

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Романчук Катерини Геннадіївни

«Метод Байеса при оцінці ризиків аварій та управлінні безпекою на гідровузлах», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології

Дисертація Романчук К.Г. присвячена розробці і вдосконаленню методів кількісного оцінювання ризиків аварій та імовірнісного прогнозування аварій при розв'язанні актуальних задач з оцінювання і управління безпекою гідровузлів на основі байесівських процедур перетворення ймовірностей.

Актуальність теми дослідження. Сучасні слабкоструктуровані задачі прогнозування нештатних ситуацій та аварій при функціонуванні складних природно-технічних систем характеризуються значним впливом багатофакторних невизначеностей і наявністю невимірюваних компонентів. Прикладом таких задач у природно-технічних системах є задачі управління безпекою на техногенних інженерних об'єктах, таких як гідровузли і пов'язані з ними гідроспоруди. Як правило, дослідження з безпеки гідровузлів, зосереджені на детерміністичному динамічному та ризик-орієнтованому підходах з використанням методів системного аналізу.

Необхідно зазначити, що надзвичайна складність системної організації гідровузлів, розвиток і простір станів яких визначаються величезною кількістю факторів і параметрів, що набувають випадкових, нечітких та часто невизначених значень, суттєво обмежує практичне застосування класичних динамічних моделей для повноцінного опису та прогнозування можливих аварій в таких системах. Тому, враховуючи важливість забезпечення належних рівнів надійності й безпеки

*Вх. N161/16.03.17-1
Відг 16.03.2017р.*

техногенних об'єктів, зокрема, окремих гідровузлів та їх каскадів, нагальними постають задачі розробки нових та вдосконалення існуючих методів прогнозування й оцінювання ризиків аварій на основі ризик-орієнтованого, сценарного та імовірнісного підходів. При цьому практичні задачі керування ризиками безпеки гідровузлів вимагають розроблення і використання методів на основі сучасних інформаційних технологій, що дозволять прогнозувати і оцінювати узагальнений ризик системних аварій на гідровузлах при комплексному врахуванні сумісних і несумісних сценаріїв аварійних подій.

Саме про подальший розвиток досліджень за цими напрямками свідчать тема і основні результати дисертаційної роботи. Таким чином, тему дисертаційної роботи Романчук К.Г., в якій розроблено методи імовірнісного прогнозування і оцінювання ризиків аварій на гідровузлах, слід вважати актуальною.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій в роботі підтверджується результатами імітаційного моделювання, впровадженнями і практичними застосуваннями результатів, отриманих при виконанні дисертаційної роботи. Результати наукових досліджень представлені на понад ніж 40 міжнародних наукових конференцій різного рівня.

Метою дисертаційного дослідження є розвиток теоретичних основ інформаційної технології імовірнісного прогнозування аварій та кількісної оцінки ризиків аварій в задачах управління надійністю і безпекою гідровузлів як складних систем в умовах невизначеностей та ризиків.

Автором запропонований оригінальний підхід до ранжирування аварійних подій на гідровузлі за пріоритетом безпеки на основі оцінювання значущості ризиків за Фусселем-Веслі. Встановлено, що ранжирування аварійних подій за значущістю в рамках сценарного підходу до оцінювання ризиків збитків від аварій з використанням методу

Байєса надає можливість визначити найбільш ймовірні сценарії аварій та сценарії з найбільшими ризиками збитків.

На основі сценарного підходу з використанням методу Байєса в роботі запропонований метод формування достатньої множини проектних екстремальних подій на гідровузлі, за якою здійснюється оцінювання ризиків на основі принципу раціональності. Встановлено, що внески різних сценаріїв аварій в сумарний ризик збитків від аварії на гідровузлі та внески окремих аварійних подій у повну ймовірність аварії і, відповідно, в сумарний ризик збитків аварії, можуть суттєво відрізнятись. При цьому малоймовірні аварійні події з більшими збитками можуть давати незначний внесок у сумарний ризик збитків від аварійних подій і тому ними, за певних обставин, можна нехтувати.

Основні наукові результати досліджень. У *першому розділі* проаналізовано проблематику кількісного оцінювання ризиків аварій на гідровузлах та визначено місце досліджень, наведених у роботі. Визначено основні напрямки досліджень в галузі оцінювання та забезпечення техногенної безпеки, підходи, методи і моделі, що використовуються при оцінюванні ймовірностей техногенних аварій.

У *другому розділі* сформульовано основні узагальнення, визначено поняття та здійснено загальну постановку задачі кількісного оцінювання ризиків аварій на гідровузлах в рамках сценарного підходу з використанням байєсівського перетворення ймовірностей.

У *третьому розділі* досліджено оцінювання ймовірностей нетипових сценаріїв аварій на гідровузлах, зокрема при відмовах систем автоматичного та автоматичних засобів регулювання, на випадок поширення гідродинамічних аварій на каскадах напірних гідроспоруд, внаслідок відмов водоскидних споруд за пропускнуою здатністю як систем з неповним резервуванням.

У *четвертому розділі* сформульовано першочергові задачі

управління безпекою гідровузлів із врахуванням ризиків аварій за принципом розумно досяжного низького рівня ризику. Серед першочергових задач безпеки гідровузлів виділено і досліджено такі задачі: 1) ранжирування аварійних подій на гідровузлі за значущістю; 2) обґрунтування зліченої множини розрахункових аварійних подій та вибору розрахункових проектних екстремальних малоймовірних подій; 3) оптимізації показників надійності засобів автоматичного контролю і регулювання безпеки, що встановлюються на гідровузлах.

Загальне прикладне значення результатів досліджень полягає у придатності їх до практичного використання в структурах Міненерговугілля, Мінприроди, Держводгоспу, Державного комітету з надзвичайних ситуацій, в підрозділах ПАТ «Укргідроенерго», ПАТ «Укргідропроєкт» та в інших організаціях при реалізації проектів оцінювання стану та подовження термінів експлуатації інженерних об'єктів, що забезпечить економію значних обсягів державних фінансових ресурсів.

Новизна наукових положень і результатів роботи. Автором дисертаційної роботи запропоновано нові методи оцінювання значущості аварійних подій на гідровузлі, оцінювання ймовірності відмови водоскиду за пропускну здатністю, формування множини модельних сценаріїв аварії та вибору екстремальних малоймовірних подій на основі принципу раціональності; вперше застосовано байєсівський підхід до ймовірнісного прогнозування сценаріїв аварій та до оцінювання сумарного рівня ризику аварій на гідровузлах.

В результаті виконаного дисертаційного дослідження Романчук К.Г. було отримано ряд нових наукових результатів, зміст яких розкритий у таких елементах:

вперше

- сформульовано твердження про несумісність модельних сценаріїв

аварій;

- застосовано метод Байєса до імовірнісного прогнозування нетипових сценаріїв системних аварій на гідровузлах;

- розв'язано задачу оцінки ймовірності відмови зарезервованої системи з автоматичним перемиканням на резерв та задачу оцінки ймовірності аварії в системі з автоматичним регулюванням навантаження;

- розроблено метод оцінювання значущості за Фусселем – Веслі та пріоритезації аварійних подій на гідровузлі за ймовірністю та ризиком збитків;

- розроблено метод обґрунтування множини модельних сценаріїв аварії та вибору проектних екстремальних малоімовірних подій на основі принципу розумності;

удосконалено

- метод оцінювання ймовірності відмови водоскиду за пропускнуою здатністю як однорідної системи з неповним функціональним резервуванням;

отримав подальший розвиток

- сценарний підхід до оцінювання ймовірностей аварій та оцінювання ризиків аварій на гідровузлах з використанням байєсівського перетворення ймовірностей, що дозволяє кількісно оцінити сумарний ризик збитків від аварії на гідровузлі з врахуванням модельних сценаріїв як несумісних аварійних подій.

Отримані теоретичні результати роботи доведені до методичного рівня і придатні для подальшого практичного використання. Результати роботи впроваджені в проектах оцінювання надійності і безпеки гідроспоруд Дністровських ГЕС-1, ГАЕС, на кафедрі гідротехнічного будівництва і на кафедрі гідроенергетики, теплоенергетики та гідравлічних машин Національного університету водного господарства та

природокористування. Отримані теоретичні і практичні результати роботи повною мірою висвітлені автором у наукових працях у фахових та зарубіжних виданнях, а також пройшли апробацію на міжнародних конференціях.

Повнота викладення та представлення результатів дослідження. Теоретичні і практичні результати дисертаційної роботи автором викладені логічно і послідовно, з повнотою, достатньою для їх розуміння фахівцями та для можливості їх практичного застосування.

Отримані в процесі дисертаційного дослідження результати висвітлені у 52 опублікованих працях. Основні положення та результати дисертації викладено у 29 наукових працях. Серед них 15 статей у фахових наукових виданнях, що внесені до Переліку наукових фахових видань з технічних наук, затвердженого МОН України, у тому числі 2 публікації у виданнях, що реферуються в міжнародних наукометричних базах даних; 4 статті у закордонних профільних збірниках наукових праць і 3 статті у інших профільних виданнях.

Дисертація написана на високому мовностилістичному рівні державною мовою. Застосована в роботі термінологія є професійною і загальноживаною. Структура і стиль викладення результатів виконаних теоретичних і практичних досліджень, отриманих нових наукових положень і висновків забезпечує доступність їх сприйняття і подальшого застосування. Автореферат повністю відповідає змісту дисертаційної роботи, виконаний грамотно і логічно, державною мовою з використанням української наукової термінології. Оформлення дисертації і автореферату повністю відповідає вимогам держстандартів України до оформлення дисертаційних робіт.

Дискусійні положення та критичні зауваження. Дисертаційна робота Романчук К.Г. в цілому виконана на високому науковому рівні, має теоретичне, методологічне і практичне значення.

Однак, окремі результати мають дискусійний характер, серед яких слід вказати такі:

1. Оскільки автором дисертаційного дослідження використано метод ймовірнісного моделювання, то також було б доцільно використати у якості моделей байєсівські мережі, які забезпечують можливість використання статистичних даних і експертних оцінок в одній моделі та побудову моделей високої розмірності.
2. Недостатньо чітко сказано яким чином визначались типи і параметри апіорних розподілів ймовірностей основних змінних досліджуваних об'єктів.
3. Вважаю за доцільне конкретизувати типи невизначеностей, які зустрічаються у процесі ймовірнісного прогнозування аварій на гідровузлах. Це дало б можливість вибрати додаткові математичні моделі для їх врахування.
4. Для аналізу розглянутих у роботі складних природно-технічних систем (гідровузлів) доцільно застосувати сучасну методологію системного аналізу, яка забезпечує врахування взаємозалежності факторів ризику та універсальність подальшого застосування отриманих результатів для аналізу систем іншої природи.
5. При тому, що робота написана з коректним використанням термінології, у роботі і авторефераті зустрічаються певні стилістичні неточності, наприклад, замість «оцінка ймовірностей» коректніше писати «оцінювання ймовірностей»; замість «слабо структуровані» коректніше писати «слабко структуровані».

Необхідно зазначити, що наведені зауваження не знижують актуальність, наукову новизну і цінність дисертаційного дослідження в цілому. Представлена дисертаційна робота і проблематика виконаного дослідження взагалі мають значні перспективи для подальшого розвитку у напрямі удосконалення методів моделювання і прогнозування аварійних

подій на складних техногенних і природно-технічних системах, зокрема, на каскадних системах гідровузлів та на окремих гідроспорудах. Також доцільною і корисною буде адаптація розроблених в дисертації методів прогнозування і оцінювання ризиків аварій на інженерних спорудах у інших галузях народного господарства, наприклад, вугільній, газотранспортній та нафтоперегінній, літакобудівній, хімічній тощо.

Висновки. Вважаю, що представлена до захисту дисертація є завершеним кваліфікаційним науковим дослідженням, в якому автором отримано ряд нових наукових і практичних результатів, пов'язаних із ймовірнісним прогнозуванням аварій та кількісним оцінюванням ризиків аварій на основі байєсівських процедур перетворення ймовірностей для задач управління безпекою гідровузлів. Вказані зауваження суттєво не зменшують загальну позитивну оцінку роботи.

Вважаю, що за актуальністю обраної тематики, новизною виконаних досліджень, їх обґрунтованістю та науково-практичною значимістю отриманих результатів, дисертаційна робота Романчук К.Г. на тему «Метод Байєса при оцінці ризиків аварій та управлінні безпекою на гідровузлах» повністю відповідає вимогам пунктів 9, 11, 12, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів» (постанова КМУ № 567 від 24 липня 2013 р.) до кандидатських дисертацій, відповідає паспорту спеціальності 05.13.06 – Інформаційні технології, а її автор Романчук Катерина Геннадіївна заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – Інформаційні технології.

Офіційний опонент:

директор Науково-аналітичного центру

ТОВ «ІНФОЕКСПЕРТ», к.т.н.



Л.О. Коршевнюк