

Занятие 2

Тема: Выбор напряжения внешнего и внутризаводского электроснабжения ПП

План занятия

- 1. Актуальность задачи выбора рационального напряжения в системах электроснабжения.**
- 2. Выбор номинального напряжения внешнего электроснабжения.**
- 3. Выбор напряжения распределительных сетей предприятий.**

1. Актуальность задачи выбора рационального напряжения в системах электроснабжения.

Выбор уровня напряжения основывается на сравнении технико – экономических показателей различных вариантов, когда:

1. От источника питания можно получить энергию при двух и более напряжениях;

2. При проектировании электроснабжения предприятия приходится расширять существующие подстанции и увеличивать мощность заводских электростанций.

3. Сети заводских электростанций связывать с сетями энергосистем.

Напряжение 6 кВ применяют при:

- значительном количестве электроприемников 6 кВ;
- собственной электростанции с напряжением генераторов 6 кВ.

Напряжение 10 кВ о применяют при:

- на предприятии имеются мощные двигатели, допускающими подключение к сети 10кВ;
- на предприятии небольшой и средней мощности при отсутствии или незначительном количестве двигателей на 6кВ;
- на предприятии, имеющем собственную электростанцию на 10кВ.

Напряжение 35 кВ рекомендуется использовать при наличии

- а) мощных ЭП на 35кВ;
- б) ЭП повышенного напряжения, значительно удаленных от ИП;
- в) подстанции малой и средней мощности напряжением 35/0,4кВ, включенных по системе глубокого ввода.

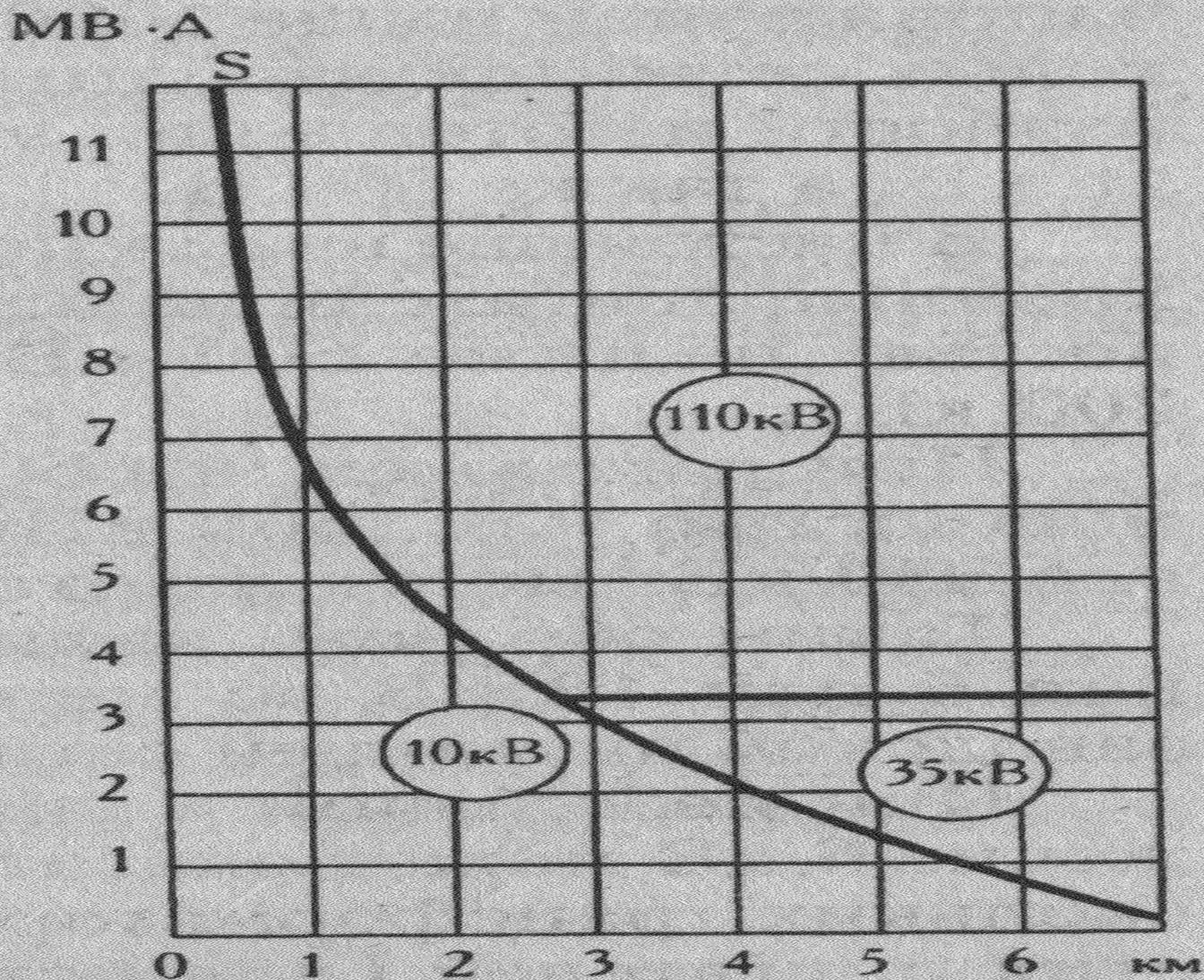
Для крупных и особо крупных предприятий следует применять напряжение 110, 220 и 330кВ.

2. Выбор номинального напряжения внешнего электроснабжения:

- приближенное определение рационального напряжения;**
- определение рационального напряжения аналитическим расчетом.**

•

Ориентировочно уровень напряжения
можно определить по монограмме



Германия $U=3\sqrt{S} + 0,5\sqrt{L}$

где S – передаваемая мощность, МВА, L – расстояние, км

США

$$U=4,34\sqrt{L}+16P$$

Швеция

$$U=17\sqrt{L/16 + P}$$

СССР

$$U = 16 \sqrt{P \cdot L}$$

где P – передаваемая мощность, МВт;

L – расстояние до источника питания, км.

$$U = \frac{1000}{\sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P}}}$$

Критерием эффективности при выборе вариантов СЭС является минимум годовых затрат:

$$Z = E_n \cdot K + C$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, отн. ед.;

K – капитальные вложения в объект, включая стоимость проектирования, СМР и оборудования, руб;

C – годовые эксплуатационные расходы, руб;

E_n – коэффициент, в условиях нормального функционирования экономики равно $0,12 \div 0,15$.

Капитальные затраты на сооружение системы электроснабжения выражают формулой:

$$K = K_{л} + K_{об} + K_{дв},$$

где $K_{л}$ – капитальные затраты на сооружение воздушных и кабельных линий;

$$K_{л} = K_{ло} \cdot L$$

$K_{об}$ – капитальные затраты на установку оборудования

$K_{дв}$ – дополнительные капитальные вложения в источники электроэнергии на покрытие потерь мощности в системах электроснабжения.

Эксплуатационные расходы:

$$C = C_{\text{п}} + C_{\text{а}} + C_{\text{оп.}} = c \cdot \Delta W + r_{\text{а}} K / 100 + r_0 K / 100$$

где $C_{\text{п}}$ – стоимость потерь электроэнергии;

$C_{\text{а}}$ – амортизационные отчисления;

$C_{\text{оп.}}$ – стоимость содержания обслуживающего персонала.

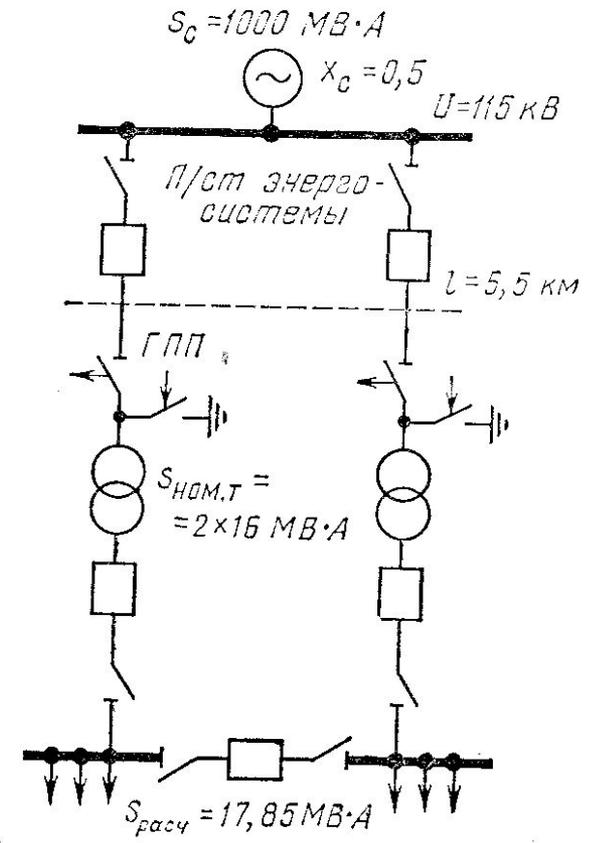
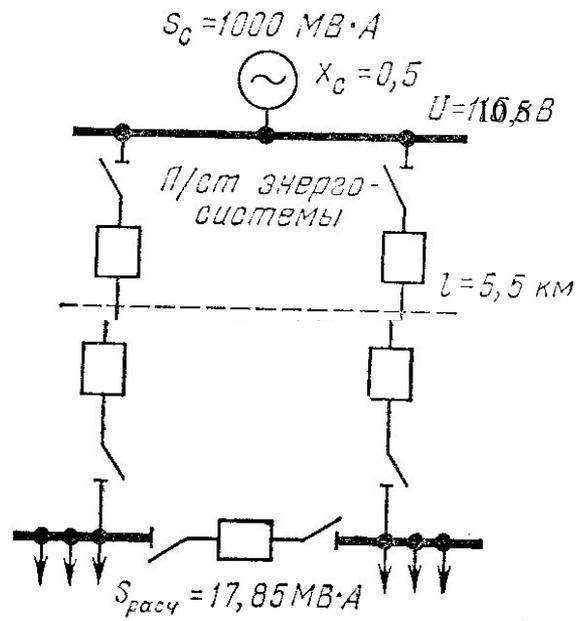
c – стоимость потерь электроэнергии, руб/кВтч;

ΔW – годовые потери энергии, кВтч;

$r_{\text{а}}$ – отчисления на амортизацию и капитальный ремонт, %;

r_0 – отчисления на ремонт и обслуживание, %;

K – капитальные затраты на сооружение объекта электроснабжения;



Определить ТЭП внешнего электроснабжения предприятия 1-й категории при $T_{год}=6300ч$

Определяем суммарные затраты:

1 Капитальные затраты установленного оборудования и
линии:

| Затраты | Вариант 1 | Вариант 2 |
|----------------|----------------|----------------|
| Выключатели | 4x6,5 | 2x32,5 |
| ОРУ | | 29,8 |
| Трансформаторы | | 88,0 |
| Линия | 2x5,5x 75,1 | 2x5,5x 13,7 |
| Всего | 852,1 | 333,5 |

2. Эксплуатационные расходы

| | | Вариант 1 | Вариант 2 |
|----------------------------|------|-----------------------|------------------------|
| Потери в линии | кВт | 426 | 34 |
| Потери в трансформаторах | кВт | | 178 |
| Всего потери | кВт | 426 | 212 |
| | МВтч | 2683,8 | 1370 |
| | у.е | 3488,9 | 1781 |
| Амортизационные отчисления | у.е. | =0,063x852,1 =53,7 | =0,063x333,5 = 21,0 |
| Суммарные затраты | у.е | 3542,6 | 1802 |
| | | 3649,1 | 1841,7 |

Предпочтение отдают варианту с более высоким напряжением даже при небольших экономических преимуществах, (не превышающих 10 – 25%), низшего из сравниваемых напряжений.

Рациональным напряжением называется вариант имеющее минимальные капитальные затраты

3. Выбор напряжения распределительных сетей предприятий

(метод планирования эксперимента)

Рациональное напряжение для систем внутризаводского электроснабжения определяют в зависимости от пяти факторов:

S – суммарная нагрузка предприятия, кВА;

$L_{\text{ср}}$ – средняя длина линии распределительной сети, км;

ΔC_0 - стоимость 1кВт год потерь электроэнергии

β – отношение потребителей 6 кВ ко всей нагрузке предприятия, %;

α – отношение числа часов работы предприятия в году T_g к числу использования максимальной нагрузки T_m .

Все факторы в математической модели используются в кодированном виде, переход к которому осуществляется по формуле:

$$X_I = \frac{x_I - x_{Iб}}{\Delta x_I}$$

X_i – кодированное значение данного фактора;

x_i – действующее значение фактора;

$x_{iб}$ – базовый уровень данного фактора;

Δx_i – шаг выравнивания данного фактора

Диапазоны выравнивания факторов

| Факторы | Базовый уровень | Шаг выравнивания | Верхний уровень | Нижний уровень |
|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|
| $x_1 - S$, кВА | 30000 | 20000 | 50000 | 10000 |
| $x_2 - L_{\text{ср}}$, км | 0,6 | 0,4 | 1 | 0,2 |
| $x_3 - C_0$, руб/кВт | 1750000 | 750000 | 2500000 | 1000000 |
| $x_4 - \beta$, % | 6 | 4 | 10 | 2 |
| $x_5 - \alpha$, % | 1,3 | 0,1 | 1,4 | 1,2 |

На выбор напряжения влияет схема распределения электроэнергии

Для радиальной одноступенчатой схемы:

$$U_{рац} = 7,59 + 0,74 x_1 + 1,21x_2 + 0,27x_3 - 1,18x_4 + \\ + 0,61x_1 \cdot x_2 + 0,22x_3 \cdot x_2 + 0,20x_4 \cdot x_2;$$

Для магистральной схемы с двойными
сквозными магистралями:

$$U_{рац} = 8,07 + 0,92 x_1 + 1,45x_2 + 0,37x_3 - 1,33x_4 - \\ 0,14x_5 + 0,67x_1 \cdot x_2 + 0,20x_1 \cdot x_3 + 0,24 \\ x_3 \cdot x_2 + 0,29x_4 \cdot x_2;$$

При выборе Урац получаем нестандартное напряжение.

Для определения стандартного напряжения необходимо определить приведенные затраты для ближайшего большего и ближайшего меньшего к расчетному нестандартному напряжению.

Математические модели приведены для
напряжения 6 и 10кВ.

Радиальная одноступенчатая схема

$$Z_{6\text{кВ}} = 87,33 + 42,43 x_1 + 10,93x_2 + 12,37x_3 - 2,13x_4 + 5,99x_1 \cdot x_2 + 7,71x_1 \cdot x_3;$$

$$Z_{10\text{кВ}} = 87,15 + 41,2 x_1 + 8,27x_2 + 11,95x_3 + 3,88x_1 \cdot x_2 + 7,43x_1 \cdot x_3;$$

Для магистральной схемы с двойными
сквозными магистралями

$$Z_{6кВ} = 89,67 + 40,31 x_1 + 10,22x_2 + 13,31x_3 - 2,96x_4 + 6,04x_1 \cdot x_2 + 8,25x_1 \cdot x_3;$$

$$Z_{10кВ} = 88,55 + 44,48 x_1 + 7,05x_2 + 12,46x_3 - 2,61x_4 + 3,69x_1 \cdot x_2 + 7,57x_1 \cdot x_3;$$

Пример

Определить рациональное напряжение при радиальной схеме внутреннего электроснабжения предприятия.

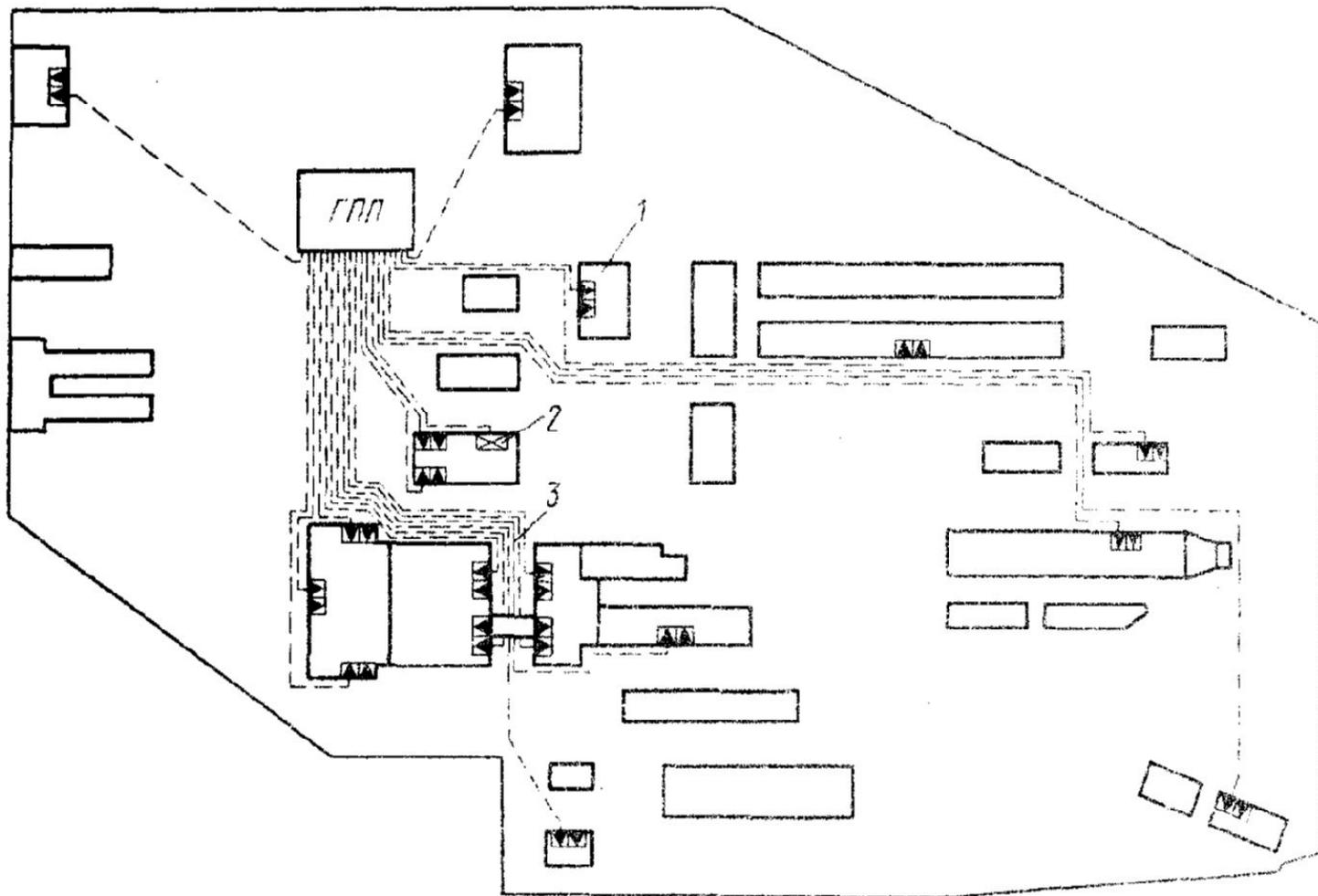
Общая расчетная нагрузка цеховых ТП

$S=43450$ кВА;

Общая расчетная нагрузка двигателей бкв –
2600кВА;

Стоимость 1 кВтч потерь электроэнергии – 300 руб/кВтч; $T_{г} = 6400$ ч; $T_{м} = 4850$ ч; коэффициент равномерности нагрузки – 0,95

1 – цеховые ТП; 2 – РП 6 кВ; 3 – кабельные линии



Решение

1) Суммарная нагрузка предприятия

$$S = (S_{\text{ТП}} + S_{\text{Д}_{6\text{кВ}}}) \cdot K_p = (43450 + 2600) \cdot 0,95 = 43800 \text{кВА}$$

$$X_1 = \frac{43800 - 30000}{20000} = 0,69$$

2) Средняя длина линии распределительной сети

Определяется по генплану $n = 38$ линий.

$$L = \Sigma li/n = (0,12 + 0,15 + 0,14 + 0,21 + 0,29 + 0,23 + 0,28 + 0,42 + 0,21 + 0,27 + 0,53 + 0,43 + 0,47 + 0,35 + 0,14 + 0,1 + 0,74 + 0,15 + 0,2) \times 2 / 38 = 0,286 \text{км}$$

$$X_2 = \frac{0,286 - 0,6}{0,4} = -0,78$$

3) стоимость 1кВт год потерь электроэнергии

$$C_0 = c_0 \cdot T_{\Gamma} = 300 \times 6400 = 1920000 \text{руб} / \text{кВтч год}$$

$$X_3 = \frac{1920000 - 1750000}{750000} = 0,23$$

4) отношение потребителей 6 кВ ко всей нагрузке предприятия

$$\beta = S_{д_{6кВ}} / (S_{ТП} + S_{д_{6кВ}}) = 2600 \times 100 / (43540 + 2600) \\ = 5,63\%$$

$$X_4 = \frac{5,63 - 6}{4} = -0,097$$

$$U_{рац} = 7,59 + 0,74 \times 0,691 + 1,21 \times (-0,78) + 0,27 \times 0,23 - 1,18 \times (-0,09) + 0,61 \times 0,69 \times (-0,78) + 0,22 \times (-0,78) \times 0,23 + 0,2 \times (-0,78) \times (-0,09) = 6,97 \text{кВ.}$$

$$Z_{6кВ} = 87,33 + 42,43 \times 0,69 + 10,93 \times (-0,78) + 12,37 \times 0,29 - 2,13 \times (-0,097) + 5,99 \times 0,69 \times (-0,78) + 7,71 \times 0,69 \times 0,29 = 109,3 \text{ тыс.руб/год;}$$

$$Z_{10кВ} = 87,15 + 41,2 \times 0,69 + 8,27 \times (-0,78) + 11,95 \times 0,29 + 3,88 \times 0,69 \times (-0,78) + 7,43 \times 0,69 \times 0,29 = 111,17 \text{ тыс. руб/год}$$

$$Z_{6кВ} = 109,3 \text{ тыс.руб/год;}$$

$$Z_{10кВ} = 111,17 \text{ тыс. руб/год}$$

Выбираем уровень 6кВ

Пример

Определить рациональное напряжение при магистральной схеме электроснабжения

Все факторы кроме X_2 остаются неизменными.

Средняя длина линии распределительной сети

Определяется по генплану $n = 18$ линий.

$$L = \sum li/n = (0,12 + 0,14 + 0,21 + 0,28 + 0,21 + 0,27 + 0,53 + 0,14 + 0,14 + 0,15) * 2 / 18 = 0,214 \text{ км}$$

$$X_2 = \frac{0,214 - 0,5}{0,4} = -0,96$$

Фактор X_5 – неравномерность графика
электрических нагрузок:

$$\alpha = T_{\Gamma} / T_{\text{M}} = 6400 / 4850 = 1,32$$

$$X_5 = \frac{1,32 - 1,3}{0,1} = 0,2$$

$$U_{рац} = 8,07 + 0,92 \times 0,691 + 1,45 \times (-0,96) + 0,37 \times 0,23 - 1,33 \times (-0,097) + 0,14 \times 0,2 + 0,67 \times 0,69 \times (-0,96) + 0,2 \times 0,69 \times 0,23 + 0,24 \times (-0,96) \times 0,23 + 0,29 \times (-0,096) \times 0,09 = 7,05 \text{ кВ.}$$

$$Z_{6\text{кВ}} = 111,77 \text{ тыс.руб/год;}$$

$$Z_{10\text{кВ}} = 111,8 \text{ тыс. руб/год}$$

Выбираем уровень 10кВ с учетом перспективы развития предприятия