

гою нейроматематичної моделі у вигляді “напівпрозорої скриньки” (рис. 5), оскільки інструментарієм формування моделі виступають навчені ШНМ в повному діапазоні можливих змін режимів навантаження (як для повної мережі незмінної конфігурації) на схему електричної мережі з конфігурацією $\hat{h}(t)$.

Результати такого навчання записують в БД режимної інформації (рис.6) і у разі повторення аналогічної ситуації навчання здійснювати вже не потрібно, а лише необхідно вчитати з цієї бази даних параметри ШНМ і відтворити режим НЕМ за даними ОІКК.

Висновки. 1. Для підвищення адекватності оперативного моделювання режимів електричних мереж необхідно застосувати системний підхід саме до процесу моделювання, зміст якого полягає у врахуванні як оглядних, так і неоглядних засобами телеметрії фрагментів електричних мереж.

2. Оперативне моделювання оглядних засобами телеметрії фрагментів електричних мереж здійснюється на основі математичних моделей, а неоглядних засобами телеметрії фрагментів електричних мереж – за допомогою нейроматематичних моделей, які сформовані за принципами “чорної” та “напівпрозорої” скриньок.

1. Данилюк О.В., Батюк Н.Б., Майоров А.Ю. *Нейроматематичне моделювання – новий метод моделювання електроенергетичних систем // Тез. доп. II Міжнар. наук.-техн. конф. “Керування режимами роботи об’єктів електричних систем-2002”.* – Донецьк, 2002. – С. 32–33. 2. Буткевич О.Ф., Павловський В.В. *Штучний інтелект та гібридні системи у розв’язанні задач електроенергетики: поточний стан та тенденції // Пр. ІЕД НАНУ.* – 2003. – № 1 (4). – С. 109–117. 3. Батюк Н.Б. *Ідентифікація режимів електричної мережі неоглядними засобами телеметрії в масштабі реального часу // Управління енерговикористанням: Доп. 2-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 3–6 жовтня Україна, Львів, 2001.* – С. 31–32. 4. Лисяк Г.Н., Стряпан В.Н., Данилюк А.В. *Математическое моделирование установившихся режимов электрических систем переменного тока.* – К.: УМК, 1990. – 104 с. 5. Данилюк О.В., Батюк Н.Б., Дьяченко С.В. *Верифікація телевимірів, що надходять в оперативно-інформаційний комплекс електроенергетичних систем // Вісн. Держ. ну-ту “Львівська політехніка”.* – 2000. – № 403. – С. 37–41. 6. Батюк Н.Б. *Нейроматематична модель електричної мережі, неоглядними засобами телеметрії для оперативної ідентифікації її режимів // Вісн. Нац. ну-ту “Львівська політехніка”.* – 2002. – № 449. – С. 10–17.

УДК 621.311.22

П.М. Баран, В.П. Кідиба, Я.Д. Пришляк

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів

СПЕЦІАЛІЗОВАНА СИСТЕМА НАВЧАННЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛУ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

© Баран П.М., Кідиба В.П., Пришляк Я.Д., 2007

Сформульовані принципи побудови автоматизованої системи навчання для оперативного персоналу електричних станцій

Here formulated principles of building the automatic system education for dispatcher operating personnel of the electrical station

Постановка проблеми. Від рівня кваліфікації оперативного персоналу електричних станцій значною мірою залежить безпека їх роботи, а також економічні показники станції. Тому підготовці оперативного персоналу електричних станцій приділяється велика увага.

Аналіз останніх досліджень. Для підготовки та перепідготовки оперативного персоналу електричних станцій широко застосовуються різноманітні системи навчання [1]. Ці системи навчання ґрунтуються на різних принципах – фізичному, аналоговому, аналого-цифровому та цифровому. Найбільша перевага надається останньому.

Важливою частиною системи навчання є копія (модель) робочого місця оператора, яка повністю відповідає реальному полю блочного щита керування (БЩК) енергоблока. Такі системи отримали назву повномасштабних тренажерів. Технологічні процеси в обладнанні енергоблока в повномасштабних тренажерах відтворюються за допомогою фізичних, аналогових, цифрових або гібридних моделей. Проте, повномасштабні тренажери надзвичайно дорогі та унікальні – вони створюються індивідуально під конкретні енергоблоки.

Постановка задачі. Розроблення автоматизованої системи навчання (АСН) для підготовки оперативного персоналу керуванню електричною частиною енергоблока під час нормальних особливих та аварійних режимів

Виклад основного матеріалу. Створена автоматизована система навчання складається з трьох взаємозв'язаних підсистем:

- технологічна;
- керування;
- навчальна [2].

У технологічній підсистемі моделюються процеси в електричній частині енергоблока. Особливістю моделювання є необхідність відтворення процесів у реальному часі на значних часових інтервалах. Це вимагає спеціальних засобів та методів до формування математичних моделей об'єктів електричної частини енергоблока, до яких належить: приймальна електроенергетична система, генератор, його системи збудження, електрична частина власних потреб, релейний захист, автоматика, керування та сигналізація.

У підсистемі керування реалізовані моделі панелей та моторних полів, на яких розміщені органи керування, за допомогою яких оперативний персонал керує електричною частиною енергоблока. Розміщення органів керування повинно відповідати реальному БЩК конкретної електричної станції. Практично універсальних панелей та пультів не існує. Тому виникає проблема в створенні математичної моделі, яка б дозволяла відтворювати різні панелі та пульти.

Навчальна підсистема повинна забезпечувати проведення навчального процесу та включати такі режими навчання: автономний, демонстраційний, самонавчання та контролю.

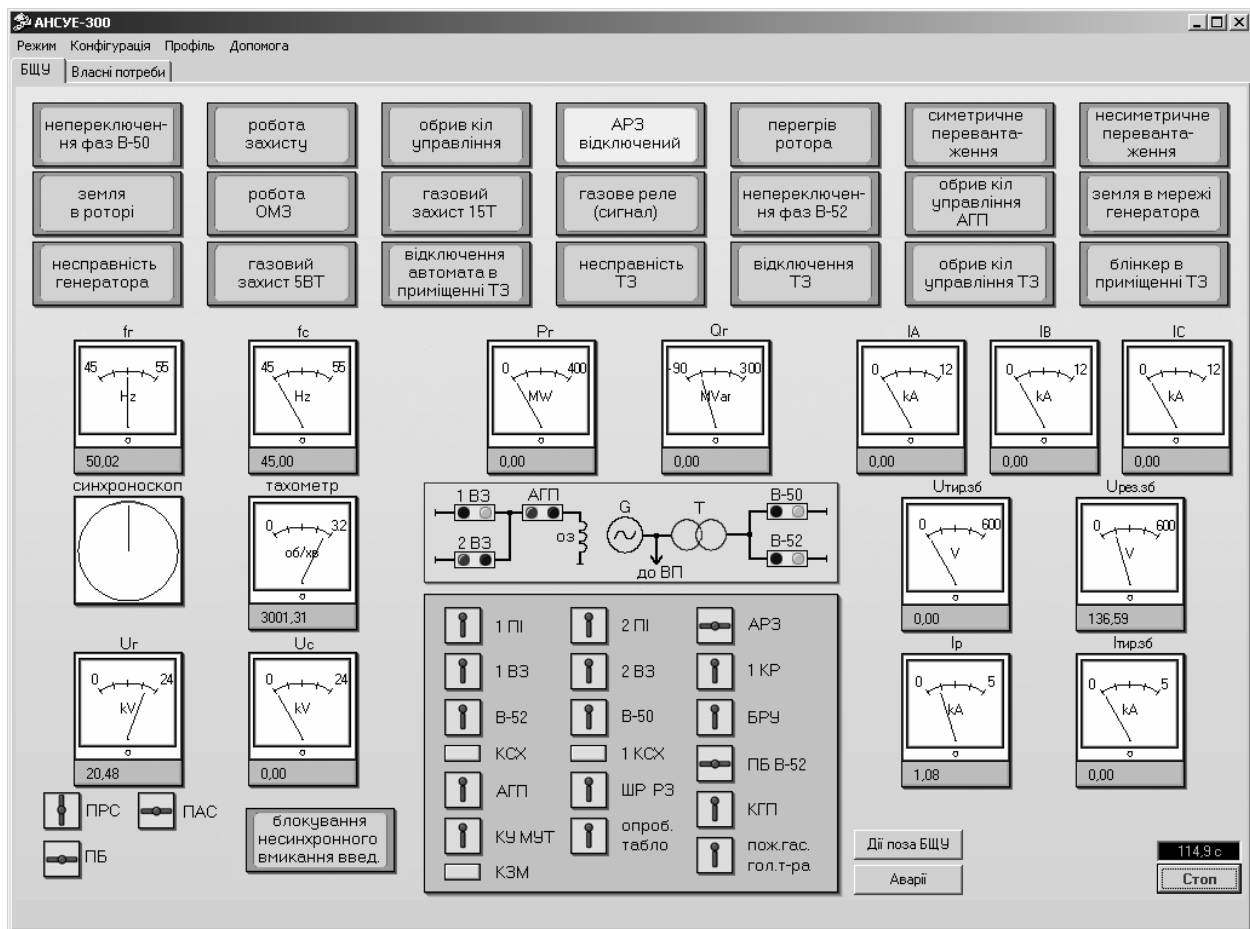
У режимі автономного навчання можна ознайомитись з моторним полем та панелями контролю БЩК, виконувати будь-які керуючі діяння через органи керування та слідкувати за реакцією моделі блока на ці діяння. Попередньо вибраний технологічний режим енергоблока встановлює лише початковий його стан і подальші дії зі сторони АСН не контролюються – модель відтворює роботу реального блока.

Режим демонстрування дозволяє вивчати послідовність дій оперативного персоналу під час реалізації конкретного технологічного режиму енергоблока. У цьому режимі модель енергоблока дозволяє працювати без обмежень в часі між окремими діяннями, що дає можливість запам'ятати послідовність дій та за органами контролю і сигналізації БЩК побачити реакцію технологічного обладнання енергоблока.

У режимі самонавчання передбачена можливість роботи за вибраним сценарієм з вказаними несправностями або можливими аварійними ситуаціями енергоблока. Під час виконання фіксуються допущені помилки. Передбачена можливість звернення до системи за допомогою.

У режимі контролю здійснюється кількісна оцінка дій оперативного персоналу під час виконання певного технологічного режиму. При цьому враховується правильність виконання послідовності дій, утримання координат режиму в заданих межах та час виконання цих дій. Передбачена можливість звернення до системи за допомогою, але це впливає на кількісну оцінку.

Згідно з викладеними вимогами запропоновані принципи формування спеціалізованої системи навчання.



Фрагмент моделі БЩК енергоблока 300 МВт

Ця система навчання використовує лише засоби обчислювальної техніки без застосування будь-яких додаткових технічних пристроїв. Моторне поле керування, панель контролю та сигналізації відтворюються на екрані монітора персонального комп'ютера. Зображення елементів управління, контролю та сигналізації та їх взаємне розміщення максимально відповідає прототипам реального БЩК. Керування ними здійснюється за допомогою клавіатури та маніпулятора миші персонального комп'ютера. Такий підхід має один недолік – відсутність реального моторного поля керування (немає відчуття керування реальним енергоблоком). Але порівняно з повномасштабним тренажером запропонований підхід має істотні переваги:

- порівняно низька вартість, яка досягається за рахунок відсутності спеціальних технічних засобів, що відтворюють органи керування, контролю та сигналізації БЩК;
- застосування сучасних технологій об'єктно-орієнтованого програмування дозволило створити спеціалізований редактор побудови органів керування БЩК енергоблоків з імітацією їх реальних технологічних характеристик. Це дає можливість достатньо просто створювати спеціалізовані системи навчання для БЩК енергоблоків різних типів та потужностей теплових і атомних електростанцій;
- редактор побудований так, що його застосування дозволяє користувачу самостійно створити спеціалізовану систему навчання для БЩК конкретного енергоблока;

- створення сценаріїв тренувань оперативного персоналу для відпрацювання основних технологічних операцій керування дозволило автоматизувати процес навчання. Система автоматично контролює виконання операцій керування та кількісно оцінює дії оператора.

На основі викладених принципів створено спеціалізований редактор, за допомогою якого побудована система навчання оперативного персоналу керування електричною частиною енергоблока 300 МВт теплової електростанції. На рисунку показана модель фрагменту БЩК електричної частини енергоблока 300 МВт Ладижинської ТЕС.

На фрагменті моделі БЩК наведено табло технологічної та аварійної сигналізації, прилади контролю координат режиму генератора, синхроскоп, мнемосхема, моторне поле керування електричною частиною енергоблока.

Висновки. 1. Запропонована АСН побудована з використанням сучасних засобів обчислювальної техніки.

2. Графічний редактор дозволяє легко адаптувати АСН до блоків різної потужності та конфігурації.

3. АСН можна використовувати для підготовки оперативного персоналу реальних електричних станцій як атомних, так і теплових, а також у навчальному процесі для студентів електроенергетичних спеціальностей.

1. Чачко А.Г. Подготовка операторов энергоблоков. Алгоритмический подход. – М.: Энергоатомиздат, 1986. –230 с. 2. Дембицкая Я.Д., Кидыба В.П., Ручко В.Г., Стряпан В.Н. Автоматизированная обучающая система для подготовки оперативного персонала электрических станций // Электрические станции. – 1992. – № 10. – С. 17–19.

УДК 51.001.57

М.С. Сегеда, А.В. Чабан, Т.А. Мазур

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ НА ПРИКЛАДІ УКРУПНЕНОГО БЛОКА

© М.С. Сегеда, А.В. Чабан, Т.А. Мазур, 2007

Проаналізовано перехідні процеси в електромеханічній системі на прикладі укрупненого блока. Крайова задача розв’язується просторовою дискретизацією рівнянь з частинними похідними. Дискретизовані диференціальні рівняння електромеханічного стану подані в нормальній формі Коші. Наведено результати комп’ютерної симуляції.

The analysed transitional processes in the electromechanics system on the example of the combined larger block into units. A regional task gets untied by spatial sample of equalizations with derivative parts. sample differential equalizations of the electromechanics state are represented in the normalized Cauchy form. Computer results are given simulations.

Постановка проблеми. На електричних станціях зазвичай кожний турбоагрегат працює паралельно з електроенергетичною системою через індивідуальний трансформатор (так званий простий блок). Але можливі варіанти, коли декілька турбогенераторів працюють через один підвищувальний трансформатор паралельно із системою (так званий укрупнений блок [2]). Особливо актуальними схеми з укрупненим блоком є на ТЕЦ, але без блочного трансформатора. Очевидно, що ККД укрупненого блока буде вищим, ніж простого, але надійність його нижча. Електромашинну систему, яка складається з простого та укрупненого блоків, можна розглядати, як