|  |  |
| --- | --- |
|  | **Міністерство освіти і науки України**  Тернопільський національний технічний університет  імені Івана Пулюя |
| Кафедра систем  електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці |
|  |
| **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ** |
|  |
|  |
| **ЩОДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ**  **ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**  **ЗА СТУПЕНЕМ «МАГІСТР»**  *для студентів факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії спеціальності*  **141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”** |
|  |
| **Тернопіль – 2016** |

|  |
| --- |
| **Міністерство освіти і науки України**  Тернопільський національний технічний університет  імені Івана Пулюя |
| Кафедра систем  електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці |
|
| **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  **ЩОДО ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ**  **ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**  **ЗА СТУПЕНЕМ «МАГІСТР»**  *для студентів факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії спеціальності*  **141 „Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”**  Тернопіль – 2016 |
|
|

Методичні вказівки щодо виконання та оформлення дипломної роботи за ступенем «магістр» [Текст]: / Укл.: доц. О. А. Буняк., доц. Б.Я. Оробчук, доц. С.М. Бабюк, доц. І.М.Сисак, О.О. Вакуленко – Тернопіль: ТНТУ, – 2016. – 44 с.

Укладачі: к.т.н., доцент Буняк О. А.

к.т.н., доцент Оробчук Б.Я.

к.т.н., доцент Бабюк С. М.

к.т.н., доцент Сисак І. М.

ст. викладач Вакуленко О.О.

Рецензент: д.т.н., професор Євтух П. С.

Методичні вказівки розглянуто і затверджено на засіданні кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці

Протокол № “ 4 ” від “ 17 ” листопада 2016р.

Методичні вказівки схвалено та рекомендовано до друку Методичною радою факультету прикладних інформаційних технологій та електроінженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя

Протокол № “ 4” від “ 25 ” листопада 2016 р.

©Буняк О. А., Оробчук Б.Я., Бабюк С. М., Сисак І.М., Вакуленко О.О.

2016 рік

**ВИМОГИ ЩОДО ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ ЗА СТУПЕНЕМ «МАГІСТР»**

(Розроблено на підставі ДСТУ 3008-95 “Документи. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”)

**1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

Вимоги до структури й оформлення дипломної роботи за ступенем «магістр» розроблено відповідно до Державного стандарту України ДСТУ 3008-95 “Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”.

З огляду на високі вимоги нормативних документів необхідно неухильно дотримуватися порядку подання окремих видів текстового матеріалу, таблиць, формул та ілюстрацій.

Назва дипломної роботи за ступенем «магістр» має бути стислою, конкретною, відповідати спеціальності та суті досліджуваної проблеми, вказувати на предмет і мету наукового дослідження. Іноді для більшої конкретизації до назви можна додати невеликий (4-6 слів) підзаголовок.

У назві не бажано використовувати ускладнену, узагальнюючу чи псевдонаукову термінологію. У назві треба уникати слів "Аналіз...", "Вивчення...".

При написанні дипломної роботи здобувач повинен обов’язково посилатися на авторів і джерела, з яких запозичив матеріали або окремі результати. У разі використання запозиченого матеріалу без посилання на автора та джерело дипломна робота знімається з розгляду незалежно від стадії проходження без права її повторного захисту.

У дипломній роботі треба стисло, логічно й аргументовано викладати зміст і результати досліджень, уникати загальних слів, бездоказових тверджень, тавтології.

Дипломну роботу подають у вигляді рукопису в твердому переплетенні.

**2 СТРУКТУРА ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

Дипломна робота повинна мати такі структурні елементи:

**ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ**

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ**

**АНОТАЦІЇ:**

Подаються анотації українською та англійською мовами обсягом до 1200 друкованих знаків – ідентичного змісту інформація про основні ідеї та висновки дипломної роботи.

Анотації складаються за формою, яка має такий зміст: прізвище та ініціали здобувача, назва роботи, спеціальність (шифр і назва); установа, де відбувається захист; місто, рік; загальний обсяг текстової частини (як приклад) – 95 сторінок, 12 таблиць, 4 діаграми, 5 рисунків; основні ідеї, результати та висновки.

Викладення матеріалу в анотації повинно бути стислим і точним. Належить використовувати синтаксичні конструкції, притаманні мові ділових документів, уникати складних граматичних зворотів. Необхідно використовувати стандартизовану термінологію, уникати маловідомих термінів і символів. Після кожної анотації наводять ключові слова відповідною мовою. Сукупність ключових слів повинна відображати поза контекстом основний зміст наукової праці. Загальна кількість ключових слів має бути не меншою трьох і не більше десяти. Ключові слова подаються у називному відмінку, друкуються у рядок, через кому.

**ЗМІСТ**

У змісті наводять повне найменування розділів з указівкою відповідних сторінок.

**ВСТУП**

У вступі необхідно чітко подати:

– актуальність теми роботи;

– мету і завдання досліджень;

– наукову новизну отриманих результатів;

– практичне значення результатів дослідження;

– апробацію (наводиться бібліографічний опис опублікованих (готових до публікації) наукових праць);

– структуру роботи. (Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (…. найменувань), … додатків).

**1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА**

Необхідно розкрити такі питання:

1.1 Аналіз стану питання за науково-технічними та патентними джерелами.

1.2 Обґрунтування актуальності вибраного напрямку дослідження.

1.3 Постановка задачі та аналіз методів її вирішення.

Наводять конкретне призначення об'єкта, види й обсяги продукції, що випускається, коротко описується технологічний процес виробництва, місце, яке займає об'єкт у виробничому процесі підприємства, основні виробничі показники.

Додатково визначається характеристика об'єкта і його частин за характером навколишнього середовища, ступень пожежної безпеки та безпеки ураження персоналу електричним струмом. Визначається категорія споживачів. У цьому ж розділі приводяться відомості про метеорологічні та кліматичні умови в районі підприємства, забрудненості атмосфери, характеристика ґрунту. Вказується тривалість роботи підприємства за рік, число змін і ступінь їх завантаження, техніко-економічні показники.

Наводиться коротка характеристика приймачів електричної енергії: класифікація електроустаткування за типами промислових установок (крани, насоси, вентилятори, компресори, зварювальні трансформатори, дробарки, млини, конвеєри, екскаватори, бурові верстати і т. ін.); режим і тривалість роботи; число і потужність, рід струму і напруги, наявність електроприймачів з різко змінним, ударним, нелінійним навантаженням.

**2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА**

**У науково-дослідній частині необхідно розкрити:**

2.1 Характеристика напрямку та об’єкту дослідження

2.2 Програма і методика теоретичних і експериментальних досліджень.

2.3 Обробка результатів досліджень.

2.4 Аналіз і узагальнення отриманої інформації.

* 1. Наукові і практичні висновки.

2.6 Пропозиції щодо використання результатів проведених досліджень.

**3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА**

В технологічній частині подається:

3.1 Характеристика виробу або процесу на основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень:

– аналіз умов роботи виробу, матеріалу та його властивостей;

– аналіз конструктивних особливостей виробу та технологічних особливостей його виготовлення.

**4 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

В проектно-конструкторській частині необхідно провести:

4.1 Аналіз вихідних і нормативних даних на проектування базового варіанту та розробка технічного завдання.

4.2 Підбір серійного обладнання та розрахунок технічних характеристик електротехнічних систем на основі паспортних даних обладнання.

4.3 Обґрунтування необхідності проектування нестандартних електротехнічних виробів, вимог, які до них ставляться, і їх технічних показників.

4.4 Проектування й розрахунок окремих деталей та вузлів електротехнічного обладнання:

– визначення вихідних даних для розрахунку;

– методика розрахунку;

– вибір схеми розрахунку;

– результати розрахунку;

– аналіз результатів розрахунку;

– розробка складальних креслень.

4.5 Електротехнічний розрахунок систем електропостачання:

– визначення вихідних даних для розрахунку;

– методика розрахунку;

– вибір схеми розрахунку;

– результати розрахунку;

– аналіз результатів розрахунку.

4.6 Вибір та обґрунтування схеми керування роботою електроенергетичної системи.

4.7 Розробка схем електричних з’єднань схем керування та електричної системи схем керування.

4.8 Розробка методів та технічних засобів вимірювання параметрів електроенергетичної системи:

– визначення вихідних даних електроенергетичної системи;

– вибір приладів для забезпечення необхідної точності вимірювань;

– розробка схеми вимірювань;

– розробка методики вимірювань;

– результати вимірювань;

– статистична обробка результатів, аналіз похибок вимірювань.

В основній частині дипломної роботи (АНАЛІТИЧНА, НАУКОВО-ДОСЛІДНА, ТЕХНОЛОГІЧНА, ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА) головну увагу слід зосередити на питаннях електропостачання.

Система електропостачання (СЕП) представляє складну динамічну систему, взаємодіючу з енергосистемою і технологічною системою основного виробництва, тому синтез оптимальної системи електропостачання промислового підприємства є складною інженерною задачею. При проектуванні доцільне групування системи електропостачання на підсистеми зовнішнього, внутрішньозаводського і внутрішньоцехового електропостачання.

Під системою зовнішнього електропостачання розуміється комплекс основних пристроїв, що забезпечують генерацію і передачу необхідної потужності й енергії для підприємства як об'єкта електропостачання. Система зовнішнього електропостачання містить у собі лінії електропередачі, що відходять від вузлів енергосистеми – головних понижувальних підстанцій (ГПП), центральні розподільчі підстанції (ЦРП) і власні ТЕЦ.

Під системою внутрішньозаводського електропостачання, розуміється комплекс основних пристроїв, що забезпечують розподіл електричної енергії, отриманої від системи зовнішнього електропостачання, територією промислового підприємства і її перетворення на робочу напругу.

Система внутрішньозаводського електропостачання містить у собі лінії електропередачі, струмопроводи, що відходять від розподільчих пристроїв (РП) ГПП, ТЕЦ, ЦРП, цехові трансформаторні підстанції (ТП).

Під системою внутрішньоцехового електропостачання розуміється комплекс основних пристроїв, що забезпечують розподіл електричної енергії, отриманої від системи внутрішньозаводського електропостачання, до окремих струмоприймачів. Система внутрішньоцехового електропостачання містить у собі пристрій введення робочої напруги (ВРП) в цех на розподільчі пункти, проводки, що забезпечують передачу електроенергії до окремих електроприймачів.

У дипломних роботах, в яких в якості об’єктів прийняті підприємства в цілому, розробляються в основному підсистеми зовнішнього і внутрішньозаводського електропостачання; у дипломних роботах, об'єктами яких є частини підприємства - в основному підсистеми внутрішньозаводського і внутрішньоцехового електропостачання.

***Характеристика джерел живлення.***

Існуючі і можливі джерела живлення: приналежність, тип, потужність, відстань, переваги і недоліки. Конструктивне виконання мереж живлення. Вибір джерел живлення.

***Визначення розрахункових електричних навантажень.***

Визначаються розрахункові і пікові активні й реактивні навантаження, а також втрати електроенергії по підприємству й окремих вузлах навантаження (цехах, виробництвах), координати центрів електричних навантажень.

Формується добовий графік навантаження на основі моделювання до функції в реальних умовах.

При визначенні електричних навантажень використовуються нормативні методи: уточнений (заснований на використанні коефіцієнту максимуму) і більш грубий, що базується на коефіцієнті попиту. Розрахунок освітлювальних навантажень по цеху або групі цехів можна робити орієнтовно по методу питомої потужності.

Розрахунок навантажень необхідно проводити з використанням засобів обчислювальної техніки.

***Вибір напруги розподільних мереж та мереж живлення.***

Обґрунтування вибору величини напруги на вищих ступенях системи електропостачання і в цехових розподільчих мережах, з урахуванням характеристик споживачів і електропримачів, а також напруги і типу джерела живлення.

***Компенсація реактивних навантажень.***

Визначення типу необхідної потужності і найбільш раціональних для заданих умов пристроїв компенсації реактивної потужності. Техніко-економічне обґрунтування розподілу потужності пристрою компенсації в мережах напругою до 1 кВ та вище. Керування джерелами реактивної потужності.

***Вибір числа і потужності силових трансформаторів і підстанції.***

Вибір числа і потужності силових трансформаторів ГПП і  
цехової підстанції на підставі техніко-економічних розрахунків і з урахуванням картограми навантажень, економії електроенергії, резервування, а також способів компенсації реактивних навантажень. Визначення оптимального режиму роботи трансформаторів, обґрунтування виконання трансформаторів для цехових підстанцій (оливні, сухі, з негорючою рідиною).

***Вибір місця розташування ГПП, РП і цехових ТП.***

Побудова картограми навантажень. Визначення умовного центру електричного навантаження (ЦЕН) і зони його розсіювання. Орієнтація координатних мереж, осей еліпса. Визначення місця розташування ГПП з урахуванням динаміки електричних навантажень. Вибір місця розташування ГПП і ТП здійснюється відповідно до картограми і визначення умовного центру електричних навантажень об'єкта проектування.

Вибір кількості РП, доцільність їх спорудження повинна бути підтверджена техніко-економічними розрахунками. Цехові ТП розташовуються як найближче до ЦЕН окремих груп електроприймачів.

***Вибір схеми електропостачання.***

Вибір і обґрунтування схеми електричних з'єднань основних об'єктів СЕП. Вибір схеми зовнішнього, внутрішньозаводського і внутрішньоцехового електропостачання за умовами забезпечення необхідної надійності і неперервності в залежності від категорії приймачів, передачі електроенергії необхідної якості, зручності і безпеки у експлуатації.

Побудова схеми електропостачання на всіх ступенях з урахуванням основних принципів: глибокий ввід, відмова від "холодного" резерву, фокусування всіх ланок системи електропостачання, вибір режиму роботи елементів системи електропостачання (ЛЕП, трансформаторів).

Техніко-економічні розрахунки на вибір раціональної схеми електропостачання проектованого об'єкта. Порівняння варіантів за приведеними річними розрахунковими витратами.

***Розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) в мережах  
напругою до 1 кВ та вище.***

Розрахунок струмів КЗ ( з урахуванням розрахункових аварійних умов). Точки короткого замикання та види аварійних режимів (трифазне, двофазне чи однофазне замикання) вибираються в залежності від конкретної схеми електропостачання проектованого об'єкта. Визначається підживлення місця короткого замикання від синхронних і асинхронних двигунів.

При необхідності здійснюється вибір способу та засобів обмеження струмів КЗ (роздільна робота ліній і трансформаторів, трансформаторів з розщепленими обмотками, реактори групові, здвоєні чи індивідуальні) і виконується розрахунок обмеження струмів КЗ.

***Вибір електричних апаратів і розподільчих пристроїв.***

Вибір з урахуванням умов середовища і перевірка основних  
електричних апаратів та розподільчих пристроїв (РП) напругою до та  
вище 1кВ за номінальними параметрами і стійкості до струмів КЗ (роз’єднувачів, вимикачів, короткозамикачів, автоматичних вимикачів, вимірювальних трансформаторів струму та напруги). Вибір типу РП, числа комірок, їх конструктивного виконання і компонування. Розрахунок і перевірка шинних конструкцій (шин, ізоляторів) РП (при необхідності).

***Вибір конструктивного виконання схеми електропостачання.***

Обґрунтування вибору конструктивного виконання проектованої схеми електропостачання, ГПП і цехових підстанцій.

Проектні компонування ГПП і РП напругою вище 1кВ. Опис прийнятої однолінійної схеми електричних з'єднань ГПП.

Вибір схеми живлення цехових трансформаторів від ГПП чи РП, визначення числа і місць розміщення силових пунктів, розподільчих і магістральних шинопроводів. Обґрунтування способу передачі і розподілу електроенергії в мережах напругою до 1кВ і вище.

Конструктивне виконання повітряних і кабельних ліній, струмопроводів напругою до 1кВ і вище. Вибір типу кабелів, траси кабельних ліній і способу їх встановлення.

***Вибір перетинів провідників.***

Вибір і перевірка перетинів струмопровідних пристроїв напругою до 1 кВ і вище за умовами нагріву розрахунковим струмом навантаженням і струмами короткого замикання, на втрати напруги, на корону, на механічну міцність, економічність. Розрахунок шинопроводів. Результати вибору перетинів всіх ліній і струмопровідних частин зводяться в таблицю (кабельний журнал).

***Розрахунок надійності.***

Кількісне визначення параметрів надійності СЕП на підставі показників надійності елементів і структурної схеми мережі. Визначення збитку, від перерви в електропостачанні. Розробка заходів, що підвищують надійність СЕП при експлуатації.

***Забезпечення якості електроенергії.***

Побудова графіків відхилення напруги для максимального і мінімального режиму електроспоживання. Техніко-економічне обґрунтування вибору методів і засобів централізованого і місцевого регулювання напруги. Вибір регулювальних відгалужень трансформаторів із пристроями РПН.

***Енергозбереження.***

Визначення вартості електроенергії для розрахунку з енергосистемою. Визначення втрат електроенергії в системі електропостачання та їх вартості.

Вибір типів лічильників активної і реактивної електроенергії й обґрунтування місць їх установки для здійснення комерційного і технічного обліку.

Автоматизований облік і контроль витрат електроенергії. Вибір технічних засобів автоматизованих (інформаційно-обчислювальних) систем обліку і контролю електроенергії, що дозволяють здійснювати керування електропостачанням, знижувати витрати електроенергії й оптимізувати електроспоживання. Структурна схема автоматичного обліку. Алгоритм обробки інформації.

Питання енергозберігаючої технології, раціонального, ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів. Усунення джерел додаткових втрат електроенергії, заходи щодо її раціональної витрати. Розробка окремих організаційно-технічних заходів економії електроенергії підприємства, цеху, ділянки і розрахунок очікуваної економії електроенергії. Економія електроенергії в окремих елементах схеми електропостачання: електричних мережах зовнішнього і внутрішнього електропостачання; трансформаторах, двигунах, технологічних установках ( вентиляційних, насосних і ін. ). Енергозберігаючі режими електропостачання. Заходи щодо зниження втрат потужності й енергії в електричних мережах. Регулювання електроспоживання і рекомендації з економії електроенергії на промислових виробництвах.

Регулювання максимуму навантаження промислових електричних мереж. Розробка рекомендацій з регулювання графіку електроспоживання. Комплекси споживачів-регуляторів потужності на підприємстві.

***Вибір системи оперативного струму.***

Вибір роду оперативного струму і прийнятий до установки тип джерела (блоки живлення, акумуляторні батареї, зарядно-підзарядні агрегати, випрямляч живлення, трансформатори власних потреб та ін.). Розрахунок необхідної потужності джерела оперативного струму. Розробка схеми живлення оперативних кіл.

***Вибір системи керування і сигналізації.***

Вибір системи керування (безпосереднього, дистанційного, телекерування), сигналізації нормальних і аварійних режимів, а також блокування. Ескіз пункту керування.

***Вибір релейного захисту і системної автоматики.***

Вибір об'єкта релейного захисту і схеми. Вид захисту на ГПП, РП, цехових підстанціях. Для релейного захисту одного чи декількох виділених елементів (вказуються керівником) вибирають схеми з'єднання вимірювальних трансформаторів і обмоток реле, тип реле і розраховують уставки спрацювання за струмами, а також необхідні витримки часу. Визначення коефіцієнта чутливості.

Вибір уставок автоматичних вимикачів і плавких уставок запобіжників. Узгодження селективності захисту.

У разі потреби дається короткий опис і приводяться схеми АПВ, АВР, АЧР і ін. Визначення напруги спрацьовування пускового органа АВР. Вибір типу реле, напруги й уставки спрацьовування дозволяючого органу.

***Розрахунок стійкості електричної системи і вузлів навантаження.***

Розрахунок статичної чи динамічної стійкості електричної системи. Визначення граничного кута і часу відхилення для динамічної стійкості. Перевірка стійкості системи при можливому самозапуску електродвигунів. Визначення стійкості синхронних і асинхронних двигунів шляхом визначення залишкової напруги на шинах підстанції і на затискачах працюючих електроприймачів у момент пуску потужних асинхронних і синхронних електродвигунів.

***Ділянка повітряної лінії електропередачі.***

Вихідні дані до роботи. Вибір перетину проводів за різних умов. Вибір типу проміжних, анкерних і кутових опор. Механічний розрахунок проводів і тросів. Розміщення опор за профілем траси. Вибір ізоляції ЛЕП, блискавкозахисту і заземлення.

***Струмопровід на напругу 6(10) кВ.***

Вибір перетину і конструкції струмопроводу в залежності від потужності, яка передається, умов середовища. Розрахунки струмопроводу за допустимим відхиленням напруги, динамічної стійкості до струмів КЗ. Елементи конструкції струмопроводу.

***Головна понижувальна підстанція, підстанція глибокого вводу.***

Виконання ВРП 35-220 кВ (відкритий, з посиленою ізоляцією, закритий). Компонування ВРП (ЗРП), кабельна каналізація, пристрої для ремонту трансформаторів. Конструкція ВРП 6(10) кВ, компонування, обґрунтування прийнятих розмірів. Спосіб прокладання кабелів. Розрахунок і конструкції блискавкозахисту, заземлення.

***Цехові трансформаторні підстанції.***

Обґрунтування прийнятого розміщення ЦТП ( відкрито в цеху, в окремому приміщенні). Обґрунтування прийнятих розмірів, проходів.

***Шинний міст.***

Призначення (зв'язок трансформатора з РП та ін.). Вибір перетину і профілю шин. Конструкція мосту. Перевірка прийнятої конструкції на стійкість до струмів КЗ. Загальний вигляд і вузли.

**Основна частина дипломної роботи повинна становити 71-78% від загального об’єму пояснювальної записки.**

**5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА**

В спеціальній частині проводиться науково-технічне обґрунтування з необхідними дослідженнями в такому об’ємі:

5.1 Розробка програм для проведення електричних розрахунків на ПК:

– визначення вихідних даних для обчислень;

– алгоритм розрахунку;

– структура програмного забезпечення;

– аналіз результатів розрахунку.

5.2 Розробка програмного забезпечення керування роботою електроенергетичних систем:

– структурна схема програми керування;

– алгоритм керування.

***Автоматизована система керування електропостачанням.***

Аналіз системи електропостачання, як об'єкта керування. Структура диспетчерського керування (кількість і розміщення (ДП) і (КП)). Обсяги телемеханізації. Вибір технічних засобів телемеханізації в залежності від структури диспетчерського керування й обсягів телемеханізації. Принципові схеми телемеханізованих об'єктів на КП і ДП. Засоби керування і відображення інформації на ДП (диспетчерський пульт, щит, дисплеї, пристрої реєстрації).

Автоматизована система диспетчерського керування (АСДК) з використанням засобів обчислювальної техніки.

Устаткування диспетчерського пункту. Підсистеми АСКД електропостачання – оперативного керування, обліку, планування і прогнозування. Зв'язок системи телемеханіки й автоматизованого обліку електричного джерела з керуючою ЕОМ АСКД електропостачання.

***Методика, алгоритми, програма розрахунків та розрахунок на ЕОМ основних параметрів систем електропостачання.***

Як приклади розрахунку можуть бути: статистична обробка експериментальних даних електричних навантажень проектованого об'єкта чи його частини; розрахунок електричних навантажень; розрахунок компенсуючих пристроїв; розрахунок надійності електропостачання; розрахунок перетину провідників; розрахунок струмів КЗ та ін.

***Оптимізація режимів роботи системи електропостачання.***

Вибір і обґрунтування критерію оптимізації. Складання цільової функції на підставі обраного методу математичного програмування (лінійного, нелінійного, динамічного). Обмеження, що накладаються на параметр оптимізації. Задача оптимізації і рішення її в загальному вигляді. Вибір ступеня оптимізації і рішення задач за допомогою ЕОМ.

Як приклади режимів оптимізації можуть бути: оптимізація надійності електропостачання; оптимізація графіків навантаження (за активним і реактивним навантаженням: роздільно і спільно); оптимізація місця встановлення пристроїв компенсації реактивної потужності; оптимізація режиму збудження синхронних двигунів ( вибір параметра і закону регулювання ); оптимізація числа, потужності і місця розташування цехових, головних знижувальних чи перетворювальних підстанцій; оптимізація електричних мереж (по конфігурації і конструктивному виконанню); оптимізація регулювання напруги та ін.

**Спеціальна частина дипломної роботи повинна становити 8-10% від загального об’єму пояснювальної записки.**

**6 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ**

В економічній частині дипломної роботи основну увагу слід приділити розрахункам ефективності прийнятих рішень в такому обсязі:

– техніко-економічне обґрунтування ефективності проведених науково-дослідних робіт;

– розрахунок показників економічної ефективності розробки;

– техніко-економічні показники науково-дослідної роботи та їх аналіз.

Економічне обґрунтування технічних рішень, прийнятих в дипломній роботі, які підвищують рівень експлуатації електрообладнання, або вдосконалюють систему електропостачання. Розрахунок капітальних вкладень і річних витрат порівнюваних варіантів. Економічна ефективність впровадження розробки.

Розрахунок загальних техніко-економічних показників (штату працюючих за категоріями, місячної продуктивності, собівартості, фондовіддачі та рентабельності) та їх порівняння з відповідними показниками діючого об’єкту проектування.

**7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі слід висвітлити наступне:

– основні заходи з охорони праці за темою наукового дослідження;

– основні заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях за темою наукового дослідження.

**8 ЕКОЛОГІЯ**

При розкритті питання екологічного захисту доцільно розробити:

– основні заходи з охорони навколишнього середовища за темою наукових досліджень.

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**

На підставі виконаних у дипломній роботі розрахунків, прийнятих рішень і аналізу режимів роботи системи електропостачання її основних елементів приводяться основні висновки та рекомендації щодо їх впровадження. Відзначається ступінь обґрунтованості прийнятих рішень, висвітлюється доцільність повної чи часткової модернізації (реконструкції) системи електропостачання.

Наводяться результати розрахунків щодо підвищення надійності й економічності, поліпшення якості електроенергії, її економії. Відзначається ступінь відповідності сучасному стану й вимогам економіки.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

Перелік посилань формується або у порядку розміщення джерел інформації в тексті дипломної роботи, або в алфавітному порядку. При цьому назва джерел в латиниці розміщують після назв джерел в кирилиці.

Приклади оформлення бібліографічного опису у списку джерел, який наводять у дипломній роботі подані в бюлетені ВАК України (Бюлетень ВАК України. – 2008. – №3. – С. 9–13).

Слова і словосполучення скорочуються відповідно до таких стандартів:

1. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання: ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. – [Чин. від 2007-07-01] – К.: Державний стандарт України, – 2007. – 47 с. (Національний стандарт України).

2. Інформація та документація. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила : (ISO 4:1984, NEQ ; ISO 832:1994, NEQ). ДСТУ 3582:2013, – [Чин. від 2014-01-05] – К.: Мінекономрозвитку України, – 2014. – 14 с. (Національний стандарт України).

2. Библиографическая запись. Сокращения слов на русском языке. Общие требования и правила: ГОСТ.12-93. – [Введ. 1995-07-01; переизд. 2005-04-01] –Минск: Стандартинформ. – 2005. – 13 с. – (Межгосударственный стандарт).

Елементи, виділені напівгрубим шрифтом, є обов'язковими і вводяться в бібліографічний запис незалежно від теми дипломної роботи. Проміжки між знаками та елементами запису є обов'язковими і використовують для розрізнення знаків граматичної пунктуації.

**ДОДАТКИ**

В додатках (за необхідністю) подаються такі матеріали дипломнщї роботи:

– технологічна документація;

– проміжні розрахунки, що використовують відомі методики (з вказуванням посилання);

– результати проміжних розрахунків у вигляді таблиць;

– специфікації та переліки елементів до креслень;

– тексти обчислювальних та керуючих програм.

**ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.**

Графічна частина представляється у вигляді плакатів (формат А1, А2) або слайдів. Здобувач представляє матеріали наукових досліджень за темою дипломної роботи, які в повному об’ємі відображають виконання поставлених завдань. В загальному випадку графічний матеріал повинен відображати:

– результати літературного та патентного огляду;

– математичні моделі досліджуваного об’єкту;

– представлення методики теоретичних та експериментальних досліджень;

– технічне забезпечення теоретичних і практичних досліджень;

– алгоритми розрахунку та структуру програмного забезпечення;

– функціональну та принципову схеми керування роботою електроенерге-тичної системи;

– результати експериментальних і теоретичних досліджень;

– обґрунтування адекватності запропонованої моделі;

– наукову новизну отриманих результатів та практичне значення отриманих результатів;

– загальні висновки по дипломній роботі та рекомендації щодо використання результатів досліджень.

**АВТОРЕФЕРАТ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

Згідно вимог «Положення про дипломне проектування у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя» та наказу «Про публікацію авторефератів магістерських робіт у інституційному репозитарії ELARTU (наказ № 4/7-702 від 07.10.2016р.) здобувач не пізніше ніж за 2 дні до дати захисту розміщує у репозитарії ELARTU автореферат дипломної роботи магістра.

**СТРУКТУРА АВТОРЕФЕРАТУ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА**

*Вимоги до структури автореферату розроблені на базі «основних вимог до дисертацій та авторефератів дисертацій [Бюлетень ВАК України. – 2007. – № 6. – С. 9 – 17] і ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».*

**1. ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**а. Актуальність теми роботи.**

**б. Мета і завдання.**

*с. Об’єкт, методи та джерела дослідження (якщо робота дослідницького плану).*

**d. Наукова новизна отриманих результатів.**

**е. Практичне значення отриманих результатів.**

**f. Апробація.**

**2. Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку літератури (…. найменувань), … додатків).

Загальний обсяг текстової частини (для прикладу) – 95 сторінок, 12 таблиць, 4 діаграми, 5 рисунків.

**3. ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

а.У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об’єкт, предмет, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

б. **У першому розділі «Назва розділу»** проаналізовано наукові праці різних авторів, присвячені досліджуваній проблематиці. Визначено місце даної конкретної роботи у всебічному вивченні обраної проблеми. (Далі треба стисло описати зміст першого розділу. При цьому варто спиратися на текст висновків до першого розділу).

с. **У другому розділі «Назва розділу»** (Стисло описати зміст другого розділу. При цьому варто спиратися на текст висновків до другого розділу).

d. **У третьому розділі «Назва розділу»** (Стисло описати зміст третього розділу. При цьому варто спиратися на текст висновків до третього розділу).

**Висновки.** Узагальнити результати роботи (Стисло викласти висновки, звертаючи особливу увагу на те, щоб висновки містили конкретні відповіді на всі завдання роботи, а всі разом – розкривали мету роботи).

**Перелік посилань (згідно ДСТУ ГОСТ 7.1:2006).** Наводиться бібліографічний опис опублікованих (чи готових до публікації) наукових праць.

**Анотації.** На останніх сторінках автореферату розміщують анотації, ключові слова та бібліографічний опис. Анотації українською та англійською мовами обсягом до 1200 друкованих знаків – ідентичного змісту інформація про основні ідеї та висновки по дипломній роботі.

Анотації складаються за формою, яка має такий зміст: прізвище та ініціали здобувача, назва роботи, спеціальність (шифр і назва); установа, де відбувається захист; місто, рік; основні ідеї, результати та висновки.

Викладення матеріалу в анотації повинно бути стислим і точним. Належить використовувати синтаксичні конструкції, притаманні мові ділових документів, уникати складних граматичних зворотів. Необхідно використовувати стандартизовану термінологію, уникати маловідомих термінів і символів. Після кожної анотації наводять ключові слова відповідною мовою. Сукупність ключових слів повинна відображати поза контекстом основний зміст дипломної роботи. Загальна кількість ключових слів має бути не меншою трьох і не більше десяти. Ключові слова подаються у називному відмінку, друкуються у рядок, через кому.

**Обсяг автореферату від 5 до 8 сторінок**

**3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ**

Дипломна робота за ступенем «магістр» повинна мати обсяг 100–120 сторінок машинописного тексту.

Дипломні роботи здобувачів повинні бути оформлені в середовищі Word операційної системи Windows на аркушах білого паперу формату А4 (210 х 297 мм) у вигляді суцільного тексту, ілюстрацій і таблиць.

Гарнітура шрифту типу **Times New Roman** розміром (кеглем) **14 пт**.

Міжрядковий інтервал – **1,5 рядка** (множник 1,5).

Текст слід набирати, дотримуючись таких полів: верхнє і нижнє –**20 мм**, праве – **10 мм**, ліве – **30 мм**.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту роботи і рівним **1,25 см** (або 5 символів), з форматуванням за шириною рядка.

При виконанні роботи необхідно дотримувати рівномірну щільність, контрастність і чіткість зображення всієї роботи. Усі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути чіткими й однаково чорними впродовж всієї роботи.

Окремі слова, формули, знаки, що вписуються в текст, повинні бути чорного кольору: щільність вписаного тексту повинна бути максимально наближеною до щільності основного зображення. Формули набираються у редакторі формул при чому розмірності фізичних величин, як у формулі, так і в тексті повинні набиратись *курсивом*. Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білим кольором і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправлення від руки.

Заголовки структурних елементів роботи «**ЗМІСТ**», «**ВСТУП**», «**НАЗВА РОЗДІЛУ**», «**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ**», «**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**», «**ДОДАТКИ**» друкують великими літерами, розташовуючи в центрі рядка.

Заголовки підрозділів друкують малими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу, шрифт – жирний.

Крапка в кінці заголовків структурних елементів роботи не ставиться. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою.

**Кожний структурний елемент починається з нової сторінки.**





30 мм





30 мм

Переноси слів не допускаються. Відстань між заголовком і наступним або попереднім текстом повинна бути в межах 10 мм, однакова впродовж всієї роботи.

Заголовок наступного підрозділу та початок його тексту (відступ між заголовком підрозділу і початком його тексту повинен бути не менше одного рядка) розташовують на тій же самій сторінці, де закінчується попередній підрозділ.





Сторінки робіт варто нумерувати арабськими цифрами, дотримуючись наскрізної нумерації впродовж всього тексту. Номер сторінки проставляють у правому верхньому кутку сторінки без крапки наприкінці.

Титульний лист, завдання, включають у загальну нумерацію сторінок, але номер на цих сторінках не проставляють.

Ілюстрації і таблиці, розташовані на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок робіт. Номер на цих сторінках проставляється.

Розділи та підрозділи робіт слід нумерувати арабськими цифрами. Номер розділу ставлять перед назвою самого розділу; після номера розділу крапку не ставлять, потім посередині друкують заголовок розділу.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, розділених крапкою. Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад: 1.1, 1.2, 1.3 і т. ін.

Інші структурні елементи роботи («ЗМІСТ», «ВСТУП», «ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ», «ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ», «ДОДАТКИ») не нумерують.

Не допускається розміщати заголовок підрозділу в нижній частині сторінки, якщо після нього розташований тільки один рядок тексту. У такому випадку підрозділ слід починати з наступної сторінки.

Ілюстрації (рисунки, креслення, діаграми, фотознімки, графіки, схеми) варто розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці.



Кожна ілюстрація має відповідати тексту, а текст – ілюстрації. На всі ілюстрації повинні бути посилання в роботі. Якщо ілюстрації створені не автором роботи, необхідно давати посилання на джерело, з якого запозичена ілюстрація. Назви схем, рисунків, графіків, діаграм, креслень розташовують під ілюстрацією. При необхідності під ілюстрацією розташовують роз’яснювальні дані.

Ілюстрації варто нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, що наводяться в додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, розділених крапкою.

Відстань від тексту до ілюстрації і від ілюстрації до тексту – один рядок (приблизно 10 мм), якщо ілюстрація вбудовується у структуру тексту, тобто розташована не на окремій сторінці.

Оформлення ілюстрацій необхідно виконувати з розрахунком на те, що вони повинні бути достатньо простими для сприйняття, з одного боку, та нести максимум інформації – з іншого.

Таблицю варто розташовувати безпосередньо після тексту, в якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці/сторінках, якщо таблиця надто велика для її вбудовування у структуру тексту.

На всі таблиці повинні бути посилання в тексті (наприклад, у табл. 2.3).

Таблиці нумерують арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться в додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою.

Кожна таблиця повинна мати назву, яку розміщують безпосередньо над таблицею і друкують з лівої сторони рядка, вирівнювання по центру. Слово «Таблиця» друкується малими літерами, крім першої великої. Назва таблиці друкується малими літерами, крім першої великої. Назва повинна бути короткою і відбивати зміст таблиці.

У випадку, коли розмір таблиці виходить за формат сторінки, таблицю поділяють на частини, які переносять на наступну сторінку/сторінки. При цьому в кожній частині таблиці вказується, що це її продовження (наприклад, «Продовження таблиці 4.1»).

За необхідності, всередині розділів і підрозділів можуть бути приведені перерахування. Перед перерахуванням ставлять двокрапку.

Для першої деталізації перерахування варто використовувати арабські цифри з дужкою. Наприкінці ставиться крапка з комою або двокрапка, якщо є подальша деталізація.



Перед кожною позицією подальшого перерахування другого рівня деталізації можна ставити малу літеру української або російської абетки з дужкою або, не нумеруючи, абзацний відступ без геометричних фігур. Наприкінці ставиться крапка з комою. Після останнього пункту перерахування ставиться крапка.

Перерахування нумерують з абзацного відступу.

Формули і рівняння набирають у редакторі MathType і розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються.

Невеликі нескладні формули та рівняння, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту. Довгі та громіздкі формули і рівняння розміщують на окремих рядках, вирівнюють по центру.



Для економії місця кілька коротких формул, що випливають одна з іншої і не розділені текстом, можна подати в одному рядку, а не одну під однією.

Формули і рівняння в роботах (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) варто нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, розділених крапкою, наприклад, формула (3.6) – шоста формула третього розділу.

Номер формули або рівняння вказують тільки в разі посилання на них і розміщують на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку (форматування за правим краєм). Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять у формулу або рівняння, наводять безпосередньо під формулою в тій послідовності, у якій вони подані у формулі або рівнянні. Перший рядок пояснення починають з нового рядка без абзацного відступу словом «де», без двокрапки. Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта варто подавати з нового рядка, пояснювальні символи повинні бути написані на однаковій відстані від краю аркуша, рівняючись по першому символу.

Що стосується переносу формул або рівнянь на наступний рядок, то перенос допускається тільки на знаках виконуваних операцій, причому знак операції на початку наступного рядка повторюють. При переносі формули або рівняння на знаку операції множення застосовують знак «х». Нумерацію формули при її перенесенні розміщують на рівні останнього рядка. Якщо в роботі тільки одна формула або рівняння та існує посилання на них, їх нумерують порядковою нумерацією в межах розділу.

Відстань від тексту до формули і від формули або/і розшифрування формули до тексту – один рядок (приблизно 10 мм).



У тексті допускається робити посилання на джерела в квадратних дужках із вказівкою порядкового номера джерела в переліку використаних джерел та номера сторінки, звідки взяті дані.

Також можна посилатися на розділи, підрозділи, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки, вказуючи при цьому їх номери.

Якщо посилання наводяться в тексті, можна писати:

«... у розділі 2 ...»;

«... відповідно до підрозділу 2.3 ...»;

«... на рис. 1.5 ...», або „... як це видно з рис. 3.1 ...”;

«... у табл. 3.2 ...»;

“... згідно з табл. 3.2 ...” або “... виходячи із табл. 3.2 ...”;

«... за формулою (3.5) ...»;

«... у рівняннях (1.9) – (1.12) ...»;

«... у додатку Б ...» або “... (додаток Б).”

Після останньої сторінки списку використаних джерел перед додатками необхідно розмістити чистий аркуш паперу, на якому в центрі великими літерами (розміром (кеглем) 32 пт) написати «ДОДАТКИ». У змісті роботи треба вказати номер першої сторінки додатків.

Кожен додаток починається з нової сторінки. При цьому він повинен мати заголовок, написаний угорі аркуша малими літерами з першою великою, симетрично щодо тексту сторінки. Посередині рядка без абзацного відступу посилання із заголовком маленькими літерами з першою великою буквою повинно бути написане слово “Додаток» і велика літера його нумерації.

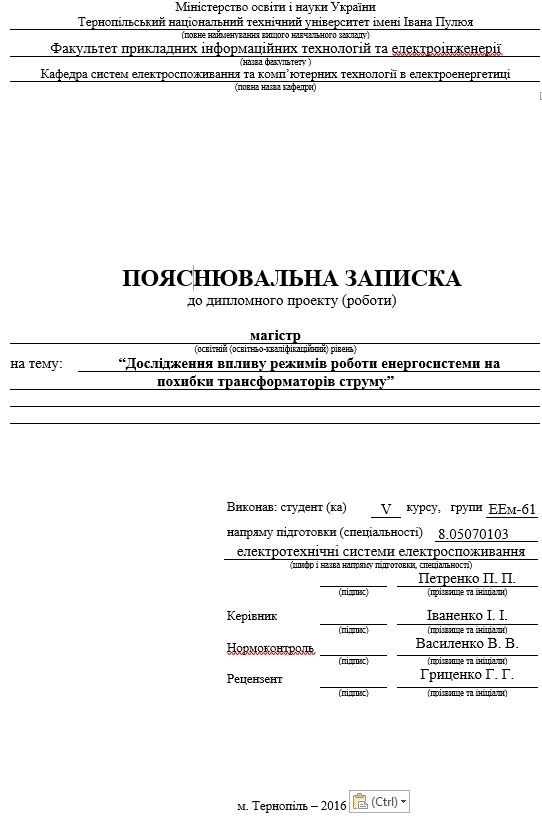
Додатки варто позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Ґ, Є, І, Ї, Й, О, Ч Ь, наприклад «Додаток А», «Додаток Б». Кожному додатку надається назва.

Ілюстрації, таблиці, формули і рівняння слід нумерувати в межах кожного додатку, наприклад, «Рисунок А.3 – Назва», «Таблиця Б.2 – Назва», Формула (Д.5).

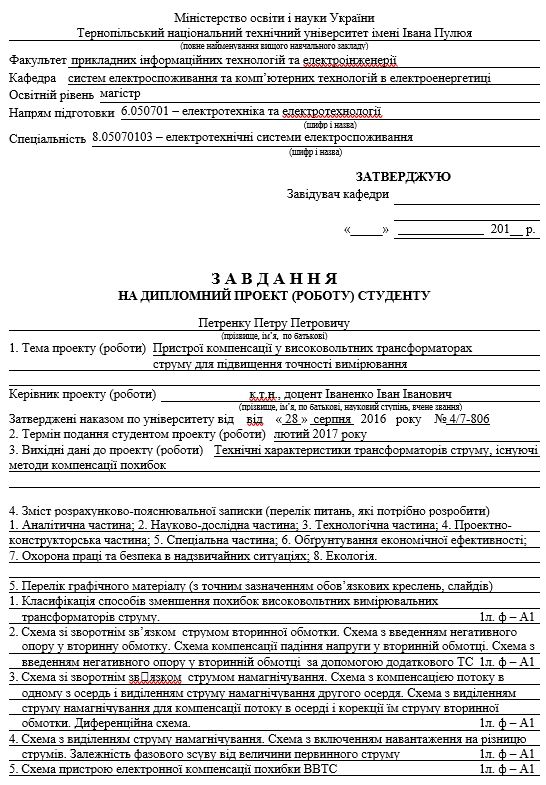
Якщо додаток має продовження, то продовження додатку пишуть з першої великої літери, вказуючи номер таблиці, рисунка або формули, наприклад, «Продовження таблиці А.4», «Продовження рисунка К.2».

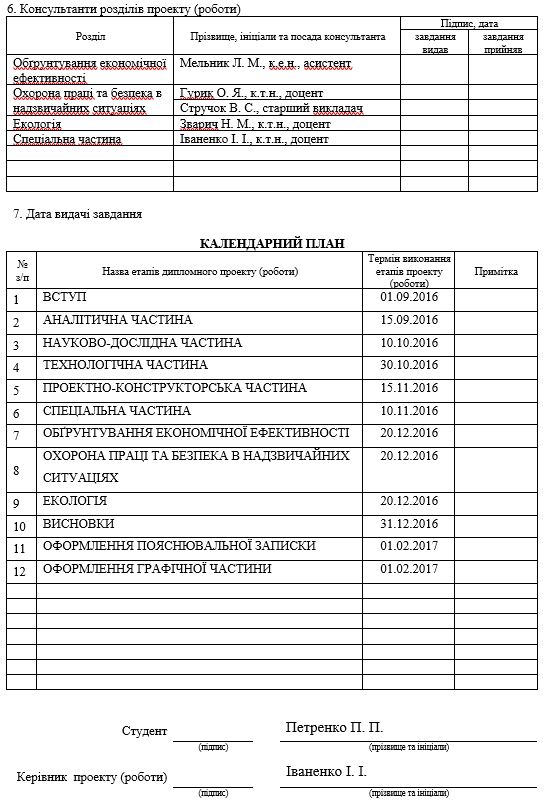
|  |  |
| --- | --- |
| **Взірець оформлення змісту**  ВСТУП ………………………………………………………………………….. | 6 |
| 1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ………………………………………………….. | 11 |
| 1.1 Вимірювальні трансформатори струму в метрологічному забезпеченні визначення параметрів режиму енергосистем ………………………………… | 11 |
| 1.2 Вплив навантаження у вторинному колі вимірювального ВВТС ……….. | 12 |
| 2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА ………………………………………… | 27 |
| 2.1 Класифікація способів зменшення похибок вимірювальних трансформаторів струму ………………………………………………………… | 27 |
| 2.1.1 Зміна конструктивних та технологічних параметрів …………………… | 27 |
| 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ………………………………………………… | 43 |
| 3.1 Метод електронної компенсації похибки ВВТС …………………………… | 43 |
| 3.2 Аналіз роботи пристрою електронної компенсації похибки ВВТС ……… | 44 |
| 4 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА …………………………… | 59 |
| 4.1 Дослідження похибок компенсованих трансформаторів струму ………… | 59 |
| 4.1.1 Дослідження впливу характеристик осердь ……………………………… | 59 |
| 4.1.2 Дослідження впливу опору навантаження ………………………………. | 61 |
| 4.2 Дослідження похибок вимірювальних трансформаторів струму з електронною компенсацією похибки ………………………………………….. | 63 |
| 5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА …………………………………………………… | 73 |
| 5.1 Розрахунок параметрів елементів пристрою електронної компенсації похибки ВВТС …………………………………………………………………… | 73 |
| 6 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ …………………... | 81 |
| 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ …… | 88 |
| 7.1 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом………………... | 88 |
| 7.2 Засоби і методи захисту від шуму та вібрації ……………………………… | 91 |
| 7.3 Мета, принципи та завдання цивільного захисту …………………………. | 95 |
| 8 ЕКОЛОГІЯ …………………………………………………………………….. | 97 |
| 8.1 Актуальність охорони навколишнього середовища ……………………… | 97 |
| 8.2 Вплив електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище .. | 98 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ ……………………….. | 101 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ …………………………………………………………. | 103 |

**Взірець титульного аркуша до дипломної роботи**



**Взірець завдання до дипломної роботи**



**Взірець оформлення анотації**

**АНОТАЦІЯ**

Дипломна робота. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці, група ЕЕм-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2016. Стор. - 105; рис. - 34; табл. - 12; креслень - 6; джерел - 28; додатків - 2 .

Метою роботи є аналіз та дослідження впливу факторів енергосистеми на похибки високовольтних вимірювальних трансформаторів струму для підвищення точності обліку електроенергії.

Об'єктом дослідження є високовольтні вимірювальні трансформатори струму.

Предметом дослідження є похибки високовольтних вимірювальних трансформаторів струму для підвищення точності обліку електроенергії.

Проведені аналітичні та експериментальні дослідження похибок трансформаторів струму дозволять оцінювати їх характеристики точності в реальних умовах експлуатації при різних впливових факторах, що дає можливість точнішого комерційного і технічного обліку електроенергії.

Представлено схеми пристроїв електронної компенсації похибок високовольтних вимірювальних трансформаторів стуму, обґрунтовані співвідношення параметрів пристроїв, при яких буде досягатись повна компенсація похибок, проведено дослідження алгоритмів розрахунку параметрів елементів пристроїв, описано залежності компенсованих похибок трансформаторів від зміни параметрів петель гістерезису. Проведено експериментальні дослідження.

Ключові слова: вимірювальний трансформатор струму, похибка, електронна компенсація.

**ANNOTATION**

### Graduate work. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. [Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering](http://tntu.edu.ua/?p=en/structure/faculties/fpd). Сhair of Systems of Power Consumption and Computer Technologies in Electric Power Industry, group ЕЕм-61. – Ternopil.: TNTU, 2016. Page – 105; Illustrations – 34; Tables – 12; Blueprints – 6; Sources – 28; Applications – 2.

Purpose of work is analyses and research of influencing factors of power system on error of high-voltage measuring current transformers to improve the accuracy of electricity metering.

The objects of research are high-voltage measuring current transformers.

The subjects of research are error of high-voltage measuring current transformers to improve the accuracy of electricity metering.

Conducted analytical and experimental researches of errors of measuring current transformers allow evaluating their characteristics accuracy in actual use at various of influential factors, that enables to more accurate commercial and technical metering.

Presented of scheme electronic compensation devices of error of high-voltage measuring current transformers, soundly the value of parameters device, at which will be achieved with full compensation error, conducted research algorithms of the calculation of parameters of components devices, described the depending compensated of errors transformer from change parameters of hysteresis loops. Performed experimental study.

Keywords: the measuring current transformer, error, the electronic compensation.

**ПРИКЛАДИ ОФОРМЛЕННЯ**

**бІблІографІЧного опису НАУКОВИХ РОБІТ**

*(згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання»)*

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика джерела | Приклад оформлення |
| Книги:  Один автор | 1. Василій Великий. Гомілії / Василій Великий ; [пер. з давньогрец. Л. Звонська]. — Львів : Свічадо, 2006. — 307 с. — (Джерела християнського Сходу. Золотий вік патристики ІV—V ст. ; № 14). 2. Коренівський Д. Г. Дестабілізуючий ефект параметричного білого шуму в неперервних та дискретних динамічних системах / Коренівський Д. Г.— К. : Ін-т математики, 2006. — 111 с. — (Математика та її застосування) (Праці / Ін-т математики НАН України ; т. 59). 3. Матюх Н. Д. Що дорожче срібла-золота / Наталія Дмитрівна Матюх. — К. : Асамблея діл. кіл : Ін-т соц. іміджмейкінгу, 2006. — 311 с***.*** — (Ювеліри України ; т. 1). 4. Шкляр В. Елементал : [роман] / Василь Шкляр. — Львів : Кальварія, 2005. — 196, [1] с***.*** — (Першотвір). |
| Два автори | 1. Матяш І. Б. Діяльність Надзвичайної дипломатичної місії УНР в Угорщині : історія, спогади, арх. док. / І. Матяш, Ю. Мушка. — К. : Києво-Могилян. акад., 2005. — 397, [1] с***.*** — (Бібліотека наукового щорічника "Україна дипломатична" ; вип. 1). 2. Ромовська З. В. Сімейне законодавство України / З. В. Ромовська, Ю. В. Черняк. — К. : Прецедент, 2006. — 93 с. — (Юридична бібліотека. Бібліотека адвоката) (Матеріали до складання кваліфікаційних іспитів для отримання Свідоцтва про право на заняття адвокатською діяльністю ; вип. 11). 3. Суберляк О. В. Технологія переробки полімерних та композиційних матеріалів : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Суберляк, П. І. Баштанник. — Львів : Растр-7, 2007. — 375 с. |
| Три автори | 1. Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование: как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. — Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. — XLIII, 265 с. |
| Чотири автори | 1. Методика нормування ресурсів для виробництва продукції рослинництва / [ Вітвіцький В. В., Кисляченко М. Ф., Лобастов І. В., Нечипорук А. А.]. — К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2006. — 106 с. — (Бібліотека спеціаліста АПК. Економічні нормативи). 2. Механізація переробної галузі агропромислового комплексу : [підруч. для учнів проф.-техн. навч. закл.] / О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач, М. М. Сердюк. — К. : Вища освіта, 2006. — 478, [1] с. — (ПТО: Професійно-технічна освіта). |
| П’ять і більше авторів | 1. Психология менеджмента / [ Власов П. К., Липницкий А. В., Лущихина И. М. и др.] ; под ред. Г. С. Никифорова. — [3-е изд.]. — Х. : Гуманитар. центр, 2007. — 510 с. 2. Формування здорового способу життя молоді : навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім’ї, дітей та молоді / [Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін.]. — К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. — 115 с. — (Серія "Формування здорового способу життя молоді" : у 14 кн., кн. 13). |
| Без автора | 1. Історія Свято-Михайлівського Золотоверхого монастиря / [авт. тексту В. Клос]. — К. : Грані-Т, 2007. — 119 с. ***—*** (Грані світу). 2. Воскресіння мертвих : українська барокова драма : антологія / [упорядкув., ст., пер. і прим. В. О. Шевчук]. — К. : Грамота, 2007. — 638, [1] с. 3. Тіло чи особистість? Жіноча тілесність у вибраній малій українській прозі та графіці кінця ХІХ — початку ХХ століття : [антологія / упоряд.: Л. Таран, О. Лагутенко]. — К. : Грані-Т, 2007. — 190, [1] с. 4. Проблеми типологічної та квантитативної лексикології : [зб.наук.праць / наук. ред. Каліущенко В. та ін.]. — Чернівці : Рута, 2007. — 310 с. |
| Багатотомний документ | 1. Історія Національної академії наук України, 1941—1945 / [упоряд. Л. М. Яременко та ін.]. — К. : Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, 2007— .— (Джерела з історії науки в Україні).   Ч. 2 : Додатки — 2007. — 573, [1] c.   1. Межгосударственные стандарты : каталог в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Рубцова Е. Ю. ; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ "Леонорм-Стандарт", 2005— .— (Серия "Нормативная база предприятия").   Т. 1. — 2005. — 277 с.   1. Дарова А. Т. Неисповедимы пути Господни... : (Дочь врага народа) : трилогия / А. Дарова. — Одесса : Астропринт, 2006— .— (Сочинения : в 8 кн. / А. Дарова ; кн. 4). 2. Кучерявенко Н. П. Курс налогового права : Особенная часть : в 6 т. / Н. П. Кучерявенко. — Х. Право, 2002— .—   Т. 4: Косвенные налоги. — 2007. — 534 с***.*** 3. Реабілітовані історією. Житомирська область : [у 7 т.]. — Житомир : Полісся, 2006— .— (Науково-документальна серія книг "Реабілітовані історією" : у 27 т. / голов. редкол.: Тронько П. Т. (голова) [та ін.]). Кн. 1 / [обл. редкол.: Синявська І. М. (голова) та ін.]. — 2006. — 721, [2] с***.*** 4. Бондаренко В. Г. Теорія ймовірностей і математична статистика. Ч.1 / В. Г. Бондаренко, І. Ю. Канівська, С. М. Парамонова. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 125 с. |
| Матеріали конференцій, з’їздів | 1. Економіка, менеджмент, освіта в системі реформування агропромислового комплексу : матеріали Всеукр. конф. молодих учених-аграрників ["Молодь України і аграрна реформа"], (Харків, 11—13 жовт. 2000 р.) / М-во аграр. політики, Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. — Х. : Харк. держ. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва, 2000. — 167 с. 2. Кібернетика в сучасних економічних процесах : зб. текстів виступів на республік. міжвуз. наук.-практ. конф. / Держкомстат України, Ін-т статистики, обліку та аудиту. — К. : ІСОА, 2002. — 147 с. 3. Матеріали ІХ з’їзду Асоціації українських банків, 30 червня 2000 р. інформ. бюл***.*** — К. : Асоц. укр. банків, 2000. — 117 с. — (Спецвип.: 10 років АУБ). 4. Оцінка й обгрунтування продовження ресурсу елементів конструкцій : праці конф., 6—9 черв. 2000 р., Київ. Т. 2 / відп. Ред. В. Т. Трощенко. — К. : НАН України, Ін-т пробл. міцності, 2000. — С. 559—956, ХІІІ, [2] с. — (Ресурс 2000). 5. Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій : зб. наук. праць / наук. ред. В. І. Моссаковський. — Дніпропетровськ : Навч. кн., 1999. — 215 с. 6. Ризикологія в економіці та підприємництві : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 27-28 берез. 2001 р. / М-во освіти і науки України, Держ податк. адмін. України [та ін.]***. —*** К. : КНЕУ : Акад. ДПС України, 2001. — 452 с. |
| Препринти | 1. Шиляев Б. А. Расчеты параметров радиационного повреждения материалов нейтронами источника ННЦ ХФТИ/ANL USA с подкритической сборкой, управляемой ускорителем электронов / Шиляев Б. А., Воеводин В. Н. — Х. ННЦ ХФТИ, 2006. — 19 с. — (Препринт / НАН Украины, Нац. науч. центр "Харьк. физ.-техн. ин-т" ; ХФТИ 2006-4). 2. Панасюк М. І. Про точність визначення активності твердих радіоактивних відходів гамма-методами / Панасюк М. І., Скорбун А. Д., Сплошной Б. М. — Чорнобиль : Ін-т пробл. безпеки АЕС НАН України, 2006. — 7, [1] с***.*** — (Препринт / НАН України, Ін-т пробл. безпеки АЕС ; 06-1)***.*** |
| Депоновані наукові праці | 1. Социологическое исследование малых групп населения / В. И. Иванов [и др.] ; М-во образования Рос. Федерации, Финансовая академия. – М., 2002. – 110 с. – Деп. в ВИНИТИ 13.06.02, № 145432. 2. Разумовский, В. А. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе / В. А. Разумовский, Д. А. Андреев. – М., 2002. – 210 с. – Деп. в ИНИОН Рос. акад. наук 15.02.02, № 139876. |
| Словники | 1. Географія : словник-довідник / [авт.-уклад. Ципін В. Л.]. — Х. : Халімон, 2006. — 175, [1] с. 2. Тимошенко З. І. Болонський процес в дії : словник-довідник основ. термінів і понять з орг. навч. процесу у вищ. навч. закл. / З. І. Тимошенко, О. І. Тимошенко. — К. : Європ. ун-т, 2007. — 57 с. 3. Українсько-німецький тематичний словник [уклад. Н. Яцко та ін.]. — К. : Карпенко, 2007. — 219 с. 4. Європейський Союз : словник-довідник / [ред.-упоряд. М. Марченко]. — 2-ге вид., оновл. — К. : К.І.С., 2006. — 138 с***.*** |
| Атласи | 1. Україна : екол.-геогр. атлас : присвяч. всесвіт. дню науки в ім’я миру та розвитку згідно з рішенням 31 сесії ген. конф. ЮНЕСКО / [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.] ; Рада по вивч. продукт. сил України НАН України [та ін.]. — / [наук. редкол.: С. С. Куруленко та ін.]. — К. : Варта, 2006. — 217, [1] с. 2. Анатомія пам’яті : атлас схем і рисунків провідних шляхів і структур нервової системи, що беруть участь у процесах пам’яті : посіб. для студ. та лікарів / О. Л. Дроздов, Л. А. Дзяк, В. О. Козлов, В. Д. Маковецький. — 2-ге вид., розшир. та доповн. — Дніпропетровськ : Пороги, 2005. — 218 с. 3. Куерда Х. Атлас ботаніки / Хосе Куерда ; [пер. з ісп. В. Й. Шовкун]. — Х. : Ранок, 2005. — 96 с***.*** |
| Законодавчі та нормативні документи | 1. Кримінально-процесуальний кодекс України : за станом на 1 груд. 2005 р. / Верховна Рада України. — Офіц. вид. — К. : Парлам. вид-во, 2006. — 207 с. — (Бібліотека офіційних видань). 2. Медична статистика статистика : зб. нормат. док. / упоряд. та голов. ред. В. М. Заболотько. — К. : МНІАЦ мед. статистики : Медінформ, 2006. — 459 с. — (Нормативні директивні правові документи). 3. Експлуатація, порядок і терміни перевірки запобіжних пристроїв посудин, апаратів і трубопроводів теплових електростанцій : СОУ-Н ЕЕ 39.501:2007. — Офіц. вид. — К. : ГРІФРЕ : М-во палива та енергетики України, 2007. — VІ, 74 с***.*** — (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Інструкція). |
| Стандарти | 1. Графічні символи, що їх використовують на устаткуванні. Покажчик та огляд (ISO 7000:2004, IDT) : ДСТУ ISO 7000:2004***.*** — [Чинний від 2006-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України 2006. — ІV, 231 с. — (Національний стандарт України). 2. Якість води. Словник термінів : ДСТУ ISO 6107-1:2004 — ДСТУ ISO 6107-9:2004. — [Чинний від 2005-04-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2006. — 181 с***.*** — (Національні стандарти України). 3. Вимоги щодо безпечності контрольно-вимірювального та лабораторного електричного устаткування. Частина 2-020. Додаткові вимоги до лабораторних центрифуг (EN 61010-2-020:1994, IDT) : ДСТУ EN 61010-2-020:2005***.*** — [Чинний від 2007-01-01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2007. — IV, 18 с. — (Національний стандарт України). |
| Каталоги | 1. Межгосударственные стандарты : каталог : в 6 т. / [сост. Ковалева И. В., Павлюкова В. А. ; ред. Иванов В. Л.]. — Львов : НТЦ "Леонорм-стандарт, 2006— . — (Серия "Нормативная база предприятия"). Т. 5. — 2007. — 264 с.   Т. 6. — 2007. — 277 с***.***   1. Пам’ятки історії та мистецтва Львівської області : каталог-довідник / [авт.-упоряд. М. Зобків та ін.]. — Львів : Новий час, 2003. — 160 с***.*** 2. Університетська книга : осінь, 2003 : [каталог]. — [Суми : Унів. кн., 2003]. — 11 с. 3. Горницкая И. П. Каталог растений для работ по фитодизайну / Горницкая И. П., Ткачук Л. П. — Донецк : Лебедь, 2005. — 228 с. |
| Бібліографічні показчики | 1. Куц О. С. Бібліографічний покажчик та анотації кандидатських дисертацій, захищених у спеціалізованій вченій раді Львівського державного університету фізичної культури у 2006 році / О. Куц, О. Вацеба. — Львів : Укр. технології, 2007. — 74 с***.*** 2. Систематизований покажчик матеріалів з кримінального права, опублікованих у Віснику Конституційного Суду України за 1997—2005 роки / [уклад. Кирись Б. О., Потлань О. С.]. — Львів : Львів. держ. ун-т внутр. справ, 2006. — 11 с. — (Серія: Бібліографічні довідники ; вип. 2). |
| Дисертації | 1. Петров П.П. Активність молодих зірок сонячної маси: дис. ... доктора фіз.-мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с. |
| Автореферати дисертацій | 1. Новосад І.Я. Технологічне забезпечення виготовлення секцій робочих органів гнучких гвинтових конвеєрів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.02.08 „Технологія машинобудування” / І. Я. Новосад***.*** — Тернопіль, 2007. — 20, [1] с. 2. Нгуен Ші Данг. Моделювання і прогнозування макроекономічних показників в системі підтримки прийняття рішень управління державними фінансами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 „Автоматиз. системи упр. та прогрес. інформ. технології” / Нгуен Ші Данг. — К., 2007. — 20 с. |
| Авторські свідоцтва | 1. А. с. 1007970 СССР, МКИ3 В 25 J 15/00. Устройство для захвата неориентированных деталей типа валов / В. С. Ваулин, В. Г. Кемайкин (СССР). – № 3360585/25–08 ; заявл. 23.11.81 ; опубл. 30.03.83, Бюл. № 12. |
| Патенти | 1. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 H 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В.И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). |
| Частина книги, періодичного, продовжуваного видання | 1. Козіна Ж. Л. Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор / Ж. Л. Козіна // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 6. — С. 15—18, 35—38. 2. Гранчак Т. Інформаційно-аналітичні структури бібліотек в умовах демократичних перетворень / Тетяна Гранчак, Валерій Горовий // Бібліотечний вісник. — 2006. — № 6. — С. 14—17. 3. Валькман Ю. Р. Моделирование НЕ-факторов — основа интеллектуализации компьютерных технологий / Ю. Р. Валькман, В. С. Быков, А. Ю. Рыхальский // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2007. — № 1. — С. 39—61***.*** 4. Ма Шуін Проблеми психологічної підготовки в системі фізкультурної освіти / Ма Шуін // Теорія та методика фізичного виховання. — 2007. — № 5. — С. 12—14. 5. Регіональні особливості смертності населення України / Л. А. Чепелевська, Р. О. Моісеєнко, Г. І. Баторшина [та ін.] // Вісник соціальної гігієни та організації охорони здоров'я України. — 2007. — № 1. — С. 25—29***.*** 6. Валова І. Нові принципи угоди Базель ІІ / І. Валова ; пер. з англ. Н. М. Середи // Банки та банківські системи. — 2007. — Т. 2, № 2. — С. 13—20***.*** 7. Зеров М. Поетична діяльність Куліша // Українське письменство ХІХ ст. Від Куліша до Винниченка : (нариси з новітнього укр., письменства) : статті / Микола Зеров. — Дрогобич, 2007. — С. 245—291. 8. Третьяк В. В. Возможности использования баз знаний для проектирования технологии взрывной штамповки / В. В. Третьяк, С. А. Стадник, Н. В. Калайтан // Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности : междунар. науч.-техн. конф., 3-5 окт. 2007 г. : тезисы докл. — Х., 2007. — С. 33. 9. Чорний Д. Міське самоврядування: тягарі проблем, принади цивілізації / Д. М. Чорний // По лівий бік Дніпра: проблеми модернізації міст України : (кінець XIX—початок XX ст. / Д. М. Чорний. — Х., 2007. — Розд. 3. — С. 137—202. |
| Електронні ресурси | 1. Богомольний Б. Р. Медицина екстремальних ситуацій [Електронний ресурс] ] : навч. посіб. для студ. мед. вузів III—IV рівнів акредитації / Б. Р. Богомольний, В. В. Кононенко, П. М. Чуєв. — 80 Min / 700 MB. — Одеса : Одес. мед. ун-т, 2003. — (Бібліотека студента-медика) — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. — Систем. вимоги: Pentium ; 32 Mb RAM ; Windows 95, 98, 2000, XP ; MS Word 97-2000.— Назва з контейнера. 2. Розподіл населення найбільш численних національностей за статтю та віком, шлюбним станом, мовними ознаками та рівнем освіти [Електронний ресурс] : за даними Всеукр. перепису населення 2001 р. / Держ. ком. статистики України ; ред. О. Г. Осауленко. — К. : CD-вид-во "Інфодиск", 2004. — 1 електрон. опт. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. — (Всеукр. перепис населення, 2001). — Систем. вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. — Назва з титул. екрану. 3. Бібліотека і доступність інформації у сучасному світі: електронні ресурси в науці, культурі та освіті : (підсумки 10-ї Міжнар. конф. „Крим-2003”) [Електронний ресурс] / Л. Й. Костенко, А. О. Чекмарьов, А. Г. Бровкін, І. А. Павлуша // Бібліотечний вісник — 2003. — № 4. — С. 43. — Режим доступу до журн. :   <http://www.nbuv.gov.ua/articles/2003/03klinko.htm>. |

**ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. Державний стандарт України. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення. – Держстандарт України, 1995.
2. Правила улаштування електроустановок [Текст]. - 3-тє вид., перероб. і доп. - Х. : Форт, 2010. - 732 с.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258 ] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
4. ДНАОП 0.00-2.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
5. Сірий О. М. Системи електроспоживання - розрахунки, вибір обладнання / Сірий О. М. – К. : НУХТ, 2011 – 319 с.
6. Неклепаев Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций : [Учеб. для электроэнерг. спец. вузов] / Б. Н. Неклепаев. - 2-е изд., перераб. и доп. –– М. : Энергоатомиздат, 1986. –– 640 с.
7. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник / Андреев В. А.. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 495 с.
8. ДБН В.2.5-28- 2006 Природне та штучне освітлення / Мінбуд України – К. : Мінбуд України, 2006.– 25 с.
9. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахункі. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. Бурбело М. Й. – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005р. – 148 с.
10. Методичні вказівки до розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей [Текст] : методичні вказівки / Уклад. О.В.Кобилянський, О.П.Терещенко. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 44 с.
11. Основи електротехніки та електропостачання. Денисюк С.П., Радиш І.П., Кабацій В.М., Дерев’янко Д.Г.: Навч. пос. – К.: Кондор-Видавництво, 2012. – 216 с.
12. Розрахунок та регулювання параметрів усталених режимів електричних мереж [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / А. А. Маліновський, В. С. Сидоров ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л. : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2003. — 283 с.: рис., табл. — Бібліогр.: с. 274-278. — ISBN 966-553-367-3
13. Спеціальні розрахунки курсових і дипломних проектів з електроенергетичних спеціальностей [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / А. А. Маліновський, В. С. Сидоров ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л. : Видавництво Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2007. — 236 с.: рис. — Бібліогр.: с. 233-235. — ISBN 966-553-417-3
14. Основи електроенергетики та електропостачання [Текст] : підручник для студ. ВНЗ / А. А. Маліновський, Б. К. Хохулін ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л. : Видавництво Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2007. — 379 c.: рис., табл. — Бібліогр.: с. 368-374. — ISBN 978-966-553-636-9
15. Теорія та практика електробезпеки [Текст] : навч. посібник для студ. базового напряму «Електротехніка» / А. А. Маліновський [и др.] ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л. : Видавництво Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2005. — 244 с.: рис. — ISBN 966-553-449-1
16. Основи електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. вищ. навч. закладів, які навчаються за напрямом «Електротехніка» / А. А. Маліновський, Б. К. Хохулін ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — Л. : Видавництво Національного ун-ту «Львівська політехніка», 2005. — 324 с. — Бібліогр.: с. 317-323. — ISBN 966-553-498-X
17. Основи електроенергетики та електропостачання [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / А. А. Маліновський, Б. К. Хохулін ; Національний ун-т «Львівська політехніка». — 2-ге вид., перероб. і доп. — Л. : НУ «Львівська політехніка», 2009. — 436 с.: рис. — Бібліогр.: с. 422-428. — ISBN 978-966-553-833-2
18. Методичні рекомендації по проектуванню систем гарантованого електропостачання. В. Г. Кузнецов, С. Д. Федоров, С. В. Облакевич, Е. П. Островський. - К.: ТОВ Видавництво Аратта, 2005. - 76 с.
19. Бурбело М. Й. Розрахунки в системах електропостачання : Навч. посіб. / М. Й. Бурбело; Вінниц. держ. техн. ун-т. - Вінниця, 2002. - 76 c.
20. Півняк Г. Г. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання : Навч. посіб. / Г. Г. Півняк, Г. А. Кігель, Н. С. Волотковська; ред.: Г. Г. Півняк; Нац. гірн. ун-т. - 2-е вид., переробл. і доповн. - Д., 2002. - 220 c.