**Інюшев Владислав Валерійович. Метод дослідження надійності та ефективності захисних систем безпеки АЕС на етапі експлуатації : дис... канд. техн. наук: 05.14.14 / Одеський національний політехнічний ун-т. - О., 2005.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Инюшев В.В. Метод дослідження надійності та ефективності захисних систем безпеки АЕС на етапі експлуатації**. – Рукопис.  Дисертація на одержання наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.14 "Теплові і ядерні енергоустановки" – Одеський Національний політехнічний Університет, Одеса, 2006 рік.  Дисертаційна робота присвячена розробці методу дослідження надійності й ефективності захисних систем безпеки на етапі експлуатації АЕС. Даний метод ліг в основу розробленої інженерної методики для оцінки можливості продовження терміну експлуатації систем, важливих для безпеки АЕС.  У дисертації описані методи оцінки ПН на стадії експлуатації. Показано, що, у залежності від повноти вихідної інформації, можуть застосовуватися як параметричні, так і непараметричні методи дослідження ПН (одержання оцінок). В основу методу лягла передумова про можливість дослідження показників довговічності за рахунок дослідження показників безвідмовності і зв'язаним з цим дослідженням параметра потоку відмов. Розроблена інженерна методика і подальші спостереження за досліджуваними об'єктами підтвердили можливість такого підходу. | |
| |  | | --- | | В дисертаційній роботі вирішене завдання розробки методу дослідження показників надійності і ефективності захисних СБ АЕС на етапі експлуатації, зокрема таких важливих ПН, як показники довговічності. СУЗ є високонадійними, тому навіть багаторічні спостереження за відмовами (а саме вони цікавлять дослідників надійності і ефективності) надають обмежений статистичний матеріал, так необхідний для досліджень саме на етапі експлуатації. Настання граничних станів взагалі не спостерігалися. Розробка методу дослідження надійності таких систем, методів і, особливо, інженерної методики ускладнена ще тим, що специфіка ядерної енергетики вимагає при розробці методик обов'язкового максимального використання чинних нормативних документів, що вирішують тільки деякі фрагменти загальної задачі.  У теперішній час методики, що вирішують задачі прогнозування показників довговічності і ефективності таких систем взагалі відсутні, або вони носять керівний або декларативний і обмежений характер. Робилися спробиякісноїоцінки факту підвищення інтенсивності потоку відмов (за допомогою виявлення тренду інтенсивності потоку відмов). Кількісних характеристик для вирішення задачі прогнозування не наводилося. Невідомі також методики оцінки (і прогнозування) ефективності ЗСБ.  В роботі з використанням положень теорії ймовірностей, математичної статистики, теорії масового обслуговування, теорії випадкових процесів, апарата вивчення напівмарковських випадкових процесів, теорії наближень функцій отримано такі основні теоретичні і практичні результати:   1. Проведено поглиблений технологічний аналіз відмов різного типу за їх впливом на загальну ефективність функціонування ЗСБ АЕС. Побудовано модель випадкового процесу функціонування СУЗ на етапі експлуатації, орієнтовану на вивчення оцінок (прогнозу) ефективності. При побудові імовірнісної моделі ефективності запропоновано розділити випадковий процес за станами: ведучій – перебування в *станах за потужністю* (з різною імовірністю на різних інтервалах між спостереженнями), і напівмарковський процес перебування в *станах за працездатністю* (альтернуючий процес відновлення). 2. Отримано функції розподілу наробітку *до відмови* (окремого елемента), або *на відмову* типу "витік" (для системи) на проміжку спостереження, а також функції розподілу часу відновлення для елемента, які використано для обчислення ймовірності відмови для системи на різних ділянках спостереження, що дало змогу застосовувати апарат напівмарковських процесів (альтернуючих процесів відновлення) для оцінки ефективності. 3. Виявлено, що для одержання шуканих оцінок середньої ефективності даного класу систем (звідмовами типу "витік", і відновленням, яке пов'язане з заміною прокладок на нові, і заміною всіх прокладок після ППР), найбільш загальним є метод статистичного моделювання випадкового процесу на протязі інтервалу спостережень від ППР до наступного ППР з подальшим усередненням отриманих результатів. 4. Для альтернуючих процесів відновлення за умовою очікуваної ординарності потоку відмов на проміжку спостереження запропоновано наближений метод оцінок середнього часу перебування у працездатному стані і стані відновлення на різних інтервалах спостереження. Одержано вирази для точкових та інтервальних оцінок складових ефективності. 5. Розроблено метод практичних досліджень, що втілює декларований підхід до вивчення показників довговічності за допомогою досліджень показників безвідмовності відновлюваного устаткування (шляхом вивчення потоку відмов). 6. Одержано вирази для інтервальних оцінок комплексного ПН (стаціонарного коефіцієнту готовності) для високонадійних систем. Наведено наближені оцінки (з використанням нерівностей Бонферроні) і точні (аналітичні) вирази для інтервальних оцінок для випадків, коли середній час наробітку на відмову і відновлення описуються зрізаними нормальними розподілами. 7. Розроблено інженерну методику одержання інформації для подовження (не подовження) терміну експлуатації високонадійних систем, що передбачає одержання точкових і інтервальних оцінок ПН в умовах спостережень за вибірками з різним цензуруванням. 8. Розроблено регресійні моделі інтенсивності потоку відмов для кількісної оцінки і можливості прогнозування за границі спостереження. 9. Показано, що для досліджень довговічності розгляданню підлягають регресійні моделі, які передбачають очікуване зростання інтенсивності потоку відмов. 10. Отримані в дисертації теоретичні результати щодо методів і побудови моделей використано при одержанні показників ефективності і ПН для СУЗ Южно-Української АЕС. Подальша трьохрічна експлуатація системи підтвердила результати прогнозування.   Наукові і практичні результати, що одержані, можуть бути використані для захисних СБ ВВЕР-1000 усіх енергоблоків АЕС України, за умови збору і обробки відповідної інформації по конкретному об'єкту. | |