

стійких розподілених інформаційних систем / Матеріали науково – технічної конференції „Сучасний стан та проблеми авіаційної техніки Військово – Повітряних Сил”, НЦ ВПС, 10-11 червня 2004р.

9. *Козелков С.В., Машиков О.А., Барабаш О.В.* Побудова функціонально-стійких розподілених інформаційних систем наземного базування / Тез. доп. XIV науково-технічної конференції, ЖВІРЕ ім. С.П.Корольова, Житомир, 2004, с. 107-108.

10. *Машиков О.А.* Концепции построения функционально-устойчивых информационно-управляющих комплексов / Тезисы докладов 6-й Всесоюзной конференции. Ч.II. – К.: АН УССР, 1991, с. 50-51.

11. *Самохвалов Ю.Я.* Декомпозиция логико-лингвистических моделей принятия решений в распределенной вычислительной среде // Кибернетика и системный анализ – 1997. - № 1. – С. 57-65.

12. *Субач І.Ю., Соколов В.В.* Організація баз даних та знань. – К: КВІУЗ, 1999.

13. *Трахтенгерц Э.А.* Компьютерная поддержка принятия решений. – М.: СИНТЕГ, 1998. – 376 с.

14. *Уотермен Д.* Руководство по экспертным системам. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 388 с.

*Поступила 27.09.2010р.*

УДК 683.03

О.Ю.Афанасьєва, Б.В.Дурняк, Ю.М.Коростіль

### **АНАЛІЗ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РИЗИК ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНОГО ОБ'ЄКТУ**

В рамках системи безпеки ( $SB$ ) повинні розв'язуватися наступні задачі:

- задача прогнозування виникнення несправностей,
- задача оцінки рівня безпеки функціонування технічного об'єкту ( $TO$ ), що може мінятися у зв'язку з виникненням несправності,
- задача моніторингування і діагностики несправностей, що передбачає визначення причини її виникнення,
- задача протидії розвитку несправності, або протидії причинам, що обумовили виникнення несправності,
- у випадку виникнення аварійної ситуації,  $SB$  повинна протидіяти розвитку аварії та ініціювати дії, що пов'язані з захистом оточуючого середовища від негативних факторів, що ініційовані аварією та діють на оточуюче середовище.

Приведені задачі стосуються проектних і неprojektних несправностей  $N^P$ ,  $N^N$ , відповідно. По відношенню до  $N^P$  і  $N^N$  розв'язки цих задач будуть різні, оскільки закономірності виникнення різних типів несправностей є різними. В даному випадку, будемо розглядати таку різницю лише на рівні

відмінностей між  $N^P$  і  $N^N$ , хоча останні можуть існувати на рівні окремих несправностей, яка обумовлюється предметною областю  $TO$ .

Основну увагу будемо приділяти несправностям  $N^N$ , оскільки, по відношенню до них розв'язок задач визначення ризику зменшення рівня безпеки особливо актуально. Виникнення  $N^N$  обумовлюється рядом причин, які носять випадковий характер. Така випадковість обумовлена наступними факторами:

- параметрами факторів, що приводять до виникнення самих  $N^N$ , або випадковістю ініціації окремої несправності відповідною причиною появи  $N^N$ ,

- фактором, який представляє собою випадково визначений тип  $N^N$  з множини всіх можливих типів несправностей,

- фактором, який визначає випадковість причини, виникнення якої, або розвиток якої приведе до появи  $N^N$ .

Оскільки, по визначенню,  $N^N$  представляє собою несправність, причини виникнення якої на етапі проектування не вказані в рамках технічної документації на  $TO$ , то виникнення тої, чи іншої причини виникнення  $N^N$  є подією випадковою. Крім того, ця подія відноситься до подій, які виникають досить рідко по відношенню до інтервалу функціонування  $TO$ , який визначається на основі загального ресурсу  $TO$ , що представлений в одиницях часу процесу функціонування. Якщо б це було не так, то проєктанти повинні були би дослідити відповідні причини і породжувані ними несправності і як мінімум, відносити їх до категорії  $N^P$  з відповідним внесенням еталонного образу цієї несправності в систему діагностування. В залежності від статусу  $TO$  і вимог до умов його функціонування, по відношенню до несправностей типу  $N^P$  на етапі проектування, до останніх можуть виконуватися наступні заходи:

- проектування окремих компонент  $TO$  проводиться таким чином, щоб відповідні вузли були спроектовані таким способом, при якому у такому вузлі виникнення певної несправності є неможливим,

- в систему діагностування включити ознаки зародження відповідної несправності,

- в  $SB$  реалізувати засоби протидії відповідній несправності,

- умови функціонування відповідного вузла реалізувати таким чином, щоб елімінувати можливість виникнення відповідної несправності і т.д.

Оскільки, одна і таж причина може приводити до виникнення несправностей різного типу з класу несправностей  $N^N$ , то вибір тої чи іншої несправності в результаті дії відповідної причини є випадковим. Ця ситуація є можливою в наслідок того, що причина, яка виникла в процесі функціонування  $TO$ , не проявляє себе як така, що може привести до

несправності  $N^N$ , оскільки  $N^N$  не проектна. Крім того, одна і та ж причина може ініціювати різні несправності в залежності від параметрів, що її характеризують. В даному випадку, причиною виникнення несправності, як деякого фактору, може бути подія чи ряд подій, які складають відповідну причину. Наприклад, такі події можуть полягати у періодичному переході значення напруги живлення за встановлені границі у випадку електронних компонент  $TO$ , у випадку механічних компонент  $TO$ , прикладом можуть служити періодичні виникнення недопустимих навантажень на ті, чи інші вузли і т.д. Очевидно, що відповідні фактори можуть привести до виникнення несправностей в різних елементах електронних схем, чи в різних деталях механічного вузла, що залежить від частоти перевантажень, від їх величини та інших параметрів, що відповідні причини можуть характеризувати.

Виникнення тих чи інших причин виникнення  $N^N$  іще не означає, що відповідні несправності будуть ними ініційовані. Щоб відповідні події, що описуються параметрами, повинні мати певний рівень значень цих параметрів. Наприклад, коли відповідними подіями є коливання напруги живлення, то вони можуть ініціювати несправність в тому випадку, коли величини відхилень таких коливань перевищують певний поріг, наприклад, поріг, який є допустимим для окремого елемента, що використовується у відповідній електронній системі і т.д. Випадковість в цьому прикладі обумовлюється наявністю відповідного елемента в схемі, при чому, така характеристика відповідного елемента може бути набутою в результаті певного періоду функціонування електронної системи, а також випадковістю виникнення відповідної причини, що представляє собою послідовність дій.

Величина ризику зменшення або зміни рівня безпеки обумовлюється цілим рядом причин, до яких відносяться наступні причини:

- помилка прогнозування виникнення несправності типу  $N^N$ , яку будемо позначати  $\delta p$ ,
- помилка ідентифікації, або детекції несправності, яку будемо позначати  $\delta d$ ,
- помилка в методі протидії несправності, що реалізується системою  $SB$ , яку будемо позначати  $\delta b$ .

Помилка прогнозування є помилкою методики, що вибирається для побудови моделі прогнозування і тому більш детально аналіз цієї складової доцільно проводити в рамках досліджень моделей прогнозування [1,2].

Помилка ідентифікації несправності складається з наступних складових:

- помилки параметрів, що ідентифікують несправність, яку будемо позначати символом  $\delta(d^p)$ ,
- помилка у визначенні значень параметрів, що описують несправність, яку будемо позначати  $\delta(d^z)$ ,
- помилка локалізації несправності, яку будемо позначати символом

$\delta(d^L)$ ,

- помилка часу виявлення несправності, яку будемо позначати символом

$\delta(d^T)$ ,

- помилка у визначенні функціональної значимості несправності, або міри впливу на процес функціонування технологічного процесу ( $TP$ ), що реалізується в  $TO$ , яку будемо позначати  $\delta(d^F)$ ,

Помилка параметрів означає наступне. Відомо, що будь яка несправність описується одним, в більшості випадків, кількома параметрами. Оскільки мова йде про несправності типу  $N^N$ , то остання не може бути описана на етапі проектування. Відсутність такого опису обумовлюється тим, що описувати абсолютно всі можливі несправності, які можуть бути описані в рамках проекту конструкції, чи проекту технологічного процесу не має сенсу, оскільки їх, в цьому випадку, може бути дуже багато. Тому, на етапі проектування описуються тільки проектні несправності, які є відомими з наступних точок зору:

- відомі форми їх проявлення, що означає, що відомі всі параметри, які їх описують та відомі значення відповідних параметрів, які, для зручності, у відповідності з прийнятою термінологією, будемо називати діагностичними параметрами [3,4],

- відомі причини виникнення несправностей,

- відомі способи протидії причинам виникнення несправностей та способи протидії розвитку самих несправностей.

Тому, у випадку виникнення несправностей типу  $N^N$  може виявитися, що не всі параметри, що описують відповідну несправність, визначені, що означає, що певні параметри, які відносяться до  $N^N$ , не встановлені, або серед встановлених параметрів є ті, що не відносяться до даної конкретної несправності  $n_i^n$ . В цьому випадку, виникають наступні проблеми:

- проблема, що пов'язана з прогнозуванням несправності  $n_i^n \in N^N$ ,

- проблема, що пов'язана з доповненням існуючого опису образу  $n_i^n$  до його повного представлення  $n_i^n$ ,

- ідентифікація окремого  $n_i^n \in N^N$ , яка полягає у доведенні, що  $n_i^n$  є допустимою в рамках  $TO$ , чи  $TP$  несправністю.

Оскільки  $n_i^n$  є невідомою, то в процесі прогнозування відповідної несправності не до кінця зрозуміло, що необхідно прогнозувати. Це означає, що діагностичні параметри, зміна значень яких приводить до появи несправності, не можуть використовуватися в якості змінних в моделі прогнозування. Цю проблему можна розв'язати шляхом заміни цілі прогнозування несправності типу  $N^N$  деякою більш загальною ціллю. Такими більш загальними цілями можуть бути наступні цілі прогнозування:

- прогнозування можливих причин виникнення  $n_i^n$ ,
- прогнозування відхилень процесу функціонування  $TP$  від штатних режимів роботи  $TO$ , або штатного протікання  $TP$  в  $TO$ ,
- прогнозування певних аномалій в  $TO$ .

Оскільки одна і та ж причина виникнення  $N^N$  може приводити до виникнення деякої підмножини окремих несправностей  $\{n_i^n, \dots, n_{i+k}^n\} \subset N^N$ , то відсутність тих, чи інших параметрів в  $MP$  не повинна бути критичною для  $MP$ . В цьому випадку, необхідно, щоб та сукупність діагностичних параметрів  $\{\xi_1, \dots, \xi_k\}$ , яка використовується в  $MP$  була достатньою для виявлення факту виникнення  $N^N$  в  $TO$ . Для виконання цієї умови, необхідно визначитися з уявленням про домінуючі параметри  $\xi_i$  для множини  $N^N$ . Такі умови, з конструктивної точки зору, доцільно формувати приймаючи до уваги окремі типи моделей  $MP$ , а також предметні області, в яких передбачається реалізувати процеси прогнозування [5,6].

Прогнозування можливих відхилень процесів функціонування від штатних режимів, в задачах виявлення несправностей типу  $N^N$  є досить загальним, оскільки, до таких відхилень можуть доповоджувати не тільки фактори, що обумовлюють виникнення несправностей типу  $N^N$ , а і фактори, що обумовлюють виникнення несправностей типу  $N^P$ , фактори, що визначають необхідність зміни раніше встановлених штатних режимів та цілий ряд інших причин. В цьому випадку, на основі аналізу даних, що отримані в результаті обчислень на  $MP$ , необхідно відділити ті фактори, які приводять до виникнення  $N^P$ , чи обумовленої зміни режимів роботи  $TO$  і, якщо, після відділення залишаються інші фактори, то їх можна буде ідентифікувати, як фактори, що приводять до виникнення  $N^N$ .

Виявлення, або прогнозування можливих аномалій в процесі функціонування  $TP$  є більш точним по відношенню до попереднього підходу. В результаті формування цілі прогнозування, як такої, що виявляє можливість виявлення аномалій, можна отримати інформацію про причини виникнення несправностей типів  $N^P$ ,  $N^N$ . Відокремлення з цієї множини несправностей типу  $N^N$  є порівняно, простою задачею, оскільки,  $N^P$  є відомими.

Помилки у визначенні значень діагностичних параметрів в процесі ідентифікації  $n_i^n$  виникають, або можуть виникати в результаті використання неповних процесів реалізації ідентифікації. Введемо наступне визначення.

*Визначення 1.* Процес ідентифікації  $n_i^n$  називається повним, якщо в результаті його реалізації отримано повний опис відповідної несправності  $n_i^n$ .

Процес ідентифікації, який використовується, при ідентифікації  $n_i^n$ , на відміну від розповсюдженого уявлення про нього, як про процес, що

ґрунтується на співставленні певних характеристик ідентифікованого об'єкта з характеристиками, яким він повинен відповідати, повинен вміщати процедури виводу нових фрагментів опису та процедури перевірки несуперечності додаткових фрагментів, що сформовані відповідним виводом, з фрагментами опису  $N^N$ , що розширялись відповідним виводом. В загальному випадку опис несправності типу  $N^N$  можна описати в неявній формі наступним співвідношенням:

$$n_i^n = f_i(\xi_{i1}, \dots, \xi_{in}) \quad (1)$$

Це співвідношення можна представити у вигляді:

$$n_i^n = f_i(\xi_{i1} * \dots * \xi_{in}), \quad (2)$$

де \* - окреме співвідношення з множини співвідношень між різними діагностичними параметрами  $\xi_{ij}$  і  $\xi_{ik}$ . Оскільки  $\xi_{ij}$  можуть приймати різні числові значення, то виходячи з інтерпретації функціонального впливу окремого параметру на окрему компоненту  $TO$ , можна множину значень величин  $\xi_{ij}$  поділити на підмножини, які відображали б різну міру впливу на процес функціонування  $TP$ . Такий поділ множин можна здійснювати в рамках наступних градацій:

- допустимі величини значень параметра  $\xi_{ij}$  і недопустимі величини значень, або ( $z^d$  і  $z^n$ ),
- активні величини значень  $\xi_{ij}$  і не активні величини значень, або ( $z^a$  і  $z^p$ ),
- величини значень параметрів  $\xi_{ij}$ , що впливають на прояви  $n_i^n$  опосередковано і не впливають на них, що будемо позначати ( $z^o$  і  $z^v$ ).

Таке визначення діапазонів значень є універсальним і придатне для параметрів, що мають довільну фізичну природу і можуть вимірюватися різними мірами. Очевидно, що всі діапазони зв'язані між собою і кожний з них допускає різну чисельну інтерпретацію, яка залежить від вибраного типу системи функцій, що описують такий зв'язок та цілі задачі, для розв'язку якої передбачається використовувати різну інтерпретацію значень параметрів. Слід зауважити, що різні системи функцій визначають різні способи інтерпретації відповідних змінних та різні методи перетворень відповідних описів.

Розглянемо взаємозв'язок між приведеними областями інтерпретації значень діагностичних параметрів.

Область значень  $z^d$  і  $z^n$  є тривіальною, оскільки виходячи з предметної області інтерпретації кожного окремого  $\xi_{ij}$ , можна віднести ті чи інші значення  $\xi_{ij}$  до  $z^d$  чи до  $z^n$ . Наприклад, якщо деяке значення параметру  $\xi_{ij}$  має величину, яка приводить до процесу розвитку аварії, то таке значення відноситься до діапазону  $z^n$ . Якщо значення  $\xi_{ij}$  не приводить до виникнення

процесів розвитку несправності, що може супроводжуватися певною слабою зміною з подальшою стабілізацією параметру у відповідній компоненті  $TO$ , то таке значення  $\xi_{ij}$  являється допустимим і відноситься до діапазону  $z^d$ .

Очевидно, що допустимість значень параметрів  $\xi_{ij}$  не означає, що в  $TO$  чи  $TP$  відсутні відхилення, або дефекти, але значимість відповідних дефектів тісно пов'язана з періодом функціонування  $TP$  і, в цілому, з періодом використання  $TO$ . Практично, це означає, що наявність певного дефекту, який описується параметром:

$$(\xi_{ij} < z^n) \& (\xi_{ij} \in z^d)$$

не впливає на процес функціонування  $TP$ , щонайменше на протязі визначеного періоду часу функціонування. Це особливо характерно для  $TO$ , час експлуатації якого є обмеженим. Прикладом такого параметру може служити величина ресурсу, як діагностичний параметр, який вказує на зменшення, або збільшення його характеристик, що відносяться до  $TO$  і можуть привести, при їх недопустимому зростанні, до виникнення процесу розвитку несправності, а в подальшому і до виникнення аварії. Якщо інтерпретувати величину значень параметрів в границях, що визначаються діапазонами  $z^d$  і  $z^n$ , то в якості системи функцій, що описують зв'язок між  $\xi_{ij}$  і  $\xi_{ik}$ , можна прийняти систему логічних функцій, яка, як мінімум, складається з базових операцій  $*$  = {&,  $\vee$ ,  $\rightarrow$ ,  $\neg$ }. В цьому випадку, існує можливість інтерпретувати  $f_i$  з (1), як логічну формулу  $L_i$ , що описує логічні зв'язки між окремими параметрами  $\xi_{ij}$  і  $\xi_{ik}$ . Така інтерпретація має найбільш загальний рівень апроксимації опису окремої несправності  $n_i^n$  [7,8].

Діапазон  $z^a$  і  $z^p$  є досить специфічним по відношенню до параметрів  $\xi_{ij}$ . Ця специфіка визначає наступне. Перш за все, приймемо, що функції змін значень параметрів  $\xi_{ij}$  є неперервними та диференційованими на описаних діапазонах значень. Це означає, що в них не має розривів, чи інших особливих точок. Таке обмеження, в багатьох випадках, є допустимим з точки зору їх інтерпретації в предметних областях. Воно означає, що зміна стану безпеки, яка обумовлюється появою та розвитком несправностей типу  $N^N$  є рівномірна в масштабах вимірювання значень окремих  $\xi_{ij}$  та інтегральних параметрів, що ідентифікують рівень безпеки  $TP$  в  $TO$  і, відповідно, величину ризику  $R$ , яка оцінює рівень безпеки, що забезпечує система  $SB$ .

Під активністю  $\xi_{ij}$  будемо розуміти процес зміни величини значення  $\xi_{ij}$ . В першу чергу, таку зміну будемо вважати односторонньою, якщо вона направлена на збільшення значення  $\xi_{ij}$  хоча, теоретично, приймаючи до

уваги існування в рамках  $SB$  засобів протидії несправностям, така зміна може відбуватися в сторону зменшення небезпечного значення  $\xi_{ij}$ .

Прийемо, що діапазони  $z^a$  і  $z^p$  співпадають з діапазонами  $z^d$  і  $z^n$  наступним способом:

$$(z^a > z^p) \& [(z^a \cup z^p) \subset z^d].$$

Встановлення взаємозв'язку між діапазонами  $z^a$  і  $z^p$  та  $z^d$  і  $z^n$  ґрунтуються на тому, що говорити про активність, чи пасивність величини значення параметра  $\xi_{ij}$  в діапазоні значень  $z^n$  не доцільно. Приймаючи до уваги умову, що функції зміни величин значень параметрів  $\xi_{ij}$  визначені у відповідних діапазонах та приймаючи до уваги, що збільшення величини значень параметрів  $\xi_{ij}$ , по визначенню, повинно інтерпретуватися як фактор негативний для  $TP$  і  $TO$ , то логічно прийняти, що в межах  $z^d$  може існувати діапазон  $z^p$ , в якому величина значень  $\xi_{ij}$  не змінюється, або змінюється достатньо повільно, по відношенню до масштабу часу функціонування  $TP$ . Такий діапазон відповідає введеному уявленню про діапазон пасивних значень  $\xi_{ij}$ . По своїй природі, процеси, що приводять до розвитку несправності, в багатьох випадках проявляють ефект підсилення, або ефект збільшення відповідної несправності. Це, з фізичної точки зору, обумовлюється тим, що  $TO$  постійно перебуває під дією внутрішніх та зовнішніх факторів. Внутрішні фактори породжуються самим процесом функціонування  $TP$ , а зовнішні фактори обумовлюються процесами, що відбуваються в оточуючому середовищі  $TO$ . Таким чином,  $z^p$  являється таким діапазоном значень  $\xi_{ij}$ , в якому ці значення змінюються з деякою швидкістю  $v^p$  такою, яка є значно меншою від швидкості зміни значень параметрів  $\xi_{ij}$  в діапазоні  $z^a$ , що можна записати у вигляді співвідношення:

$$v^p(\xi_{ij}) = \alpha v^a(\xi_{ij}),$$

де  $\alpha$  є число близьке до довільно взятого цілого числа  $N$ . Таке співвідношення можна було би записати у вигляді:

$$v^p(\xi_{ij}) \ll v^a(\xi_{ij}),$$

але в цьому випадку важко було би зберегти відносність уявлень про  $z^p$  і  $z^a$ , відповідно.

Останні діапазони є досить важливими оскільки вони відображають факт існування зв'язків між окремими діагностичними параметрами. Однією з особливостей окремих діагностичних параметрів є те, що вони, з одного боку можуть ілюструвати факт наявності певної несправності, а з другого боку, вони не можуть відобразити закономірностей, які описують процеси, що обумовлюють відповідну несправність. Справа у тому, що параметри, які



обумовлюють ту, чи іншу несправність, також відносяться до діагностичних параметрів. Прикладом такої ситуації може служити зміна розмірів тріщини, яка обумовлюється силами, які формують напруження у матеріалах вузлів  $TO$ . Параметр  $\xi_{ij}$ , який описує стан несправності, або параметр, який є посередником між причиною та описом несправності, відноситься до діапазону  $z^a$  і в приведеному прикладі представляє собою силу, яка спричиняє появу тріщин в матеріалі. Її діапазон знаходиться в межах значень  $z^a$ .

Існує багато прикладів, особливо, в електронних системах, в яких поява несправності не вказує однозначно на місце її локалізації. Це означає, що фактичні діагностичні параметри не проявляються як певна несправність. Особливо, це характерно для нестабільних несправностей, що в непередбачуваний момент виникають і так само в непередбачуваний момент зникають. Це приводить до неможливості ефективного виявлення дійсної несправності. Така несправність характерна і для механічних вузлів, особливо, коли ті чи інші функціональні можливості вузла в значній мірі визначаються параметрами матеріалів, що входять у склад вузла. В цьому випадку, величину  $\delta(d^L)$  можна вимірювати кількістю випадків прояву відповідної несправності, починаючи від моменту її першої реєстрації та кінчаючи моментом визначення  $\xi_{ij}$ , який безпосередньо обумовлює виникнення відповідної несправності.

Помилка, що визначається часом, який затрачується на виявлення несправності є однією з важливих компонент загальної величини ризику використання  $TO$ . Це обумовлюється тим, що, оскільки,  $n_i^n$  є непроектна несправність і тому не відома, то може мати місце ситуація, коли виявиться, що відповідна несправність розвивається таким чином, що може привести на протязі короткого часу до виникнення аварійної ситуації. Необхідність в як можна коротший час виявити причини несправності, встановити її характер, інтуїтивно не викликає сумнівів. Проблема полягає у тому, щоб визначити допустимий час виявлення кожної можливої несправності. Рішення цієї проблеми може ґрунтуватися на реалізації різних підходів до проблеми виявлення несправності типу  $n_i^n$ . Один з таких підходів полягає у формуванні адекватного опису інтерпретації виявленої системою моніторингу аномалії в середовищі  $TO$  та в його зовнішньому оточенні. Дослідження цього підходу потребує специфічного аналізу об'єкту захисту.

1. Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль. 1982.
2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования. М.: Статистика, 1979.
3. Пархоменко П.П., Сагомонян У.С. Основы технической диагностики. М.: Энергия. 1981.
4. Майоров А.В., Москатов Г.К., Шибанов Г.П. Безопасность функционирования автоматизированных объектов. М.: Машиностроение. 1988.

5. *Шурыгин А.М.* Прикладная стохастика: робастость, оценивание, прогноз. М.: Финансы и статистика. -2005.
6. *Харнин Ю.С., Сталевская С.Н.* Об устойчивости многомерного линейного регрессионного прогнозирования.// *Весті АН Беларусі.* 1997, N4, с. 9-14.
7. *Мендельсон Э.* Введение в математическую логику. М.: Наука, 1971.
8. *Шенфилд Дж.* Математическая логика. М.: Наука, 1975.

*Поступила 27.09.2010р.*

УДК 551

Н.К. Лиса, н.с., НДВ центр стратегічних досліджень еко-біо-технічних систем, м. Львів.

Lysa N.K., Center Strategic Research eco-bio-technical systems, Lviv, Ukraine.

## **ЛАЗЕРНА ФОТОХІМІЯ ЯК ІНФОРМАЦІЙНА ОСНОВА СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕНСОРІВ**

### **LASER PHOTOCHEMISTRY AS AN INFORMATIONAL BASIS FOR CREATING MODELS OF TECHNOLOGICAL SENSORS**

*Анотація.* В статті розглянуто моделі фізико-хімічних процесів (фотохімія) в технологічних системах, їх активація лазером з метою виявлення інформаційних ознак параметрів середовища для створення лазерних сенсорів.

*Ключові слова:* лазер, фотохімія, сенсор.

*Аннотация.* В статье рассмотрены модели физико-химических процессов (фотохимия) в технологических системах, их активация лазером с целью определения информационных признаков параметров среды для создания лазерных сенсоров.

*Ключевые слова:* лазер, фотохимия, сенсор.

*Annotation.* The paper considers a model of physical and chemical processes (photochemistry) in technological systems, it laser activation to determine the information characteristics of environment parameters for creating a laser sensor.

*Keywords:* laser, photochemistry, sensor.

**Актуальність.** Сучасний стан промислового виробництва в різних галузях характеризується інтенсифікацією технологічних процесів на рівні граничних режимів, що веде до зростання шкідливих викидів з одного боку і зростанню ризику аварій з іншого.

Ця причина зумовила необхідність підвищити рівень контролю і прогнозованості технологічного процесу, який в певній мірі для таких режимів не забезпечений. засобами контролю з відповідним рівнем інформативності та малим часом відбору сенсорних даних про фізико-хімічний стан технологічного процесу в граничних режимах і аварійних

226 © Н.К. Лиса