

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І АВТОМАТИКИ

КАФЕДРА МЕТРОЛОГІЇ ТА ПРОМИСЛОВОЇ  
АВТОМАТИКИ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

РОЗВИТОК НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ЗАСАД УДОСКОНАЛЕННЯ  
СИСТЕМИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ В ГАЛУЗІ  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

*Виконав: ст. гр. ІЯП-17м Звонарьов Р.О.*

*Науковий керівник: д.т.н., проф. Васілевський О.М.*

*Метою роботи є розроблення науково-методичних основ удосконалення системи нормативних документів в галузі електроенергетики України та метрологічного забезпечення технічних основ визначення оптимальних енергетичних параметрів*

*Об'єкт дослідження є система стандартизації в галузі електроенергетики.*

*Актуальність теми.* Основним завданням енергетичної стратегії України до 2030 р. є приведення електроенергетичного комплексу країни у стан відповідності міжнародним вимогам до економічності та надійності енергопостачання, що потребує удосконалення нормативно-правової бази електроенергетики України. Критичний аналіз нормативних документів (НД) показав, що сьогодні на міжнародному рівні в електроенергетиці чинними є більше трьох тисяч стандартів, а в Україні - біля тисячі стандартів різного рівня, але вони не охоплюють всі аспекти функціонування сучасної енергетики, понад 60 % з них є морально застарілими. Під час реконструкції наявних та спорудження нових енергооб'єктів застосовується, здебільшого, сучасне імпортне обладнання, яке не сертифіковане в Україні через неузгодженість вітчизняних стандартів. Це створює труднощі під час узгодження проектів з державними органами щодо будівельних норм та правил, вимог до показників енергоефективності, вимог безпеки тощо. Також в Україні відсутні стандарти стосовно функціонування енергоринку.

Тому необхідним є оновлення масиву НД галузі, для здійснення якого треба розробити відповідні науково-методичні засади удосконалення системи цих документів. Впровадження міжнародних стандартів як національних стандартів України зніме багато спірних питань в процесі модернізації об'єктів енергетики, сприятиме просуванню вітчизняного енергетичного обладнання на західний ринок, створенню умов для паралельної роботи енергосистеми України з енергооб'єднаннями країн Європи, підвищенню якості роботи енергосистеми. Але оновлення нормативної бази галузі потребує значного часу та коштів, тому необхідна правильна організація цього процесу з метою підвищення технічної та економічної ефективності (ЕЕ) енергетики в мінімальні строки з мінімальними затратами. Одним з методів вирішення цього завдання є комплексна стандартизація (КС), методичні основи якої закладені ще за радянських часів, але вже застаріли у зв'язку зі зміною економічних умов та основних критеріїв оцінювання ефективності енергооб'єктів, особливо їх впливу на людину та довкілля. Тому необхідно розробити новий підхід до КС в сфері електроенергетики в сучасних умовах, зокрема, розробити модель КС, методики, класифікацію завдань та визначити пріоритетність напрямів стандартизації в галузі електроенергетики.

Стандартизація в електроенергетиці має охоплювати всі основні напрями розвитку галузі і сприяти створенню умов безпечної експлуатації об'єктів електроенергетики, забезпеченню раціонального споживання енергоресурсів, підвищенню технічного рівня та екологічної безпечності енергооб'єктів, забезпеченню надійного та ефективного функціонування об'єднаної енергетичної системи України. Тому розроблення моделі КС повинно базуватись на структурній моделі електроенергетики, що відповідає реальним умовам галузі. Для забезпечення економічності КС необхідно розробити нову методологію оцінювання ЕЕ розроблення та впровадження стандартів на енергетичне обладнання в ринкових умовах, а також методичні підходи до економічної оптимізації послідовності впровадження стандартів.

Таким чином, розробка науково-методичних засад удосконалення системи нормативних документів електроенергетики України є актуальним і важливим завданням, вирішення якого сприятиме ефективному оновленню нормативної бази галузі.

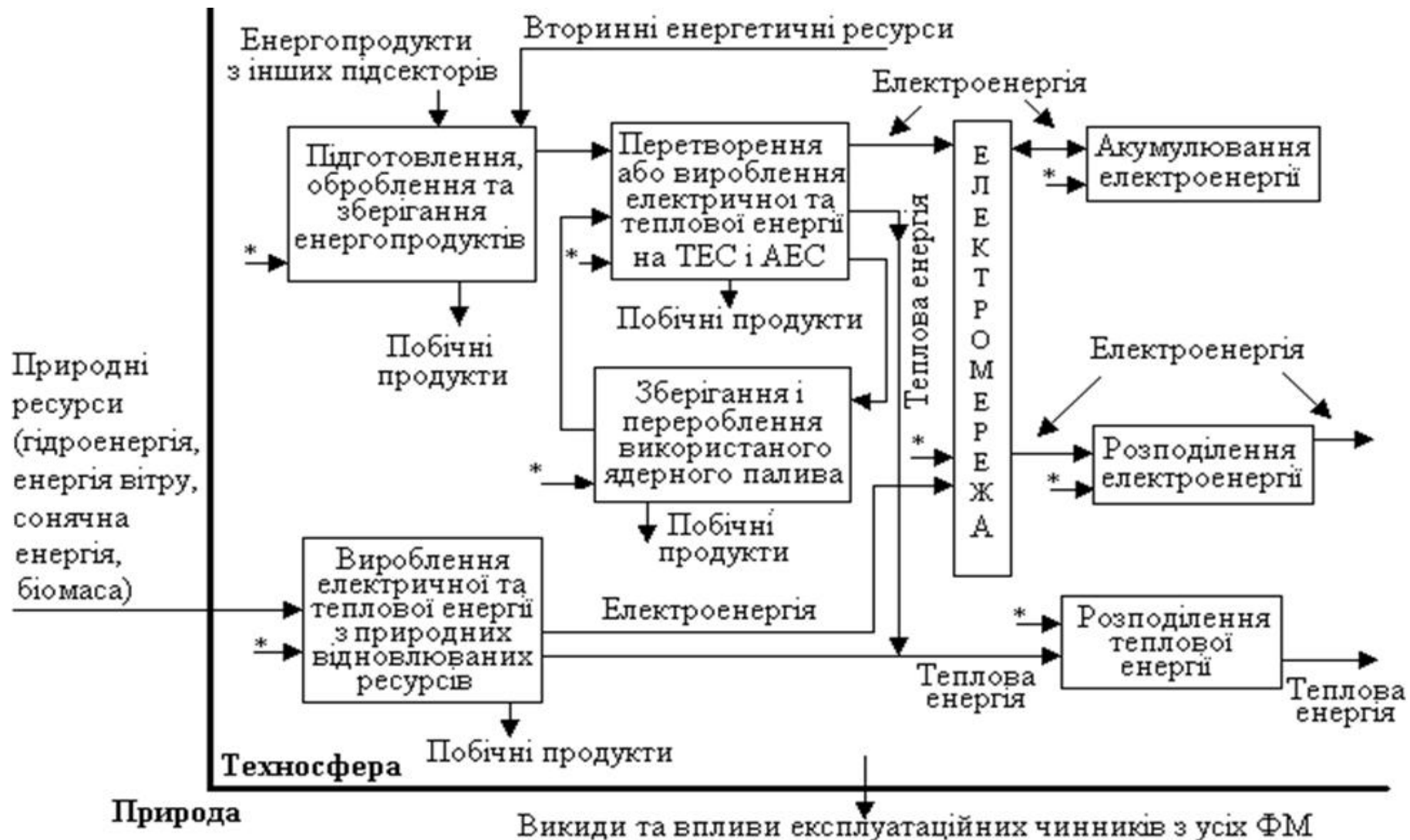
# СХЕМА ДІЮЧОГО РИНКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ



# КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ “ВХІД-ВИХІД” ЗГІДНО З ISO 13600



# СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ



\* Допоміжні та інші надхідні ресурси, включаючи природні ресурси

# СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

## Напрями стандартизації

## Об'єкти стандартизації



Рис. 2.2 – Модель комплексної стандартизації в галузі електроенергетики

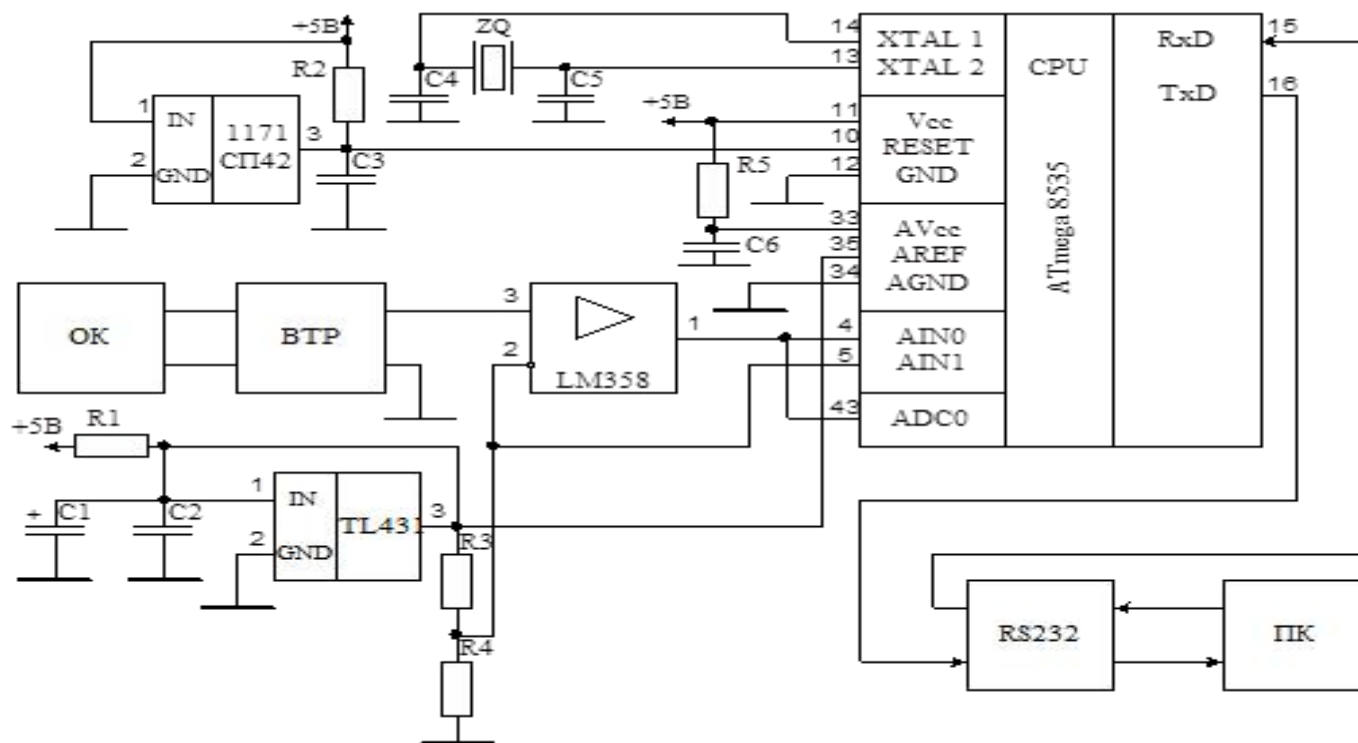


## 14 ОСНОВНИХ НАПРЯМІВ СТАНДАРТИЗАЦІЇ

Пріоритет	Середнє значення	Напрямок стандартизації
1	9,1	Загальні вимоги до якості електричної та теплової енергії ( $d_{12}$ )
2	8,74	Загальні вимоги щодо вироблення електричної та теплової енергії ( $d_3$ )
3	8,32	Загальні вимоги щодо зберігання та перероблення використаного ядерного палива ( $d_5$ )
4	8,07	Загальні вимоги щодо розподілення електричної та теплової енергії ( $d_6$ )
5	7,69	Загальні вимоги щодо нетрадиційних і поновлюваних джерел енергії ( $d_4$ )
6	7,36	Загальні вимоги щодо викидів та експлуатаційних впливів ( $d_9$ )
7	6,59	Вимоги до окремих видів устаткування на різних стадіях виробництва ( $d_{10}$ )
8	4,90	Термінологія ( $d_1$ )
9	4,29	Загальні вимоги щодо використання побічних продуктів та утилізації відходів ( $d_8$ )
10	3,74	Загальні вимоги щодо підготовки, оброблення та зберігання палива ( $d_2$ )
11	3,37	Вимоги до використовуваних природних ресурсів, матеріалів (крім електричної та теплової енергії) та послуг ( $d_{13}$ )
12	3,32	Вимоги до окремих видів технологій на різних стадіях виробництва ( $d_{11}$ )
13	3,31	Загальні вимоги щодо акумулювання електроенергії ( $d_7$ )
14	2,83	Вимоги до організаційно-методичних заходів ( $d_{14}$ )

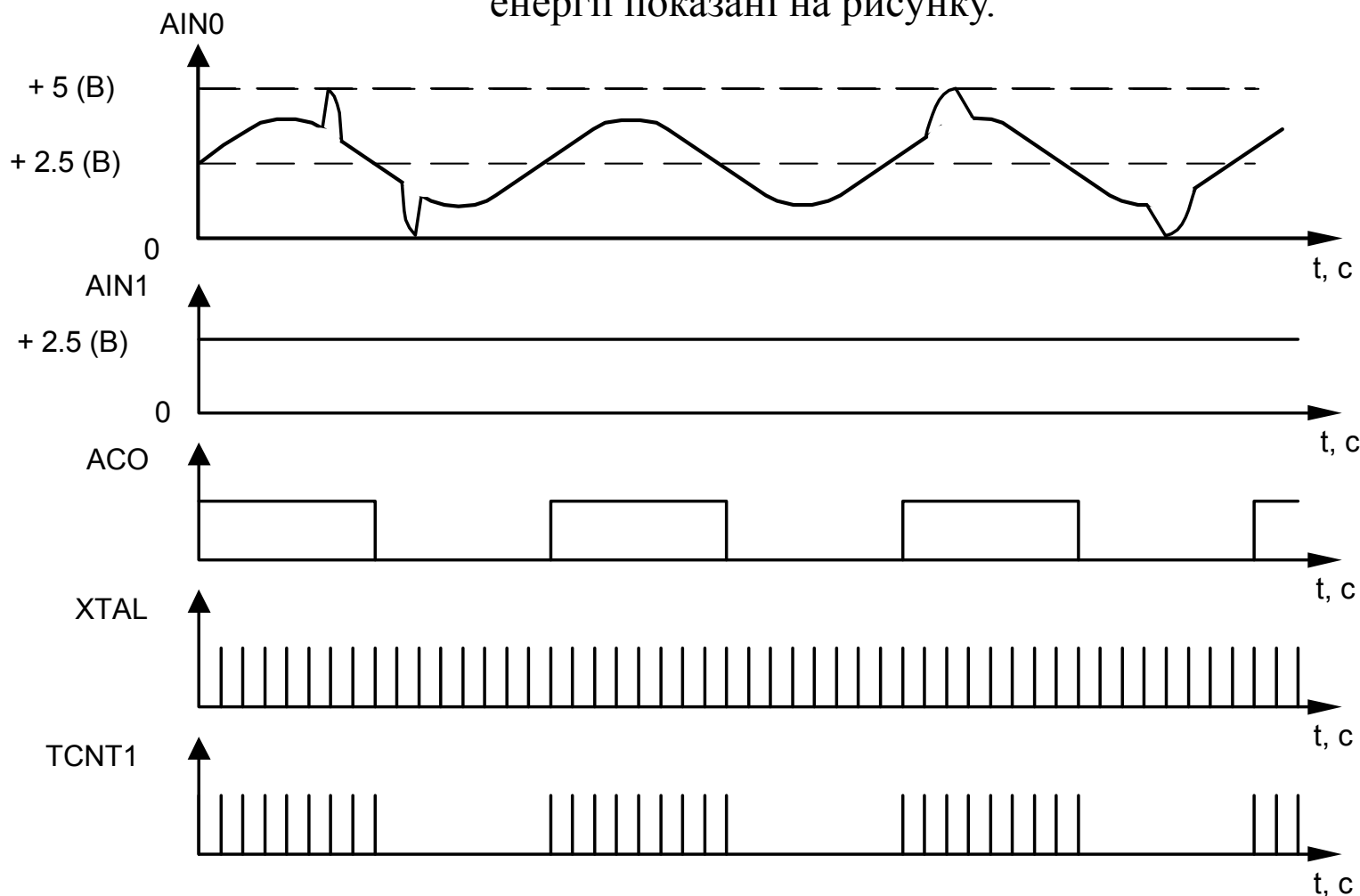
Оскільки, за пріоритетністю розроблення нормативних документів за напрямами стандартизації в галузі електроенергетики, перше місце займають загальні вимоги до якості електричної енергії то доцільно розробити проект документу на методику виконання вимірювань (моніторингу) параметрів якості електроенергії з урахуванням міжнародних стандартів ISO 17025 та ISO 5725, який розроблено в третьому розділі магістерської роботи.

# ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ



До складу вимірювальної системи входять: вимірювальний трансформатор (ВТР), який здійснює зниження змінної напруги електричної мережі до рівня 5 В, а також служить гальванічною розв'язкою між об'єктом вимірювання (ОВ) і персональним комп'ютером (ПК); операційний підсилювач (ОП) типу LM358, що здійснює масштабування зниженої змінної напруги в діапазон роботи напруги АЦП, який вбудовано в мікроконтролер Atmega 8535; джерело опорної напруги на мікросхемі типу TL431, що забезпечує стабілізацію постійної напруги +5 В; подільник постійної напруги на резисторах R3 і R4 для задання коефіцієнта масштабування; схема моніторингу скидання на мікросхемі типу 1171 СП42 для скидання мікроконтролера при зниженні постійної напруги живлення нижче рівня 4 В; послідовний інтерфейс RS232 для передавання даних до ПК.

Часові діаграми роботи каналу для вимірювання часових параметрів якості електричної енергії показані на рисунку.



Середнє значення частоти визначається за формулою:

$$f_c = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N}.$$

В проекті документу на методику виконання вимірювань також запропоновано методику оцінювання невизначеності вимірювання часових параметрів, відповідно до якої комбінована невизначеність розраховується за формулою:

$$\tilde{u}_{cf_x} = \sqrt{\tilde{u}_1^2 + \tilde{u}_2^2 + \tilde{u}_3^2} = \sqrt{(3,5 \cdot 10^{-6})^2 + (5,8 \cdot 10^{-9})^2 + (1,45 \cdot 10^{-5})^2} \approx 1,5 \cdot 10^{-5} 1,5 \% = 1,5 \cdot 10^{-3} \%,$$

Де

$$u_1 = \frac{T_{xH}}{\bar{T}_x f_0 \sqrt{3}} = \frac{20,83 \cdot 10^{-3}}{20 \cdot 10^{-3} \cdot 8 \cdot 10^6 \sqrt{3}} \approx 0,07 \cdot 10^{-6} c, \quad \tilde{u}_1 = \frac{u_1}{\bar{T}_x} = \frac{0,07 \cdot 10^{-6}}{20 \cdot 10^{-3}} = 3,5 \cdot 10^{-6};$$

$$u_2 = \frac{k|t_2 - t_1|}{\sqrt{3}} f_{x\max} = 52 \frac{|25 - 15| 10^{-9}}{1,73} \approx 0,29 \cdot 10^{-6} \Gamma u, \quad \tilde{u}_2 = \frac{u_2}{f_x} = \frac{0,29 \cdot 10^{-6}}{50} = 5,8 \cdot 10^{-9};$$

$$u_3 = \frac{\Delta_1}{\sqrt{3}} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3}} \approx 0,29 \cdot 10^{-6} c, \quad \tilde{u}_3 = \frac{u_3}{\bar{T}_x} = \frac{0,29 \cdot 10^{-6}}{0,02} = 1,45 \cdot 10^{-5} \text{ невизначеність часу}$$

відклику.

Також в проекті нормативного документа на методику виконання вимірювань запропоновано методику встановлення значення міжкалібрувального інтервалу, що визначається на основі оцінок  $T_1$  і  $T_2$  та невизначеностей типу А і розширеної невизначеності експериментальної за реальних умов експлуатації та нормативної, яка задається стандартом (ТУ) або замовником:

$$T_1 = t \ln \left( \frac{U_E}{k_{2P-1} u_{A_{\max}}(\bar{x})} \right) \ln^{-1} \left( \frac{U_H}{k_P u_{A_{\max}}(\bar{x})} \right)$$

$$T_2 = t (U_E - k_{2P-1} u_{A_{\max}}(\bar{x})) [U_H - k_P u_{A_{\max}}(\bar{x})]^{-1}$$

$$T_{3B} = \min[T_1, T_2],$$

де  $k_{2P-1}$  – коефіцієнт охоплення, що відповідає довірчій ймовірності  $2P-1$ ;  $t$  – календарна тривалість експлуатації ВК;  $U_H = k_P u_c(y)$ ,  $u_c(y) = \sqrt{u_{A_{\max}}^2(\bar{x}) + \sum_{z=1}^Z (\partial f / \partial \eta_z)^2 u^2(\eta_z)}$ ,  $k_P$  – визначається на основі  $v_{eff} = (n-1) u_c^4(y) [u_{A_{\max}}(\bar{x})]^{-4}$ .

Значення міжкалібрувального інтервалу ВК доцільно вибирати в місяцях з ряду натуральних чисел: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 15; 18; 21; 24; 30 і так далі через 6 міс.

## ВИСНОВКИ

1. Було виконано аналіз сучасного стану стандартизації в галузі електроенергетики. Критичний аналіз нормативних документів.
2. В другому розділі запропоновано структурну модель галузі електроенергетики та модель комплексної стандартизації електроенергетики України. Визначено 14 основних напрямів стандартизації в галузі електроенергетики та встановлено їх пріоритетність.
3. В третьому розділі запропоновано проект документа на методику виконання вимірювань якості електроенергії, що включає загальні вимоги, процедуру виконання вимірювань, схему вимірювальної системи, методику оцінювання результатів вимірювань та методику встановлення міжкалібрувальних інтервалів вимірювальних каналів параметрів напруги і частоти.
4. Встановлено, що відносна комбінована невизначеність вимірювального каналу параметрів напруги складає 0,03%, а вимірювального каналу часових параметрів та частоти  $1,5 \cdot 10^{-3}\%$ .

**ДЯКУЮ ЗА  
УВАГУ**