

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)

Энергосбережение и энергоаудит
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Повышение энергетической эффективности системы электроснабжения при комплексной реконструкции Дома бракосочетания в г. Куляб

Обучающийся

М.Р. Мародалиев
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., Д.А. Кретов

(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 2022

Аннотация

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку проекта электроснабжения здания дома бракосочетаний, расположенного в г. Куляб Хатлонской области, Республики Таджикистан.

Проект повышения энергетической эффективности включает в себя разделы расчета электрических нагрузок, силовой сети, сети внутреннего освещения и розеточной сети.

Повышение энергетической эффективности системы электроснабжения здания дома бракосочетаний достигается за счет применения светодиодных светильников в системах внутреннего и наружного освещений. В проекте использования светодиодные светильники с показателем энергетической эффективности выше 110 Лм/Вт.

Спроектирована система внутреннего электроснабжения здания дома бракосочетаний, а также система внешнего электроснабжения с выбором сухого трансформатора с литой изоляцией марки ТС(Л)-100/6/0,4 кВ. Определена точка подключения кабельной линии 6 кВ для обеспечения электроснабжения трансформаторной подстанции и выбрана кабельная линия.

Пояснительная записка выполнена на 55 листе формата А4, включает в себя 5 рисунков и 9 таблиц.

Abstract

The graduation work is aimed in developing a project for the power supply of the wedding house building, located in the city of Kulyab, Khatlon region, Republic of Tajikistan.

The energy efficiency improvement project include sections for calculating electrical loads, a power network, an internal lighting network and a socket network.

Increasing the energy efficiency of the power supply system of the wedding house building is achieved through the use of LED lamps in indoor and outdoor lighting systems. The project uses LED lamps with an energy efficiency index above 110 Lm/W.

The internal power supply system of the building of the wedding house was designed, as well as the external power supply system with the choice of a dry-type cast resin transformer TS(L)-100/6/0.4 kV. The point of connection of the 6 kV cable line was determined to provide power supply to the transformer substation and the cable line was selected.

The explanatory note is made on 51 sheets of A4 format, includes 5 figures and 9 tables.

Содержание

Введение.....	5
1 Описание объекта.....	7
2 Определение силовых нагрузок здания	12
3 Электрические нагрузки розеточной сети здания.....	23
4 Расчет внутреннего освещения здания	25
5 Расчет наружного освещения территории	39
6 Схема внутреннего электроснабжения здания.....	45
7 Система внешнего электроснабжения здания	48
Заключение.....	50
Список используемой литературы.....	53

Введение

Современным трендом развития электроэнергетической отрасли является повышения энергетической эффективности [1], [19]. Однако, повышение энергетической эффективности электроэнергетической отрасли связано с повышением энергетической эффективности отдельных объектов. При этом разработано большое число различных мероприятий, которые условно могут быть классифицированы как технические мероприятия по повышению энергетической эффективности и организационные мероприятия.

Первая группа мероприятий – технические, направлены на внедрение современного оборудования с высокими показателями энергетической эффективности, а организационные мероприятия связаны с разработкой норм, правил, инструкций и т.д. которые регламентируют необходимость повышения энергетической эффективности и снижения потребления электрической энергии.

Самыми эффективными, с точки зрения повышения энергетической эффективности, являются мероприятия первой группы – технические. При этом эффект от подобных мероприятий будет тем выше, чем качественней выполнен проект их внедрения.

Объектом выпускной квалификационной работы является здание дома бракосочетаний, расположенного в г. Куляб Хатлонской области, Республики Таджикистан.

Общественные здания и здания государственного управления, которым относится объект выпускной квалификационной работы также требуют повышения энергетической эффективности. Несмотря на то, что в зданиях данной группы нет серьезных и мощных электроприемников [4], однако в зданиях этой группы существенное потребление электрической энергии тратится на освещение, поэтому внедрение энергоэффективных систем

освещения – внутреннего и наружного [16], позволит комплексно повысить энергетическую эффективность здания [2].

Исходя из вышесказанного предметом выпускной квалификационной работы является система электроснабжения здания дома бракосочетаний, расположенного в г. Куляб Хатлонской области, Республики Таджикистан.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта электроснабжения здания дома бракосочетаний, расположенного в г. Куляб Хатлонской области, Республики Таджикистан, реализуемого при проведении комплексной реконструкции объекта.

Для достижения поставленной в выпускной квалификационной работе цели должны быть решены следующие задачи [3]:

- Проанализировать здание дома бракосочетаний, определить планировку задания и параметры помещений;
- Выполнить расчет силовой нагрузки здания дома бракосочетаний, а также нагрузок систем внутреннего и наружного освещения с применением только оборудования с высокими показателями энергетической эффективности;
- Спроектировать систему внутреннего и внешнего электроснабжения с учетом разработанных мероприятий, направленных на повышение энергетической эффективности здания дома бракосочетаний, расположенного в г. Куляб Хатлонской области, Республики Таджикистан.

При разработке проекта повышения энергетической эффективности будут использованы нормы, правила и методики проектирования, принятые на территории Российской Федерации. Оборудование, используемое в проекте также произведено на территории Российской Федерации.

1 Описание объекта

Объектом выпускной квалификационной работы является дом бракосочетания, расположенный в г. Куляб, Хатлонской области, Республика Таджикистан.

Ни рисунке 1 представлено изображение центрального фасада здания дома бракосочетания, который разработан в архитектурном проекте реконструкции здания.



Рисунок 1 - Изображение центрального фасада дома бракосочетаний после реконструкции

Проект, направленный на повышение энергетической эффективности дома бракосочетания, панируется к реализации при проведении комплексной реконструкции объекта, которая включает в себя архитектурный проект реконструкции, проект реконструкции системы водоснабжения и водоотведения, проект системы пожарной и охранной сигнализаций, проект

отопления и вентиляции. В рамках выполнения выпускной квалификационной работы будет разработаны проектные решения, относящиеся к системе внутреннего и внешнего электроснабжения дома бракосочетания.

Дом бракосочетания, расположенный в г. Куляб – это двухэтажное здание с цокольным этажом. Размеры здания дома бракосочетания 24×24 м. Общая площадь, отведенная под территорию дома бракосочетания 1925 м². Здание дома бракосочетания составляет 618,69 м². Высота цокольного этажа здания составляет 2,35 м, высота первого этажа составляет 4,6 м, а высота второго этажа 3,85 м. При разработке проекта реконструкции дома бракосочетания используются проектные решения, повышающие доступность учреждения для маломобильных групп граждан. В части системы электроснабжения, в здании предполагается установка устройства подъема граждан на колясках. Устройство устанавливается в правой лестничной башне.

Для разработки проекта повышения энергетической эффективности дома бракосочетания необходимо определить планы помещений, их назначение, площадь и планировку [5]. Составим таблицу 1 в которой сведем все данные по помещениям согласно планировке здания по этажам.

Таблица 1 - Характеристика помещений дома бракосочетания

Наименование помещения	Ширина помещения, м	Длина помещения, м	Общая площадь помещения, м ²	Высота помещения, м
1	2	3	4	5
Цокольный этаж				
Насосная	6	5,5	33,3	2,35
Архив №2	11	5,5	66,6	2,35
Электрощитовая	3	3	6	2,35
Архив №1	23	11,5	450,91	2,35
Этаж 1				
Служебная лестничная клетка	5,95	2,58	16,96	4,6
Комната охраны	1,375	2,85	3,92	4,6
Санузел	2,2	4,0	8,8	4,6

Приемная заведующего	2,2	4,0	8,8	4,6
Кабинет заведующего	4,875	5,6	27,30	4,6

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Коридор	12,475	2,5	25,55	4,6
Зал торжеств	13,2	11,74	212,58	4,6
Комната невесты	11,8	6,0	36,24	4,6
Комната жениха	11,8	6,0	36,24	4,6
Парадный холл (холл ожидания)	11,4	6,8	89,34	4,6
Коридор 1 (правое крыло)	6,74	1,5	10,11	4,6
Коридор 2 (левое крыло)	6,74	1,5	10,11	4,6
Тамбур входа	6,74	5,17	27,63	4,6
Тамбур выхода	6,74	5,17	27,63	4,6
Лестничная клетка (правая башня)	5,65	5,65	25,84	10
Лестничная клетка (левая башня)	5,65	5,65	25,84	10
Этаж 2				
Служебная лестничная клетка, совмещенная с коридором	7,575	5,6	55,95	3,85
Санузел 1	2,2	4,0	8,8	3,65
Санузел 2	2,2	4,0	8,8	3,65
Кабинет бухгалтерии	4,875	5,6	23,3	3,65
Кабинет руководителя	5,88	5,74	40,64	3,65
Кабинет приема заявлений	5,88	5,88	34,59	3,65
Архив	5,21	5,76	28,21	3,65
Холл второго этажа	25,6	20,33	237,47	2,85
Кабинет приема заявлений	5,88	5,88	34,59	3,65
Помещение для отдыха персонала учреждения	5,21	5,76	28,21	3,65
Кабинет нотариусов	5,88	5,74	40,64	3,65

Для здания дома бракосочетания не предусмотрено центрального горячего водоснабжения, поэтому в здании предусматривается установка электроводонагревателей в помещениях санузла первого этажа и на втором

этаже здания в помещение санузла 2. Мощность каждого накопительного водонагревателя 1,5 кВт, водонагреватель однофазный, объем нагреваемой воды 50 л.

Также в системе внутреннего водоснабжения предусмотрена установка повышения давления Hydro MPC-E 2 мощностью 4,0 кВт, а в системе водоотвода предусмотрена установка дренажного насоса Unilift KP150A1 мощностью 0,32 кВт [10].

Помещения здания дома бракосочетания отапливаются, все несущие конструкции здания выполнены из железобетона, в здании отсутствуют взрывоопасные помещения, а также помещения с агрессивными средами. Категория надежности здания дома бракосочетания вторая.

Отопление помещений здания выполнено с использованием электрических конвекторов, расположенных в каждом помещении. В качестве нагревательных приборов предусмотрено использование электрических конвекторов типа «Stibel Eltron» марки CNS, с разной длиной и высотой, в зависимости от помещения [10]. Согласно тепловому расчету здания, установленная мощность электродвигателей системы отопления и вентиляции 20,219 кВт.

Кроме того, в здании дома бракосочетаний после проведения комплексной реконструкции предусмотрена система охранного видеонаблюдения. Мощность всей системы видеонаблюдения составляет 1000 ВА. Система охранного видеонаблюдения является потребителем первой категории надежности электроснабжения, поэтому для данной системы необходимо предусмотреть два независимых источника питания.

Выводы по разделу. Выполнен анализ плана здания бракосочетания, расположенного в г. Куляб, Хатлонской области, Республика Таджикистан. Определены площади, размеры и назначение всех помещений здания дома бракосочетания.

Определены тип и мощность системы отопления здания, а также мощность оборудования системы водоснабжения и водоотведения.

2 Определение силовых нагрузок здания

На первом этапе расчета электрических нагрузок необходимо выполнить распределение силовых нагрузок по силовым щитам [7]. Так как в цокольном этаже здания дома бракосочетания расположена электрощитовая с вводным-распределительным устройством, то силовые щиты будем располагать только на первом и втором этаже здания дома бракосочетания. Определим электрические нагрузки по каждому силовому щиту.

Так как для каждого агрегата, подключаемому к силовому щиту известна номинальная мощность, номинальное напряжение и коэффициент мощности, то для каждого электроприемника определим расчетный ток, реактивную мощность и полную мощность.

Расчетный ток для однофазных электроприемников определим по выражению [6]:

$$I_{\text{расч}} = \frac{P_{\text{НОМ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi} \quad (1)$$

где $P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность одного электроприемника, кВт;

$U_{\text{НОМ}}$ – номинальное напряжение электроприемника, кВ;

$\cos \varphi$ – коэффициент активной мощности.

Расчетная активная мощность для групповых сетей общественных зданий определяется по выражению [12]:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{НОМ}} \cdot K_c \quad (2)$$

где $P_{\text{НОМ}}$ – номинальная мощность одного электроприемника, кВт;

K_c – коэффициент спроса, для всех электроприемников групповой сети государственных организации управления принимается $K_c = 1$.

Для определения расчетной реактивной мощности необходимо определить коэффициент реактивной мощности по выражению [9]:

$$\tan \varphi = \arccos(\cos \varphi) \quad (3)$$

где $\cos \varphi$ – коэффициент реактивной мощности, принимается по паспортным данным оборудования.

Используя расчетные значения коэффициента реактивной мощности полученное по выражению (3), а также значение расчетной активной мощности полученное по выражению (2) определяется расчетное значение реактивной мощности:

$$Q_{\text{расч}} = P_{\text{расч}} \cdot \tan \varphi \quad (4)$$

где $P_{\text{расч}}$ – расчетная активная мощность электроприемника, полученная в выражении (2), кВт;

$\tan \varphi$ – коэффициент реактивной мощности, полученный в выражении (3).

Полная расчетная мощность определяется по выражению:

$$S_{\text{расч}} = \sqrt{Q_{\text{расч}}^2 + P_{\text{расч}}^2} \quad (5)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – значение расчетной реактивной мощности, полученное в выражении (4), квар;

$P_{\text{расч}}$ - значение расчетной активной мощности, полученное в выражении (2), кВт.

Согласно методике, представленной выражениями (1) - (5) выполним расчет для электроприемника, позиция 1 (Поз.1) таблица 2 - Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.

Для электроприемника – позиция 1, определим расчетный ток, используя выражение (1):

$$I_{\text{расч.поз.1}} = \frac{P_{\text{ном.поз.1}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85} = 3,09 \text{ (А)} \quad (6)$$

Далее по выражению (2), для электроприемника – позиция 1, определим расчетную активную мощность:

$$P_{\text{расч.поз.1}} = P_{\text{ном.поз.1}} \cdot K_c = 1000 \cdot K_c = 1000 \text{ (Вт)} \quad (7)$$

Используя значение полученное в (7), а также данные таблицы 2 определим для электроприемника – позиция 1 коэффициент реактивной мощности по выражению:

$$\tan \varphi_{\text{поз.1}} = \tan(\arccos(\cos \varphi_{\text{поз.1}})) = \tan(\arccos(0,85)) = 0,62 \quad (8)$$

Далее определим значение реактивной расчетной мощности электроприемника – позиция 1, по выражению (4), используя значение полученное в (8):

$$Q_{\text{расч.поз.1}} = P_{\text{расч.поз.1}} \cdot \tan \varphi_{\text{поз.1}} = 1000 \cdot 0,62 = 0,62 \text{ (квар)} \quad (9)$$

Расчетная полная мощность электроприемника – позиция 1, по выражению (5), используя значения (9) и (7), получим:

$$\begin{aligned} S_{\text{расч.поз.1}} &= \sqrt{Q_{\text{расч.поз.1}}^2 + P_{\text{расч.поз.1}}^2} = & (1) \\ &= \sqrt{0,62^2 + 1^2} = 1,18 \text{ (кВА)} & (0) \end{aligned}$$

Распределение и данные всех электроприемников, не относящихся к розеточной сети и сети освещения сведем в таблицу 2.

Для автоматизации расчета электрических нагрузок составим по методике представленной выражениями (1) - (5) расчетную таблицу в MS EXCEL, где выполним все расчеты, результаты которых также занесем в таблицу 2.

Дополнительно в таблице 2 определим суммарную расчетную полную мощность, суммарную расчетную активную мощность, суммарную реактивную мощность по каждому силовому щиту, а также по всем силовым щитам.

Для определения суммарной активной мощности используем выражение:

$$P_{\text{расч.}\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{\text{расч.}i} \quad (1)$$

где n – число силовых электроприемников, подключенных к силовому щиту, шт;

$P_{\text{расч.}i}$ – расчетная активная мощность электроприемника, полученная по выражению (2), кВт;

Суммарный расчетный ток для силового щита, а также для всех силовых щитов определяется по выражению:

$$I_{\text{расч.}\Sigma} = \frac{P_{\text{расч.}\Sigma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \overline{\cos \varphi}} \quad (1)$$

где $P_{\text{расч.}\Sigma}$ – суммарная расчетная мощность электроприемников, подключенных к силовому щиту или ко всем силовым щитам определенное по выражению (11), кВт;

$\widehat{\cos \varphi}$ – среднее значение коэффициента мощности всех электроприемников, подключенных к силовому щиту или ко всем силовым щитам;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение сети, принято равным 0,38 кВ.

Для определения суммарной расчетной реактивной мощности необходимо определить среднее значение коэффициента реактивной мощности:

$$\widehat{\tan \varphi} = \tan(\arccos(\widehat{\cos \varphi})) \quad (1)$$

3)

Далее определяется суммарная реактивная мощность:

$$Q_{\text{расч.}\Sigma} = P_{\text{расч.}\Sigma} \cdot \widehat{\tan \varphi} \quad (1)$$

4)

Суммарная расчетная полная мощность определяется выражением:

$$S_{\text{расч.}\Sigma} = \sqrt{Q_{\text{расч.}\Sigma}^2 + P_{\text{расч.}\Sigma}^2} \quad (1)$$

5)

Все расчеты сведем в таблицу 2.

Выводы по разделу. Представлена методика расчета нагрузок силовых электроприемников, относящихся к системе отопления и вентиляции здания дома бракосочетания. Выполнен расчет нагрузок и определены значения расчетной активной мощности для силового щита первого этажа (Щит-1) равное 34,87 кВт, расчетной реактивной мощности 20,5733 квар, расчетной полной мощности 40,49 кВА. Также определены значения расчетной активной мощности для силового щита второго этажа (Щит-2) равное 28,1

кВт, расчетной реактивной мощности 17,422 квар, расчетной полной мощности 33,06 кВА.

Таблица 2 - Расчет силовых нагрузок здания дома бракосочетания

Наименование позиции	Тип электроприемника	Номинальная/установленная мощность, кВт	Коэффициент активной мощности	Расчетный ток, А	Расчетная активная мощность, кВт	Коэффициент реактивной мощности	Расчетная реактивная мощность, квар	Расчетная полная мощность, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Этаж 1, силовой щит 1 (Щит-1)								
Поз.1	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S	1,0	0,85	3,09	1	0,62	0,62	1,18
Поз.2	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1,0	0,85	3,09	1	0,62	0,62	1,18
Поз.3	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 50 S	0,5	0,85	1,54	0,5	0,62	0,31	0,59
Поз.4	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 75 S.	0,75	0,85	2,32	0,75	0,62	0,465	0,88
Поз.5	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 200 S	2,0	0,85	6,17	2	0,62	1,24	2,35
Поз.6	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 200 S.	2,0	0,85	6,17	2	0,62	1,24	2,35
Поз.7	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S	1,0	0,85	3,09	1	0,62	0,62	1,18
Поз.8	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 150 S	1,5	0,85	4,63	1,5	0,62	0,93	1,76

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз.9	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 150 S	1,5	0,85	4,63	1,5	0,62	0,93	1,76
Поз.10	Электрический конвектор STIBEL LTRON CNS 125 S.	1,25	0,85	3,86	1,25	0,62	0,775	1,47
Поз.11	Электрический конвектор STIBEL LTRON CNS 125 S.	1,25	0,85	3,86	1,25	0,62	0,775	1,47
Поз.12	Электрический конвектор STIBEL LTRON CNS 125 S.	1,25	0,85	3,86	1,25	0,62	0,775	1,47
Поз.13	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 150 S	1,5	0,85	4,63	1,5	0,62	0,93	1,76
Поз.14	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S	1,0	0,85	3,09	1	0,62	0,62	1,18
Поз.15	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 200 S.	2,0	0,85	6,17	2	0,62	1,24	2,35
Поз.16	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 200 S.	2,0	0,85	6,17	2	0,62	1,24	2,35
Поз.17	Приточный агрегат VS-15-R-HC/S-T	0,75	0,88	2,24	0,75	0,54	0,405	0,85
Поз.18	Приточный агрегат VS-15-R-HC/S-T	0,75	0,88	2,24	0,75	0,54	0,405	0,85

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз.19	Компрессорно-конденсаторный блок VBK-002	2,0	0,87	6,03	2	0,57	1,14	2,3
Поз.20	Компрессорно-конденсаторный блок VBK-002	2,0	0,87	6,03	2	0,57	1,14	2,3
Поз.21	Электрический насос	4,0	0,86	12,21	4	0,59	2,36	4,64
Поз.22	Вентилятор В-06	0,67	0,86	2,04	0,67	0,59	0,3953	0,78
Поз.23	Вентилятор В-02	3,2	0,86	9,76	3,2	0,59	1,888	3,72
Итого по силовому щиту 1 (Щит-1)		-	0,86	61,6	34,87	0,59	20,5733	40,49
Этаж 2, силовой щит 2 (Щит-2)								
Поз.1	Итого по силовому щиту 1 (Щит-1)		0,86	61,6	34,87	0,59	20,5733	40,49
Поз.2	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 150 S	1,5	0,85	2,68	1,5	0,62	0,93	1,76
Поз.3	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 150 S	1,5	0,85	2,68	1,5	0,62	0,93	1,76
Поз.4	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.5	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1	0,85	1,79	1	0,62	0,62	1,18
Поз.6	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1	0,85	1,79	1	0,62	0,62	1,18

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз.7	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.8	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.9	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.10	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.11	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.12	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06
Поз.13	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1	0,85	1,79	1	0,62	0,62	1,18
Поз.14	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1	0,85	1,79	1	0,62	0,62	1,18
Поз.15	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 175 S	1,75	0,85	3,13	1,75	0,62	1,085	2,06

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Поз.16	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 75 S.	0,75	0,85	1,34	0,75	0,62	0,465	0,88
Поз.17	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 75 S.	0,75	0,85	1,34	0,75	0,62	0,465	0,88
Поз.18	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 100 S.	1	0,85	1,79	1	0,62	0,62	1,18
Поз.19	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 75 S.	0,75	0,85	1,34	0,75	0,62	0,465	0,88
Поз.20	Электрический конвектор STIBEL ELTRON CNS 75 S.	0,75	0,85	1,34	0,75	0,62	0,465	0,88
Поз.21	Компрессорно-конденсаторный блок ВВК-002	2	0,87	3,49	2	0,57	1,14	2,3
Поз.22	П-01	0,43	0,86	0,76	0,43	0,59	0,2537	0,5
Итого по силовому щиту 2 (Щит-2)		-	0,85	50,23	28,1	0,62	17,422	33,06
Итого по всем силовым щитам (Щит-1+Щит-2)			0,85	112,56	62,97	0,62	39,0414	74,09

3 Электрические нагрузки розеточной сети здания

Далее в данном разделе ВКР также необходимо определить мощность розеточной сети здания дома бракосочетания. Для этого на первом этапе необходимо определить число розеток в здании дома бракосочетания, для этого составим таблицу 3.

Таблица 3 - Определение числа розеток в здании дома бракосочетания

Наименование помещения	Число розеток в помещении
1	2
Цокольный этаж	
Насосная	5
Архив №2	5
Электрощитовая	4
Архив №1	12
Итого по цокольному этажу, шт.	26
Первый этаж	
Служебная лестничная клетка	3
Комната охраны	4
Санузел	2
Приемная заведующего	4
Кабинет заведующего	8
Коридор	2
Зал торжеств	10
Комната невесты	4
Комната жениха	4
Парадный холл (холл ожидания)	6
Коридор 1 (правое крыло)	2
Коридор 2 (левое крыло)	2
Тамбур входа	1
Тамбур выхода	1
Лестничная клетка (правая башня)	3
Лестничная клетка (левая башня)	3
Итого по первому этажу, шт.	59
Второй этаж	
Служебная лестничная клетка, совмещенная с коридором	4
Санузел 1	2
Санузел 2	2
Кабинет бухгалтерии	8
Кабинет руководителя	6
Кабинет приема заявлений	6
Архив	2
Холл второго этажа	4
Кабинет приема заявлений	6

Продолжение таблицы 3

1	2
Помещение для отдыха персонала учреждения	4
Кабинет нотариусов	4
Итого по второму этажу, шт.	48
Итого по зданию дома бракосочетания, шт.	133

По данным таблицы 3 общее число розеток в здании дома бракосочетания $n_{роз.} = 133$ шт.

Далее определим расчетную активную мощность для розеточной сети по выражению:

$$P_{расч.роз.} = K_c \cdot P_{уст.роз.} \cdot n_{роз.} \quad (1)$$

где K_c – коэффициент спроса, для всех электроприемников групповой сети государственных организации управления принимается $K_c = 1$;
 $P_{уст.роз.}$ – установленная мощность для одной розетки, принимается равной $P_{уст.роз.} = 0,06$ кВт;
 $n_{роз.}$ – общее число розеток, принято равным $n_{роз.} = 133$ шт.

$$P_{расч.роз.} = K_c \cdot P_{уст.роз.} \cdot n_{роз.} = 1 \cdot 0,07 \cdot 133 = 9,31 \text{ (кВт)} \quad (1)$$

Выводы по разделу. Для каждого помещения здания дома бракосочетания определено число розеток группой сети. Общее число розеток в задании составляет 133 шт. Для каждой розетки номинальная мощность определена на уровне 0,07 кВт. Общая мощность розеточной сети здания составила 9,31 кВт.

4 Расчет внутреннего освещения здания

Для определения мощности системы освещения здания дома бракосочетания необходимо сначала выполнить светотехнический расчет и определить число светильников в каждом помещении. Так как в здании имеются помещения разного назначения, для каждого из них определим норму освещенности по [12] и занесем в таблицу 4. Кроме того, в таблице 4 укажем данные по площади помещения, а также высоту помещения, так как эти данные необходимы для выбора оптимальных энергосберегающих светильников.

Таблица 4 - Исходные данные для расчета освещения

Наименование помещения	Общая площадь помещения, м ²	Высота помещения, м	Освещенность, нормируемая, Лк
1	2	3	4
Цокольный этаж			
Насосная	33,3	2,35	75
Архив №2	66,6	2,35	150
Электрощитовая	6	2,35	75
Архив №1	450,91	2,35	150
Этаж 1			
Служебная лестничная клетка	16,96	4,6	50
Комната охраны	3,92	4,6	75
Санузел	8,8	4,6	50
Приемная заведующего	8,8	4,6	300
Кабинет заведующего	27,3	4,6	300
Коридор	25,55	4,6	75
Зал торжеств	212,58	4,6	200
Комната невесты	36,24	4,6	150
Комната жениха	36,24	4,6	150
Парадный холл (холл ожидания)	89,34	4,6	75
Коридор 1 (правое крыло)	10,11	4,6	75
Коридор 2 (левое крыло)	10,11	4,6	75
Тамбур входа	27,63	4,6	75
Тамбур выхода	27,63	4,6	75
Лестничная клетка (правая башня)	25,84	10	30
Лестничная клетка (левая башня)	25,84	10	30
Этаж 2			
Служебная лестничная клетка, совмещенная с коридором	55,95	3,85	50
Санузел 1	8,8	3,65	50

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Санузел 2	8,8	3,65	50
Кабинет бухгалтерии	23,3	3,65	300
Кабинет руководителя	40,64	3,65	300
Кабинет приема заявлений	34,59	3,65	300
Архив	28,21	3,65	300
Холл второго этажа	237,47	2,85	75
Кабинет приема заявлений	34,59	3,65	300
Помещение для отдыха персонала учреждения	28,21	3,65	300
Кабинет нотариусов	40,64	3,65	300

После определения требуемой, нормируемой, освещенности необходимо определить тип установок внутреннего освещения, которые могут быть использованы в здании дома бракосочетания.

Так как первый этаж здания дома бракосочетания предназначен в первую очередь для торжественной регистрации актов гражданского состояния – государственной регистрации заключения брака, то в парадном холле (холл ожидания), расположенном на первом этаже здания, а также в зале торжеств предусмотрено торжественное освещение.

Для помещений здания дома бракосочетания необходимо определить типы светильников и их характеристики. Так как проект комплексной реконструкции дома бракосочетаний предусматривает повышение энергетической эффективности системы электроснабжения, то в ВКР необходимо выбрать светильники с высоким классом энергетической эффективности [15]. Наибольшую энергетическую эффективность имеют светодиодные светильники, поэтому к рассмотрению будем использовать только данный вид светильников. Энергетическую эффективность светильника будем оценивать по значению показателя, определяемого по выражению [8]:

$$K_{\text{э.с}} = \frac{\Phi_{\text{ном.свет.}}}{P_{\text{ном.свет.}}} \quad (1)$$

8)

где $\Phi_{\text{ном.свет.}}$ номинальный, паспортный, световой поток светильника, лм;
 $P_{\text{ном.свет.}}$ – номинальная активная мощность светильника, Вт.

Таким образом, показатель, рассчитанный по выражению (18) и имеющий размерность лм/Вт, позволяет оценить, насколько эффективно потребляемая светильником мощность расходуется на создание светового потока. Для светильников с высоким показателем энергетической эффективности $K_{\text{ээ.с}} > 100$ (лм/Вт) [11].

Также одной из важных характеристик установок внутреннего освещения - светильников, является тип кривой силы света (КСС). Эта характеристика определяет на сколько световой поток под светильником распределяется равномерно. Выбор типа требуемой КСС для светильников, устанавливаемых в помещениях дома бракосочетания, зависит от высоты установки светильников, также от типа КСС будет зависеть число светильников и равномерность освещенности [14]. Влияние типа КСС на равномерность освещенности освещаемой поверхности показано на рисунке 2.

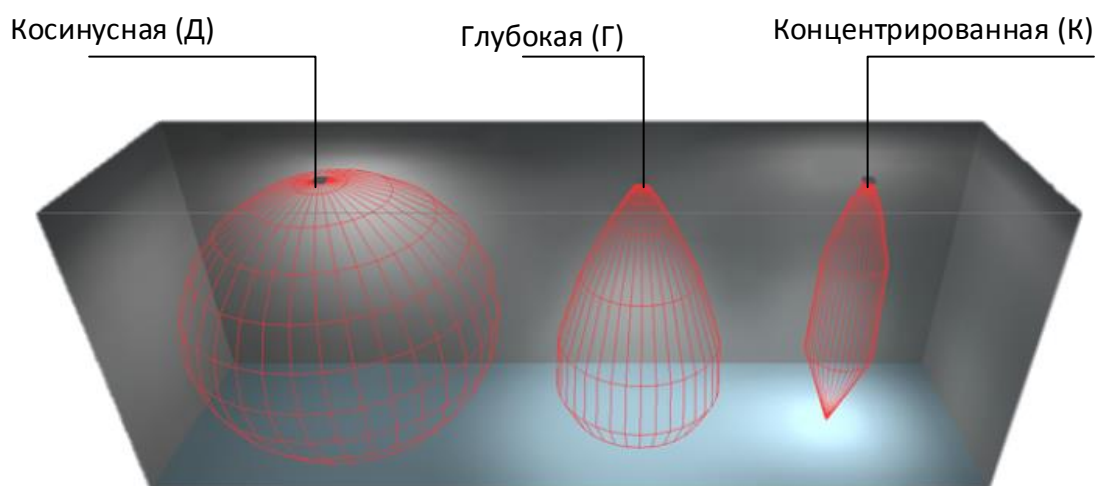


Рисунок 2 - Влияние типа КСС на равномерность освещенности

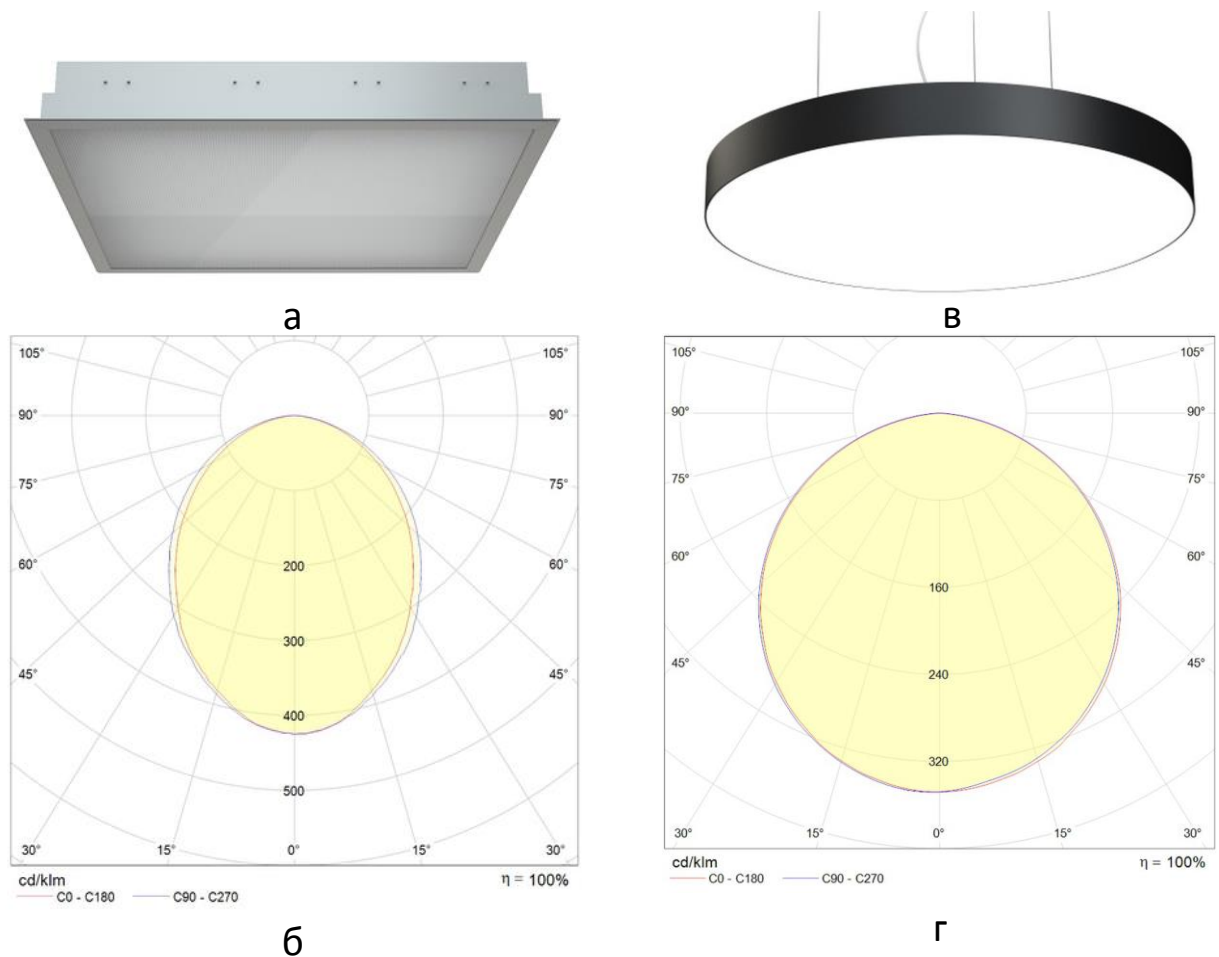
Так как помещения здания дома бракосочетаний имеют разную высоту, зависящую от этажа здания, то предлагается использовать для помещений первого этажа установки внутреннего освещения – светильники, с КСС типа Г (глубокая), для помещений цокольного этажа светильники с КСС типа Д (косинусная), а для помещений второго этажа светильники с КСС типа Г или Д, в зависимости от площади помещений [17].

Далее необходимо проанализировать каталоги производителей светодиодных светильников. Для использования в проекте будем рассматривать светильники производства ООО «МГК «Световые Технологии», так как данная компания является крупным производителем светотехнического оборудования, а линейка производимой продукции включает в себя дизайнерские светильники и люстры – требуемые для освещения парадного холла (холл ожидания) и зала торжеств, расположенных на первом этаже здания дома бракосочетаний.

По каталогу производителя светотехнического оборудования ООО «МГК «Световые Технологии» необходимо выбрать наиболее подходящие светильники. При анализе каталога производителя ООО «МГК «Световые Технологии» будем основываться на типе КСС – тип Д или Г, показателе энергетической эффективности $K_{э.э.с} \rightarrow \max$, коррелированной цветовой температуре $T_k = 4000 \text{ K}$ [18].

Примем для использования в проекте светильник типа PRS/R ECO LED 300 4000K производства ООО «МГК «Световые Технологии», для освещения коридоров. Для освещения холлов (кроме парадного) и кабинетов примем светодиодный светильник PRS/R ECO LED 595 4000K. Для лестничных клеток примем светильник DROP LED 15 STANDARD MS 4000K. Для парадного холла примем светильник SOL/P FLD 840 WH. Для санузлов и комнаты охраны примем светильник DROP LED 15 STANDARD MS 4000K. Изображения основных светильников и их КСС показаны на рисунке 3.

Показатели выбранных в проект светильников, по данным каталога производителя, представлены в таблице 5.



а – изображение светильника PRS/R ECO LED; б – вид КСС светильника PRS/R ECO LED; в – изображение светильника SOL/P FLD 840 WH; г – вид КСС светильника SOL/P FLD 840 WH.

Рисунок 3 – Основные светильники внутреннего освещения проекта

Определив параметры светильников проекта необходимо вычислить число каждого типа светильника для каждого помещения используя выражение [13]:

$$n_{\text{свет}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot K_3 \cdot S_{\text{пом}} \cdot z}{\Phi_{\text{ном}} \cdot \eta} \quad (1 \quad 9)$$

где $S_{\text{пом}}$ – площадь помещения, принимается согласно плану здания, а также данных таблицы 4, м^2 ;

$E_{\text{норм}}$ – уровень нормируемой освещенности, принимается согласно СП и данных таблицы 4, Лк;

$\Phi_{\text{ном}}$ – номинальный световой поток светильника, принимается по данным производителя ООО «МГК «Световые Технологии» и таблице 5, лм;

η – коэффициент использования светового потока;

K_3 – коэффициент запаса;

По выражению (19) выполним расчет числа светильников для помещения расположенного на первом этаже здания - приемная заведующего:

$$n_{\text{свет}} = \frac{E_{\text{норм}} \cdot K_3 \cdot S_{\text{пом}} \cdot z}{\Phi_{\text{ном}} \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 8,8 \cdot 1,1}{3800 \cdot 0,56} = 2,04 \approx 2 \text{ (шт.)} \quad (20)$$

Таким образом по значению полученному в выражении (20) получаем что в помещении - приемная заведующего 2 светильника марки PRS/R ECO LED 595 4000К производства ООО «МГК «Световые Технологии».

Согласно выбранному типу светильника расчетное значение освещенности в помещении здания определим по выражению:

$$E_{\text{расч}} = \frac{n_{\text{свет}} \cdot \Phi_{\text{ном}} \cdot \eta}{K_3 \cdot S_{\text{пом}} \cdot z} = \frac{2 \cdot 3800 \cdot 0,66}{1,5 \cdot 8,8 \cdot 1,1} = 345,5 \text{ (Лк)} \quad (21)$$

Полученное в выражении (21) значение превышает нормируемую освещенность, на 13%, что говорит от правильности проведенного расчета и выбора светильников. Значение расчетной освещенности также сведем в таблицу 6.

Кроме того, необходимо определить расчетную активную мощность системы освещения каждого помещения по выражению:

$$P_{\text{свет.пом.}} = P_{\text{ном.свет.}} \cdot n_{\text{свет}} \quad (2)$$

где $P_{\text{ном.свет.}}$ – номинальная мощность светильника, принимается по данным производителя ООО «МГК «Световые Технологии» и таблице 5, Вт;

$n_{\text{свет}}$ – число светильников в помещении, шт.

Для определения реактивной мощности системы освещения необходимо определить коэффициент реактивной мощности, принимая во внимание, что все выбранные светильники имеют высокий коэффициент активной мощности $\cos \varphi = 0,95$:

$$\tan \varphi = \tan(\arccos(\cos \varphi)) = \tan(\arccos(0,95)) = 0,33 \quad (2)$$

Используя значение полученное в (23) реактивная мощность системы освещения помещения определяется по выражению [20]:

$$Q_{\text{свет.пом.}} = P_{\text{свет.пом.}} \cdot \tan \varphi = P_{\text{свет.пом.}} \cdot 0,33 \quad (2)$$

Полная мощность системы освещения помещения определяется, используя значения полученные в (22) и (24) по выражению:

$$S_{\text{свет.пом.}} = \sqrt{Q_{\text{свет.пом.}}^2 + P_{\text{свет.пом.}}^2} \quad (2)$$

По методике представленной выражениями (22) - (25) выполним расчет для помещения расположенного на первом этаже здания - приемная

заведующего, для которого был выполнен расчет освещенности по выражениям (20) и (21).

По выражению (22) для помещения расположенного на первом этаже здания - приемная заведующего, используя данные таблицы 5, а также значения полученные в (20) получим:

$$P_{\text{свет.пом.}} = P_{\text{ном.свет.}} \cdot n_{\text{свет}} = 32 \cdot 2 = 64 \text{ (Вт)} \quad (2)$$

6)

Реактивная мощность системы освещения помещения расположенного на первом этаже здания - приемная заведующего определяется по выражению с использованием значения полученного в (26):

$$Q_{\text{свет.пом.}} = P_{\text{свет.пом.}} \cdot \tan \varphi = 64 \cdot 0,33 = 21,12 \text{ (вар)} \quad (2)$$

7)

Полная мощность системы освещения помещения расположенного на первом этаже здания - приемная заведующего определяется по выражению (25) с использованием значения полученного в (26) и (27):

$$S_{\text{свет.пом.}} = \sqrt{Q_{\text{свет.пом.}}^2 + P_{\text{свет.пом.}}^2} = \sqrt{21,12^2 + 64^2} = 67,4 \text{ (ВА)} \quad (2)$$

8)

По аналогии расчетов для помещения расположенного на первом этаже здания - приемная заведующего выполним расчет для всех помещений здания дома бракосочетаний в таблице 6.

Выводы по разделу. Выполнен расчет системы внутреннего освещения здания дома бракосочетаний. Для соблюдения стандартов высокой энергетической эффективности в проекте предлагается использовать энергоэффективные светодиодные светильники производства ООО «МГК «Световые Технологии». Все выбранные светильники, кроме дизайнерских

светильников используемых в зале торжеств и парадном холле имеют энергетическую эффективность $K_{\text{ээ.с}} > 100$ Лм/Вт. Дизайнерские светильники, устанавливаемые в зале торжеств, а также в парадном холле имеют энергетическую эффективность $K_{\text{ээ.с}} > 90$ Лм/Вт. Однако данные светильники используются только при проведении торжественных регистраций актов гражданского состояния – государственная регистрация бракосочетания. Для парадного холла, дополнительно от дизайнерского светильника используются светильники с $K_{\text{ээ.с}} = 113$ Лм/Вт.

Таблица 5 - Характеристики энергоэффективных светильников для здания дома бракосочетаний

Модель светильника	Тип источника света	Номинальный световой поток	Мощность светильника	Показатель эффективности	Коррелированная цветовая температура	Тип КСС	Размер светильника А×В
-	-	Лм	Вт	Лм/Вт	К	-	мм×мм
PRS/R ECO LED 300	Светодиоды	2000	18	119	4000	Д (120)	595×295
PRS/R ECO LED 595 4000K	Светодиоды	3800	32	119	4000	Д(120)	595×595
DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	Светодиоды	1400	14	100	4000	Д(120)	476
SOL/P FLD 840 WH	Светодиоды	3800	40	95	4000	Д(120)	600×600
RKL LED 38 4000K	Светодиоды	3600	32	113	4000	Д(120)	476×476

Таблица 6 - Расчет системы освещения помещений здания дома бракосочетаний

Наименование помещения	Общая площадь помещения, м ²	Высота помещения, м	Освещенность, нормируемая, Лк	Число светильников в помещении, шт.	Тип светильников	Мощность светильника, Вт	Расчетная активная мощность, Вт	Расчетная реактивная мощность, вар	Расчетная полная мощность, ВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цокольный этаж									
Насосная	33,3	2,35	75	2	PRS/R ECO LED 300	18	36	11,88	37,91
Архив №2	66,6	2,35	150	4	PRS/R ECO LED 300	18	72	23,76	75,82
Электрощитовая	6	2,35	75	1	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	14	4,62	14,74
Архив №1	450,91	2,35	150	13	PRS/R ECO LED 300	18	234	77,22	246,41

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Итого по цокольному этажу							356	117,48	374,88
Этаж 1									
Служебная лестничная клетка	16,96	4,6	50	1	PRS/R ECO LED 300	18	18	5,94	18,95
Комната охраны	3,92	4,6	75	1	PRS/R ECO LED 300	18	18	5,94	18,95
Санузел	8,8	4,6	50	2	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	28	9,24	29,49
Приемная заведующего	8,8	4,6	300	2	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	64	21,12	67,39
Кабинет заведующего	27,3	4,6	300	4	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	128	42,24	134,79
Коридор	25,55	4,6	75	3	PRS/R ECO LED 300	18	54	17,82	56,86
Зал торжеств	212,58	4,6	200	6	SOL/P FLD 840 WH	40	240	79,2	252,73
Комната невесты	36,24	4,6	150	4	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	128	42,24	134,79
Комната жениха	36,24	4,6	150	4	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	128	42,24	134,79
Парадный холл (холл ожидания)	89,34	4,6	75	1	SOL/P FLD 840 WH	10	10	3,3	10,53
				8	RKL LED 38 4000K	32	256	84,48	269,58
Коридор 1 (правое крыло)	10,11	4,6	75	2	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	64	21,12	67,39
Коридор 2 (левое крыло)	10,11	4,6	75	2	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	64	21,12	67,39
Тамбур входа	27,63	4,6	75	3	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	96	31,68	101,09
Тамбур выхода	27,63	4,6	75	3	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	96	31,68	101,09
Лестничная клетка (правая башня)	25,84	10	30	3	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	42	13,86	44,23

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лестничная клетка (левая башня)	25,84	10	30	3	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	42	13,86	44,23
Итого по первому этажу							1476	487,08	1554,29
Этаж 2									
Служебная лестничная клетка, совмещенная с коридором	55,95	3,85	50	5	PRS/R ECO LED 300	18	90	29,7	94,77
Санузел 1	8,8	3,65	50	2	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	28	9,24	29,49
Санузел 2	8,8	3,65	50	2	DROP LED 15 STANDARD MS 4000K	14	28	9,24	29,49
Кабинет бухгалтерии	23,3	3,65	300	5	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	160	52,8	168,49
Кабинет руководителя	40,64	3,65	300	6	PRS/R ECO LED 595 4000K	32	192	63,36	202,18
Кабинет приема заявлений	34,59	3,65	300	6	PRS/R ECO LED 595 4000K	192	63,36	202,18	192
Архив	28,21	3,65	300	4	PRS/R ECO LED 595 4000K	128	42,24	134,79	128
Холл второго этажа	237,47	2,85	75	7	PRS/R ECO LED 300	126	41,58	132,68	126
Кабинет приема заявлений	34,59	3,65	300	6	PRS/R ECO LED 595 4000K	192	63,36	202,18	192
Помещение для отдыха персонала учреждения	28,21	3,65	300	4	PRS/R ECO LED 595 4000K	128	42,24	134,79	128

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кабинет нотариусов	40,64	3,65	300	6	PRS/R ECO LED 595 4000K	192	63,36	202,18	192
Итого по второму этажу							1456	480,48	1533,23
Итого по зданию							3288	1085,04	3462,41

Для оптимального выбора светильников проведен анализ типовых кривых силы света (КСС). Результат анализа позволил определить, что для всех помещений здания дома бракосочетаний необходимо использовать светильники с КСС типа Д (косинусная). Все выбранные светильники имеют косинусную КСС с углом 120° .

Для всех помещений определены нормированные уровни освещенности, согласно которым выполнен расчет количества светильников в каждом помещении. Все расчетные значения освещенности превышают нормируемые в пределах от 10% до 15%.

Выполнен расчет мощности системы освещения здания дома бракосочетаний. Все выбранные светильники имеют высокий коэффициент активной мощности – 0,95, поэтому был определен коэффициент реактивной мощности равный 0,33. По этим значениям выполнен расчет активной, реактивной и полной мощности для системы освещения каждого помещения, а также расчет активной, реактивной и полной мощности системы освещения здания в целом. Получено, что расчетная активная мощность системы освещения здания 3,288 кВт, расчетная реактивная мощность системы освещения здания 1,085 квар, а полная мощность системы освещения равна 3,462 кВт. Полученные в данном разделе значения будут использованы для выбора мощности трансформаторов питающих здание дома бракосочетаний.

5 Расчет наружного освещения территории

В данном разделе необходимо спроектировать систему освещения территории дома бракосочетаний.

Проектом комплексной реконструкции здания дома бракосочетаний предусмотрена также реконструкция территории. Архитектурным проектом предусмотрено проведение мероприятий по ландшафтному озеленению и территориальному планированию. Так как дополнительно при реконструкции здания предусмотрено создание системы охранного видеонаблюдения, то освещение территории необходимо выполнить также с высокими показателями энергетической эффективности.

В проекте наружного освещения предлагается также как и для системы внутреннего освещения использовать светильники производства ООО «МГК «Световые Технологии».

Для освещения территории предлагается использовать светильники типа GALAXY LED 35 (W) 4000K в количестве 7 шт. Расстояние между светильниками 14 м. Высота установки консольных светильников 8 м.

Для ландшафтного освещения используются светильник типа ATRIUM LED 16 O-SHAPE 4000K RAL9005 в количестве 18 шт.

Данные светильников для освещения территории дома бракосочетаний представлены в таблице 7.

Изображения выбранных светильников, а также вид их КСС представлен на рисунке 4.

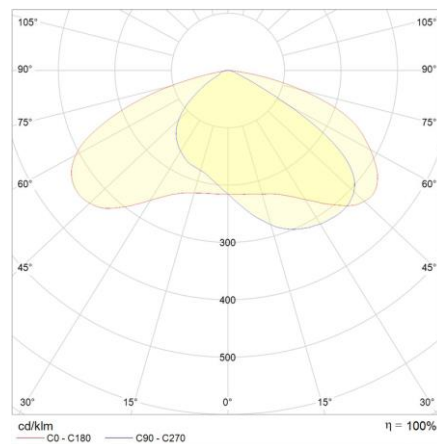
На рисунке 5 представлен чертеж планировки территории дома бракосочетаний, на котором обозначены точки установки светильников.

Таблица 7 - Данные светильников для системы уличного освещения территории дома бракосочетаний

Модель светильника	Тип источника света	Номинальный световой поток, Лм	Мощность светильника, Вт	Показатель эффективности, Лм/Вт	Коррелированная цветовая температура, К	Тип КСС	Размер светильника А×В, мм×мм
GALAXY LED 35 (W) 4000K	Светодиоды	5100	36	142	4000	Д (150/80)	530×172
ATRIUM LED 16 O-SHAPE 4000K RAL9005	Светодиоды	1600	16	100	4000	Д(120)	600×280



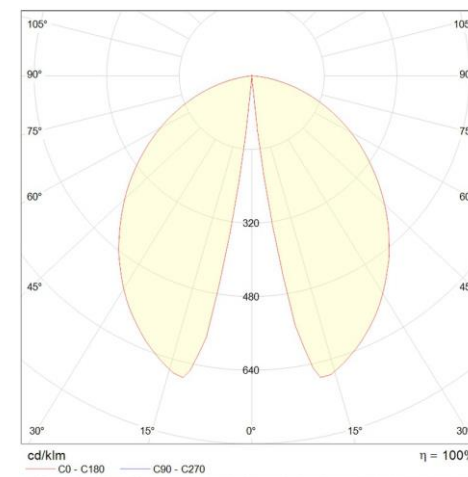
а



б



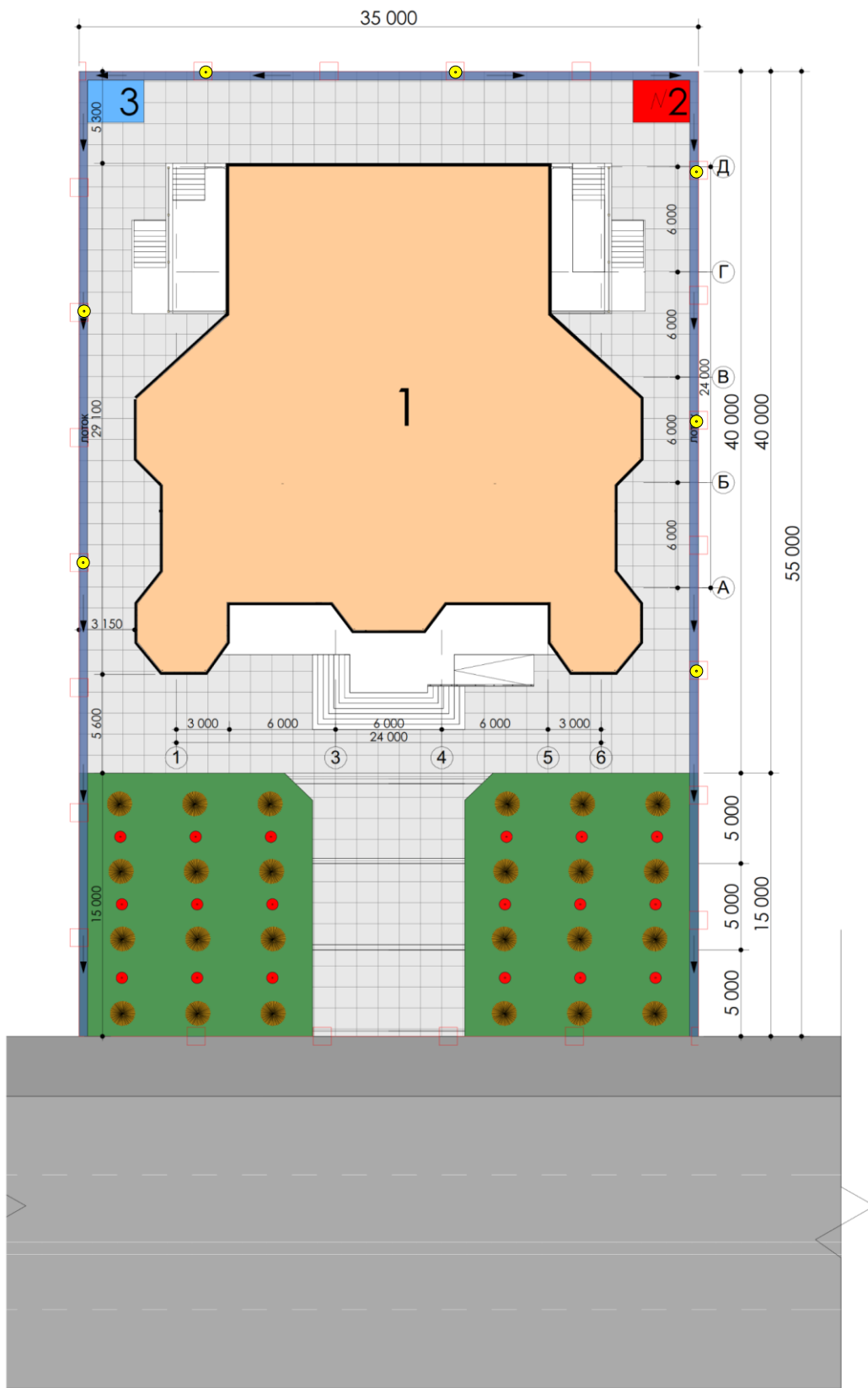
в



г

а-вид консольного светильника GALAXY LED 35 (W); б-КСС консольного светильника GALAXY LED 35 (W); в-вид ландшафтного светильника ATRIUM LED 16 O-SHAPE; г-КСС ландшафтного светильника ATRIUM LED 16 O-SHAPE

Рисунок 4 - Светильники наружного освещения проекта



- Ландшафтные светильники
- Светильник уличного освещения

Рисунок 5 - План территории дома бракосочетаний

Для системы наружного освещения территории здания необходимо выполнить расчет активной, реактивной и полной мощностей используя выражения для расчета системы внутреннего освещения, выражения (22)-(25).

Активная мощность консольных светильников по выражению (22), используя данные таблицы 7:

$$P_{\text{свет.конс}} = P_{\text{ном.свет.}} \cdot n_{\text{свет}} = 36 \cdot 11 = 429 \text{ (Вт)} \quad (2)$$

9)

Для светильников уличного освещения территории дома бракосочетаний коэффициент активной мощности, также как и для светильников внутреннего освещения $\cos \varphi = 0,95$, поэтому коэффициент реактивной мощности принимаем равным по выражению (23) $\tan \varphi = 0,33$. Тогда реактивная мощность системы освещения по выражению (24):

$$Q_{\text{свет.конс.}} = P_{\text{свет.конс.}} \cdot \tan \varphi = 429 \cdot 0,33 = 141,57 \text{ (вар)} \quad (3)$$

0)

По (25) полная мощность:

$$S_{\text{свет.конс.}} = \sqrt{Q_{\text{свет.конс.}}^2 + P_{\text{свет.конс.}}^2} =$$

$$= \sqrt{141,57^2 + 429^2} = 457,75 \text{ (ВА)} \quad (3)$$

1)

Активная мощность архитектурных светильников по выражению (22), используя данные таблицы 7:

$$P_{\text{свет.арх.}} = P_{\text{ном.свет.}} \cdot n_{\text{свет}} = 16 \cdot 18 = 288 \text{ (Вт)} \quad (3)$$

2)

Для светильников архитектурного освещения территории дома бракосочетаний коэффициент активной мощности, также как и для светильников внутреннего освещения $\cos \varphi = 0,95$, поэтому коэффициент реактивной мощности принимаем равным по выражению (23) $\tan \varphi = 0,33$. Тогда реактивная мощность системы архитектурного освещения по выражению (24):

$$Q_{\text{свет.арх.}} = P_{\text{свет.арх.}} \cdot \tan \varphi = 288 \cdot 0,33 = 95,04 \text{ (вар)} \quad (3)$$

3)

По (25) полная мощность:

$$S_{\text{свет.арх.}} = \sqrt{Q_{\text{свет.арх.}}^2 + P_{\text{свет.арх.}}^2} = \quad (3)$$

$$= \sqrt{95,04^2 + 288^2} = 303,3 \text{ (ВА)} \quad (4)$$

Суммарная активная мощность системы уличного освещения:

$$P_{\text{ул.осв}} = P_{\text{свет.арх.}} + P_{\text{свет.конс.}} = 288 + 429 = 717 \text{ (Вт)} \quad (3)$$

5)

Суммарная реактивная мощность системы уличного освещения:

$$Q_{\text{ул.осв}} = Q_{\text{свет.арх.}} + Q_{\text{свет.конс.}} = 95,04 + 141,57 = 236,61 \text{ (вар)} \quad (3)$$

6)

Суммарная полная мощность системы уличного освещения:

$$S_{\text{ул.осв}} = S_{\text{свет.арх.}} + S_{\text{свет.конс.}} = 303,3 + 457,75 = 761,05 \text{ (ВА)} \quad (3)$$

7)

Выводы по разделу. Спроектирована система наружного освещения территории дворца бракосочетаний. Система выполнена с использованием 11 консольных светильников GALAXY LED 35 (W) 4000K и 18 архитектурных светильников ATRIUM LED 16 O-SHAPE. Мощность системы освещения:
 $S_{\text{ул.осв}} = 761,05 \text{ ВА}$, $Q_{\text{ул.осв}} = 236,61 \text{ вар}$, $P_{\text{ул.осв}} = 717 \text{ Вт}$.

6 Схема внутреннего электроснабжения здания

Система внутреннего электроснабжения включает в себя вводное-распределительное устройство (ВРУ), которое расположено в цокольном этаже здания. По данным расчета нагрузки необходимо определить нагрузки всего здания дома бракосочетаний, расчетный ток для выбора кабельных линий и аппаратов защиты.

Для определения нагрузки здания дома бракосочетаний будем использовать данные полученные в разделах 2, 3 и 4 ВКР. Данные раздела 5, с расчетом системы уличного освещения не учитываются в проекте внутреннего электроснабжения, так как питание системы уличного освещения предлагается выполнить напрямую с распределительного устройства 0,4 кВ трансформаторной подстанции.

Определим общую активную нагрузку здания дома бракосочетаний:

$$\begin{aligned} P_{\text{уст.зд}} &= P_{\text{щит1+щит2}} + P_{\text{расч.роз.}} + P_{\text{внутр.осв}} = & (3) \\ &= 62,97 + 9,31 + 3,288 = 75,57 \text{ (кВт)} & (8) \end{aligned}$$

где $P_{\text{щит1+щит2}}$ – мощность силовой сети здания, значение определено в разделе 2 ВКР, кВт;

$P_{\text{расч.роз.}}$ – мощность розеточной сети здания, значение получено в разделе 3 ВКР, кВт;

$P_{\text{внутр.осв}}$ – мощность системы внутреннего освещения, значение получено в разделе 4 ВКР, кВт.

Далее определим реактивную мощность для здания дома бракосочетаний используя данные разделов 2 и 4 ВКР.

$$Q_{\text{уст.зд}} = Q_{\text{щит1+щит2}} + Q_{\text{внутр.осв}} = 39,04 + 1,085 = 40,125 \text{ (квар)} \quad (39)$$

где $Q_{\text{щит1+щит2}}$ – реактивная мощность силовой сети здания, значение определено в разделе 2 ВКР, квар;

$Q_{\text{внутр.осв}}$ – мощность системы внутреннего освещения, значение получено в разделе 4 ВКР, квар.

Полная мощность здания дома бракосочетаний:

$$S_{\text{уст.зд}} = \sqrt{Q_{\text{уст.зд}}^2 + P_{\text{уст.зд}}^2} = \sqrt{40,125^2 + 75,57^2} = 85,56 \text{ (кВА)} \quad (4)$$

0)

Расчетный ток для питающих кабелей здания определяется по выражению:

$$I_{\text{расч.зд}} = \frac{S_{\text{уст.зд}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{85,56}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 129,99 \approx 130 \text{ (А)} \quad (4)$$

1)

Схема внутреннего электроснабжения здания дома бракосочетаний включает в себя следующие элементы:

- Вводное-распределительное устройство (ВРУ) напряжением 0,4 кВ;
- Два силовых щита: силовой щит 1 (Щит-1) и силовой щит 2 (Щит-2);
- Три щита освещения (ЩО) устанавливается по одному на каждом этаже здания;
- Щит аварийного освещения (ЩАО-1) устанавливается на первом этаже здания дома бракосочетаний.

По значению полученному в (41) определим сечение кабеля, прокладываемого от трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ до ВРУ здания дома бракосочетаний: сечение кабеля, соответствующего расчетному току 35 мм^2 , поэтому для питающей линии от ТП до ВРУ выберем бронированный кабель с алюминиевыми жилами и изоляцией из поливинилхлоридного

пластиката марки АВВБ 5×150-1. Для резервной питающей линии от ТП до ВРУ здания выберем кабель такого же сечения.

Расчетные нагрузки по этажам были рассчитаны ранее в ВКР, поэтому для определения расчетных токов всех элементов системы внутреннего электроснабжения для определения расчетных токов и выбора питающих кабелей. По аналогии для кабеля питающего ВРУ выберем кабели для питания всех электрощитов внутренней системы электроснабжения здания дома бракосочетаний, выбранные кабели сведены в таблице 8.

Таблица 8 - Ведомость выбранных кабелей

Полное наименование элемента	Сокращенное наименование элемента	Полная мощность электроприемников, ВА	Тип кабеля питания	Длина линии, м
Цокольный этаж				
Щит освещения-1	ЩО-1	37488	ВВГнгLS 5×16	48,42
Первый этаж				
Силовой щит-1	Щит-1	40490	АВВГнг 5×50	112,55
Щит освещения-2	ЩО-2	1554,29	ВВГнгLS 4×16	31,55
Щит аварийного освещения	ЩАО	305,5	ВВГнгFRLS5×16	145,55
Второй этаж				
Силовой щит-2	Щит-2	33060	АВВГнг 5×50	90,15
Щит освещения-3	ЩО-3	1533,23	ВВГнгLS 4×16	37,15

Выводы по разделу. Для питания ВРУ здания дома бракосочетаний выбраны питающие бронированные кабели с алюминиевыми жилами и изоляцией из поливинилхлоридного пластиката на напряжение 0,38 кВ марки АВВБ 5×150-1. Выбрано два питающих кабеля, один из которых является резервным.

Для питания щитов освещения (ЩО), выбраны кабели с медными жилами марки ВВГнгLS 5×16. Для питания щита аварийного освещения выбраны кабели марки ВВГнгFRLS5×16. Для питания силовых щитов выбраны кабели с алюминиевыми жилами марки АВВГнг 5×50 длиной 30 м.

7 Система внешнего электроснабжения здания

В данном разделе необходимо выполнить выбор трансформатора для трансформаторной подстанции, питающей здание дома бракосочетаний. Трансформаторная подстанция, питающая здание расположена на территории дома бракосочетаний (позиция 3 на рисунке 5).

Питание проектируемой трансформаторной подстанции по стороне 6 кВ предлагается выполнить от существующей линии 6 кВ с подстанции 110/6 кВ «Сомони» через линейный разъединитель, устанавливаемый на опоре воздушной линии 6 кВ с переходом в кабельную линию. Проектная длина кабельной линии 100 м.

Расчетная мощность трансформатора определяется по выражению:

$$S_{\text{тр.расч}} = \frac{S_{\text{уст.зд}} + S_{\text{ул.осв}}}{K_3 \cdot n_{\text{тр}}} = \frac{85,56 + 0,7615}{0,9 \cdot 1} = 95,86 \text{ (кВА)} \quad (4)$$

2)

По значению полученному в (42) трансформатор мощностью 100 кВА. По каталогам производителей выберем энергоэффективный сухой трансформатор с литой изоляцией [21] марки ТС(Л)-100/6/0,4.

Таблица 9 - Каталожные данные трансформатора ТС(Л)-100/6/0,4

Параметр	Обозначение параметра	Единица измерения	Значение параметра
Номинальная мощность	$S_{\text{т.ном}}$	кВА	100
Номинальное напряжение обмотки ВН	$U_{\text{ВН}}$	кВ	10
Номинальное напряжение обмотки НН	$U_{\text{НН}}$	кВ	0,4
Потери холостого хода	$\Delta P_{\text{ХХ}}$	Вт	400
Потери короткого замыкания при температуре 75□	$\Delta P_{\text{КЗ.75}}$	Вт	1350
Потери короткого замыкания при температуре 115□	$\Delta P_{\text{КЗ.115}}$	Вт	1500
Напряжение короткого замыкания	$U_{\text{КЗ}}$	%	4
Ток холостого хода	i_0	%	2,5

Проверим необходимость компенсации реактивной мощности.

Для определения необходимости компенсации реактивной мощности определим средневзвешенный коэффициент реактивной мощности для здания дома бракосочетаний по выражению:

$$\tan \varphi_{\text{ср.взв}} = \frac{Q_{\text{уст.зд}}}{P_{\text{уст.зд}}} = \frac{40,125}{75,57} = 0,53 \quad (4)$$

3)

Установка компенсирующих устройств в сети 0,4 кВ здания дома бракосочетаний не требуется [20].

Выводы по разделу. Питание проектируемой трансформаторной подстанции здания дома бракосочетаний осуществляется по кабельной линии напряжением 6 кВ. Кабельная линия прокладывается от существующей воздушной линии 6 кВ с подстанции 110/6 «Сомони».

Для установки в трансформаторной подстанции выбран один трансформатор марки ТС(Л)-100/6/0,4 производства «Группа-СВЭЛ» г. Екатеринбург. Питание ТП осуществляется кабелем марки АВВБ 3×120.

Заключение

В рамках выпускной квалификационной работы выполнен проект повышения энергетической эффективности здания дома бракосочетаний, расположенного г. Куляб, Хатлонской области, Республика Таджикистан.

На первом этапе проектирования выполнен анализ плана здания бракосочетания, определены площади, размеры и назначение всех помещений здания дома бракосочетания.

Представлена методика расчета нагрузок силовых электроприемников, относящихся к системе отопления и вентиляции здания дома бракосочетания. Выполнен расчет нагрузок и определены значения расчетной активной мощности для силового щита первого этажа (Щит-1) равное 34,87 кВт, расчетной реактивной мощности 20,5733 квар, расчетной полной мощности 40,49 кВА. Также определены значения расчетной активной мощности для силового щита второго этажа (Щит-2) равное 28,1 кВт, расчетной реактивной мощности 17,422 квар, расчетной полной мощности 33,06 кВА.

Для каждого помещения здания дома бракосочетания определено число розеток группой сети. Общее число розеток в задании составляет 133 шт. Для каждой розетки номинальная мощность определена на уровне 0,07 кВт. Общая мощность розеточной сети здания составила 9,31 кВт.

Выполнен расчет системы внутреннего освещения здания дома бракосочетаний. Для соблюдения стандартов высокой энергетической эффективности в проекте предлагается использовать энергоэффективные светодиодные светильники производства ООО «МГК «Световые Технологии». Все выбранные светильники, кроме дизайнерских светильников используемых в зале торжеств и парадном холле имеют энергетическую эффективность $K_{э.с} > 100$ Лм/Вт. Дизайнерские светильники, устанавливаемые в зале торжеств, а также в парадном холле имеют энергетическую эффективность $K_{э.с} > 90$ Лм/Вт. Однако данные светильники используются только при проведении торжественных

регистраций актов гражданского состояния – государственная регистрация бракосочетания. Для парадного холла, дополнительно от дизайнерского светильника используются светильники с $K_{э.с} = 113$ Лм/Вт.

Для оптимального выбора светильников проведен анализ типовых кривых силы света (КСС). Результат анализа позволил определить, что для всех помещений здания дома бракосочетаний необходимо использовать светильники с КСС типа Д (косинусная). Все выбранные светильники имеют косинусную КСС с углом 120° .

Для всех помещений определены нормированные уровни освещенности, согласно которым выполнен расчет количества светильников в каждом помещении. Все расчетные значения освещенности превышают нормируемые в пределах от 10% до 15%.

Выполнен расчет мощности системы освещения здания дома бракосочетаний. Все выбранные светильники имеют высокий коэффициент активной мощности – 0,95, поэтому был определен коэффициент реактивной мощности равный 0,33. По этим значениям выполнен расчет активной, реактивной и полной мощности для системы освещения каждого помещения, а также расчет активной, реактивной и полной мощности системы освещения здания в целом. Получено, что расчетная активная мощность системы освещения здания 3,288 кВт, расчетная реактивная мощность системы освещения здания 1,085 квар, а полная мощность системы освещения равна 3,462 кВт. Полученные в данном разделе значения будут использованы для выбора мощности трансформаторов питающих здание дома бракосочетаний.

Спроектирована система наружного освещения территории дворца бракосочетаний. Система выполнена с использованием 11 консольных светильников GALAXY LED 35 (W) 4000K и 18 архитектурных светильников ATRIUM LED 16 O-SHAPE. Мощность системы освещения: $S_{ул.осв} = 761,05$ ВА, $Q_{ул.осв} = 236,61$ вар, $P_{ул.осв} = 717$ Вт.

Для питания ВРУ здания дома бракосочетаний выбраны питающие бронированные кабели с алюминиевыми жилами и изоляцией из

поливинилхлоридного пластика на напряжение 0,38 кВ марки АВВБ 5×150-1. Выбрано два питающих кабеля, один из которых является резервным.

Для питания щитов освещения (ЩО), выбраны кабели с медными жилами марки ВВГнгLS 5×16. Для питания щита аварийного освещения выбраны кабели марки ВВГнгFRLS5×16. Для питания силовых щитов выбраны кабели с алюминиевыми жилами марки АВВГнг 5×50 длиной 30 м.

Питание проектируемой трансформаторной подстанции здания дома бракосочетаний осуществляется по кабельной линии напряжением 6 кВ. Кабельная линия прокладывается от существующей воздушной линии 6 кВ с подстанции 110/6 «Сомони».

Для установки в трансформаторной подстанции выбран один трансформатор марки ТС(Л)-100/6/0,4 производства «Группа-СВЭЛ» г. Екатеринбург. Питание ТП осуществляется кабелем марки АВВБ 3×120.

В результате все задачи, поставленные в ВКР выполнены, цель достигнута.

Список используемой литературы

1. Баранов А.В., Зарандия Ж.А. Энергосбережение и энергоэффективность: учебное пособие. Тамбов : Тамбовский государственный технический университет. 2017. 96 с.
2. Дашков В.М., Кубарьков Ю.П., Макаров Я.В. Способы экономии электрической энергии в системах электроснабжения объектов : учебно-методическое пособие. Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. 54 с.
3. Зимин Л.С., Леоненко А.С. Проектирование систем электроснабжения : учебное пособие. Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. 64 с.
4. Климова Г. Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях : учебное пособие. Томск : Томский политехнический университет, 2014. 180 с.
5. Клочкова Н.Н., Обухова А.В., Проценко А.Н. Электроснабжение цеха : учебно-методическое пособие. Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. 144 с.
6. Куксин А. В. Электроснабжение промышленных предприятий : учебно-методическое пособие по курсовому проектированию. М : Ай Пи Ар Медиа, 2021. 44 с.
7. Куксин А. В. Электроснабжение промышленных предприятий: учебное пособие. Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. 156 с.
8. Луппов В.П. , Мятеж Т.В., Сидоркин Ю.М. Энергосбережение и энергоэффективность в энергетике : учебное пособие. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. 107 с.
9. Лыков Ю. Ф. Расчеты систем электроснабжения : сборник задач и упражнений. Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. 54 с.

10. Мунц В.А., Мунц Ю.Г. Энергосбережение при производстве тепловой энергии и анализ его экономической эффективности : учебное пособие. Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2018. 232 с.
11. Никитин К.В. Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве: учебное пособие. Самара : Самарский государственный технический университет. 2020. 60 с.
12. Родыгина С. В. Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения. От теории к практике : учебное пособие. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. 100 с.
13. Синюкова Т.В. Проектирование систем электроснабжения : учебное пособие. Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. 49 с.
14. Синюкова Т.В., Синюков А.В., Лесникова В.В. Электроснабжение и электрооборудование электрических установок : учебное пособие. Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. 80 с.
15. Стрельников, Н. А. Энергосбережение : учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. 72 с.
16. Шеина С.Г., Миненко Е.Н., Федяева П.В. Методы внедрения лучшего европейского опыта энергосбережения в Российской Федерации : учебное пособие. Ростов-на-Дону : Донской государственный технический университет, 2020. 181 с.
17. Bertoldi P. Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting. Springer Cham. 2022. 498 P.
18. Blesl M., Kessler A. Energy Efficiency in Industry. Springer Berlin: Heidelberg. 2021. 481 P.
19. Panos K., Margarete K. The Power Supply Industry. Springer Cham. 2018. 374 P.

20. Tabatabaei N.M., Aghbolaghi A.J., Bizon N., Blaabjerg F. Reactive Power Control in AC Power Systems. Fundamentals and Current Issues. Springer International Publishing AG. 2017. 634 P.

21. Vukosavic S.N. Electrical Machines. New York: Springer NY. 2013. 650 P.