

*ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА  
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА*

УДК 621.314.212 DOI:

**АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА  
ДІАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ  
ГЕНЕРАТОРІВ ТА МАСЛЯНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Бацуровська І. В., д.п.н.

ORCID: 0000-0002-8407-4984

*Миколаївський національний аграрний університет*

Тел. (0512) 40-37-80

*Постановка проблеми.* У сучасній електроенергетиці найбільш актуальні ті ж тенденції, що і в промисловості: повна автоматизація технологічних процесів, прогнозування розвитку ситуації на основі накопичення великих обсягів даних. Найбільш актуальним аспектом автоматизації в електроенергетиці як і раніше залишається впровадження сучасних та передових технологій з боку експлуатуючих організацій. Сучасні технології дозволяють мінімізувати людський фактор в електроенергетиці і, в свою чергу, різко підняти продуктивність праці. Тому сьогодні є актуальним проведення аналізу принципів побудови та функціональних можливостей автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів.

*Аналіз останніх досліджень.* В основу нашого дослідження покладено роботи науковців в області дослідження генераторів та масляних трансформаторів, автоматизованих системи контролю та діагностики технологічних їх параметрів. Так проблемами конструкцій та застосуванням трансформаторів присвятили роботи В. Г. Херлі та В. Х. Вулф [1]. Проблемами удосконалення трансформаторів займались В. С. Блинцов, Р. А. Ставинский, Е. А. Авдеева, О. С. Садовий [2, 3, 4]. Особливостями раціонального вибору електричних машин та трансформаторів присвячують роботи М. В. Загірняк, В. В. Прус, Б. І. Невзлін [5]. Аналізу методів побудови генераторів присвятив свої роботи О. В. Северінов [6]. Заслужують на увагу розробки технологічний аналіз науково-виробничої організації з приводу контролю та діагностики генераторів та масляних трансформаторів. З урахуванням підвищення потреб енергозбереження в Європі [7] питання актуальності автоматизовані системи контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів потребує додаткового вивчення та аналізу технологічних параметрів.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Метою статті є дослідження потенційних можливостей автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів.

*Основна частина.* Технічний контроль технологічних параметрів по суті представляє перевірку відповідності технологічного об'єкта встановленим технічним вимогам [8]. Технічна діагностика охоплює теорію, методи і засоби визначення технічного стану об'єкта. Призначення технічної діагностики в загальній системі технічного обслуговування – зниження обсягу витрат на стадії експлуатації за рахунок проведення цільового ремонту. Технічне діагностування технологічних параметрів представляє собою процес визначення технічного стану технологічного об'єкта. Так як в якості технологічного об'єкта в нашому дослідженні виступають генератори та масляні трансформатори, уточнимо понятійні визначення. Генератор представляє собою пристрій, що виробляє будь-які продукти, які здатні виробляти електроенергію або перетворювати один вид енергії в інший. Трансформатор – статичний електромагнітний пристрій, що має дві або більше індуктивно зв'язані обмотки і призначений для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї або кількох систем (напруг) змінного струму в одну або декілька інших систем (напруг) змінного струму без зміни частоти системи (напруги) змінного струму [9, 10]. В даний час відомо багато різних за принципом дії генераторів та масляних трансформаторів, але більшість з них вимагають перевірки і удосконалення, інакше вони не задовольнятимуть сучасним вимогам і тестам на випадковість [2]. Тому сьогодні є актуальним проведення аналізу принципів побудови та функціональних можливостей автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів. В контексті нашого дослідження проаналізуємо потенційні можливості автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів на прикладі автоматизованих систем контролю і діагностики «НЕВА-АСКДТ», «НЕВА-АСКДГ» та пристроїв визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ», контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» та пристрою центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ».

*Автоматизована система контролю і діагностики трансформатора «НЕВА-АСКДТ»* призначена для контролю і діагностики масляного трансформатора та розроблено для трансформаторів класів напруги 10 – 750 кВ потужністю від 2500 кВ·А до 1250 МВ·А. Використання системи дозволяє достовірно оцінити технічний стан трансформаторного обладнання, знизити фінансові витрати на ремонт трансформатора за рахунок переходу на

обслуговування по фактичному стану та відмови від регламентного обслуговування, підвищити надійність електропостачання та безпеку персоналу і навколишнього середовища. До її основних функцій відноситься діагностування технічного стану трансформатора і його систем по комплексу вимірюваних параметрів, подання даних у вигляді мнемосхем, таблиць і графіків на локальному моніторі і АРМ чергового оператора, архівування даних і подій на енергонезалежному носії та передача даних вимірювань і подій в мережу АСУ станції по каналах Ethernet 10/100. Система здатна діагностувати та здійснювати контроль таких параметрів: температури верхніх і нижніх шарів масла трансформатора; температури обмотки трансформатора; рівня масла; волого-і газовмісту масла; електричних параметрів; стану ізоляції маслonaповнених високовольтних вводів; тиску масла на вводах трансформатора; рівня вібрації трансформатора; напрямку потоку масла маслonaсосів; роботи газового захисту трансформатора; роботи запобіжного клапана; роботи клапана заслінки; комутаційного стану елементів шафи автоматичного охолодження трансформатора (ШАОТ); роботи РПН. Система сигналізації спрацьовує у разі несправності обладнання та про вихід значень контрольованих параметрів за встановлені технологічні межі.

Таблиця 1 – Технічні характеристики автоматизованої системи контролю і діагностики трансформатора «НЕВА-АСКДТ»

Характеристика	Показник
Кількість вимірювальних каналів змінного струму 1 А або 5А	до 9
Кількість вимірювальних каналів температури	до 12
Кількість дискретних входів	до 128
Кількість каналів управління	до 25
Кількість каналів сигналізації	до 15
Параметри вихідних дискретних сигналів, А / В	1/220 АС, 0,2 / 220 DC
Межі вимірювання концентрації газів в маслі, по об'єму - в водневому Н <sub>2</sub> еквіваленті	0 ... 2000x10 <sup>-6</sup>
Межі вимірювання концентрації вологи в маслі, %	0 ... 100
Межі вимірювання температури верхніх шарів масла і навколишнього середовища, °С	-50 ... +150
Цифровий інтерфейс зв'язку між шафою контролю трансформаторів (ШКТ) і сервером	Ethernet 10/100
Температурний діапазон роботи ШАОТ, °С	-40 ... + 85
Температурний діапазон роботи ШКТ, °С	0 ... + 45
Точність вимірювання тиску	не гірше 0,5%
Живлення	~ 220 В, = 220 В
Середнє напрацювання на відмову системи, годин	50 000
Термін служби системи, років	15

Технічні характеристики для одного трансформатора представлені в Таблиця 1.

*Автоматизована система контролю і діагностики генератора «НЕВА-АСКДГ»* призначена для контролю технологічних параметрів генератора і його допоміжних систем, а також діагностування стану генератора у всіх експлуатаційних режимах. Відповідає технічним вимогам виробників генераторів потужністю від 20 МВт до 1000 МВт і є оптимальним рішенням для заміни існуючих систем типу А-701. До основних функцій віднесено контроль теплових та електричних параметрів генератора, електричного опору ізоляції ланцюгів ротора, вібрації лобових частин і стрижнів статора генератора, струму зворотної послідовності, виткових замикань ротора та роботи щітково-контактного апарату. Також до ключових функцій можна віднести подання даних у вигляді таблиць і графіків на локальному моніторі і АРМ чергового оператора, сигналізацію про вихід значень контрольованих параметрів за уставки, реєстрацію аварійних подій, технічне діагностування генератора по контрольованих параметрах, архівування даних і подій на енергонезалежному носії та передачу даних вимірювань і подій в мережу АСУ станції по каналах Ethernet 10/100. Технічні характеристики представлені нижче (таблиця 2).

Таблиця 2 – Технічні характеристики автоматизованої системи контролю і діагностики генератора «НЕВА-АСКДГ»

Число вимірювальних каналів аналогового введення:	Показник
- термоопорів ТСП 100	до 600
- віброперетворювачів п'єзоелектричних	24
- віброперетворювачів оптичних	до 12
- зволоження ізоляції міжфазних зон	7
- напруги ланцюгів ротора	1
- магнітного потоку в зазорі генератора	до 2
- струму щіток ЩКА	за кількістю щіток
- змінної напруги	3
- змінного струму генератора	3
Число каналів дискретного виводу	від 8 до 24
Основна приведена похибка вимірювання аналогових величин	не більше 0,5%
Період передачі даних на верхній рівень	не більше 1 сек.
Живлення	~ 220 В 50 Гц, = 220В

«НЕВА-АСКДГ» являє собою багаторівневу розподілену систему, що складається з підсистем, що відповідають за збір, первинну обробку та передачу даних з датчиків, за допомогою яких проводиться вимірювання відповідних електричних і неелектричних

параметрів. Поділ на підсистеми пов'язаний з особливостями виміру технологічних параметрів різної фізичної природи, різними принципами вимірювання і можливістю подальшого поетапного вдосконалення АСКДГ. Принцип поділу на підсистеми також дозволяє компонувати систему під конкретне замовлення з різними функціями і завданнями в широкому діапазоні ціни на АСКДГ. Кожна підсистема може виконуватися як функціонально закінчений пристрій, здатний працювати самостійно або в складі АСК ТП об'єкта, виконуватися як в складі основної шафи центрального контролера системи (ЦКС), так і територіально вноситися. ЦКС за допомогою спеціалізованого ПЗ виробляє архівування інформації, поглиблений діагностичний аналіз вимірюваних параметрів, забезпечує візуалізацію даних на локальному пульті відображення (ЛПВ) і (або) виносному АРМ оперативного персоналу, а також забезпечує аварійну і попереджувальну сигналізацію. Для організації довготривалих архівів і вирішення складних діагностичних завдань, ЦКС забезпечує передачу даних на сервер і в мережу АСУ ТП об'єкта.

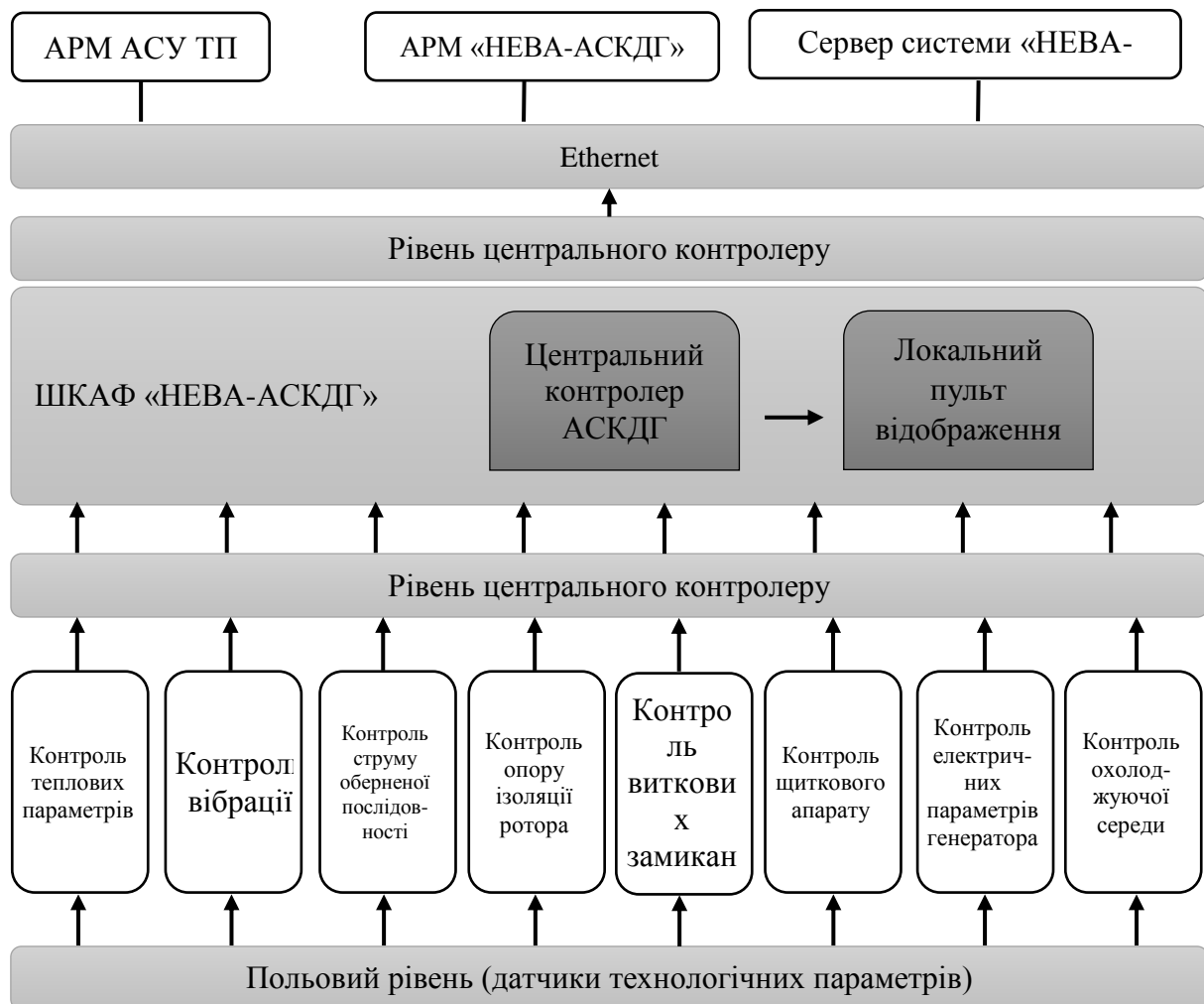


Рис. 1. Технологічна схема функціонування автоматизованої системи контролю і діагностики генератора «НЕВА-АСКДГ».

*Пристрій визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ»* призначений для виявлення пошкодженого фідера в мережах 6-10-35 кВ з ізолюваною нейтраллю, а також в мережах з резистивно-заземленою або компенсованою нейтраллями. Застосування пристрою «НЕВА-ОПФ» дозволяє прогнозувати стан кабельних ліній з можливістю виведення з роботи кабелю з дефектом ізоляції до виникнення стійкого однофазного замикання. До основних функцій можна віднести осцилографування перехідних процесів, одночасний аналіз аварійних процесів у всіх контрольованих фідерах, відображення пошкодженого фідера на відповідній мнемосхемі мережі або видача команди на відключення пошкодженого фідера, запис і зберігання даних вимірювань в незалежній пам'яті та передачу даних вимірювань і результатів роботи пристрою в мережу АСУ об'єкта. Для коректної роботи «НЕВА-ОПФ» до пристрою повинні бути підключені наступні сигнали напруги нульової послідовності, а також фазні напруги на всіх гальванічних не пов'язаних секціях шин, струми нульової послідовності всіх контрольованих приєднань та струми нульової послідовності заземлюючих пристроїв, таких як дугогасяючі/компенсуючі реактори або заземлюючі резистори. Частота дискретизації осцилографування повинна вибиратися в залежності від умов конкретної електричної мережі.

Основним видом ушкоджень ізоляції в мережах 6-35 кВ є однофазні часткові або повні пробої ізоляції, що призводять до появи перенапруг, руйнувань ізоляції ділянок мережі, тривалих перерв електропостачання споживачів. Неодмінною ознакою існування однофазних ушкоджень є практично однакові у всій мережі підвищення напруги нульової послідовності. Застосовувані на практиці прийоми селективного визначення пошкодженої ділянки мережі, які залежать від струмах нульової послідовності, не забезпечують швидке і надійне рішення. Часто процедура заземлення проводиться шляхом почергового відключення-включення живильних фідерів зі створенням небезпечних для ізоляції перенапруг.

Як показує практика, процес пошкодження фазної ізоляції до стану її пробою є тривалим. Він може розтягнутися на час від десятків хвилин до декількох діб. Тому актуальним є створення систем селективного і надійного розпізнавання зон мережі з ушкодженнями ізоляції для вжиття заходів щодо своєчасного виводу обладнання в ремонт до настання факту аварійного відключення. Впровадження пристрою «НЕВА-ОПФ» дозволяє зменшити збитки через перерв електропостачання, скоротити витрати на ремонтно-відновлювальні роботи. Пристрій «НЕВА-ОПФ» використовується в мережах, що мають такі режими нейтралей, як ізолювана, компенсована (при будь-яких налаштуваннях дугогасних реакторів), резистивно-заземлена (при низькоомному і високоомному заземленні) та змішане активно-

індуктивне заземлення нейтралі.

Щодо статистичної інформації про режими ОЗЗ, зазначимо, що всі результати визначення пошкодженого фідера зберігаються в файлі даних в форматі «xml». Для кожної з секцій об'єкта зберігається наступна інформація: ідентифікатор секції; загальна кількість зафіксованих пошкоджень. Для кожного з ушкоджень зберігається: дата і час виникнення; ідентифікатор пошкодженого фідера; тип пошкодження; величина струму в перехідному процесі; величина струму усталеного ОЗЗ; величина активної енергії в перехідному процесі.

Перегляд вищевказаної інформації про роботу «ОПФ» може бути виконаний з використанням будь-якої програми, що дозволяє обробляти файли в форматі «xml», наприклад, програми «Microsoft Excel». Інформація може бути використана для виконання автоматичного або ручного аналізу ступеня пошкоджуваності кабельних ліній з метою виведення їх в ремонт до виникнення повноцінного пошкодження, для уточнення реальних даних про типи ушкоджень, які найчастіше виникають, що дозволить адекватно виставити вагові коефіцієнти різних алгоритмів; а також для уточнення реальних даних про струми замикання з урахуванням заземлення (сумарному, струмах окремих фідерів, струмах вищих гармонік) з метою уточнення уставок виявлення пошкодженого приєднання.

*Пристрій контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ»* призначений для вимірювання та контролю опору ізоляції мережі постійного струму, контролю опору ізоляції роторів і ланцюгів постійного струму систем збудження синхронних генераторів, компенсаторів і великих електродвигунів. Також може використовуватися для контролю і ізоляції інших ізольованих від землі мереж постійного струму (наприклад-оперативних ланцюгів релейного захисту та автоматики).

Основні функції пристрою : автоматичний збір в режимі реального часу електричних параметрів мережі постійного струму  $U$ ,  $R$ ; відображення на локальному моніторі пристрою значень  $U$  і параметрів опору ізоляції мережі постійного струму (+)  $R$ , (-)  $R$ ,  $R$  заг.; сигналізація про вихід опору ізоляції за задані параметри; передача даних по інтерфейсу RS-485 (Modbus), інтеграція з АСУ ТП; сигналізація несправності пристрою. Технічні характеристики представлені нижче (таблиця 3). Особливості пристрою:

– Пристрій контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» (УКПТ) не допускає підвищень напруги і комутаційних сплесків напруги в контрольованих ланцюгах постійного струму.

– Забезпечується можливість надійної роботи УКПТ з системами збудження.

Таблиця 3 – Технічні характеристики пристрою контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ»

Номінальна напруга контрольованої мережі постійного струму (залежно від модифікації)	200 В, 400 В, 600 В
Кількість уставок по опорі ізоляції (попередження, тривога)	2
Допустиме перевантаження по напрузі, $t = 50$ с	1750 В
Електрична міцність вхідного каналу вимірювання	5000 в
Діапазон вимірюваних опорів мережі	0,5-1000 кОм
Похибка вимірювання:	
R від 0,5-100 кОм	не більше 2%
R від 100 -1000 кОм	не більше 3%
U	не більше 1%
Ємність мережі	не впливає на роботу пристрою
Визначення полярності пошкодженої лінії	+
Можливість роботи зі стандартною схемою контролю ізоляції	+ (Не впливає на роботу існуючих пристроїв контролю ізоляції і не вносить перешкоди в роботу захистів системи збудження)
Контакти реле DC 220 В, 1 А	3 виходи
Індикація	РК дисплей
Напруга живлення	AC / DC 220 В
Споживана потужність	не більше 20 ВА
Цифровий інтерфейс	RS-485
Габарити	300x400x150 мм (Навісне виконання)

– УКПТ не перешкоджає роботі існуючих пристроїв контролю ізоляції і не вносить перешкоди в роботу систем збудження генераторів.

– Забезпечується можливість одночасної роботи пристрою зі стандартними схемами контролю ізоляції.

– Залежно від стану контрольованих ланцюгів пристрій автоматично змінює інтервали часу між циклами вимірів опорів ізоляції.

– Величина напруги і ємності контрольованих ланцюгів постійного струму не впливають на точність вимірювань і результати роботи УКПТ.

– УКПТ забезпечує передачу контрольних сигналів та вимірюваних величин в ланцюзі зовнішньої попереджувальної сигналізації, до зовнішнього комп'ютера і в локальну обчислювальну



мережу підприємства для вирішення завдань АСУ ТП верхнього рівня.

– Пристрій контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» легко інтегрується в системи технологічного управління і в програмні комплекси моніторингу стану технологічних агрегатів.

*Пристрій центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ»* призначений для реалізації аварійної та попереджувальної сигналізації на об'єктах електроенергетики з традиційною електромеханічною та мікропроцесорною системами управління. «НЕВА-СИГНАЛ» може працювати як автономно, так і в складі АСК ТП об'єкта. У цьому варіанті, сигнали від пристрою можуть передаватися в АСК і прийматися по інтерфейсу RS-485 для реалізації функцій сигналізації. Функції миготіння, колірне і звукове поділ аварійної сигналізації, тестування, малі габарити, простота монтажу і налагодження дозволяють застосовувати «НЕВА-СИГНАЛ» в якості заміни традиційних схем центральної сигналізації. Технічні характеристики представлені нижче (таблиця 4).

Таблиця 4 – Технічні характеристики пристрою центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ»

Кількість вхідних дискретних сигналів аварійної та попереджувальної сигналізації	32
Кількість вихідних дискретних сигналів, «сухий контакт» $\cdot 0,1 \text{ A} = 24 \text{ B}$	8
Тип вхідних дискретних сигналів	«Сухий контакт» = / $\sim 220 \text{ B}$ ; або потенціал = / $\sim 220 \text{ B}$ ,
Кількість ламп світлової сигналізації	32
живлення	= / $\sim 220 \text{ B}$
інтерфейс зв'язку	RS-485
протокол зв'язку	Modbus
споживана потужність	не більше 30 Вт
габаритні розміри	452x275x290 мм

Пристрій «НЕВА-СИГНАЛ» приймає сигнали аварійної та попереджувальної сигналізації по 32 каналам. Кожному каналу відповідає світловий індикатор на передній панелі пристрою. З приходом сигналу пристрій включає індикатор відповідного каналу в режим миготіння і видає в зовнішній ланцюг команду на вмикання звуку. Аварійні сигнали супроводжуються світловими індикаторами червоного кольору і командою на включення аварійного звукового сповіщення, а попереджувальні – жовтого кольору і командою на включення попереджувального звукового сигналу. Зовнішній службовий сигнал (і клавіша на клавіатурі пристрою) переводить

світлові індикатори з режиму миготіння в режим безперервного світіння з подальшим згасанням після зняття сигналу з входу. Тип вхідного сигналу (аварійний або попереджувальний) для кожного каналу користувач визначає самостійно при конфігурації пристрою. У процесі конфігурації задаються витримка часу спрацьовування запобіжного сигналу і тривалість команди на включення звуку.

*Висновки.* Таким чином, в ході проведеного аналізу потенційних можливостей автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів на прикладі автоматизованих систем контролю і діагностики «НЕВА-АСКДТ», «НЕВА-АСКДГ» та пристроїв визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ», контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» та пристрою центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ», встановлено, що технічне діагностування технологічних параметрів можна покращити за рахунок моніторингу та діагностики запропонованих систем. Визначено, що система «НЕВА-АСКДТ» призначена для контролю і діагностики масляного трансформатора та дозволяє достовірно оцінити технічний стан трансформаторного обладнання, знизити фінансові витрати на ремонт трансформатора за рахунок переходу на обслуговування по фактичному стану та відмови від регламентного обслуговування, підвищити надійність електропостачання та безпеку персоналу і навколишнього середовища. Автоматизована система контролю і діагностики генератора «НЕВА-АСКДГ» призначена для контролю технологічних параметрів генератора і його допоміжних систем, а також діагностування стану генератора у всіх експлуатаційних режимах. Пристрій визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ» призначений для виявлення пошкодженого фідера в мережах 6-10-35 кВ з ізолюваною нейтраллю, а також в мережах з резистивної-заземленою або компенсованою нейтраллями. Застосування пристрою «НЕВА-ОПФ» дозволяє прогнозувати стан кабельних ліній з можливістю виведення з роботи кабелю з дефектом ізоляції до виникнення стійкого однофазного замикання. Пристрій контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» призначений для вимірювання та контролю опору ізоляції мережі постійного струму, контролю опору ізоляції роторів і ланцюгів постійного струму систем збудження синхронних генераторів, компенсаторів і великих електродвигунів. Також може використовуватися для контролю і ізоляції інших ізолюваних від землі мереж постійного струму (наприклад, оперативних ланцюгів релейного захисту та автоматики). Пристрій центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ» призначений для реалізації аварійної та попереджувальної сигналізації на об'єктах електроенергетики з традиційною електромеханічною та мікропроцесорною системами управління.

### Список використаних джерел

1. Hurley W. G., Wolfe W. H. Transformers and inductors for power electronics: theory, design and application. John Wiley & Sonst, Ltd. 2013. 370 p.
2. Трансформаторы для встраивания в оболочки ограниченного диаметра объектов специальной техники и постановка задачи их усовершенствования / В. С. Блинцов и др. *Електротехніка і електромеханіка*. 2012. № 2. С. 16–21.
3. Яримбаш Д. С., Яримбаш С. Т. Особенности визначення параметрів короткого замыкання силових трансформаторів засобами польового моделювання. *Електротехніка та електроенергетика*. 2016. № 1. С. 12–16.
4. Особенности розподілення магнітних потоків у режимі неробочого ходу силових трансформаторів. *Електротехніка та електроенергетика* / Д. С. Яримбаш та ін. 2016. № 2. С. 5–10.
5. Загирняк М. В. Прус В. В., Невзлин Б. И. Особенности рационального выбора электрических машин, трансформаторов, электрических аппаратов и их серий. *Електромеханічні і енергозберігаючі системи*. 2011. № 3(15). С. 97–102.
6. Северінов О. В. Аналіз методів побудови генераторів псевдовипадкових послідовностей. *Системи обробки інформації*. 2013. Вип. 8. С. 198-201.
7. Мельникова Є. В. Энергобережения в Європі: застосування енергоефективних розподільних трансформаторів. *Енергобереження*. 2004. № 1. URL: [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2384](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2384) (дата звернення: 12.02.2021).
8. Васютинский С. Б. Вопросы теории и расчета трансформаторов. Ленинград: Энергия, 1970. 432 с.
9. Dasgupta I. Design Of Transformers. 1st Editio. Mcgraw Higher Ed. 2002. 552 p.
10. Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов: учебное пособие. Москва: Альянс. 2013. 528 с.

## АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРІВ ТА МАСЛЯНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Бацуровська І. В.

### Анотація

В статті представлено аналіз автоматизованих систем контролю та діагностики технологічних параметрів генераторів та масляних трансформаторів на прикладі автоматизованих систем контролю і діагностики «НЕВА-АСКДТ», «НЕВА-АСКДГ» та пристроїв визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ», контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ» та пристрою центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ». Визначено, що до основних функцій автоматизованої системи «НЕВА-АСКДТ» відноситься діагностування технічного

стану трансформатора і його систем по комплексу вимірних параметрів, подання даних у вигляді мнемосхем, таблиць і графіків на локальному моніторі і АРМ чергового оператора. Представлено технологічну схему функціонування автоматизованої системи контролю і діагностики генератора «НЕВА-АСКДГ». Виокремлено можливості пристрою визначення пошкодженого фідера «НЕВА-ОПФ». Представлено основні функції та технологічні характеристики пристрою контролю ізоляції мережі постійного струму «НЕВА-УКПТ», обґрунтовано відмінні особливості та функції. Представлено призначення пристрою центральної сигналізації «НЕВА-СИГНАЛ», його технічні характеристики.

**Ключові слова:** контроль та діагностика, генератори, масляні трансформатори, автоматизація систем, технологічні параметри.

## АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕРАТОРОВ И МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Бацуровская И. В.

### *Аннотация*

В статье представлен анализ автоматизированных систем контроля и диагностики технологических параметров генераторов и масляных трансформаторов на примере автоматизированных систем контроля «НЕВА-АСКДТ», «НЕВА-АСКДГ» и устройств определения поврежденного фидера «НЕВА-ОПФ», контроля изоляции сети постоянного тока «НЕВА-УКПТ» и устройства центральной сигнализации «НЕВА-СИГНАЛ». Определено, что к основным функциям автоматизированной системы «НЕВА-АСКДТ» относится диагностирование технического состояния трансформатора и его систем по комплексу измеренных параметров, представление данных в виде мнемосхем, таблиц и графиков на локальном мониторе и АРМ дежурного оператора. Представлены технологическую схему функционирования автоматизированной системы контроля и диагностики генератора «НЕВА-АСКДГ». Выделены возможности устройства определения поврежденного фидера «НЕВА-ОПФ». Представлены основные функции и технологические характеристики устройства контроля изоляции сети постоянного тока «НЕВА-УКПТ», обоснованно отличные особенности и функции. Представлено назначение устройства центральной сигнализации «НЕВА-СИГНАЛ», его технические характеристики.

**Ключевые слова:** контроль и диагностика, генераторы, масляные трансформаторы, автоматизация систем, технологические параметры.

## ANALYSIS OF AUTOMATED SYSTEMS OF CONTROL AND DIAGNOSIS OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF GENERATORS AND OIL TRANSFORMERS

I. Batsurovska

### *Summary*

The article presents the analysis of automated control systems and diagnostics of technological parameters of generators and oil transformers. Potential possibilities of automated control and diagnostic systems of technological parameters of generators and oil transformers on the example of automated control and diagnostic systems "NEVA-ASKDT", "NEVA-ASKDG" and devices for determining damaged feeder "NEVA-OPF", control of isolation of a network of a direct current "NEVA-UKPT" and the

device of the central alarm system "NEVA-SIGNAL" are analyzed. It is determined that the main functions of the automated system "NEVA-ASKDT" include diagnosing the technical condition of the transformer and its systems on a set of measured parameters, presenting data in the form of mnemoschemes, tables and graphs on the local monitor and workstation of the operator, archiving data and events and transmission of measurement data and events to the station's ACS network via Ethernet 10/100 channels. The technological scheme of functioning of the automated system of control and diagnostics of the NEVA-ASKDG generator is presented. The possibilities of the device for determining the damaged feeder "NEVA-OPF" are highlighted. It is noted that all the results of determining the damaged feeder are stored in the data file in "xml" format, namely for each of the sections of the object is stored section ID, the total number of recorded damage, for each of the damage is recorded date and time. The main functions and technological characteristics of the device of control of isolation of a network of a direct current "NEVA-UKPT" are presented, distinctive features and functions are substantiated. The purpose of the central alarm device "NEVA-SIGNAL", its technical characteristics are presented.

**Key words:** control and diagnostics, generators, oil transformers, system automation, technological parameters.