

КОНЦЕПЦІЯ ОСВІТНЬОЇ ПРОФЕСІЙНОЇ МЕРЕЖІ ЦЕНТРІВ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛУ ДЕПАРТАМЕНТУ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПАТ "УКРАЇНСЬКА ЗАЛІЗНИЦЯ"

Abstract. Some aspects of structure and software of e-learning including simulators for all personnel who manage equipment of power systems of Ukraine and Ukrainian railway substations in real time are considered. New methods and development tools, principles e-learning and concept of the implementation of its fragments are described.

Вступ. Система електрифікації та електропостачання ПАТ "Українська залізниця" (УЗ) сьогодні дуже потребує швидкого та ефективного реформування. Реформуванню підлягає система збору інформації і керування, заміна енергетичного устаткування або його модернізація. В першу чергу це також стосується нинішньої системи навчання, контролю знань та тренажерної підготовки оперативно-диспетчерського персоналу, який експлуатує енергетичне обладнання, підстанції і електричні мережі УЗ. В статті розглядаються актуальні питання створення сучасної освітньої професійної мережі центрів електронної системи підготовки персоналу УЗ.

Ціль статті. Обґрунтувати необхідність розробки концепції створення освітньої професійної мережі віртуальних центрів сучасної системи підготовки персоналу УЗ. Вже сьогодні існує велика вірогідність того, що за умов низької кваліфікації оперативно-диспетчерського персоналу і катастрофічного стану розподільного енергетичного устаткування, зношеного і старого, можуть виникнути та швидко розвинути найрізноманітніші системні аварії в УЗ, яка є складовою частиною ОЕС України. Відомо [1-8], що існує стійкий взаємозв'язок між рівнем кваліфікації оперативно-диспетчерського персоналу і кількістю аварій або технологічних порушень на енергетичних об'єктах. Ціль статті полягає в дослідженні та аналізі сучасного стану роботи з персоналом УЗ, реалізації системи формування та підтримки найбільш важливих (ключових) компетентностей персоналу з питань нормальних та аварійних режимів експлуатації електричної мережі УЗ. Створення такої системи можливе шляхом використання існуючої системи роботи з персоналом, доповненої дистанційними уніфікованими режимними тренажерами, об'єднаними в розподілену мережу віртуальних комп'ютерів. Також доцільне створення незалежної системи контролю компетентностей та визначення (оцінки) кваліфікації персоналу. Автори пропонують реалізувати **першу чергу мережі системи** підготовки персоналу УЗ для чергових електромонтерів підстанцій та диспетчерів УЗ.

Основні тези пропонуєної концепції. Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України (ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАНУ) має значні напрацювання і досягнення в області тренажерних технологій й використовуючи накопичений досвід проектних, наукових і освітніх установ України і ЄС, пропонує в якості провідної організації, створити Національну систему підготовки персоналу в енергетиці та УЗ шляхом об'єднання всіх установ країни, які виконують наукові дослідження у сфері енергетики та роблять освітні послуги за енергетичною тематикою з метою створення якісної сучасної системи роботи з персоналом в новий науково-освітній кластер – мережу центрів роботи з персоналом.

Головна мета запропонованої концепції – організація сучасної змішаної (очно-дистанційної) форми підготовки ключового персоналу на базі новітніх інформаційних електронних технологій навчання і розподілених тренажерних технологій з метою обов'язкового стійкого формування, перевірки та контролю наявних ключових компетентностей персоналу енергетики та УЗ України.

Ключові (найбільш важливі) компетентності персоналу повинні забезпечити безперервну надійну експлуатацію обладнання та режимів роботи електроенергетичних систем (ЕС) та енергооб'єднань (ЕО) і стосуються, в першу чергу, процесів диспетчерського управління, організації безпечних умов експлуатації електрообладнання, розпізнавання умов виникнення та розвитку різноманітних аварій, формування і постійної підтримки навиків швидкої ліквідації аварій, технології (правил) штатних і аварійних перемикачів на підстанціях, в електричних мережах та інше.

Ці компетентності персоналу у багатьох розвинених країнах світу формуються, як правило, за допомогою об'єднання можливостей електронних систем навчання (знання) та повнофункціональних режимних тренажерів (навики) певної предметної області.

Актуальність проблеми. Сьогодні діючі в енергетиці закони регламентують процеси підготовки, мету, принципи та основні напрями державної політики у сфері навчання, підвищення кваліфікації персоналу в енергетиці [1-8], визначають головні правові, організаційні та методичні засади регулювання системи його професійного розвитку.

Але існує багато невирішених проблем діючої системи підготовки персоналу, підвищення кваліфікації та контролю компетентностей в енергетиці та УЗ.

1. Відсутні державні стандарти професійно-технічної освіти персоналу з конкретних професій енергетичної галузі та УЗ.

2. Сучасний компетентнісний підхід, який закріплений в Законі України «Про вищу освіту» [5], не можна реалізувати в існуючій системі навчання і підвищення кваліфікації персоналу повною мірою через відсутність відповідних тренажерів та учбово-методичної бази.

3. Відсутні галузеві професійні стандарти системи підвищення кваліфікації та тренажерної підготовки всього персоналу енергетики і УЗ.

4. Відсутні на державному рівні доступні відкриті загальні веб-ресурси для отримання персоналом структурованих знань на компетентнісній основі з обов'язковим контролем рівня їх кваліфікації та багато інших невирішених актуальних проблем.

Цілі і задачі пропонованої системи підготовки персоналу. Сьогодні інноваційні технології навчання в енергетичному секторі будь-якої країни цивілізованого світу реалізуються на сучасній універсальній інформаційній платформі за типом корпоративних хмарних обчислень. Такі платформи, у вигляді комплексного інформаційного середовища, дозволяють використати увесь накопичений досвід навчання існуючої освітньої системи професійного навчання і швидко розробляти нові ефективні онлайн-курси.

За допомогою Інтернету співробітники енергетичних компаній та УЗ зможуть проводити навчання на своїх робочих місцях або в учбово-тренувальних центрах (УТЦ) для поетапного створення системи безперервного навчання.

Пропозиції по реалізації запропонованої концепції. Пропонуються, в якості основних, виділити наступні етапи роботи.

1. Провести дослідження і аналіз поточного стану існуючої системи підвищення кваліфікації персоналу в енергетиці та УЗ України, включаючи технічне і інформаційне забезпечення учбового процесу.

2. Узагальнити увесь накопичений в цій області досвід з урахуванням досвіду енергетики країн Європейського союзу, визначити склад основних організацій-виконавців і передбачити можливість залучення до реалізації пропонованої концепції європейських експертів.

3. Розробити детальний поетапний план реорганізації існуючої системи підвищення кваліфікації і погодити його з Міністерством енергетики і вугільної промисловості України та УЗ на період до 2025 року.

4. Запропонувати і погодити з УЗ пілотний проект 1 ... 3 центрів мережі електронної системи підготовки персоналу на 2018 ... 2019 роки.

Головне завдання першого етапу пропонованої мережі центрів системи підготовки персоналу – забезпечити гарантію створення необхідних умов, у тому числі нормативних і законодавчих, для формування і контролю національних професійних стандартів системи компетентностей персоналу підприємств енергетики країни та УЗ.

Стислий опис очікуваних результатів. Сучасний компетентнісний підхід до навчання і підвищення кваліфікації персоналу з використанням віртуальних (хмарних) технологій для використання тренажерів дозволить забезпечити якісне навчання та тренажерну підготовку персоналу енергетики та УЗ, включаючи незалежну оцінку професійної кваліфікації на базі державних професійних стандартів.

Нова запропонована електронна система підготовки на базі використання накопиченого досвіду, новітніх підходів до індивідуального (персонального) і колективного електронного навчання і підвищення кваліфікації персоналу, забезпечить еволюційний шлях модернізації існуючої

системи підготовки персоналу в енергетиці та УЗ, максимально можливий ріст рівня і якості кваліфікації персоналу та дозволить заощадити величезні людські і фінансові ресурси. Пропонована система підготовки персоналу будується на базі сучасної технології, що швидко розвивається, електронної системи навчання, призначеної для реалізації змішаної (очно-заочною) форми навчання (e-learning) MOODLE [9]. Деякі питання розглянуті і вирішені в [10]. Інструментальні можливості MOODLE дозволяють застосовувати новітні світові досягнення в області освіти і створювати дистанційні курси найвищої якості.

Тренажерна підсистема орієнтована на розвиток навичок розпізнавання умов виникнення та методів швидкої ліквідації різноманітних аварій.

Інтегрований в MOODLE, повнофункціональний режимний тренажер для диспетчерів енергосистем (ПОРТ) [10] дозволить швидко перемикатися між процесами навчання (отримання нових знань) і практичною роботою з придбання і розвитку навичок ліквідації аварій. У тренажері ПОРТ використаний метод розрахунку контурних струмів для багатоопорного варіанту представлення конфігурації мережі, який на відміну від існуючих методів дозволяє для режимних тренажерів досягати комфортного (менше 1 секунди) часу розрахунку великих енергосистем. Суть запропонованого методу зводиться до наступного.

Режими роботи складних електричних мереж з n вузлами, відомими параметрами $[\dot{Y}_{ji}]$ і струмами вузлів $[\dot{U}_j]$ в матричному виді описуються так:

$$[\dot{Y}_{ji}] \cdot [\dot{U}_j] = [\dot{I}_j], \quad (1)$$

де $[\dot{Y}_{ji}]$ – матриця провідності гілок мережі; $[\dot{U}_j]$ – вектор-стовпець напруги вузлів мережі; $[\dot{I}_j]$ – вектор-стовпець струмів вузлів мережі.

Якщо відомі (задані) потужності вузлів \dot{S}_j , то формулу (1) можна представити у вигляді балансу потужності вузлів:

$$\dot{S}_j = -|\dot{U}_j|^2 \cdot \dot{y}_{jj} + \hat{U}_j \cdot \sum_{i=1, i \neq j}^n \dot{U}_i \dot{y}_{ji}, \quad (2)$$

де $|\dot{U}_j|^2$ – квадрат модуля напруги j -го вузла; \dot{y}_{jj} – власна провідність j -го вузла

($\dot{y}_{jj} = \sum_{i=1, j \neq i}^n \dot{Y}_{ji}$); \dot{y}_{ji} – взаємна провідність гілки ji ; \hat{U}_j – спряжена напруга j -го

вузла, \dot{U}_i – напруга i -го вузла.

Складну електричну мережу із заданими потужностями вузлів $[\dot{S}_j]_f$ можна представити у вигляді пов'язаної сукупності f паралельно працюючих енергетичних систем (ЭС) і рівняння (2) можна записати в матричній формі таким чином:

$$[\dot{Y}_{ji}] \cdot [\dot{U}_j]_{f'} [\hat{U}_j]_f = [\dot{S}_j]_f. \quad (3)$$

Частина вузлів ($f - 1$) системи завжди належить f -ій системі, тому кожному f -у підсистемі можна вирішувати відносно напруги своїх вузлів або контурних струмів окремо, використовуючи при цьому розрахункові значення векторів напруги усіх прилеглих вузлів f -х підсистем як заданих (рис. 1).

Якщо позначити вектор-стовпець обмінних (що урівноважують) потужностей між суміжними енергосистемами f і $f-1$ як $[\dot{S}_j]_{ff-1}$, то (3) можна переписати таким чином:

$$[\dot{Y}_{ji}] \cdot [\dot{U}_j]_{f'} [\hat{U}_j]_f = [\dot{S}_j]_f \pm [\dot{S}_j]_{ff-1}. \quad (4)$$

Система рівнянь (4) описує квазістаціонарний режим складної електричної мережі, що встановився, з паралельно працюючими f енергосистемами і, залежно від кількості рівнянь, може бути вирішена різними методами.

Область використання (4) поширюється на будь-яку кількість паралельно працюючих енергосистем, розрахунки режимів яких можна здійснювати на реальних (віртуальних) комп'ютерах в розподіленому віртуальному моделюючому середовищі. Зв'язок результатів розрахунків режимів роботи окремих енергосистем забезпечується тригерною системою управління розрахунками режимів.

Нова система підготовки персоналу повинна створюватися на базі об'єднання проєктованого глобального обчислювального середовища віртуальних учбово-тренувальних центрів (УТЦ) з реальними існуючими галузевими учбовими закладами (рис. 2).

Використання технологій віртуалізації для цієї мети дозволить розміщувати такі УТЦ у будь-яких доступних місцях енергетичних підприємств УЗ, наприклад, на вільних територіях підстанцій і дистанцій, що дозволить скоротити витрати на будівництво нових будівель для цих цілей. Питання розробки і реалізації проєкту створення нової системи підготовки персоналу можна легко розділити на окремі етапи, здійснення яких можна буде здійснювати у міру накопичення необхідного досвіду експлуатації віртуальних УТЦ.

Для реалізації запропонованого підходу у складі ПМЕ ім. Г.Є. Пухова має бути створений головний учбово-тренувальний центр (ГУТЦ), який координуватиме роботи з проєктування і створення мережі центрів підготовки і УТЦ енергосистем і підприємств УЗ.

ГУТЦ повинен забезпечити розробку єдиних стандартів навчання і тренажу персоналу в енергетиці України, УЗ і енергоспоживаючих галузях, а також контроль їх виконання.

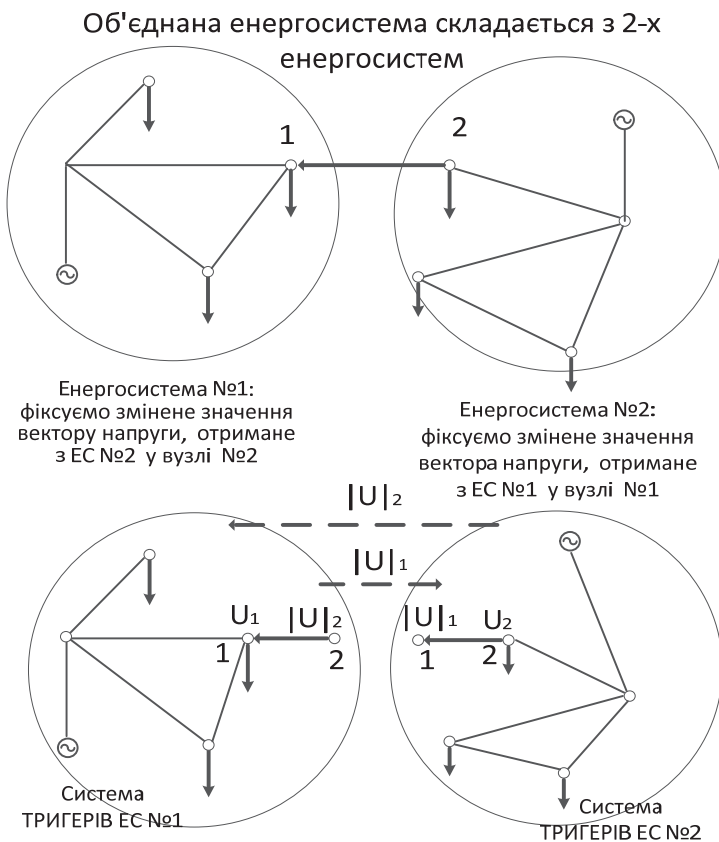


Рис. 1. Ілюстрація до алгоритму розрахунків режимів роботи великих енергосистем

ГУТЦ повинен формувати загальну (єдину) технічну політику для забезпечення високої якості процесів навчання і тренажу персоналу енергооб'єктів. Уся обчислювальна мережа УТЦ має бути націлена на формування і підтримку стійких навичок ліквідації умов виникнення і розвитку аварій.

Запропонований підхід до створення системи підготовки роботи з персоналом забезпечить використання найбільш прогресивних світових технологій і знань в області навчання і тренажу персоналу. Деякі результати за цією тематикою викладені в [10].

Тематика електронного навчання та тренажерної підготовки повинна включати, в першу чергу, питання охорони праці, створення ефективних систем управління джерелами створення енергії, диспетчерського управління, оперативних перемикачів в електричних мережах, РЗА і системної автоматики.

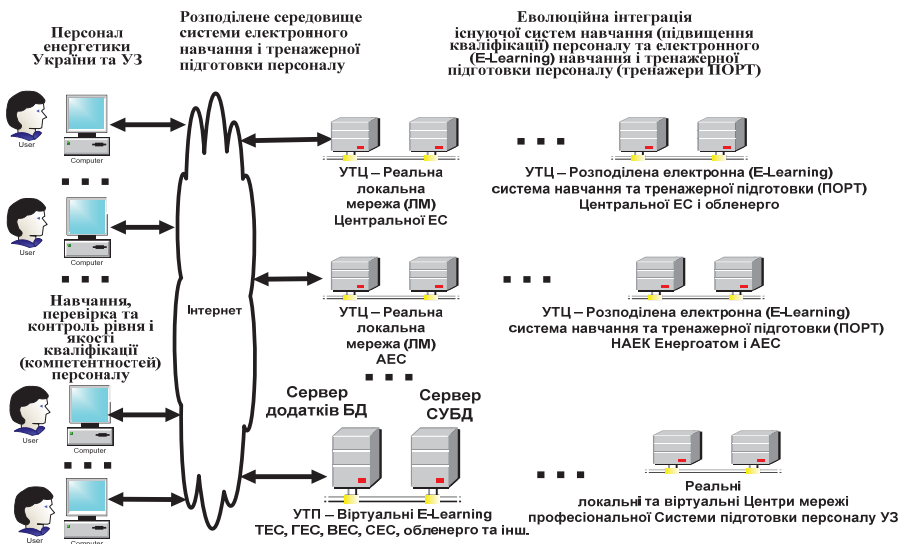


Рис. 2. Структури пропонованої електронної системи підготовки персоналу в енергетиці України та УЗ

Висновки. Назріла актуальна потреба створення мережі віртуальних центрів освітньої професійної системи підготовки персоналу енергетичної галузі України з використанням єдиних стандартів навчання і тренажу. Запропонована концепція створення такої системи на загальній навчально-методичній основі шляхом об'єднання існуючих учбових центрів і учбових комбінатів, що функціонують в галузі практично автономно, і нових віртуальних УТЦ. Створення такої системи дозволить забезпечити високу якість підвищення кваліфікації, реальне системне та ефективне планування процесів навчання і тренажу персоналу енергетики і УЗ.

1. Закон України від 16.10.1997 № 575/97-ВР "Про електроенергетику".
2. Закон України «Про професійно-технічну освіту» від 10 лютого 1998 року № 103/98-ВР.
3. Закон України «Про професійний розвиток працівників» від 12 січня 2012 року № 4312-VI.
4. Закон України від 13 квітня 2017 року № 2019-VIII "Про ринок електричної енергії України".
5. Закон України «Про вищу освіту» від 17 січня 2002 року № 2984-III.
6. Положення про спеціальну підготовку і навчання з питань технічної експлуатації об'єктів електроенергетики, затверджене наказом Міністерства палива та енергетики України 09.02.2004 № 75, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 05.04.2004 за № 418/9017.
7. Організація роботи з персоналом підприємств електроенергетики. Положення,

затверджене наказом Міністерства палива та енергетики України від 02.11.2005 № 559.
8. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-ХІІ, остаточна редакція 05.04.2015.

9. Модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда // офиц. сайт Moodle. – Режим доступа: <https://moodle.org/> (24.09.2015). – Название с экрана.

10. Аветисян Е.В., Гурсев В.А., Сангина О.В. Розробка та застосування віртуальних ієрархічних структур для моделювання режимів, навчання і тренажу персоналу ОЕС України // Вісник вінницького політехнічного інституту, 1(124), 2016. – С.101-107.

Поступила 16.10.2017р.

УДК 620.17:681.3:004.9

Н.Б. Марченко, Л.М. Щербак, Київ

МОНІТОРИНГ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ДІЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Abstract. The problem of research methods and algorithms for automating the monitoring and forecasting residual life of existing technical facilities for generalized performance indicators and to develop preferred approach to planning repair and maintenance work on the current state of equipment.

Вступ. Більшість технічних об'єктів і систем у промислових галузях господарства України відпрацювало свій розрахунковий технічний ресурс, але знаходиться на сьогодні в експлуатації. Така ситуація обумовлює вирішення цілої низки науково-технічних проблем, одна з найбільш актуальних це оцінка залишкового ресурсу і розробка методології планування і проведення ремонтних робіт. Напрацьовані результати цієї проблематики в останній час зростають і це пов'язано з тим, що класичні методи не дають на них відповіді, а розробка нових є актуальною і важливою проблемою [1].

Більша частина діючого обладнання експлуатується на своїй завершальній стадії – стадії передруйнування. На цій стадії механізми пошкоджуваності і, як наслідок, механізми зменшення робочого ресурсу основних елементів складної технічної системи сильно відрізняються від стадії експлуатації в межах розрахункового технологічного ресурсу. Все більше починає переважати спонтанність, ніж строга закономірність. Частіше спостерігаються порогові зміни як властивостей матеріалу, так і часових показників розвитку небезпечних дефектів. На рис. 1 показана графічна схема ймовірності відмов енергообладнання теплоелектростанцій (ТЕС) в різні періоди її експлуатації [1, 2].

Методи оцінка надійності складного технічного об'єкту ґрунтується на тому, що усі технологічні порушення, що відбуваються на контрольованому