

Т.А. АБДУЛОВА, студент гр. ЭПм-201 (КузГТУ),  
С.Е.КЛИМЕНКОВА, студент гр. ЭПм-201 (КузГТУ),  
Научный руководитель Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКОГО ВВОДА В СЭС ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

До 2019 года в мире наблюдался неуклонный рост объемов электропотребления. Бесспорное лидерство в этом плане принадлежит Китаю. В России, начиная с 2009 г. потребление электроэнергии также имело тенденцию увеличения, хотя и медленными темпами. В 2020 году во всех странах наблюдалось снижение электропотребления из-за различного рода ограничений, связанных с пандемией. В частности, в России произошло снижение потребления электроэнергии в 2020 г. на 2,3%. Китай, практически единственная страна, в которой электропотребление увеличилось на 4%, несмотря на кризис и спад объемов производства во всем мире.

При этом, в нашей стране более половины всей вырабатываемой электроэнергии тратится на промышленность, затем идет бытовая нагрузка и потери электроэнергии при ее передаче и распределении. В связи с этим, вопросы энергосбережения в системах электроснабжения промышленных предприятий весьма актуальны.

Одним из энергосберегающих мероприятий в системах внутреннего электроснабжения промышленных предприятий является применение подстанций глубокого ввода. Традиционно для распределения электроэнергии от центра питания предприятия до отдельных его объектов используют классы напряжения 6 и 10 кВ. В цехах установлены КТП, понижающие напряжение с указанных значений до 0,4 (0,69) кВ. Реализация глубокого ввода в СЭС промышленных предприятий – это использование цеховых трансформаторов напряжением 35/0,4 кВ и перевод распределительной сети предприятия на напряжение 35 кВ. Использование глубокого ввода, впервых, может привести к уменьшению числа трансформаций, во-вторых, повышение напряжения для линий распределительной сети предприятия существенно уменьшает потери в них.

Рассмотрим пример использования глубокого ввода на одном из промышленных предприятий, для которого в качестве исходных данных была приведена установленная мощность цехов, относящихся к основному производству.

По расчетной нагрузке цехов была выбрана мощность цеховых трансформаторов в КТП -10/0,4 и КТП-35/0,4, а также сечения линий, питающих их. Для выбранной марки кабеля с изоляцией из сшитого полиэтилена (АПвБВнг) использование глубокого ввода не привело к уменьшению сечений линий в связи с тем, что для этих кабелей на 10 и на 35 кВ минимальное сечение составляет  $50 \text{ мм}^2$ .

Результаты расчета годовых потерь электроэнергии в цеховых трансформаторах и кабельных линиях на 10 и 35 кВ приведены в табл.1.

Таблица 1

Годовые потери электроэнергии в трансформаторах, линиях электропередач и суммарные потери

Трикотажной фабрики	Напряжение 35 кВ			Напряжение 10 кВ		
	$\Delta W_m$ , кВт·ч	$\Delta W_l$ , кВт·ч	$\Delta W_{\Sigma}$ , кВт·ч	$\Delta W_m$ , кВт·ч	$\Delta W_l$ , кВт·ч	$\Delta W_{\Sigma}$ , кВт·ч
Прядильный цех	78 010	72 647	286 960	33 769	320 112	447 972
Ткацкий цех	106 359	87 481	320 015	43 741	543 320	681 152
Красильный, отбеленный цех	42 510	51 845	258 588	22 456	227 376	343 922
Сушильный цех	36 323	38 178	320 591	16 113	51 837	162 040
Швейные мастерские	70 329	72 6474	280 704	33 769	243 479	371 338
Итого	322 798	113 153	435 951	149 847	1 386 123	1 979 893

Гистограмма годовых потерь электроэнергии в трансформаторах и ЛЭП на 10 и 35 кВ

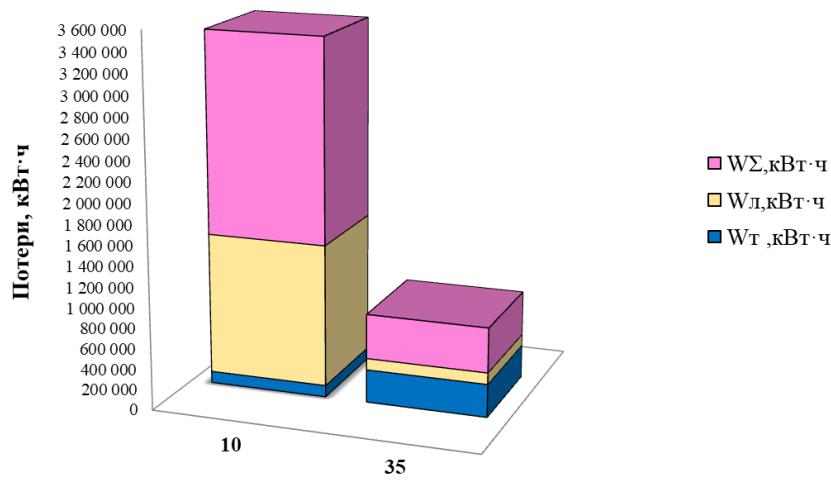


Рис. 2. Гистограмма годовых потерь электроэнергии в трансформаторах и ЛЭП на 10 и 35 кВ

Результаты расчетов отражены на гистограмме (рис. 2). По результатам видно, что потери активной электроэнергии в трансформаторах 35/0,4 кВ выше примерно в 3,4 раза потерь в трансформаторах 10/0,4. Потери электроэнергии в линиях распределительной сети предприятия при ис-

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
18-20 ноября 2021 года**

203-3

пользовании напряжения 35 кВ значительно снижаются, примерно в 12 раз за счет уменьшения токовых нагрузок. Суммарные потери, которые включают в себя, потери в трансформаторах и потери в линиях при напряжении 35 кВ в 3,5 раза меньше потерь при использовании напряжения 10 кВ.

Применение глубокого ввода в системах электроснабжения потребителей требует больших инвестиционных вложений, чем при использовании традиционных уровней напряжения. В связи с этим, произведено сравнение стоимости электрооборудования при использовании глубокого ввода и традиционного класса напряжения (табл.2).

Таблица 2  
Стоимости необходимого оборудования для ПГВ

Наименование цехов	Напряжение 35 кВ		Напряжение 10 кВ	
Прядильный цех	ТМГ-1600/35/0,4	851 994	ТМГ-1600/10/0,4	832 150
Ткацкий цех	ТМГ-2000/35/0,4	1 949 032	ТМГ-2000/10/0,4	1 218 400
Красильный, отбеленный цех	ТМГ-1000/35/0,4	958 100	ТМГ-1000/10/0,4	887 736
Сушильный, ворсовальный цех	ТМГ-630/35/0,4	580 000	ТМГ-630/10/0,4	600 872
Швейные мастерские	ТМГ-1600/35/0,4	851 994	ТМГ-1600/10/0,4	832 150
Затраты на кабель	АПвБПу 3х50	786 780	АПвБПу 3х50	465 000
Затраты на РУ		2 644 500		785 000
Стоимость трансформаторов на ГПП		-	ТДНС-10000/35/10	9 000 000
<b>ИТОГО</b>		14 600 300		18 620 616

При использовании для данного предприятия напряжения присоединения к сетям территориальной сетевой компании – 35 кВ, применение глубокого ввода в системе внутреннего электроснабжения исключает необходимость трансформации напряжения питающих линий. В связи с этим, в качестве центра питания предприятия используется центральный распределительный пункт (РУ-35) вместо ГПП, затраты на который меньше стоимости трансформаторов более, чем в три раза. По этой причине, суммарные инвестиционные вложения в СЭС предприятия с использованием глубокого ввода более, чем на 20% меньше.

Таким образом, использование глубокого ввода в системах электроснабжения промышленных предприятий существенно повышает их энергоэффективность, приводит к уменьшению доли затрат на электроэнергию в себестоимости продукции, и делает ее более конкурентно способной на рынке товаров и услуг.

**Список литературы:**

1. Системный оператор Единой энергетической системы// Годовые отчеты. Режим доступа: <https://www.so-ups.ru/>

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
18-20 ноября 2021 года**

203-4

---

2. Электротехническая компания ООО «ЭЛЕКОМ» //Трансформаторы ТМГ. Режим доступа: <https://elekom.ru/products/tmg-1600kva-604kv>

3. ЭТМ iPRO: первое место по объему продаж в России: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.etm.ru/catalog?searchValue=тмг+10+0%2C4&page=3&rows=40&sord=asc&sidx=gds-name/> Проверено 07.11.2021.

Информация об авторах:

Абдулова Тамара Андреевна, студент гр. ЭПм-201, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [tamara72.97@mail.ru](mailto:tamara72.97@mail.ru)

Клименкова Светлана Евгеньевна, студент гр. ЭПм-201, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28 [klimenkova-1998@mail.ru](mailto:klimenkova-1998@mail.ru)

Долгопол Татьяна Леонидовна, доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, [tdolgopol@yandex.ru](mailto:tdolgopol@yandex.ru)