

МОДЕЛЮВАННЯ І ОЦІНКА РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ В ПІДСИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ (ЕЕС) З АТОМНИМИ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯМИ (АЕС)

НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація

В роботі розроблене програмне забезпечення "RISK POWER PLANT", яке дозволяє вирішувати ряд важливих задач, а саме: оцінювати імовірність відмови основного силового і комутаційного обладнання електричних систем з АЕС і ВП АЕС на основі використання як кількісної так і якісної інформації про технічний стан, визначати кількісні показники ризику виникнення аварійних ситуацій в підсистемах ЕЕС з АЕС та знеструмлення ВП електростанцій при аварійних збуреннях на АЕС і в ЕЕС, досліджувати режими роботи енергоблоків АЕС на незбалансоване навантаження, обґрунтовувати і формувати превентивні технічні рішення щодо мінімізації ризику виникнення аварій в підсистемах з АЕС.

Ключові слова: електроенергетична система, атомна електрична станція, комутаційне обладнання, аварійне збурення.

Abstract

The software "RISK POWER PLANT" is developed in the work, which allows to solve a number of important tasks, namely: to estimate the probability of failure of the main power and switching equipment of electrical systems from NPPs and NPPs based on the use of both quantitative and qualitative information on technical condition, to determine quantitative indicators of the risk of emergencies in the subsystems of the NPP with NPPs and de-energization of power plants during emergency disturbances at NPPs and in the NPP, to study the modes of operation of NPP power units for unbalanced load, to substantiate and form preventive technical solutions to minimize the risk of accidents in NPP subsystems.

Keywords: power system, nuclear power plant, switching equipment, emergency disturbance.

Особливістю функціонування сучасних енергосистем України та інших промислово розвинених країн є стійка тенденція до підвищення аварійності, пов'язане в першу чергу із старінням електрообладнання, несприятливими кліматичними умовами, більш напруженими умовами роботи оперативного персоналу. Почастішали системні аварії, які викликають знеструмлення власних потреб (ВП) електростанцій і тим самим сприяють розвитку аварії.

Особлива небезпечним є знеструмлення споживачів ВП АЕС, оскільки може привести до зменшення потужності і порушення ядерної безпеки АЕС при виникненні великої системної аварії з порушенням динамічної та статичної стійкості енергосистеми; при відмовах електрообладнання системи зовнішнього електропостачання власних потреб електростанції з порушенням стійкості за напругою; при відмовах окремих асинхронних двигунів внаслідок технічного стану.

Події, пов'язані із втратою зовнішніх джерел електропостачання власних потреб АЕС в Швеції (2006 р.), США (2005 р.), Великобританії (2005 р.) і особливо Японії (2011 р.), які призвели або могли призвести до серйозного порушення рівня безпеки атомних енергоблоків, потребують постійного моніторингу за роботою ЕЕС і ВП АЕС.

Як показують статистичні дані імовірність пошкодження або відключення повітряних ліній, які зв'язують АЕС з системою внаслідок перш за все внутрішніх та зовнішніх впливів стихійних явищ повністю не виключені. При цьому можлива повна втрата зв'язку електричної станції з ЕЕС з повним погашенням всієї станції, високою ймовірністю розвитку каскадної аварії в енергосистемі з повним погашенням окремих регіонів. Такі системні аварії можуть призвести до виділення енергоблоків АЕС для роботи на незбалансоване навантаження або аварійного розхолодження всіх реакторних блоків.

В умовах повного погашення АЕС вимогами системи диктується необхідність швидкого запуску хоча б одного атомного енергоблоку для чого необхідно здійснити живлення трансформаторів ВП. Для існуючих АЕС резервна подача живлення для розкручування власних потреб ("підняття" ВП з "нуля") реалізуються шляхом комутації в мережах 330 – 750 кВ для створення електричного ланцюгу, який зв'яже шини АЕС з шинами джерела потужності. При цьому важливим є забезпечення

високої надійності схем подачі живлення, що містять повітряні лінії (ПЛ) , високовольтні вимикачі, силові трансформатори (автотрансформатори), реактори ,електродвигуни ВП.

Для вирішення вище зазначених задач розроблене програмне забезпечення “RISK POWER PLANT”, яке дозволяє: оцінювати імовірність відмови основного силового і комутаційного обладнання електричних систем з АЕС і ВП АЕС на основі використання як кількісної так і якісної інформації про технічний стан; визначати кількісні показники ризику виникнення аварійних ситуацій в підсистемах ЕЕС з АЕС та знеструмлення ВП електростанцій при аварійних збуреннях на АЕС і в ЕЕС; оцінювати ризик порушення електропостачання споживачів ВП АЕС при аварійних ситуаціях в ЕЕС; визначати ризик відмови системи електропостачання ВП АЕС при живленні від зовнішніх незалежних джерел ; досліджувати режими роботи енергоблоків АЕС на незбалансоване навантаження ; обґрунтовувати і формувати превентивні технічні рішення щодо мінімізації ризику виникнення аварій в підсистемах з АЕС.

Бардик Євген Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри відновлювальних джерел енергії, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail: bardik1953@gmail.com