

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Інститут Електроенергетики  
(інститут)

Електротехнічний факультет  
(факультет)

Кафедра систем електропостачання  
(повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Черниша Олександра Сергійовича  
(ПІБ)

академічної групи 141-16зск-2  
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(код і назва спеціальності)

спеціалізації<sup>1</sup> Електротехнічні системи електроспоживання

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(офіційна назва)

на тему: «Техніко-економічне обґрунтування та модернізація  
електрообладнання підстанції «Петропавлівка-110»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Спеціальний	Степаненко Ю.В.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Охорона праці				
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
2019

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**  
завідувач кафедри  
СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ  
(повна назва)

\_\_\_\_\_ Випанасенко С.І.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеня бакалавра**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студенту Чернишу О.С. академічної групи 141-16зск-2  
(прізвище та ініціали) (шифр)  
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

спеціалізації<sup>1</sup> Електротехнічні системи електроспоживання  
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(офіційна назва)

на тему «Техніко-економічне обґрунтування та модернізація електрообладнання підстанції «Петропавлівка-110»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Спеціальний</i>	ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРОЕКТУВАННЯ	13.05.19-19.05.19
	ОБґРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ПІДСТАНЦІЇ, РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ, СТРУМІВ КЗ	20.05.19-09.06.19
<i>Економічний</i>	ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ НА ВИРОБНИЦТВІ	10.06.19-13.06.19
<i>Охорони праці</i>	ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	14.06.19-16.06.19

Завдання видано \_\_\_\_\_  
(підпис керівника)

Степаненко Ю.В.  
(прізвище, ініціали)

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_  
(підпис студента)

Черниш О.С.  
(прізвище, ініціали)

## ВВЕДЕНИЕ

Маломасляные выключатели 110 и 220 кВ ВМТ-110 и ВМТ-220 производства УЭТМ составляют около четверти всего парка. Выпуск этих двух типов выключателей продолжается и в настоящее время. Небольшое число баковых выключателей 110 и 220 кВ поставлено ОАО «Энергомеханический завод». Воздушные выключатели установлены в сетях всех классов напряжения, на их долю приходится около пятой части всего парка, причем на напряжении 330–750 кВ они составляют основную часть. Воздушные выключатели серий ВВН, ВВ, ВВБ, ВВД, ВНВ выпускались предприятиями «Электроаппарат» и УЭТМ.

Элегазовые выключатели до 1996 г. были в энергосистемах в единичных экземплярах. В соответствии с решением Департамента электрических сетей Украины от 1997 г. начато их внедрение и в настоящее время их число увеличилось до 3 % от общего. Элегазовые колонковые и баковые выключатели поставляются УЭТМ (преимущественно на 110 кВ и токи отключения до 40 кА), а также ведущими зарубежными фирмами – АВВ, Альстом, Сименс.

Отставание наших выключателей от современного зарубежного уровня весьма значительно, в том числе по массогабаритным показателям, коммутационной способности и особенно ресурсу работы. За рубежом широкое распространение получили элегазовые и вакуумные выключатели, обладающие гораздо более высокими показателями, чем масляные и воздушные, применяемые в наших энергосистемах.

Около 40 % масляных и воздушных выключателей, прежде всего на 110 и 220 кВ, отработало установленный нормативами минимальный срок службы, в том числе 90 % выключателей МКП–110, 40 % выключателей У–110, 30 % выключателей ВВН–110, 40 % выключателей ВВП–220.

Выработка ресурса, применение в ненормированных условиях (от 10 до 15 % всего парка), недостатки конструкции, изготовления и эксплуатации привели к недостаточной надежности выключателей в работе и росту повреждаемости. Необходимы дальнейшие разработки методов контроля и диагностики выключателей, особенно при работе под напряжением. Весьма перспективно расширяющееся применение для контроля тепловизионной аппаратуры.

К 2011 г. должны быть заменены 35 % установленных сейчас выключателей 110–750 кВ, к 2015 г. – 45 %, а к 2017 г. – 55 %, всего более 15 тыс. шт. При замене, в первую очередь, должны использоваться элегазовые выключатели, имеющие высокую надежность, высокий коммутационный и механический ресурс, надежно коммутирующие индуктивные и емкостные нагрузки. Их эксплуатация требует минимальных эксплуатационных затрат, в том числе за счет отсутствия воздухоприготовительных установок и маслохозяйств. Предполагается использование отечественных разработок (типы ВГТ–110, ВГК–220, ВГБ–110 и др.), а также выключателей ведущих зарубежных фирм. В зарубежных сетях 110–500 кВ элегазовые выключатели составляют более половины всего парка, а для 750 кВ – 92 %. Среди выключателей, установленных за последние 10 лет за рубежом, доля элегазовых выключателей составляет 93 %.

Целью данного дипломного проекта является обоснование целесообразности применения современных элегазовых и вакуумных выключателей высокого напряжения при проведении реконструкции ПС «Петропавловка-110». Для замены устаревших масляных выключателей необходимо рассчитать электрические нагрузки подстанции, токи КЗ и тепловой импульс и выбрать современные высоковольтные выключатели известных фирм – производителей. Такие решения приведут к существенному повышению надежности электрической схемы ПС, сократят возможный ущерб от перерывов в электроснабжении.

## РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: с., рис., табл., 1 прилож., 14 источников.

Объект разработки: ПС «Петропавловка» 110/35/10 кВ.

Цель работы: реконструкция электрической схемы ПС путем применения современных выключателей высокого напряжения вместо устаревших масляных выключателей.

Во введение рассмотрены общие вопросы построения схем понижающих подстанций и выбора электротехнического оборудования, конкретизировано задание на дипломный проект.

В техническом разделе приведена история развития ПС «Петропавловка», дана характеристика основным потребителям ПС и их режимам работы.

В специальном разделе выполнены расчеты электрических нагрузок ПС, токов КЗ и теплового импульса. Произведен выбор числа и мощности силовых трансформаторов. Обосновано применение современных элегазовых и вакуумных выключателей в схеме подстанции. Выполнен расчет релейной защиты понижающего трансформатора при использовании классической и микропроцессорной элементной базы, предложены схемные решения РЗ и А.

В экономическом разделе выполнено экономическое обоснование применения элегазовых выключателей на стороне ВН ПС «Петропавловка».

В разделе «Охрана труда» приведены инженерно – технические мероприятия по охране труда ПС «Петропавловка», а также выполнен расчет заземления ОРУ 110 кВ.

Практическое значение проекта заключается в повышении надежности функционирования схемы ПС и снижения ущерба от нарушения электроснабжения.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДСТАНЦИИ, ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ, ЭЛЕГАЗОВЫЕ И ВАКУУМНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ, РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ.**

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
1.1 Анализ современных коммутационных устройств.....	
1.2 Сравнительная характеристика выключателей.....	
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Схемы нормального режима работы ПС «Петропавловка-110».....	
2.2 Выбор числа и мощности силовых трансформаторов .....	
2.3 Определение расчетных токов .....	
2.4 Расчет токов короткого замыкания и теплового импульса КЗ .....	
2.5 Выбор выключателей высокого напряжения.....	
2.6 Выбор разъединителей.....	
2.7 Выбор измерительных трансформаторов тока.....	
2.8 Выбор измерительных трансформаторов напряжения.....	
2.9 Выбор предохранителей.....	
2.10 Выбор шин.....	
2.11. Выбор изоляторов шинных конструкций.....	
2.12. Выбор кабелей.....	
2.13 Выбор источников оперативного тока.....	
2.14 Выбор конструктивного исполнения подстанции.....	
2.15 Расчет релейной защиты силовых трансформаторов.....	
2.16 Оценка возможности применения микропроцессорной защиты силовых трансформаторов.....	
2.17 Расстановка защит на трансформаторе, выполненных на аппаратуре ALSTOM.....	

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Расчёт капитальных затрат.....	
3.2 Расчёт эксплуатационных расходов.....	
3.3 Годовая экономия от внедрения объекта проектирования.....	
3.4 Экономическая эффективность проекта.....	
4. ОХРАНА ТРУДА	
4.1 Классификация опасных ситуаций .....	
4.2 Техника безопасности при монтаже и эксплуатации электротехнического оборудования .....	
4.3 Противопожарная профилактика.....	
4.4 Расчет заземления ОРУ .....	
ВЫВОДЫ.....	
ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	

## ВЫВОДЫ

В качестве объекта в дипломном проекте является электрическая принципиальная схема районной подстанции «Петропавловка» 110/35/10 кВ.

В дипломном проекте поставлена и решена задача выбора коммутационных аппаратов высокого напряжения при реконструкции двухтрансформаторной подстанции и замене масляных выключателей.

Суть предлагаемого технического решения – после расчетов электрических нагрузок, выбора мощности силовых трансформаторов обоснование установки элегазовых выключателей ЛТВ компании АВВ на стороне 110 кВ.

Учитывая низкую надежность устаревших масляных выключателей на стороне 110 кВ при существующей схеме ПС «Петропавловка», особенно при сложных погодных условиях и обледенении электрических аппаратов в зимний период, необходима реконструкция подстанции и установка выключателей на вводах ВН силовых трансформаторов. Для этого был проведен расчет электрических нагрузок подстанции, определены токи КЗ и тепловой импульс в характерных точках схемы и выбраны современные выключатели компании АВВ. Кроме того на стороне НН применены новые ячейки КРУ типа КУ-10Ц с вакуумными выключателями ВР2 и ВР3 производства РЗВА.

В разделе «Экономика» приведен технико-экономический расчет целесообразности установки выключателей ЛТВ.

В разделе «Охрана труда» обоснованы мероприятия по технике безопасности при работе на подстанции и произведен расчет заземления ОРУ.

Предложенные в данном дипломном проекте решения приведут к повышению надежности функционирования схемы ПС «Петропавловка», повышению ремонтпригодности электрического оборудования, снижению ущербов от перерывов в электроснабжении основных потребителей.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.

Електронна адреса [lutsenko.i.m@nmu.one](mailto:lutsenko.i.m@nmu.one)