

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM
VAZIRLIGI**

BUXORO MUXANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

«Elektrotexnika» kafedrası.

Ro‘yxatga olindi

Himoyaga ruxsat berildi

№__ “__” _____ 2013 yil

“__” _____ 2013 yil

TJA fakulteti dekani _____

“Elektrotexnika” kafedrası mudiri

**“Shijoat tekst Mash” ning elektr ta’minoti tizimini rekonstruksiya qilish
mavzusida**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bajardi

1-09 MEE guruhi tolibi

Mardanov M.

Rahbar

Mamatov K.

Hayot faoliyati xavfsizligi va ekologiya

bo’limi bo’yicha maslaxatchi:

Beshimov Yu.

Hisobtushintiruvyozuvi:

“__” bet

Вухоро-2013 у

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетика Узбекистана является базовой отраслью народного хозяйства республики. Обладает значительным производственным и научно-техническим потенциалом, оказывает весомое воздействие на развитие всего народно-хозяйственного комплекса.

В соответствии с постановлением Президента «О приоритетах развития промышленности республики на 2011-2015 годы», принятым в декабре 2010 года, в сфере энергетики планируется реализация 44 инвестиционных проектов на общую сумму 5,2 млрд. долларов. При этом в сфере модернизации и строительства объектов тепловых электростанций намечена реализация 15 проектов, в области гидроэнергетики – 9, в сфере развития электрических и распределительных сетей – 15 проектов. Ряд проектов направлен на совершенствование системы учета потребления электрической энергии. В области теплоэнергетики ведется реализация проекта по расширению Навойской ТЭС, где идет строительство установки мощностью 478 МВт. Еще одним проектом является модернизация Ташкентской теплоэлектроцентрали, которая обеспечивает тепло и электричеством столицу. Здесь намечено установить газотурбинные установки мощностью по 27 МВт. Уже начата первая часть проекта, реализуемая при поддержке японской стороны. Еще одним крупным текущим проектом является расширение Талимарджанской ТЭС со строительством двух парогазовых установок по 450 МВт. Реализация проекта осуществляется с привлечением финансовых ресурсов Азиатского банка развития, Всемирного банка, Фонда реконструкции и развития Узбекистана и собственных средств «Узбекэнерго».

В период 2011-2015 годов предусмотрена модернизация большей части – до 90% действующих гидроэлектростанций, в том числе крупнейшей Чарвакской ГЭС, каскада Ташкентских ГЭС и других. Это связано с тем,

что работая по 50-70 лет, данные объекты исчерпали свой ресурс, технически и морально устарели. Модернизация позволит повысить уровень эксплуатации станций, их мощность и продлить срок службы. Общая стоимость модернизации данных объектов оценивается в 190 млн. долларов. Большая работа ведется в сфере модернизации электрических сетей. В этом направлении начато строительство 500-КВ линии между Талимарджанской ТЭС и подстанцией «Согдиана» протяженностью 218 км и крупной подстанции 500 КВ. Завершение проекта, реализуемого с привлечением средств Всемирного банка, запланировано на 2013 год.

Всего в результате реализации постановления Президента «О приоритетах развития промышленности республики на 2011-2015 годы» в сфере энергетики должны быть введены 2150 МВт генерирующих мощностей, 1000 км линий электропередачи и 2200 МВт трансформаторных мощностей.

В свою очередь это приведет к модернизации и техническому перевооружению, промышленности, для повышения эффективности и экономии энергоресурсов. И что бы добиться этого необходимо использование рациональной схемы электроснабжения. Одной из основных задач выпускной квалификационной работы является определение оптимальной схемы электроснабжения предприятий. При этом в выпускной квалификационной работе рассматривается два варианта системы электроснабжения и на основе технико-экономических сравнений определяется рациональная схема электроснабжения предприятия. Выпускная квалификационная работа, также предусматривает решение комплексной задачи. Здесь рассматриваются вопросы по выбору электрических сетей высокого и низкого напряжения, расчет и выбор подстанций различного уровня электроснабжения. При вышесказанных решений этих задач учитывается категория потребителей, нормативные показатели таких как, потери напряжения или нормативный коэффициент

мощности. Таким образом, рассматриваются все вопросы по электроснабжению промышленных предприятий.

Возможности реализации политики энергосбережения во многом зависят от экономической конъюнктуры страны, региона, района. Важно подчеркнуть, что даже крупные предприятия испытывают трудности с выработкой энергосберегающей политики, определением целей и направлений экономии энергетических ресурсов, а если и проводят организованную политику по энергосбережению, то ограничивают задачи строго производственно-техническими проблемами без учета сложившейся ситуации рынка. Ограниченность собственных инвестиционных ресурсов на большинстве предприятий не позволяет в полной мере решать возникающие проблемы, одной из которых является проблема энергоресурсосбережения. Решая проблемы энергосбережения на промышленном предприятии, следует учитывать его социально-экономическое положение и влияние на другие предприятия региона. При этом, выбирая какую-либо цель управления (например, политику эффективного энергосбережения), необходимо иметь ввиду, что она, должна способствовать главной цели предприятия - получению высокой прибыли, и видоизменяться в зависимости от рыночной ситуации. Отсюда вывод - выполнение в полной мере задач по энергосбережению на промышленном предприятии затруднено, и служба главного энергетика решить их самостоятельно без определенной технической, методической и финансовой помощи в настоящее время не в состоянии.

Модернизация системы электроснабжения организация ОО

«Шижоат текстил»

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ РАСЧЕТА.

По справочнику определяем коэффициент спроса цехов и $\cos\phi$.
Исходные данные расчета занесены в таблицу №1. [4]

таблица №1.

№	Наименование Цехов	$P_{уст}$ кВт	K_n	$\cos\phi$
1.	1-Пряденный цех	224	0.7	0.86
2.	Цех отбели	249	0.55	0.83
3.	Котельная	293	0.60	0.90
4.	2-Пряденный цех	118	0.7	0.86
5.	Лаборатория	100	0.6	0.88
6.	Компрессорная станция	114	0.70	0.87
7.	Насосная	128	0.70	0.82
8.	Механический цех	96	0.50	0.88
9.	Административное здание	70	0.50	0.95
10.	Отделочных цех	81	0.65	0.78
	Итого	1473		

Расчет электрических нагрузок

Расчет электрических нагрузок производим по методу коэффициента спроса.

Расчет нагрузок 1-цеха

Силовая активная нагрузка 1-цеха.

$$P_{рас} = P_{уст} \cdot K_c = 224 \cdot 0.7 = 157 \text{ кВт}$$

Силовая реактивная нагрузка 1-цеха

$$Q_{рас} = P_{рас} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 157.3 \cdot 0.59 = 93 \text{ кВар}$$

Активная нагрузка освещения.

$$P_{ос} = F \cdot P_o / 1000 = 1750 \cdot 18 / 1000 = 31.5 \text{ кВт}$$

где F , P_o - площадь и удельная мощность освещения

Реактивная мощность освещения.

$$Q_{ос} = P_{ос} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 31.5 \cdot 0.59 = 18.6 \text{ кВар}$$

Суммарная активная нагрузка 1-цеха

$$P_{\Sigma} = P_{рас} + P_{ос} = 157.3 + 31.5 = 188.8 \text{ кВт}$$

Суммарная реактивная нагрузка 1-цеха

$$Q_{\Sigma} = Q_{рас} + Q_{ос} = 93.3 + 18.6 = 111.9 \text{ кВар}$$

Полная мощность 1-цеха

$$S_{рас} = \sqrt{P_{\Sigma}^2 + Q_{\Sigma}^2} = \sqrt{188.8^2 + 111.9^2} = 214.8 \text{ кВА}$$

Расчеты для остальных цехов выполняются аналогично, поэтому подробный расчет не приводится, а только результаты в виде таблицы

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

таблица № 2

№	Наименование цехов	Р _{ус} кВт	Кс -	Сosφ	Р _{рас} кВт	Q _{рас} кВар	Р ₀ Вт	F кв.м	Р _{ос} кВт	Q _{ос} квар	Р _{Σрас} кВт	Q _{Σрас} кВар	S _{рас} кВА
1.	1-Пряденный цех	224	0.7	0.86	157	93	18	1750	31,5	10,4	188,3	103,4	214,8
2.	Цех отбелки	249	0.55	0.83 0.67	137	92	18	600	10,8	3,6	147,8	95,6	176,0
3.	Котельная	293	0.60	0.90 0.48	176	85,1	8	500	4,0	1,3	179,8	86,5	199,5
4.	2-Пряденный цех	118	0.7	0.86 0.59	82,6	49	18	600	10,8	3,6	93,4	52,6	107,2
5.	Лаборатория	100	0.6	0.88 0.54	60	32,4	8	400	3,2	1,1	63,2	33,4	71,5
6.	Компрессорная станция	114	0.70	0.87 0.57	79,8	45,2	12	400	4,8	1,6	84,6	46,8	96,7
7.	Насосная	128	0.70	0.82 0.70	89,6	62,5	20	800	16,0	5,3	105,6	67,8	125,5
8.	Механический цех	96	0.50	0.88 0.54	48	25,9	20	700	14,0	4,6	62,0	30,5	69,1
9.	Административное здание	70	0.50	0.95 0.33	35	11,5	20	400	8,0	2,6	43,0	14,1	45,3
10.	Отделочных цех	81	0.65	0.78 0.80	52,7	42,2	16	350	5,6	1,8	58,3	44,1	73,1
11.	Освещение территория			0,95	0,33			200	135	27000	0,2	5,4	1,8
	Итого	1473									1031	577	1182

Общая мощность предприятия

$$P_{\Sigma\text{кор}} = P_{\Sigma 1} + P_{\Sigma 2} + P_{\Sigma 3} + \dots + P_{\Sigma n} = 1031 \text{ кВт}$$

$$Q_{\Sigma\text{кор}} = Q_{\Sigma 1} + Q_{\Sigma 2} + Q_{\Sigma 3} + \dots + Q_{\Sigma n} = 577 \text{ кВар}$$

$$S_{\Sigma\text{кор}} = \sqrt{P_{\Sigma\text{кор}}^2 + Q_{\Sigma\text{кор}}^2} = 1182 \text{ кВА}$$

Потери мощности в трансформаторах

$$\Delta P_{\text{тр}} = S_{\text{рас}} \cdot 0,02 = 1182 \cdot 0,02 = 23,60 \text{ кВт}$$

Потери реактивной мощности в трансформаторах

$$\Delta Q_{\text{тр}} = S_{\text{рас}} \cdot 0,1 = 1182 \cdot 0,1 = 118 \text{ кВт}$$

Компенсируемая реактивная мощность

$$Q_{\text{ку}} = P_{\Sigma\text{рас}} (tg \varphi_{\text{ест}} - tg \varphi_{\text{н}}) = 1031 (0,56 - 0,33) = 236 \text{ кВар}$$

где $tg \varphi_{\text{ест}}$ и $tg \varphi_{\text{н}}$ - естественный и нормативный коэффициенты мощности

Общая мощность предприятия после компенсации

$$S_{\Sigma} = \sqrt{P_{\Sigma\text{рас}}^2 + (Q_{\Sigma\text{рас}} - Q_{\text{ку}})^2} = \sqrt{1031^2 + 577^2} = 1086 \text{ кВА}$$

Картограмма электрических нагрузок

Графическое выражение электрических нагрузок на генплане предприятия называется картограммой электрических нагрузок. При этом электрическая нагрузка цехов выражается кругами, центр, которого соответствует геометрическому центру данного цеха. Сектор в круге характеризует мощности расходуемой на освещения цеха. Для составления картограммы на генплан предприятия вводится системы координаты. Картограмма электрических нагрузок составляется для определения центра электрических нагрузок. Сначала, расчетная мощность каждого цеха

умножается на координаты данного цеха. В примере 1-цеха рассмотрим составление картограммы.

Расчетную мощность 1-цеха умножаем на координаты 1-цеха

$$P_{x1}=P_1 \cdot X_1=188,3 \cdot 65 =12240 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$P_{y1}=P_1 \cdot Y_1= 188,3 \cdot 15 =2825 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Определяем угол освещения - α по следующей формуле

$$\alpha = \frac{P_{oc}}{P_{\Sigma pac}} \cdot 360^{\circ} = \frac{31,5}{188,8} \cdot 360^{\circ} = 60^{\circ}$$

Определяем радиус круга по следующей формуле

$$r_n = \sqrt{\frac{P_{\Sigma n}}{\pi \cdot m}} = \sqrt{\frac{188,3}{1 \cdot 3,14}} = 7,7 \text{ м}$$

Расчеты для остальных цехов выполняются аналогично, поэтому подробный расчет не приводится. Результаты расчетов показаны в таблице №3

таблице №3

№	Наименование цехов	Рх, кВт	Росв, кВт	Х м	У М	Р·Х кВт·м	Р·У кВт·м	а град	R м
1	1-Пряденный цех	188,3	31,5	65	15	12239,5	2824,5	7,7	60
2	Цех отбели	147,8	10,8	90	35	13297,5	5171,3	6,9	26
3	Котельная	179,8	4,0	80	70	14384,0	12586,0	7,6	8
4	2-Пряденный цех	93,4	10,8	40	50	3736,0	4670,0	5,5	42
5	Лаборатория	63,2	3,2	30	70	1896,0	4424,0	4,5	18
6	Компрессорная станция	84,6	4,8	20	40	1692,0	3384,0	5,2	20
7	Насосная	105,6	16,0	60	110	6336,0	11616,0	5,8	55
8	Механический цех	62,0	14,0	40	90	2480,0	5580,0	4,4	81
9	Административное здание	43,0	8,0	95	10	4085,0	430,0	3,7	67
10	Отделочных цех	58,3	5,6	10	10	582,5	582,5	4,3	35
	Итого	1026				60729	51268		

Определяем координаты центра электрических нагрузок

$$X_0 = \frac{\Sigma(P_{\Sigma n} \cdot X_n)}{\Sigma P_{\Sigma n}} = \frac{60729}{1026} = 59 \text{ м};$$

$$Y_0 = \frac{\Sigma(P_{\Sigma n} \cdot Y_n)}{\Sigma P_{\Sigma n}} = \frac{51268}{1026} = 50 \text{ м};$$

Расчет внешнего электроснабжения

Система внешнего электроснабжения включает в себя главную распределительную подстанцию, а также линии электропередачи, связывающие с энергосистемой. Расчет внешнего электроснабжения начинается с выбором ЛЭП [3]

Расчетный ток ЛЭП

$$I_{хис} = \frac{S_{юк}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1083}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 31.4 \text{ А};$$

Аварийный ток ЛЭП

$$I_{хис} = \frac{S_{юк}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1083}{\sqrt{3} \cdot 10} = 62.8 \text{ А};$$

Паспортные параметры выбранной ЛЭП

Тип АСБ-3х 50; $I_{дл}=210 \text{ А}$; $R_0=0,65 \text{ ом/км}$; $X_0=0,4 \text{ ом/км}$;

$K_0=8 \text{ млн. сумм}$

$$R_{л}=R_0 \cdot L_{л}=0.65 \cdot 1.4=0,91 \text{ Ом}$$

$$X_{л}=X_0 \cdot L_{л}=0,4 \cdot 1,4=0,56 \text{ Ом}$$

Потери напряжения в ЛЭП

$$\Delta U_{л} = \sqrt{3} \cdot I_{х} \cdot (R \cdot \cos \varphi + X_0 \cdot \sin \varphi) \cdot l_{л} =$$

$$= 1,73 \cdot 31,4 \cdot (0,65 \cdot 0,86 + 0,08 \cdot 0,4) \cdot 1,4 = 57,0 \text{ В}$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U_{кл}}{U_{ном}} = \frac{57}{10} \cdot 100\% = 0,57\%;$$

Потери мощности ЛЭП

$$\Delta P_{л} = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_0 \cdot l_{л} = (3 \cdot 985,2 \cdot 0,65 \cdot 1,4) \cdot 10^{-3} = 2.69 \text{ кВт}$$

Расчет технико-экономических показателей ЛЭП

Потери энергии в ЛЭП

$$\Delta A_{л} = \Delta P_{л} \cdot t = 2,69 \cdot 4403 = 11843 \text{ кВт час}$$

Амортизационные отчисления ЛЭП

$$U_a = K_{лэп} \cdot \varphi_a = 11,2 \cdot 0,028 = 0,314 \text{ млн. сумм}$$

$$\varphi_a = 0,028;$$

Отчисление на текущий ремонт и обслуживание

$$U_{тр} = K_{лэп} \cdot \varphi_{тр} = 11,2 \cdot 0,004 = 0,045 \text{ млн. сумм}$$

Где, $\varphi_{тр} = 0,004$; отчисление на текущий ремонт и на обслуживание.

Стоимость потерь ЛЭП

$$\Delta U_{пот} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 2,69 \cdot 200000 + 11843 \cdot 100 = 1,72 \text{ млн. сумм}$$

Где, α -основная ставка для оплаты за заявленную мощность электроэнергии, на текущий год $\alpha = 200000$ сумм/кВт. β -дополнительная ставка, за использованную электроэнергию $\beta = 100$ сумм/кВт·час

Годовые издержки ЛЭП

$$U = U_a + U_{тр} + \Delta U_{пот} = 0,31 + 0,05 + 1,72 = 2,081 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные затраты ЛЭП

$$Z_{лэп} = U + K_{лэп} \cdot 0,12 = 2,081 + 0,12 \cdot 11,2 = 3,4 \text{ млн. сумм}$$

Выбор главной распределительной подстанции.

Расчет технико-экономических показателей ГРП.

Амортизационное отчисление ГРП

$$\varphi_a = 0,064;$$

$$U_a = K_{\text{ГРП}} \cdot \varphi_a = 75,294 \cdot 0,064 = 4,819 \text{ млн. сумм}$$

Отчисление на текущий ремонт и на обслуживание

$$\varphi_{\text{тр}} = 0,04$$

$$U_{\text{тр}} = K_{\text{ГРП}} \cdot \varphi_{\text{тр}} = 75,294 \cdot 0,04 = 3,01 \text{ млн. сумм}$$

Годовые издержки ГРП

$$U = U_a + U_{\text{тр}} + \Delta U_{\text{п}} = 4,819 + 3,01 + 0 = 7,831 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные годовые затраты ГРП

$$З = U + K_{\text{ГРП}} \cdot 0,12 = 7,831 + 0,12 \cdot 75,294 = 16,87 \text{ млн. сумм}$$

Технико-экономические показатели внешнего электроснабжения

Таблица №4

Наименование оборудования	К Млн. сумм	ΔP кВт	U_a Млн. сумм	$U_{\text{тр}}$ Млн. сумм	$\Delta U_{\text{п}}$ Млн. сумм	U Млн. сумм	З Млн. сумм
ЛЭП	41,830	-	2,677	1,673	-	4,350	9,370
ГРП	11,200	2,69	0,314	0,045	1,722	2,081	3,425
итого	53,030	2,69	2,991	1,718	1,722	6,431	12,795

СИСТЕМА ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

I-ВАРИАНТА.

Система внутреннего электроснабжения включает в себя электрические сети находящейся на территории завода, включая цеховые подстанции. [7]

Система внутреннего электроснабжения предлагается в двух вариантах. В первом варианте сгруппируем нагрузки цехов следующим образом.

Таблица №5

номер Т П	Типа и количество трансформатора	P _{рас} кВт	Q _{рас} кВар	S _{рас} кВА	β -	ΔP _к кВт	ΔP _о кВт	U _к %	I _о %	К млн. сумм	S _{нт} кВА
ТП-1	2хТМ-1000/10	1031	577	1182	0,59	11,6	3,3	5,5	1,4	132,6	1000

P=1031 кВт

Q= 577 кВар

S=1182 кВА

$$\beta = \frac{S'_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{1182}{2 \cdot 630} = 0,59;$$

$$Q_{ку} = P_{\Sigma коп} (tg \varphi_m - tg \varphi_M) = 1031 \cdot (0,56 - 0,33) = 237 \text{ квар};$$

$$S'_{mn} = \sqrt{P_{mn}^2 + (Q_{mn} - Q_{ку})^2} = \sqrt{1031^2 + (577 - 237)^2} = 1085 \text{ кВА};$$

$$\beta' = \frac{S'_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{1145}{2 \cdot 630} = 0,57;$$

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_{к} \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (11,6 \cdot 0,59^2 + 3,3) = 13,43 \text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta A_{TP} &= n \cdot (\Delta P_{к} \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{вкл}) = \\ &= 2 \cdot (11,6 \cdot 0,59^2 \cdot 4403 + 3,3 \cdot 8760) = 87,83 \text{ МВт} \cdot \text{сост}; \end{aligned}$$

Таблица №6

номер Т П	Типа и количество трансформато ра	ККУ	R _{тп} кВт	Q' _{тп} кВар	S' _{тп} кВА	β -	ΔP _{ис} кВт	ΔA _{тр} кВт·с	Q _{кку} кВар
ТП-1	2xTM-1000/10	3xККУ- 0,38-1 80 кВар	1031	337	1085	0,54	13,43	87875,2	240
Итого							13,43	87875,2	

Технико-экономические показатели цеховых подстанций.

Общие потери мощности подстанций

$$\Delta P_{\text{тр}\Sigma} = \Delta P_{\text{тр}1} + \Delta P_{\text{тр}2} + \dots + \Delta P_{\text{тр}N} = 13,43 \text{ кВт}$$

Общая потеря энергии подстанций

$$\Delta A_{\text{тр}\Sigma} = \Delta A_{\text{тр}1} + \Delta A_{\text{тр}2} + \dots + \Delta A_{\text{тр}N} = 87,8 \text{ МВт}\cdot\text{час}$$

Стоимость потерь энергии трансформаторов.

$$\Delta U_n = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 13,43 \cdot 200000 + 87875 \cdot 100 = 11,47 \text{ млн. сумм}$$

Амортизационные отчисления подстанций

$$U_a = K_{mn} \cdot \varphi_a = 133 \cdot 0,064 = 8,49 \text{ млн. сумм}$$

Отчисление на текущий ремонт и обслуживание

$$U_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} \cdot \varphi_{\text{тр}} = 133 \cdot 0,04 = 5,3 \text{ млн. сумм}$$

Годовые издержки подстанций

$$U = U_a + U_{\text{тр}} + \Delta U_n = 11,47 + 5,3 + 8,49 = 25,26 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные годовые затраты цеховых подстанций

$$Z_{\text{пс}} = K_{\text{пс}} \cdot E_{\text{н}} + U = 133 \cdot 0,12 + 25,26 = 41,18 \text{ млн. сумм}$$

Таблица №6

Оборудование	К млн. сумм	ΔP кВт	U _а млн. сумм	U _{жр} млн. сумм	ΔU млн. сумм	U млн. сумм	З млн. сумм
ТП	132,600	13,43	8,486	5,304	11,473	25,263	41,175

Расчет кабельных линий.

Выбор кабельных линий осуществляем по нагреву, т.е. по длительному допустимому току кабеля. Для этого определяется максимальный рабочий ток кабеля и сопоставляется с длительно-допустимым током выбранного кабеля. Если расчетный аварийный ток кабеля меньше чем длительно-допустимый ток кабеля, принимается выбранный кабель. Максимальным расчетным током принимается аварийный ток кабеля. На каждой кабельной линии принимаем два параллельных кабеля. Расчетный аварийным током принимается ток кабеля тогда, когда нагрузка кабеля протекает через только один из параллельных кабелей.[8] В первом варианте в основном принимаем радиальные линии, т.е. цеховые подстанции питается непосредственно от ГРП. Распределительные пункты цехов от цеховых подстанций Определяем расчетные токи кабелей.

Расчетный ток 1 -кабеля.

$$S = 215 \text{ кВА}$$

Таблица №7

№	Номер КЛ	Наименование Цехов	U _{ном} кВ	P _л кВт	Q _л кВар	S _л кВА	I _{рас} А	I _{ав} А
1.	КЛ №1	1-Пряденный цех	0,4	188,3	103,4	214,8	155,2	310,5
2.	КЛ №2	Цех отбели	0,4	147,8	95,6	176,0	127,2	254,3
3.	КЛ №3	Котельная	0,4	179,8	86,5	199,5	144,2	288,3
4.	КЛ №4	2-Пряденный цех	0,4	93,4	52,6	107,2	77,4	154,9
5.	КЛ №5	Лаборатория	0,4	63,2	33,4	71,5	51,7	103,3
6.	КЛ №6	Компрессорная станция	0,4	84,6	46,8	96,7	69,9	139,7
7.	КЛ №7	Насосная	0,4	105,6	67,8	125,5	90,7	181,4
8.	КЛ №8	Механический цех	0,4	62,0	30,5	69,1	49,9	99,9
9.	КЛ №9	Административное здание	0,4	43,0	14,1	45,3	32,7	65,4
10.	КЛ №10	Отделочных цех	0,4	58,3	44,1	73,1	52,8	105,6

$$I_{рас} = \frac{S_{наг}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{215}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 155,2 A;$$

Расчет аварийного тока 1 -кабеля

$$I_{рас.ав} = \frac{S_{наг}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{215}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 310,5 A;$$

Паспортные параметры кабельной линии: I_{дд}=345 Тип-2хАВВГ-3х185+1х95; R_о=0,17 ом/км; X_о=0,08 ом/км; Стоимость 1 км кабельной линии K_о= 21,3 млн.сумм/км

Потери мощности 1 -кабельной линии

Активной и реактивной сопротивлению кабельной линией

$$R_{л} = R_0 \cdot L_{л} = 0,17 \cdot 0,4 = 0,007 \text{ Ом}$$

$$X_{л} = X_0 \cdot L_{л} = 0,08 \cdot 0,4 = 0,003 \text{ Ом}$$

$$\Delta P_{кл} = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_0 \cdot l_{кл} = 3 \cdot 24096 \cdot 0,17 \cdot 0,04 = 049 \text{ кВт}$$

Потери напряжения кабеля

$$\Delta U_{кл} = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot (R_0 \cdot \cos \varphi + X_0 \cdot \sin \varphi) \cdot l_{л} =$$

$$= 1,73 \cdot 155,2 \cdot (0,17 \cdot 0,95 + 0,08 \cdot 0,313) \cdot 0,02 = 2,04 \text{ В}$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U_{кл}}{U_{ном}} \cdot 100\% = (2,04 / 0,4) \cdot 100\% = 0,5 \%$$

Расчеты остальных кабельных линий выполняются аналогично, результаты расчетов занесены в таблицу № 8

Таблица №8

№	Потребители кабелей	Iав А	Iдд А	Кабел кесим юзаси ва типии	R _о Ом/км	X _о Ом/к м	L _{кл} км	R _{кл} ом	ΔP _л кВт	ΔU В	ΔU %	К _о млн с	К _о млн с
1.	1-Пряденный цех	310,5	345	2хАВВГ- 3х185+1х95	0,17	0,08	0,04	0,007	0,49	2,01	0,5	21,3	1,7
2.	Цех отбели	254,3	270	2хАВВГ- 3х120+1х70	0,27	0,08	0,03	0,008	0,39	1,78	0,45	13,9	0,8
3.	Котельная	288,3	305	2хАВВГ- 3х150+1х70	0,21	0,08	0,02	0,004	0,26	1,12	0,28	17,3	0,7
4.	2-Пряденный цех	154,9	200	2хАВВГ-3х70+1х35	0,46	0,08	0,02	0,009	0,17	1,18	0,29	8,8	0,4
5.	Лаборатория	103,3	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,08	0,051	0,41	4,31	1,08	5,5	0,9
6.	Компрессорная станция	139,7	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,09	0,058	0,84	6,51	1,63	5,5	1,0
7.	Насосная	181,4	200	2хАВВГ-3х70+1х35	0,46	0,08	0,06	0,028	0,68	4,05	1,01	8,8	1,1
8.	Механический цех	99,9	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,08	0,051	0,38	4,21	1,05	5,5	0,9
9.	Административное здание	65,4	135	2хАВВГ-3х35+1х16	0,92	0,08	0,11	0,101	0,32	5,6	1,4	4,2	0,9
10.	Отделочных цех	105,6	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,10	0,064	0,53	5,1	1,28	5,5	1,1
	Итого								4,49				9,41

Технико-экономические показатели кабельных линий

Общие потери мощности кабельных линий

$$\Delta P_{\text{тр}\Sigma} = \Delta P_{\text{тр}1} + \Delta P_{\text{тр}2} + \dots + \Delta P_{\text{тр}N} = 4,49 \text{ кВт}$$

Общая потери энергии кабельных линий.

$$\Delta A_{\text{тр}\Sigma} = \Delta A_{\text{тр}1} + \Delta A_{\text{тр}2} + \dots + \Delta A_{\text{тр}N} = 19,8 \text{ МВт}\cdot\text{час}$$

Стоимость потерь энергии в кабельных линиях

$$\Delta U_{\text{ном}} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 4,49 \cdot 200000 + 19765 \cdot 100 = 2,87 \text{ млн. сумм}$$

Амортизационные отчисления кабельных линий

$$U_a = K_{\text{кл}} \cdot \varphi_a = 9,4 \cdot 0,023 = 0,22 \text{ млн. сумм}$$

Отчисление на текущий ремонт и на обслуживание

$$U_{\text{тр}} = K_{\text{кл}} \cdot \varphi_{\text{тр}} = 9,4 \cdot 0,02 = 0,19 \text{ млн. сумм}$$

Годовые издержки кабельных линий.

$$U = \Delta U_{\text{ном}} + U_a + U_{\text{тр}} = 2,87 + 0,22 + 0,19 = 3,28 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные годовые затраты кабельных линий

$$Z_{\text{кл}} = U + E_n \cdot \Sigma K_{\text{кл}} = 3,28 + 0,12 \cdot 9,4 = 4,41 \text{ млн. сумм}$$

Технико-экономические показатели 1-варианта табл. №9

Таблица №9

Наименование	К млн.сумм	$\Delta P_{\text{п}}$ кВт	$U_{\text{а}}$ млн.сумм	$U_{\text{тр}}$ млн. сумм	$\Delta U_{\text{пот}}$ млн. сумм	U млн. сумм	З млн. сумм
ТП	132,600	13,43	8,486	5,304	11,473	25,263	41,175
КЛ	9,412	4,49	0,216	0,188	2,874	3,279	4,408
ИТОГО	142,012	17,91	8,703	5,492	14,347	28,542	45,584

II-ВАРИАНТ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.

На втором варианте системы электроснабжения предлагается следующая схема.

Таблица №10

номер Т П	Типа и количество трансформа тора	$P_{рас}$ кВт	$Q_{рас}$ кВа р	$S_{рас}$ кВА	β -	ΔP к кВт	ΔP о кВт	U_k %	I_0 %	К млн. сум м	S_{HT} КВА
ТП-1	2хТМ-630/10	1031	577	1182	0,89	7,6	2,27	4,5	2	93	630
ИТОГО										93	

$$P=1031 \text{ кВт}$$

$$Q= 577 \text{ кВар}$$

$$S=1182 \text{ кВА}$$

$$\beta = \frac{S'_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{1182}{2 \cdot 630} = 0,89;$$

$$Q_{ку} = P_{\Sigma кор} (tg \varphi_m - tg \varphi_M) = 1031 \cdot (0,89 - 0,33) = 236,4 \text{ квар};$$

$$S'_{mn} = \sqrt{P_{mn}^2 + (Q_{mn} - Q_{ку})^2} = \sqrt{1031^2 + (577 - 236,4)^2} = 1085 \text{ кВА};$$

$$\beta' = \frac{S'_{ЮК}}{n \cdot S_{HT}} = \frac{1145}{2 \cdot 630} = 0,84;$$

$$\Delta P_{TP} = n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 + \Delta P_0) = 2 \cdot (7,6 \cdot 0,89^2 + 2,7) = 15,81 \text{ кВт};$$

$$\begin{aligned} \Delta A_{TP} &= n \cdot (\Delta P_k \cdot \beta^2 \cdot \tau + \Delta P_0 \cdot T_{вкл}) = \\ &= 2 \cdot (7,6 \cdot 0,89^2 \cdot 4403 + 2,7 \cdot 8760) = 89,3 \text{ МВт} \cdot \text{сост}; \end{aligned}$$

Таблица №11

номер Т П	Типа и количество трансформато ра	ККУ	Р _{тп} кВт	Q' _{тп} кВар	S' _{тп} кВА	β -	ΔP _{ис} кВт	ΔA _{тр} кВт·с	Q _{кку} кВар
ТП-1	2хТМ-630/10	3хККУ- 0,38-80 кВар	1031	337	1085	0,86	15,81	89390	240
Итого							15,8	89390	

Технико-экономические показатели цеховых подстанций.

Общие потери мощности подстанций

$$\Delta P_{\text{тр}\Sigma} = \Delta P_{\text{тр}1} + \Delta P_{\text{тр}2} + \dots + \Delta P_{\text{тр}N} = 15,8 \text{ кВт}$$

Общая потеря энергии подстанций

$$\Delta A_{\text{тр}\Sigma} = \Delta A_{\text{тр}1} + \Delta A_{\text{тр}2} + \dots + \Delta A_{\text{тр}N} = 89,3 \text{ МВт·час}$$

Стоимость потерь энергии трансформаторов.

$$\Delta U_n = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 15,8 \cdot 200000 + 89390 \cdot 100 = 12,10 \text{ млн. сумм}$$

Амортизационные отчисления подстанций

$$U_a = K_{mn} \cdot \varphi_a = 93 \cdot 0,064 = 5,95 \text{ млн. сумм}$$

Отчисление на текущий ремонт и обслуживание

$$U_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} \cdot \varphi_{\text{тр}} = 93 \cdot 0,04 = 3,72 \text{ млн. сумм}$$

Годовые издержки подстанций

$$U = U_a + U_{\text{тр}} + \Delta U_n = 5,95 + 3,72 + 12,10 = 21,77 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные годовые затраты цеховых подстанций

$$Z_{\text{пс}} = K_{\text{пс}} \cdot E_{\text{н}} + U = 93 \cdot 0,12 + 21,77 = 32,93 \text{ млн. сумм}$$

Таблица №12

Оборудование	К млн. сумм	ΔP кВт	U _а млн. сумм	U _{жр} млн. сумм	ΔU млн. сумм	U млн. сумм	З млн. сумм
ТП	93,000	15,81	5,952	3,720	12,101	21,773	32,933

Расчет кабельных линий

Расчетный ток 1 -кабеля.

Расчетный ток кабеля 10 кВ.

$$S = 215 \text{ кВА}$$

Таблица №13

№	Номер КЛ	Наименование Цехов	U _{ном} кВ	P _л кВт	Q _л кВар	S _л кВА	I _{рас} А	I _{ав} А
1.	КЛ №1	1-Пряденный цех	10	188,3	103,4	214,8	6,2	12,4
2.	КЛ №2	Цех отбелики	0,4	147,8	95,6	176,0	127,2	254,3
3.	КЛ №3	Котельная	0,4	179,8	86,5	199,5	144,2	288,3
4.	КЛ №4	2-Пряденный цех	10	93,4	52,6	107,2	3,1	6,2
5.	КЛ №5	Лаборатория	0,4	63,2	33,4	71,5	51,7	103,3
6.	КЛ №6	Компрессорная станция	0,4	84,6	46,8	96,7	69,9	139,7
7.	КЛ №7	Насосная	0,4	105,6	67,8	125,5	90,7	181,4
8.	КЛ №8	Механический цех	0,4	62,0	30,5	69,1	49,9	99,9
9.	КЛ №9	Административное здание	0,4	43,0	14,1	45,3	32,7	65,4
10.	КЛ №10	Отделочных цех	0,4	58,3	44,1	73,1	52,8	105,6

$$I_{рас} = \frac{S_{наг}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{215}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 6.2 A;$$

Расчет аварийного тока 1 -кабеля

$$I_{рас.ав} = \frac{S_{наг}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{215}{\sqrt{3} \cdot 10} = 12.4 A;$$

Паспортные параметры кабельной линии. Тип-2хАСБ 3х50; I_{дд}=140 А
 R_о=0,62 ом/км X_о=0,09 ом/км Стоимость 1 км кабельной линии K_о=
 20,6 млн.сум/км

Потери мощности 1 -кабельной линии

Активной и реактивной сопротивление кабельной линей

$$R_{л} = R_0 \cdot L_{л} = 0.17 \cdot 0.4 = 0.025 \text{ Ом}$$

$$X_{л} = X_0 \cdot L_{л} = 0.08 \cdot 0.4 = 0.003 \text{ Ом}$$

$$\Delta P_{кл} = 3 \cdot I_p^2 \cdot R_0 \cdot l_{кл} = 3 \cdot 39 \cdot 0.17 \cdot 0.04 = 0.003 \text{ кВт}$$

Потери напряжения кабеля

$$\Delta U_{кл} = \sqrt{3} \cdot I_p \cdot (R_0 \cdot \cos \varphi + X_0 \cdot \sin \varphi) \cdot l_{л} =$$

$$= 1.73 \cdot 6.2 \cdot (0.17 \cdot 0.95 + 0.08 \cdot 0.313) \cdot 0.04 = 0.25 \text{ В}$$

$$\Delta U \% = \frac{\Delta U_{кл}}{U_{ном}} \cdot 100\% = (0.25 / 10) \cdot 100\% = 0.003 \%$$

Расчеты остальных кабельных линий выполняются аналогично, результаты расчетов занесены в таблицу № 14

Таблица №14

№	Потребители кабелей	I _{ав} А	I _{дд} А	Кабел кесим юзаси ва тип	R _о Ом/км	X _о Ом/км	L _{кл} км	R _{кл} ом	ΔP _л кВт	ΔU В	ΔU %	К _о млн с	К _о млн с
1.	1-Пряденный цех	12,4	140	2хАСБ-3х50	0,62	0,08	0,04	0,025	0,003	0,25	0,003	20,6	1,648
2.	Цех отбелки	254,3	270	2хАВВГ-3х120+1х70	0,27	0,08	0,05	0,014	0,65	2,97	0,74	13,9	1,390
3.	Котельная	288,3	305	2хАВВГ-3х150+1х70	0,21	0,08	0,04	0,008	0,52	2,23	0,56	17,3	1,384
4.	2-Пряденный цех	154,9	200	2хАВВГ-3х70+1х35	0,46	0,08	0,04	0,018	0,33	2,36	0,59	8,8	0,704
5.	Лаборатория	103,3	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,03	0,019	0,15	1,62	0,4	5,5	0,330
6.	Компрессорная станция	139,7	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,05	0,032	0,47	3,62	0,9	5,5	0,550
7.	Насосная	181,4	200	2хАВВГ-3х70+1х35	0,46	0,08	0,06	0,028	0,68	4,05	1,01	8,8	1,056
8.	Механический цех	99,9	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,08	0,051	0,38	4,21	1,05	5,5	0,880
9.	Административное здание	65,4	135	2хАВВГ-3х35+1х16	0,92	0,08	0,05	0,046	0,15	2,54	0,64	4,2	0,420
10.	Отделочных цех	105,6	165	2хАВВГ-3х50+1х25	0,64	0,08	0,04	0,026	0,21	2,04	0,51	5,5	0,440
	Итого								3,56				8,8

Технико-экономические показатели кабельных линий

Общие потери мощности кабельных линий

$$\Delta P_{\text{тр}\Sigma} = \Delta P_{\text{тр}1} + \Delta P_{\text{тр}2} + \dots + \Delta P_{\text{тр}N} = 3,56 \text{ кВт}$$

Общая потери энергии кабельных линий.

$$\Delta A_{\text{тр}\Sigma} = \Delta A_{\text{тр}1} + \Delta A_{\text{тр}2} + \dots + \Delta A_{\text{тр}N} = 15,6 \text{ МВт}\cdot\text{час}$$

Стоимость потерь энергии в кабельных линиях

$$\Delta U_{\text{ном}} = \Delta P \cdot \alpha + \Delta A \cdot \beta = 3,56 \cdot 200000 + 15677 \cdot 100 = 2,28 \text{ млн. сумм}$$

Амортизационные отчисления кабельных линий

$$U_a = K_{\text{кл}} \cdot \varphi_a = 8,8 \cdot 0,023 = 0,20 \text{ млн. сумм}$$

Отчисление на текущий ремонт и на обслуживание

$$U_{\text{тр}} = K_{\text{кл}} \cdot \varphi_{\text{тр}} = 8,8 \cdot 0,02 = 0,18 \text{ млн. сумм}$$

Годовые издержки кабельных линий.

$$U = \Delta U_{\text{ном}} + U_a + U_{\text{тр}} = 2,28 + 0,20 + 0,18 = 2,66 \text{ млн. сумм}$$

Приведенные годовые затраты кабельных линий

$$Z_{\text{кл}} = U + E_n \cdot \Sigma K_{\text{кл}} = 2,66 + 0,12 \cdot 8,8 = 3,71 \text{ млн. сумм}$$

Технико-экономические показатели 1-варианта табл. №15

Таблица №15

Наименование	К млн.сумм	$\Delta P_{п}$ кВт	U_a млн.сумм	$U_{тр}$ млн. сумм	$\Delta U_{пот}$ млн. сумм	U млн. сумм	З млн. сумм
ТП	93,000	15,81	5,952	3,720	12,101	21,773	32,933
КЛ	8,802	3,56	0,202	0,176	2,280	2,658	3,714
ИТОГО	101,802	19,37	6,154	3,896	14,380	24,431	36,647

Сравнение вариантов.

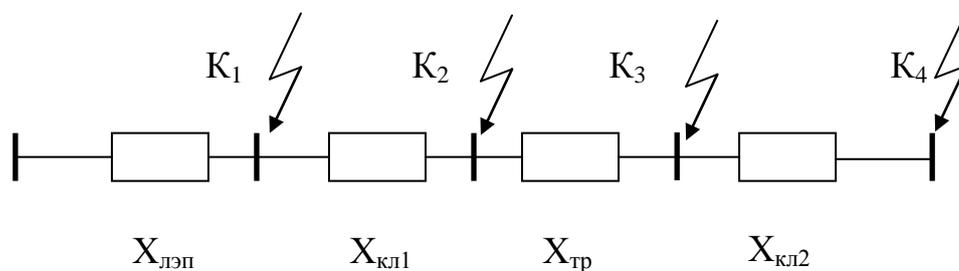
На основе технико-экономических показателей выбираем наиболее экономичный вариант электроснабжения. Для этого составляем следующую таблицу.

Номер варианта	К млн. сумм	$\Delta P_{п}$ кВт	U_a млн. сумм	$U_{тр}$ млн. сумм	$\Delta U_{п}$ млн. сумм	U млн. сумм	З млн. сумм
1-вариант	142,012	17,915	8,703	5,492	14,347	28,542	45,584
2-вариант	101,802	19,368	6,154	3,896	14,380	24,431	36,647

Технико-экономические показатели обоих вариантов показали, что 2 вариант дешевле 1 варианта на 8,937 млн сум. Поэтому для электроснабжения завода выбираем схему 2 го варианта.

РАСЧЕТ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Расчет схемы токов короткого замыкания [6]



Определяем сопротивление элементов

Реактивное сопротивление ЛЭП

$$X_{\text{ЛЭП}} = X_0 \cdot L_{\text{ЛЭП}} = 0,38 \cdot 2 = 0,76 \text{ Ом}$$

Активное сопротивление ЛЭП

$$R_{\text{ЛЭП}} = R_0 \cdot L_{\text{ЛЭП}} = 0,443 \cdot 2 = 0,886 \text{ Ом}$$

Активное сопротивление 10 кВ кабеля

$$R_{\text{квл}} = R_0 \cdot L_{\text{квл}} = 0,62 \cdot 0,021 = 0,013 \text{ Ом}$$

Реактивное сопротивление 10 кВ кабеля

$$X_{\text{квл}} = X_0 \cdot L_{\text{квл}} = 0,09 \cdot 0,021 = 0,00189 \text{ Ом}$$

Активное сопротивление цеховой подстанции

$$R_{mp} = \frac{\Delta P_k \cdot U_{cp}^2}{S_{н.м}^2} = \frac{7,6 \cdot 10^2}{630^2} \cdot 1000 = 1,91 \text{ Ом}$$

Реактивное сопротивление цеховой подстанции

$$X_{mp} = \frac{U_k \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{н.т.}} = \frac{5,5 \cdot 10^2}{100 \cdot 630} \cdot 1000 = 8,73 \text{ Ом}$$

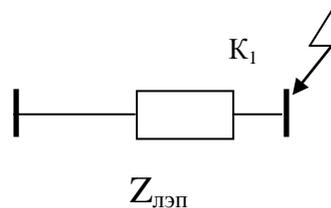
Активное сопротивление 0,4 кВ кабеля

$$R_{кл} = R_0 \cdot L_{кл} = 0,443 \cdot 0,258 = 0,1143 \text{ Ом}$$

Реактивное сопротивление 0,4 кВ кабеля

$$X_{кл} = X_0 \cdot L_{кл} = 0,0612 \cdot 0,258 = 0,0156 \text{ Ом}$$

Ток короткого замыкания для точки К₁



Сопротивление цепи короткого замыкания

$$Z_{кз} = R_{лэп} + jX_{лэп} = 0,886 + j 0,76 = 1,17 \text{ Ом}$$

Э.Д.С короткого замыкания 1-точки

$$E_{кз} = \frac{U_{кз}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5,77 \text{ кВ}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

$$I_n = E_{кз} / Z_{кз} = 5,77 / 1,17 = 4,9 \text{ кА}$$

Ударный ток

$$i_{yд} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot k_{yд} = \sqrt{2} \cdot 4,9 \cdot 1,8 = 12,47 \text{ кА}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

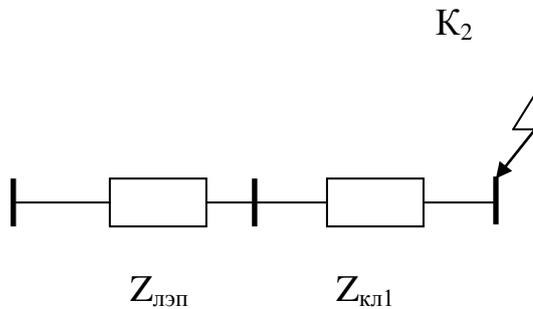
после 0,2 секунды

$$I_{0,2} = I_n \cdot \sqrt{0,1/0,2} = 4,9 \cdot 0,707 = 3,46 \text{ кА}$$

Мощность короткого замыкания

$$S_{кз} = \sqrt{3} \cdot U_{кз} \cdot I_{0,2} = 1,73 \cdot 5,77 \cdot 3,46 = 34,58 \text{ МВА}$$

Ток короткого замыкания для точки К₂



Сопротивление цепи короткого замыкания

$$X_{кз} = X_{лэп} + X_{кл1} = 0,76 + 0,00189 = 0,76189 \text{ Ом}$$

$$R_{кз} = R_{лэп} + R_{кл1} = 0,886 + 0,013 = 0,899 \text{ Ом}$$

$$Z_{кз} = R_{кз} + jX_{кз} = 0,899 + j0,76189 = 1,178 \text{ Ом}$$

Э.Д.С короткого замыкания 2-точки

$$E_{кз} = \frac{U_{кз}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5,77 \text{ кВ}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

$$I_n = E_{кз} / Z_{кз} = 5,77 / 1,178 = 6,8 \text{ кА}$$

Ударный ток

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot k_{уд} = 6,8 \cdot 1,414 \cdot 1,8 = 17,3 \text{ кА}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

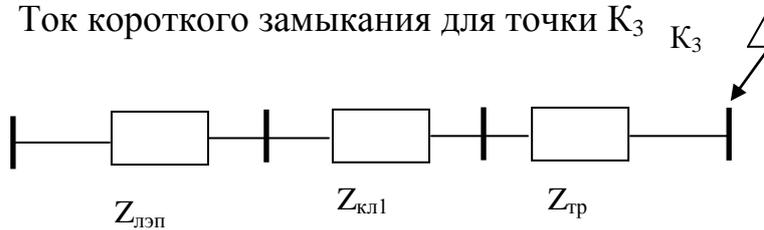
после 0,2 секунды

$$I_{0,2} = I_n \cdot \sqrt{0,1/0,2} = 6,8 \cdot 0,707 = 4,8 \text{ кА}$$

Мощность короткого замыкания

$$S_{кз} = \sqrt{3} \cdot U_{кз} \cdot I_{0,2} = 1,73 \cdot 5,77 \cdot 4,8 = 47,97 \text{ МВА}$$

Ток короткого замыкания для точки К₃



Сопротивление цепи короткого замыкания

$$X_{\Sigma кз} = X_{лэп} \cdot K_1^2 + X_{кл1} \cdot K_1^2 + X_{тр} \cdot K_1^2 =$$

$$= 0,76 \cdot 0,04^2 + 0,00189 \cdot 0,04^2 + 8,73 \cdot 0,04^2 = 0,016 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma кз} = R_{лэп} \cdot K_1^2 + R_{кл1} \cdot K_1^2 + R_{тр} \cdot K_1^2 =$$

$$= 0,886 \cdot 0,04^2 + 0,013 \cdot 0,04^2 + 1,91 \cdot 0,04^2 = 0,0045 \text{ Ом}$$

$$Z_{кз} = R_{кз} + jX_{кз} = 0,0045 + j 0,016 = 0,0166 \text{ Ом}$$

Э.Д.С короткого замыкания 3-точки

$$E_{кз} = \frac{U_{кз}}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5,77 \text{ кВ}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

$$I_n = E_{кз} / Z_{кз} = 5,77 / 0,0166 = 347,6 \text{ кА}$$

Ударный ток

$$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot k_{уд} = 347,6 \cdot 1,414 \cdot 1,8 = 884,8 \text{ кА}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

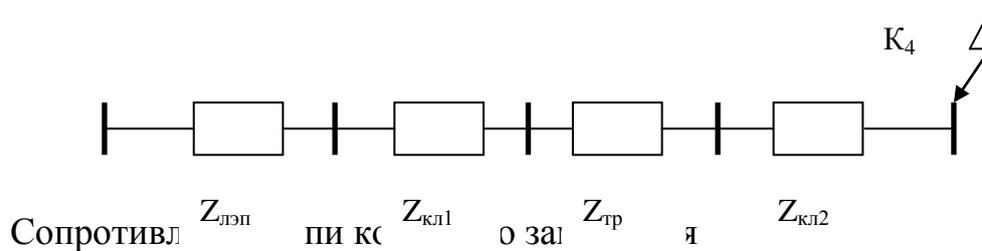
после 0,2 секунды

$$I_{0,2} = I_n \cdot \sqrt{0,1/0,2} = 347,6 \cdot 0,707 = 245,75 \text{ кА}$$

Мощность короткого замыкания

$$S_{кз} = \sqrt{3} \cdot U_{кз} \cdot I_{0,2} = 1,73 \cdot 5,77 \cdot 245,75 = 2456 \text{ МВА}$$

Ток короткого замыкания для точки К₄



$$X_{\Sigma кз} = X_{лэп} \cdot K_1^2 + X_{кл1} \cdot K_1^2 + X_{тр} \cdot K_1^2 + X_{кл2} \cdot K_1^2 =$$

$$= 0,76 \cdot 0,04^2 + 0,00189 \cdot 0,04^2 + 8,73 \cdot 0,04^2 + 0,0156 = 0,0316 \text{ Ом}$$

$$R_{\Sigma кз} = R_{лэп} \cdot K_1^2 + R_{кл1} \cdot K_1^2 + R_{тр} \cdot K_1^2 + R_{кл2} \cdot K_1^2 =$$

$$= 0,886 \cdot 0,04^2 + 0,013 \cdot 0,04^2 + 1,91 \cdot 0,04^2 + 0,1143 = 0,1188 \text{ Ом}$$

$$Z_{кз} = R_{кз} + jX_{кз} = 0,1188 + j 0,0316 = 0,12$$

Э.Д.С короткого замыкания 4-точки

$$E_{кз} = \frac{U_{кз}}{\sqrt{3}} = \frac{0,4}{\sqrt{3}} = 0,223 \text{ кВ}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания

$$I_n = E_{кз} / Z_{кз} = 0,23 / 0,12 = 1,92 \text{ кА}$$

Ударный ток

$$i_{y\partial} = \sqrt{2} \cdot I_n \cdot k_{y\partial} = 1,92 \cdot 1,414 \cdot 1,8 = 4,87 \text{ кА}$$

Периодическая составляющая тока короткого замыкания после 0,2 секунды

$$I_{0,2} = I_n \cdot \sqrt{0,1/0,2} = 1,92 \cdot 0,707 = 1,357 \text{ кА}$$

Мощность короткого замыкания

$$S_{кз} = \sqrt{3} \cdot U_{кз} \cdot I_{0,2} = 1,73 \cdot 0,223 \cdot 1,357 = 0,524 \text{ МВА}$$

Данные расчетов точек короткого замыкания внесены в таблицу

№ точки	$E_{кз}$ кВ	I_n кА	$I_{0,2}$ кА	$i_{уд}$ кА	$S_{кз}$ МВА
K ₁	5,77	4,9	3,46	12,47	34,58
K ₂	5,77	6,8	4,8	17,3	47,97
K ₃	5,77	347,6	245,7 5	884,8	245 6
K ₄	0,223	1,92	1,357	4,87	0,52 4

Выбор коммутационных аппаратов подстанции.

При выборе коммутационных аппаратов подстанции принимаем следующие допущения[6]:

1. Выбираем только коммутационные и измерительные аппараты;
2. Проверяем коммутационные аппараты на термическую и динамическую устойчивость 3х фазного тока короткого замыкания;
3. Выбираем входящие и отходящие секционные выключатели на основе единого условия;
4. От защитных устройств выбираем только разрядники и заземлители;

Коммутационные аппараты подстанции выбираем в виде таблицы.

Коммутационные аппараты подстанции выбираем в виде таблицы.

Наименование прибора	Тип	количество	Выбор условий	Сведения	
				Расчетные	Паспортные
Главное распределительное устройство					
Выключатели (входные)	ВБЧЭ- 10-20	2	$U_{\text{сеть}} \leq U_{\text{max}}$	10 кВ	12 кВ
			$I_{\text{рас}} \leq I_{\text{ном}}$	28,66 А	1600 А
			$I_{\text{п}} \leq I_{\text{ном.о}}$	4,9 кА	20 кА
			$i_{\text{уд}} \leq I_{\text{ном.дим}}$	12,47 кА	51 кА
			$I_{\text{сз}} \leq I_{\text{т.с}}$	3,46 кА	20 кА
			$S_{\text{кз}} \leq S_{\text{ном.о}}$	34,6 МВА	4000 МВА
			$U_{\text{сеть}} \leq U_{\text{max}}$	10 кВ	12 кВ

Выключатели (выходные)	ВБЧЭ- 10-20	3	$I_{рас} \leq I_{ном}$ $I_{п} \leq I_{ном.о}$ $i_{уд} \leq I_{ном.дин}$ $I_{\infty} \leq I_{т.с}$ $S_{кз} \leq S_{ном.о}$	28,7 А 6,8 кА 17,3 кА 4,8кА 41 МВА	630 А 20 кА 51 кА 20 кА 4000 МВА
Трансформаторы тока	ТШЛ- 10- У2	5	$U_{ном} \leq U_{сеть}$ $I_{рас} \leq I_{ном}$ $I_{п} \leq I_{ном.о}$ $i_{уд} \leq I_{ном.дин}$ $I_{\infty} \leq I_{т.с}$	10 кВ 28,66 А 4,9 кА 12,47 кА 3,46 кА	10 кВ 2000 А 5 А 20 кА 42 кА
Трансформаторы напряжения	НТМИ- 10	2	$U_{сеть} \leq U_{ном}$ $S_{кз} \leq S_{ном.о}$	10 кВ 41 МВА	10 кВ 500 МВА
Распределительное устройство цеховой подстанции					
Выключатели нагрузки	ВНП- 10-630- 31,5	2	$U_{сеть} \leq U_{мах}$ $I_{рас} \leq I_{ном}$ $i_{уд} \leq I_{ном.дин}$ $I_{\infty} \leq I_{т.с}$ $S_{кз} \leq S_{ном.о}$	10 кВ 28,7А 17,3 кА 4,8кА 47,97 МВА	12 кВ 200 А 80 кА 30 кА 4000 МВА
Предохранители	ПК1- 10-8/5- 12,5У3	2	$U_{сеть} = U_{ном}$ $I_{рас} \leq I_{ном}$ $I_{п} \leq I_{ном.о}$	10 кВ 28,7 А 6,8 кА	10 кВ 20 А 9,6 кА

			$S_{кз} \leq S_{ном.о}$	47,97МВА	5000 МВА
Автоматические выключатели	ВА-57	1	$U_{сеть} \leq U_{ном}$	0,4 кВ	0,4 кВ
			$I_{рас} \leq I_{ном}$	186 А	250 А
			$I_{п} \leq I_{ном.о}$	1,92 кА	10 кА

Лекция. Автоматическое повторное включение (АПВ)

План лекции:

1. Автоматическое повторное включение (АПВ) линий с односторонним питанием.
2. Назначение и требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
3. Принципы выполнения автоматического повторного включения (АПВ) линий электропередачи.

1. Автоматическое повторное включение (АПВ) линий с односторонним питанием.

В соответствии с ПУЭ на всех воздушных, а в ряде случаев и на кабельных линиях электропередачи должны устанавливаться устройства автоматического повторного включения. К этим устройствам представляются следующие основные требования:

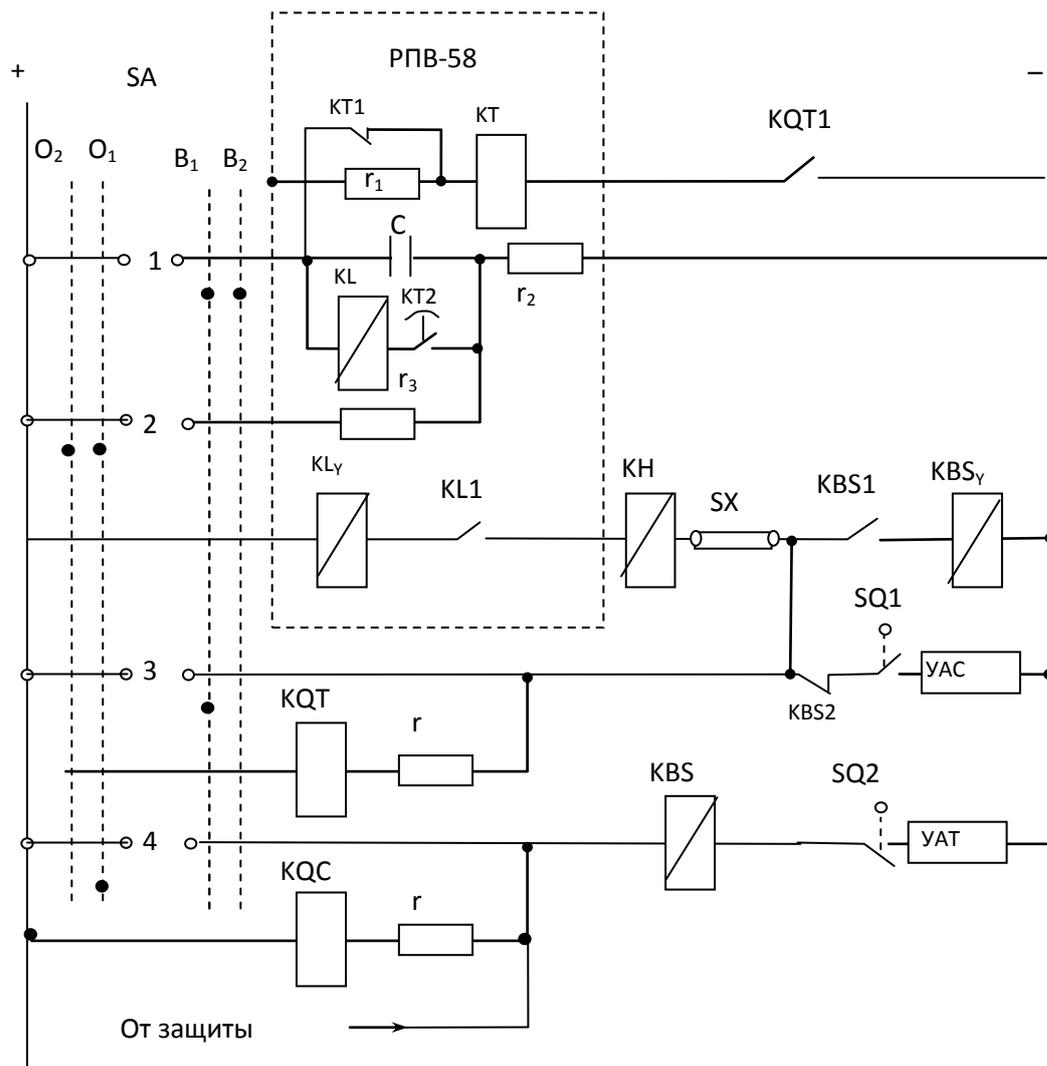
- а) возможно большее быстродействие;
- б) повторное включение не должно происходить при дистанционном отключении выключателя и в случае отключения его защиты после включения линии на короткое замыкание;
- в) должен быть обеспечен автоматический возврат схемы в исходное положение;
- г) должна быть предусмотрена блокировка от многократного включения при неисправностях в схеме.

Пуск АПВ может осуществляться:

- по несоответствию положения ключа управления и выключателя (когда ключ находится в положении «включено», а выключатель отключается защитой);
- непосредственно от защиты.

Предпочтение отдается первому из них.

2. Схема устройства однократного АПВ для масляных выключателей



В этой схеме используется комплектное устройство РПВ-58.

Положение блок-контактов выключателя SQ1 и SQ2 соответствует его включенному состоянию.

В схеме используется ключ управления SA типа КСВФ или КВФ. Он имеет:

- контакты „включить“ (B1) и „отключить“ (O1);
- контакты с фиксацией положения „включено“ (B2) и „отключено“ (O2).

При положении ключа SA „включено“ и включенном выключателе замкнута цепь:

- плюс,
- катушка реле положения „включено“ КQC,
- сопротивление r ,
- рабочая катушка KBS реле блокировки от многократного включения,
- блок-контакты выключателя SQ2,
- соленоид отключения привода выключателя YAT.

Ток, протекающий по этой цепи и ограниченный сопротивлением r , достаточен для срабатывания реле положения включено КQC и недостаточен для срабатывания реле блокировки KBS и YAT.

Сработавшее реле положения „включено“ КQC контролирует исправность цепи последующей операции „отключено“ (цепи сигнализации положения выключателя на рисунке не показаны).

Также замкнута цепь заряда конденсатора С через сопротивление r_2 . Величина этого сопротивления выбрана так, что конденсатор С заряжается до напряжения аккумуляторной батареи за 20÷25 секунд.

При срабатывании защиты:

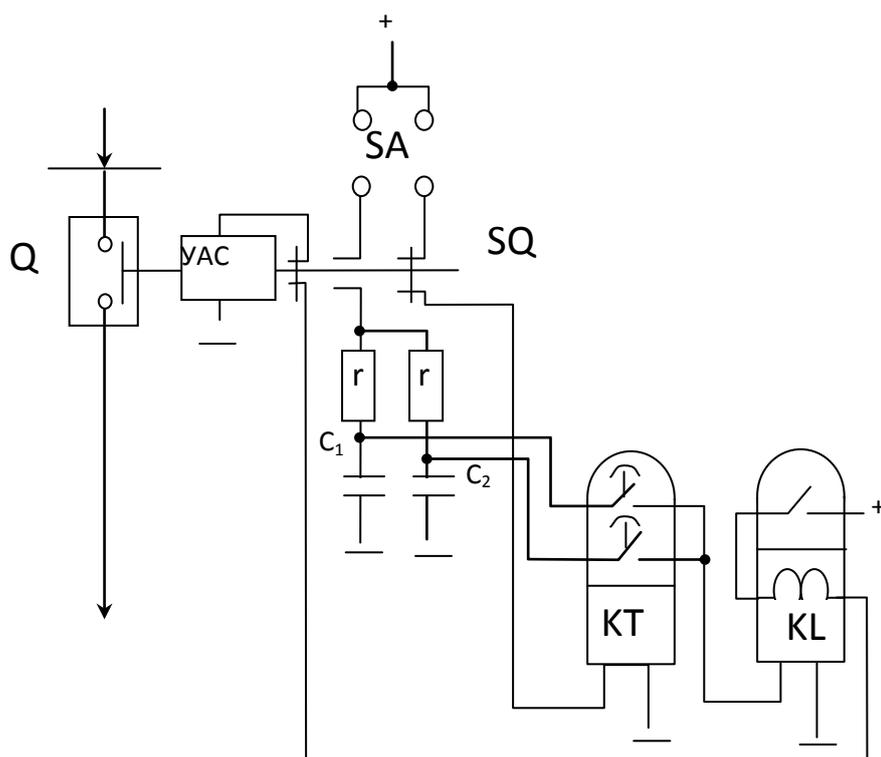
- Соленоид отключения YAT отключает выключатель.
- Размыкаются блок-контакты выключателя SQ2 и замыкаются – SQ1.
- Теряет питание КQC и получает питание реле положения „отключено“ – KQT. Это реле контролирует исправность цепи выключения и контактами KQT1 замыкает цепь питания термически устойчивого реле времени КТ типа ЭВ –133 комплекта РПВ-58.
- Реле КТ по истечении времени 0,3÷0,5сек (время деионизации дугового промежутка или готовности выключателя и его привода к повторному включению) своими контактами КТ2 замыкает цепь разряда конденсатора на рабочую катушку KL промежуточного реле повторного включения.

- Срабатывая, реле KL замыкает контактами KL1 цепь своей удерживающей катушки KLY и через катушку сигнального реле КН, накладку SX, замкнутые контакты реле блокировки KBS2 и блок-контакты выключателя SQ1 – соленоид включения выключателя УАС. **Выключатель включается повторно.**
- В случае **устранившегося короткого замыкания** (успешное АПВ) схема возвращается в исходное положение, и снова заряжается конденсатор С. По истечении времени заряда, устройство АПВ оказывается вновь готово к действию.
- В случае **устойчивого к.з.** на линии после повторного включения релейная защита вновь отключает выключатель. Но так как за время ее действия разрядившийся **конденсатор С не успевает зарядиться, второй раз АПВ не происходит.**
- При **дистанционном включении** отключенного от защиты выключателя он снова отключается защитой, но АПВ при этом не происходит, так как конденсатор не был заряжен.
- При **дистанционном отключении** выключателя контактами 2 ключа управления SA замыкается цепь разряда конденсатора на небольшое сопротивление r3. Он разряжается до того, как успеют замкнуться контакты КТ2 реле времени РПВ-58. Поэтому повторное включение не происходит.

3. Двукратное АПВ линий

По данным статистики около 15% неуспешных повторных включений первого цикла АПВ оказываются успешными после второго цикла, если ему дать выдержку времени порядка 15÷20 секунд.

Поэтому ПУЭ предписывается устанавливать двукратное АПВ на 110 киловольтных линиях с односторонним питанием и рекомендуется применять его на линиях с односторонним питанием напряжением 35 кВ и менее, не имеющих резервирования по сети.



При положении ключа управления выключателем SA "включено" его контакты замкнуты. Они размыкаются при дистанционном отключении выключателя.

Когда выключатель Q включен, левая и правая по рисунку пары блок-контактов SQ разомкнуты, а средняя пара – замкнута. Через сопротивления „r” замкнуты цепи заряда конденсаторов C1 и C2. Время их заряда *t_{заряда}* ≈ 100 секунд.

При отключении защитой выключателя Q размыкается средняя пара блок-контактов SQ в цепи заряда конденсаторов, и замыкаются две другие пары блок-контактов. Получает питание реле времени KT.

Спустя 0,5-0,7 секунды замыкаются его проскальзывающие контакты, которыми создается цепь разряда конденсатора C1 на рабочую катушку прореле KL. Оно, сработав, замыкает своими контактами цепь удерживающей катушки и соленоида включения УАС привода выключателя Q. При успешном АПВ схема возвращается в исходное положение, и снова заряжается конденсатор C1.

Если к.з. после первого цикла не устранилось, и защита вновь отключает выключатель, опять получает питание и приходит в действие реле времени

КТ. Но при замыкании его проскальзывающих контактов реле КЛ питания не получает, так как конденсатор С1 был уже разряжен.

Через 15÷20 секунд после повторного отключения выключателя замыкаются упорные контакты реле КТ. Ими замыкается цепь разряда конденсатора С2 на катушку реле КЛ. Последнее посылает импульс на включение выключателя Q. Если к.з. не устранилось и после второго цикла АПВ, защита отключает линию в третий раз. Оба конденсатора оказываются разряженными, и больше включение не происходит.

При дистанционном отключении выключателя контактами ключа SA снимается плюс со схемы, и устройство АПВ выводится из действия.

Контрольные вопросы:

1. Автоматическое повторное включение (АПВ) линий с односторонним питанием.
2. Назначение и требования, предъявляемые к устройствам АПВ.
3. Принципы выполнения автоматического повторного включения (АПВ) линий электропередачи.
4. Автоматическое повторное включение (АПВ) линий с двусторонним питанием.
5. Виды трехфазного АПВ одиночных линий с двусторонним питанием: несинхронное (НАПВ), быстродействующее (БАПВ), АПВ с ожиданием или с проверкой синхронизма (АПВОС), АПВ с улавливанием синхронизма (АПВУС).

14- Тема.	Автоматическое повторное включение (АПВ). АПВ линий с односторонним питанием.
------------------	--

1.1. Технология чтения лекции.

Время-2 часа	Число студентов 25-30
Форма учебного занятия	Введение, информационно-визуальная лекция при использовании слайдов
План лекционного занятия	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пример составления алгоритмической схемы САУР. 2. Правила преобразования алгоритмических схем. 3. Передаточные функции типовой одноконтурной САУР. 4. Типовые алгоритмы управления в линейных САУР.
<p><i>Цель учебного занятия:</i> Ознакомление со статическими и динамическими характеристиками элементов САУР, передаточными свойствами элементов САУР в динамическом режиме. Формы динамических характеристик: обыкновенное дифференциальное уравнение; временные характеристики; передаточная функция; частотные характеристики.</p>	

<p><i>Педагогические обязанности:</i></p> <p><i>Педагог:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> – знакомит с особенностями передаточных свойств элементов САУР; – характеризует статические характеристики элементов; – дает информацию о динамических характеристиках элементов САУР; – объясняет передаточные свойства элементов САУР в динамическом режиме; – знакомит с формами динамических характеристик элементов САУР. 	<p><i>Результаты учебной деятельности:</i></p> <p>Студент:</p> <ul style="list-style-type: none"> – знакомится с особенностями передаточных свойств элементов САУР; – записывает информацию о статических характеристиках элементов; – записывает информацию о динамических характеристиках элементов САУР; – изучает передаточные свойства элементов САУР в динамическом режиме; – знакомится с формами динамических характеристик элементов САУР и, выделив главное, записывает.
<p>Метод и техника обучения</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Информационно-визуальная лекция, блиц-опрос, записывание.
<p>Средства обучения</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Конспект лекций, проектор, плакаты, доска, мел.
<p>Форма обучения</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Работа в потоке, группе и подгруппе.
<p>Обеспеченность обучения</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Проектор, оборудованная аудитория.

Технологическая карта лекционного занятия

Части, время	Смысл деятельности	
	Преподаватель	Студент
1-часть. Введение (10 мин.)	1.1. Объявляет тему и план учебного занятия, а также ожидаемые результаты.	1.1. Слушает и записывает.
2- часть. Основная (60 мин.)	<p>2.1. Для внимания студентов запланированы вопросы, по ним объясняет и проводит быстрый опрос.</p> <p>2.2. Преподаватель продолжает лекцию. Приводит классификацию воздействий и сигналов в САУР по ряду критериев.</p> <p>2.3. Характеризует регулярные и нерегулярные сигналы. Во время объяснения задает студентам вопросы из других дисциплин, читаемых в прошлых семестрах, по знаниям, приобретенным ранее по этой теме.</p> <p>2.4. Дает информацию о</p>	<p>2.1. Студенты отвечают.</p> <p>2.2. Обращается к педагогу с вопросами, основные места записывает.</p> <p>2.3. Записывает характеристики регулярных и нерегулярных сигналов. На каждый вопрос, подумав, старается дать ответ.</p> <p>2.4. Записывает основные типы дискретных и</p>

	<p>дискретных и непрерывных сигналах, приводит примеры.</p> <p>2.5. Объясняет виды типовых воздействий в САУР.</p> <p>2.6. Выделяет основные положения лекции и подтверждает необходимость записи выделенных моментов.</p>	<p>непрерывных сигналов, запоминает.</p> <p>Примеры повторяет.</p> <p>2.5. Слушает, запоми-нает, записывает.</p> <p>2.6. Слушает, запоми-нает, записывает.</p>
<p>3- часть. Итоговая (10 мин.)</p>	<p>3.1. Завершает лекцию, обращает внимание студентов на основные проблемы занятия, делает выводы. Выделяет наиболее активных студентов.</p> <p>3.2. Задание для самостоятельной работы: Исходя из рассмотренных вопросов, привести примеры различных воздействий и сигналов в САУР и описать их характеристики.</p>	<p>3.1. Слушает и уточняет.</p> <p>3.2. Записывает задание.</p>

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ КЕЙС-ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ

I. Кейс-технология: общее понятие

1.1. Основные понятия

Кейс-стади (англ. case - набор, конкретная ситуация, stadi-обучение) - это *метод обучения*, основанный на проблемно-ситуационном анализе конкретной реальной либо искусственно созданной ситуации, изложенной в кейсе и ориентирующей обучающихся на формулирование проблемы и поиск вариантов целесообразного ее решения.

Изучая и анализируя практическую ситуацию, изложенную в кейсе, выделяя и решая проблемы, заложенные в ситуацию, студенты фактически получают на руки готовое решение, которое можно применить в аналогичных обстоятельствах в будущей профессиональной деятельности.

Кейс-стади - *технология обучения*, представляющая собой упорядоченную совокупность оптимальных способов и средств обучения, научного исследования и анализа, информации, коммуникации и управления, инструментально обеспечивающих реализацию поставленной образовательной цели и гарантированное достижение прогнозируемых учебных результатов в процессе решения проблемной практической ситуации, изложенной в кейсе.

II. Технология решения кейса студентами

2.1. Этапы решения кейса студентами:

Как показывает мировой опыт, гораздо большей эффективности в достижении образовательных целей можно достичь, если технология решения кейса студентами будет состоять из *двух технологических этапов*:

- **Первый этап - индивидуальная работа по решению кейса.**
- **Второй этап – совместная коллективная работа с кейсом.**

2.2. Первый этап: индивидуальная работа с кейсом

Последовательность действий студента:

- ✓ знакомится с материалами кейса;
- ✓ изучает изложенную ситуацию;
- ✓ выделяет, формулирует и обосновывает проблему и под проблемы;
- ✓ выбирает методы исследования и анализа ситуации;
- ✓ анализирует заданную практическую ситуацию;
- ✓ определяет и обосновывает способы и средства решения выделенной проблемы;
- ✓ разрабатывает мероприятия по реализации предлагаемого решения.

2.3. Второй этап: совместная коллективная работа с кейсом

2.3.1. Совместная работа в мини-группах:

- ✓ согласовывают различные представления членов группы о ситуации, об основных проблемах и путях их решения;
- ✓ обсуждают и оценивают предложенные варианты решения, выбирают наиболее приемлемый для данной ситуации в контексте поставленной проблемы;
- ✓ разрабатывают во всех деталях конкретную пошаговую программу осуществления выбранного курса действий, приводящего к разрешению проблемной ситуации;
- ✓ готовятся к презентации и оформляют демонстрационный материал.

2.3.2. Презентация мини- группами результатов решения кейса:

- ✓ представляют собственный вариант решения проблемной ситуации;
- ✓ объясняют выбранный курс действий и обосновывают его рациональность;
- ✓ отвечают на вопросы участников других групп и уточняют свои предложения.

2.3.3. Коллективная работа с кейсом:

- ✓ Обсуждение предложенных группа-ми вариантов решений.
- ✓ Взаимооценка предложенных решений.
- ✓ Возможна также совместная (студентов и преподавателя) оценка реалистичности и реализуемости предложенных решений.

III. Процессуальная структура и содержание деятельности преподавателя, практикующего кейс-стади

3.1. Этапы деятельности преподавателя, практикующего кейс-стади

- ❖ Подготовительный этап
- ❖ Основной этап: реализация кейс-технологии
- ❖ Аналитический, оценочный этап

3.2. Подготовительный этап

Это последовательна внеаудиторная сложная научно - исследовательская, методическая и конструирующая деятельность:

- ❖ Создает кейс (если не использует уже готовый кейс).
- ❖ Проектирует и планирует технологию обучения.
- ❖ Осуществляет подготовку студентов, разработку учебного и методического обеспечения их самостоятельной работы с кейсом.

3.2.1.Создание кейса

См. Слайдовая презентация «Технология разработки кейсов»

3.2.2. Проектирование кейс - технологии

Последовательность действий преподавателя:

- ✓ На основе рабочей программы определяет форму (семинар/практическое занятие) учебного занятия, учебное время.

- ✓ Формулирует цель учебного занятия, определяет ожидаемые результаты учебной деятельности (называют..., перечисляют..., классифицируют..., решают... и.т.д.) и педагогические задачи (объяснить, раскрыть...).
- ✓ Выбирает оптимальную модель обучения - совокупность оптимальных методов, форм и средств обучения, гарантирующую реализацию поставленной цели и достижение прогнозируемых учебных результатов в установленное время и сложившихся условиях.
- ✓ Разрабатывает технологическую схему учебного занятия исходя из учебного времени, размера кейса и выбранной модели обучения.
- ✓ Определяет условия, необходимые для реализации модели: допустимое количество студентов в аудитории; возможности аудитории для организации обучения в группах, использования ТСО и компьютерных технологий.
- ✓ Устанавливает способы и средства обратной связи, обеспечивающие мониторинг (непрерывное отслеживание и диагностику).
- ✓ Определяет способы и средства промежуточной и заключительной оценки учебных достижений.

3.2.2. Проектирование кейс – технологии (продолжение) *Рассмотрим варианты технологической схемы учебного занятия, основанного на кейс-стади*

1-й вариант

На работу с кейсом отведено 1 учебное занятие. Размер кейса не большой.

1. Индивидуальное знакомство с кейсом.
2. Коллективная работа с кейсом:
 - 2.1. Мозговой штурм: - генерация идей разрешения проблемной ситуации.
 - 2.2. Коллективная оценка и выбор приоритетных идей.
3. Резюме преподавателя.
4. Оценка учебных достижений студентов

2-й вариант

На работу с кейсом отведено 1 учебное занятие. Размер кейса не большой

1. Индивидуальная работа с кейсом.
2. Коллективная дискуссия, направленная на анализ и разрешение проблемной ситуации, выработку рекомендаций относительно деятельности в данной практической ситуации.
3. Резюме преподавателя.
4. Оценка учебных достижений студентов

3-й вариант

На работу с кейсом отведено 1 учебное занятие. Кейс средних размеров.

1. Внеаудиторная работа - индивидуальная работа с кейсом.
2. Аудиторная работа:
 - 2.1. Работа в мини – группах: обсуждение результатов индивидуальной работы с кейсом; коллективный анализ и оценка предложенных альтернатив решения проблемы, выбор приоритетной идеи; разработка программы разрешения проблемной ситуации.
 - 2.2. Презентация групповой работы.
 - 2.3. Коллективное обсуждение предложенных вариантов разрешения проблемной ситуации.
3. Резюме преподавателя.
4. Оценка учебных достижений студентов

4-й вариант

На работу с кейсом отведено более одного учебного занятия. Кейс объемный.

Решение кейса проводится поэтапно, в течение нескольких занятий и даже на протяжении всего учебного курса.

Проектируя и планируя технологии обучения на этих учебных занятиях, преподаватель может использовать любые из трех вариантов работы с кейсом и даже комбинировать их.

3.2.3. Планирование технологии обучения

На основании выбранной модели обучения и спроектированной структуры учебного занятия преподаватель планирует технологию обучения (ТО).

Планирование ТО на учебном занятии может быть выполнено в виде технологической карты.

3.2.3. Планирование технологии обучения (продолжение) Приложение к технологической карте учебного занятия включает:

- ✓ перечень вопросов для актуализации знаний студентов,
- ✓ схемы, таблицы, слайды и другие визуальные материалы, используемые преподавателем в процессе обучения;
- ✓ дополнительные вопросы для проведения дискуссии.

3.2.4. Подготовка студентов к решению кейса

Одним из факторов, определяющих эффективность занятия по анализу и разрешению практической ситуации, является владение студентами учебной информацией по вопросам, которые будут затронуты в кейсе.

В этой связи работа с кейсом проводится по завершении учебной темы или в процессе ее изучения – все зависит от целей кейса и сроков работы.

3.2.4. Подготовка студентов к решению кейса (продолжение)

Показатели способности студентов к учебной работе в условиях кейс-стади:

- ✓ владение способами и средствами научного исследования и анализа;
- ✓ владение правилами работы в малых группах, участия в мозговом штурме и в дискуссии, проведения презентации;
- ✓ понимание инструкции (алгоритма) анализа и решения проблемной ситуации, способность и готовность к ее выполнению;
- ✓ владение техниками оценки и выбора приоритетной идеи решения проблемы.

3.2.5. Подготовка учебных и методических материалов

В процессе подготовки к учебному занятию целесообразно разработать и предложить студентам:

учебные материалы, содержащие краткое структурированное изложение теоретической информации в виде схем, таблиц, структурированных описаний - для приведения знаний студентов в стройную логическую систему;

инструкции по анализу и решению практической ситуации в процессе самостоятельной индивидуальной и групповой работы или алгоритм решения;

3.2.5. Подготовка учебных и методических материалов (продолжение)

✓ плакаты/листы с правилами мозгового штурма, работы в мини-группах, с правилами и секретами успешной презентации, с памяткой участникам дискуссии;

✓ руководство «Техника оценки и выбора приоритетной идеи»;

✓ показатели и критерии оценки содержательной активности студентов на учебном занятии, письменного решения кейса;

✓ матрицу взаимно оценки работы студентов в мини-группах.

3.2.6. Подготовка преподавателя

Преподаватель, практикующий кейс-стади, кроме обычной подготовки к занятию

✓ самым тщательным образом анализирует ситуацию, готовит несколько моделей, которые могут быть предложены студентам для анализа проблемной ситуации и ее разрешения;

✓ разрабатывает показатели и критерии оценки предложенных студентами вариантов решения ситуации;

✓ подготавливает собственный вариант решения проблемы.

3.3. Основной этап: реализация кейс-технологии обучения

3.3.1. Введение в учебное занятие

Последовательность действий преподавателя :

✓ Называет тему и цель занятия;

✓ сообщает перечень прогнозируемых учебных достижений студентов;

✓ знакомит с особенностями и порядком работы на учебном занятии;

- ✓ объявляет показатели и критерии оценки учебных результатов;
- ✓ разъясняет назначение кейса и его влияние на развитие профессиональных знаний и навыков в целях формирования мотивации студентов к предстоящей учебной деятельности.

3.3.2. Основной этап учебного занятия

Последовательность действий преподавателя:

- ✓ Организует *коллективную работу*: актуализацию знаний студентов по учебной теме, в рамках которой будет решаться кейс. Она проводится как блиц-опрос или в вопросно-ответной форме;
- ✓ может зачитать отрывки из литературных источников по теме кейса, продемонстрировать продукцию предприятия - объекта практической ситуации - это определенный способ вызвать интерес или добавить новые идеи относительно проблемы ситуационного упражнения.

2-ой вариант

1. Организует индивидуальную работу с кейсом. В этой связи:

1.1. Разъясняет схему/инструкцию по анализу и решению практической ситуации.

1.2. Дает задание:

- ✓ Ознакомиться с кейсом.
- ✓ Изучить заданную ситуацию.
- ✓ Выделить и сформулировать проблему и подпроблемы.
- ✓ Выбрать методы исследования и анализа
- ✓ Провести диагностику и анализ ситуации.
- ✓ Определить и обосновать способы и средства решения проблемы.
- ✓ Разработать мероприятия по реализации предлагаемого разрешения проблемной ситуации .

2. Организует коллективную дискуссию, направленную на анализ и разрешение проблемной ситуации, выработку рекомендаций относительно деятельности в данной практической ситуации.

2.1. Организует деятельность мини - групп по решению кейса:

разделяет студентов на мини-группы,

- ✓ знакомит (напоминает) с правилами работы в группах, с памяткой участнику дискуссии;
- ✓ разъясняет инструкцию к групповой работе по анализу и решению практической ситуации;
- ✓ знакомит с техникой оценки и выбора наиболее приемлемой идеи;
- ✓ предлагает приступить к обсуждению и согласованию различных представлений членов группы о ситуации, проблеме и способах ее решения.

2.2. Организует презентацию результатов работы мини-групп.

Возможна также совместная (студентов и преподавателя) оценка реалистичности и реализуемости предложенных решений.

3.3.3. Заключительно-оценочный этап учебного занятия

Последовательность действий преподавателя:

1. Делает заключение, концентрирует внимание студентов на главном.
2. Сообщает о важности проделанной работы для будущей профессиональной деятельности.
3. Оценивает деятельность групп, отдельных студентов подводит итоги взаимооценки; анализирует и оценивает степень достижения цели учебного занятия.

IV. Экспертная оценка кейс-технологии обучения

Оценка кейс - технологии обучения осуществляется экспертами, а ее результаты заносятся в Лист экспертной оценки.

По завершению экспертизы делается заключение:

- 1) технология рекомендуется к экспериментальной апробации или
- 2) технология рекомендуется к экспериментальной апробации после доработки, или
- 3) технологию рекомендуется доработать и вновь представить на экспертизу.

Безопасность жизнедеятельности

1. К мероприятиям санитарно-гигиенического характера по охране труда относятся: *вентиляция, освещение и отопление*, создание благоприятных климатических условий - ограничение содержания вредных выделений в воздушной среде, герметизация вредных производственных процессов и операций, обеспечение санитарно - бытовыми помещениями, разработка других мер предупреждения профессиональных заболеваний, обеспечение питьевого режима в соответствии санитарными требованиями.

Контроль за соблюдением действующего промышленно - санитарного законодательства осуществляется органами Государственного санитарного надзора министерства здравоохранения Республики и государственной технической инспекцией труда, министерства труда Республике, без санкции не может быть открыто и пущено в эксплуатацию ни одно предприятие.

В числе мероприятий санитарно – гигиенического порядка, направленных на улучшение условий труда на производстве, значительное место отводится вентиляции.

На которых предприятиях в силу несовершенства технологических процессов и других причин неблагоприятные условия труда вследствие чрезмерной запылённости воздуха, высокой его температуры и влажности, повышенной загазованности производственных помещений.

Рациональное *освещение* объектов и рабочих мест, борьба с *шумом, вибраций*, профилактика профессиональных *отравлений и заболеваний* – все это является ценными мероприятиями по обеспечению нормальной санитарно - гигиенически обстановке на производстве.

Важное место в создании нормальных санитарно - гигиенических условий рабочим на производстве отводится санитарно - бытовым помещениям.

К таким помещениям относятся гардеробные, душевые, помещения для просушивания и обеспыливания спецодежды, уборные, комната личной гигиены женщин, помещения для приема пищи, для обогрева и другие.

3. **Мероприятия правового порядка**, осуществляются на основе Конституции Республики, кодексов, законов о труде и постановлений правительства. В развитие их составлены санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, правила и нормы по охране труда и технике безопасности, списки производств и профессий, для которых по условиям труда устанавливается сокращенный рабочий день, дается дополнительный отпуск, лечебно - профилактическое питание.

Трудовое законодательство обязывает все предприятия и учреждения принимать необходимые меры к устранению вредных условий работы, предупреждению несчастных случаев к содержанию мест работы в надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии согласно правилам и нормам по технике безопасности и производственной санитарии.

4. **Организационные мероприятия**, в области охраны труда включают вопросы пропаганды безопасных приемов работы и инструктаж работников по технике безопасности.

Изготовление плакатов по технике безопасности, предупредительные надписи на машинах и агрегатах, запрещающие опасные для здоровья приемы работы, организация на предприятиях и в цехах уголков или стендов по технике безопасности - все это играет важную роль в охране здоровья рабочих.

С этой же целью проводится инструктаж по безопасным методам работы каждого рабочего, а для занятых на агрегатах с повышенной опасностью труда – периодическая проверка знаний правил охраны труда рабочих, обслуживающих этот агрегат.

Пропаганда охраны труда проводится и в более широком плане. Хозяйственные и профсоюзные организации по отдельным вопросам техники безопасности выпускают короткометражные фильмы,

устаивают выставки, издают пособия, брошюры, используют наглядную агитацию.

К организационным мероприятиям относится также подготовка кадров по охране труда в учебных заведениях, на курсах, семинарах, и распространение передового опыта в области охраны труда.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕЩЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Естественное освещение используется в дневное время суток. Оно обеспечивает хорошую освещенность, равномерность; вследствие высокой диффузности (рассеивания) благоприятно действует на зрение и экономично. Помимо этого солнечный свет оказывает биологически оздоравливающее и тонизирующее воздействие на человека.

Первичным источником естественного (дневного) света является Солнце, излучающее в мировое пространство мощный поток световой энергии.

Эта энергия достигает поверхности Земли в виде прямого или рассеянного (диффузного) света. В светотехнических расчетах естественного освещения помещений учитывается только диффузный свет.

Величина естественной наружной освещенности имеет большие колебания как по временам года, так и по часам суток.

Значительные колебания величин естественной освещенности в течение дня зависят не только от времени суток, но и от перемены облачности.

Таким образом, источники естественного света обладают особенностями, которые создают резко изменяющиеся условия освещения.

Задача проектирования естественного освещения помещений сводится к рациональному использованию имеющихся в данном районе природных световых ресурсов.

Естественное освещение помещений осуществляется через световые проемы и может быть выполнено в виде бокового, верхнего или комбинированного.

Боковое - осуществляется через окна в наружных стенах здания;

верхнее - через световые фонари, располагаемые в перекрытиях и имеющие различные формы и размеры;

комбинированное - через окна и световые фонари.

При естественном освещении распределение освещенности по помещению в зависимости от вида освещения характеризуется кривыми, показанными на рис. 34, *a - z*.

Кривые естественной освещенности помещений надо учитывать при расстановке оборудования, с тем чтобы оно не затеняло рабочих мест, наиболее удаленных от световых проемов.

В производственных помещениях одно местное освещение использовать не разрешается.

В осветительных установках промышленных предприятий применяют лампы накаливания и газоразрядные источники света. Основные характеристики ламп: номинальное напряжение, электрическая мощность, световой поток, световая отдача и срок службы.

Лампы накаливания основаны на способности нагретого до высокой температуры тела (нити из тугоплавкого металла) излучать видимый свет, а газоразрядные - на принципе люминесценции.

В лампе накаливания световой поток зависит от потребляемой электрической мощности и температуры вольфрамовой нити, помещенной в стеклянную колбу, наполняемую при изготовлении инертным газом: аргоном, ксеноном, криптоном и их смесями. Это обеспечивает повышение температуры вольфрамовой нити и уменьшает ее распыление.

Лампы накаливания несложны в изготовлении, просты и надежны в эксплуатации. К их недостаткам следует отнести: низкую световую отдачу (в три - шесть раз меньшую по сравнению с газоразрядными лампами),

небольшой срок службы (около 1000 ч), неблагоприятный спектральный состав, искажающий светопередачу. В них видимое излучение преобладает в желтой и красной частях спектра при недостатке в синей и фиолетовой его частях по сравнению с дневным естественным светом. Лампы накаливания обладают большой яркостью, но не дают равномерного распределения светового потока. Чтобы исключить прямое попадание света в глаза и вредное воздействие большой яркости на зрение, нить накаливания лампы необходимо закрывать.

Помимо этого, при применении открытых ламп почти половина светового потока не используется для освещения рабочих поверхностей, поэтому лампы накаливания устанавливают в осветительной арматуре.

Газоразрядные источники света включают люминесцентные, ртутные и ксеноновые лампы. Последние в осветительных установках промышленных предприятий не применяются.

Газоразрядные лампы дают свет в результате электрического разряда в атмосфере инертных газов, паров металла и их смесей.

Они имеют следующие преимущества по сравнению с лампами накаливания: высокую светоотдачу, в несколько раз большую, чем у ламп накаливания, весьма продолжительный срок службы (8 - 14 тыс. ч); спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света

3. ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ШУМА И ВИБРАЦИЙ

Шум представляет собой сочетание хаотических (непериодических), различных по частоте и силе звуков. По причинам возникновения производственный шум подразделяют на механический (трение и удары узлов и деталей машин и механизмов) и аэродинамический (движение потоков воздуха, газов или жидкостей с большими скоростями).

Шум характеризуется *частотой колебания звука, звуковым давлением, интенсивностью (силой) звука и уровнем громкости.*

Вибрация (сотрясение) – совокупность механических движений упругих тел, машин, станков механизмов и приспособлений,

повторяющихся через определённые промежутки времени и распространяющихся на строительные конструкции через опоры, перекрытия и т. п. Вибрация характеризуется амплитудой, частотой, скоростью и ускорением. Эти параметры определяют воздействие вибрации на человека, оборудование, строительные конструкции. По характеру спектра шумы подразделяются на широко полусные, с непрерывным спектром более одной октавы, и тональные, в спектре которых слышны дискретные тона. По временным характеристикам шумы бывают постоянные, уровень звука которых за 8 – часовой рабочий день изменяются во времени не более чем на 5 дБ, и непостоянные, уровень звука которых за 8 – часовой рабочий день изменяется во времени не менее чем на 5 дБ. Допустимые уровни звукового давления в рабочей зоне устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.1003 – 76 « Шум. Общие требования безопасности » в зависимости от частоты колебания звуковых волн и принимаются для производственных помещений в пределах от 90 до 74 дБ при среднегеометрических частотах в октавных полосах соответственно 63 – 8000 Гц. Если руководствоваться нормативными данными по уровню звука в октавной полосе, то для рабочей зоны промышленных предприятий уровень звука (при постоянном пребывании в них работающих) не должен превышать 85 дБ. При разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочего места следует принимать все меры по снижению шум, воздействующего на человека на рабочих местах, до значений, не превышающих допустимые.

1. Мероприятия по уменьшению шума.

Из известных методов борьбы с производственным шумом наиболее рациональным является уменьшение его в источниках возникновения. С этой целью принимают следующие меры:

Заменяют ударные взаимодействия деталей безударными, возвратно – поступательные движения – вращающимися; демпфируют вибрации соударяющихся деталей и отдельных узлов агрегат путём сочленение их с материалами, имеющими большое внутреннее трение (резиной, пробкой, битумом, битумными картонами, войлоком, асбестом и др.); уменьшают интенсивность вибрации, путём их облицовки или заполнения специально предусмотренных воздушных полостей демпфирующими вибрации материалами либо путём устройства гибких связей (упругих площадок, пружин) между этими деталями узлами агрегата, возбуждающими вибрации; заменяют металлические детали деталями из пластмасс или из других незвучных материалов; предусматривают тщательное уравнивание (статическое, динамическое) всех движущихся деталей агрегат для уменьшения динамических сил возбуждающих вибрации; предусматривают минимальные допуски при изготовлении и сборке деталей агрегат с целью уменьшения зазоров в сочленении деталей и тем самым уменьшения энергии соударений; предусматривают систему сборки деталей агрегата, при которой сводятся к минимуму ошибки в сочленениях деталей (перекосы, неверное расстояние между центрами и т.п.); широко применяют смазки соударяющихся деталей вязкими жидкостями и заключение в жидкостные масляные и другие ванны вибрирующих и издающих шум деталей (шестерённых редукторов и т. п.); если преобладающим шумом агрегата является шум подшипников, заменяют подшипники качения подшипниками скольжения; улучшают по возможности условия обтекания деталей агрегата воздушными и газовыми потоками (в вентиляторах, эжекторах, воздуходувках и т. п.); шумные узлы агрегата (шестерённые редукторы, цепные, ременные и другие передачи, соударяющиеся детали, двигатели и т. п.) заключают в изолирующие кожухи. Звукопоглощение – с этой целью стены и потолок помещения облицовывают материалами, плохо отражающими звуковые волны. Иногда когда это возможно по условиям производства, звукопоглощающим

материалом облицовывают отдельное оборудование или устраивают защитные камеры и бункера, которые облицовывают с внутренней стороны звукопоглощающим материалом. На практике применяют в основном три вида звукопоглощающих облицовок – стекловолокно, гипсовые плитки и перфорированные облицовки тканью. Внедрение таких звукоизолирующих кожухов позволяют снизить уровень звукового давления в рабочей зоне в среднем на 10 дБ.

Вредные воздействия шума.

Каждый работающий на производстве должен знать, что шум является вредным фактором. Многочисленные данные, приведённые в отечественной и зарубежной литературе, свидетельствуют о том, что шум неблагоприятно влияет на организм человека и в первую очередь на центральную нервную систему, нарушая её регулярную функцию, что приводит к расстройству нормальной деятельности отдельных внутренних органов и кровообращения, снижению слуха.

Инженерно-технические мероприятия включают: внедрение средств автоматизации и прогрессивной технологии, исключающих контакт работающих с вибрацией; изменение конструктивных параметров машин, технологического оборудования и механизированного инструмента.

Организационные мероприятия включают: контроль за монтажом оборудования на производственных площадках; своевременным и качественным проведением планово - предупредительного обслуживания и ремонта; выполнением правил технической эксплуатации машин и агрегатов.

К средствам защиты отнесены следующие устройства: оградительные, виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие (см. ГОСТ 12.4.011 - 75), а также средства автоматического контроля, сигнализации, дистанционного управления,

Важное значение имеет разработка и внедрение физиологически обоснованных режимов труда и отдыха лиц, подвергающихся воздействию вибрации, а также обеспечение их средствами индивидуальной защиты.

Лечебно-профилактические мероприятия обеспечивают необходимый микроклиматический режим и комплекс физиотерапевтических процедур (водные ванны, массаж, гимнастика и ультрафиолетовое облучение).

Виброизолирующие устройства предназначены для уменьшения уровня вибраций, передаваемых от их источника тело работающего. Выполняется это путем введения в колебательную систему промежуточной упругой связи.

4. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Микроклимат (метеорологические условия) на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на котором находятся места постоянного или временного пребывания работающих. Постоянным рабочим местом считается место, на котором работающий находится более 50% своего рабочего времени или более 2 ч непрерывно. При выполнении работы в различных пунктах рабочей зоны постоянным рабочим местом считается вся рабочая зона.

Благоприятные (комфортные) метеорологические условия на производстве являются важным фактором в обеспечении высокой производительности труда и в профилактике заболеваний. При несоблюдении гигиенических норм микроклимата снижается работоспособность человека, возрастает опасность возникновения травм и ряда заболеваний, в том числе профессиональных.

Температура воздуха оказывает большое влияние на самочувствие человека и производительность труда.

Высокая температура воздуха в производственных помещениях при сохранении других параметров вызывает быструю утомляемость работающего, перегрев организма и большое потовыделение. Это ведет к снижению внимания, вялости и может оказаться причиной возникновения несчастного случая.

Следует иметь в виду, что температура воздуха в помещениях повышается на 1-2⁰С и более на каждый метр их высоты и может достигать вверху 40-50⁰С. Это необходимо учитывать, когда в цехе имеются рабочие площадки, расположенные в верхней части помещения, например для обслуживания высокогабаритного оборудования и станков, а также при наличии кранов, управление которыми осуществляется из кабин сверху.

Низкая температура может вызвать местное и общее охлаждение организма и стать причиной ряда простудных заболеваний - ангины, катара верхних дыхательных путей.

Влажность воздуха. Водяные пары всегда в том или ином количестве содержатся в воздухе, увлажняя его. Приняты следующие понятия при оценке влажности.

Максимальная влажность (точка росы) характеризуется максимальным количеством влаги, которое может находиться в воздухе при определенной температуре.

Абсолютная влажность характеризуется фактическим количеством влаги, находящейся в воздухе при определенной температуре.

Относительная влажность - отношение в % абсолютной влажности к максимальной влажности при данных температурных условиях. Относительная влажность принята как показатель в санитарных нормах.

Источниками избыточного влаговыделения могут быть производственные установки, в которых происходит испарение воды (всевозможные ванны, моечные машины и др.). Особо интенсивное

выделение влаги происходит при нагреве воды или механическом ее перемешивании. Еще одним источником выделения влаги является организм работающего. Количество выделяемой влаги находится в зависимости от характера выполняемой работы и температуры в помещении.

Оптимальной является относительная влажность 60 - 40%.

В воздухе, избыточно насыщенном водяными парами, затрудняется испарение влаги с поверхности кожи и легких, что может резко ухудшить состояние и снизить работоспособность человека.

При температуре в производственном помещении 26°C и выше и работе средней тяжести и тяжелой важную роль в теплоотдаче организма играет испарение пота. Именно испарение пота, потому что пот, лишь стекающий с тела, не приносит организму облегчения, не отнимает у него тепло.

При понижении относительной влажности воздуха до 20% у человека возникает неприятное ощущение сухости слизистых оболочек верхних дыхательных путей.

Санитарными нормами допустимая относительная влажность воздуха в производственных помещениях установлена во взаимозависимости с его температурой и скоростью.

Скорость воздуха на рабочих местах в производственных помещениях имеет большое значение для создания благоприятных условий труда.

Надо отметить, что организм человека начинает ощущать воздушные потоки при скорости около 0,15 м/с. Причем, если эти воздушные потоки имеют температуру до 36°C, организм человека ощущает освежающее действие, а при температуре свыше 40°C они действуют угнетающе.

Тепловое излучение от нагретых поверхностей играет немаловажную роль в создании неблагоприятных микроклиматических условий в производственных помещениях.

Наибольшую опасность возникновения лучистого тепла представляет расплавленный или нагретый до высоких температур металл. Передача тепла может происходить путем конвекции, теплопроводности и излучения. Перенос тепла осуществляется: при конвекции - движущейся средой (потоками воздуха, пара или жидкости); при теплопроводности - передачей тепла в твердых телах; при излучении - интенсивными инфракрасными лучами, которые непосредственно воздуха не нагревают, но при поглощении их твердыми телами лучистая энергия переходит в тепловую. Нагретые твердые тела становятся источниками теплоты и путем конвекции нагревают воздух в помещении.

Действие лучистого тепла не ограничивается изменениями, происходящими на облучаемом участке кожи, - на облучение реагирует весь организм. В организме возникают биохимические изменения, наступают нарушения в сердечнососудистой и нервной системах. При длительном воздействии инфракрасных лучей возникает катаракта глаз (помутнение хрусталика).

Лучистая энергия, как и непосредственный контакт с расплавленным или нагретым до высоких температур металлом, может вызвать *тепловые ожоги*, которые по степени поражения подразделяются на три вида:

ожоги первой степени - сопровождаются покраснением и значительной припухлостью кожи. На пораженном участке кожи ощущается сильное жжение;

ожоги второй степени - характеризуются отслаиванием верхнего слоя кожи и образованием пузырей, наполненных светлой жидкостью. Пузыри без врача нельзя прокалывать или разрезать. При таких ожогах требуется длительное лечение, поскольку полное заживление наступает лишь после отрастания новой кожи на месте образования пузырей;

ожоги третьей степени - характеризуются омертвением ткани, поражением мышц, кровеносных сосудов, возможно и костей. Такие ожоги имеют тяжелые последствия.

Ожоги любой степени, захватывающие большую поверхность кожи, очень опасны, так как на этом участке кожи нарушаются ее жизненные функции, происходит отравление организма продуктами распада. Отсутствие кожного покрова способствует проникновению в поврежденную ткань инфекции, поэтому при любом ожоге необходимо создать на поверхности пораженной кожи защитный покров, закрыв обожженные места стерильной тканью или бинтами, пропитанными 10%-ным раствором марганцовокислого калия. После наложения таких повязок боли утихают, а на обожженной коже образуется защитная пленка с темной окраской.

Тепловой баланс и терморегуляция организма. Организм человека постоянно находится в процессе теплового взаимодействия с окружающей средой. Нормальное протекание физиологических процессов в организме возможно лишь, когда выделяемое организмом тепло непрерывно отводится в окружающую среду, а среда способна его полностью воспринять. В этих условиях у человека не возникает беспокоящих его тепловых ощущений холода или перегрева.

Организм человека отдает в окружающую среду тепло Q посредством теплопроводности через одежду Q_0 , конвекции при обдуве воздухом тела человека Q_k излучения на окружающие поверхности Q_u испарения влаги с поверхности кожи $Q_{исп}$ и нагрева вдыхаемого воздуха $Q_в$. Таким образом, при соблюдении теплового баланса

$$Q = Q_k + Q_0 + Q_u + Q_в$$

обеспечиваются комфортные условия для организма человека.

Терморегуляцией называется способность организма человека регулировать теплообмен с окружающей средой и сохранять температуру тела на постоянном нормальном уровне $36,6^{\circ}\text{C}$ (в границах $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$) независимо от внешних условий и тяжести выполняемой работы. Терморегуляция организма человека балансирует его тепловыделения с

расходом тепла на работу и жизнедеятельность, что обеспечивает поддержание постоянной температуры внутренних органов человека. Количество выделяемого тепла значительно изменяется в зависимости от тяжести выполняемой работы.

Основным фактором, способствующим терморегуляции, является способность организма увеличивать или уменьшать приток крови к периферийным кровеносным сосудам. При перегреве организма эти сосуды расширяются и тепло отводится более интенсивно. При охлаждении организма эти сосуды, наоборот, сужаются и приток крови к ним уменьшается. При нормальной температуре воздуха и выполнении легкой работы или в состоянии покоя основное количество тепла отдается в окружающую среду через кожу (до 75%) конвекцией и теплоизлучением. В условиях высоких температур воздуха (свыше 30°C), большой влажности (свыше 75%) и выполнения тяжелой работы повышенная теплоотдача осуществляется за счет выделения и испарения пота. Однако при обильном потовыделении вместе с водой из организма удаляется значительное количество солей, потеря которых изменяет состав крови и лишает ее способности удерживать воду.

5. Влияние на организм человека электромагнитных полей

Электромагнитное поле (ЭМП) радиочастот характеризуется способностью нагревать материалы, распространяться в пространстве и отражаться от границы раздела двух сред, взаимодействовать с веществом. При оценке условий труда учитываются время воздействия ЭМП и характер облучения работающих.

Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологический эффект зависит от физических параметров ЭМП радиочастот: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и

характера облучения организма (постоянное, интермиттирующее), а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани. Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границах раздела, определяемой содержанием воды в тканях и другими их особенностями. При воздействии ЭМП на биологический объект происходит преобразование электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик, стекловидное тело, семенники и др.). Тепловой эффект зависит от интенсивности облучения.

Действие ЭМП радиочастот на центральную нервную систему при плотности потока энергии (ППЭ) более 1 мВт/см^2 свидетельствует о ее высокой чувствительности к электромагнитным излучениям.

Изменения в крови наблюдаются, как правило, при ППЭ выше 10 мВт/см^2 . При меньших уровнях воздействия наблюдаются фазовые изменения количества лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина (чаще лейкоцитоз, повышение эритроцитов и гемоглобина). При длительном воздействии ЭМП происходит физиологическая адаптация, или ослабление иммунологических реакций.

Поражение глаз в виде помутнения хрусталика — катаракты — является одним из наиболее характерных специфических последствий воздействия ЭМП в условиях производства. Помимо этого следует иметь в виду и возможность неблагоприятного воздействия ЭМП-облучения на сетчатку и другие анатомические образования зрительного анализатора.

Клинико-эпидемиологические исследования людей, подвергавшихся производственному воздействию СВЧ-облучения при интенсивности ниже 10 мВт/см^2 , показали отсутствие каких-либо проявлений катаракты.

Воздействие ЭМП с уровнями, превышающими допустимые, может

приводить к изменениям функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, нарушению обменных процессов и др. При воздействии значительных интенсивностей СВЧ могут возникать более или менее выраженные помутнения хрусталика глаза. Нередко отмечаются изменения в составе периферической крови. Начальные изменения в организме обратимы. При хроническом воздействии ЭМП изменения в организме могут прогрессировать и приводить к патологии.

Интенсивность электромагнитных полей радиочастот на рабочих местах персонала, проводящего работы с источниками ЭМП, и требования к проведению контроля регламентируют специальные ГОСТы.

ЭМП радиочастот в диапазоне частот 60 кГц — 300 МГц оценивается напряженностью электрической и магнитной составляющих поля; в диапазоне частот 300 МГц — 300 ГГц — поверхностной плотностью потока энергии (ППЭ) излучения и создаваемой им энергетической нагрузкой (ЭН).

Максимальное значение $ППЭ_{плд}$ не должно превышать 10 Вт/м^2 (1000 мкВт/см^2).

Средства и методы защиты от ЭМП подразделяются на три группы: организационные, инженерно-технические и лечебно-профилактические.

Организационные мероприятия предусматривают предотвращение попадания людей в зоны с высокой напряженностью ЭМП, создание санитарно-защитных зон вокруг антенных сооружений различного назначения.

Общие принципы, положенные в основу *инженерно-технической защиты*, сводятся к следующему: электрогерметизация элементов схем, блоков, узлов установки в целом с целью снижения или устранения электромагнитного излучения; защита рабочего места от облучения или удаление его на безопасное расстояние от источника излучения. Для экранирования рабочего места используют различные типы экранов:

отражающие и поглощающие.

В качестве средств индивидуальной защиты рекомендуются специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани, и защитные очки.

Лечебно-профилактические мероприятия должны быть направлены прежде всего на раннее выявление нарушений в состоянии здоровья работающих. Для этой цели предусмотрены предварительные и периодические медицинские осмотры лиц, работающих в условиях воздействия СВЧ, — 1 раз в 12 месяцев, УВЧ и ВЧ-диапазона — 1 раз в 24 месяца.

Электрические поля токов промышленной частоты. Источниками электрических полей (ЭП) токов промышленной частоты являются линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, открытые распределительные устройства (ОРУ).

При длительном хроническом воздействии ЭП возможны субъективные расстройства в виде жалоб невротического характера (чувство тяжести и головная боль в височной и затылочной областях, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, ощущение вялости, раздражительность, боли в области сердца, расстройства сна; угнетенное настроение, апатия, своеобразная депрессия с повышенной чувствительностью к яркому свету, резким звукам и другим раздражителям), проявляющиеся к концу рабочей смены. Расстройства в состоянии здоровья работающих, обусловленные функциональными нарушениями в деятельности нервной и сердечнососудистой систем астенического и астеновегетативного характера, являются одним из первых проявлений профессиональной патологии.

Допустимые уровни напряженности электрических полей установлены в специальном ГОСТ ССБТ.

Стандарт устанавливает предельно допустимые уровни напряженности электрического поля частотой 50 Гц для персонала,

обслуживающего электроустановки и находящегося в зоне влияния создаваемого ими ЭП, в зависимости от времени пребывания и требований к проведению контроля уровней напряженности ЭП на рабочих местах.

Предельно допустимый уровень напряженности воздействующего ЭП равен 25 кВ/м. Пребывание в ЭП напряженностью более 25 кВ/м без средств защиты не допускается.

6. Лазерное излучение

Лазер, или *оптический квантовый генератор*, — это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) излучения.

В зависимости от характера активной среды лазеры подразделяются на *твердотельные* (на кристаллах или стеклах), *газовые*, *лазеры на красителях*, *химические*, *полупроводниковые* и др.

По степени опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала лазеры подразделяются на четыре класса:

- класс I (безопасные) — выходное излучение не опасно для глаз;
- класс II (малоопасные) — опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс III (среднеопасные) — опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи прямое или зеркально отраженное излучение;
- класс IV (высокоопасные) — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиции облучения.

Лазеры широко применяются в различных областях промышленности, науки, техники, связи, сельском хозяйстве, медицине, биологии и др.

Работа с лазерами в зависимости от конструкции, мощности и условий эксплуатации может сопровождаться воздействием на персонал неблагоприятных производственных факторов, которые разделяют на основные и сопутствующие. К основным факторам относятся прямое, зеркально и диффузно отраженное и рассеянное излучения. Степень выраженности их определяется особенностями технологического процесса. К сопутствующим относится комплекс физических и химических факторов, возникающих при работе лазеров, которые имеют гигиеническое значение и могут усиливать неблагоприятное действие излучения на организм, а в ряде случаев имеют самостоятельное значение. Поэтому при оценке условий труда персонала учитывают весь комплекс факторов производственной среды.

Действие лазеров на организм зависит от параметров излучения (мощности и энергии излучения на единицу облучаемой поверхности, длины волны, длительности импульса, частоты следования импульсов, времени облучения, площади облучаемой поверхности), локализации воздействия и анатомо-физиологических особенностей облучаемых объектов.

Действие лазерных излучений наряду с морфофункциональными изменениями тканей непосредственно в месте облучения вызывает разнообразные функциональные изменения в организме: в центральной нервной, сердечнососудистой, эндокринной системах, которые могут приводить к нарушению здоровья. Биологический эффект воздействия лазерного излучения усиливается при неоднократных воздействиях и при комбинациях с другими неблагоприятными производственными факторами.

Предельно допустимые уровни лазерного излучения регламентированы Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91, которые позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с лазерами. Санитарные нормы и правила позволяют определять величины ПДУ для каждого режима работы, участка оптического диапазона по специальным формулам и таблицам. Нормируется и энергетическая экспозиция облучаемых тканей.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

При использовании лазеров II—III классов для исключения облучения персонала необходимо либо ограждение лазерной зоны, либо экранирование пучка излучения.

Лазеры IV класса опасности размещают в отдельных изолированных помещениях и обеспечивают дистанционным управлением.

К индивидуальным средствам защиты, обеспечивающим безопасные условия труда при работе с лазерами, относятся специальные очки, щитки, маски, снижающие облучения глаз до ПДУ.

Работающим с лазерами необходимы предварительные и периодические (1 раз в год) медицинские осмотры терапевта, невропатолога, окулиста.

Ультрафиолетовое излучение (УФ) представляет собой невидимое глазом электромагнитное излучение, занимающее в электромагнитном спектре промежуточное положение между светом и рентгеновским излучением (200—400 нм).

УФ-лучи обладают способностью выдавать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и отличаются значительной биологической активностью.

Известно, что при длительном недостатке солнечного света возникают нарушения физиологического равновесия организма, развивается своеобразный симптомокомплекс, именуемый "световое голодание".

Наиболее часто следствием недостатка солнечного света являются авитаминоз D, ослабление защитных иммунобиологических реакций организма, обострение хронических заболеваний, функциональные расстройства нервной системы.

УФ-облучение малыми дозами оказывает благоприятное стимулирующее действие на организм.

Активизируется деятельность сердца, улучшается обмен веществ, понижается чувствительность к некоторым вредным веществам из-за усиления окислительных процессов в организме (марганец, ртуть, свинец) и более быстрого выведения их из организма, улучшается кроветворение, снижается заболеваемость простудными заболеваниями, снижается утомляемость, повышается работоспособность. УФ-излучение от производственных источников (электросварка, ртутно-кварцевые лампы) может стать причиной острых и хронических заболеваний и поражений. Наиболее уязвимым для УФ-излучений являются органы зрения (фотоофтальмия, хронический конъюнктивит, катаракта хрусталика). Может наблюдаться острое воспаление кожных покровов, иногда с отеком и образованием пузырей, повышение температуры тела, озноб, головные боли, возможен рак кожи.

Для защиты кожи от УФ-излучения используют защитную одежду, противосолнечные экраны (навесы и т. п.), специальные покровные кремы.

Важное гигиеническое значение имеет способность УФ-излучения производственных источников изменять газовый состав атмосферного воздуха вследствие его ионизации. При этом в воздухе образуются озон и оксиды азота. Эти газы, как известно, обладают высокой токсичностью и могут представлять большую опасность, особенно при выполнении

сварочных работ, сопровождающихся УФ-излучением, в ограниченных, плохо проветриваемых помещениях или в замкнутых пространствах.

С целью профилактики отравлений окислами азота и озоном соответствующие помещения должны быть оборудованы местной или общеобменной вентиляцией, а при сварочных работах в замкнутых объемах необходимо подавать свежий воздух непосредственно под щиток или шлем.

Интенсивность УФ-излучения на промышленных предприятиях установлена санитарными нормами ультрафиолетового излучения в производственных помещениях № 4557-88.

Защитная одежда из поплина или других тканей должна иметь длинные рукава и капюшон. Глаза защищают специальными очками со стеклами, содержащими оксид свинца, но даже обычные стекла не пропускают УФ-лучи с длиной волны короче 315 нм.

Заключение.

В связи с приоритетными направлениями углубления экономических реформ в сфере энергетики Узбекистана: углубление экономических реформ, формирование и развитие рынка электроэнергии, надежное снабжение экономики и населения республики качественной электроэнергией, техническое перевооружение и модернизация энергетических предприятий, повышение эффективности их производственной деятельности, снижение негативного воздействия энергетического производства на окружающую среду, дальнейшее развитие интеграционных процессов в рамках энергосистемы Центральной Азии, в квалификационной работе спроектирована система электроснабжения вагонного депо. Электрические нагрузки рассчитаны по методу коэффициенту спроса. Для определения месторасположения главной распределительной подстанции построена картограмма электрических нагрузок. В выпускной квалификационной работе рассмотрена система электроснабжения в двух ступенях: система внешнего электроснабжения и система внутреннего электроснабжения. Внутреннее электроснабжение депо выполнено в двух вариантах. На основе технико-экономических сравнений выбрана схема рационального модернизированного электроснабжения. Стоимость электрооборудования рассчитана по нынешним ценам.

Трансформаторные подстанции выбраны в соответствии с категориями потребителей. Кабельные линии выбраны по нагреву, т.е. по длительно допустимому току кабеля. Для обеспечения надежности системы электроснабжения во всех подстанциях трансформаторы

работают параллельно, т.е. на каждой подстанции установлено по два трансформатора. На каждой кабельной линии имеются минимум по два кабеля. Стоимость потерь рассчитано по двух вставочному тарифу.

При проектировании учтены нормативные показатели регулирующие режимы потребления электроэнергии в промышленных предприятиях. Компенсирована реактивная мощность на подстанциях до нормативного значения коэффициента мощности. Так же был произведен расчет токов короткого замыкания, где на основании расчетов были выбраны коммутационные оборудования, с учетом их паспортных параметров.

Предусмотрена и экологическая часть, где были изучены и указаны техника безопасности, правила установок электрооборудования, гражданская безопасность и т.д.

ЛИТЕРАТУРА.

1. <http://www.ite-uzbekistan.uz/vis/power/rus/index.php>
2. Блок В.М. Учебное пособие по дипломному и курсовому проектированию для электроэнергетических специальностей. М.: «Высшая школа», 1991 г.
3. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Под редакцией А.А. Фёдорова и Г.В. Сербиновского -М.: Энергия, 1980 г.
4. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Под редакцией В.Г. Круповича -М.: Энергия, 1986 г.
5. Неклепаев Б.Н. «Электрическая часть станций и подстанций», Справочное пособие для дипломного и курсового проектирования. М.:Энергоиздат, 1986 г.
6. Е.А. Конюхова «Электроснабжение объектов», издательский центр «Академия», 2004 г.
7. А.А. Федоров, В.В. Каменева «Основы электроснабжения промышленных предприятий», Москва Энергоатомиздат, 1984 г.