

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю
141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,
спеціалізацією «Електричні системи і мережі»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2020

Наукові дослідження за темою магістерської дисертації: Практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Електричні системи і мережі»/ КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.В. Кирик. – Електронні текстові дані (1 файл: 0,379 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 59 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 7 від 27.02.2020 р.)
за поданням Вченої ради факультету електроенерготехніки та автоматики
(протокол № 7 від 24.02.2020 р.)*

Електронне мережне навчальне видання

ПРАКТИКУМ

Укладачі: *Кирик Валерій Валентинович, д-р техн. наук, проф.*

Відповідальний
редактор *Чижевський В.В., канд. техн. наук, доц.*

Рецензенти: *Островерхов М. Я., д-р техн. наук, проф.*
Бардик Є. І., канд. техн. наук, доц.

У посібнику висвітленні методико-практичні і організаційні засади науково-дослідної діяльності, що сприятиме орієнтації студентів в складному процесі наукового дослідження та подачі магістерської дисертації. Контент навчального посібника вміщує розгляд важливих питань: вибір напрямку та послідовність наукових досліджень; планування експерименту і аналіз його результатів; дослідницькі принципи науки; наукове мислення в організації та проведенні наукових досліджень; основи теоретичних та експериментальних досліджень; технологія наукової діяльності; звітність та етика наукових досліджень.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	4
Розділ 1 «ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ДО ПРОВЕДЕННЯ ТА ВИСВІТЛЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ»	5
Практичне заняття 1. Організація експерименту та ведення робочого журналу	5
Розділ 2 «СТРУКТУРНА СХЕМА РОБОТИ»	8
Практичне заняття 2. Формування тексту роботи та висвітлення результатів.....	8
Практичне заняття 3. Вступна частина роботи.....	10
Практичне заняття 4. Об'єкт, предмет, методи та результати дослідження.....	13
Практичне заняття 5. Висновок та цитована література.....	15
Практичне заняття 6. Стиль написання роботи.....	18
Розділ 3 «ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕКСТУ РОБОТИ»	21
Практичне заняття 7. Заголовки, формули та таблиці роботи.....	21
Практичне заняття 8. Графічне представлення результатів.....	24
Практичне заняття 9. Підготовка та оформлення магістерської дисертації.....	26
ЛІТЕРАТУРА	30
ДОДАТОК А. ВИТЯГ З ДСТУ 3008-2015 «ДОКУМЕНТАЦІЯ. ЗВІТИ У СФЕРІ НАУКИ І ТЕХНІКИ. СТРУКТУРА І ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ»	31
ДОДАТОК Б. ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РОЗДІЛУ «ВСТУП»	38
ДОДАТОК В. ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ	49

ВСТУП

Програму навчальної дисципліни «Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації» складено відповідно до освітнього ступеня підготовки *магістр* спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” освітньо–професійної програми “Електричні системи і мережі”. Навчальна дисципліна належить до циклу *за вибором* студента.

Для спеціалістів різних напрямів підготовки важливими є завдання, які вимагають, окрім фахової кваліфікації, знання методів опрацювання результатів спостережень, планування експериментів, математичних методів моделювання та оптимізації процесів дослідження. Сучасний етап науково-технічного розвитку суспільства висуває нові, набагато вищі вимоги до творчого потенціалу фахівців, що передбачає володіння новими науковими методами, вміння орієнтуватися в потоці наукової інформації, знаходити найраціональніші конструкторські, технологічні й організаційні рішення. Сучасний фахівець повинен мати не лише глибоку професійну підготовку, а й певний обсяг знань у галузі наукових досліджень, що передбачає засвоєння методологічних засад наукової праці, уміння збирати і опрацьовувати інформацію, розробляти програми наукових досліджень, аналізувати одержані результати та оформляти їх у вигляді наукового звіту.

Поряд з практичними вміннями здійснювати наукове дослідження, необхідною умовою ефективної та успішної наукової діяльності є готовність особистості до науково-дослідної роботи, її пошукова активність, продуктивна дослідницька поведінка, стійке прагнення до творчого наукового пошуку та комплекс індивідуально-психологічних і характерологічних особливостей, що забезпечить високу ефективність її професійного функціонування.

Мета видання полягає у висвітленні методико-практичних і організаційних засад науково-дослідної діяльності, що сприятиме орієнтації в складному процесі наукового дослідження. Контент навчального посібника вміщує розгляд важливих питань: вибір напрямку та послідовність наукових досліджень; дослідницькі принципи науки; методи наукового пізнання; місце та роль системного підходу в науковому пізнанні; наукове мислення в організації та проведенні наукових досліджень; основи теоретичних та експериментальних досліджень; планування експерименту й аналіз його результатів; технологія наукової діяльності; звітність наукових досліджень; етика наукових досліджень.

Розділ 1 «ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ДО ПРОВЕДЕННЯ ТА ВИСВІТЛЕННЯ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ»

Практичне заняття 1

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ВЕДЕННЯ РОБОЧОГО ЖУРНАЛУ

Для проведення експерименту необхідно виконати його планування – тобто визначити граничні умови проведення дослідів, необхідних для досягнення поставленої мети експерименту. Експеримент може бути спланований за класичним методом, в разі коли досліджується вплив на об'єкт (систему) кожного параметра окремо, або за математичним методом, за дослідження впливу одночасно всіх параметрів, шляхом зміни їх за певним алгоритмом.

На практиці при плануванні досліджень математичний метод використовується частіше, так як має суттєві переваги: зменшується кількість дослідів за наявності великого числа змінних параметрів, а формалізація процесу здійснюється у вигляді рівняння зі всіма змінними параметрами.

Під час планування експерименту необхідно намітити послідовність дій для встановлення зв'язку між значенням вихідної функції відгуку і значеннями змінних вхідних параметрів, тобто отримання передатної функції системи з графічною її інтерпретацією, а також визначити методи вирішення оптимізаційної задачі.

Суттєву допомогу в організації експерименту надає хороший робочий журнал. Коли ви закінчили експеримент, занотуйте його результати та намагайтесь сформулювати словами ваш висновок там, де записано отриманий результат.

Нотатки по експерименту необхідно робити у вигляді таблиць, графіків, які можна вклеїти в журнал. Тобто необхідно заносити короткий підсумок результатів експериментів в журнал і групувати їх за темами. Деякі

експерименти можуть дати результати для кількох висновків. Система ведення журналу не тільки корисна при написанні дисертацій та статей, а і дає можливість швидко формулювати висновки та змусить вас критично обмірковувати кожен результат в найбільш оптимальний для цього час. Зафіксовані результати та їх опрацювання можуть наштовхнути на повторення певних контрольних дослідів чи розрахунків.

Для підвищення ефективності висновків на кафедрі, в лабораторії чи в організації може створюватись група та проводитись науковий семінар, на якому дослідники розповідають колегам про свою роботу. Розповідь змушує обмірковувати аргументи, а критика слухачів може запобігти публікації хибних результатів. При необхідності можна самостійно запросити колег в свою робочу кімнату для прослуховування вашої доповіді та дискусії за нею. Для цього підготуйте та продемонструйте діаграми, графіки, фотографії і таке інше. Якщо немає проектора, намалюйте діаграми і таблиці на паперових листах формату A1. Доповідь викладайте повільно. Ніщо так глибоко не розкриває ідеї, як пояснення їх іншим.

Що стосується дій, які передують написанню тексту дисертації чи статті, то візьміть декілька аркушів паперу або блокнот і чітко на окремому листі введіть назви: «Назва роботи», «Резюме», «Вступ», «Матеріали і методи», «Результати», «Висновки», «Обговорення». Відповідно, на кожному листі записуйте ваші ідеї, які стосуються роботи. Кожен раз, як прийде ідея, запишіть її в будь-якому порядку. Якщо можете, використовуйте кольорові фломастери.

Носіть всюди з собою блокнот. Записуйте ідеї, коли вони з'являються. Переносьте нотатки в «електронні накопичувачі».

Можливий і такий варіант подій, коли перед початком формування статті конструюють її скелет та контурну схему. Скелет роботи допоможе уникнути повторення і краще подати ідею роботи.

Завдання:

- 1. Сформууйте відповідно до теми дисертаційної роботи: «Назву роботи», «Резюме», «Вступ», «Матеріали і методи дослідження»;*
- 2. Складіть план проведення досліджень за темою дисертаційної роботи з вказанням термінів виконання.*

Розділ 2 «СТРУКТУРНА СХЕМА РОБОТИ»

Практичне заняття 2

ФОРМУВАННЯ ТЕКСТУ РОБОТИ ТА ВИСВІТЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Написання статті так само важливе, як експерименти. Цей процес займає досить тривалий час. Доречно повторити пораду: «Відкладіть в сторону вашу статтю на кілька тижнів, потім прочитайте її. Ви будете здивовані ... ». Ви можете навіть виявити положення, які самі не зрозумієте. Статтю необхідно починати писати як можна раніше. Необхідно приступати до написання, коли виявите, що прогалини в знаннях по темі заповнені, але в той же час не виключена можливість для експерименту.

Результати досліджень та висновки краще викладати одночасно в оповідній формі. Також попередньо необхідно уточнити редакційні правила журналу, в якому ви плануєте опублікувати статтю. Редагуйте статтю відповідно до установлених в ньому правил, в іншому випадку стаття просто не буде прийнята до розгляду.

Стандартної композиції для наукової статті не існує, але потрібно дотримуватись традиційної форми структури статті.

З ЧОГО ПОЧИНАТИ?

Навіть маючи матеріал, ви можете відкладати написання. Може виявитись, що вам важко почати. Не обов'язково починати з введення. Почніть з найлегшої частини. Це можуть бути методи, алгоритми виконання досліджень. Візьміть робочий журнал і викреслюйте замітки в них по мірі використання. Потім створіть таблицю з результатами досліджень, опишіть результати. Поступово просувайтесь далі.

Напишіть перший варіант «своїми власними словами», як ніби розповідаєте про свою роботу колегам. Не турбуйтеся на цій стадії про

граматику і стилі. Важливо не загубити ідеї та рухатись вперед. Стель можна відшліфувати пізніше.

Основні елементи структурної схеми:

- назва;
- резюме;
- ключові слова;
- постановка проблеми;
- висвітлення актуальності;
- мета та задачі, наукова новизна;
- основний зміст (методологія, достовірність результатів, практична та економічна значущість);
- висновки;
- бібліографія.

НАЗВА ТА КЛЮЧОВІ СЛОВА

Науковці та спеціалісти, як правило, спочатку проглядають тільки назву в змісті часопису і, при необхідності, резюме роботи. Тому ці розділи надзвичайно важливі. Їх необхідно складати раніше, а пізніше по завершенню роботи, перевірити та уточнити. Чим раніше ви їх сформуєте, тим більше часу на обмірковування у вас буде, тим більше ймовірності того, що назва більш адекватно буде відображати зміст.

У робочому журналі («накопичувачі інформації») необхідно скласти список ключових слів для заголовка. Якщо зможете, зробіть перше слово назви ключовим. Назва роботи повинна бути короткою та сформована безконтекстною лексикою. Список ключових слів можна вибрати з робочого журналу. Необхідно використовувати стандартизовану термінологію, уникати маловідомих термінів і символів.

РЕЗЮМЕ РОБОТИ

Резюме роботи формують з основних моментів дослідження. По перше, слід коротко викласти, що ви зробили. Потім висвітлюють головні

результати. Не використовуйте список цифр, які важко будуть сприйматись. Якщо зможете, використовуйте слова, супроводжуючи їх небагатьма ключовими цифрами. Не включайте та не посилайтесь на таблиці, рисунки. Поставте висновок в останній параграф. Якщо не плануєте робити висновок, можете написати: «Обговорюється дія А на В». Пам'ятайте, що, якщо резюме довге, проте сконструйоване, як зазначено вище, читач зможе поглянути тільки на перший і останній параграфи. Добре написане резюме може бути включено іншими в реферати, довге резюме буде скорочено, можливо, з втратою того, що ви вважали найбільш істотним.

Пишеться, як правило, резюме в минулому часі.

Завдання:

- 1. Сформууйте відповідно до теми дисертаційної роботи: перелік статей для висвітлення результатів дослідження;*
- 2. Складіть план статей та намітьте основні тези, ідеї та важливі моменти дослідження.*

Практичне заняття 3

ВСТУПНА ЧАСТИНА РОБОТИ

Вступ до роботи повинен ставити проблему, вказувати на опубліковані матеріали по тематиці і, можливо, задавати питання. Проблема повинна бути висвітлена ясно і бути зрозумілою та ґрунтуватись на проведеному літературному та патентному пошуках. Необхідно показати, що проблема є нагайною для вирішення в теперішньому часі, тобто показати актуальність і економічну ефективність від її вирішення.

Актуальність теми та доцільність даного дослідження для розвитку галузі науки обґрунтовують шляхом критичного аналізу та порівняння з вже відомими розв'язаннями проблеми. Висвітлення актуальності

повинно бути небагатослівним, визначати сутність наукової проблеми (завдання).

Мета роботи повинна узгоджуватись з назвою дослідження і містити не лише очікувані її результати, а й обов'язково вказувати, на яких наукових передумовах вона базується, чим і як досягається (із залученням яких наукових гіпотез, ідей, явищ, законів і т.ін.).

Очевидно, що у зв'язку з цим не можна вважати достатніми такі формулювання мети наукового дослідження, як: "обґрунтування і розробка наукових основ, принципів створення нових схем, технологій, матеріалів...", "розробка нових технологічних принципів, обладнання, засобів управління, контролю..." або "розробка методів і засобів підвищення ефективності за рахунок вдосконалення..." і т. ін., без конкретизації наукових передумов, на яких базується досягнення мети.

Формулюється як мета роботи, так і задачі, які необхідно вирішити для досягнення поставленої мети. Не слід формулювати мету як "Дослідження...", "Вивчення...", тому що ці слова вказують на засіб досягнення мети, а не на саму мету. Мета повинна бути сформульована таким чином, щоб указувати на *об'єкт і предмет* дослідження.

Мета роботи не повинна бути глобальною, такою, що претендує стати темою окремих досліджень. Головне тут - чіткість визначення задач, конкретизація шляхів, методів і засобів їх вирішення, побудова логічної моделі процесу (явища), що вивчається, висування гіпотез, які необхідно перевірити, бачення автором перспективи практичної реалізації результатів роботи.

Наукова новизна не повинна зводитись до простого переліку встановлених наукових фактів, ідей, закономірностей. Вона має розкривати головну наукову концепцію автора, давати наукове пояснення його досягнень у новому якісному й кількісному аспектах (розвиток відомих ідей, відкриття нових законів, явищ, закономірностей, наукове обґрунтування

нових методів розрахунку, вимірювань, технічних рішень і т.д.).

До наукової новизни не варто долучати: передбачувані закономірності, емпіричні коефіцієнти, математичні моделі, що подаються без відповідного наукового та якісного аналізу, підтвердження їх практичною перевіркою, складні рівняння, що попри свою складність свідчать саме про недостатню вивченість явищ (процесів), математичну еквілібристику над відомими рівняннями, "математизацію" табличної або графічної інформації шляхом наведення рівнянь регресії, що є фактично лише іншою формою висвітлення залежності між величинами тощо.

Очевидно, що не можна визнати науковою новизною і такі загальні формулювання, як: "проведено комплексне дослідження...", "виявлено характер процесу...", "проведена оцінка, класифікація...", "розроблена математична модель..." та ін., без розкриття власне наукової новизни. Не можна вважати достатньо аргументованими і такі словосполучення: "теоретично обгрунтовані і експериментально підтверджені ті або інші закономірності, що забезпечують повий якісний ефект..." та інше, без відповідного пояснення даного ефекту з наукових позицій відомих або раніше не встановлених фактів.

До наукової новизни не потрібно відносити авторські свідоцтва, патенти, які переважно містять інженерно-технічну або технологічну новизну.

По відношенню до магістерської роботи, обов'язково повинна бути присутня (бажано у формі окремого розділу) методика досліджень, яка фактично є їх стрижнем і демонструє не лише рівень досліджень, але й уміння здобувача кваліфіковано проводити теоретичні пошуки та експерименти, аналізувати їх результати. Тут повинні бути присутні пошук і обгрунтування вибору об'єктів дослідження, визначення факторів і діапазонів їх зміни, доведення достовірності результатів. Методика досліджень має базуватись на математичній теорії планування і оптимізації експерименту, обробки його результатів з переконливим доказом достовірності результатів досліджень.

Якщо ви видозмінили мету після початку експериментів, дайте коротке пояснення. В останньому реченні добре дати висновок, але тільки коротко.

Завдання:

- 1. Сформууйте відповідно до теми дисертаційної роботи: Актуальність теми та доцільність даного дослідження, мету роботи;*
- 2. Розкрийте головну наукову концепцію роботи – опишіть наукову новизну.*

Практичне заняття 4

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ, МЕТОДИ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкт дослідження – це процес або явище, що породжує проблемну ситуацію, та визначене для дослідження.

Предмет дослідження міститься в межах об'єкта.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне і часткове. В об'єкті виділяється та його частина, яка є предметом дослідження. Саме на нього спрямована основна увага дослідника, оскільки предмет дослідження визначає тему (назву) роботи.

Метод – це сукупність прийомів або операцій практичного чи теоретичного освоєння дійсності, що підпорядковані рішення конкретної задачі.

Тобто, метод представляє собою прийом або систему прийомів, що застосовуються у ваших дослідженнях. Перераховують використані наукові методи та змістовно визначають, що саме досліджувалось кожним методом. Вибір методів дослідження повинен забезпечити достовірність отриманих результатів і висновків.

Необхідно описати те, що ви робили в порядку послідовності операцій. Ви повинні так описати використані методи, щоб інші могли повторити експерименти. Хоча висвітлення повинно бути коротким, але не втрачайте істотних деталей, будьте точним. Якщо використовували порівняння ваших результатів з іншими, не повинно бути сумнівів походження даних для порівняння. Читач не повинен гадати, що ви опустили для кожного порівняння.

РЕЗУЛЬТАТИ

Основний зміст роботи повинен відображати:

- виклад загальної методики та основних методів досліджень;
- експериментальну частину і методику досліджень;
- відомості про проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження;
- аналіз і узагальнення результатів досліджень.

Повторні досліди або спостереження зазвичай не наводяться. Подаються середні значення і вказуються їх розбіжності. Не потрібен діапазон одержаних значень: якщо зроблено достатню кількість повторів, щоб діапазон результатів був цінним, їх вистачить для розрахунку стандартного відхилення, стандартної помилки середнього значення або коефіцієнта варіації. Необхідно дати варіації або іншу статистичну обробку з усього експерименту.

Таблиці і рисунки повинні бути зрозумілі і без тексту. Справедливо і зворотне - текст повинен бути зрозумілим без таблиці.

Інтерпретація результатів є вагомою частиною роботи. Обговорення не повинно бути таким довгим, щоб відштовхнути потенційного читача, проте воно повинно містити логічний доказ. Не повторюйте опис чужих результатів, якщо це вже є в публікаціях - відішліть до них, використовуючи посилання. Необхідно уникати підсумовування результатів в обговореннях. Акцентуйте на них увагу та відішліть читача до таблиці або навіть резюме, вказавши номер параграфа. Розташуйте їх за значенням і поясніть, що нові

результати додають до існуючих знань. Якщо у вступі сформульована проблема як питання, обговорення полегшується в тому випадку, коли можете дати відповідь.

Думайте критично. Не тільки про роботи інших, але і про вашу власну. Наприклад, запитайте себе: «Чи можна спростувати мою схему (гіпотезу, ...)? Чи можна пояснити мої результати по-іншому? ».

Надаються відомості про використання результатів досліджень або рекомендації щодо їх використання. Відзначаючи практичну цінність одержаних результатів, необхідно подати інформацію про ступінь їх готовності до використання або масштабів використання.

Відомості про впровадження результатів досліджень необхідно подавати із зазначенням найменувань організацій, в яких здійснено впровадження, форм реалізації та реквізитів відповідних документів.

Завдання:

1. *Сформууйте відповідно до теми дисертаційної роботи: об'єкт і предмет дослідження;*
2. *Розкрийте тезисно ключові моменти дослідження – резюме.*

Практичне заняття 5

ВИСНОВОК ТА ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Висновок вимагає ретельних та виважених формулювань. Вони можуть з'явитися, цілком законно, тричі: в резюме, у вступі і в обговоренні. Але необхідно уникати повторень формулювань – при необхідності перефразувати речення. Якщо читач не зрозуміє відразу фразу, то інша інтерпретація допоможе йому.

Висновки повинні бути конкретними, і представляти квінтесенцію всієї роботи, а не відтворювати собою анотований перелік результатів без кількісної

та якісної їх оцінки. Тобто, висновки повинні розкривати рівень і ступінь розкриття головної наукової ідеї роботи, а не виражати авторську інтерпретацію науково-технічної новизни та ефективності результатів, міркувань автора щодо їх корисності, використання в науці й техніці.

Висновки – це стисла інформація про підсумки виконаної роботи. Сформульоване наукове завдання або проблема вельми тісно пов'язується з назвою роботи, метою роботи та основними науковими положеннями, що висвітлюються або захищаються в роботі. Це ніби наукова “формула”, згусток отриманої наукової новизни.

Зазвичай формулювання починається так: “У роботі (дисертації) наведено теоретичне узагальнення і нове вирішення наукової (науково-технічної) проблеми, що виявляються в...”. Далі треба вказати, якою саме є наукова проблема, як вона вирішена і для чого в кінцевому розумінні (прикладному плані) вона призначена.

Після формулювання вирішеної наукової проблеми у висновках викладають головні наукові та практичні результати роботи. Вони тісно пов'язані з науковими і прикладними положеннями, викладеними в загальній характеристиці роботи. Кожен науковий і прикладний висновок роботи треба формулювати чітко і конкретно (однозначно), тому що формулювання віддзеркалює суть і новизну зробленого. Але тут не можна спрощувати представлення інформації до рівня анотації. Наукові висновки подають звичайно ширше, ніж формулювання наукових положень, які захищають. Прикладні (практичні) висновки повинні містити принцип або основу використання того чи іншого результату.

У висновках викладають найважливіші наукові та практичні результати, одержані в дисертації, які повинні містити формулювання розв'язаної наукової проблеми, її значення для науки і практики з розкриттям методів вирішення та формулюванням рекомендацій щодо наукового та практичного використання здобутих результатів, їх порівнянням з відомими рішеннями.

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

При формуванні цитованих джерел необхідно остаточно перевірити надрукований список за оригінальними статтями. Необхідно, щоб написання в тексті і списку використаних джерел збігались.

На теперішній час не вважається коректним стилем цитування великої кількості робіт. При необхідності, якщо опубліковано багато робіт і матеріал є гідним критичного огляду, який не можна знайти в літературі, то допускається це висвітлити як доказ існування проблеми. Якщо інша стаття містить багато посилань, відішліть читача до них. Однак остерігайтесь великого числа посилань з цієї статті, помилкового цитування оригінальних статей.

Список використаних джерел формується одним з таких способів:

- у порядку появи посилань у тексті;
- в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків;
- у хронологічному порядку.

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи, міжнародних і державного стандартів з обов'язковим наведенням назв праць. Бібліографічний опис списку використаних джерел у роботі оформлюється з урахуванням Національного стандарту України ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».

Завдання:

1. *Викладіть попередньо сформоване резюме роботи, уникаючи повторень формулювань – при необхідності перефразовуючи речення для використання при формуванні висновків по роботі;*
2. *Сформууйте список висловів (фраз) за вказаними сторінками цитованих бібліографічних джерел інформації щодо наукового дослідження.*

Практичне заняття 6

СТИЛЬ НАПИСАННЯ РОБОТИ

При написанні тексту роботи необхідно дотримуватись використання стандартизованих термінів та визначень з даної тематики. Величний (пафосний) стиль в науці не використовується. В роботі необхідно висловлювати ідеї досить ефективно, щоб полегшити читачеві розуміння того, що пишете, а не вразити його своїм словниковим запасом. Автор, який вживає пишну мову, може навіть потрапити під підозру, що йому нема чого сказати. Необхідно чітко формувати висловлювання для спеціалізованої аудиторії читачів з напрямку електроенергетики, використовуючи стандартизовані терміни та визначення. Висвітлювати матеріал необхідно в манері не надто технічній, не надто елементарній.

Вживайте ординарні слова і прості конструкції. Пишіть короткими реченнями, але не всі з них мають бути короткі, щоб викликати ефект строкатості. Усувайте це зв'язуванням двох пропозицій (словом «але»), але робіть це не часто, так, щоб дотримуватись, крім окремих винятків, правил: «Одна ідея на речення».

Ви можете допомогти собі виробити хороший письмовий стиль, якщо будете тренуватись говорити лаконічно. Намагайтесь говорити логічно, ця манера відобразиться на письмовому стилі. В бесідах говоріть повільно, вибирайте слова осмислено, закінчуйте фразу, при цьому намагайтесь передати більше інформації в одиницю часу, не використовуючи зайвих порожніх слів: «Ви знаєте?», «Було б доречно» і таке інше.

У процесі швидкого читання експерт не налаштований повертатись назад, щоб перечитувати абзац. Досвідчений читач не може дозволити собі повернутись до важкого речення і, таким чином, не зрозуміє його змісту.

Як можна виявити такі місця в своєму рукописі?

Перший спосіб - відкласти її на місяць. Це може бути нереальним, якщо вам встановлений термін завершення роботи. Другий спосіб - дати

прочитати статтю колезі: попросіть його зробити загальні зауваження і відзначити всі пропозиції, які йому довелося прочитати двічі. І якщо він виявиться занадто критичним, дякуйте йому тим не менше: якщо він не зрозумів вас, і інші можуть не зрозуміти, ваше повідомлення загубиться.

Якщо ви відкладете на деякий час ваші записи, а потім перечитасте їх, ви можете видалити непотрібні слова. Такі фрази, як: «Справедливо зазначити в цьому контексті, що ...» - можуть бути опущені без шкоди для змісту. Так само можна вчинити з фразами: «Важливо відзначити той факт, що ...», «Слід мати на увазі в зв'язку з цим, що ...» - які означають не більше, ніж усне «хм!». Замість «Яскраво видно з даних, представлених в таблиці 2», напишіть: «Таблиця 2 показує». Якщо частина тексту вводиться словами: «Не потрібно говорити», то навіщо вимовляти його? Зазвичай «Ми були в змозі побачити» означає: «Установлено». Намагайтесь робити кожне слово вагомим.

Потрібно обережно ставитися до вживання слова «випадок». Вираз: «У зазначених вище випадках» - змушує читача повертатися назад, щоб зрозуміти, що означає випадок. Необхідно уникати вираз «випадки», тому що не буде зрозуміло читачу, до яких дослідів відсилає автор. Необхідно замінювати «випадок» словом, яке несе інформацію.

Якщо обговорення літературного стилю здається вам занадто нудним, майте на увазі, що різниця між ординарним написанням і хорошим – подібна відмінності між примітивним інструментом і професійним, зробленим якісно. Майстерність вимагає часу для навчання, але зусилля виправдані.

Метою автора повинна бути передача інформації, що вимагає мінімальних зусиль для розуміння у читача. Хоча граматичні звичаї, подібно етикету, не завжди логічно виправдані, але якщо ви їх ігноруєте, може виявитись незрозумілим, що мали на увазі.

ПЕРЕВІРКА РУКОПISУ

Читайте рукопис тільки по одній сторінці. Сконцентрована увага не може підтримуватися довго. Під час читання уявіть, що читач-іноземець

дивиться через ваше плече. Написане вами має виражати сенс не лише при читанні про себе, а й коли ви читаєте голосно. Рукопис повинен звучати як розумна бесіда. Там, де пауза, робіть зупинку.

Критична перевірка більш необхідна, ніж уявляють автори. Більшість статей зданих до друку містять помилки (ляпсуси). Тому необхідно пильно вчитати рукопис.

Важливим моментом є побудова, а також стиль і зміст роботи. У деяких роботах вступ і основна частина до обговорення містять ідентичні фрази. Часто методи виявляються вдруге в результатах, в описах або примітках до таблиць. Багатьох таких повторень можна уникнути, хоча в деяких випадках невеликі повтори дозволені.

Велика кількість непотрібних повторів і порожніх місць може бути знайдено навіть в наші дні в багатьох опублікованих статтях, проте, можливо, автори не уявляють, що є ці непотрібні повторення: цю можливість можна привести як ще один хороший аргумент на захист запропонованого авторам дати свій рукопис колегам прочитати і прокоментувати.

Завдання:

- 1. Сформууйте список стандартизованих термінів та визначень з тематики дисертаційної роботи – ключових слів;*
- 2. Складіть перелік програмних засобів та інструментів, які плануєте використати при виконанні досліджень.*

Розділ 3 «ОФОРМЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕКСТУ РОБОТИ»

Практичне заняття 7

ЗАГОЛОВКИ, ФОРМУЛИ ТА ТАБЛИЦІ РОБОТИ

Необхідно дотримуватись правил оформлення роботи відповідно до державного стандарту України. Таким стандартом є ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Використання в роботі заголовків і підзаголовків допоможе зробити статтю більш сприйнятною і висвітлить цікаві моменти дослідження. Необхідно використовувати більше заголовків і підзаголовків – при кінцевому редагуванні легше викинути, ніж вставити їх.

Якщо обговорення не є коротким, дайте йому підзаголовки. Змушуйте заголовки працювати. Можливо, ви вже вживали в інших виразах в тексті якусь ідею і хочете це підкреслити. Спробуйте включити це поняття в назву, але в інших виразах. Просте повторення назви в тексті небажано. Назва може бути у формі питання. Введення в звичайній статті не вимагає цього слова, як назви, яке є таким же зайвим, як «зауваження» до очевидних зауважень. Однак, якщо можете вкласти інформацію в нього, тоді заголовок може бути корисним. Наприклад, чи можете ви описати проблему іншими словами, в порівнянні з назвою статті?

ФОРМУЛИ

При використанні формул необхідно дотримуватися певних правил. Найбільші, а також довгі і громіздкі формули, які мають у складі знаки суми, добутку, диференціювання, інтегрування, розміщують на окремих рядках. Це стосується також і всіх нумерованих формул. Для економії місця кілька коротких однотипних формул, відокремлених від тексту, можна подати в одному рядку, а не одну під одною. Невеликі і

нескладні формули, що не мають самостійного значення, вписують всередині рядків тексту.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів треба подавати безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені у формулі. Значення кожного символу і числового коефіцієнта треба подавати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають зі слова «де» без двокрапки.

Рівняння і формули необхідно виділяти від тексту вільними рядками. Вище і нижче кожної формули потрібно залишити не менше одного вільного рядка. Якщо рівняння не вміщується в один рядок, його слід перенести після знака рівності (=), або після знаків плюс (+), мінус (-), множення. Нумерувати слід лише ті формули, на які є посилання в наступному тексті. Інші нумерувати не рекомендується. Порядкові номери позначають арабськими цифрами в круглих дужках біля правого поля сторінки без крапок від формули до її номера. Номер, який не вміщується у рядку з формулою, переносять у наступний нижче формули. Номер формули при її перенесенні вміщують на рівні останнього рядка. Якщо формулу взято в рамку, то номер такої формули записують зовні рамки з правого боку навпроти основного рядка формули. Номер формули-дробу подають на рівні основної горизонтальної риски формули. Номер групи формул, розміщених на окремих рядках і об'єднаних фігурною дужкою (парантезом), ставиться справа від вістря парантеза, яке знаходиться в середині групи формул і спрямоване в сторону номера.

Загальне правило пунктуації в тексті з формулами таке: формула входить до речення як його рівноправний елемент, тому в кінці формул і в тексті перед ними розділові знаки ставлять відповідно до правил пунктуації.

Двокрапку перед формулою ставлять лише у випадках, передбачених правилами пунктуації: а) у тексті перед формулою є узагальнююче слово; б) цього вимагає побудова тексту, що передує формулі.

Розділовими знаками між формулами, які йдуть одна під одною і не відокремлені текстом, можуть бути кома або крапка з комою безпосередньо за формулою до її номера.

ТАБЛИЦІ

Таблиці повинні мати заголовок, можливо, доповнений поясненнями. Назва кожної колонки таблиці повинна включати одиниці там, де кожен запис представляє числове значення. Якщо значення занадто великі або малі, використовуйте префікси: мілі, мікро, нано і т.д. Уникайте вживання « $\cdot 10^{-3}$ » в заголовках, так як читач захоче дізнатися: ви вже розділили на 10^3 або це повинен зробити він сам?

Громіздкі таблиці з занадто великими або дуже заплутаними цифрами відлякують читача. Урізуйте величини, навіть якщо ризикуєте випадково втратити значущу цифру.

Існують спеціальні методи для обчислення значущих цифр. Середні помилки вимірювань не повинні мати більше цифр після десяткового знака, ніж значущі. Якщо аргумент вимагає багато результатів з декількох дослідів і вони не можуть бути більше сконцентровані або об'єднані, спробуйте розділити їх на дві таблиці. Будь-яке вимірювання варіації має бути визначено так, щоб не допустити неправильного розуміння.

На жаль, середні помилки і середні відхилення часто використовуються як рівнозначні. В одній статті, розміщеній для публікації, стандартна помилка вимірювань наводилась кілька разів, але формула, наведена три рази (в тексті таблиці і примітці), була формулою для середнього відхилення.

Завдання:

1. *Сформууйте стислий зміст основних тверджень ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення»;*
2. *Визначте редактори формул і таблиць, які будуть використані в роботі, та складіть перелік правил оформлення.*

Практичне заняття 8

ГРАФІЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Експеримент, як правило, складається з багатьох спостережень, їх результати краще представляти графічно, а не в таблицях. Виключайте представлення однієї і тієї ж інформації в вигляді таблиці і графіка. Для багатьох людей легше зрозуміти сенс і запам'ятати діаграми, ніж групу числових значень. Чим більше значень, тим краще основа для графіка, а до таблиці велике число значень може привести до плутанини.

Горизонтальні координати графіка представляють ті змінні, які ми вибираємо (час, вага, довжину хвилі і т.д.), вертикальні - те, що ми змінюємо. Якщо початок однієї з осей не нуль, то необхідно показати розрив лінії. Для графіка необхідно вказати точність - одиниці достовірності або символи, які вказують стандартну помилку вимірювання.

У деяких дослідженнях краще, щоб кожне підвищення змінної було відносне, а не абсолютне. Використовуйте при необхідності логарифмічну шкалу. Якщо при цьому графік переповнюється даними з одного кінця, спробуйте нелінійну шкалу. Перетворіть шкали в логарифмічні або використовуйте зворотні величини, квадрати їх перетворення для двох координат. За допомогою таких перетворень можна використовувати простір графіка більш ефективно, вони можуть привести до прямої лінії.

НУМЕРАЦІЯ РИСУНКІВ, ТАБЛИЦЬ І ПОСИЛАНЬ В ПРОЦЕСІ ЇХ ПІДГОТОВКИ

Пронумеровані таблиці і рисунки при першому написанні статті в подальшому можна змінити під час роботи над статтею.

Цитування літератури представляє аналогічну проблему. Спочатку використовуйте стандартну систему ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» або один із стилів, віднесених до рекомендованого переліку стилів оформлення списку наукових публікацій:

1. MLA (Modern Language Association) style.
2. APA-^{1,2} (American Psychological Association) style.
3. Chicago/Turabian style-¹.
4. Harvard style-¹.
5. ACS (American Chemical Society) style.
6. AIP (American Institute of Physics) style.
7. IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) style.
8. Vancouver style-¹.
9. OSCOLA.
10. APS (American Physics Society) style-¹.
11. Springer MathPhys Style-¹.

При необхідності, якщо журнал вимагає певного стилю, використовуйте його на останньому етапі.

Завдання:

1. *Сформуйте стислий зміст основних тверджень ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання»;*
2. *Визначте редактори обробки та представлення графічної інформації.*

¹Springer Style

<http://resource-cms.springer.com/springer-cms/rest/v1/content/51958/data/v1/Guidelines+for+Contributions+to+Major+Reference+Works>

² Elsevier Style

<https://www.elsevier.com/journals/learning-and-instruction/0959-4752/guide-for-authors#68000>

Практичне заняття 9

ПІДГОТОВКА ТА ОФОРМЛЕННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

Отриманий в процесі дослідження науковий результат, повинен бути зафіксований на певних носіях інформації.

Науковий результат це нове наукове знання, яке отримане при вирішення тієї чи іншої задачі в процесі фундаментальних або прикладних наукових досліджень. Науковий результат може бути у формі офіційного звіту, дисертації, опублікованої наукової статті, монографічного дослідження, наукового відкриття або патенту, підготовка яких потребує проведення відповідних наукових досліджень або містить наукову складову

Хоча дисертація відрізняється від наукової статті, велика частина викладеного матеріалу стосується і її. Література повинна бути приведена більш повно. Обговорюйте опубліковану роботу критично, але з повагою. Опонентам подобається перевіряти, як ви здатні розвивати роботи інших. Ваші попередні дослідження можуть бути описані як основа для пропозицій, що робити далі. Звичайно, на відміну від наукової статті, дисертація – та робота, в якій пропонуються досліді для перевірки гіпотези. Розумні припущення також можуть мати місце в дисертації.

Коли ви приступите до оформлення дисертації, поміркуйте про експерта. Не копіюйте просто іншу дисертацію. Подивіться хороші книги і аранжуйте дисертацію відповідно: напишіть багато заголовків і зробіть чіткими відмінності між заголовками різного вигляду; будьте помірковані в використанні точок; залиште достатні поля, знизу більше, ніж зверху (скупі поля знизу псують сторінку). Будьте допитливі в питаннях пунктуації. Пам'ятайте, що рецензенти, знаходячи неохайні деталі в оформленні, можуть підозрювати неохайність в експерименті.

Дайте зміст на початку. Краще зробити багато маленьких таблиць, ніж одну величезну. Помістіть їх, а також діаграми якомога ближче до

відповідного тексту. Додайте їх прямо: читач не любить повертати книги боком.

Починати писати дисертацію необхідно не раніше, ніж після виконання 2/3 обсягу роботи. Ви можете думати, що це абсурд, тому що у вас занадто мало результатів. Якщо так, ви можете почати з окремих частин. Рецензенти будуть шукати відповіді на питання: «Чи знає здобувач, як підійти до проблеми? Чи може він мислити?» - швидше ніж: «Виконав він великий обсяг дослідів? »

Якщо вам зустрічається добре написана робота, вивчіть її, намагайтесь перевершити. Більшість з нас використовує тільки кілька відсотків слів, наведених в будь-якому великому мовному словнику. Уважним читанням можна розширити запас слів. Це допоможе подолати принципову складність при написанні - вибір правильного слова. Коли ви зустрічаєтесь з цими труднощами, випишіть альтернативні слова на полях. При передрукуванні, можливо, зробите вибір. Якщо зустрінеється нове слово, яке сподобалось, подивіться його в словнику. Некоректне застосування послаблює слова.

Читайте рецензії на інші дисертації на сайтах вчених рад провідних ВУЗів та інститутів Національної академії наук України. Таким чином можна уникнути подібного у власні роботі.

Завдання:

- 1. Сформууйте різні заголовки розділів роботи відповідно до змісту та виберіть кращі формулювання;*
- 2. Складіть перелік дисертаційних робіт, які переглянуті вами перед оформленням власних досліджень в вигляді дисертаційної роботи.*

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ

1. *З якою метою проводяться наукові дослідження?*
2. *Сутність, мета і завдання магістерської роботи.*
3. *Формування тематики магістерських робіт.*
4. *Науковий керівник, його функції.*
5. *Типова структура магістерської роботи. Назвіть типи завдань теоретичних досліджень.*
6. *Назвіть послідовність етапів виконання теоретичних досліджень.*
7. *Яка мета теоретичних досліджень?*
8. *Назвіть сучасні методи теоретичних досліджень.*
9. *Назвіть і охарактеризуйте основні стадії виконання процесу теоретичних досліджень.*
10. *Що таке вибіркова статистична сукупність?*
11. *Що таке статистичний ряд?*
12. *Назвіть і дайте визначення основних статистичних характеристик.*
13. *Назвіть відомі методи перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу статистичної сукупності.*
14. *Назвіть етапи виконання апроксимації результатів експериментальних досліджень.*
15. *Поясніть відомі методи визначення коефіцієнтів апроксиманти.*
16. *Поясніть сутність методу регресивного аналізу результатів експериментальних досліджень.*
17. *Яке значення мають комп'ютерні технології та інструментарій в наукових дослідженнях?*
18. *Поясніть сутність методу статистичного моделювання.*
19. *Що являють собою технології наукового дослідження?*
20. *Етапи проведення наукового дослідження.*
21. *Які особистісні якості повинен мати дослідник?*
22. *Які основні принципи раціональної організації наукової діяльності?*
23. *Що означає «поставити наукову проблему»?*

24. Основні вимоги до змісту магістерської роботи.

25. Етапи і прийоми підготовки рукопису магістерської роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кариєв Ч. А. , Масштабируемая векторная графика (Scalable Vector Graphics) (бесплатный курс), 07.11.2007 Режим доступа:
[//www.intuit.ru/studies/courses/1063/210/info](http://www.intuit.ru/studies/courses/1063/210/info)
2. Кевін Л. Мосс. Photoshop та цифрова фотографія для «чайників» = Photoshop и цифровая фотография для «чайников». – М. : Діалектика, 2006. – С. 336. – ISBN 0-7645-9580-6.
3. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. / С. Е. Важинський, Т І. Щербак. – Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с. ISBN 978-966-698-223-3
4. «Про наукову і науково-технічну експертизу»: Закон України від 10.02.1995 (станом на 09.02.2006) // Відомості Верховної Ради України. – № 2
5. ДСТУ 3008-2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».– 26 с.
6. ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання».–16 с.

ДОДАТОК А

ВИТЯГ З ДСТУ 3008-2015 «ДОКУМЕНТАЦІЯ. ЗВІТИ У СФЕРІ НАУКИ І ТЕХНІКИ. СТРУКТУРА І ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ»

7.1 Загальні положення

7.1.1 Залежно від особливостей та змісту звіт складають у формі тексту, рисунків, таблиць або їхніх комбінацій.

7.1.2 Виклад тексту й оформлювання звіту виконують за положеннями цього стандарту.

7.1.3 Звіт викладають на паперовому та/чи електронному носіїві (паперовий та електронний документи відповідно).

7.1.4 Символи в рівняннях і формулах, написи та пояснювальні дані на рисунках, схемах, графіках, діаграмах і в таблицях створюють і вводять у текст з використанням відповідних редакторів комп'ютерної програми.

7.1.5 Звіт друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора-два міжрядкові інтервали кеглем 14.

Розмір шрифту для написання заголовків у рядках і колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках і в таблицях встановлює виконавець звіту.

7.1.6 Звіт як паперовий документ друкують з використанням комп'ютера та принтера на одному боці аркуша білого паперу формату А4 (210 мм х 297 мм). У разі потреби можна використовувати аркуші формату А3 (297 мм х 420 мм). Дозволено долучати до звіту сторінки, виконані методами репрографії.

7.1.7 Звіт як електронний документ виконують згідно з вимогами Закону України «Про електронні документи та електронний документообіг».

7.1.8 Звіти, оформлені одночасно як електронний і паперовий документи, мають однакову юридичну силу та їх можна використовувати незалежно.

7.1.9 У звіті не бажано вживати іншомовних слів і термінів за наявності рівнозначних слів і термінів мови, якою подано звіт.

7.1.10 Мову звіту визначено у статті 21 Закону України «Про засади державної мовної політики».

7.1.11 Рекомендовано на сторінках звіту використовувати береги такої ширини: верхній і нижній — не менше ніж 20 мм, лівий — не менше ніж 25 мм, правий — не менше ніж 10 мм.

7.1.12 Під час оформлювання звіту треба дотримуватися рівномірної насиченості, контрастності й чіткості зображення. Усі лінії, літери, цифри та знаки мають бути чіткі й нерозпливчасті в усьому звіті.

7.1.13 Окремі слова, формули, знаки можна вписувати в текст звіту чорним чорнилом, тушшю чи пастою. Насиченість знаків вписаного тексту має бути наближеною до насиченості знаків надрукованого тексту.

7.1.14 Помилки й графічні неточності у звіті, поданому на паперовому носії, дозволено виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою з наступним вписуванням на цьому місці правок рукописним або машинним способом між рядками чи на рисунках чорним чорнилом, тушшю чи пастою.

7.1.15 Оформлювання звіту має забезпечувати його придатність до виготовлення з нього копій належної якості.

7.1.16 Прізвища, назви установ, організацій, фірм та інші власні назви у звіті наводять мовою оригіналу. Дозволено транслітерувати власні назви в перекладі на мову звіту, додаючи в разі першого згадування в тексті звіту оригінальну назву.

7.1.17 Дозволено в тексті звіту, крім заголовків, слова та словосполучення скорочувати згідно з правописними нормами та ДСТУ 3582.

7.1.18 Структурні елементи: «Список авторів», «Реферат», «Зміст», «Скорочення та умовні позначки», «Передмова», «Вступ», «Висновки», «Рекомендації», «Перелік джерел посилання», — не нумерують, а їхні назви є заголовками структурних елементів.

7.1.19 Для розділів і підрозділів наявність заголовка обов'язкова. Пункти й підпункти можуть мати заголовки.

7.1.20 Заголовки структурних елементів звіту та заголовки розділів треба друкувати з абзацного відступу великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці. Дозволено їх розміщувати посередині рядка.

7.1.21 Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту потрібно друкувати з абзацного відступу з великої літери без крапки в кінці.

7.1.22 Абзацний відступ має бути однаковий упродовж усього тексту звіту й дорівнювати п'яти знакам.

7.1.23 Якщо заголовок складається з кількох речень, їх розділяють крапкою. Розривати слова знаком переносу в заголовках заборонено.

7.1.24 Відстань між заголовком, приміткою, прикладом і подальшим або попереднім текстом має бути не менше ніж два міжрядкових інтервали.

Відстань між основами рядків заголовка, а також між двома заголовками приймають такою, як у тексті звіту.

7.1.25 Не дозволено розміщувати назву розділу, підрозділу, а також пункту й підпункту на останньому рядку сторінки.

7.2 Нумерація частин і томів (книг)

7.2.1 Якщо різні звіти випускають окремими томами (книгами), об'єднаними спільною темою, доречно групувати їх у зібрання, об'єднане спільною назвою. У такому разі кожний звіт ідентифікують як том (книгу) зібрання зі своєю власною назвою. Томи (книги) звітів у такому разі нумерують послідовно арабськими цифрами, наприклад, том 1, том 2 тощо.

7.2.2 Звіт можна поділяти на частини, які зберігають єдину назву роботи і звіту. Частини нумерують послідовно арабськими цифрами, наприклад, частина 1, частина 2 тощо.

7.3 Нумерація сторінок звіту

7.3.1 Сторінки звіту нумерують наскрізно арабськими цифрами, охоплюючи додатки. Номер сторінки проставляють праворуч у верхньому куті сторінки без крапки в кінці.

7.3.2 Якщо звіт поділено на частини, нумерацію сторінок у другій і наступних частинах має бути продовжено, наприклад, частина 1: С.1—123, частина 2: С. 124—235.

Якщо різні звіти випускають окремими томами (книгами), пов'язаними між собою однією спільною темою (зібрання звітів), у кожному такому томі має бути окрема нумерація сторінок, наприклад, звіт А (том 1): С. 1— 90; звіт Б (том 2): С. 1— 151.

7.3.3 Титульний аркуш входить до загальної нумерації сторінок звіту. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

7.3.4 Сторінки, на яких розміщено рисунки й таблиці, охоплюють загальною нумерацією сторінок звіту.

7.4 Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів

7.4.1 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти нумерують арабськими цифрами.

7.4.2 Розділи звіту нумерують у межах викладення суті звіту і позначають арабськими цифрами без крапки, починаючи з цифри «1».

7.4.3 Підрозділи як складові частини розділу нумерують у межах кожного розділу окремо. Номер підрозділу складається з номера відповідного розділу та номера підрозділу, відокремлених крапкою.

Після номера підрозділу крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 тощо.

7.4.4 Пункти нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу та порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, які відокремлюють крапкою.

Після номера пункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1, 1.2 або 1.1.1, 1.1.2 тощо.

Якщо текст поділяють лише на пункти, їх слід нумерувати, крім додатків, порядковими номерами.

7.4.5 Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять, наприклад, 1.1.1.1 або 2.1.4 тощо.

Якщо розділ, не маючи підрозділів, поділяють на пункти та підпункти, номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера пункту та порядкового номера підпункту, які відокремлюють крапкою. Після номера підпункту крапку не ставлять.

7.4.6 Якщо розділ або підрозділ складається з одного пункту, або пункт складається з одного підпункту, його не нумерують.

7.5 Рисунки

7.5.1 Усі графічні матеріали звіту (ескізи, діаграми, графіки, схеми, фотографії, рисунки, кресленики тощо) повинні мати однаковий підпис «Рисунок».

7.5.2 Рисунок подають одразу після тексту, де вперше посилаються на нього, або якнайближче до нього на наступній сторінці, а за потреби — в додатках до звіту.

7.5.3 Якщо рисунки створені не автором звіту, подаючи їх у звіті, треба дотримуватися вимог чинного законодавства України про авторське право.

7.5.4 Виконання рисунків має відповідати положенням ДСТУ 1.5 та цього стандарту.

7.5.5 Графічні матеріали звіту доцільно виконувати із застосуванням обчислювальної техніки (комп'ютер, сканер, ксерокс тощо та їх поєднання) та подавати на аркушах формату А4 у чорно-білому чи кольоровому зображенні.

7.5.6 Рисунки нумерують наскрізно арабськими цифрами, крім рисунків у додатках. Дозволено рисунки нумерувати в межах кожного розділу. У цьому разі номер рисунка складається з номера розділу та порядкового номера рисунка в цьому розділі, які відокремлюють крапкою, наприклад, «Рисунок 3.2» — другий рисунок третього розділу.

7.5.7 Рисунки кожного додатка нумерують окремо. Номер рисунка додатка складається з позначки додатка та порядкового номера рисунка в додатку, відокремлених крапкою.

7.5.8 Якщо в тексті звіту лише один рисунок, його нумерують відповідно до 7.5.6.

7.5.9 Назва рисунка має відображати його зміст, бути конкретно та стислою. Якщо з тексту звіту зрозуміло зміст рисунка, його назву можна не наводити.

За потреби пояснювальні дані до рисунка подають безпосередньо після графічного матеріалу перед назвою рисунка.

Назву рисунка друкують з великої літери та розміщують під ним посередині рядка, наприклад,

« Рисунок 2.1 — Схема устаткування».

7.5.10 Рисунок виконують на одній сторінці аркуша. Якщо він не вміщується на одній сторінці, його можна переносити на наступні сторінки. У такому разі назву рисунка зазначають лише на першій сторінці, пояснювальні дані — на тих сторінках, яких вони стосуються, і під ними друкують: «Рисунок _____, аркуш _____ ».

7.5.11 Перелік рисунків можна наводити у «Змісті» із зазначенням їх номерів, назв (якщо вони є) та сторінок початку рисунків.

7.6 Таблиці

7.6.2 Горизонтальні й вертикальні лінії, що розмежовують рядки таблиці, можна не наводити, якщо це не ускладнює користування таблицею.

7.6.3 Таблицю подають безпосередньо після тексту, у якому її згадано вперше, або на наступній сторінці.

На кожному таблицю має бути посилання в тексті звіту із зазначенням її номера.

7.10 Формули та рівняння

7.10.1 Формули та рівняння подають посередині сторінки симетрично тексту окремим рядком безпосередньо після тексту, у якому їх згадано.

Найвище та найнижче розташування запису формул(и) та/чи рівняння(-нь) має бути на відстані не менше ніж один рядок від попереднього й наступного тексту.

7.10.2 Нумерують лише ті формули та/чи рівняння, на які є посилання в тексті звіту чи додатка.

7.10.3 Формули та рівняння у звіті, крім формул і рівнянь у додатках, треба нумерувати наскрізно

арабськими цифрами. Дозволено їх нумерувати в межах кожного розділу.

7.10.4 Номер формули чи рівняння друкують на їх рівні праворуч у крайньому положенні

в круглих дужках, наприклад (3). У багаторядкових формулах або рівняннях їхній номер проставляють на рівні останнього рядка.

7.10.5 У кожному додатку номер формули чи рівняння складається з великої літери, що позначає додаток, і порядкового номера формули або рівняння в цьому додатку, відокремлених крапкою, наприклад (A.3).

Якщо в тексті звіту чи додатка лише одна формула чи рівняння, їх нумерують так: (1) чи (A.1) відповідно.

7.10.6 Пояснення познач, які входять до формули чи рівняння, треба подавати безпосередньо під формулою або рівнянням у тій послідовності, у якій їх наведено у формулі або рівнянні.

7.11 Посилання

7.11.3 Посилання на джерело інформації, наведене в переліку джерел посилання, рекомендовано подавати так: номер у квадратних дужках, за яким це джерело зазначено в переліку джерел посилання, наприклад, «у роботах [2] – [3]».

7.11.4 Дозволено наводити посилання на джерела інформації у виносках. У цьому разі оформлення посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань із зазначеного номера.

ДОДАТОК Б

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РОЗДІЛУ «ВСТУП»

ВСТУП

Технічний прогрес у розвинених країнах світу спонукає цивілізацію до вирішення нагальних проблем суспільства, що пов'язані з енергоносіями. Один з нових світових напрямків в електроенергетиці це формування та розвиток розумних або інтелектуальних електричних систем (Smart Grid). Основним їх завданням є підвищення енергоефективності роботи енергетичного обладнання, якості і надійності електропостачання споживачів, виходячи з нових підходів до управління та процесу передавання електроенергії на основі модернізації всієї галузі електроенергетики.

Розподільні електричні мережі України напругою 0,4...35 кВ представляють кінцеву ланку в системі забезпечення споживачів електричною енергією. Вони перебувають у безпосередній взаємодії як зі споживачем, так і районними та магістральними електричними мережами. Тому стан та функціонування розподільних електричних мереж впливають на показники надійності, якості і ефективності роботи об'єднаної енергосистеми України. Протяжність електричних мереж таких класів напруги на сьогодні в Україні складає: 0,4 кВ – 449832 км; 6-10 кВ – 332568 км і має тенденцію до щорічного зростання. Саме до їх ефективності й має пряме відношення використання підвищених значень номінальних напруг в електричній мережі.

На сьогодні існує об'єктивна необхідність розв'язання задач удосконалення принципів побудови топології мереж за класами напруги та видами виконання, оптимізації режимів роботи з метою підвищення надійності, ефективності функціонування мереж та забезпечення нормативних показників якості електроенергії з урахуванням

територіальних і адміністративних особливостей, інвестиційної політики, які мають забезпечити ефективне управління, модернізацію та динамічний розвиток електричних мереж з врахуванням світових тенденцій. Поставлені задачі вимагають свого розв'язання шляхом вибору оптимального напрямку розвитку розподільних електричних мереж на основі науково обґрунтованих технічних рішень з використанням сучасних методів та технологій.

В умовах реформування відносин власності в енергетиці шляхи та напрямки розв'язання цих задач визначаються технічною політикою Міністерства енергетики та вугільної промисловості України (протокол НТР від 14.09.2016 р.) як сукупністю дієвих інструментів, які зобов'язані реалізувати положення Закону України від 16.10.1997 № 575/97- ВР «Про електроенергетику» [23] в частині створення державою умов для розвитку і підвищення технічного рівня електроенергетики.

Враховуючи сьогоденні реалії в країні і те, що процес заміни морально і фізично зношеного електрообладнання в електричних мережах, який за різними оцінками складає від 40 до 80 %, відбувався досить повільно, а на сьогодні він ще й уповільнився, при тому, що в містах невинно зростає територіальна щільність навантаження, яка вже сягає в центрі Києва до 9...10 МВт/км² (середній по Києву 2,4 МВт/км² та 3,6 МВАр/км²), і як наслідок, підвищуються втрати електроенергії, на порядок денний постає питання перспективи розвитку розподільних мереж та ефективності їх роботи.

Зростання попиту на електроенергію визначає необхідність збільшення пропускної спроможності існуючих мереж та зменшення втрат електроенергії в них як вагомих факторів ефективності функціонування.

На цей час одним з оптимальних рішень цього питання з економічної точки зору може бути комплексний підхід до реконфігурації мережі 6(10) кВ з підвищенням номінальної напруги до 20 кВ, створення центрів живлення та

прокладання нових ліній електропередавання підвищеної номінальної напруги з запровадженням якісно нового рівня автоматизації мережі.

Актуальність теми. В зв'язку зі значними втратами електроенергії в електричних мережах енергосистеми України, які сягають до 12...15 % від загального обсягу виробленої електроенергії, в тому числі у розподільних мережах – 6...9 %, в яких на теперішній час ще експлуатуються мережі напругою 6 кВ, заборонені до використання чинним стандартом ГОСТ 29322 (МЕК 38-83), втрати в яких перевищують 20 %, а напруга в фідерах має наднормативні відхилення та враховуючи підвищені вимогами до якості надання послуг електропостачання споживачам, які ставить «Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг» (НКРЕКП), необхідним і **актуальним** є підвищення енергоефективності розподільних мереж 6(10) кВ шляхом переведення їх на вищий клас напруги 20 кВ з одночасною реконфігурації схеми мережі при наближенні фідерів напругою 20 кВ до споживача для збільшення пропускної спроможності, зниження втрат електроенергії та покращення її показників якості.

Значний вклад у розвиток теорії, методів та технологій підвищення ефективності функціонування розподільних електричних мереж внесли колективи Інституту електродинаміки та Загальної енергетики НАН України, Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Вінницького національного технічного університету, Науково-проектного центру розвитку Об'єднаної енергетичної системи України Державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго», Донецького національного технічного університету, Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Національного університету «Львівська політехніка» та колективи закордонних організацій США, Франції, ФРН, Англії, Канади, Російської Федерації, серед яких ENTSO-E, CIGRE, IEEE.

Останні десятиліття минулого сторіччя відзначилися різким збільшенням установленної потужності. Потужності енергетичних установок світової економіки та втрати в них наблизилися до геофізичних потужностей і стали фактором людської діяльності, що впливає на екологічний стан планети. Збільшення територіальної щільності навантаження в густонаселених мегаполісах призвело до суттєвого збільшення втрат електроенергії і особливо в розподільних мережах як кінцевій ланці передавання електроенергії.

Однією з важливих задач вирішення цієї проблеми вбачається у використанні класу напруги 20 кВ для суттєвого зменшення втрат електроенергії. Промислово розвинені країни Європи, Азії та Америки інтенсивно почали впроваджувати в розподільних електричних мережах новий клас середньої напруги 20 кВ, починаючи з середини 70-х років минулого сторіччя.

Переваги мережі 20 кВ обумовлені основними законами електротехніки. В порівнянні з напругою 10 кВ у мережі 20 кВ: при однакових перерізах проводу пропускна спроможність збільшується вдвічі; у чотири рази зменшується падіння напруги при передаванні однакової потужності та в чотири рази знижуються втрати потужності. Окрім того за однакової щільності струму для передавання однакової потужності необхідно менший переріз провідника і відповідно при цьому зменшаться витрати провідникового матеріалу.

У порівнянні з мережами напругою 35 кВ мережі 20 кВ – це наявність компактного обладнання закордонних та вітчизняних виробників, зокрема, щоглових підстанцій (ПС) зі спрощеною конструкцією трансформатора без розширювального бачка та перемикача без збудження (ПБЗ). Використання щоглових комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) дає можливість максимально наблизити її установку до об'єкта споживача зі збереженням охоронної зони мереж 10 кВ. Підстанція на 35 кВ – це досить громіздка

споруда [60], яка займає значну територію. Для міста такий клас напруги не має перспективи.

Але на сьогоднішній день уже недостатньо тільки удосконалювати силову частину системи електропостачання. Роботу мережі необхідно оптимізувати, отримані дані параметрів функціонування аналізувати та забезпечувати реконфігурацію мережі системи відповідно до ситуації при дотриманні показників якості електропостачання та якості електричної енергії з мінімізацією її втрат. Тобто для підвищення ефективності функціонування розподільних мереж необхідно не тільки перехід на вищий клас напруги, а і зміна топології мережі з наближенням мереж напругою 20 кВ до споживача при скороченні фідерів напругою 0,4 кВ зі суттєвим покращенням системи прийняття рішень керування технологічними процесами, яка пов'язана з поняттям інтелектуалізації міських та сільських розподільних мереж на основі сучасних математичних апаратів та SMART (Self Monitoring, Analysis and Reporting Technology) технологій – технологій самодіагностики, аналізу та звітності [25, 55, 105, 106, 132].

Наразі **актуальним** напрямком досліджень при переведенні розподільних електричних мереж на вищий клас напруги для підвищення енергоефективності їх функціонування в умовах значних втрат потужності, зниження рівня напруги, суттєвого збільшення територіальної щільності навантаження та формуванні в енергосистемі активного споживача є розробка методів реконфігурації схем мережі у нормальному та післяаварійному режимах з метою зменшення втрат електроенергії шляхом використання інтелектуальних технологій та методів на основі математичних апаратів генетичних алгоритмів та нечіткої логіки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до планів наукових досліджень Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», у тому числі господарсько-договірної

науково-дослідної роботи «Дослідження можливості переведення електричних мереж СО «Тиврівські ЕМ» ПАТ «Вінницяобленерго» на номінальну напругу 20 кВ» в складі техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) «Реконструкція електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» з переведенням класу напруги 6(10,35) кВ на клас напруги 20 кВ (перший етап реконструкції електричних мереж Гніванського вузла Тиврівського району Вінницької області)» (договір №84-СП/470 від 20 квітня 2016 р.), де здобувач був виконавцем окремих робіт з попереднього аналізу технічного стану електричних мереж 6 кВ на підставі технічної документації та матеріалів періодичних оглядів згідно з ГКД 34.20.661-2003 сумісно з замовником – «Проектно-дослідницький інститут «Енергоінжпроект».

Мета і задачі дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у підвищенні енергоефективності роботи високовольтних розподільних електричних мереж при переведенні їх з класу напруги 6(10) кВ на напругу 20 кВ шляхом розробки нових методів реконфігурації їх схем з використанням інтелектуальних технологій, які забезпечують зменшення втрат електричної енергії та підвищення її якості.

Відповідно до вказаної мети в роботі вирішуються такі **основні задачі**:

- узагальнення світового досвіду побудови та розвитку розподільних мереж напругою 20 кВ і аналіз стану та особливостей функціонування високовольтних розподільних мереж в енергосистемі України;
- розроблення методу реконфігурації схеми розподільної мережі в нормальному режимі на основі генетичного алгоритму, що включає математичну модель цільової функції оптимальності реконфігурації розподільної електричної мережі за чотирма критеріями (мінімальною зв'язністю схеми, відхиленням напруги,

економічною складовою збитків від недовідпуску електроенергії, втратами активної потужності);

- розроблення методу реконфігурації схеми розподільної мережі на основі синтезу нечіткого логічного контролера для прийняття рішення щодо значення рейтингів вимикачів у резервних перемичках між двома фідерами з визначенням місць розміщення (активації) резервних комутаційних перемичок при забезпеченні значення мінімальних втрат електроенергії та нормованого режиму за напругою у разі аварійних вимикань фідерів за допустимості післяаварійного режиму;
- розроблення нечіткої математичної моделі для критерію переведення розподільної електричної мережі 6(10) кВ на клас напруги 20 кВ шляхом аналізу параметрів стану мережі.

Об'єктом дослідження є розподільні електричні мережі високої напруги.

Предметом дослідження є математичні методи реконфігурації схем мережі в нормальному і післяаварійному режимах та математичні моделі визначення критерію переведення розподільної мережі 6(10) кВ на напругу 20 кВ.

Методи дослідження. У дисертації для аналізу та розв'язання поставлених задач використані методи математичного моделювання на основі сучасних інтелектуальних технологій, зокрема, нечітких множин, нечіткої логіки та генетичних алгоритмів, які моделюють розумову діяльність людини та біологічну еволюцію; матрична алгебра. Моделювання та аналіз усталених режимів електричної мережі виконувався методами контурних струмів та вузлових напруг із застосуванням методу Ньютона. Перевірка ефективності розроблених методів та алгоритмів проводилася на основі аналізу результатів моделювання на програмних комплексах розрахунку режимів.

Наукову новизну складають такі положення:

1. Запропоновано новий метод реконфігурації схеми розподільної мережі в нормальному режимі на основі генетичного алгоритму, який на відміну від існуючих забезпечує формування оптимальної конфігурації мережі за цільовою функцією, мінімізація якої виконується одночасно за чотирма критеріями (зв'язаністю схеми, відхиленням напруги, економічною складовою збитків від недовідпуску електроенергії, втратами активної потужності);

2. Розроблено новий метод реконфігурації схеми розподільної мережі з визначенням місць розміщення (активації) резервних комутаційних перемичок на основі синтезу нечіткого логічного контролера для прийняття рішення щодо значення рейтингів вимикачів у резервних перемичках між двома фідерами за трьома критеріями (відхиленням напруги на найвіддаленішому пункті схеми, значенням коефіцієнта потужності та величиною струму на головній ділянці фідера), що дозволяє забезпечити мінімальне значення втрат електроенергії в післяаварійних режимах;

3. Вперше розроблено нечітку математичну модель для критерію переведення розподільної мережі 6(10) кВ на напругу 20 кВ, яка дає змогу шляхом аналізу параметрів стану мережі визначити пріоритет її переведення на напругу 20 кВ, що дозволить визначити черговості використання інвестицій.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає в наступному:

1. Виконані узагальнення світового досвіду побудови та розвитку розподільних мереж напругою 20 кВ та аналіз стану і особливостей функціонування високовольтних розподільних мереж в енергосистемі України, дали можливість розробити концепцію розподільних мереж 20 кВ для їх впровадження в об'єднану енергосистему (ОЕС) України та

визначити підходи до реалізації інвестиційних проектів НКРЕКП (Додаток К. Довідка про впровадження результатів наукової роботи від 17.01.2017 р.);

2. Використання запропонованих методів реконфігурації дало змогу визначити оптимальну конфігурацію схеми Тиврівських електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» напругою 6 кВ при переведенні їх на напругу 20 кВ з симетруванням навантаження по фідерах у нормальному режимі та визначити місця розміщення резервних перемичок у післяаварійних режимах (Додаток К. Акт впровадження результатів наукової роботи від 14.11. 2016 р.);
3. Результати проведених досліджень дали змогу сформуванати технічні вимоги для актуалізації нормативної бази та розробки нових національних стандартів і технічних регламентів у Відокремлений підрозділ «Науково-проектний центр розвитку Об'єднаної енергетичної системи України» ДП НЕК «Укренерго» (Додаток К. Акт використання результатів наукової роботи від 16.12. 2016 р.);
4. Результати роботи були використані на засіданні секції «Електроенергетики» Науково-технічної ради Міненерговугілля України (від 14.09.2016) при схваленні «Плану розвитку розподільних електричних мереж на 2016-2020 роки» та «Плану розвитку розподільних електричних мереж на 2020-2025 роки», а також при формуванні основних вимог до технічних завдань для розробки «Альбому типових рішень ПЛ-20 кВ», «Альбому типових рішень ПС-20 КВ» та нормативних документів щодо розробки силових трансформаторів на напругу 20 кВ (Додаток К. Довідка про впровадження результатів наукової роботи від 10.01. 2017 р.).

Окремі результати дослідження увійшли в звіт господарсько-договірної науково-дослідної роботи (№84-СП/470 від 20 квітня 2016 року) «Дослідження можливості переведення електричних мереж СО «Тиврівські ЕМ» ПАТ «Вінницяобленерго» на номінальну напругу 20 кВ» в складі

техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) «Реконструкція електричних мереж ПАТ «Вінницяобленерго» з переведенням класу напруги 6(10,35) кВ на клас напруги 20 кВ (перший етап реконструкції електричних мереж Гніванського вузла Тиврівського району Вінницької області)».

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримано автором самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належать аналіз стану розподільних мереж та режимів їх роботи, формалізація поставлених задач, розробка методів та узагальнення результатів, а саме: [43] – обґрунтовано використання силових кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену; [57] – на основі розрахунку режимів роботи електричних мереж Тиврівського району ПАТ «Вінницяобленерго» досліджено методи реконфігурації схеми мережі та запропоновано шлях попереднього формування популяції схем конфігурації для еволюційного аналізу; [82] – розроблено модель критерію переведення розподільної мережі на напругу 20 кВ на основі аналізу параметрів стану розподільної мережі; [83] – виконано аналіз роботи розподільних мереж України, розроблено моделі регулювання та висвітлено чинники переведення їх на вищий клас напруги; [85] – обґрунтовано принципи побудови мереж 20 кВ, умови їх реалізації та першочергові заходи по впровадженню мереж середньої напруги класу 20 кВ; [86] – розроблено метод визначення місця встановлення резервних перемичок розподільної електричної мережі в післяаварійному режимі; [154] – виконано аналіз факторів впливу на показники якості електропостачання в мережах середньої напруги;

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи та її головні результати доповідалися та обговорювалися на Міжнародному брифінгу «POWER-GEN International» (EIR CENTER, PennWell, USA, 2014); на III Міжнародній науково-технічній конференції «Оптимальне керування електроустановками ОКЕУ 2015»(м. Вінниця, 2015); на XIV Міжнародній на

уково-технічній конференції «Проблеми сучасної електротехніки (ПСЕ-2016)» (м. Київ, 2016 р.); на II Міжнародній науковій та практичній конференції "Topical researches of the World Science" (Dubai, UAE, 2016 р.); на XVI Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлювана енергетика XXI століття» (м. Київ, 2016 р.); на I Міжнародній науково-технічній конференції «Smart-технології в енергетиці та електроніці - 2016» (STEE-2016) (сmt. Лазурне Скадовського району Херсонської області, Україна, 2016 р.); на Всеукраїнській науково-практичній конференції ПАТ «Хмельницькобленерго» «Розподільчі мережі 0,4-35 кВ як складова частина локальних електроенергетичних систем майбутнього» (сmt. Ярмолинці, Ярмолинецький р-н, Хмельницька обл., 2016 р.); на XIV Міжнародному форумі «Паливно-енергетичний комплекс України: сьогодення та майбутнє» (м. Київ, 2016 р.);

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 10 наукових праць, у тому числі шість статей у наукових фахових виданнях України (одна стаття у виданні України, яке включено до міжнародної наукометричної бази SCOPUS, чотири статті у виданнях України, які включено до міжнародних наукометричних баз), дві тези доповідей у збірниках за матеріалами міжнародних конференцій та дві статті в інших виданнях.

Обсяг та структура дисертаційної роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (161 найменування) і додатків. Основний зміст викладено на 174 сторінках друкованого тексту, містить 29 таблиць, 80 рисунків. Загальний обсяг дисертації – 271 сторінка.

ДОДАТОК В

ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ СТАТТІ

УДК 621.316

В.В.Кирик, д-р техн. наук, Богомолова О.С., асистент

ОБГРУНТУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МІСЦЯ ПІДКЛЮЧЕННЯ ДЖЕРЕЛА РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ ТА ЗНАЧЕННЯ ЙОГО ПОТУЖНОСТІ

***Анотація.** Висвітлено підхід до визначення потужності джерела розосередженого генерування та оптимального місця його підключення для забезпечення мінімального значення втрат активної потужності в замкненій електричній мережі напругою 110 кВ. Виконано аналіз впливу потужності сонячної електростанції на режимні параметри мережі. Запропоновано критерій визначення значення потужності ДРГ в вузлах можливого підключення. Розроблено рекомендації до визначення оптимального вузла підключення джерела розосередженого генерації відповідної потужності.*

***Ключові слова:** джерела розподіленої генерації, потокорозділ, коефіцієнт завантаження трансформатора, потужність*

В об'єднаній енергосистемі України, яка являється системоутворюючою галуззю, відбуваються досить суттєві зміни. Централізований спосіб функціонування електроенергетичної системи вичерпав свої резерви. Затратно-екстенсивний принцип сировинної (передусім вуглецеві та уранові) енергетики привів галузь до невідворотно зростаючих затрат на підтримання параметрів електрообладнання і мереж в межах їх експлуатаційної надійності.

Позитивні зміни в розвитку традиційної енергетики безперечно на мінімальній межі і подальше функціонування може проходити в напрямку: остаточного розвалення та досягнення точки невідновлення і руйнування енергосистеми; якісного переформатуванням структури та філософії

функціонування електроенергетики, орієнтація на безресурсну генерацію відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) на принципах віртуалізації, з впровадженням самокерованих на локальних рівнях "розумних мереж", з розбудовою розподільних мереж на основі впровадження нових рівнів напруг для зменшення втрат потужності, удосконаленням та розвитком топології мереж.

Світовий досвід показує, що зі збільшенням частки розподіленої генерації, в тому числі і на основі відновлюваних джерел енергії, виникає необхідність вирішення ряду проблем: стохастичного характеру виробництва електроенергії, забезпечення надійної роботи об'єктів розподіленої генерації (РГ) у складі електроенергетичної системи зі зміною підходів до режимно-технологічного проектування, планування і управління нею, регулювання частоти та напруги об'єктами РГ, забезпечення надійності і якості електропостачання споживачів, забезпечення стійкої роботи джерел розосередженого генерування (ДРГ). В Україні ці проблеми пов'язані, з одного боку, зі станом, експлуатацією та особливостями побудови електричних мереж, з іншого – особливостями функціонування самого ДРГ в нормальних і аварійних умовах. Введення ДРГ має суттєвий вплив на роботу ОЕС і вимагає скоординованої роботи системних операторів магістральних, районних та розподільних мереж при плануванні та моніторингу режимів роботи в реальному часі [1].

Ще однією проблемою, яка виникає на етапі проектування являється вибір оптимального місця підключення ДРГ до електричної мережі, оскільки даний фактор значно впливає на втрати потужності в мережі в цілому. Бажання споживача щодо введення потужності ДРГ не завжди співпадають з технічними можливостями мережі. Різниця між втратами потужності, у випадку, коли ДРГ підключено в найбільш оптимальному, і найменш оптимальному вузлах, може перевищувати 10 % [2].

Мета роботи полягає у обґрунтуванні вибору оптимального місця підключення джерела розосередженого генерування та значення його

потужності для забезпечення мінімальної величини втрат активної потужності в мережі.

Введення ДРГ в електричну мережі призводить до зміни її режимних параметрів: відбувається перерозподіл потужностей по лініях електропередавання (ЛЕП) і відповідно зміна профілю напруг в мережі. Важливими при цьому є місце, тобто вузол підключення ДРГ, та її потужність.

Слід також зазначити, що активне та реактивне навантаження вузлів змінюється з часом, що в свою чергу викликає певні коливання рівня напруги в мережі.

Встановлення ДРГ в замкненій районній електричній мережі (РЕМ) зі випадковою зміною потужності генерування може змінювати напрямок потоків потужності. При попередньому визначенні вузла підключення ДРГ та її потужності необхідно враховувати три можливі ситуації щодо вузлового навантаження і потужності ДРГ в районній електричній мережі:

1. Власне навантаження кожного вузла в мережі більше або дорівнює вихідній потужності ДРГ, підключених до цього вузла.
2. В РЕМ існує щонайменше один вузол, де вихідна потужність ДРГ більша, ніж власне навантаження цього вузла, але сумарна потужність ДРГ даної РЕМ у цілому менша, ніж її сумарне навантаження.
3. В мережі існує щонайменше один вузол, де вихідна потужність ДРГ більша, ніж власне навантаження цього вузла і сумарна потужність ДРГ даної мережі в цілому більша, ніж її сумарне навантаження.

У першому випадку встановлені ДРГ в мережі будуть впливати на зменшення втрат потужності в мережі. У другому випадку ДРГ можуть перманентно збільшувати втрати потужності у деяких лініях електропередавання мережі, але, в цілому, сумарні втрати потужності в РЕМ знижуються. У третьому випадку сумарні втрати потужності всієї мережі будуть більше, ніж до встановлення ДРГ.

Таким чином, встановлення ДРГ може як збільшувати, так і

зменшувати втрати потужності в РЕМ, що в основному залежить від вузлів підключення в мережі, потужності ДРГ в мережі, їхнього коефіцієнта потужності, а також від топології мережі.

Для обґрунтування доцільності оптимального введення потужності ДРГ в вузлі замкненої електричної мережі проведені розрахунки режимних параметрів пяти тестових 8-ми вузлових замкнутих мереж напругою 110 кВ різної конфігурації та виконано аналіз впливу джерел розподіленого генерування на режим роботи мережі. При цьому розглянуто варіанти підключення ДРГ з можливою потужністю генерації в діапазоні від 13 до 31 МВт з кроком 2 МВт для кожного з вузлів схеми. У якості умовного джерела розподіленого генерування обрано сонячну фотоелектричну станцію при умові прийнятних погодних та територіальних факторів її функціонування в мережі, тобто розглянуто вплив генерації на системні режимні параметри, такі як напруга у вузлах та втрати потужності в лініях, без врахування стохастичного характеру потужності.

Аналіз режимних параметрів виконанувався в межах 80 усталених режимів роботи, розрахованих в програмному середовищі DigSilent Power Factory, для кожної з пяти електричних мереж.

На рис. 1 представлена одна із пяти схем електричної мережі, для яких виконувалася аналіз режимних параметрів при введенні розподіленої генерації в вузли мережі. В табл. 1 представлені значення номінальних напруг та потужностей трансформаторів, установлених в вузлах мережі, представленої схеми.

Табл. 1. Параметри трансформаторів у вузлах мережі

№ вуз.	1	2	3	4	5	6	7	8
$U_{тр},$ кВ	110/35/10	110/35/10	110/35/10	110/35/10	110/10	110/35/10	110/35/10	110/35/10
$S_{тр},$ МВА	25	10	10	16	10	16	10	16

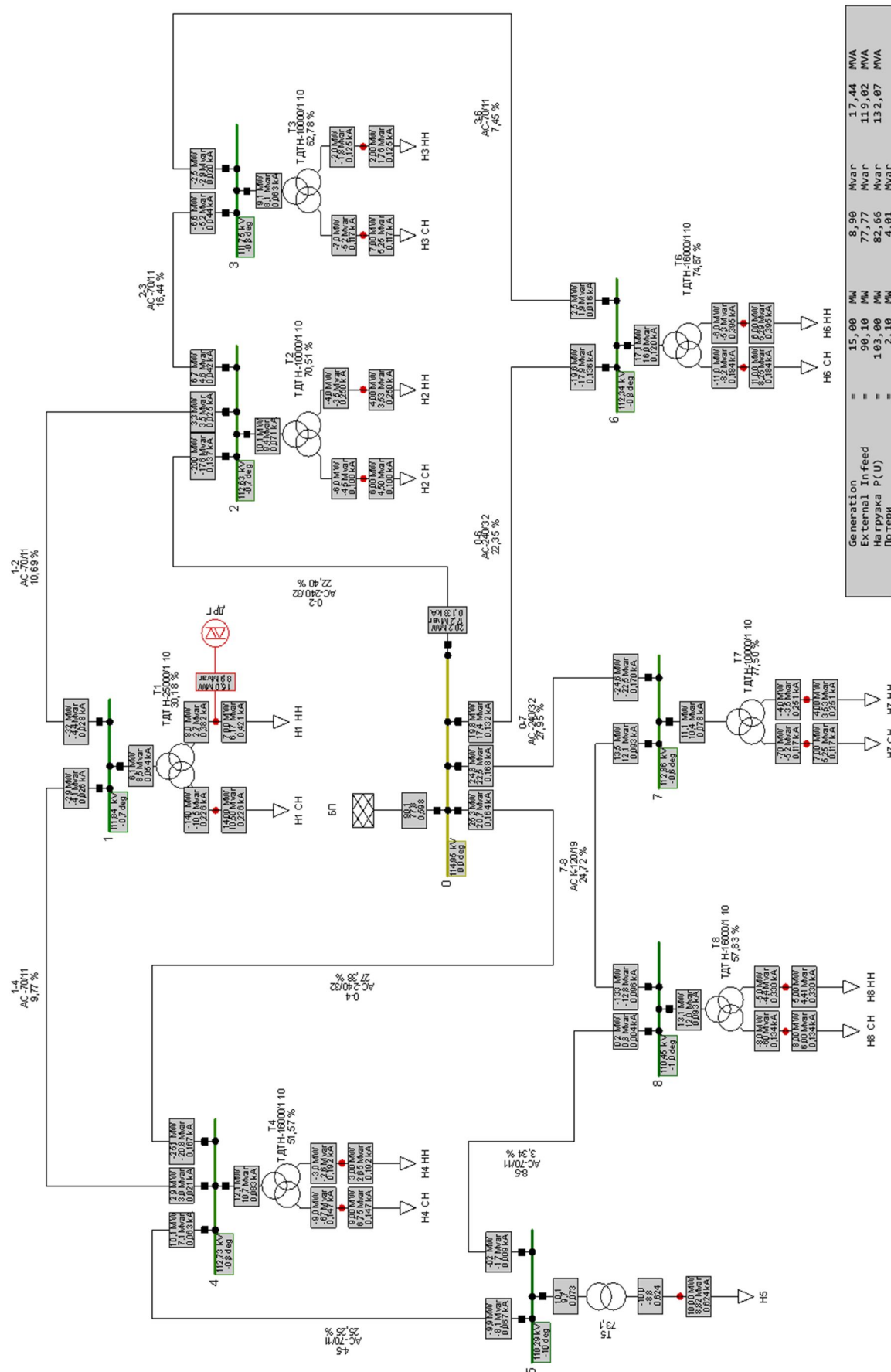


Рис.1. Розрахункова модель схеми електричної мережі з ДРГ в першому вузлі в програмному середовищі DigSilent Power Factory

В табл. 2 для вибірових потужностей (13, 23 та 31 МВт) сонячної електростанції в вузлах мережі представлені розрахункові рівні напруг при значенні напруги на рівні 115 кВ в балансуєчому пункті «0» (БП).

Табл. 2. Рівні напруг у вузлах схеми

$P_{\text{СЕС}}$	Пункт, у якому підключено СЕС	U_1 , кВ	U_2 , кВ	U_3 , кВ	U_4 , кВ	U_5 , кВ	U_6 , кВ	U_7 , кВ	U_8 , кВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 МВт	-	109.6	111.91	111.24	112.2	109.95	112.17	112.8	110.27
13 МВт	1	111.56	112.54	111.68	112.67	110.25	112.32	112.85	110.43
	2	110.2	112.84	111.9	112.32	110.03	112.39	112.81	110.31
	3	110.01	112.55	112.84	112.28	110.00	112.75	112.81	110.29
	4	110.04	112.03	111.32	113	110.47	112.19	112.89	110.54
	5	109.88	111.98	111.29	112.72	112.21	112.18	113.22	111.54
	6	109.75	112.14	111.86	112.22	109.97	113.41	112.9	110.28
	7	109.64	111.92	111.24	112.28	110.37	112.17	113.64	110.93
	8	109.75	111.95	111.26	112.48	111.24	112.18	113.48	112.32
23 МВт	1	112.9	112.95	112	112.98	110.45	112.41	112.88	110.53
	2	110.54	113.4	112.3	112.4	110.07	112.5	112.82	110.32
	3	110.24	112.92	113.84	112.32	110.03	113.07	112.81	110.3
	4	110.32	112.1	111.37	113.54	110.8	112.2	112.94	110.71
	5	110.06	112.03	111.32	113.05	113.74	112.2	113.48	112.36
	6	109.8	112.28	112.26	112.23	109.97	114.21	112.8	110.28
	7	109.67	111.92	111.24	112.32	110.61	112.17	114.12	111.32
	8	109.84	111.97	111.27	112.65	112.08	112.18	113.9	113.68
31 МВт	1	113.9	113.27	112.19	113.2	110.59	112.48	112.9	110.6
	2	110.77	113.77	112.54	112.42	110.09	112.57	112.82	110.33
	3	110.39	113.16	114.52	112.34	110.04	113.28	112.81	110.31
	4	110.51	112.15	111.4	113.9	111.03	112.21	112.97	110.83
	5	110.18	112.08	111.34	113.29	114.85	112.19	113.67	112.98
	6	109.89	112.37	112.53	112.34	109.98	114.76	112.8	110.28
	7	109.68	111.92	111.24	112.35	110.76	112.17	114.44	111.58
	8	109.9	111.98	111.28	112.77	112.66	112.18	114.2	114.6

З таблиці видно, що зміна потужності генерації в прийнятих межах не викликає понаднормативних відхилень напруги в вузлах в нормальному режимі, а втрати в мережі внаслідок зміни потоків потужності мають характерні зміни.

На основі даних моделювання режимів отримані наступні графічні залежності активних (рис.2) та реактивних (рис.3) втрат потужності від завантаження трансформаторів у вузлах мережі, а також залежність втрат активної потужності від потужності генерації (рис.4).

На рис.2 та рис.3 в першому вузлі спостерігається нехарактерний для

інших вузлів різкий спад кривої втрат потужності. Такий характер кривої викликаний тим, що при найбільшій потужності трансформатора в даному пункті мережі (по лініях живлення вузла перетікають значні потоки потужності) при збільшенні потужності СЕС відбувається суттєве розвантаження трансформатора та зменшення потоків потужності по лініях і, як наслідок, зниження втрат потужності в них та підвищення рівня напруги у вузлі.

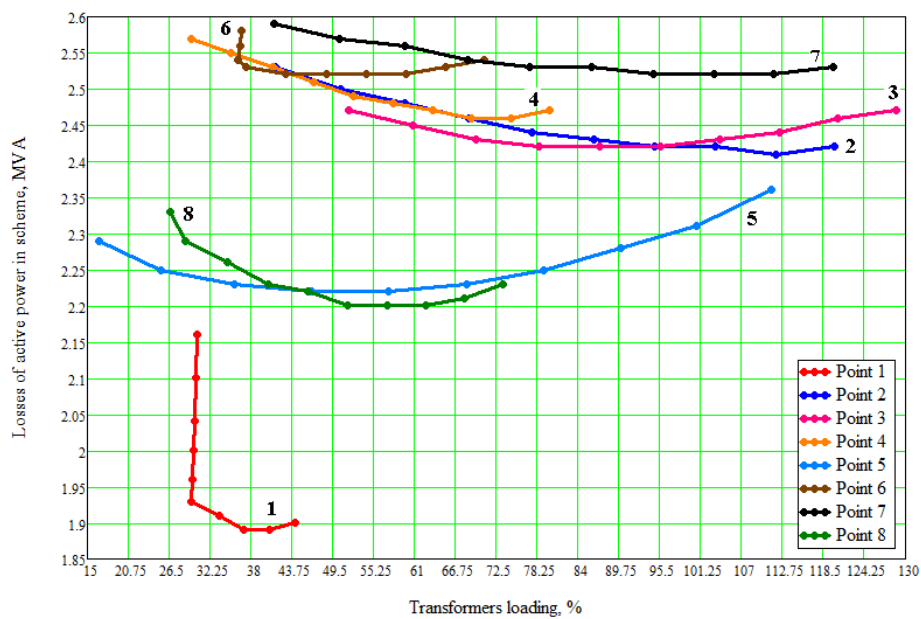


Рис. 2. Залежність втрат активної потужності від завантаження трансформатора

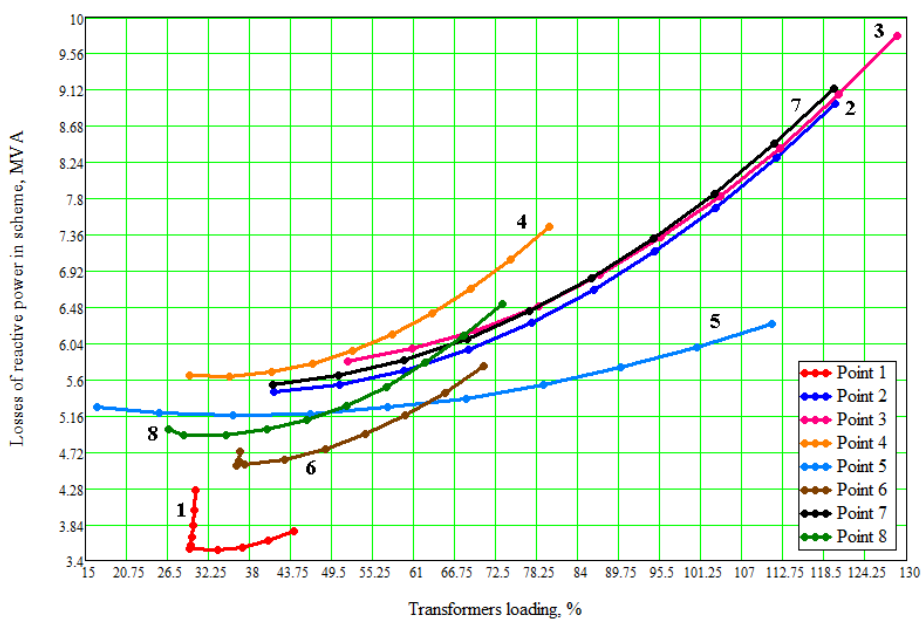


Рис.3. Залежність втрат реактивної потужності від завантаження трансформатора

трансформатора

В табл. 3. представлено значення втрат активної та реактивної потужності в мережі при завантаженні трансформаторів у вузлах для вибірових значень потужності СЕС.

Табл. 3. Втрати потужності в мережі та завантаження трансформаторів

Р _{СЕС}	Пункт, у якому підключено СЕС	Втрати потужності в схемі		Завантаження трансформаторів, %							
		ΔP_{Σ} , МВА	ΔQ_{Σ} , МВАр	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0 МВт	-	2.81	7.23	59.78	71.01	63.09	51.83	73.3	75	77.55	57.93
13 МВт	1	2,16	4,26	30.35	70.58	62.82	51.6	73.1	74.89	77.51	57.85
	2	2,53	5,45	59.43	41.42	62.69	51.77	73.3	74.84	77.54	57.91
	3	2,47	5,82	59.54	70.57	51.75	51.79	73.3	74.58	77.54	57.92
	4	2,57	5,65	59.53	70.93	63.04	29.65	73	74.96	77.48	57.78
	5	2,29	5,27	59.62	70.96	63.06	51.58	16.6	74.99	77.23	57.23
	6	2,58	4,72	59.69	70.85	62.71	51.82	73.3	36.68	77.54	57.93
	7	2,59	5,54	59.75	71.01	63.09	51.79	73.0	75	41.31	57.57
	8	2,33	4,99	59.69	70.99	63.07	51.69	72.4	75	77.03	26.6
23 МВт	1	1,93	3,54	29.63	70.29	62.64	51.46	73	74.82	77.5	57.79
	2	2,43	6,68	59.23	86.15	62.46	51.74	73.3	74.75	77.53	57.9
	3	2,42	7,32	59.41	70.31	95.57	51.77	73.3	74.34	77.54	57.92
	4	2,48	6,15	59.36	70.88	63	58	72.7	74.97	77.44	57.89
	5	2,23	5,37	59.5	70.93	63.04	51.42	68.3	74.98	77	56.78
	6	2,52	4,75	59.64	70.75	62.48	51.81	73.3	48.64	77.54	57.93
	7	2,53	6,83	59.74	71	63.1	51.77	72.9	75	85.95	57.35
	8	2,2	5,28	59.64	70.1	63.07	51.61	71.9	74.99	76.72	51.61
31 МВт	1	1,9	3,76	44.19	70.08	62.52	51.35	72.9	74.77	77.47	57.75
	2	2,42	8,95	59.1	120.06	62.31	51.72	73.2	74.71	77.53	57.9
	3	2,48	9,77	59.32	70.15	128.7	51.76	73.3	74.19	77.54	57.91
	4	2,47	7,45	59.25	70.84	62.99	79.96	72.6	74.97	77.42	57.62
	5	2,36	6,28	59.44	70.91	63.03	51.31	111.1	74.98	76.89	56.46
	6	2,54	5,76	59.61	70.69	82.32	51.81	73.3	70.79	77.55	57.93
	7	2,53	9,13	59.74	71	68.08	51.76	72.8	75	119.81	27.21
	8	2,23	6,52	59.61	70.96	63.06	51.56	71.5	74.99	76.5	73.38

При наявності в мережі СЕС втрати активної потужності знижуються зі збільшенням потужності генерації, за виключенням найбільш віддалених вузлів від балансуєного пункту БП «0», в яких зменшення втрат має місце приблизно до 60 % завантаження трансформаторів. При значних перевантаженнях трансформаторів (до 130 %) має місце збільшення втрат

реактивної потужності в порівнянні з втратами в мережі без потужності СЕС. Залежність активних втрат потужності в мережі від завантаження трансформаторів має нелінійний характер. Для кожного вузла при одному значенні завантаження трансформатора активні втрати відрізняються. При нижчому коефіцієнті завантаження мають місце менші втрати реактивної потужності. При підвищенні завантаження трансформаторів швидкість збільшення реактивних втрат вища, ніж активних.

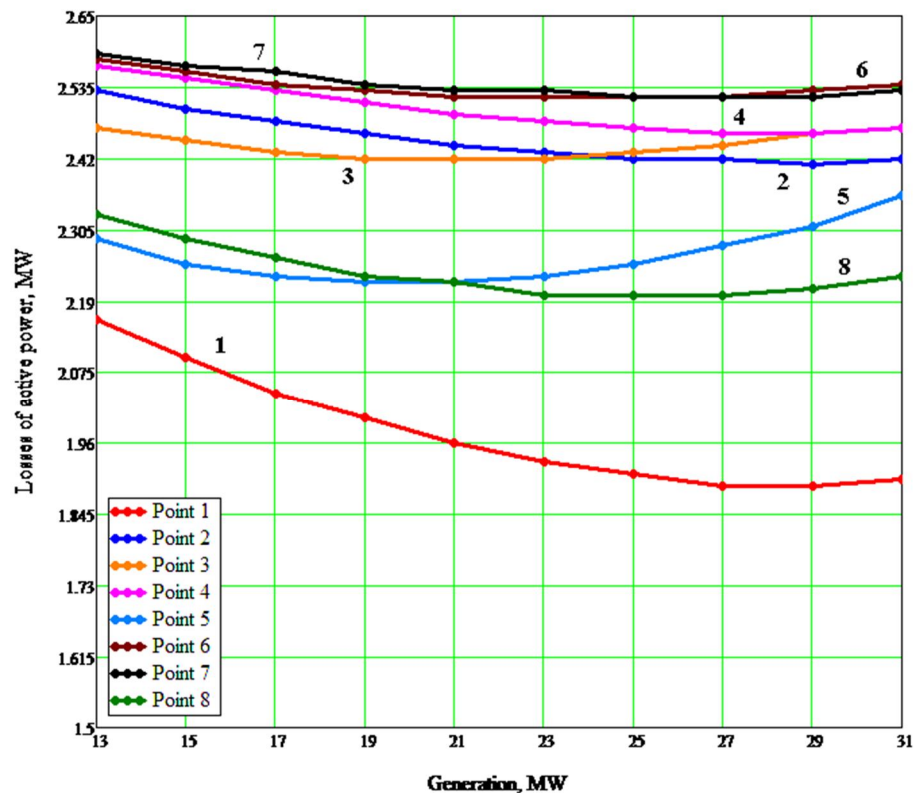


Рис. 4. Залежність втрат активної потужності від потужності генерації

Незалежно від місця підключення і потужності генерації СЕС втрати активної потужності в мережі однозначно знижуються в порівнянні з втрами в мережі без введення СЕС. В представлений на рис. 1 мережі маємо два вузла 1 та 5, в яких спостерігається потокорозділ потужності, тобто потоки потужності по лініях, які живлять вузли направлені до них від балансуючого пункту.

В вузлі 1 навантаження найбільше в порівнянні з іншими вузлами і складає 21 % від навантаження мережі (рис. 5). При цьому оптимальна

потужність генерації СЕС, яка може бути введена у вузел, повинна становити приблизно 29 МВт при втратах потужності на рівні $\Delta S = 1,89 - j3,64$ МВА, значення яких є найменшим в порівнянні з втратами при підключенні СЕС в інші вузли. В розрахунковому режимі без введення генерації в мережі втрати потужності знаходяться на рівні $\Delta S = 2,81 - j7,23$ МВА.

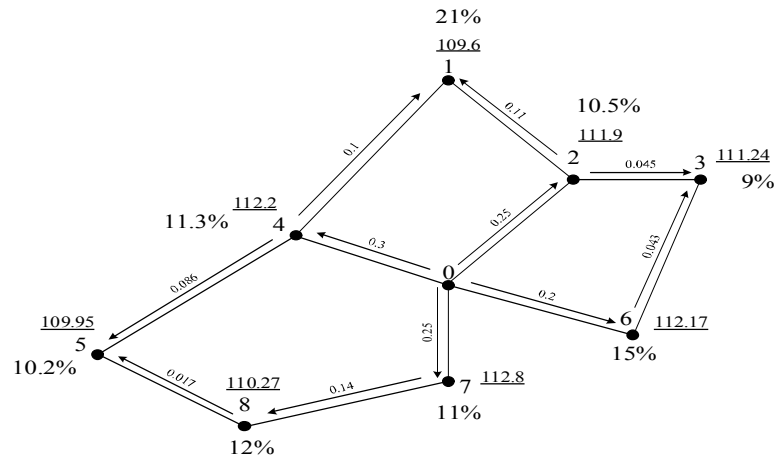


Рис. 5. Схема електричної мережі 110 кВ з коефіцієнтами поточкорозподілу потужності

У вузлі 5 навантаження складає 10,2 % від сумарного навантаження в мережі. Оптимальна потужність генерації СЕС, яка може бути введена у вузел 5, повинна становити приблизно 19 МВт при цьому втрати потужності будуть знаходитися на рівні $\Delta S = 2,22 - j5,18$ МВА.

Таким чином для досліджуваних восьмивузлових замкнених мереж напругою 110 кВ виявлена закономірність, яка підтверджує, що оптимальним вузлом для підключення ДРГ є вузол, в якому має місце поточкорозділ потужності. При наявності декількох таких вузлів у мережі оптимальним з них для підключення є вузол з максимальним навантаженням. Оптимальна потужність СЕС у вузлі не повинна перевищувати 110 % потужності встановленого трансформатора.

Висновок. Оптимальним місцем підключення джерела розосередженого генерування в замкненій електричній мережі напругою 110 кВ, для забезпечення мінімального значення втрат активної потужності,

можна вважати вузол потокорозділу потужності з найбільшою часткою його струму від балансуєчого пункту.

За оптимальне значення потужності ДРГ у визначеному вузлі можна прийняти потужність, що перевищує не більше ніж на 10 % сумарну потужність установлених в ньому трансформаторів.

Запропонований підхід дасть змогу виконати попередню оцінку місця встановлення ДРГ та значення її потужності не витрачаючи для цього занадто часу для виконуючи великих об'ємів багатоваріантних розрахунків режимів роботи мережі.

1. Pepermans, G., Driesen, J., Haeseldonckx, D., Belmans, R. D'haeseleer, W. Distributed generation: definition, benefits and issues. Energy Policy, 2005.

2. Кириленко О. В. Технічні аспекти впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах / О. В. Кириленко, В. В. Павловський, Л. М. Лук'яненко // Технічна електродинаміка. 2011. – №1. – С. 46 – 53.

3. Кириленко О. В. Технічні особливості функціонування енергосистем при інтеграції джерел розподіленої генерації / О. В. Кириленко, І. В. Трач // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2009. – Вип. 24. – С. 3–7.

4. Andrew Keane, Mark O'Malley "Optimal Allocation of Embedded Generation on Distribution Networks", IEEE Transactions on Power Systems, vol. 20, no. 3, pp. 1640-1646, August 2005.