

Характеристики трансформаторов тока изготовленных ООО "НПП Укртрансэнерго"

1 Ниже приведены типовые характеристики вторичных обмоток защиты трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P, ТПЛУ-10-0,5S/10P на токи от 20 до 1000 А с номинальным вторичным током в измерительной обмотке 5 А:

- зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки на рисунках 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22. Зависимость снята при нагрузке – $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ с $\cos\varphi = 0,8$ по схеме стандартного включения трансформатора тока.

- вольтамперная характеристика (ВАХ) вторичной обмотки защиты ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$ - характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку защиты) на рисунках 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23. Зависимость снята при подаче тока в обмотку по схеме приведенной на рисунке 1.

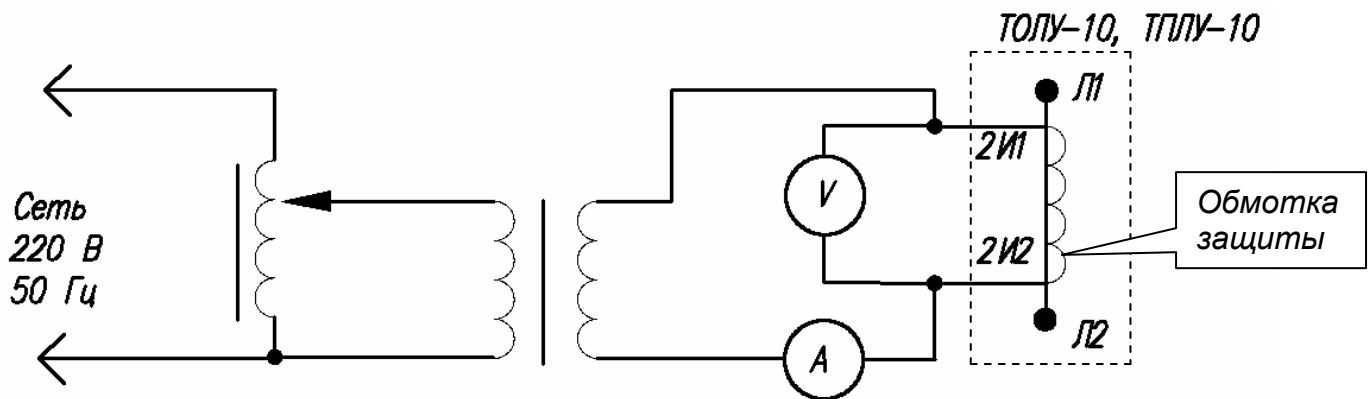
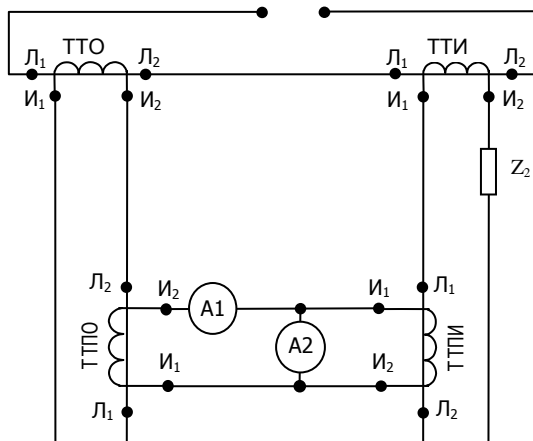


Рисунок 1. Схема подключения обмотки защиты трансформаторов тока для снятия ВАХ

2 Графики зависимости 10% кратности обмоток защиты от $P_H = 2,5; 5; 10; 15 \text{ ВА}$ приведены на рисунках 24, 25. Проверка предельной кратности трансформаторов проведена по схеме согласно ДСТУ ГОСТ 7746-2003, которая приведена ниже:



- ТТО – образцовый трансформатор тока
- ТТИ – испытуемый трансформатор тока
- ТТПИ – промежуточный трансформатор тока, находящийся в цепи испытуемого трансформатора тока
- ТТПО – промежуточный трансформатор тока, находящийся в цепи образцового трансформатора тока
- A1, A2 – амперметры
- Z_2 – вторичная нагрузка в цепи испытуемого трансформатора тока

К элементам схемы предъявляют следующие требования:

а) коэффициенты трансформации трансформаторов ТТПО и ТТПИ должны быть такими, чтобы выполнялось условие

$$n_o n_{по} = n_u n_{пи}$$

где n_o – коэффициент трансформации ТТО;

$n_{по}$ – коэффициент трансформации ТТПО;

n_u – коэффициент трансформации ТТИ;

$n_{пи}$ – коэффициент трансформации ТТПИ.

Если образцовый трансформатор имеет коэффициент трансформации, при котором выполняется условие $n_o = n_u n_{пи}$, то промежуточный трансформатор в его цепи может отсутствовать;

б) амперметры А1 и А2 должны измерять действующее значение тока.

Амперметр А2 должен иметь малое внутреннее сопротивление.

Класс точности амперметров должен быть не ниже 1.

Класс точности промежуточных трансформаторов и образцового должен быть не ниже 0,5.

3 На рисунках 26, 27 показан диапазон погрешностей измерительных обмоток для трансформаторов тока класса точности 0,5S по ДСТУ ГОСТ 7746 и разброс погрешностей по результатам испытаний для трансформаторов тока ТОЛУ-10, ТПЛУ-10 и ТОПА-0,66 выпускаемых ООО "НПП "Укртрансэнерго".

Измерительные обмотки выполнены на сердечнике из нанокристаллического сплава. Были проведены испытания трансформаторов тока с таким сердечником на старение за 6 циклов с общей продолжительностью эквивалентной 24 годам. В каждом цикле трансформаторы тока подвергались воздействию повышенной температуры с одновременным перемагничиванием сердечника повышенной частотой, затем подвергались воздействию повышенной влажности при повышенной температуре с целью увеличения скорости окисления металлов, затем подвергались воздействию тока эквивалентного короткому замыканию. Стойкость трансформаторов тока определялась по результатам проверки метрологических характеристик на соответствие ДСТУ ГОСТ 7746 - разброс погрешностей после каждого цикла и по окончании испытаний укладывался в диапазон показанный на рисунках (токовая погрешность была не хуже минус 0,35 %).

Была проведена проверка погрешностей с расширением диапазона в сторону уменьшения от 1 % до 0,1 % номинального первичного тока.

По результатам измерений установлено, что трансформаторы тока имеют линейный динамический диапазон погрешности начиная от 0,1 % до 120 % (не менее) номинального первичного тока.

**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальные токи 20, 30, 75, 150, 300 А с номи-
нальной кратностью не менее 7**

Рисунок 2. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos \varphi = 0,8$)

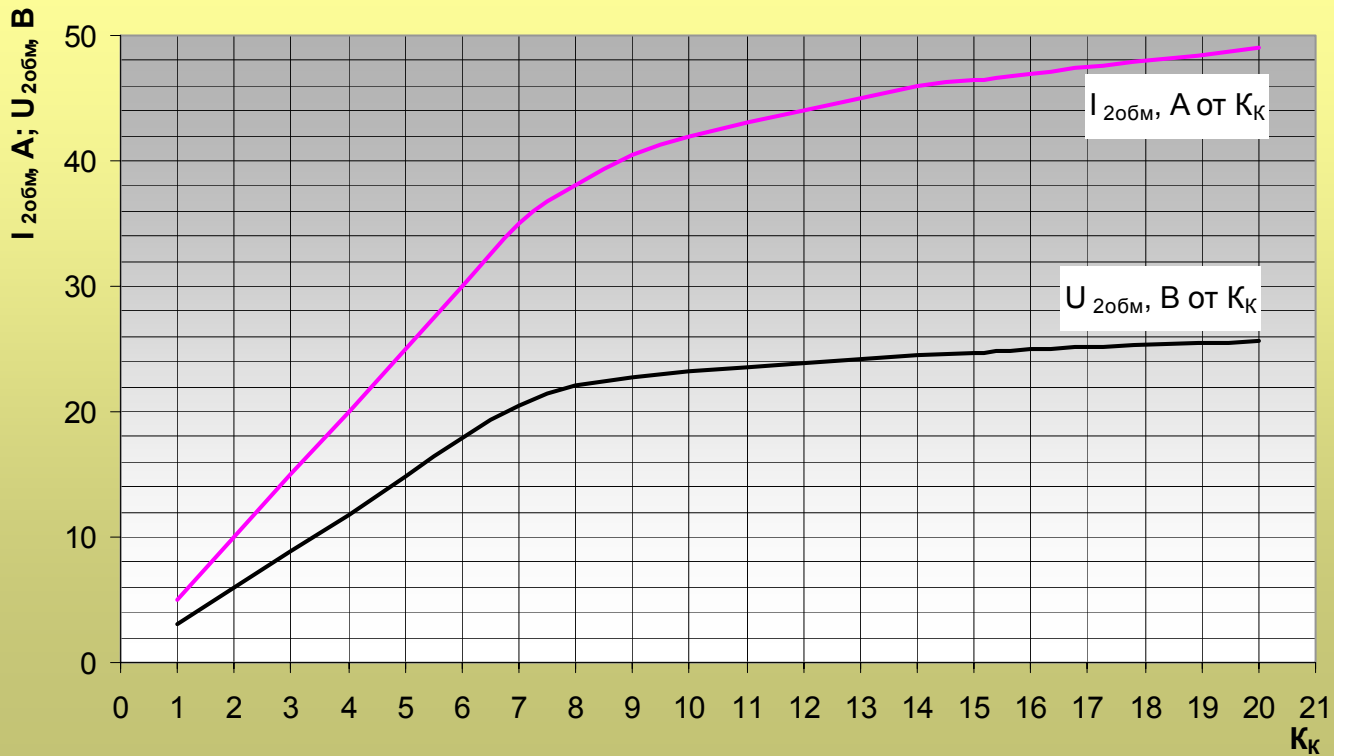
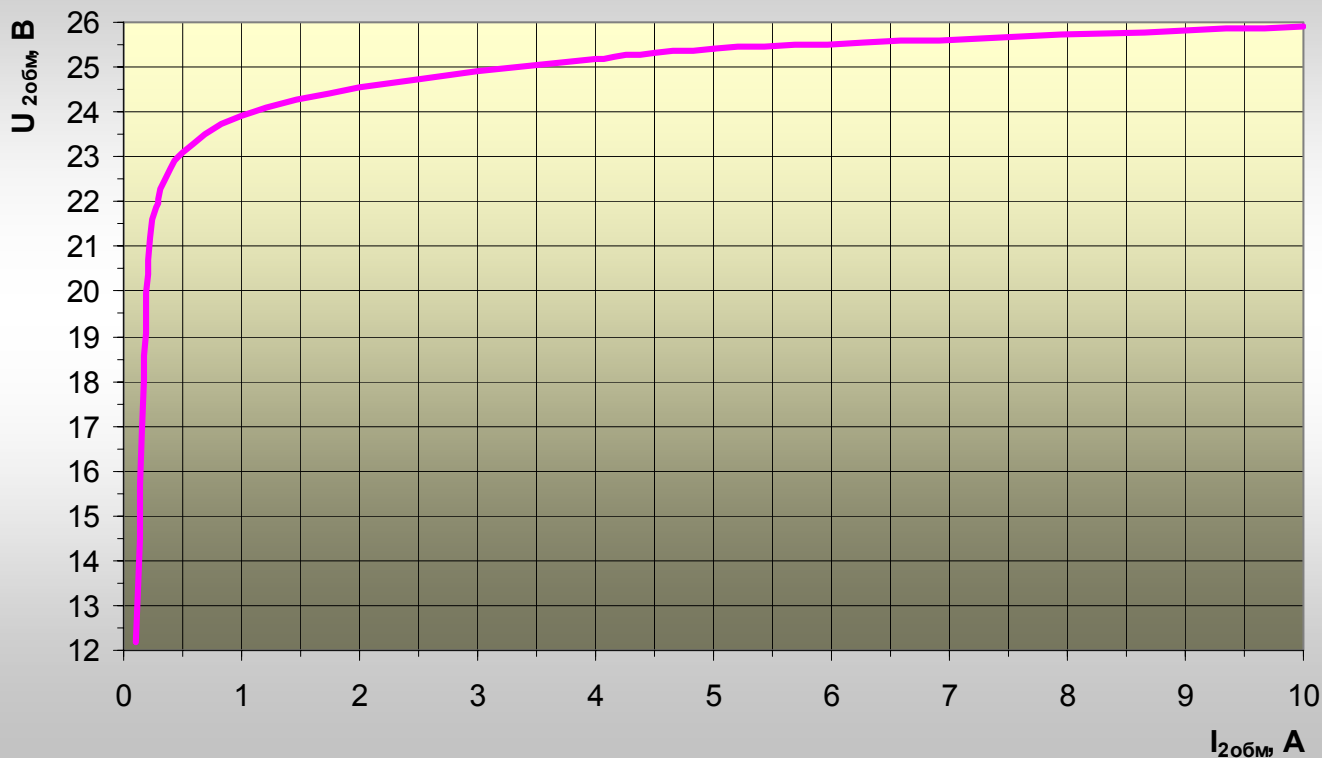


Рисунок 3. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальные токи 40, 50, 100, 200, 400 А с номи-
нальной кратностью не менее 8**

Рисунок 4. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)

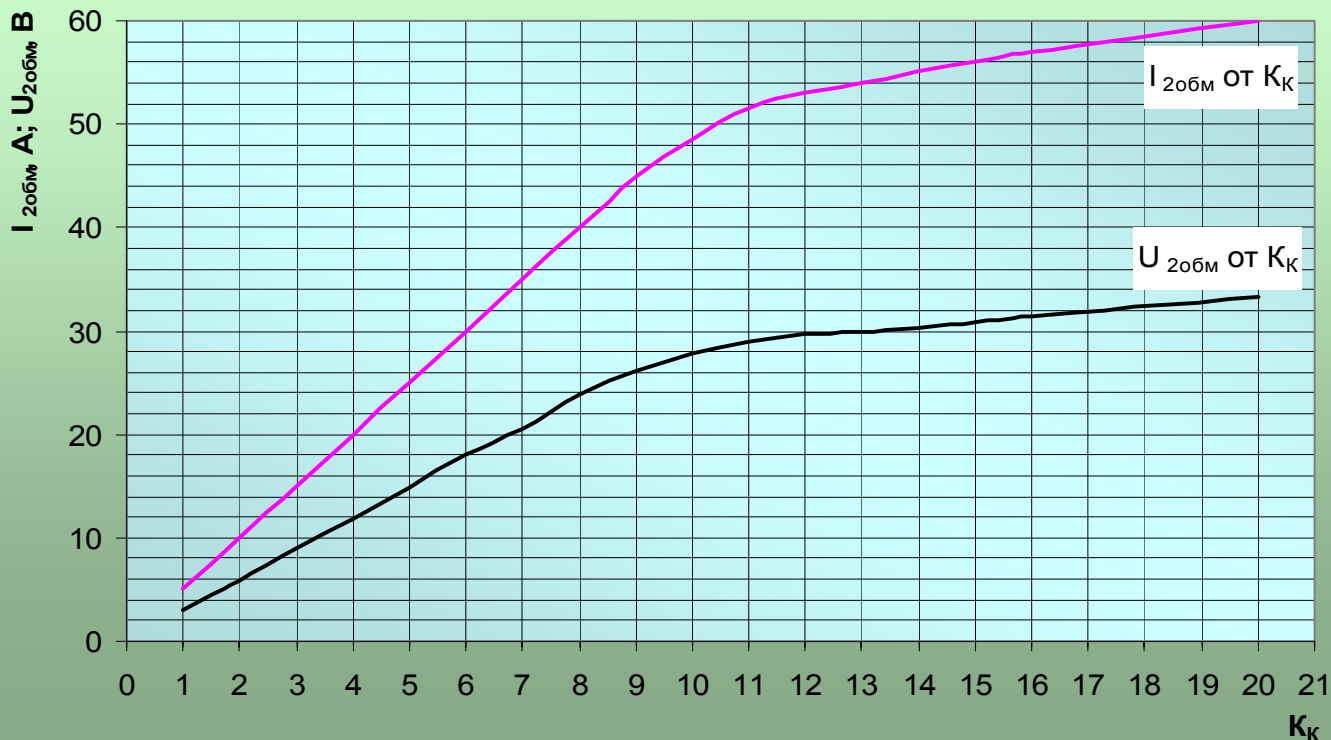
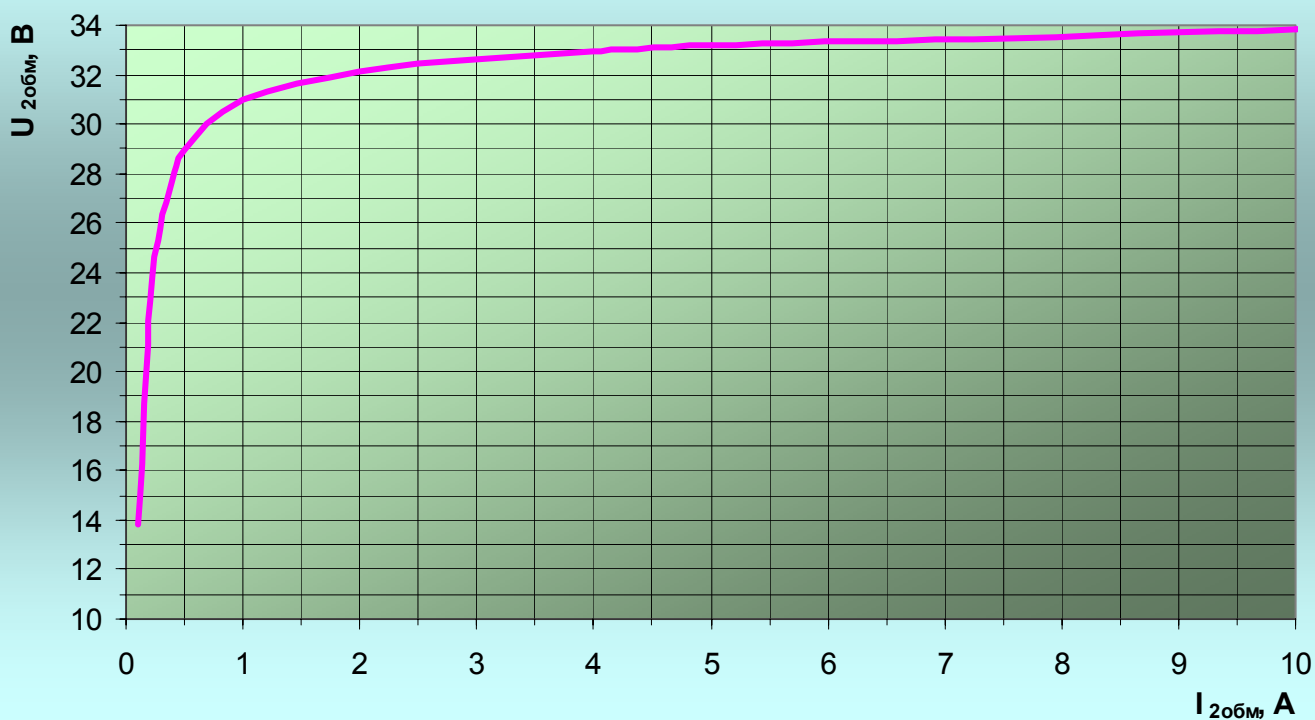


Рисунок 5. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 500 А с номинальной кратностью
не менее 8**

Рисунок 6. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\phi=0,8$)

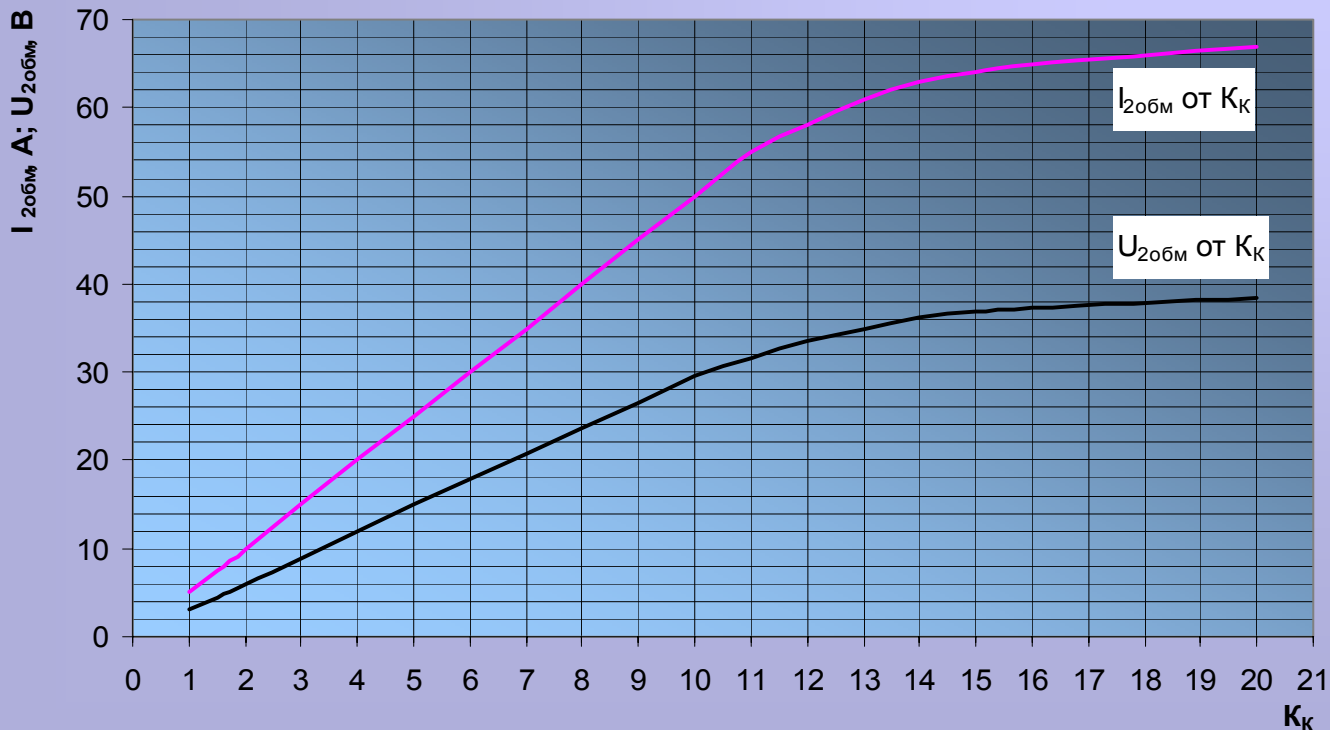
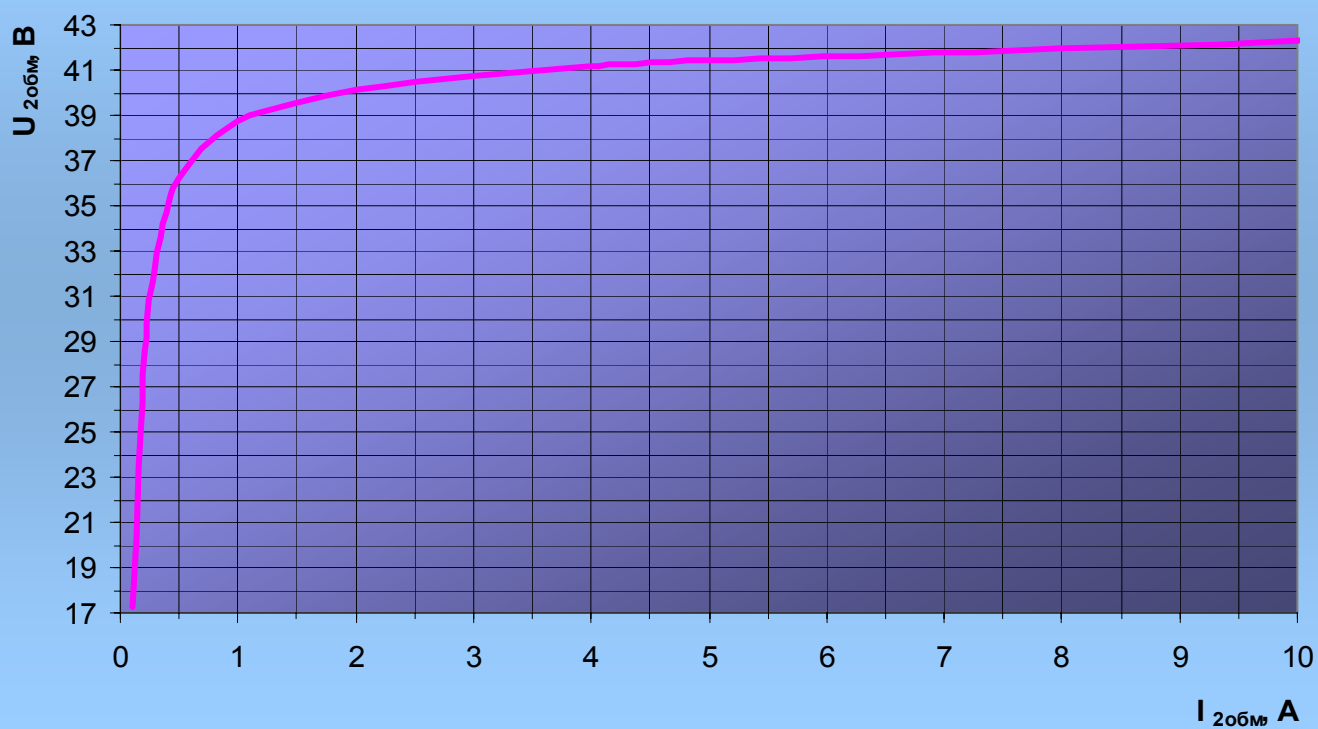


Рисунок 7. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 600 А с номинальной кратностью
не менее 9**

Рисунок 8. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)

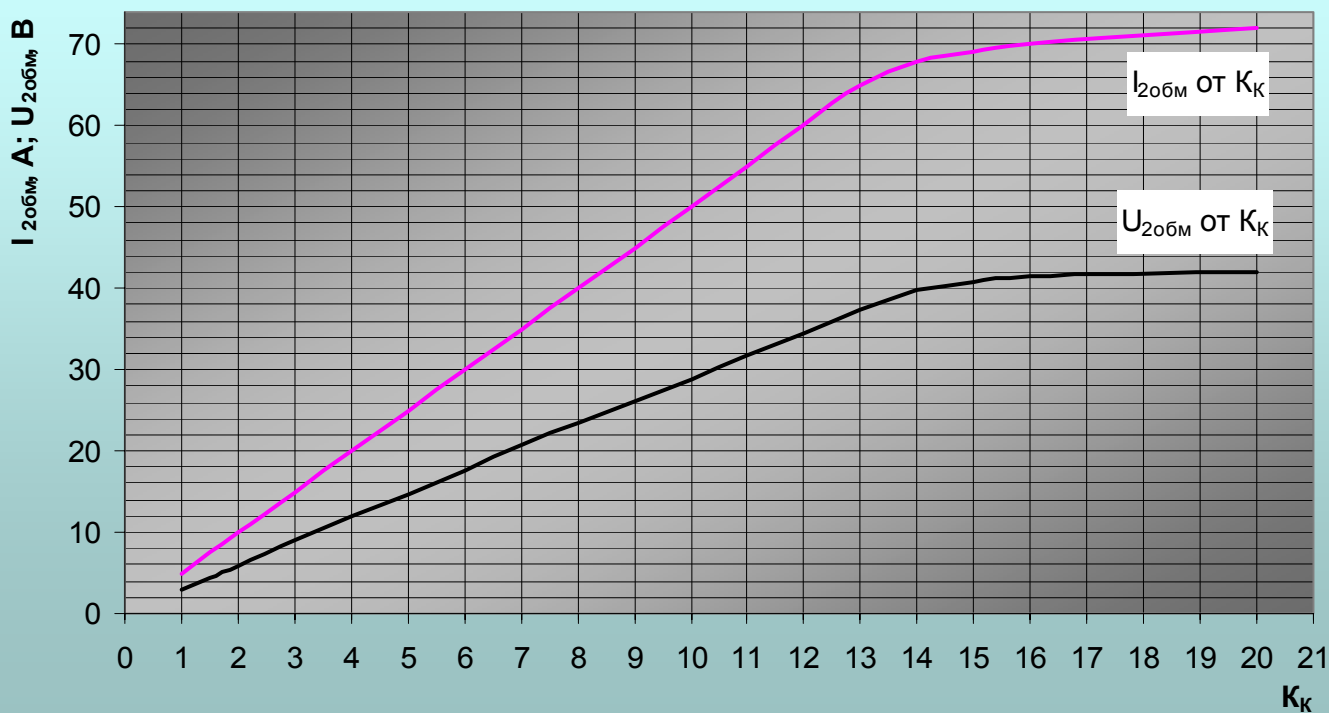
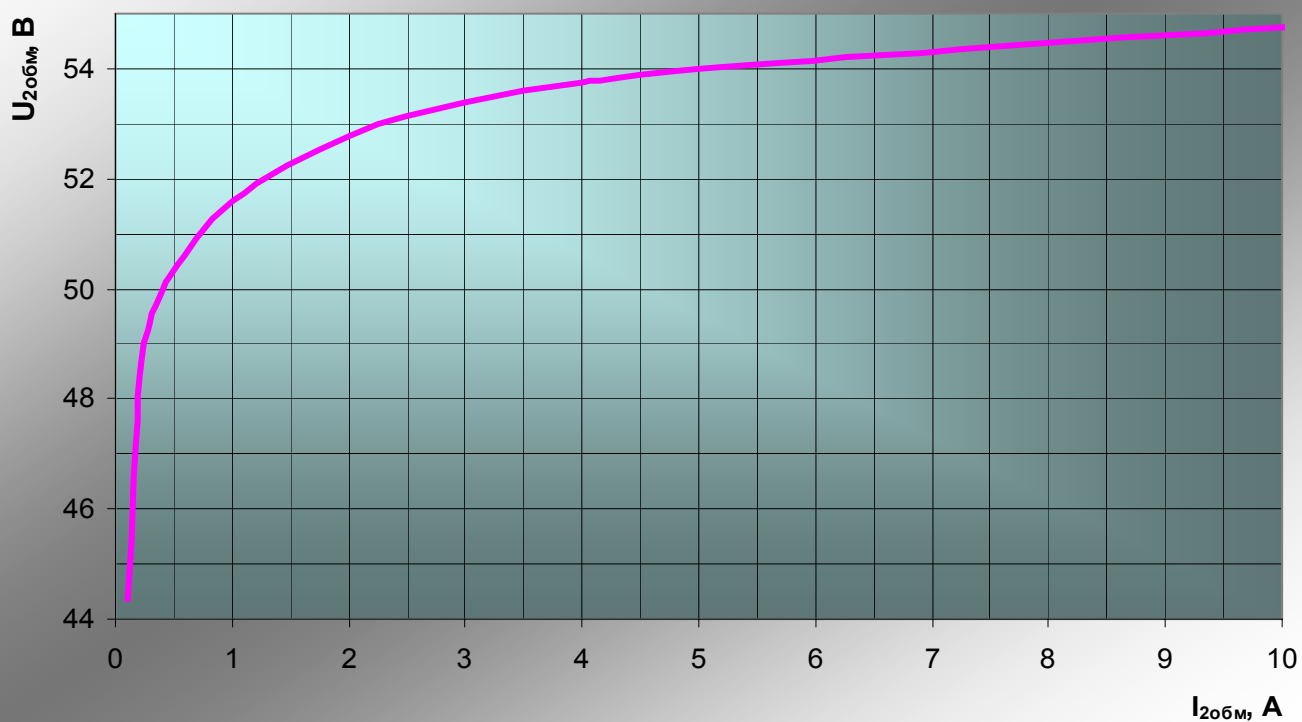


Рисунок 9. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 800 А с номинальной кратностью
не менее 9**

Рисунок 10. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\phi=0,8$)

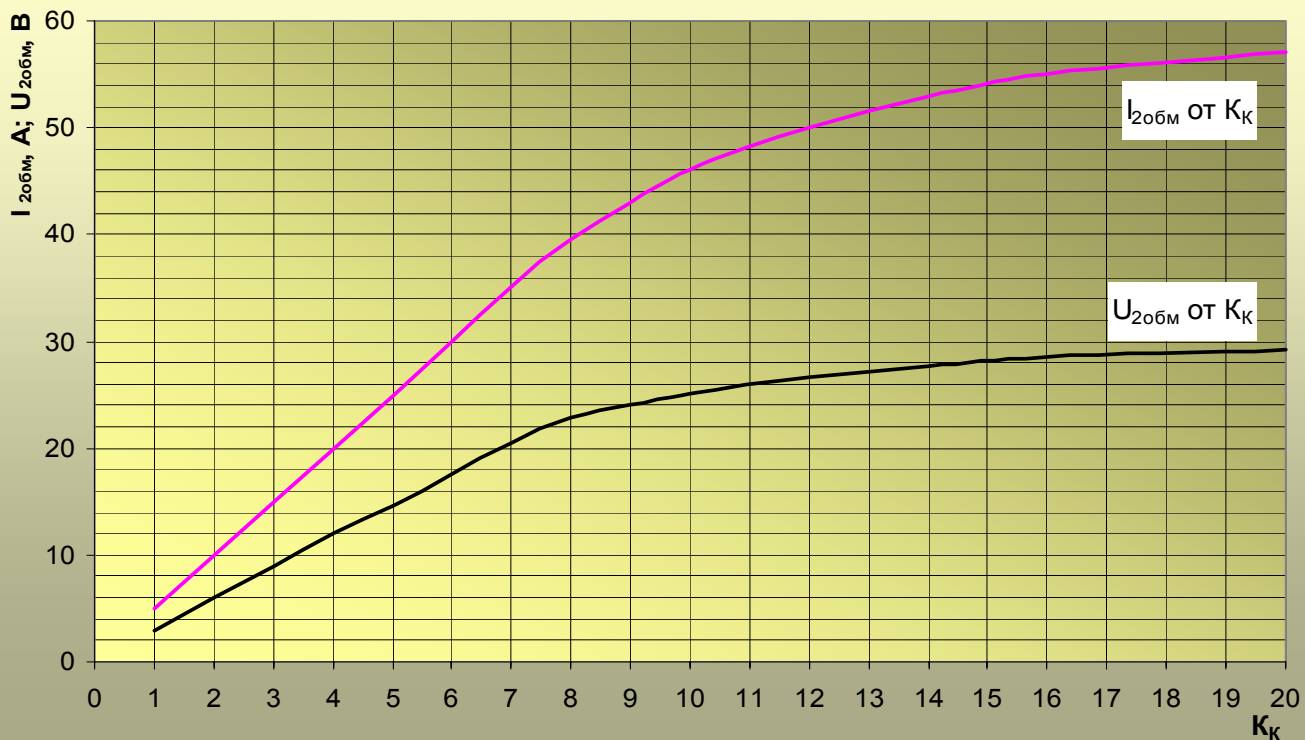
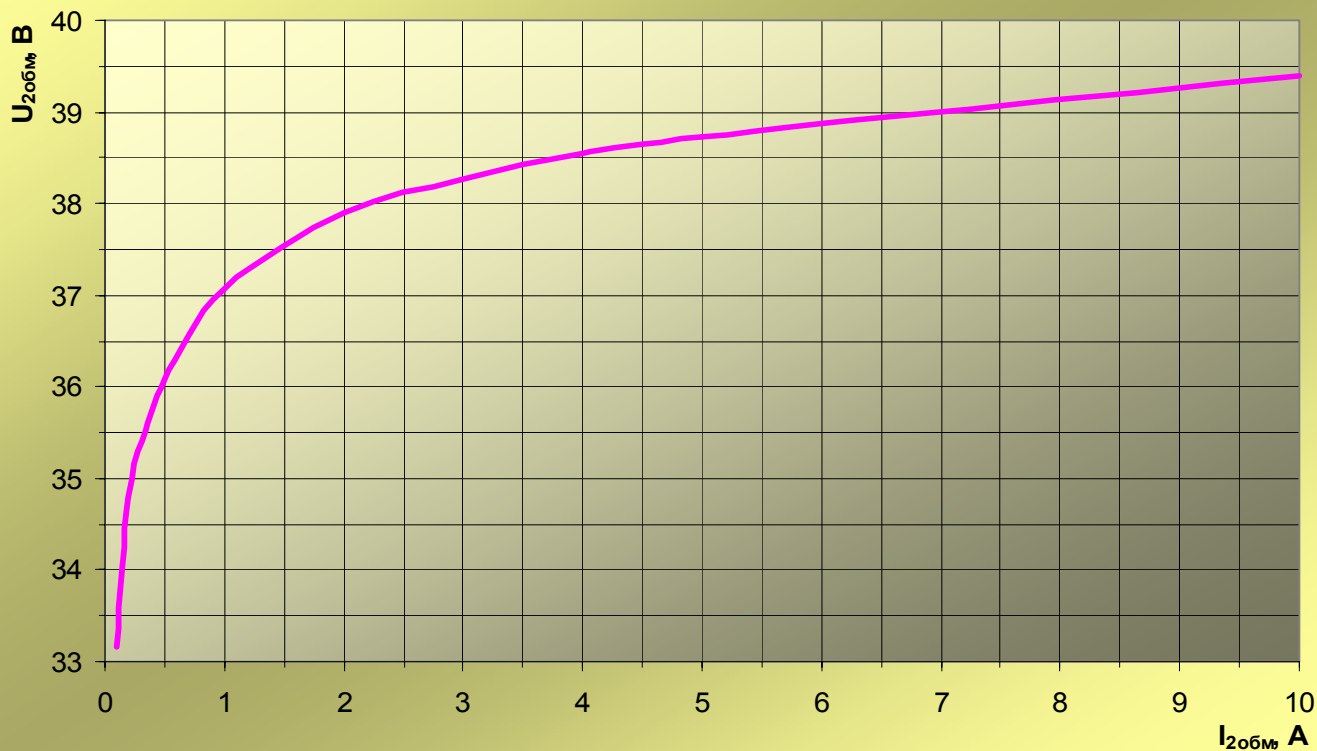


Рисунок 11. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 1000 А с номинальной кратностью не менее 9**

Рисунок 12. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\phi=0,8$)

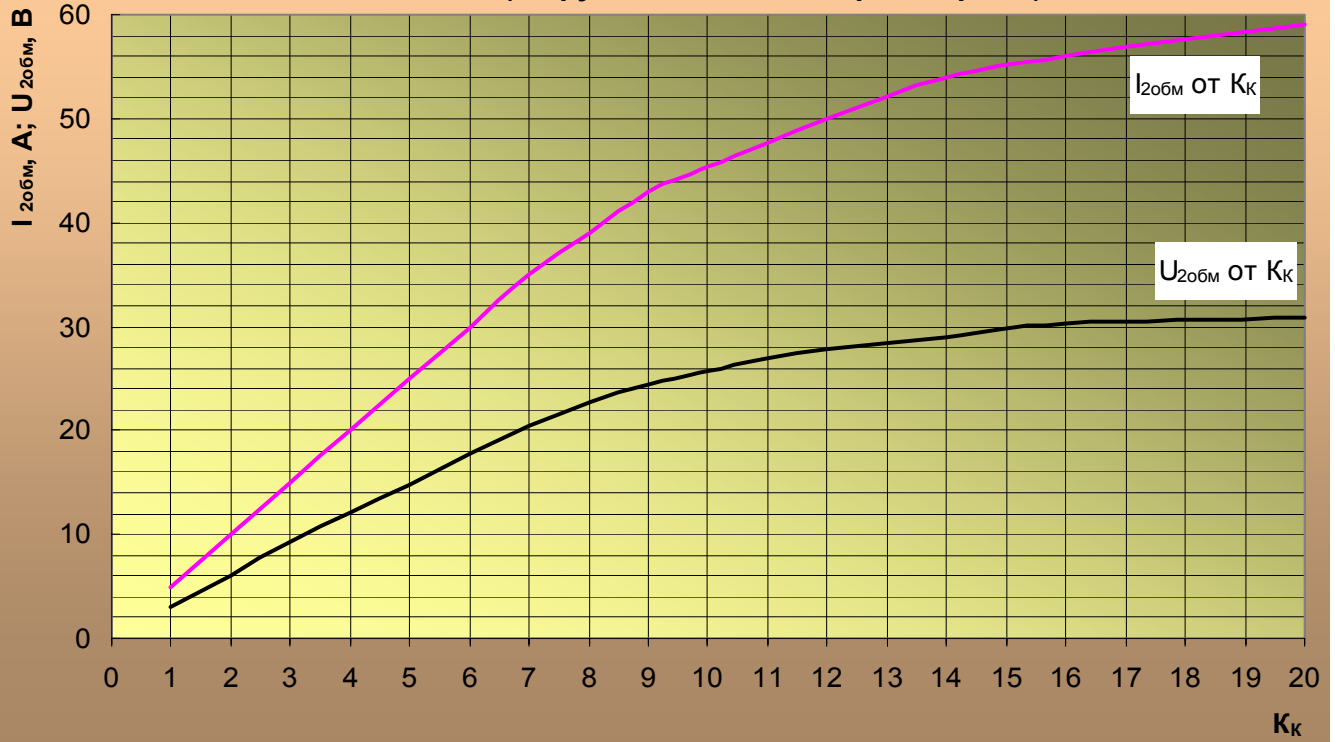
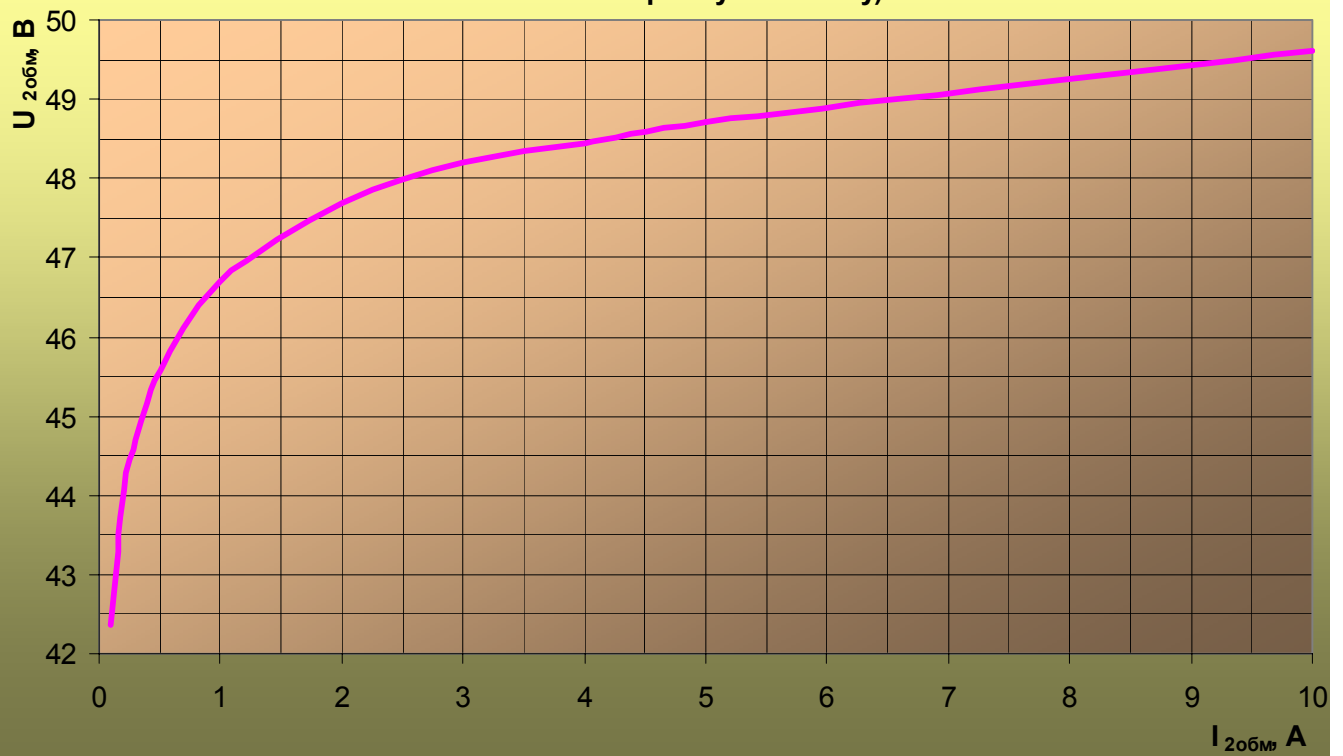
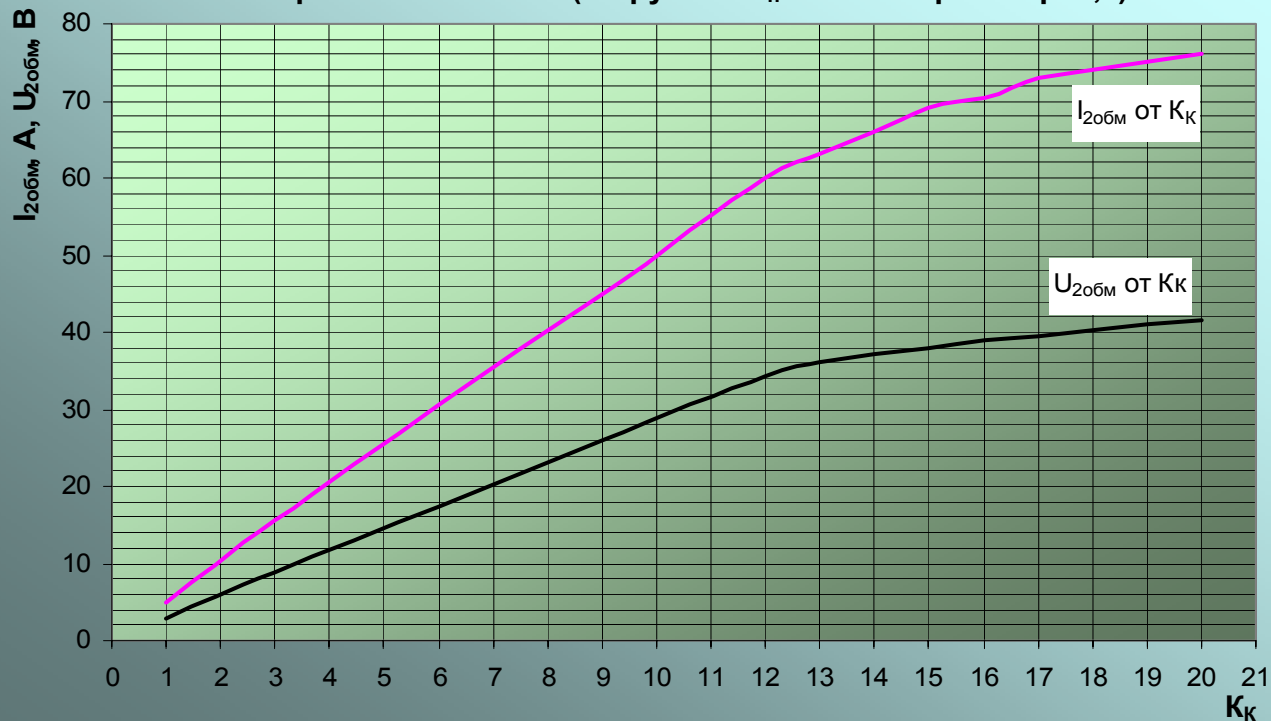


Рисунок 13. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)

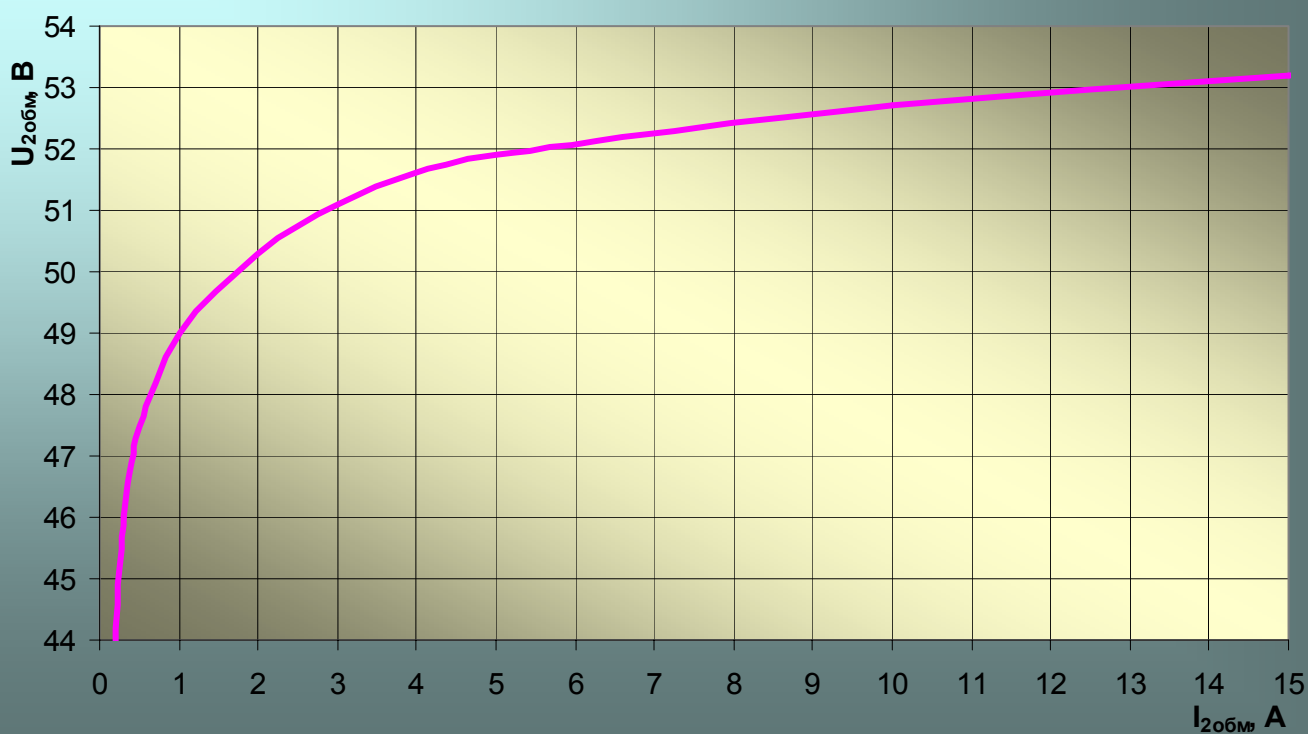


**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 400 А с номинальной кратностью
не менее 13**

**Рисунок 14. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$)
вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока
первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)**

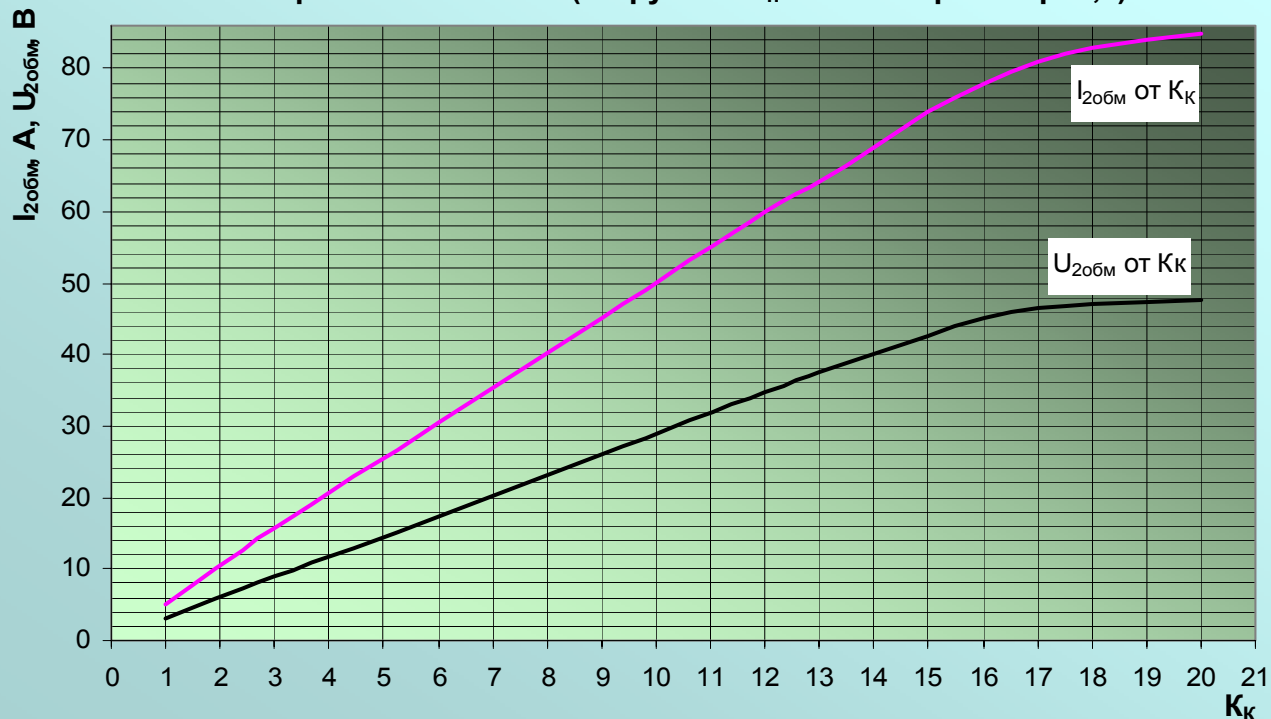


**Рисунок 15. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной
обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во
вторичную обмотку)**

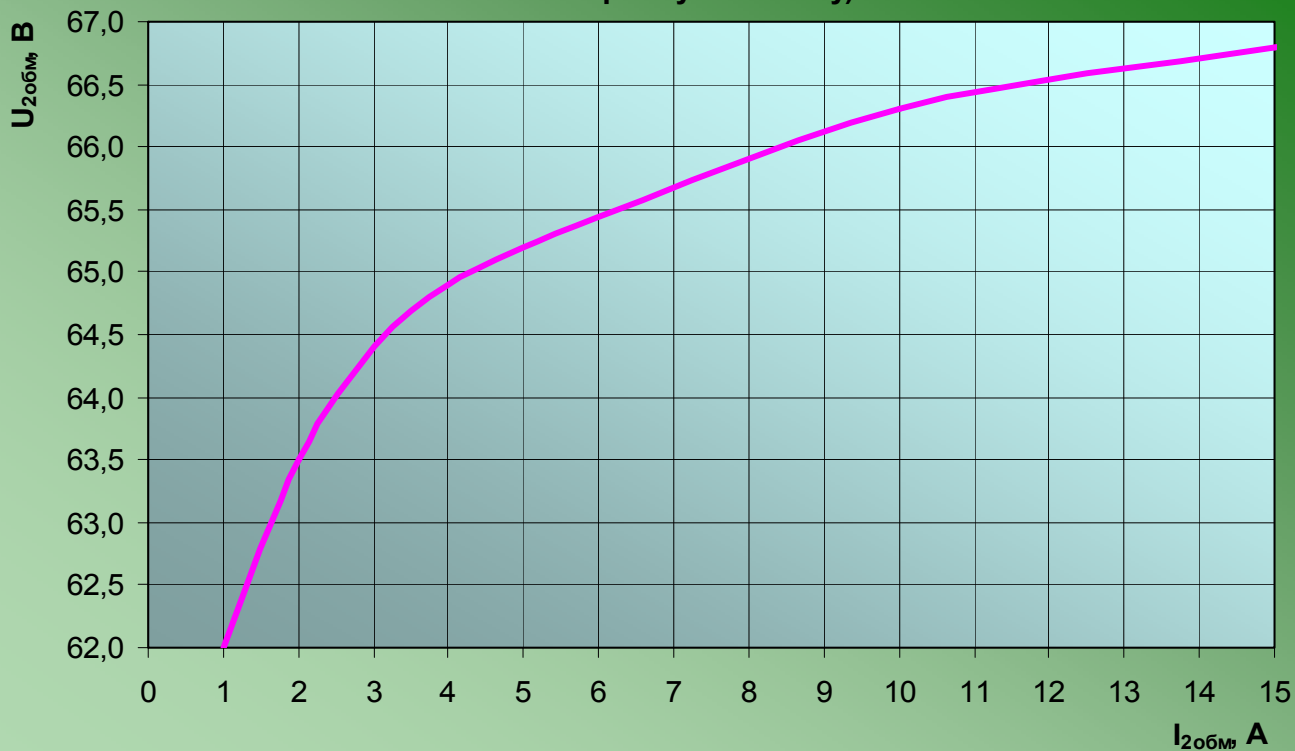


**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 500 А с номинальной кратностью
не менее 13**

**Рисунок 16. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$)
вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока
первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)**



**Рисунок 17. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной
обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во
вторичную обмотку)**



Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P, ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальные токи 20, 30, 40, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 600 А с номинальной кратностью не менее 13

Рисунок 18. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)

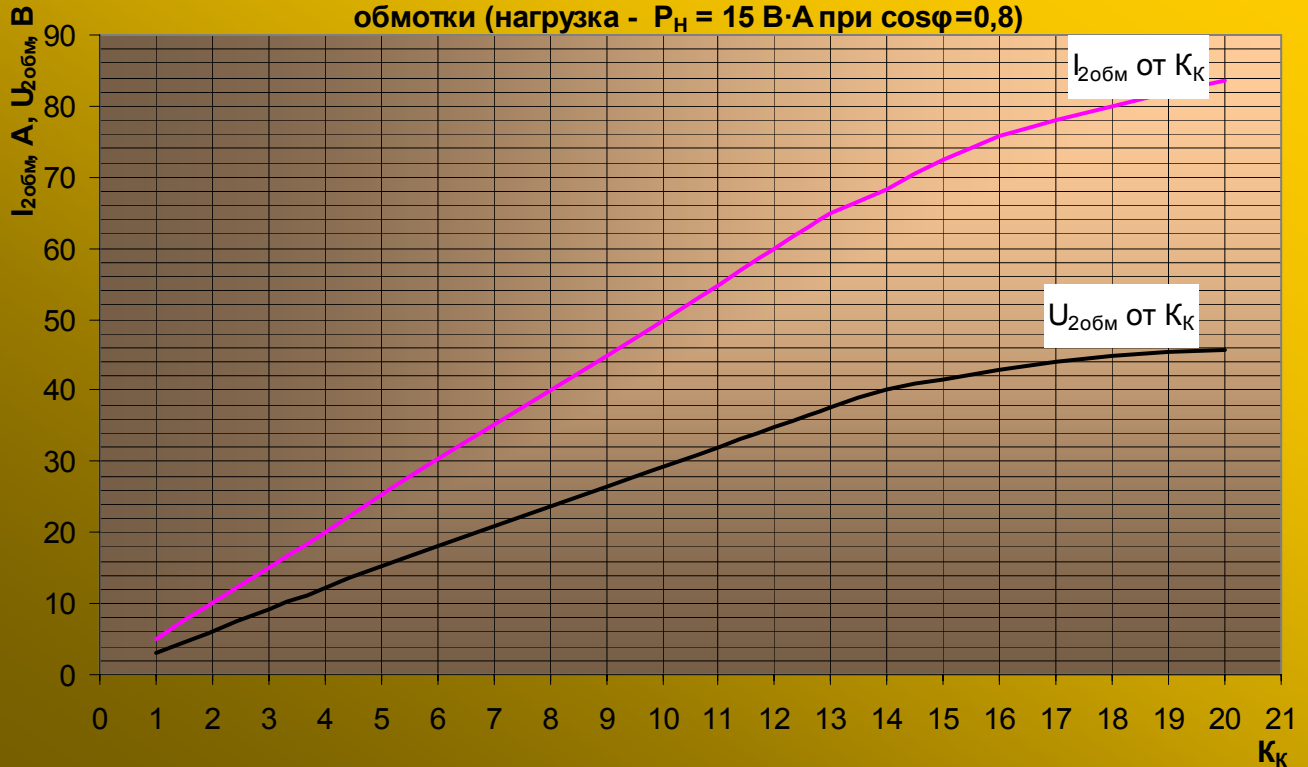
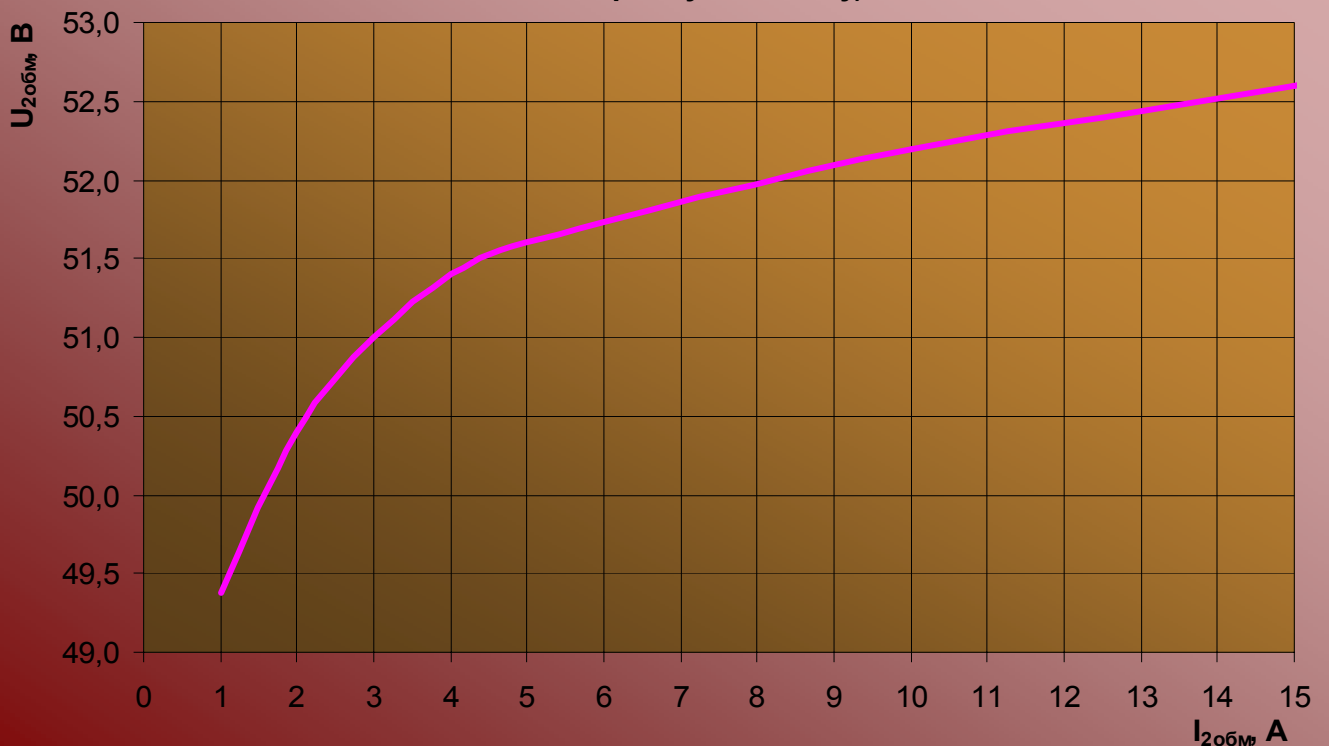


Рисунок 19. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 800 А с номинальной кратностью
не менее 13**

Рисунок 20. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)

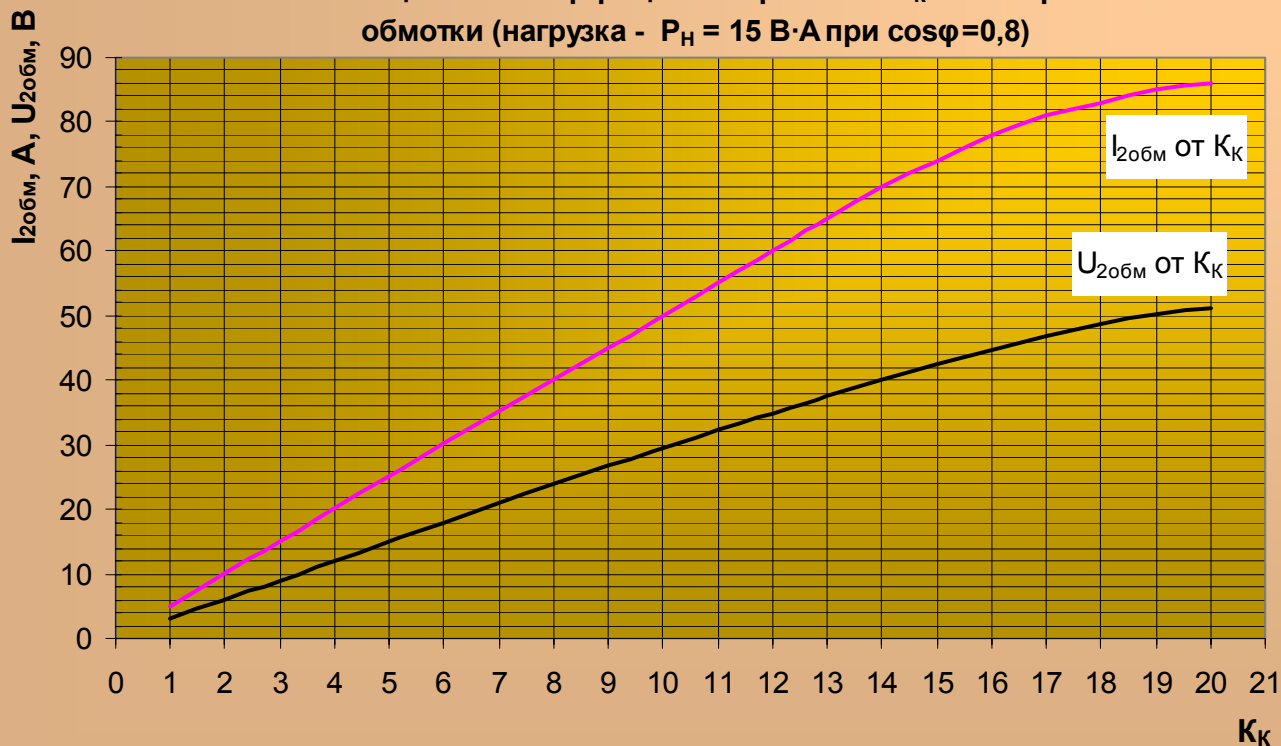
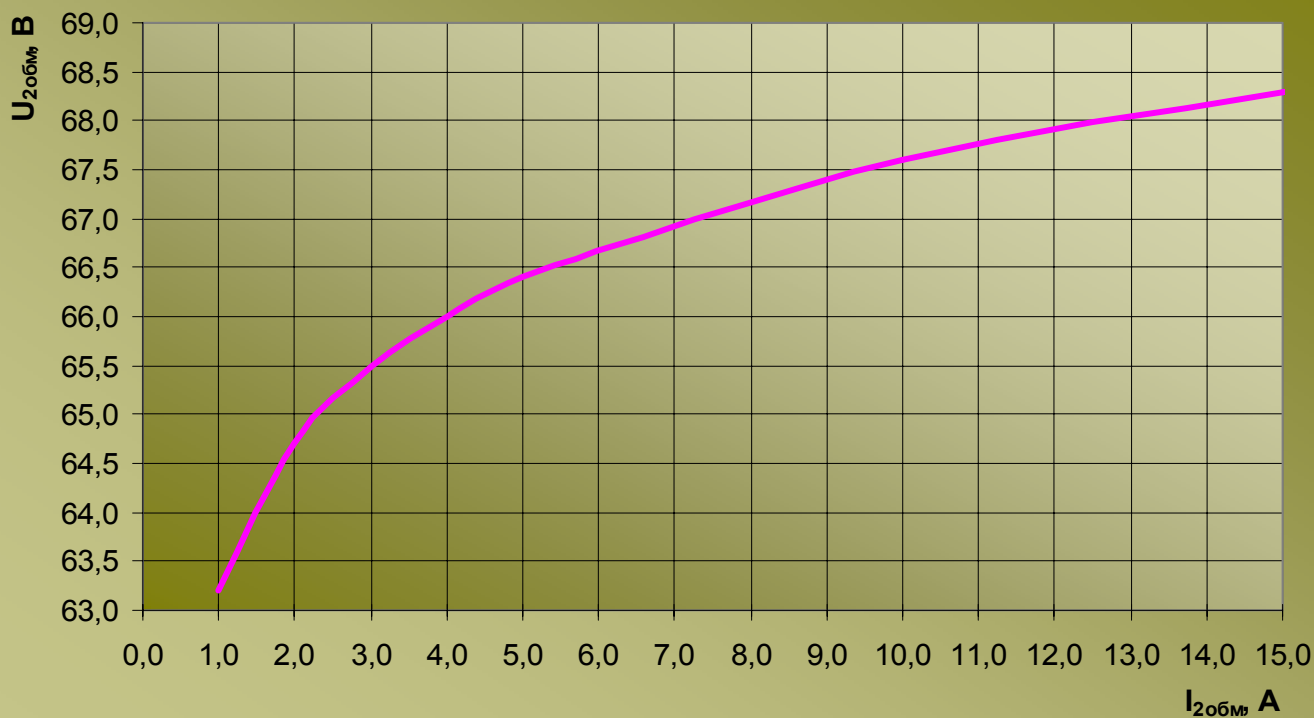


Рисунок 21. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



**Характеристики трансформаторов тока ТОЛУ-10-0,5S/10P,
ТПЛУ-10-0,5S/10P на номинальный ток 1000 А с номинальной кратностью не менее 13**

Рисунок 22. Зависимость тока ($I_{2обм}$) и напряжения ($U_{2обм}$) вторичной обмотки защиты от коэффициента кратности K_K тока первичной обмотки (нагрузка - $P_H = 15 \text{ В}\cdot\text{А}$ при $\cos\varphi=0,8$)

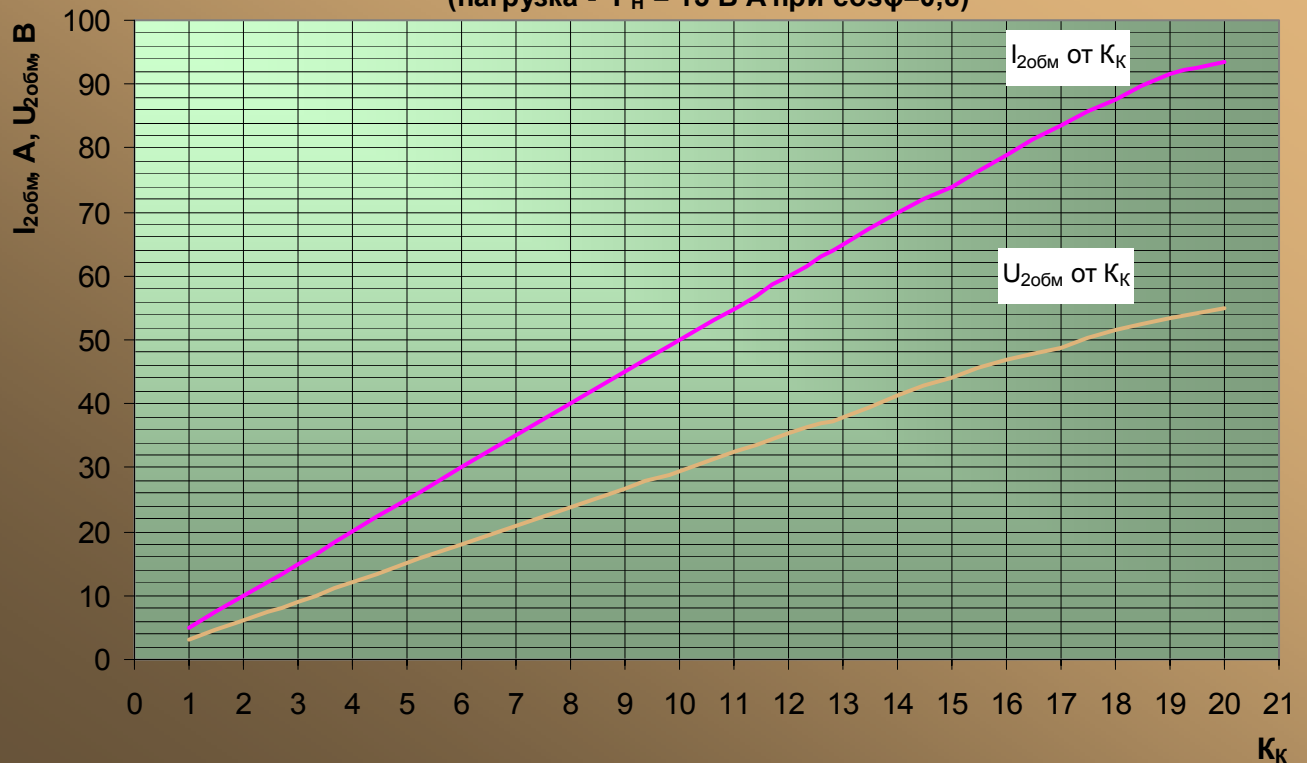
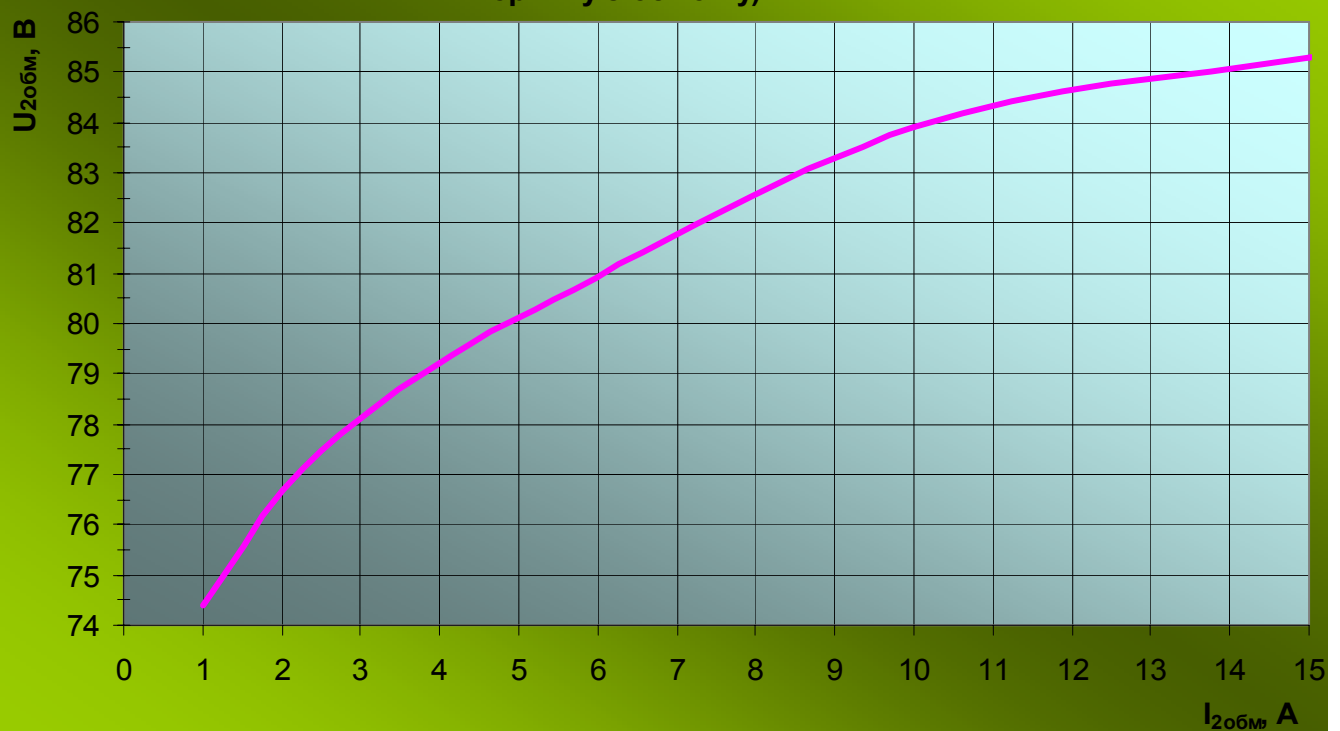


Рисунок 23. Вольт-амперная характеристика ($U_{2обм}$ от $I_{2обм}$) вторичной обмотки защиты (характеристика намагничивания при подаче тока во вторичную обмотку)



Графики зависимости 10% кратности от $P_H = 2,5; 5; 10; 15$ ВА

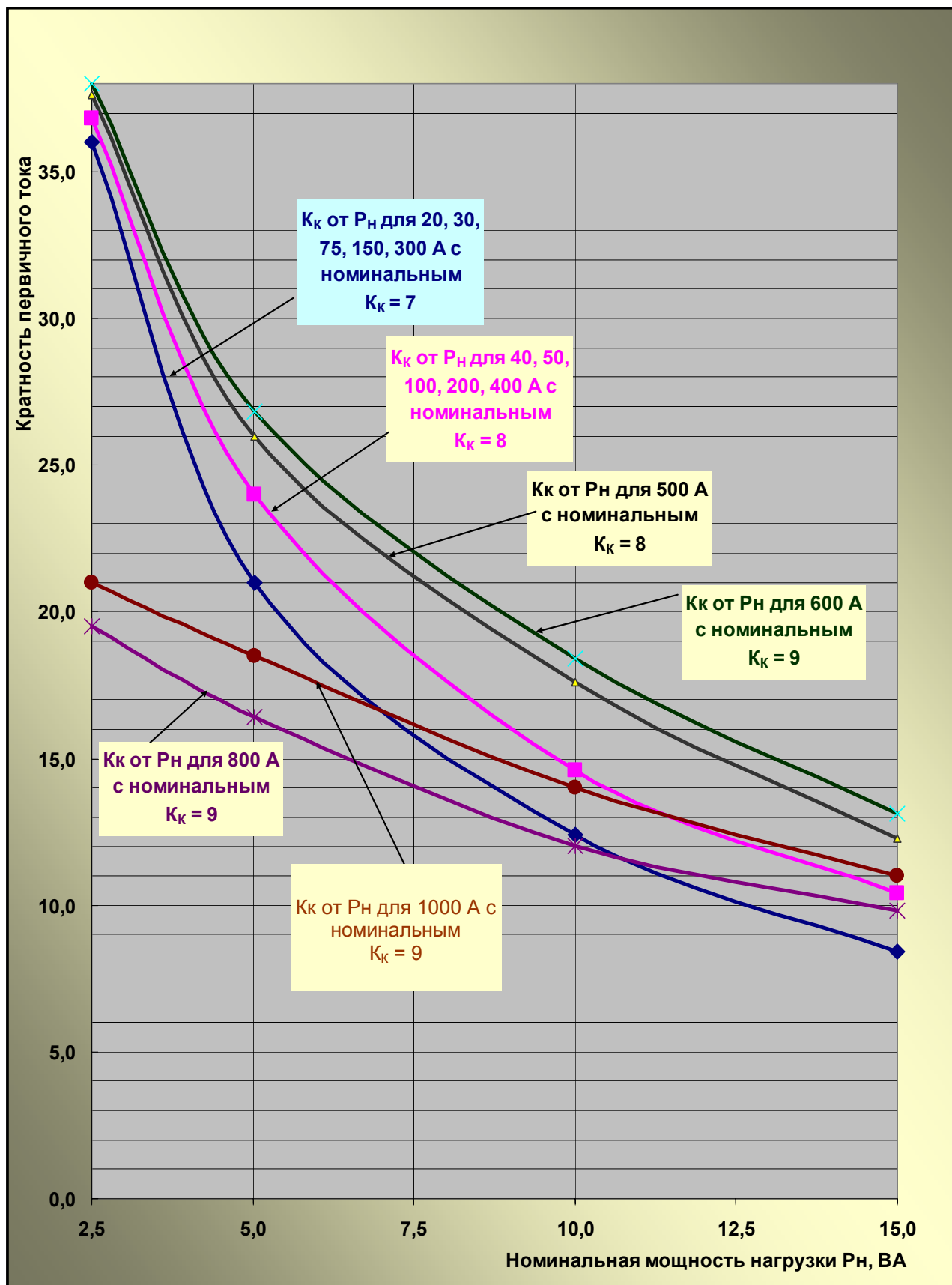


Рисунок 24

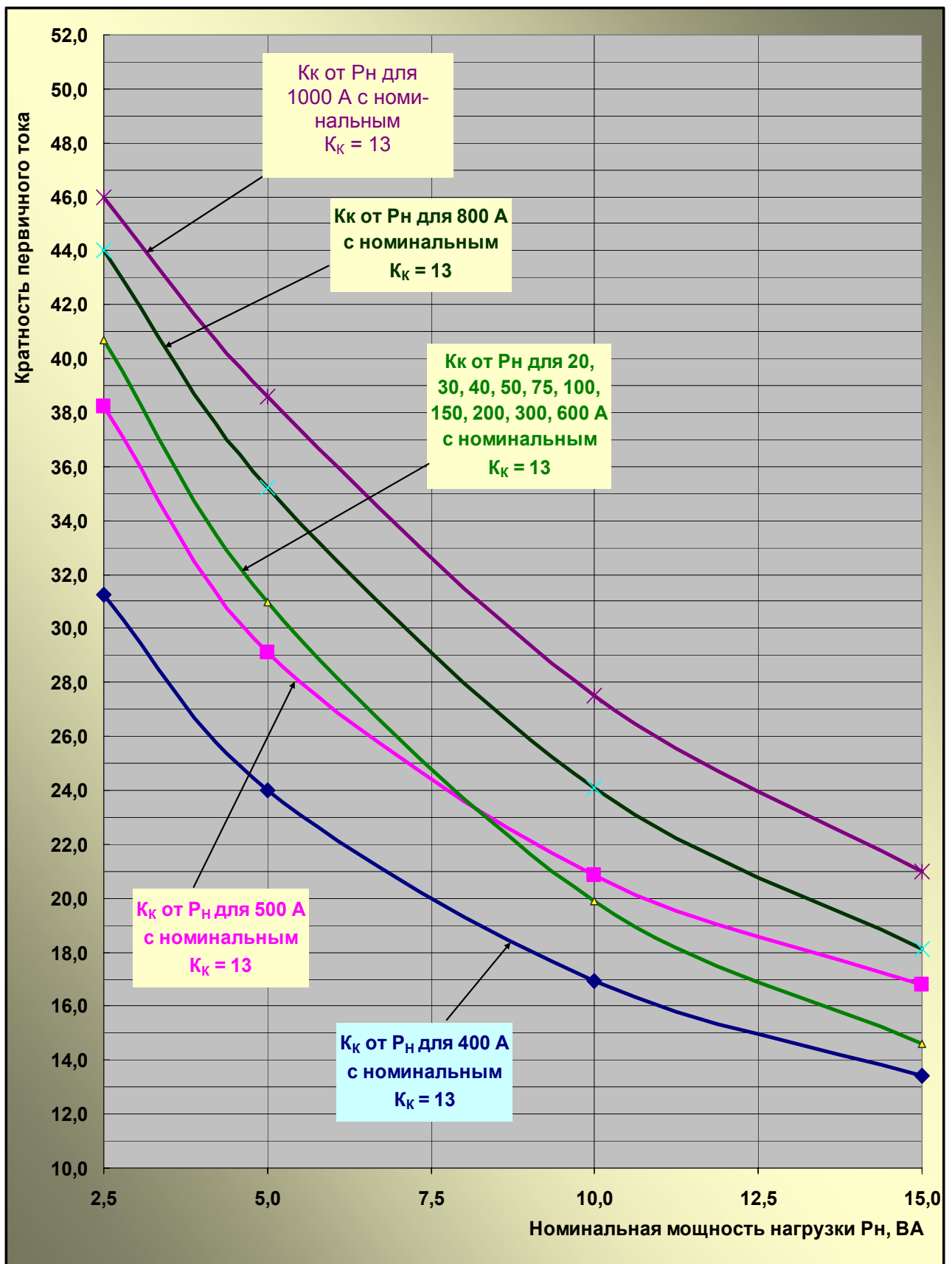


Рисунок 25

Диапазон допускаемой погрешности измерительной обмотки по ДСТУ ГОСТ 7746 для трансформаторов тока класса точности 0,5S и диапазон погрешностей результатов испытаний

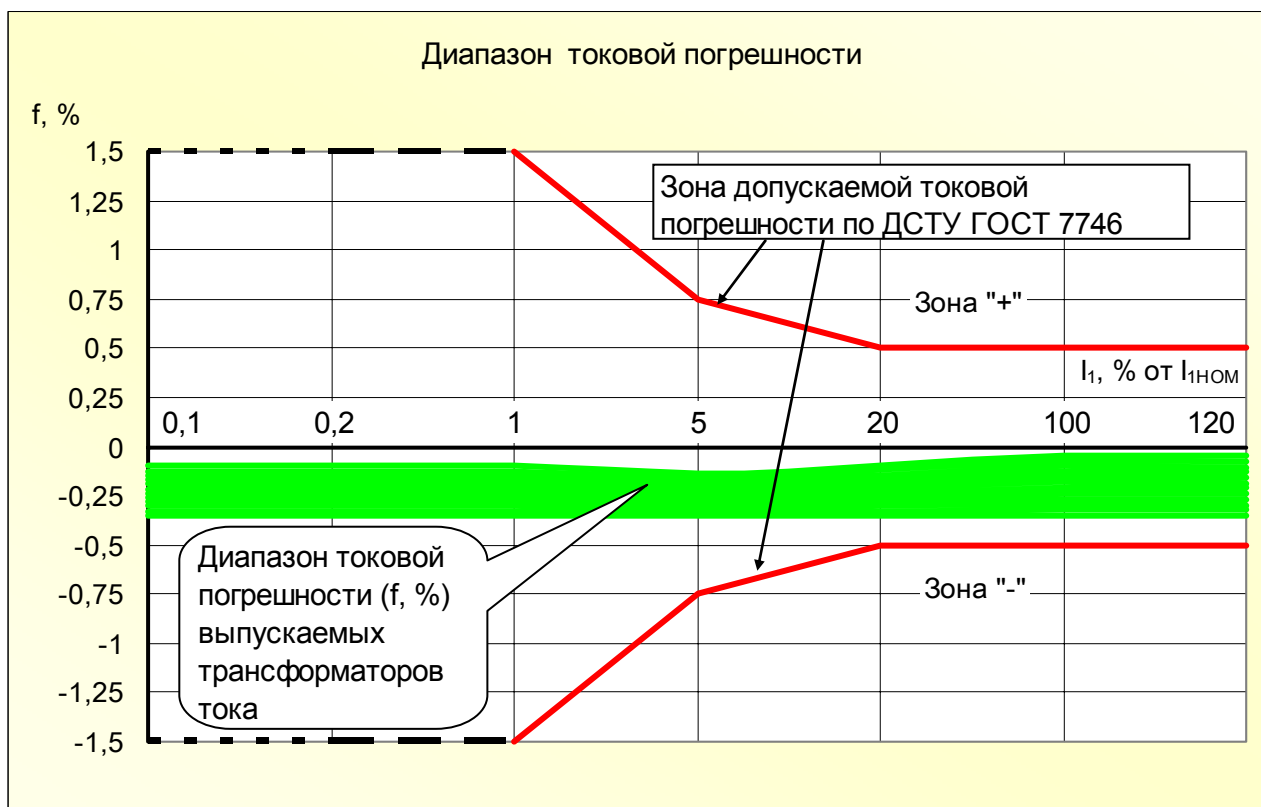


Рисунок 26

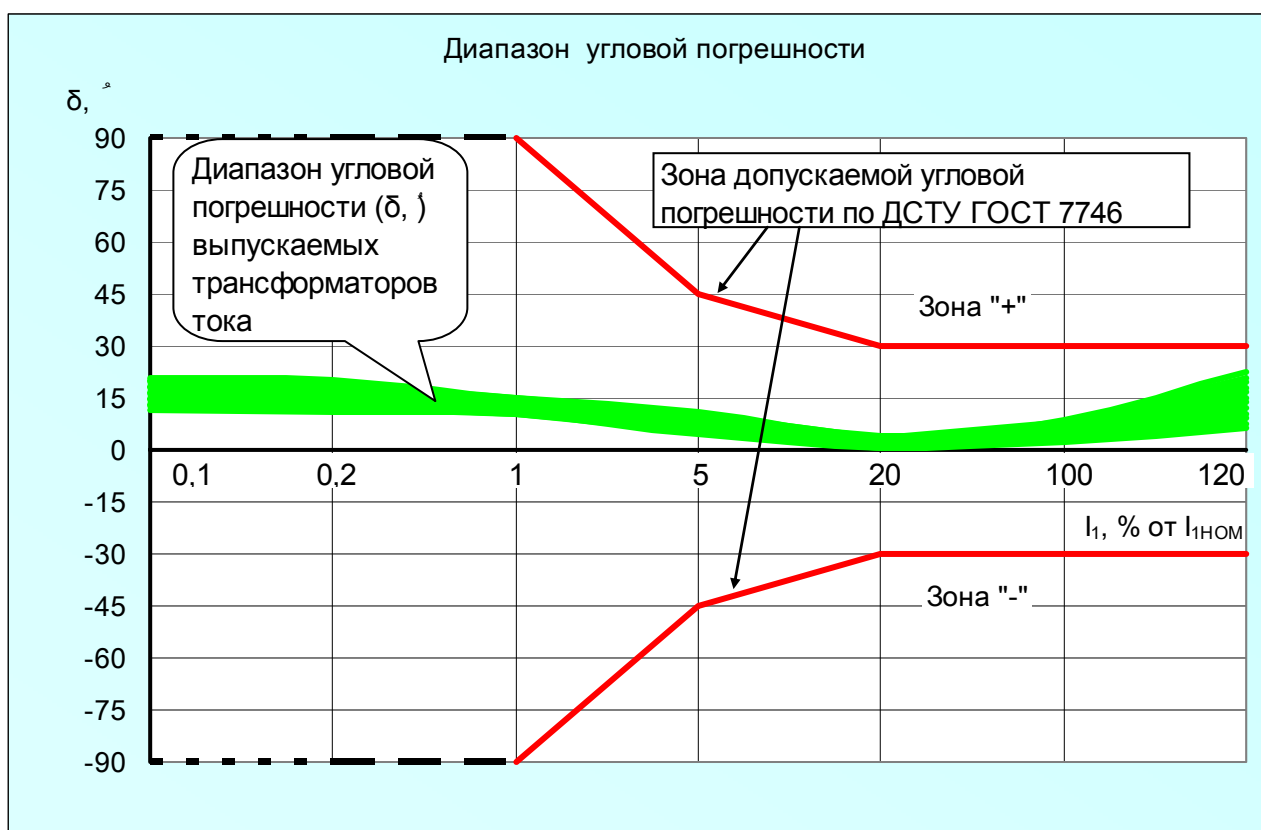


Рисунок 27