

10. Windapo, A. Evaluation of the Satisfaction Metrics used by Stakeholders on Large Engineering Projects [Text] / A. Windapo, G. Camata // Journal of Engineering, Project and product Management. – 2015. – Vol. 5, Issue 2. – P. 82–90.
11. Осауленко, И. Система показателей деятельности регионального проектного сообщества [Текст] / И. Осауленко // Australian Journal of Education and Science. – 2015. – Vol. II, № 2(16). – P. 193–199.
12. План реалізації Стратегії розвитку Черкаської області на період 2015 – 2017 роки [Електронний ресурс]. – Черкаси, 2015. – Режим доступу: http://www.ck-oda.gov.ua/docs/2015/01072015_econom.pdf
13. Осауленко, И. Трансформация региональных проектно-ориентированных структур [Текст] / И. Осауленко // Cambridge Journal of Education and Science. – 2015. – Vol. V, № 2(14). – P. 302–308.
14. Alonso, A. M. Cluster Analysis in Epidemiological Data (Matlab) [Text] / A. M. Alonso // Journal of Modern Applied Statistical Methods. – 2006. – Vol. 5, Issue 1. – P. 273–280.
15. Sim, K. A Survey on enhanced subspace clustering [Text] / K. Sim, V. Gopalkrishnan, A. Zimek, G. Cong // Data Mining and Knowledge Discovery. – 2013. – Vol. 26, Issue 2. – P. 332–397. doi: 10.1007/s10618-012-0258-x

Показано, що супроводження заданого рівня працездатності систем аварійного захисту АЕС є ризиковою програмою, яка складається із окремих проектів відповідно до плану супроводження. Побудована математична модель імовірності катастрофічного результату на АЕС. Розроблено план проектної діяльності відповідно до циклу Шухарта-Демінга

Ключові слова: управління програмами та проектами, безпека АЕС, системи аварійного захисту, управління ризиками

Показано, что сопровождение заданного уровня работоспособности систем аварийной защиты АЭС является рискованной программой, которая состоит из отдельных проектов в соответствии с планом сопровождения. Построена математическая модель вероятности катастрофического исхода на АЭС. Разработан план проектной деятельности в соответствии с циклом Шухарта-Деминга

Ключевые слова: управление программами и проектами, безопасность АЭС, системы аварийной защиты, управление рисками

УДК 004.942:691.342

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.65641

УПРАВЛІННЯ ПРОГРАМОЮ СУПРОВОДЖЕННЯ СИСТЕМ АВАРІЙНОГО ЗАХИСТУ АЕС

О. С. Савельєва

Доктор технічних наук, доцент*

E-mail: okssave@gmail.com

І. І. Становська

Кандидат технічних наук**

E-mail: iraidasweet07@rambler.ru

Т. В. Бібік

Кандидат технічних наук

Кафедра атомних електростанцій та інженерної теплофізики

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

E-mail: bibik@npp-osi.kiev.ua

К. І. Березовська*

E-mail: berezovska@gmail.com

*Кафедра нафтогазового та хімічного машинобудування***

Кафедра вищої математики та моделювання систем*

***Одеський національний політехнічний університет пр. Шевченка, 1, м. Одеса, Україна, 65044

1. Вступ

Безпека проектної діяльності тісно пов'язана з поняттям «ризик проекту». Коли мова йде про безпеку АЕС, існує дві групи ризиків: ризики зовнішніх впливів (наприклад, техногенних катастроф або диверсійних дій) [1, 2] і ризики внутрішніх процесів (наприклад, старіння обладнання та засобів контролю, тестові втручання в роботу систем, помилки персоналу, тощо) [3–5]. Тому й програма супроводження систем захисту АЕС повинна оперативно реагувати на ризики обох груп, вчасно та ефективно «перемикається» між ними.

Актуальність роботи в даному напрямку визначається також суттєвими економічними втратами, які супроводжують навіть малозначні порушення в роботі АЕС, до яких, безумовно, треба додати великі суспільні, екологічні, медичні та інші проблеми.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Головна проблема першої групи ризиків – їх раптовість, а головна проблема другої полягає в тому, що будь-яке планове вторгнення в роботу системи аварійного захисту атомної електростанції (САЗ АЕС)

пов'язане зі зниженням безпеки [5]. Тому при виконанні програми – реалізації всіх її проектів – необхідно на кількісному рівні та у реальному часі управляти ризиками зниження безпеки АЕС, надійністю її систем, не дозволяючи їм опускатися нижче допустимого рівня [6, 7].

На жаль, очевидність такої концепції не гарантує виконання місії: згадаємо, що аварія на ЧАЕС відбулася саме в процесі «вторгнення» у її роботу виконавців проекту, покликаних контролювати і підтримувати систему її захисту! Кількісне управління ризиками може бути здійснене тільки з використанням адекватних математичних моделей врахування всіх чинників, що впливають на надійність роботи АЕС, у тому числі, зовнішніх [5–8].

АЕС, як і будь-який складний технічний об'єкт, постійно перебуває в динамічному оточенні, тобто в процесі експлуатації піддається впливу безлічі стохастичних подій, що приводять іноді до виникнення різного роду наслідків, не завжди сприятливих з погляду безпеки системи в цілому. Невизначені події, які у випадку виникнення мають негативний вплив, щонайменше, на одну із цілей проекту називаються ризиками проекту [9].

Якщо мова йде про проекти, пов'язані з діяльністю АЕС, то до ризиків, у першу чергу, відносяться зовнішні події, що інтенсивно протікають (ЗП): зміни параметрів навколишнього середовища (температури, тиску, вологості, радіаційного опромінення, складу хімічних розчинів) [5, 9] або сейсмічні впливи, що відповідають максимальному розрахунковому землетрусу (МРЗ) або проектному землетрусу (ПЗ) [7, 10].

САЗ АЕС має, як мінімум, три особливості, що різко ускладнюють її обслуговування протягом життєвого циклу: по-перше, як і будь-яка технічна система, вона старіє (втрачає працездатність), по-друге, її неможливо зупинити навіть на короткий час для проведення профілактики та ремонту, і по-третє, відповідальність за недопущення катастрофи настільки велика, що її неможливо виміряти в будь-яких еквівалентних одиницях, використовуваних у суспільстві [11, 12].

Сюди слід додати динамічне оточення програми: під час її здійснення постійно змінюється зовнішнє і внутрішнє середовище, багато дій доводиться здійснювати в умовах невизначеності та загрози надзвичайних ситуацій, у цих умовах програма супроводу САЗ АЕС складається з послідовних проектів моніторингу працездатності та, при необхідності, її відновлення, їх доводиться робити в процесі функціонування САЗ в динамічному оточенні, при цьому, кожний цикл роботи, є самостійним проектом: він має явно виражені унікальність, зміст і цілі, час початку та закінчення і обмежені ресурси [7].

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є підтримка на припустимому рівні безпеки АЕС при реалізації планового та надзвичайного проектів програми супроводу систем їх захисту шляхом розробки і впровадження таких проектів, заснованих на нових методах та швидкодіючих моделях розвитку подій в об'єкті захисту.

Для досягнення цієї мети в роботі були розв'язані такі задачі:

- обґрунтований план супроводження кваліфікації обладнання САЗ як програми, яка піддається ризикам;
- побудована математична модель імовірності катастрофічного результату на АЕС;
- створені головні атрибути програми супроводження кваліфікації обладнання САЗ АЕС;
- розроблено план проектної діяльності відповідно до циклу Шухарта-Демінга.

4. Моделі і методи управління програмою супроводження систем аварійного захисту АЕС

4.1. Супроводження кваліфікації обладнання САЗ як програма, що піддається ризикам

Якщо ЗП не проходять безслідно для АЕС, то в останній виникають так названі початкові події аварії (ППА), небезпечні не стільки самі по собі, скільки своїми можливо катастрофічними наслідками, оскільки ППА породжують залежні небезпечні події (НП), які є їхнім наслідком (рис. 1).

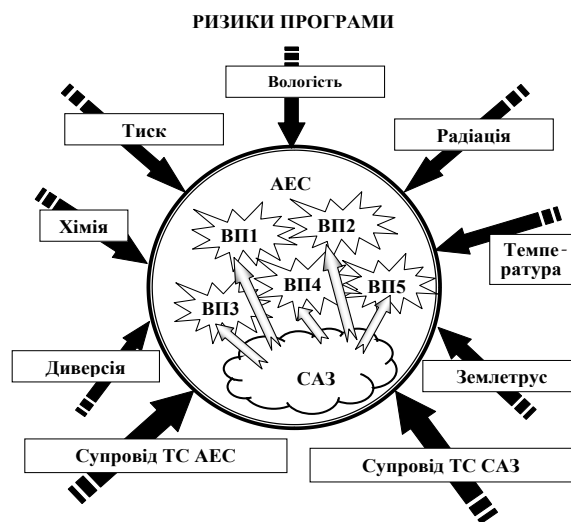


Рис. 1. Ризики програми, пов'язані з динамічним оточенням АЕС, і їх наслідки – вихідні події (ВП)

Наприклад, ЗП – землетрус, ППА – розрив трубопроводу, НП – різкий стрибок тиску. Всі розглянуті події (ЗП, ППА, НП) бінарні (відбулося – не відбулося), тому, з обліком стохастичності, їх можна оцінити кількісно у вигляді ймовірності настання (відповідно, $r_{зп}$, $r_{ппа}$ та $r_{нп}$), що залежить від часу. Оскільки між ЗП, ППА та НП існує причинно-наслідковий зв'язок, можна записати:

$$r_{нп}(t) = f[r_{ппа}(t), r_{зп}]. \tag{1}$$

Як зазначалося вище, безумовним пріоритетом функціонування АЕС є її безпека. З урахуванням (1) кількісно цю безпеку можна оцінити так:

$$ІБР(t) = 1 - f[r_{ппа}(t), r_{зп}]. \tag{2}$$

На жаль, ситуація, коли $ІБР=1$, недосяжна (хоча б через землетруси, яким не можна запобігти), адже пов-

ністю запобігти ЗП не можна, а ППА – у край складно. Тому, для того, щоб не допустити розвиток ППА в НП, у складі АЕС завжди існує САЗ, що відслідковує ППА та нейтралізує їх.

Таким чином, САЗ у складі АЕС відіграє роль своєрідного імунного центру, готового в будь-який момент виявити, локалізувати та ліквідувати, не допустити розвитку основних ППА, що загрожують безпеці системи в цілому (рис. 1).

Справедливості заради слід зазначити, що окремі НП також навряд чи можуть привести до катастрофічних наслідків, – для цього повинне відбутися сполучення декількох НП, про що мова йтиме нижче.

Очевидно, що зниження працездатності встаткування САЗ АЕС приводить до збільшення ймовірності виникнення аварійної ситуації.

Оцінка працездатності встаткування – це підтвердження того, що конструкція, система або елемент у межах усього терміну служби будуть виконувати покладені на них функції як при нормальній експлуатації, так і при ризиках з урахуванням характеристик середовища, у якій вони функціонують.

Кваліфікаційні вимоги до встаткування – це сукупність максимальних значень «твердих» параметрів ЗП, при яких повинна бути забезпечена працездатність обладнання протягом необхідного часу.

Досить специфічним зовнішнім впливом (ризиком) на АЕС і САЗ є також комплекс заходів щодо супроводу обладнання цих систем. Ці впливи, з одного боку, необхідні для підтримки працездатності обладнання а, отже, і заданого рівня безпеки, а з іншого, – самі представляють ризик, – небезпеку, – оскільки не можуть не впливати на природний плин процесів на АЕС.

Супровід САЗ АЕС, являючи собою постійний і неперервний процес, фактично розпадається на окремі цикли, кожний з яких відбувається в різних умовах, має, завдяки цьому, унікальність, кінцеві строки і яскраво виражену мету, що робить кожен цикл супроводу окремим проектом.

Виділимо три можливості спільного в часі виконання програми супроводу деякої ЗП, наприклад, землетрусу:

- протягом виконання програми супроводу землетрус не відбувається (найбільш часта можливість);
- тривалість землетрусу повністю входить у тривалість одного проекту;
- тривалість землетрусу починається при виконанні одного проекту та закінчується при іншому.

Оскільки тривалість окремих проектів нараховує тижні, а землетрусу – хвилини, а границі між проектами нечіткі, третьою можливістю можна знехатити.

Розглянемо циклограму розвитку небезпечної ситуації, аж до настання НП (рис. 2).

Основний проект супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС (плановий Проект 1 на циклограмі) виконується неперервно, незалежно від настання ЗП. При настанні ЗП (його тривалість на циклограмі для наочності перебільшена) починається «нове життя» Проекту 1. На циклограмі це позначено появою надзвичайного Проекту 2. Останній діє тільки від моменту початку ЗП і до компенсації виникаючих при цьому НП.

На циклограмі позначено також запізнюванням між початком ППА та початком НП. Ця важлива для розвитку подій обставина буде розглянута нижче.

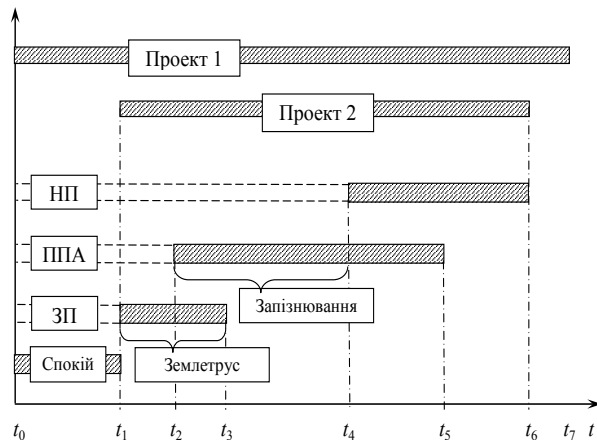


Рис. 2. Циклограма розвитку небезпечної ситуації під час реалізації програми супроводу САЗ АЕС: t_0 – час початку Проекту 1 по відновленню працездатності обладнання САЗ АЕС; t_1 – час початку ЗП (землетрус), початок Проекту 2 по ліквідації наслідків ЗП; t_2 – час настання ППА, t_3 – час закінчення ЗП (землетрус); t_4 – час настання НП; t_5 – час ліквідації ППА; t_6 – час ліквідації НП, закінчення Проекту 2; t_7 – час закінчення Проекту 1

4. 2. Математична модель ймовірності катастрофічного результату на АЕС

Модель розвитку небезпеки. Якщо оцінювати безпеку АЕС за значенням ІБР, а також виходячи зі співвідношень (1) і (2), можна прийти до висновку, що головним показником безпеки є величина ймовірності настання небезпечної події $r_{нп}$.

Нехай відомий розподіл ймовірностей ризику в часі $r_{зп}(t)$, а також ймовірності того, що ППА наступить ($t_{ппа} - t_{зп}$) після того, як відбулася ЗП: $r_{ппа}(t_{ппа} - t_{зп})$, і того, що НП наступить через ($t_{нп} - t_{ппа}$) після того, як відбулися ППА (ймовірність запізнювання): $r_{нп}(t_{нп} - t_{ппа})$.

Тоді можна записати:

$$r_{нп}(t_{нп}) = r_{зп}(t) \cdot r_{ппа}(t_{ппа} - t_{зп}) \cdot r_{нп}(t_{нп} - t_{ппа}), \quad (3)$$

або

$$ІБР(t_{нп}) = 1 - r_{зп}(t) \cdot r_{ппа}(t_{ппа} - t_{зп}) \cdot r_{нп}(t_{нп} - t_{ппа}). \quad (4)$$

Таким чином, знаючи закони розподілу співмножників правої частини (3), можна розрахувати ІБР системи для будь-якого моменту часу, як це ілюструють графіки прикладу на рис. 3.

Як видно з рис. 3, небезпека, наприклад, землетрусу, хоч і мала, але не дорівнює нулю, і закон її розподілу можна вважати рівномірним через практичну непередбачуваність такого ВР.

Якщо землетрус відбувся під час t_1 , то починає рости ймовірність ППА, а потім, через деяке запізнювання і НП. У підсумку, падає ІБР станції, досягаючи мінімуму разом з максимумом ймовірності НП. Надійно працююча САЗ АЕС повертає значення ймовірностей до вихідного припустимого стану.

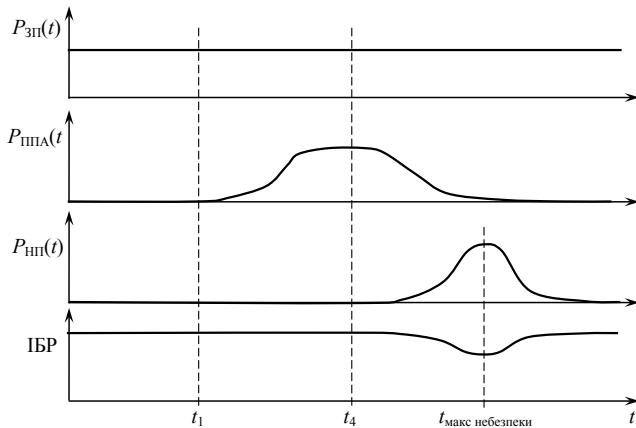


Рис. 3. Значення IBP, отримані розрахунком по (4) при відомих розподілах $P_{вс}$, $P_{ппа}$ та $t_{пп}$

4. 3. Атрибути програми супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС

Основними атрибутами програми супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС є її місія і цілі, час і ресурси проектів, що становлять програму, а також чутливість цілей до невизначеностей (ризиків) програми.

Для формулювання місії та основних цілей програми розглянемо схему, наведену на рис. 4.

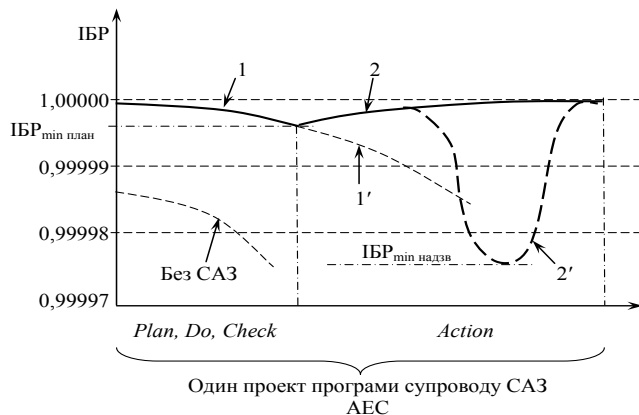


Рис. 4. Зміна ймовірності безвідмовної роботи АЕС у міру зниження і відновлення працездатності САЗ протягом проекту: 1, 2 – плановий сценарій; 2' – катастрофічний сценарій

На першому етапі відбувається «планове» зниження IBP АЕС до рівня $IBP_{\min \text{ план}}$, при якому подальша експлуатація АЕС стає небезпечною (лінія 1, етапи *Plan, Do, Check*).

Далі відповідно до планового сценарію відновлення рівня IBP (етап *Action*) повинне відбуватися по лінії 2 (рис. 4) замість лінії 1', рух уздовж якої відбувався б, якби не реалізовувалася програма супроводу САЗ АЕС.

Однак непередбачені обставини, ризики, наприклад землетрус, можуть привести до небажаного сценарію 2' з катастрофічними наслідками. Тому в програмі супроводу передбачений другий – надзвичайний рівень ймовірності безпечної роботи АЕС – $IBP_{\min \text{ надзв}}$. Коли IBP опускається до цього рівня, автоматично запускається додатковий, надзвичайний проект супроводу.

Таким чином, фактично, під час експлуатації АЕС реалізуються два: проекти загальної програми, які доповнюють та взаємодіють один з одним:

- проект підтримки заданого рівня працездатності обладнання САЗ АЕС;
- проект ліквідації наслідків ризиків, викликаних зовнішніми непереборними силами.

Глибина взаємодії проектів визначається, у першу чергу, їхньою загальною місією: захист персоналу, населення та навколишнього середовища від неприпустимого (перевищуючого діючі норми) радіаційного впливу. Проекти поєднує також загальна головна мета: відновлення втраченого в результаті поступових або раптових відмов обладнання штатного значення ймовірності безвідмовної роботи АЕС при одночасному недопущенні навіть короткочасного зниження IBP нижче заданого рівня, пов'язаного з реалізацією програми та з ризиками, а також багато загальних цілей більше низьких рівнів (рис. 5).

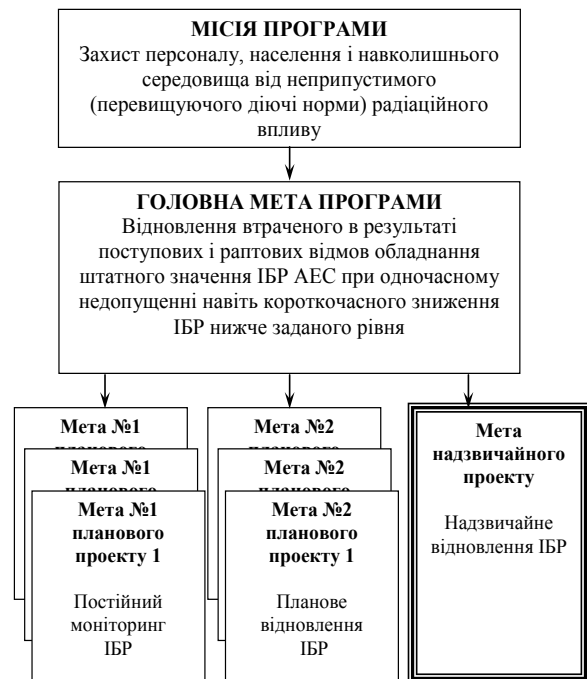


Рис. 5. Місія і дерево цілей програми супроводу САЗ АЕС

Час проектів – найважливіша характеристика, обмежена зверху сумою часу на виконання операцій проекту. Чим менше час, затрачуваний на проект, тим менше «провалів» у працездатності встаткування і тим менше максимальна ймовірність аварійної ситуації протягом життєвого циклу САЗ АЕС.

Час першого проекту збігається з початком і закінченням відповідного циклу супроводу САЗ АЕС, час другого – визначається конкретним видом ЗП і його наслідками.

Ресурси проектів. Головне обмеження, що супроводжує відомі проекти, – економічне, але у випадку АЕС цей ресурс можна вважати практично невичерпним, тому що витрати на ліквідацію наслідків аварії на АЕС із урахуванням людського фактора та екології в порівнянні з витратами на створення та супровід САЗ АЕС нескінченно великі.

Аналіз чутливості. У процесі аналізу встановлюється, у якому ступені невизначеність кожного проекту відбивається на досліджуваній меті програми, якщо інші невизначені елементи приймають базові значення [13, 14].

Вибір ризиків проекту заснований на «Остаточному переліку вихідних подій, у результаті яких виникають «тверді» умови оточення».

Для аналізу використали практичний досвід експлуатації діючих в Україні АЕС і моделі розвитку подій на АЕС [14–16]. Середні значення зовнішніх впливів: землетрус – 4 бали, помилкові дії персоналу – 6 балів (по 10-бальній шкалі), тиск – 760 мм рт. ст., температура – 20 °С, вологість – 70 %, домішки у воді – 2 %. Розрахункові зміни цих параметрів: $\pm 10\%$.

4. 4. Проектна діяльність відповідно до циклу Шухарта-Демінга

Представимо поточний плановий проект супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС, про яке йшла мова вище, у вигляді циклу Шухарта-Демінга (PDCA [17]) (кільце на рис. 6), доповненого можливістю переходу в будь-який момент до надзвичайного проекту.

Цикл PDCA починається із планування (Plan) проектної діяльності, що полягає в обробці вихідних – різних для кожного окремого циклу – даних проекту: переліку тестованого обладнання та базовий рівень працездатності кожної його одиниці.

Далі виконується оптимізація переліку обладнання з метою зменшення обсягу «баластових» робіт та, в остаточному підсумку, зниження тривалості операційної частини проекту.

Наступний етап (Do) полягає в практичній оцінці поточного стану обладнання. Для цього використовуються практичні методи візуального огляду, різного виду випробування, а у випадку розвинутого математичного забезпечення – моделювання «поводження» обладнання в різних умовах.

На етапі Check на підставі результатів оцінки виконується тестування працездатності обладнання з повним або частковим підтвердженням такої.

Результати цього етапу використовуються далі на плановому етапі «Action_{план}», де виконується активне втручання в діяльність обладнання з метою його відновлення. Тут же виконується передексплуатаційна підготовка доставлених та розроблювальних на місці елементів обладнання.

Далі цикл знову повертається на етап «Plan», де на підставі нових вихідних даних знову розробляються заходи, спрямовані на збереження заданого рівня працездатності, для наступного циклу.

Традиційний цикл Шухарта – Демінга доповнений надзвичайним етапом «Action_{надзв}», перехід до якого може відбутися від кожного із чотирьох «звичайних» етапів, а саме від того, на якому перебував цикл під час початку негативної ЗП. Загальна схема проекту супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС без негативних ЗП у світлі циклу Шухарта – Демінга наведена на рис. 7.

Як вказувалося вище, якщо ІБР САЗ АЕС у результаті будь-яких обставин (ЗП, «внутрішні» аварії, дія персоналу, і т. п.) падає нижче встановленого порога ІБР_{мін надзв}, відбувається автоматичний перехід системи (на якому б етапі загального циклу вона не перебувала) на додатковий надзвичайний етап.

Для рішення завдання десинхронізації використали математичні моделі елементів як динамічних систем, що рухаються в часі в просторі своїх станів. Застосовуючи до моделей перетворення [18], одержували фазові діаграми, які дозволяли контролювати ефективність десинхронізації на етапах проектно-операційної діяльності.

Як указувалося вище, якщо ІБР САЗ АЕС у результаті будь-яких обставин (ЗП, «внутрішні» аварії, дія персоналу, і т. п.) падає нижче встановленого порога ІБР_{мін надзв}, відбувається автоматичний перехід системи (на якому б етапі загального циклу вона не перебувала) на додатковий надзвичайний етап.

Для рішення завдання десинхронізації використали математичні моделі елементів як динамічних систем, що рухаються в часі в просторі своїх станів. Застосовуючи до моделей перетворення [21], одержували фазові діаграми, які дозволяли контролювати ефективність десинхронізації на етапах проектно-операційної діяльності.



Рис. 6. Проектна діяльність по підтвердженню працездатності САЗ АЕС: «традиційний» цикл Шухарта – Демінга поточного планового проекту плюс надзвичайний проект



Рис. 7. Загальна схема проекту супроводу кваліфікації обладнання САЗ АЕС у світлі циклу Шухарта-Демінга

5. Обговорення результатів досліджень програми супроводження систем аварійного захисту АЕС

Як відомо, атомні електростанції достатньо довго працюють в штатному режимі, під час якого існуючі системи захисту підтримують на прийнятному рівні лише свою працездатність, що обумовлено як технологією отримання електроенергії на станціях такого типу, так і великою відповідальністю за будь-які порушення в діяльності АЕС. Під час управління плановими проектами, що входять до програми супроводження такого режиму, система постійно відслідковує значення імовірності безвідмовної роботи станції та організовує, якщо виникає потреба, заходи з повернення цих значень до припустимих меж.

Науковою новизною роботи є те, що технічні можливості та організаційні заходи (інструкції), передба-

чені запропонованою загальною системою підтримки управління проектами безпеки АЕС, демонструють дуалізм: з одного боку, система, як і раніше, підтримує планову програму штатного режиму, а з іншого, – демонструє постійну готовність швидко, з будь-якого етапу планової програми, перейти до надзвичайного проекту, під час виконання якого вона забезпечує включення додаткових технічних можливостей та організаційних інструкцій для персоналу, необхідних для надтермінових дій при виникненні серйозних техногенних або природних небезпек.

Нова схема, яка містить надзвичайні проекти, що заздалегідь технічно та організаційно передбачені та сплановані, забезпечує головну свою перевагу: миттєву реалізацію необхідних заходів втручання в штатну роботу АЕС, які попереджують перехід раптових вихідних подій в стан серйозних техногенних катастроф.

6. Висновки

В результаті проведених досліджень розроблена система підтримки прийняття рішень при супроводженні засобів безпеки АЕС та створені нормативні акти, які регламентують послідовність дій персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій.

1. На підставі результатів вивчення досвіду експлуатації АЕС проаналізовані проектні ризики систем супроводження безпеки АЕС: несподіване виникнення зовнішньої (наприклад, землетрус) або внутрішньої (наприклад помилкові дії персоналу) небезпек. Обґрунтований план підтримання заданої кваліфікації обладнання систем аварійного захисту як програми, яка постійно піддається зовнішнім та внутрішнім ризикам.

2. Запропоновано механізм та побудовано математичну модель ймовірності головних аспектів виникнення катастрофічного результату в діяльності АЕС, пов'язаного із зовнішніми та внутрішніми втручаннями в її діяльність. Механізм містить етапи, за якими розвива-

ється небезпека: вихідна подія (землетрус) – внутрішня реакція на вихідну подію (розрив трубопроводу) – аварія – катастрофа. Математична модель ймовірності виникнення катастрофічного результату передбачає зв'язок між законами розподілу ймовірностей настання окремих етапів цього механізму та можливість розрахувати загальну ймовірність безвідмовної роботи системи для будь-якого моменту часу.

3. Створені головні атрибути програми супроводження кваліфікації обладнання САЗ АЕС, до яких, в першу чергу, віднесли місію і цілі управління програмою, а також час і ресурси проектів, що становлять програму. Підтверджена чутливість цілей до невизначеностей (ризиків), що супроводжують життєвий цикл програми.

4. Розроблено план проектної діяльності відповідно до циклу Шухарта – Демінга, доповнений надзвичайним етапом «Action_{надзв}», перехід до якого може відбутися від кожного із чотирьох «звичайних» етапів, а саме від того, на якому перебував цикл під час початку негативної зовнішньої події.

Література

1. Smith, P. G. Proactive Risk Management : Controlling Uncertainty in Product Development [Text] / P. G. Smith, G. M. Merritt. – New York: Productivity Press, 2002. – 248 p.
2. Становский, А. Л. Прогнозирование и предупреждение техногенных катастроф при автоматизированном проектировании сложных технических систем [Текст] / А. Л. Становский, О. С. Савельева, Т. В. Бибик // Труды Одесского национального политехнического университета. – 2010. – № 1 (33)-2 (34). – С. 136–139.
3. Bosilj-Vukchik, V. Business Process Modelling: A Foundation For Knowledge Management [Text] / V. Bosilj-Vukchik // Journal of Information and Organizational Sciences. – 2006. – Vol. 30, Issue 2. – P. 251–262.
4. Aubert, B. A. A framework for information technology outsourcing risk management [Text] / B. A. Aubert, M. Party, S. Rivard // The Data Base for Advances in Information Systems. – 2006. – Vol. 13, Issue 2. – P. 122–127.
5. Домніков, В. М. Інтегральний аналіз підвищення безпеки об'єкта «Укриття» Чорнобильської АЕС: зменшення потенційних радіаційних впливів на персонал [Текст] / В. М. Домніков, Є. П. Кадкін, О. О. Кіліна, Т. П. Кілочичька, С. М. Кондратьєв, В. Д. Склярєнко, Т. В. Сушко // Ядерна та радіаційна безпека. – 2013. – № 1 (57). – С. 31–36.
6. Barty, K. Sensitivity analysis for the outages of nuclear power plants [Text] / K. Barty, J. F. Bonnans, L. Pfeiffer // Energy Systems. – 2014. – Vol. 5, Issue 2. – P. 371–406. doi: 10.1007/s12667-013-0096-y
7. Ikeda, H. Procedural knowledge management system emergency management for nuclear power plants [Text] / H. Ikeda, N. Serrano-Cedillo, M. Ridwan // 7th International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, 2011. doi: 10.1109/nlpke.2011.6138249
8. Stare, A. Reducing negative impact of project changes with risk and change management [Text] / A. Stare // Mibes transactions. – 2011. – Vol. 5, Issue 1. – P. 151–165.
9. Kusar, J. Project management of product development [Text] / J. Kusar, L. Bradesko, J. Duchovnik, M. Starbek // Strojniski vestnik, Letn. – 2008. – Vol. 54, Issue 9. – P. 588–606.
10. Buvik, M. P. Prior ties and trust development in project teams – A case study from the construction industry [Text] / M. P. Buvik, M. Rolfsen // International Journal of Project Management. – 2015. – Vol. 33, Issue 7. – P. 1484–1494. doi: 10.1016/j.ijproman.2015.06.002
11. Maurin, F. D. Fukushima: Consequences of Systemic Problems in Nuclear Plant Design [Text] / F. D. Maurin // Economic & Political Weekly. – 2011. – Vol. 46, Issue 13. – P. 10–12.
12. Евланов, В. М. Влияние электрических и электромагнитных внешних воздействующих факторов на безопасность информационных и управляющих систем, важных для безопасности АЭС [Текст] / В. М. Евланов, К. М. Ефимова // Ядерна та радіаційна безпека. – 2012. – № 2 (54). – С. 30–35.
13. Становский, А. Л. Квалификация оборудования АЭС на работоспособность [Текст]: мат. XV семинара / А. Л. Становский, О. С. Савельева, Т. В. Бибик // Моделирование в прикладных научных исследованиях, 2008. – С. 54.
14. Диаграмма торнадо [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pmblog.com.ua/2011/04/687>
15. Бибик, Т. В. Оценка сетевой надежности при структурном проектировании сложных технических систем [Текст] / Т. В. Бибик, Л. В. Бовнегра, Д. А. Пурич, О. С. Савельева // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. праць НТУ «ХП». – 2010. – Вип. 1 (20). – С. 18–21.

16. Котенко, Н. А. Морфологические модели надежности энергетического оборудования [Текст]: зб. наук. пр. / Н. А. Котенко, Г. А. Оборський, О. С. Савельева // Моделювання та інформаційні технології. – 2010. – Вип. 58. – С. 70–75.
17. Адлер, Ю. П. Методы постоянного совершенствования сквозь призму цикла Шухарта–Деминга [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. И. Хунузиди, В. Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2005. – № 3.
18. Лисенко, Т. В. Синхронізація подій при роботі систем автоматизованого проектування [Текст] / Т. В. Лисенко, Т. І. Носенко, О. Л. Становський // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2007. – Вип. 5, Ч. 1. – С. 188–196.

Визначено основні показники соціального ефекту для кількісного визначення соціальних змін, отриманих від реалізації соціотехнічного проекту. Визначено фактори, що впливають на керованість соціотехнічного проекту. Розроблено механізм формування соціального ефекту. Розроблено модель, що дозволяє моделювати величину соціального ефекту в залежності від потреби соціальної групи і цінності продукту проекту. Розроблено математичну модель для кількісного визначення соціального ефекту

Ключові слова: соціотехнічний проект, соціотехнічні системи, соціальний ефект, цінність, ефективність проектного управління

Определены основные показатели социального эффекта для количественного определения социальных изменений, полученных от реализации социотехнического проекта. Определены факторы, влияющие на управляемость социотехнического проекта. Разработан механизм формирования социального эффекта. Разработана модель, позволяющая моделировать величину социального эффекта в зависимости от потребности социальной группы и ценности продукта проекта. Разработана математическая модель для количественного определения социального эффекта

Ключевые слова: социотехнические проекты, социотехнические системы, социальный эффект, ценность, эффективность проектного управления

УДК 005.8

DOI: 10.15587/1729-4061.2016.64292

РАЗРАБОТКА МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНОГО ЭФФЕКТА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ СОЦИОТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ

В. И. Чимшир

Кандидат технических наук,
доцент, заведующий кафедрой
Кафедра судовождения и энергетики судов
Национальный университет
«Одесская морская академия»
ул. Фанагорийская, 9, г. Измаил, Украина, 68600
E-mail: chimshir@mail.ru

1. Введение

За последнее двадцать лет в управлении проектами, как в науке, прошли большие изменения. Они касаются практически всех направлений, изучаемых и применяемых на практике, а именно, управление качеством, рисками, временем, ценностью и т. д. Одним из важнейших изменений, заслуживающего отдельного внимания, является осмысление важности влияния результатов проектной деятельности на социум.

Социальная и экономическая составляющие социотехнического проекта имеют глубокие связи. Как показывает практика [1–3], расчет каждого из этих показателей осуществляется в отдельности. Для расчета экономической составляющей проектной деятельности существует множество методик [4], а для расчета количественного показателя социальной составляющей таких методик практически в мире нет. Под данным отрицанием понимается отсутствие

единого подхода в определении социальной значимости реализации того или иного инвестиционного проекта. По мнению автора, разделение этих двух составляющих является ошибкой. Многие компании и проектные организации [5] стремятся показать значительный вклад в развитие социальной благополучия, чем они вкладывают в действительности. Из-за глобальной тенденции инвестиционной открытости, компании не могут себе позволить работать исключительно на получение прибыли. Поэтому они расширяют свои проекты планированием социальных результатов.

Вопрос о том, как подойти к оценке социальных результатов проектной деятельности упорно изучается учеными всего мира последние тридцать лет, что подтверждает высокую актуальность данной темы. У истоков этих исследований стояла консалтинговая компания Walker Information [6]. На основе ее анализа было представлено тридцать четыре статьи, раскрыва-