$I_p \leq K_{с.н} \cdot I_{доп} , \quad (2.18)$$

где I_p - расчетный ток, А;

$I_{доп}$ - допустимый ток, А;

$K_{с.н.}$ - прокладочный коэффициент, 0,95 [7].

$$136,48 \leq 0,95 \cdot 175 \text{ А};$$

$$136,48 \leq 166,25 \text{ А}.$$

Соответствие выбранному защитному устройству:

$$K_{с.н} \cdot I_{доп} \geq K_{защ.} \cdot I_3 , \quad (2.19)$$

где I_3 - параметр защитного устройства, А;

$K_{защ.}$ - коэффициент защиты [7].

$$0,95 \cdot 175 \text{ А} \geq 1 \cdot 160 \text{ А}, \quad 166,25 \text{ А} \geq 160 \text{ А}.$$

Проверка и условие согласования выполняется.

3 Практическая часть. Проектирование электроснабжения

3.1 Выбор коммутационных аппаратов

Условия выбора автоматов [12].

$$U_a \geq U_{\text{ном.сети}}, \quad (3.1)$$

$$I_{\text{расц}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.2)$$

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25 \cdot I_p, \quad (3.3)$$

$$I_{\text{ном.то}} \geq 1,2 \cdot I_{\text{пуск}}, \quad (3.4)$$

$$I_{\text{ном.то}} = K_o \cdot I_{\text{расц}}, \quad (3.5)$$

Выбор вводных автоматов на ЩР сведем в таблицу 3.1.

Выбор автоматов защиты отходящих линий сведем в таблицу 3.2.

Автомат типа ВА99 представлен на рисунке 2.6 выше, а автомат типа ВА 47-63-3Р-25А-С – на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – Автомат типа ВА47-63-3Р-25А-С

3.2 Выбор кабельно-проводниковой продукции

Сечение кабеля ВВГнг(А)LS [14, 20] выбирается по нагреву:

$$I_{\text{расчп}} = \frac{I_p}{k_{\text{п}}}, \quad (3.4)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{расчп}}, \quad (3.5)$$

Одновременно производится согласование с уставкой теплового расцепителя автомата серии ВА

$$I_{\text{пр}} \geq I_p, \quad (3.6)$$

$$I_{\text{пр}} \geq K_{\text{зщ}} \cdot I_{\text{авт}}, \quad (3.7)$$

Выбор сечений линий, питающих силовые щиты, сведем в таблицу 3.3.
Устройство кабелей ВВГнг(А)LS представлено на рисунке 3.2.



Рисунок 3.2 – Устройство кабелей ВВГнг(А)LS

Таблица 3.1 – Выбор вводных автоматов на ЩР и ЩО

№	I_p , А	$I_{p.авт}$, А	$I_{расц}$, А	$I_{ном.а}$, А	$I_{пик}$, А	$1,2 \cdot I_{пик}$, А	K_o	$I_{ном.то}$, А	Маркировка	$I_{откл}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЩР-1	66,61	73,27	80	100	333,05	399,66	5	500	ВА99-3Р-100	15
ЩР-2	48,38	53,22	63	100	241,9	290,28	5	500	ВА99-3Р-100	15
ЩР-3	2,54	2,79	3,15	25	12,7	15,24	5	125	ВА47-63-3Р- 25А-С	6
ЩО	4,42	4,86	5	25	22,1	26,52	5	125	ВА47-63-3Р- 25А-С	6
ВРУ	136,48	150,13	200	200	682,4	818,88	5	1000	ВА99-3Р-160	15

Таблица 3.2 – Выбор автоматов защиты групповых линий ЩР и ЩО

№	I_p , А	$I_{p.авт}$, А	$I_{расц}$, А	$I_{ном.а}$, А	$I_{пик}$, А	$1,2 \cdot I_{пик}$, А	K_o	$I_{ном.то}$, А	Маркировка	$I_{откл}$, кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<u>ЩО</u>										
гр. Осв.1	3,16	3,48	4	20	15,8	18,96	7	28	BA47-63-1P-20A-C	6
гр. Осв.2	1,87	2,06	2,5	20	9,35	11,22	7	17,5	BA47-63-1P-20A-C	6
гр. Осв.3	2,01	2,21	2,5	20	10,05	12,06	7	17,5	BA47-63-1P-20A-C	6
гр. Осв.4	1,72	1,89	2	20	8,6	10,32	7	14	BA47-63-1P-20A-C	6
гр. Осв.5	3,01	3,31	4	20	15,05	18,06	7	28	BA47-63-1P-20A-C	6
гр. Осв.6	1,87	2,06	2,5	20	9,35	11,22	7	17,5	BA47-63-1P-20A-C	6
<u>ЩР-1</u>										
Гр.1-1	28,26	31,09	31,5	50	141,3	169,56	7	220,5	BA47-63-3P-50A-C	10
Гр.1-2	21,27	23,4	25	40	106,35	127,62	7	175	BA47-63-3P-40A-C	10
Гр.1-3	21,27	23,4	25	40	106,35	127,62	7	175	BA47-63-3P-40A-C	10
Гр.1-4	21,27	23,4	25	40	106,35	127,62	7	175	BA47-63-3P-40A-C	10
Гр.1-5	13,67	15,04	16	32	68,35	82,02	7	112	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.1-6	4,64	5,1	6,3	20	23,2	27,84	7	44,1	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.1-7	6,59	7,25	8	20	32,95	39,54	7	56	BA47-63-1P-20A-C	6

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гр.1-8	6,18	6,8	8	20	30,9	37,08	7	56	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.1-9	4,82	5,3	6,3	20	24,1	28,92	7	44,1	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.1-10	4,91	5,4	6,3	20	24,55	29,46	7	44,1	BA47-63-1P-20A-C	6
ЩР-2										
Гр.2-1	14,66	16,13	20	32	73,3	87,96	7	140	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.2-2	16,71	18,38	20	32	83,55	100,26	7	140	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.2-3	16,71	18,38	20	32	83,55	100,26	7	140	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.2-4	6,08	6,69	8	25	30,4	36,48	7	56	BA47-63-3P-25A-C	6
Гр.2-5	14,3	15,73	16	32	71,5	85,8	7	112	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.2-6	10,64	11,7	12,5	32	53,2	63,84	7	87,5	BA47-63-3P-32A-C	10
Гр.2-7	3,94	4,33	5	20	19,7	23,64	7	35	BA47-63-3P-20A-C	6
Гр.2-8	2,64	2,9	3,15	20	13,2	15,84	7	22,05	BA47-63-3P-20A-C	6
Гр.2-9	6,59	7,25	8	20	32,95	39,54	7	56	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.2-10	6,91	7,6	8	20	34,55	41,46	7	56	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.2-11	8,82	9,7	10	20	44,1	52,92	7	70	BA47-63-1P-20A-C	6
Гр.2-12	5,27	5,8	6,3	20	26,35	31,62	7	44,1	BA47-63-1P-20A-C	6

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гр.2-13	7,55	8,31	10	20	37,75	45,3	7	70	ВА47-63-1Р-20А-С	6
Гр.2-14	9,23	10,15	16	20	46,15	55,38	7	112	ВА47-63-1Р-20А-С	6
Гр.2-15	9,5	10,45	16	20	47,5	57	7	112	ВА47-63-1Р-20А-С	6
Гр.2-16	8,56	9,42	10	20	42,8	51,36	7	70	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.2-17	8,56	9,42	10	20	42,8	51,36	7	70	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.2-18	8,56	9,42	10	20	42,8	51,36	7	70	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.2-19	8,56	9,42	10	20	42,8	51,36	7	70	АД32-2Р 20А-30мА	7
<u>ЩР-3</u>										
Гр.3-1	1,55	1,71	2	20	7,75	9,3	7	14	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.3-2	1,95	2,15	2,5	20	9,75	11,7	7	17,5	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.3-3	2,32	2,55	3,15	20	11,6	13,92	7	22,05	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.3-4	1,95	2,15	2,5	20	9,75	11,7	7	17,5	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.3-5	1,18	1,3	1,6	20	5,9	7,08	7	11,2	АД32-2Р 20А-30мА	7
Гр.3-6	1,18	1,3	1,6	20	5,9	7,08	7	11,2	АД32-2Р 20А-30мА	7

Таблица 3.3 – Выбор сечений линий, питающих ЩР

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Марка кабеля	$I_{доп}, A$	$\Gamma_{уд.кл}, Ом/км$	$X_{уд.кл}, Ом/км$
1	2	3	4	5	6	7
ЩР-1	66,61	80	ВВГнг(А)LS 5х35	90	0,89	0,0637
ЩР-2	48,38	63	ВВГнг(А)LS 5х35	90	0,89	0,0637
ЩР-3	2,54	3,15	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25	7,4	0,116

Выбор сечений КЛ сведен в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Выбор сечений КЛ

№	I_p, A	$I_{авт.расц.ном}, A$	Кол-во фаз	Марка кабеля	$I_{доп}, A$
1	2	3	4	5	6
ЩО					
гр. Осв.1	3,16	4	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
гр. Осв.2	1,87	2,5	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
гр. Осв.3	2,01	2,5	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
гр. Осв.4	1,72	2	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
гр. Осв.5	3,01	4	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
гр. Осв.6	1,87	2,5	1ф	ВВГнг(А)LS 3х1,5	25
ЩР-1					
Гр.1-1	28,26	31,5	3ф	ВВГнг(А)LS 5х10	50
Гр.1-2	21,27	25	3ф	ВВГнг(А)LS 5х10	50
Гр.1-3	21,27	25	3ф	ВВГнг(А)LS 5х10	50
Гр.1-4	21,27	25	3ф	ВВГнг(А)LS 5х10	50
Гр.1-5	13,67	16	3ф	ВВГнг(А)LS 5х6	40
Гр.1-6	4,64	6,3	1ф	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25
Гр.1-7	6,59	8	1ф	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25
Гр.1-8	6,18	8	1ф	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25
Гр.1-9	4,82	6,3	1ф	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25
Гр.1-10	4,91	6,3	1ф	ВВГнг(А)LS 3х2,5	25

Окончание таблицы 3.4

1	2	3	4	5	6
<u>ЩР-2</u>					
Гр.2-1	14,66	20	3ф	ВВГнг(А)LS 5x6	40
Гр.2-2	16,71	20	3ф	ВВГнг(А)LS 5x6	40
Гр.2-3	16,71	20	3ф	ВВГнг(А)LS 5x6	40
Гр.2-4	6,08	8	3ф	ВВГнг(А)LS 5x4	30
Гр.2-5	14,3	16	3ф	ВВГнг(А)LS 5x6	40
Гр.2-6	10,64	12,5	3ф	ВВГнг(А)LS 5x6	40
Гр.2-7	3,94	5	3ф	ВВГнг(А)LS 5x2,5	25
Гр.2-8	2,64	3,15	3ф	ВВГнг(А)LS 5x2,5	25
Гр.2-9	6,59	8	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-10	6,91	8	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-11	8,82	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-12	5,27	6,3	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-13	7,55	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-14	9,23	16	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-15	9,5	16	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-16	8,56	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-17	8,56	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-18	8,56	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.2-19	8,56	10	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
<u>ЩР-3</u>					
Гр.3-1	1,55	2	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.3-2	1,95	2,5	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.3-3	2,32	3,15	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.3-4	1,95	2,5	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.3-5	1,18	1,6	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25
Гр.3-6	1,18	1,6	1ф	ВВГнг(А)LS 3x2,5	25

Внутренние электрические сети выполняется 3-х, 5-ти проводными с применением кабелей с медными жилами в кабель-каналах, скрыто в стенах.

На рисунке 3.3 представлен общий вид применяемого кабеля и его расшифровка.



- В** - изоляция из ПВХ пластика
- В** - оболочка из поливинилхлоридного пластика
- Г** - отсутствие защитного покрова
- нг** - не распространяет горение при групповой прокладке
- (А)** - класс пожарной безопасности категория А
- LS** - с пониженным дымо- и газовыделением (low smoke)

Рисунок 3.3 – Общий вид применяемого кабеля и его расшифровка

3.3 Выбор силовых щитов

Распределительные силовые щиты выбираем, исходя из количества присоединений и рабочего тока (таблица 3.5) [15].

Таблица 3.5 – Выбор силовых пунктов

Наименование	Расчетный ток, А	Тип силового пункта	Допустимый ток, А	Количество присоединений
1	2	3	4	5
ЩР-1	66,61	ЩР-100-24-УХЛ1	100	24
ЩР-2	48,38	ЩР-063-24-УХЛ1	63	24
ЩР-3	2,54	ЩР-025-18-УХЛ1	25	18

3.4 Расчет токов короткого замыкания. Проверка оборудования

3.4.1 Расчет токов трехфазного КЗ

Составим схему замещения (рисунок 3.4).

Расчет тока трехфазного КЗ для точки К1:

Для кабеля КЛ1 марки АВБШв 4х95 длиной $L_{кл} = 130$ м:

$$R_{л1} = R_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.15)$$

$$R_{л1} = 0,326 \cdot 130 = 42,38 \text{ мОм.}$$

$$X_{л1} = X_{уд.кл} \cdot L_{кл}, \text{ мОм} \quad (3.16)$$

$$X_{л1} = 0,06 \cdot 130 = 7,8 \text{ мОм.}$$

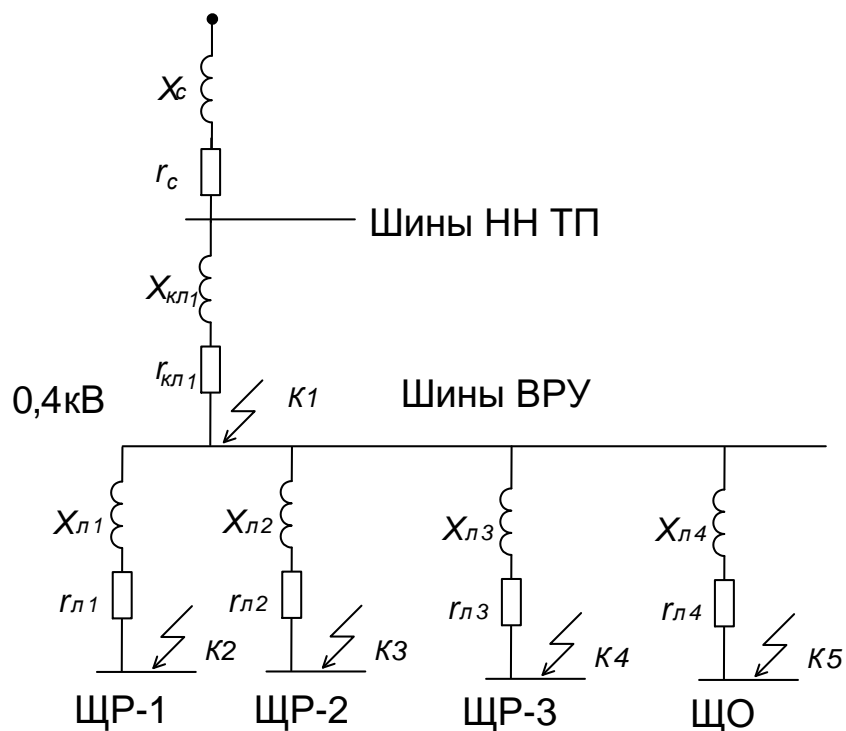


Рисунок 3.4 – Схема замещения тока трехфазного КЗ

Определяем сопротивления трансформатора ТМЗ-630/10 питающей подстанции, расположенной в городском районе [12]:

$$r_{mp} = \frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}} \cdot \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6; \quad (3.17)$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{U_{к.}}{100}\right)^2 - \left(\frac{\Delta P_{к.з.}}{S_{ном.тр.}}\right)^2} \frac{U_{ном.}^2}{S_{ном.тр.}} \cdot 10^6. \quad (3.18)$$

$$r_{mp} = \frac{7,6}{630} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 3,06 \text{ мОм};$$

$$x_{mp} = \sqrt{\left(\frac{5,5}{100}\right)^2 - \left(\frac{7,6}{630}\right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^6 = 13,63 \text{ мОм}.$$

$$R_c = r_{тр} = 3,06 \text{ мОм};$$

$$X_c = x_{тр} = 13,63 \text{ мОм}.$$

Рассчитаем результирующее сопротивление и ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma} = X_c + X_{Л1}, \quad (3.19)$$

$$X_{\Sigma} = 13,63 + 7,8 = 21,43 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma} = R_c + R_{Л1}, \quad (3.20)$$

$$R_{\Sigma} = 3,06 + 42,38 = 45,44 \text{ мОм}.$$

Ток трехфазного КЗ в точке К1:

$$I_{К-1} = \frac{U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + R_{\Sigma}^2}}, \quad (3.21)$$

$$I_{К-1} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{21,43^2 + 45,44^2}} = 4,6 \text{ кА}.$$

Аналогичные расчеты производим в таблице 3.10 [12].

Таблица 3.10 – Трехфазные токи КЗ

точка КЗ	R _{сум} , МОм	X _{сум} , МОм	R _{уд.кл} , МОм/м	X _{уд.кл} , МОм/м	Лкл, м	R _{лі} , МОм	X _{лі} , МОм	R _{доб} , МОм	R _{сумм} , МОм	X _{сум} , МОм	Ik.з,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К2	45,44	21,43	0,89	0,0637	15	13,350	0,956	20,000	78,790	22,386	2,820
К3	45,44	21,43	0,89	0,0637	14	12,460	0,892	20,000	77,900	22,322	2,850
К4	45,44	21,43	7,4	0,116	7	51,800	0,812	20,000	117,240	22,242	1,935
К5	45,44	21,43	7,4	0,116	5	37,000	0,580	20,000	102,440	22,010	2,204

3.4.2 Расчет токов однофазного КЗ

Ток однофазного КЗ:

$$I_{п0}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{ср.Н}}{\sqrt{(2 \cdot R_{1\Sigma} + R_{0\Sigma})^2 + (2 \cdot X_{1\Sigma} + X_{0\Sigma})^2}}, \text{ кА}, \quad (3.16)$$

где $R_{1\Sigma}$, $X_{1\Sigma}$, $R_{0\Sigma}$, $X_{0\Sigma}$ – результирующие сопротивления прямой и нулевой последовательности.

Сопротивления нулевой последовательности питающих линий можно найти по следующим выражениям:

$$R_{0Л} = R_{фазн} + 3R_{нул} \quad (3.22)$$

$$X_{0Л} = X_{фазн} + 3X_{нул} \quad (3.23)$$

Сопротивления нулевой последовательности трансформатора на 630 кВА [22]:

$$R_{0T} = 30,3 \text{ мОм};$$

$$X_{0T} = 96,2 \text{ мОм}.$$

Ток КЗ в точке К1:

$$X_{\Sigma 0C} = X_{0T} + 3X_{Л1},$$

$$X_{\Sigma 0C} = 96,2 + 3 * 7,8 = 119,6 \text{ мОм}.$$

$$R_{\Sigma 0C} = R_{0T} + 3R_{Л1},$$

$$R_{\Sigma 0C} = 30,3 + 3 * 42,38 = 157,44 \text{ мОм}.$$

$$I_{К1}^{(1)} = \frac{\sqrt{3} \cdot 400}{\sqrt{(2 \cdot 45,44 + 157,44)^2 + (2 \cdot 21,43 + 119,6)^2}} = 2,335 \text{ кА}.$$

Сопротивление дуги r_d принимается 30 мОм (таблица 3.11).

Таблица 3.11 – Однофазные токи КЗ

точка КЗ	R _{сум} , мОм	X _{сум} , мОм	R _{уд.кл} , мОм/м	X _{уд.кл} , мОм/м	Л _{кл} , м	R _{л1} , мОм	X _{л1} , мОм	R _{дуг} , мОм	R _{сумм} , мОм	X _{сум} , мОм	I _{к.з} ,кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К2	157,44	119,6	2,67	0,1911	15	40,050	2,867	30,000	227,490	122,467	0,894
К3	157,44	119,6	2,67	0,1911	14	37,380	2,675	30,000	224,820	122,275	0,902
К4	157,44	119,6	22,2	0,348	7	155,400	2,436	30,000	342,840	122,036	0,635
К5	157,44	119,6	22,2	0,348	5	111,000	1,740	30,000	298,440	121,340	0,717

3.4.3 Проверка оборудования

Условие проверки автоматов на отключающую способность (таблица 3.12):

$$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.}, \quad (3.24)$$

Условие проверки автоматов по чувствительности (таблица 3.13) [22]:

$$\frac{I_{кз}^{(1)}}{I_{рц,ном}} \geq 3. \quad (3.25)$$

Таблица 3.12 – Проверка автоматических выключателей на отключающую способность

Щит	Точка к.з.	И.к.з. ,кА	Тип выключателя	Юткл, кА	$I_{к.з.} \leq I_{пр.откл.}$
1	2	3	4	5	6
ВРУ	К1	4,6	ВА99-3Р-160	15	соответствует
ЩР-1	К2	2,820	ВА99-3Р-100	15	соответствует
ЩР-2	К3	2,850	ВА99-3Р-100	15	соответствует
ЩР-3	К4	1,935	ВА47-63-3Р-25А-С	6	соответствует
ЩО	К5	2,204	ВА47-63-3Р-25А-С	6	соответствует

Таблица 3.13 – Проверка чувствительности автоматов к однофазным КЗ

Место установки автомата	Номер точки КЗ	Тип выключателя	$I_{ном.А}, А$	$I_{кз}^{(1)}, кА$	$I_{кз}^{(1)} / I_{рц,ном}$
1	2	3	4	5	6
ВРУ	К1	ВА99-3Р-160	160	2,335	14,59
ЩР-1	К2	ВА99-3Р-100	80	0,894	11,18
ЩР-2	К3	ВА99-3Р-100	63	0,902	14,32
ЩР-3	К4	ВА47-63-3Р-25А-С	3,15	0,635	201,59
ЩО	К5	ВА47-63-3Р-25А-С	2,5	0,717	286,80

Выбранные автоматические выключатели проходят все проверки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом бакалаврской работы является система электроснабжения ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24.

В теоретической части работы рассмотрены особенности электроснабжения и освещения рабочих мест и мест для посетителей предприятий общественного питания, представлена методика расчета электрической нагрузки предприятий общественного питания, дана характеристика ресторана и его приемников электроэнергии.

В аналитической части произведены все необходимые расчеты для электроосвещения и расчет нагрузок силовых пунктов.

В практической части на основании разработанного варианта схемы электроснабжения и расчетных нагрузок выбраны защитные автоматы, кабели и щитки.

Сделаны необходимые проверки коммутационных выключателей, на основе расчета токов к.з.

Практическая значимость бакалаврской работы выражается во внедрении проекта электроснабжения здания ресторана «Баран и бисер» г. Абакан, ул. Щетинкина, д. 24, на данном объекте и на других предприятиях общественного питания различного уровня обслуживания (кафе, столовых, закусочных и других).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений ; дата введ. 01.07.2014. – М. : ООО "ВНИСИ", 2014. – 57 с.
2. Дипломное проектирование по специальности 140211.65 «Электроснабжение»: учеб. пособие / Л. Л. Латушкина, А. Д. Макаревич, А. С. Торопов, А. Н. Туликов ; Сиб. федер. ун-т, ХТИ – филиал СФУ. – Абакан : Ред.-изд. сектор ХТИ – филиала СФУ, 2012. – 232 с.
3. Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие / Э.А. Киреева. - М.: КноРус, 2013. - 368 с.
4. Коробов, Г.В. Электроснабжение. Курсовое проектирование: Учебное пособие / Г.В. Коробов, В.В. Картавец, Н.А. Черемисинова. - СПб.: Лань, 2011. - 192 с.
5. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 253 с.
6. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для среднего профессионального образования / Е.А. Конюхова. - М.: ИЦ Академия, 2013. – 320 с.
7. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Б.И. Кудрин. - М.: ИЦ Академия, 2012. - 352 с.
8. Мукаев, А. И. Управление энергосбережением и повышение энергетической эффективности в организациях и учреждениях бюджетной сферы : Практическое пособие / А.И. Мукаев – Фаменское: ИПК ТЭК, 2011. – 212 с.

9. НТП ЭПП-94. Нормы технологического проектирования. Проектирование электроснабжения промышленных предприятий. М.: АО ОТ ОТК ЗВНИ ПКИ Тяжпромэлектропроект, 1994 (1-я редакция). – 78 с.

10. Пособие к «Указаниям по расчету электрических нагрузок». - М.: Всероссийский научно-исследовательский, проектно-конструкторский институт Тяжпромэлектропроект, 1993 (2-я редакция). – 86 с.

11. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Издательство ДЕАН, 2013. – 701 с.

12. РД 153-34.0-20.527-98 Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования; дата введ. 23.03.1998. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 131 с.

13. РТМ 36.18.32.4-92. Указания по расчету электрических нагрузок; дата введ. 01.01.1993. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект, 2007. – 27 с.

14. СП 256.1325800.2016 Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий; дата введ. 01.01.2017. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект. – 65 с.

15. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*; дата введ. 08.05.2017. – М.: НИИСФ РААСН, 2016. – 116 с.

16. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.

17. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: В 2 т. т. 2. Электрооборудование / Под общ. ред. А. А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 602 с.

18. Справочник электрика / Под ред. Э. А. Киреевой и С. А. Цырука. – М.: Колос, 2007. – 464 с.

19. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: РадиоСофт, 2013. – 328 с.

20. Филатов, И.В. Электроснабжение осветительных установок: учебное пособие / И. В. Филатов, Е. В. Гурнина. Издательство московского государственного открытого университета. – М. 2009. – 321 с.

21. Хромченко, Г. Е. Проектирование кабельных сетей и проводок / Г. Е. Хромченко, П.И. Анастасиев, Е.З. Бранзбург, А.В. Коляда. - М.: Энергия, 2010. – 397 с.

22. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 12-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2012. – 966 с.

23. Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В. Г. Герасимова и др. (гл. ред. А. И. Попов). – 11-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2014. – 704 с.

24. Электротехнический справочник: в 3-х т. Т. 2. Электротехнические устройства/Под. общ. ред. Проф. МЭИ В. Г. Герасимова, П. Г. Грудинского, Л. А. Жукова и др. – 8-е изд., испр. и доп. – М.: Энергоиздат, 2011. – 658 с.: ил.

25. Армстронг 30W-3600Lm Стандарт ВСЕСВЕТОДИОДЫ Тонкий светодиодный потолочный светильник [Электронный ресурс]. URL: <https://sector-sb.ru/catalog/osveschenie/svetilniki-dlya-pomeschenij/potolochnye/30w-3600lm-standart> (дата обращения 25.05.2023).

26. Щит освещения ОЩВ-6 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elektrokontakt.ru/catalog/shchity-osveshcheniya/shchit-osveshcheniya-oschv-6> (дата обращения 25.05.2023).

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Используемые в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в 1 экземпляре.

Библиография 26 наименований.

« _____ » _____

(дата)

(подпись)

Г. В. Грицаев

(ФИО)

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал ФГАОУ ВО
«Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика, машиностроение и автомобильный транспорт»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

А.С. Торопов
подпись инициалы, фамилия

« 04 » 07 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код – наименование направления

Электроснабжение ресторана «Баран и бисер» г. Абакан

тема

Руководитель

Колосов 01.07.23
подпись, дата

доцент, к.т.н.
должность, ученая степень

А. В. Коловский
инициалы, фамилия

Выпускник

Грицаев 01.07.2023 г.
подпись, дата

Г. В. Грицаев
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Кычакова 04.07.2023 г.
подпись, дата

И.А. Кычакова
инициалы, фамилия

Абакан 2023