

Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрена реконструкция электроснабжения городской больницы, расположенной в г. Жигулевске Самарской области. К настоящему времени часть электрооборудования, установленного в учреждении, уже израсходовало свой ресурс эксплуатации и морально устарело. В связи с этим необходимо усовершенствовать и реконструировать систему электроснабжения в соответствии с требованиями, предъявляемыми условиями эксплуатации настоящего времени.

Объект работы – больница г. Жигулевска Самарской области.

Предмет работы – система электроснабжения больницы г. Жигулевска.

Цель работы – повышение надежности электроснабжения больницы в г. Жигулевске в соответствии с требованиями и условиями работы медицинского оборудования, оценка экономической стоимости проведения работ по реконструкции и усовершенствованию системы электроснабжения больницы. Задачи работы: анализ объекта проектирования; расчет электрических нагрузок больницы для установления используемых мощностей; выбор схемы электроснабжения и силового электрооборудования к ней; выбор резервного источника питания; расчет заземления ДГУ и ТП 6/0,4 кВ; экономическая эффективность работы.

Содержание

Введение	4
1 Анализ объекта проектирования	5
2 Расчет электрических нагрузок больницы	10
3 Светотехнический расчет больницы	15
3.1 Расчет уличного освещения территории больницы	15
3.2 Расчет освещения помещений поликлиники	15
4 Выбор ТП 6/0,4 кВ больницы	20
5 Предварительный выбор электрических аппаратов и проводников системы электроснабжения больницы	26
5.1 Предварительный выбор электрических аппаратов системы электроснабжения здания поликлиники	26
5.2 Расчет сечения питающих линий больницы	28
6 Расчет токов короткого замыкания	31
7 Проверка электрических аппаратов и электрических проводников	35
7.1 Автоматические выключатели	35
7.2 Трансформаторы тока ТП	36
7.3 Выбор сечения проводников по допустимому нагреву электрическим током	37
8 Выбор резервного источника питания	38
9 Расчет заземления ТП 6/0,4 кВ и ДГУ	44
9.1 Расчет заземления ТП 6/0,4 кВ	44
9.2 Расчет заземления ДГУ	46
10 Экономическая эффективность работы	47
Заключение	49
Список используемых источников	50

Введение

Одной из важнейших задач социальной политика государства является повышение уровня жизни населения, повышение качества оказываемых медицинских услуг. Для этого помимо строительства новых высокотехнологичных клиник предусматривается реконструкция старых медицинских учреждений, для чего требуется также реконструкция системы электроснабжения [6-8, 21-24].

В выпускной квалификационной работе рассмотрена реконструкция электроснабжения городской больницы, расположенной в г. Жигулевске Самарской области. К настоящему времени часть электрооборудования, установленного в учреждении, уже израсходовало свой ресурс эксплуатации и морально устарело. В связи с этим необходимо усовершенствовать и реконструировать систему электроснабжения в соответствии с требованиями, предъявляемыми условиями эксплуатации настоящего времени.

Цель работы – повышение надежности электроснабжения больницы в г. Жигулевске в соответствии с требованиями и условиями работы медицинского оборудования, оценка экономической стоимости проведения работ по реконструкции и усовершенствованию системы электроснабжения больницы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: выполнить анализ объекта проектирования; выполнить расчет электрических нагрузок больницы для установления используемых мощностей; выбрать схему электроснабжения и силовое оборудование к ней, резервный источник питания; рассчитать заземление ДГУ и ТП 6/0,4 кВ; обоснование экономической эффективности работы.

1 Анализ объекта проектирования

Объектом работы выбрана система электроснабжения городской больницы г.Жигулевска Самарской области.

В состав больницы входят:

- а) 1 больничное учреждение на 125 коек;
- б) 1 амбулаторно - поликлиническое учреждение общей мощностью 300 посещений в смену;
- в) 1 дневной стационар при амбулаторно-поликлиническом учреждении с общим количеством 15 мест, а так же ряд других помещений и корпусов которые необходимы для нормальной работы больницы.

План расположения корпусов больницы приведен на рисунке 1.1.

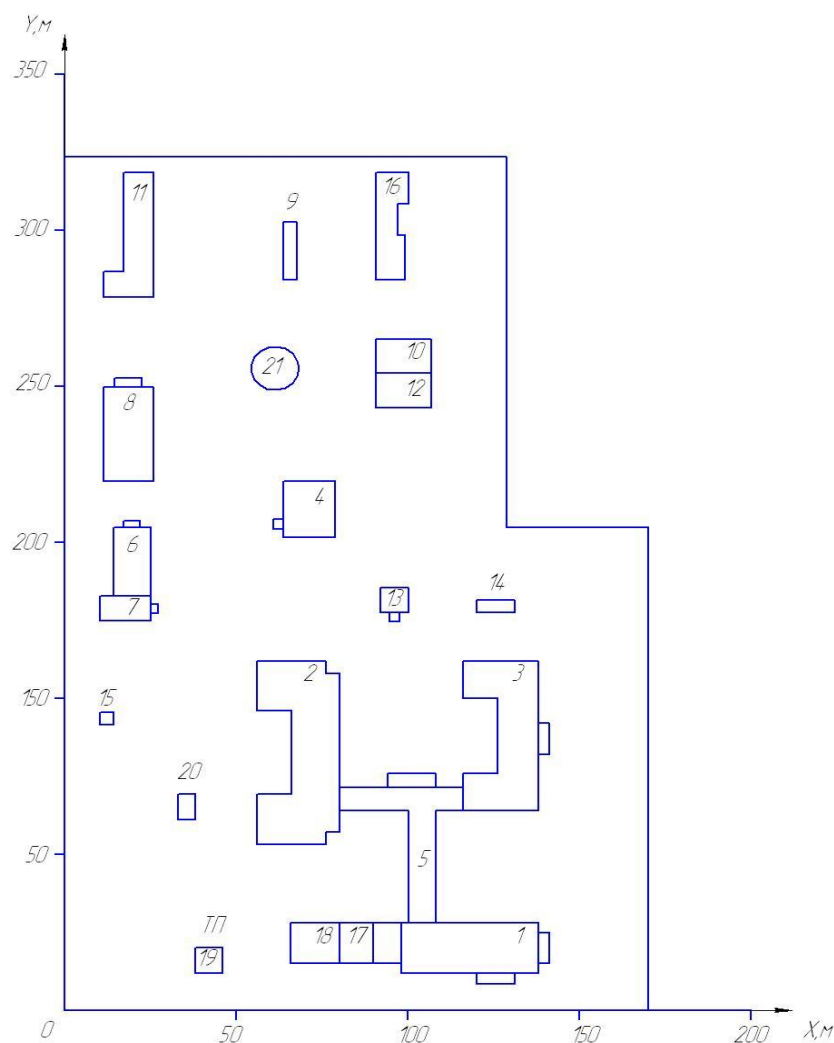


Рисунок 1.1 – План расположения корпусов больницы

На рисунке 1.1 обозначены:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1 - Поликлиника; | 12 - Автоклав; |
| 2 - Лечебный корпус №1; | 13 - Склад №1; |
| 3 - Лечебный корпус №2; | 14 - Склад №2; |
| 4 - Инфекционный корпус; | 15 - Пропускной пункт; |
| 5 - Лаборатория; | 16 - Гараж; |
| 6 - Пищеблок; | 17 - Дизельная; |
| 7 - Столовая; | 18 - Заправочная; |
| 8 - Молочная кухня; | 19 – ТП 6/0,4 кВ; |
| 9 - Овощехранилище; | 20 - Хозблок; |
| 10 - Прачечная; | 21- Пожарный резервуар |
| 11 - Котельная; | |

Система электроснабжения г. Жигулевска состоит из двух уровней согласно классам напряжения: 6 кВ и 0,4 кВ.

Внешним источником электроснабжения является подстанция (ПС) «Жигулевская» 110/35/6 кВ с трансформаторной мощностью 2х25000кВА, год ввода в эксплуатацию 01.01.1950. ЛЭП - 6кВ до ТП-6/0,4 кВ выполняется воздушной линией длиной 4 км проводом АС-50.

Электроприемники операционных, родильных блоков, интенсивной терапии и реанимации, эвакуационное освещение, станции скорой и неотложной медицинской помощи больницы относятся к потребителям 1 категории, которые запитываются через щиты гарантированного питания (ЩГП).

При исчезновении рабочего напряжения, щиты ЩГП питаются от дизельной электростанции, которая включается автоматически.

В существующей КТП установлен один трансформатор марки ТМГ-250/6 кВ с естественным масляным охлаждением.

Учет электроэнергии осуществляется при помощи счетчика ПСЧ-4ТМ. На базе данного электросчетчика организована работа АСКУЭ по каналам GSM связи.

Резервным источником является дизель-генератор мощностью 200 кВт который находится неподалеку от ТП в специальном пристроенном помещении.

Магистральные электрические сети к корпусам и распределительным пунктам выполнены кабелем марки АПВ, прокладываемым под землей.

Все электроприемники учреждения относятся ко 2-му уровню системы электроснабжения – питание 0,4 кВ от ТП 6/0,4.

Питающая трансформаторная подстанция находится на балансе в филиале «Самарские распределительные сети», подразделение «Жигулевское ПО».

Существующая схема внешнего электроснабжения больницы изображена на рисунке 1.2.

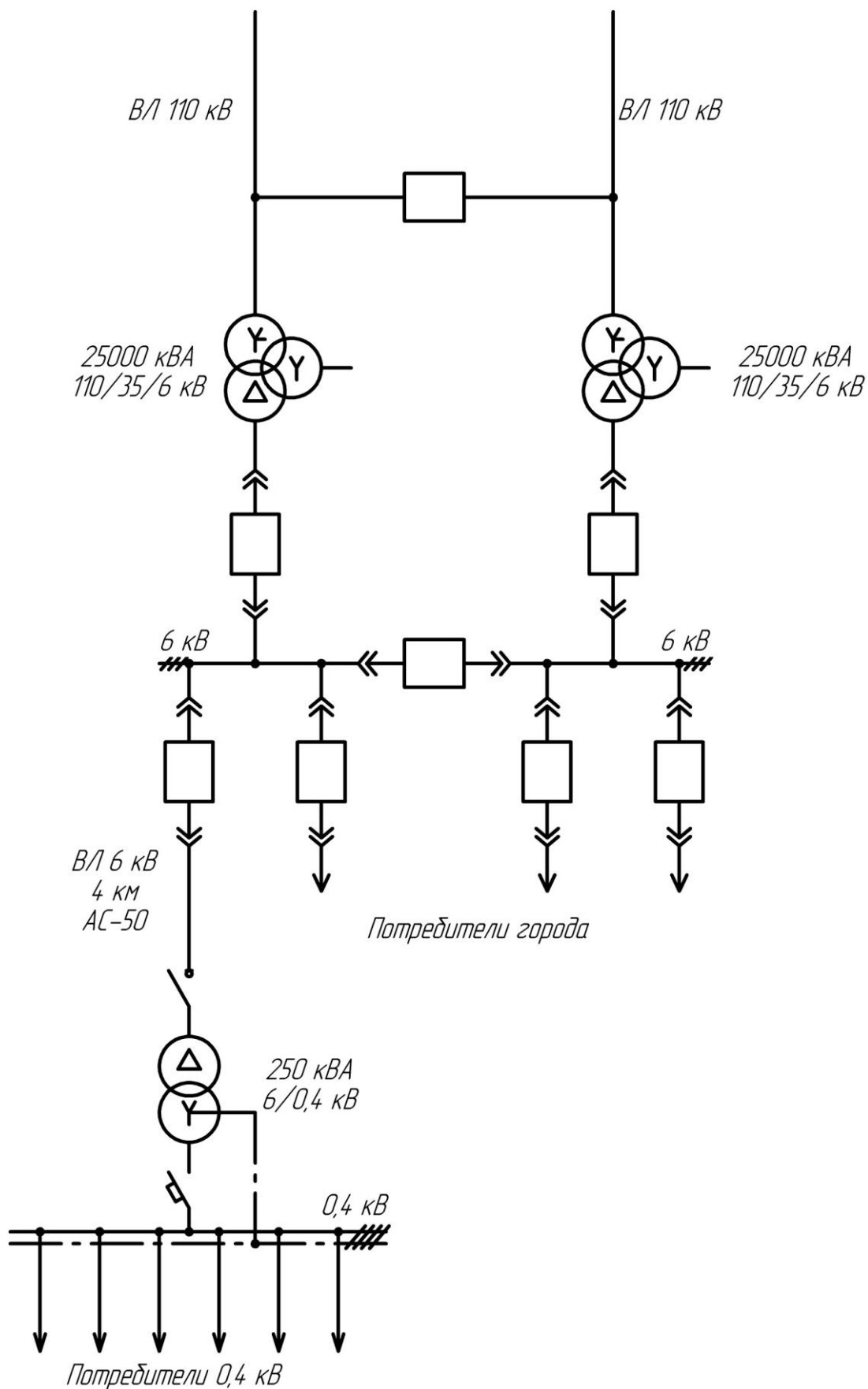


Рисунок 1.2 – Существующая схема внешнего электроснабжения больницы

2 Расчет электрических нагрузок больницы

Расчет электрических нагрузок больницы определяется по методу упорядоченных диаграмм [19] по известным паспортным данным всех электроприемников, их режимов работы.

Порядок определения расчетных нагрузок больницы приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Порядок определения расчетных нагрузок больницы

Определяемая величина	Расчетные формулы
Средняя нагрузка ЭП больницы	$P_{ci} = K_{ui} \cdot \sum P_{номi}$ $Q_{ci} = P_{ci} \cdot \operatorname{tg} \varphi$
Средняя нагрузка для группы ЭП больницы	$P_{cp\Sigma} = \sum_k P_{cpi}$ $Q_{cp\Sigma} = \sum_k Q_{cpi}$
Коэффициент использования для группы ЭП больницы	$K_{иср} = \frac{P_{cp\Sigma}}{\sum P_{ном}}$
Эффективное число ЭП	$n_{\text{э}} = \frac{2 \cdot \sum P_{ном}}{P_{н\max}}$
Расчетная нагрузка освещения	$P_{p.o.} = P_{н.o.} \cdot K_{c.o.}$
Расчетные нагрузки	$P_p = K_m \cdot P_{c\Sigma},$ $Q_p = K_b \cdot Q_{c\Sigma}$ $S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ $I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}$

Расчет электрических нагрузок больницы приведен в таблице 2.2.

Расчетная полная мощность больницы составила

$$P_{p\Sigma} = 435,8 \text{ кВт}; \quad Q_{p\Sigma} = 176,4 \text{ квар}; \quad S_{p\Sigma} = 472,2 \text{ кВА.}$$

Таблица 2.2 – Расчет электрических нагрузок учреждения напряжением до 1кВ

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприемников	n	$P_{ном}, кВВ100\%$		m	$K_{И}$	$\cos\phi/tg\phi$	$P_c,$ кВт	$Q_c,$ квар	$n_{Э}$	K_M	$P_p,$ кВт	$Q_p,$ квар	$S_p,$ кВА	I_p, A
			$P_{ном},$ кВт	$P_{ном\Sigma},$ кВт											
1	Поликлиника	<u>1 группа</u>													
	Комплекс рентгеновский диагностический	1	50	50		0,7	0,8/0,75	35	26,25						
	Флюороустановка	1	24	24		0,7	0,8/0,75	16,8	12,6						
	Маммограф	1	6,6	6,6		0,7	0,8/0,75	4,62	3,46						
	Автоклав	1	6	6		0,6	0,98/0,2	3,6	0,72						
	Дистиллятор	1	3,6	3,6		0,6	0,95/0,33	2,16	0,7						
	Электрокардиограф	2	0,22	0,44		0,6	0,85/0,62	0,26	0,16						
	Установка стоматологическая	2	0,9	1,8		0,4	0,85/0,62	0,72	0,45						
	Бактерицидные облучатели	3	0,15	0,45		0,5	0,9/0,48	0,22	0,1						
	Стерилизаторы	7	1	7		0,6	0,98/0,2	4,2	0,84						
	Негатоскоп	9	0,03	0,14		0,2	0,5/1,73	0,03	0,05						
	Шкаф вытяжной физиотерапевтический	2	4,5	9		0,2	0,5/1,73	1,8	3,1						

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Кол во ЭП	Установленная мощность, $P_{ном}$ (ПВ 100%)		m	$K_{и}$	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n_3	K_M	Расчетные нагрузки			I_p , А
			$P_{ном}$, кВт	$P_{номΣ}$, кВт				P_c , кВт	Q_c , квар			P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВ·А	
	Шкаф сушильный	2	1,45	2,9		0,8	0,9/0,48	2,32	1,1						
	Шкаф вытяжной	2	3	6		0,2	0,5/1,73	1,2	2						
	Рукоосушитель	5	1,6	8		0,8	0,92/0,43	6,4	2,75						
	Стол лабораторный	1	4	4		0,8	0,92/0,43	3,2	1,37						
	Холодильники	3	0,15	0,45		0,7	0,8/0,75	0,31	0,23						
	Двигатели вентиляции	8	0,37	2,96		0,8	0,8/0,75	2,37	1,7						
	Итого по оборудованию	51	0,03-50	133,34	>3	0,6	0,8/0,75	113,2	70,46	7	1,33	156,2	77,5	154,9	220,9
	Осветительная нагрузка 1 этажа						0,96/0,29					9,36	2,69	9,73	14,1
	Осветительная нагрузка 2 этажа						0,96/0,29					9,28	2,7	9,66	14
	Итого по корпусу	206	0,03-50	164,54	>3	0,6	0,8/0,73	113,2	70,46	7	1,33	156,2	77,5	174,3	249,8

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Кол во ЭП	Установленная мощность, P _{ном} (ПВ 100%)		m	K _н	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n,	K _м	Расчетные нагрузки			I _р , А
			P _{ном} , кВт	P _{номΣ} , кВт				P _р , кВт	Q _р , квар			S _р , кВт·А			
2 группа															
2	Пищеблок	13	4,6	60	>3	0,6	0,98/0,33	36	11,9	13	1,2	43,2	11,9	44,8	64,9
3	Столовая	10	0,3	3	>3	0,6	0,85/0,62	1,8	1,1	10	1,26	2,26	1,22	2,56	3,7
4	Молочная кухня	14	6,4	90	>3	0,6	0,98/0,33	54	17,8	14	1,2	64,8	17,8	67,2	97,4
5	Овощехранилище	6	0,3	2	>3	0,2	0,5/1,73	0,4	0,69	6	2,24	0,9	0,75	1,17	1,69
6	Котельная	11	3	33	>3	0,8	0,8/0,75	26,4	19,8	11	1,07	28,3	19,8	34,5	50
7	Пропускной пункт	2	1,8	3,6	>3	0,6	0,85/0,62	2,16	1,33	2	1,07	2,16	1,46	2,6	3,7
Итого по 2 группе															221,4
3 группа															
8	Инфекционный корпус	10	0,7	7	>3	0,6	0,95/0,33	4,2	1,38	10	1,26	5,29	1,5	5,5	7,97
9	Лечебный корпус №2	12	1,6	20	>3	0,6	0,95/0,33	12	3,96	12	1,23	14,76	3,96	15,3	22,1

Продолжение таблицы 2.2

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Кол во ЭП	Установленна я мощность, P _{ном} (ПВ 100%)		m	K _н	cosφ/tgφ	Средние нагрузки		n _с	K _м	Расчетные нагрузки			I _р , А
			P _{ном} , кВт	P _{номΣ} , кВт				P _с , кВт	Q _с , квар			P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВ·А	
10	Прачечная	5	1,5	6	>3	0,65	0,8/0,75	3,9	2,92	5	1,41	5,5	3,2	6,36	15,3
11	Автоклав	3	12,2	36,6	>3	0,6	0,98/0,2	21,9	4,38	3	1,07	21,9	4,8	22,4	6,36
12	Склад №1	6	0,25	1,5	>3	0,2	0,5/1,73	0,3	0,5	6	2,24	0,67	0,55	0,86	22,4
13	Склад №2	4	0,25	1	>3	0,2	0,5/1,73	0,2	0,3	4	2,64	0,5	0,33	0,6	0,86
14	Гараж	4	2	8	>3	0,2	0,5/1,73	1,6	2,76	4	2,64	4,2	3	5,1	7,4
Итого по 3 группе															81,2
<u>4 группа</u>															
15	Лечебный корпус №1	42	2,5	107,3	>3	0,6	0,95/0,33	64,38	21,2	42	1,1	70,8	21,2	73,9	107,1
Итого по 4 группе															107,1
<u>5 группа</u>															
16	Лечебный корпус №1	42	2,5	107,3	>3	0,6	0,95/0,33	64,38	21,2	42	1,1	70,8	21,2	73,9	15,6

Продолжение таблицы 2.2

№ П	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Кол во ЭП	Установленная мощность, $P_{ном}$ (ПВ 100%)		m	K_n	$\cos\varphi/tg\varphi$	Средние нагрузки		n,	K_m	Расчетные нагрузки			I_p, A
			$P_{ном}, кВт$	$P_{ном\Sigma}, кВт$				$P_c, кВт$	$Q_c, квар$			$P_p, кВт$	$Q_p, квар$	$S_p, кВ\cdot A$	
Итого по 5 группе														15,6	
<u>6 группа</u>															
17	Освещение территории	30	0,2	6	>3	0,6	0,91/0,46	3,6	1,5	30	1,13	4	1,5	4,3	6,2

3 Светотехнический расчет больницы

В настоящее время отмечаются значительные достижения в области светотехники [13, 14, 18, 23].

Во-первых, появились новые светодиодные и компактные люминесцентные источники света с электронным пускорегулирующим устройством, которые существенно повысили энергосбережение и снизили материалоемкость осветительных приборов. Потребление электроэнергии таких ламп в 3 - 4 раза ниже, чем у ламп накаливания той же мощности. Световая отдача таких ламп в пределе достигает 130 лм/Вт, срок службы – до 60 тыс.ч.

Во-вторых, компьютеризация в области светотехники приобрела большой размах. Применение информационных технологий, в том числе компьютерной графики для вероятностного проектирования осветительных установок, позволило управлять работой светильников, моделировать осветительные приборы и визуализировать расчеты световых полей освещаемых помещений [20].

О масштабах современной светотехники можно судить по следующему: на освещение ежегодно расходуется примерно 13 % вырабатываемой электроэнергии, примерно 220 млрд.кВт·ч.

3.1 Расчет уличного освещения территории больницы

Для освещения территории больницы принимаем стандартные световые опоры с высотой подвеса 6 м, расстояние между опорами принимаем равным 30м, тогда:

$$N = \frac{L}{\Delta l_{опор}} = \frac{920}{30} = 30,6 \approx 30шт, \quad (3.1)$$

где L – суммарная длина дорог и периметра двора, м;

$\Delta l_{опор}$ – расстояние между опорами принимается равным 30 – 40 м;

N – количество опор, принимаем равным 30 шт;

Мощность лампы равна:

$$P_{ул.} = \frac{P_{осв.ул.}}{N} = \frac{3800}{30} = 126,6 \text{ Вт} , \quad (3.2)$$

Мощность лампы округляем до стандартного значения и принимаем светильники ЖКУ 25-150-001 с лампами типа ДнаЗ «REFLUX»-125 Вт с $P_{лампы} = 125$ Вт, КПД-90%, $\cos \varphi = 0,65$ [18].

С учетом этого мощность уличного освещения будет равна:

$$P_{осв ул.} = P_{лампы} \cdot N \cdot K_{ПРА} = 0,126 \cdot 1,15 \cdot 30 = 4,3125 \text{ кВт} \quad (3.3)$$

где $K_{ПРА}$ – коэффициент пускорегулирующей аппаратуры;

$P_{лампы}$ – мощность лампы.

Для освещения площадей светильник устанавливается на Г- образных кронштейнах опор под углом от 0 до 20 градусов к горизонту.

Питание уличного освещения принято от панели уличного освещения, устанавливаемой в подстанции. Управление уличным освещением - автоматическое с помощью фотореле.

3.2 Расчет освещения помещений поликлиники

Расчет освещения производится методом коэффициента использования светового потока в соответствии с нормами СНиП [2,3] и требованиями [1, 13, 15, 19].

Мощность освещения определяется следующим образом:

$$P_{OCB} = K_{II} N P_{CB}. \quad (3.6)$$

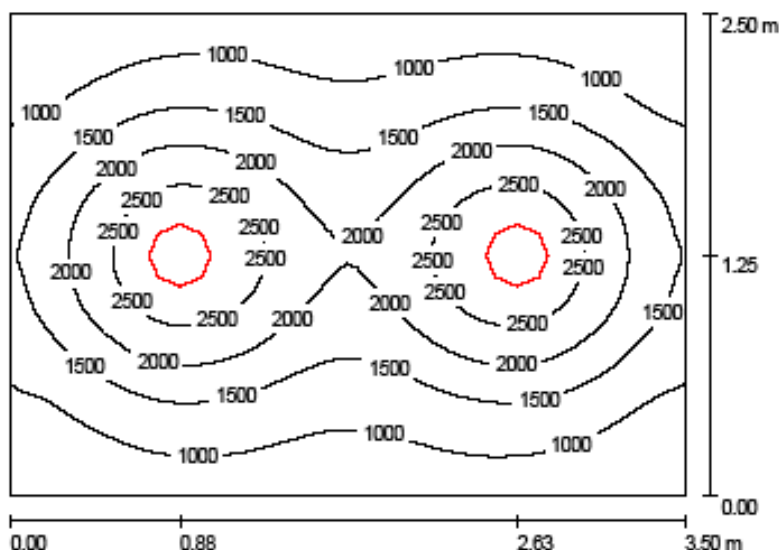
Расчёт освещения поликлиники производим при помощи ЭВМ с установленным программным продуктом DIALux4.7 Light. Для освещения помещений поликлиники выбираем светильники компании «Световые технологии» [13], которые устанавливаются в зависимости от класса помещений. Светильники общего освещения, размещаемые на потолках, должны иметь степень защиты не менее IP20 [5].

Общее освещение помещений следует выполнять люминесцентными лампами. Взамен ламп накаливания предполагается установка энергосберегающих ламп для местного освещения помещений.

Результаты расчетов сведены на рисунках 3.1 и 3.2.

Оператор
Телефон
Факс
Электронная почта

Кабинеты врачей / Резюме



Высота помещения: 2.800 м, Монтажная высота: 2.400 м,
Коэффициент эксплуатации: 0.67

Значения в Lux, Масштаб 1:33

Поверхность	ρ [%]	E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}
Рабочая плоскость	/	1571	653	2959	0.416
Полы	20	1241	848	1561	0.683
Потолок	70	329	267	366	0.813
Стенки (4)	78	547	280	1156	/

Рабочая плоскость:		UGR	Вдоль-	Поперек	К оси светильников
Высота:	0.850 м	Левая стенка	22	22	
Растр:	64 x 64 Точки	Нижняя стенка	22	22	
Краевая зона:	0.000 м	(CIE, SHR = 0.25.)			

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ [lm]	P [W]
1	2	LIGHTINGTECHNOLOGIES HBM 150 (1.000)	13500	150.0
			Всего: 27000	300.0

Удельная подсоединенная мощность: $34.29 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Поверхность основания: 8.75 m^2)

Рисунок 3.1 – Расчет освещения кабинетов врачей

4 Выбор ТП 6/0,4 кВ больницы

Количество трансформаторов подстанции зависит от категории электроприемников по надежности электроснабжения [1].

Однотрансформаторные подстанции применяют для питания потребителей 3-й и иногда 2-й и при наличии небольших до (15...20%) нагрузок 1-й категории при условии резервирования их питания по связям на вторичном напряжении между соседними подстанциями [19]. При преобладании нагрузок 2-й категории и наличии нагрузок 1-й категории и взаимном резервировании по связям вторичного напряжения коэффициент загрузки $K_3 = 0,7 \dots 0,8$ [19].

Первую категорию надежности обеспечивает резервный источник на базе генераторной установки .

Исходными данными для выбора ТП являются:

$$P_{p\Sigma} = 435,8 \text{ кВт}; \quad Q_{p\Sigma} = 176,4 \text{ квар}; \quad S_{p\Sigma} = 472,2 \text{ кВА}.$$

Выбираем мощность трансформаторов подстанции:

$$S_{p.T} = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot N_T} = \frac{435,8}{0,7 \cdot 2} = 311,3 \text{ кВА} \quad (4.1)$$

где K_3 - коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме работы;

N_T - число трансформаторов на подстанции.

Выбираем ТП с трансформаторами типа ТМ- 400/6/0,4 [16]:

$$P_{xx} = 0,9 \text{ кВт}; \quad P_{кз} = 5,5 \text{ кВт}; \quad K_3 = 0,7; \quad U_{кз} = 4,5\%; \quad S_H = 400 \text{ кВА}; \quad i_O = 1,7\%;$$

Выбор ТП 6/0,4 кВ больницы по литературе [19] приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Выбор ТП 6/0,4 кВ больницы

Расчетный параметр		Значение
1		2
	$\Delta P_T = N_T \cdot (P_{xx} + K_3^2 \cdot P_{кз})$	7,19 кВт
	$\Delta Q_T = N_T \cdot (i_o + K_3^2 \cdot U_{кз}) \cdot \frac{S_H}{100}$	31,24 квар
	$P_p = P_{p\Sigma} + \Delta P_T$	442,9 кВт
	$Q_p = Q_{p\Sigma} + \Delta Q_T$	207,64 квар
	$Q_{\min} = 50\% \cdot Q_p$	103,8 квар
	$Q'_{\text{эл}} = Q_p - 0.7 \cdot Q_{\text{сд}}$	207,64 квар
	$Q''_{\text{эл}} = \alpha \cdot P_p$	124,1 квар
	$Q_{\text{эл}}$	124,1 квар
	$Q'_{\text{э2}} = Q_{\min} + Q_{\kappa}$	103,8 квар
	$Q''_{\text{э2}} = Q_{\min} - Q_{\text{КД}} = Q_{\min} - (Q_p - Q_{\text{эл}})$	20,28 квар
	$Q_{\text{ку. max}} = 1,1 \cdot Q_p - Q_{\text{эл}}$	352,5 квар
	$Q_{\text{ку. min}} = Q_{\min} - Q_{\text{э2}}$	0
Вариант 1 ТМ-400/6/0,4 кВА	$N_T = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot S_{\text{ном}}}$	2
	$Q_{\text{эH}} = Q_{\text{эл}} - (Q_p - Q_{p\Sigma})$	92,86 квар
	$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{\text{н.Т}})^2 - P_{p\Sigma}^2}$	351,7 квар
	$Q_{\text{к.р}} = \alpha \cdot P_M \cdot (tg \alpha - tg \varphi_{\kappa})$	58,8 квар 2хКРМ 0,4 – 30
	$Q_{\text{КУ.б}} = Q_{\text{КУ. max}} - Q_{\text{КУ.н}}$	352,5 квар

Продолжение таблицы 4.1

	1	2
	$Z_{общие} = E \cdot (K_{ТП} + K_{КУ}) + C \cdot \Delta P_T$	115 тыс. руб.
Вариант 2 ТМ-630/6/0,4 кВА	$N_T = \frac{P_{p\Sigma}}{K_3 \cdot S_{ном}}$	1
	$Q_{эп} = Q_{эл} - (Q_p - Q_{p\Sigma})$	92,86 квар
	$Q_T = \sqrt{(N_T \cdot K_3 \cdot S_{н.Т})^2 - P_{p\Sigma}^2}$	67,5 квар
	$Q_{к.р} = \alpha \cdot P_M \cdot (tg \alpha - tg \varphi_K)$	108,8 квар КРМ 0,4 – 100
	$Q_{КУ.в} = Q_{КУ.маx} - Q_{КУ.н.}$	243,6 квар
	$Z_{общие} = E \cdot (K_{ТП} + K_{КУ}) + C \cdot \Delta P_T$	128,3 тыс. руб.

Выбираем два трансформатора марки ТМГ мощностью 400 кВА с учетом резервного питания нагрузки 1 категории учреждения по 0,4 кВ от ДГТ.

Принимаем к установке комплектную трансформаторную подстанцию киоскового типа 2хКТПК-АТ-400/6/0,4-У1 производства ЗАО ГК «Автоматика» г.Тула [25].

Внешний вид подстанции представлен на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Внешний вид подстанции

Технические данные КТП сведены в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 - Технические данные КТПК-АТ

Наименование параметра	Параметр
1	2
Тип подстанции	Тупиковая
Номинальное напряжение высокой стороны, кВ	10; 6
Мощность силового трансформатора, кВА	400
Выполнение ввода (вывода): — на стороне ВН — на стороне НН	ВЛ КЛ
Сторона ВН	
Предохранитель, плавкая вставка	ПКТ-102-10УЗ
Коммутационный аппарат	ВНА 10/630
Тип камеры КСО	КСО 393АТ
Ток термической стойкости на стороне ВН в течении 1с, кА	20
Ток динамической стойкости, кА	51
Сторона НН	

Продолжение таблицы 4.2

1	2
Тип панели РУ	ЩО70-3АТ-03 УЗ
Тип коммутирующего защитного аппарата (ток расцепления)	ВА-TS800 ($I_p = 681,3 \text{ A}$)
Трансформатор тока	T-0,66
Учет электроэнергии	ПСЧ-4ТМ
Ток термической стойкости на стороне НН в течении 1с, кА	50
Ток электродинамической стойкости на стороне НН, кА	50
Блок управления уличным освещением	фотореле

Типы выключателей представлены на отходящих линиях в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Типы выключателей на отходящих линиях

Наименование потребителя	S_p , кВА.	I_p , А	Тип выключателя	$I_{ном}$, А
Поликлиника	174,3	249,8	ВА-TS400	300
Молочная кухня и др.	152,8	221,4	ВА-TS250	250
Лечебный корпус №1 и др.	56,12	81,2	ВА-TS160	100
Лечебный корпус №1	73,9	107,1	ВА-TS160	125
Лаборатория	10,76	15,6	ВА-TD100	25
Освещение территории	4,3	6,2	ВА-TD100	16

5 Предварительный выбор электрических аппаратов и проводников системы электроснабжения больницы

5.1 Предварительный выбор электрических аппаратов системы электроснабжения здания поликлиники

1. Вводно-распределительного устройство 0,4 кВ

Электропитание подводится к зданию поликлиники двумя кабелями 0,4кВ от КТП и кабелем 0,4 кВ от ДГУ. Кабель 0,4кВ заводится по опорным конструкциям в цокольный этаж здания в электротехническое помещение.

В электрощитовой цокольного этажа здания установлено вводно-распределительное устройство серии ВРУ1-1АТ.

Используя расчётный ток (таблица 2.1) здания поликлиники $I_p = 249,8$ А, выбираем ВРУ-1АТ-12-10УХЛ4 с устройством АВР на номинальный ток $I_n = 250$ А [16]. Внешний вид ВРУ-1АТ-12-10УХЛ4 представлен на рисунке 5.1.

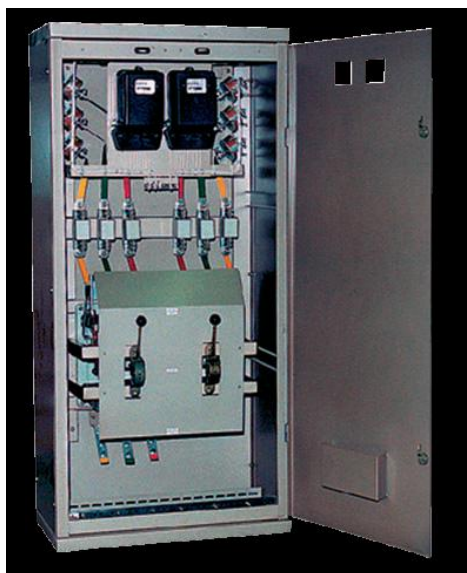


Рисунок 5.1 - Внешний вид ВРУ-1АТ-12-10УХЛ4

Область применения ВРУ-1АТ: жилые, общественные здания и сооружения; административные и бытовые здания.

Технические характеристики ВРУ приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Технические характеристики ВРУ

Наименование параметра	Параметр
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Номинальное напряжение изоляции, В	660
Номинальный ток устройства, А:	100; 250; 400
$I_{номВА}$, А	100; 250
I_K , кА	< 20
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	УХЛ4
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP31
Вид системы заземления	TN-C (TN-S; TN-C-S)

2. Распределительные щиты здания поликлиники 0,4 кВ

Для распределения электричества по этажам поликлиники на каждом этаже устанавливаем по щиту освещения (ЩО) и щиту силовому (ЩС). Выбираем панель распределительного щита марки ЩР-АТ [16]. Внешний вид ЩР-АТ представлен на рисунке 5.2.



Рисунок 5.2 - Внешний вид ЩР-АТ

Технические характеристики ЩР-АТ приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Технические характеристики ЩР-АТ

Наименование параметра	Параметр
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная частота, Гц	50
Номинальные токи вводных аппаратов, А	до 250
$I_{номВА}$, А	10;16;20;63
Наименование параметра	Параметр
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP31
Вид системы заземления	TN-C (TN-S; TN-C-S)

Для подключения потребителей электрической энергии первой группы, согласно требованиям ГОСТ 50571.28 к сети напряжением 220В 50Гц в физиотерапевтических кабинетах, родильных отделениях, процедурных, рентгеноскопических, терапевтических, травматологических кабинетах и иных помещениях применяется электрощит ЭЩР-Ф-6Т [5].

Внешний вид ЭЩР-Ф-6Т изображен на рисунке 5.3.



Рисунок 5.3 - Внешний вид ЭЩР-Ф-6Т

Технические характеристики ЭЩР-Ф-3 приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Технические характеристики ЭЩР-Ф-3

Наименование параметра	Параметр
Номинальное напряжение, В	380
Номинальная частота, Гц	50
$I_{номВА}, А$	до 250
Номинальные токи вводных аппаратов, А	до 250
Степень защиты по ГОСТ 14254	IP54
Вид системы заземления	TN-C-S

5.2 Расчет сечения питающих линий больницы

В работе для электроснабжения больницы выбрана радиально-магистральная схема.

Выберем марку и сечение кабелей от РУ 0,4 кВ подстанции до ВРУ электроприемника. Алгоритм выбора в соответствии с требованиями [11] следующий.

1. Рассчитываем значение тока:

$$I_{P.K.} = \frac{S_{P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_H} \quad (5.1)$$

$$I_{P.Kл.} = \frac{S_{P.K.}}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{174,3}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 249,8 А.$$

2. Проверка по длительно допустимому току

$$I_{P.K.} \leq I_{доп} \cdot \quad (5.2)$$

Выбираем кабель типа ААБл (4×150) с $I_{доп.} = 281$ А, $R_{уд.} = 0,256$ Ом/км, $X_{уд.} = 0,063$ Ом/км, $L_{л.} = 0,08$ км [11].

Проверка по условию:

$$249,8 \leq 281.$$

Условие (5.2) выполняется.

3. Проверка по допустимой потере напряжения в линии

$$\Delta U \leq \Delta U_{доп}$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_p \cdot L}{U_l} \cdot (R_{уд.} \cdot \cos \varphi + X_{уд.} \cdot \sin \varphi) \cdot 100. \quad (5.3)$$

Потеря напряжения:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot 249,8 \cdot 0,08}{380} \cdot (0,256 \cdot 0,8 + 0,063 \cdot 0,65) \cdot 100 = 2,16\%$$

$$\Delta U_{доп} = 4 - 6\%$$

Проверка по условию:

$$2,16 \leq 4 - 6 \%$$

Условие (5.3) выполняется.

Расчетные данные по сечению кабелей приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 - Расчетные данные по сечению кабелей

Наименование потребителя	I_p , А	Марка провода	$S_{\text{каб}}$ мм ²	$I_{\text{ном}}$, А	$R_{\text{уд}}$, Ом	$X_{\text{уд}}$, Ом	$\Delta U_{\text{л}}$, %	$L_{\text{л}}$, км
Поликлиника	249,8	ААБл -10	4×150	281	0,256	0,064	2,16	0,08
Молочная кухня и др.	221,4	ААБл -10	4×120	245	0,477	0,061	2,12	0,25
Лечебный корпус №1 и др.	81,2	ААБл -10	4×25	102	0,278	0,06	2,28	0,24
Лечебный корпус №1	107,1	ААБл -10	4×35	126	1,335	0,066	1,76	0,04
Лаборатория	15,6	ААБл -10	4×6	45	0,952	0,064	2,76	0,06
Освещение территории	6,2	СиП	3×4	25	2,08	0,067	2,89	0,92

Аналогичным путем рассчитаем питающую от сеть ВРУ до мощных электроприемников здания поликлиники.

Из расчетов видно, что наиболее мощным электроприемником в здании поликлиники является рентгенодиагностический комплекс, к которому согласно ПУЭ необходимо проложить самостоятельную питающую линию от ВРУ здания до щита управления комплексом.

Расчетные данные по сечению кабеля приведены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Расчётные данные по сечению кабелей

Наименование потребителя	I_p , А	Марка провода	$S_{\text{каб}}$ мм ²	$I_{\text{ном}}$, А	$R_{\text{уд}}$, Ом	$X_{\text{уд}}$, Ом	$\Delta U_{\text{л}}$, %	$L_{\text{л}}$, км
Рентген диагностический	76,8	ВВГнг- LS-1	4×16	100	0,32	0,064	2,73	0,01

6 Расчет токов короткого замыкания

Расчеты выполнены в соответствии с требованиями [9].

На рисунках 6.1 и 6.2 представлены расчетная схема и схема замещения.

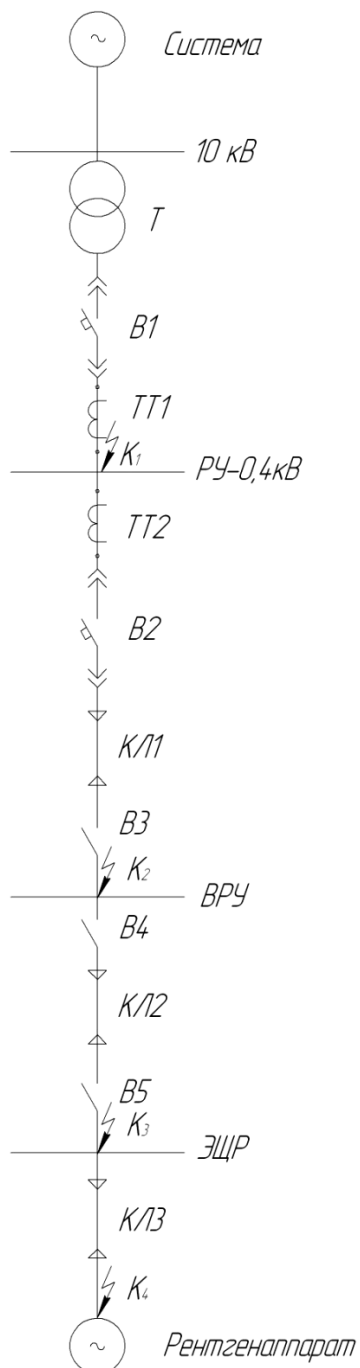


Рисунок 6.1 - Расчетная схема

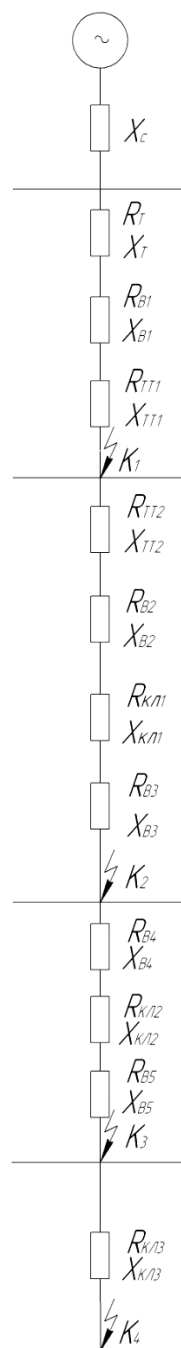


Рисунок 6.2 - Схема замещения

Параметры расчетной схемы сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Параметры расчетной схемы

Система	$100 \text{ мВА}, 6 \text{ кВ}$
Трансформатор Т	$400 \text{ кВА}, 6 / 0,4 \text{ кВ},$ $U_K = 5,5 \%$
ВА-1	$I_H = 800 \text{ А}$
Трансформатор тока ТТ1	$K_{ТТ} = 1000/5$
Трансформатор тока ТТ2	$K_{ТТ} = 400/5$
ВА-2	$I_H = 400 \text{ А}$
КЛ1 6 кВ ААБл(4×150)	$l = 80 \text{ м}$ $R_{окл} = 0,256 \text{ мОм/м},$ $X_{окл} = 0,063 \text{ мОм/м}$
ВА-3	$I_H = 250 \text{ А}$
ВА-4	$I_H = 80 \text{ А}$
КЛ2 ВВГнг-LS-1(4×16)	$l = 10 \text{ м},$ $R_{окл} = 0,32 \text{ мОм/м},$ $X_{окл} = 0,064 \text{ мОм/м}$
ВА-5	$I_H = 80 \text{ А}$
КЛ3 ВВГнг-LS-1(4×16)	$l = 10 \text{ м},$ $R_{окл} = 0,32 \text{ мОм/м},$ $X_{окл} = 0,064 \text{ мОм/м}$

Результаты расчетов токов КЗ сведены в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты расчета токов КЗ

№ точки КЗ	Место КЗ	Токи КЗ, кА		
		Дуговое КЗ $\Delta t > 0,05 \text{ с}$	Металлическое КЗ	Ударный ток КЗ
К1	РУНН КТП	10,4 9	15,5	35,2
К2	ВРУ	5,9 5,1	8,4	12,4
К3	ЭЦР	4,6 4,2	6,2	9
К4	Рентген аппарат	4 3,6	5,23	7,47

7 Проверка электрических аппаратов и электрических проводников

Проверка электрических аппаратов и электрических проводников выполнена по методикам [1, 15].

7.1 Автоматические выключатели

Результаты выбора автоматических выключателей КТП сведены в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 - Результаты выбора выключателей

Наименование потребителя	I_p, A	Тип ВА	I_n, A
Ввод 0,4 кВ	681,3	ВА-TS800	800
Поликлиника	249,8	ВА-TS400	300
Молочная кухня и др.	221,4	ВА-TS250	250
Лечебный корпус №2 и др.	81,2	ВА-TS160	100
Лечебный корпус №1	107,1	ВА-TS160	125
Лаборатория	15,6	ВА-TD100	25
Освещение территории	6,2	ВА-TD100	16

Результаты выбора в распределительных устройствах автоматических выключателей представлены в таблице 7.2.

Таблица.7.2 – Выбор автоматических выключателей

РП	I_p, A	I_n, A	Тип ВА
ВРУ	249,8	250	ВА- TS250

Результаты выбора автоматических выключателей в ЩР представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Выбор автоматических выключателей

ЩО	I_p, A	I_n, A	Тип ВА
ЩО1	14,1	16	ВА- TD100
ЩО2	14	16	ВА- TD100
ЩС1	78,6	80	ВА- TD100
ЩС2	94,4	100	ВА- TD100

7.2 Трансформаторы тока ТП

Выбор измерительных трансформаторов тока ТП приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Выбор трансформатора тока ТП

Тип оборудования	Проверяемые параметры	Расчетное значение	Паспортное значение
Трансформатор тока Т-0,66-1000	$U_{номС} \leq U_{ном}$	0,4 кВ	0,66 кВ
	$I_p \leq I_{ном}$	909,3 А	1000 А
	Номинальный вторичный ток	5 А	
	Класс точности	0,5/10Р	
	$i_{уд} \leq i_{дин}$	35,25 кА	374,8 кА
	$B_k \leq I_{тер}^2 \cdot t_T$	28,3 кА ² ·с	40 кА ² ·с
	$Z_2 \leq Z_{2ном}$	0,03 Ом	

Принимаем к установке трансформатор тока Т-0,66-1000/5 У3

7.3 Выбор сечения проводников по допустимому нагреву электрическим током

Для проверки кабелей по допустимому нагреву электрическим током составлена таблица 7.4.

Таблица 7.4 - Проверка кабелей по допустимому нагреву

Потребитель	I_p, A	$I_{доп}, A$	$I_p / K_{II}, A$	Марка провода	$I_{доп} \geq I_p / K_{II}$
Поликлиника	249,8	281	237,9	ААБл-10	281 > 237,9
Молочная кухня и др.	221,4	245	210,8	ААБл-10	245 > 210,8
Лечебный корпус № и др.	81,2	102	77,3	ААБл-10	102 > 77,3
Лечебный корпус №1	107,1	126	102	ААБл-10	126 > 102
Лаборатория	15,6	45	14,85	ААБл-10	45 > 14,85
Освещение территории	6,2	25	5,9	СиП	25 > 5,9

Все выбранные кабели удовлетворяют условию выбора проводников по допустимому нагреву электрическим током.

8 Выбор резервного источника питания

Потребители комплекса больницы по степени надежности электроснабжения в соответствии с требованиями [1, 5] отнесены к потребителям 2 категории. Электроприемники операционных, родильных блоков, интенсивной терапии и реанимации, эвакуационное освещение относятся к потребителям 1 категории, которые запитываются через щиты гарантированного питания ЩГП. При исчезновении рабочего напряжения происходит автоматический ввод резерва (АВР) щита ЩГП. Резервное питание в данном случае предполагается осуществлять при помощи альтернативного источника, в качестве которого используется генераторная установка.

Генераторная установка состоит из двигателя и генератора, соединенных между собой.

В качестве привода используется двигатель - бензиновый, дизельный. Принцип действия генераторной установки следующий:

- 1) в цилиндрах сгорает топливо, во время его сгорания преобразуется химическая энергия топлива в тепловую энергию газов-продуктов сгорания,
- 2) затем тепловая энергия газов кривошипно-шатунным механизмом преобразуется в механическую энергию вращающегося коленчатого вала дизеля,
- 3) вал соединен с ротором генератора, преобразующим механическую вращательную энергию ротора в электрическую энергию вырабатываемого тока.

Выбираем дизельную электростанцию ДЭС, т.к. все без исключения электростанции промышленного и полупромышленного класса – дизельные [17], и среди них – лишь самые маломощные выпускаются с воздушным охлаждением. Все остальные – дизельные генераторы с жидкостным охлаждением, которые могут работать без перерыва.

Для ДГУ выбираем дизельный двигатель с жидкостным охлаждением с числом оборотов 1500 об/мин, генератор - инверторного типа.

Чтобы определить, какую номинальную и максимальную мощность должен иметь генератор, необходимо определить суммарную мощность потребителей электрической энергии, которые будут или могут эксплуатироваться одновременно.

$$P_{max} = P_{эд.} + P_{нагрев.} + P_{осв.} + P_{др.}, \quad (8.1)$$

где $P_{эд.}$ - мощность, потребляемая электродвигателями различных устройств;

$P_{нагрев.}$ - мощность, потребляемая устройствами электронагрева;

$P_{осв.}$ - мощность, потребляемая устройствами освещения;

$P_{др.}$ - мощность, потребляемая другими устройствами.

Планируется, при аварийном питании от резервного источника производится автоматический сброс нагрузок 3 категории. В зданиях от сети питания отключаются осветительная нагрузка и часть розеточной цепи.

Питание от резервного источника получают нагрузки 1 категории надежности [1,5].

Как правило, при расчетах ДГУ учитывают суммарные активные нагрузки. Режимы потребления корпусов с итоговой мощностью приведены в таблице 8.1.

Запас мощности генератора

$$P_{зан} = P_{\Sigma} \cdot 30\% = 157,7 \cdot 30\% = 47,3 \text{ кВт}, \quad (8.2)$$

мощность генератора

$$P_{генер.} = P_{\Sigma} + P_{зан.} = 157,7 + 47,3 = 205 \text{ кВт} \quad (8.3)$$

Таблица 8.1 – Режимы потребления мощности корпусами.

Корпуса нуждающиеся в резервном питании	Нагрузка в рабочем режиме	Нагрузка в аварийном режиме
	$P_{\text{раб. кВт}}$	$P_{\text{авр. кВт}}$
Поликлиника	164,54	73,8
Лечебный корпус №1	20	15,6
Лечебный корпус №2	107,3	68,3
Итого по корпусам P_{Σ}	291,84	157,7

Примем установку с генератором мощностью не менее 205 кВт.

Предпочтение отдаем 3-х фазному генератору в виду того, что в помещениях здания присутствуют 3-х фазные нагрузки в виде асинхронных двигателей вентиляции (см. таблицу 2.1).

Дизельные электростанции могут оборудоваться системами автоматического запуска в случае внезапного отключения стационарного источника питания [17]. Эти системы необходимы, если не предусмотрено постоянное пребывание кого-либо, кто мог бы запустить электростанцию. Такая система самостоятельно запустит электростанцию в случае отсутствия напряжения в сети в течение расчетного промежутка времени (обычно 0,5-1,0 минуты). Эта же система отключит электростанцию, как только восстановится централизованная подача электроэнергии. Системы автоматического запуска решает вопросы надежности электроснабжения, но, конечно, удорожает оборудование и, кроме того, требует периодического опробования для поддержания в постоянной готовности.

При ручном запуске электростанции требуется установка на электрическом вводе в здание так называемого перекидного рубильника, имеющего два независимых положения: "от сети" и "от ДЭС" с механической блокировкой, препятствующей одновременному включению обоих источников энергии.

Предпочтение отдаем генераторной установке с автоматическим запуском дизеля. Такой выбор существенно увеличивает скорость переключения источников между собой, чем ручной пуск.

Полученные результаты выбора ДГУ сведены в таблицу 8.2.

Таблиц 8.2 - Технические данные ДГУ

№	Наименование параметра	Параметр
1	Тип двигателя установки	Дизельный агрегат
2	Число оборотов двигателя об/мин.	1500
3	Тип генератора	инвенторный
4	Мощность генератора кВт	≥ 205
5	Количество фаз генератора	3
6	Система запуска установки	автоматическая

Свой выбор останавливаем на установках зарубежной компании GESAN (Испания), так как агрегаты этой компании пользуются огромным спросом среди источников резервного питания, в виду их высокой производительности и экономичности [21].

По известным параметрам (см.таблицу 8.2) выбираем установку фирмы GESAN мощностью 220кВт.

Технические характеристики ДГУ приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Технические характеристики ДГУ GESAN

Параметры	Оборудование
1	2
Тип двигателя	Cummins TAD734GE
Мощность двигателя, кВт	250
Число оборотов двигателя об/мин.	1500
Тип генератора	Maraton Electric 432CSL6212
Номинальная мощность генератора, кВт/кВА	220/250

Продолжение таблицы 8.3

1	2
Напряжение генератора, В	220/380
Масса сухого дизель-генератора, кг	1500
Габариты дизель-генератора, (Д*Ш*В) м	2,90*1,30*1,68
Тип соединения обмоток генератора	Звезда с выведенным нулем

Внешний вид ДГУ изображен на рисунке 8.1.

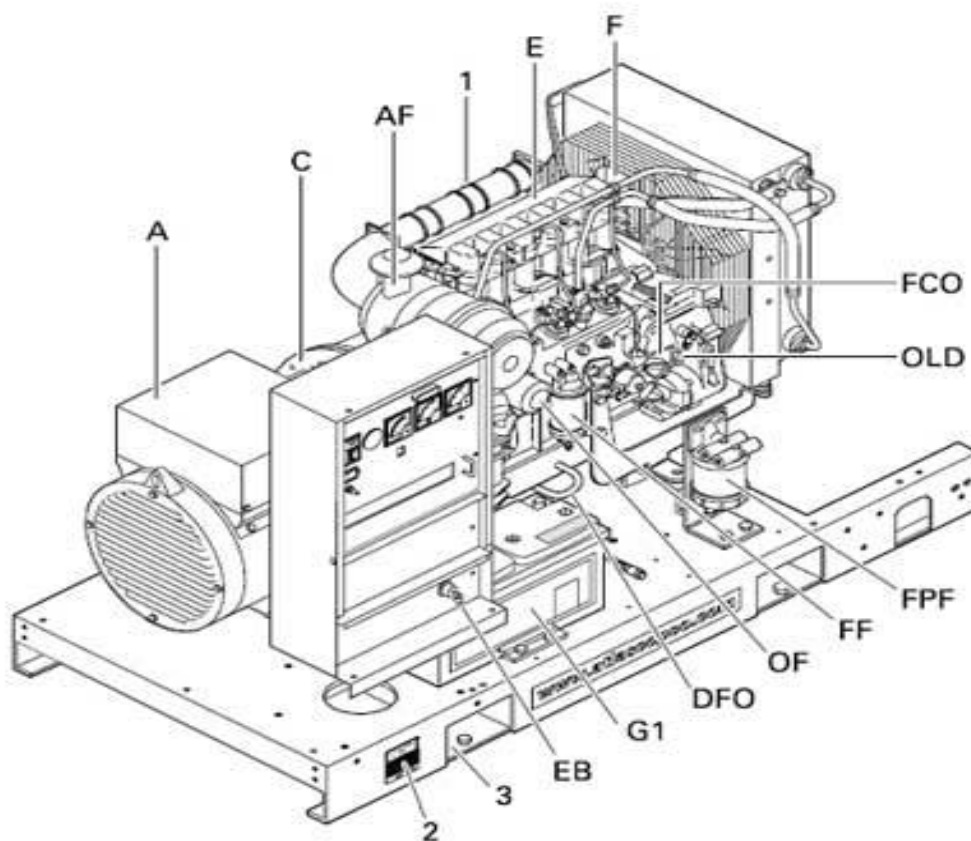


Рисунок 8.1 - Внешний вид ДГУ GESAN

На рисунке 8.1 обозначены:

- 1 - Выхлопная труба двигателя
- 2 - Идентификационная табличка
- 3 - Отверстие для вилочного погрузчика
- A - Генератор переменного тока

AF - Воздушный фильтр

C - Муфта

DFO - Дренаж для слива масла из двигателя

E - Двигатель

EB - Кнопка аварийного останова

F - Вентилятор

FCO - Колпачок заливной горловины масляной системы двигателя

FF - Топливный фильтр

FPF - Фильтр грубой очистки

G1 - Аккумуляторная батарея

OF - Масляный фильтр

OLD - Щуп для измерения уровня масла в двигателе.

9 Расчет заземления ТП 6/0,4 кВ и ДГУ

9.1 Расчет заземления ТП 6/0,4 кВ

Расчет заземления ТП 6/0,4 кВ выполнен в соответствии с требованиями [1, 2, 5, 10].

Расчетные данные:

- а) удельное сопротивление грунта - $\rho = 65 \text{ Ом} \cdot \text{м}$,
- б) климатическая зона – III,
- в) вид – контур,
- г) заземлитель – уголок.

В соответствии с [1,10] сопротивление должно быть заземляющего устройства не более 4 Ом.

Удельное сопротивление грунта с учетом климатической зоны:

- 1) для вертикальных стержней заземления:

$$\rho_s = \rho K_c = 65 \cdot 1,6 = 104 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

- 2) для горизонтальных стержней заземления:

$$\rho_s = \rho K_c = 65 \cdot 2,25 = 146 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

где K_c - коэффициент сезонности, $K_c = 2,25$.

Сопротивление одного вертикального заземлителя:

$$R_s = 0,298 \rho_s = 0,298 \cdot 104 = 31 \text{ Ом}.$$

Число вертикальных заземлителей:

$$n_g = \frac{R_g}{\eta_g R_3} = \frac{31}{0,58 \cdot 4} = 14$$

Длина соединительной полосы:

$$l_z = 1,05 n_g a = 1,05 \cdot 10 \cdot 2,5 = 26,25 \text{ м}.$$

Сопротивление горизонтального заземлителя полосового сечения:

$$R_z = \frac{\rho_z}{2\pi l_z} \ln\left(\frac{2l_z^2}{bt}\right) = \frac{146}{2 \cdot 3,14 \cdot 26,25} \ln\left(\frac{2 \cdot 26,25^2}{0,05 \cdot 0,5}\right) = 9,7 \text{ Ом}.$$

Уточненные значения сопротивлений:

$$R'_z = \frac{R_z}{\eta_z} = \frac{9,7}{0,34} = 28,4 \text{ Ом}.$$

$$R'_g = \frac{R'_z R_3}{R'_z - R_3} = \frac{28,4 \cdot 4}{28,4 - 4} = 4,6 \text{ Ом}$$

Количество вертикальных заземлителей:

$$n'_g = \frac{R'_g}{R_3} n_g = \frac{4,6}{4} 14 = 16.$$

Согласно ПУЭ [1] сопротивление заземления $R \leq 4 \text{ Ом}$.

$$R = \frac{R_g \cdot R_z}{R_g + R_z} = \frac{4,6 \cdot 28,4}{4,6 + 28,4} = 3,95 \text{ Ом}$$

Уточненное количество стержней

$$n = \frac{r_g}{R_g \cdot \eta_g} = \frac{31}{4,6 \cdot 0,58} = 12 \text{ шт}$$

9.2 Заземление ДГУ

Заземление ДГУ выполнено в соответствии с требованиями [1,2,5,10]. Заземление всех металлических конструкций осуществляется через общую «землю». Во время сборки ДГУ на заводе заземление всех агрегатов ДГУ: двигателя, генератора переменного тока и панели управления сводится к одной точке на раме ДГУ.

Заземление ДГУ осуществляется с общим контуром заземления ТП 6/0,4 кВ.

10 Экономическая эффективность проекта

10.1 Расчет капитальных затрат

Данные по капитальным затратам на реконструкцию электроснабжения больницы приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 - Капитальные затраты на реконструкцию электроснабжения больницы

Наименование элементов ЦТП	Кол-во	Сметная стоимость с учетом строительно-монтажных работ, в руб.	
		За единицу	Общая стоимость
КТП 6/0,4кВ 4000 кВА	2	490000	980000
Кабель ААБл-10	5	15700	78500
ДГУ 250 кВА	1	1240000	1240000
ВРУ-1АТ-12-10УХЛ4	2	7500	15000
Кабель ВВГнг	3	6300	18900
ЩО-12М-АТ	2	1500	3000
ЩО-6М-АТ	1	1200	1200
ЭЩР-Ф-3	3	950	2850
ЩР-АТ	2	1700	3400
Итого:			2 335 000

10.2 Укрупненный расчет годовых эксплуатационных расходов

Годовая смета затрат на ремонт и эксплуатацию схемы электроснабжения представлена в таблице 10.2. Затраты, связанные с ремонтом и эксплуатацией схемы электроснабжения включают: амортизационные отчисления $Z_{ам}$ затраты на оплату труда $Z_{фот}$, ремонтный фонд $Z_{рф}$, затраты на охрану труда и технику безопасности $Z_{тб}$.

Расчеты затрат выполнены по рекомендациям [7] и составили:

$$Z_{\text{ам}} = 81,18 \text{ тыс руб.};$$

$$Z_{\text{фот}} = 326,888 \text{ тыс. руб.}, \text{ в том числе:}$$

$$Z_{\text{осн}} = 426,375 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = 63,956 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{соц}} = 128,466 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{рем.ф.}} = 5, 5 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{\text{экспл}} = \Sigma Z = 763,755 \text{ тыс. руб.}$$

Заключение

В работе выполнена реконструкция электроснабжения больницы г. Жигулевска Самарской области.

Выполнен анализ существующей схемы электроснабжения больницы. Выполнен расчёт электрических нагрузок по больнице. Произведён

- выбор комплектной трансформаторной подстанции киоскового типа 2хКТПК-АТ-400/6/0,4-У1 производства ЗАО ГК «Автоматика» г.Тула;

- расчёт и выбор сечения кабельных линий и выбор питающих потребителей кабелей.

- выбор и проверка электрических аппаратов 0, 4 кВ системы электроснабжения больницы.

Для потребителей 1 категории больницы произведен выбор дизель генераторной установки, как резервного источника электроснабжения. Выбрано ДГУ - GESAN (Испания), так как агрегаты этой компании пользуются огромным спросом среди источников резервного питания, в виду их высокой производительности и экономичности

Выполнен расчет заземления ТП 6/0,4 кВ и ДГУ. Выполнено технико-экономическое обоснование работы.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок. - 7-е издание. - СПб.: Энергготомиздат, 2009.
2. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты от 24 июля 2013 г. № 328н.
3. СНиП 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Технические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. - М.: Изд-во ЭНАС, 2003.
4. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. - М.: ГП ЦПП, 1995.
5. ГОСТ Р 50571.28.-2006. Электроустановки зданий. Часть 7-710. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки медицинских помещений.
6. Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений. Федеральный закон № 23 от 09.01.2013.
7. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования. (Официальное издание. Утверждено Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике, Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, 5-ая редакция, 2014).
8. Постановление Правительства РФ от 27.12.2010 N 1172 (ред. от 29.02.2016) «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам организации функционирования оптового рынка электрической энергии и мощности».
9. РД 153-34.0-20.527-98. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. – М.: НЦ ЭНАС, 2004.
10. ГОСТ 12.1.030-2001. ССБТ. Электробезопасность. Защитное

заземление. Зануление.

11. Алиев, И.И. Электротехнические материалы и кабельные изделия: справочник / И.И. Алиев. - М.: ИП РадиоСОФТ, 2014.

12. Киреева, Э.А. Электрооборудование электрических станции и подстанций / Э.А. Киреева. – М.: КНОРУС, 2017.

13. Конюхова, Е.А. Электроснабжение : учебник для вузов / Е.А. Конюхова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014.

14. Киреева, Э.А. Полный справочник по электрооборудованию систем электроснабжения (с примерами расчетов) : справочное издание / Э.А. Киреева; под общ. ред. С.Н. Шерстнева. - М.: КНОРУС, 2017.

15. Короткие замыкания и выбор электрооборудования : учебное пособие для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев и др.; под ред. И.П. Крючкова, В.А. Старшинова. – М.: Изд. дом МЭИ, 2012.

16. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций : справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учеб. пособие для вузов / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – Энергоатомиздат, 2014.

17. Патрахальцев, Н.Н. Повышение эффективности работы дизеля. – М.: Изд-во УДН, 2013.

18. Справочная книга по светотехнике/ Под редакцией Ю.Б. Айзенберга; 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 2013.

19. Шведов, Г.В. Городские электрические распределительные сети / Г.В. Шведов. – М.: Изд-во МЭИ, 2011.

20. ПФК АВТОМАТИКА – Каталог выпускаемой продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tulaavtomatika.ru/pdf/ktpgs.pdf> (30.04.17).

21. Каталог электротехнической продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energocentr.ru/> (25.05.17).