

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЕС ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ВИВЕДЕННЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ

**Бардик Є.І., к.т.н., доц., Болотний М.П., асистент, Карнаух В.М., магістрант
НТУУ «КПІ», кафедра електричних станцій**

Вступ. Розвиток конкурентних відносин в електроенергетиці і збільшення в світі крупних системних аварій підвищує значущість і важливість фактора надійності для ЕЕС. Тому на сьогодні одне з перших місць за своєю значущістю, складності висувається проблема забезпечення надійності електропостачання в умовах ринку [1, 2]. Про це переконливо свідчать системні аварії, котрі виникли в країнах з ринковою економікою і особливо масштабні аварії, котрі відбулися на початку минулого десятиріччя в країнах Північної Америки і Західної Європи.

Функціонування ЕЕС України в останні роки характеризується значним рівнем фізичного і морального зносу електрообладнання (більше 70 % від загальної кількості) і низькими темпами заміни, що також додатково сприяє зниженню надійності і призводить до збільшення кількості аварійних ситуацій.

Постановка задачі. Для забезпечення необхідного рівня функціональної надійності ЕЕС необхідно вирішити наступні задачі. Зокрема, на основі об'єктивної оцінки ТС електрообладнання спланувати можливі терміни його виведення з роботи тоді, коли його стан близький до відмови [1, 2]. Очевидно не має необхідності в проведенні профілактичних заходів, якщо відомо, що до відмови ще далеко. Але, чим стан електрообладнання ближче до відмови, тим вище імовірність випадкової реалізації цієї відмови, тому обладнання потрібно виводити в ремонт раніше. По-друге, ступінь упередження повинен визначатися рівнем значущості обладнання.

В якості показників значущості для електрообладнання ЕЕС прийнятними є показники, що відтворюють вплив аналізу мого обладнання на рівень надійності і ефективності експлуатації ЕЕС. Чим в більшій мірі обладнання впливає на ці показники ЕЕС, тим з більшим запасом за часом повинен призначатися плановий ремонт. Якщо обладнання має дуже низький вплив, то ремонт можна проводити за фактом відмови.

Таким чином, на основі моніторингу технічного стану (ТС) і планування ремонтного обслуговування за технічним станом необхідно: оцінити ТС; визначити напрацювання електрообладнання до відмови; оцінити вплив електрообладнання на надійність і ефективність експлуатації та ризику порушення електропостачання.

Мета статті – моделювання ЕЕС для оцінки ризику порушення електропостачання споживачів в умовах планового виведення електрообладнання із роботи.

Матеріали і результати досліджень. Оперативний персонал, що керує роботою ЕЕС вимушений виконувати вибір різних рішень в умовах ризику і відключення окремих одиниць електрообладнання призводить до необхідності

вибору дій для усунення даного технологічного порушення; поява невідкладної заявки на вивід в ремонт електрообладнання призводить до необхідності вибору як самого факту – «дозволити» або «відмовити», так і терміну реалізації заявки; при розгляданні планових заявок на вивід того чи іншого обладнання в ремонт диспетчерською службою також доводиться робити вибір яку заявку дозволити, а яку відхилити і перенести на інший термін; виникнення аварійної ситуації ставить перед диспетчером комплекс задач вибору щодо ліквідації цієї ситуації.

З вище наведеного видно, що оперативний персонал повинен завчасно передбачати всі типи ризиків, з якими він може стикнутися в процесі вибору то чи іншого рішення, джерела ризиків і момент їх виникнення. А оцінивши ризики розробити заходи щодо скорочення цих ризиків і мінімізації втрат, котрі вони можуть викликати.

В кожній енергосистемі зазвичай є кілька варіантів можливих схем електричних з'єднань і задачею оперативного персоналу є вибір найкращого з них, тобто такого варіанту відключення любого елемента призводило б до найменшого розладу роботи енергосистеми, тобто забезпечувало найменший ризик.

Таким чином, виникає задача вибору послідовності виведення окремих одиниць електрообладнання з врахуванням вище зазначених особливостей і факторів. В якості показника або критерію при реалізації альтернативних рішень доцільно використовувати ризик зниження електропостачання споживачів ЕЕС, внаслідок порушення динамічної, статичної стійкості при виведенні з роботи окремих одиниць електрообладнання. Ризик є багатовимірною характеристикою основними компонентами котрої є імовірність події і наслідок від нього. В рамках даної роботи розглядається технічний ризик.

Результати тестового моделювання. На прикладі тестової схеми (рис. 1) проведено аналіз впливу зміни топології електричної мережі, пов'язано із виводом з роботи СТ на ризик виникнення аварійної ситуації.

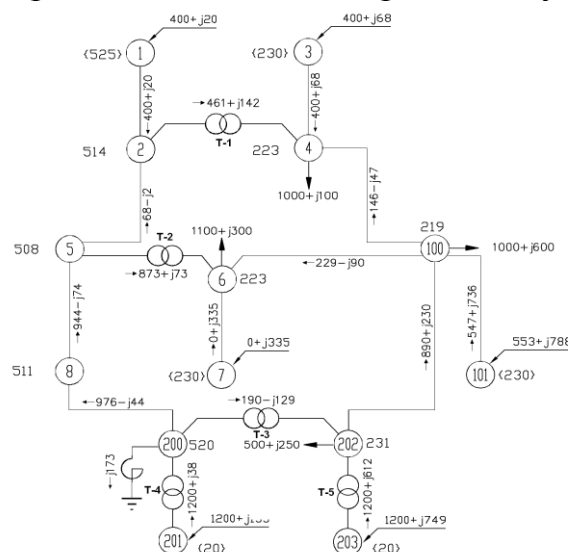


Рисунок 1 – Розрахункова схема тестової шестимашинної моделі підсистеми ЕЕС

Тестове ІСМ виконувалось на інтервалі часу спостереження $\Delta t = 3$ міс у відповідності з алгоритмом наведеним в [2]. Річний графік змінення максимального навантаження та результати розрахунку ризику виникнення аварійної ситуації в ЕЕС, що розглядається, на інтервалі спостереження 3 місяці (один квартал) без виведення з експлуатації електрообладнання приведені на рис.2, 3. Результати зміни ризику виникнення аварійної ситуації в ЕЕС (порушення динамічної стійкості синхронної паралельної роботи) при виведенні в ремонт силових трансформаторів Т-4 та Т-5 за заявкою диспетчера наведені на рис. 4.

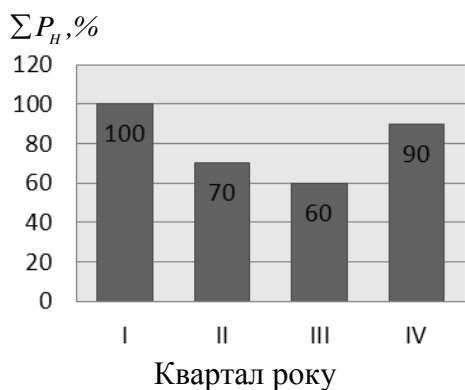


Рисунок 2 – Річний графік максимуму навантаження системи

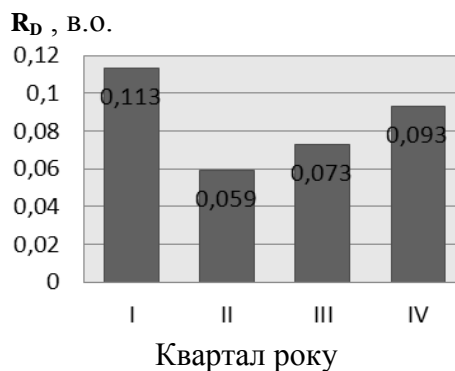
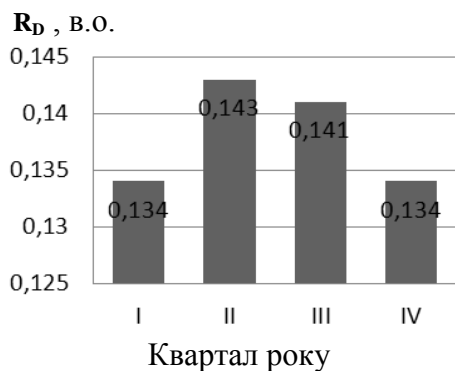
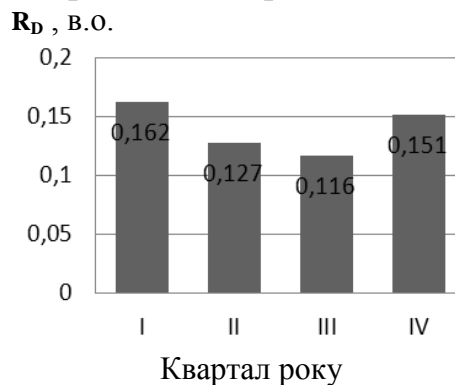


Рисунок 3 – Результати зміни ризику виникнення аварійної ситуації в ЕЕС на інтервалі спостереження 3 міс.



а



б)

Рисунок 4 – Результати зміни ризику виникнення аварійної ситуації в ЕЕС при виведенні в ремонт СТ: а – для Т-4, б - для Т-5.

Висновок. Запропоновані підхід та програмне забезпечення для визначення кількісних показників ризику виникнення аварійних ситуацій в ЕЕС. Наведено результати тестового моделювання оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій в ЕЕС та режиму електричної мережі при виведенні з роботи СТ.

Перелік посилань

1. Бардик Є. І. Моделювання електроенергетичної системи для оцінки ризику виникнення аварій при відмовах елек-тробладнання [Текст] // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія Електротехніка і енергетика, 2013, N Вип. 1.-С.15-22.
2. Є.І. Бардик, М.В. Костерев, М.П. Болотний. Імовірісно-статистичне моделювання ЕЕС для оцінки ризику відмови силового трансформатора при короткому замиканні в електричній мережі. Вісник Вінницького політехнічного інституту, випуск 6.-Вінниця: Вінницький національний технічний університет, 2015.