

УДК 004.7

І.О. Ляшенко

Національний університет оборони України, Київ

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЖИВУЧОСТІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Розглянуто сутність та зміст поняття живучості системи, умови, стадії розвитку, межі та способи її забезпечення, а також взаємозв'язок з іншими властивостями системи, такими, як надійність, стійкість та безпека.

Ключові слова: живучість, надійність, стійкість, система, відмови, збиток.

Вступ

Невпинний науково-технічний прогрес на сучасному етапі передбачає бурхливий розвиток та впровадження досліджень в галузі створення інтелектуальних систем та штучного інтелекту. Насамперед, дані дослідження проводяться та впроваджуються у військовій сфері, де за мету ставиться створення єдиного для усіх учасників збройної боротьби інформаційного простору. Провідну роль при цьому відведено інформаційно-управляючим системам спеціального призначення.

Інформаційно-управляюча система спеціального призначення (ІУССП) являє собою багаторівневу ієрархічну обчислювальну систему, яка використовується для автоматизації контролю та управління в складній технічній системі деяким реальним об'єктом у визначеній предметній чи відомчій області та включає в себе певну множину вузлів, які пов'язані між собою визначеним чином [1].

Зазвичай, такі системи мають добре розвинуті комунікації зв'язку, управління та енергопостачання, мають складну структуру взаємодії та ресурсозабезпечення. З розвитком цих систем зростає їх чутливість до різного роду зовнішніх впливів природного, техногенного та цілеспрямованого характеру. Діалектичне протиріччя між досягнутим рівнем розвитку ІУССП та рівнем розвитку способів та засобів забезпечення їх стійкості в нерозрахункових умовах вимагає вирішення оптимальним чином. В цьому й полягає актуальність розробки теоретичних основ живучості ІУССП.

Аналіз публікацій. Нажаль, на даний час, теорія живучості знаходиться в стадії розвитку та оформлення в самостійну дисципліну: основні поняття та положення ще не сформовані та не узгоджені між різними науковими школами [2 – 8]. Відповідно, в науковій літературі можна спостерігати різноманіття варіантів тлумачень визначень та термінів теорії, що розвивається.

Крім того, сьогодні практично відсутні апробовані тривалим практичним застосуванням моделі

живучості. Широке тлумачення понять та визначень теорії живучості свідчить про недостатню ясність та опрацьованість цього питання.

Тому **за мету** дослідження обрано прояснити основну термінологію даної дисципліни, насамперед, в аспекті живучості саме ІУССП (далі – системи).

Викладення основного матеріалу

Теорія живучості – комплекс наукових знань про закономірності збереження системою деякої якості при пошкодженні її елементів та про способи забезпечення даної властивості [9].

Під пошкодженням слід розуміти подію, яка полягає у порушенні справного стану об'єкта при умові збереження його працездатності [10].

В результаті пошкодження, елементи системи можуть знаходитись в двох станах: працездатному (S) чи непрацездатному (\bar{S}). Причому, перехід зі стану в стан можливий в обох напрямках:

$S \rightarrow \bar{S}$ – в результаті пошкодження елементів;

$\bar{S} \rightarrow S$ – при відновленні працездатності.

Причинами пошкодження можуть бути: природні катаклізми чи аварійні ситуації (аварійні пошкодження); вплив бойових засобів противника (бойові пошкодження); помилки персоналу (експлуатаційні помилки).

Для зручності пропонується узагальнити усі пошкодження поняттям фактору пошкодження (ФП).

При розгляді співвідношення розмірів області впливу фактору пошкодження та розмірів елементів системи, будемо стверджувати, що елемент являється точковим при умові, що область впливу ФП нечітко більше (\succ) розмірів елемента та являється розмірним, коли область впливу ФП не більше, ніж розміри елемента.

Дане ствердження введено з метою розроблення максимально простих та достатньо точних моделей взаємодії елементів системи з середовищем експлуатації (сукупністю параметрів ФП, що вплива-

ють на елементи системи як природного, так і штучного походження).

Крім того, в теорії живучості використовуються терміни “граничний збиток” – найбільш допустимий, та “попереджений збиток” – величина, на яку зменшується збиток за рахунок заходів відновлення.

На відміну від теорії надійності, в теорії живучості вимоги до працездатності системи не настільки жорсткі та категоричні.

Тому, навіть втративши відповідність по всім параметрам вимог нормативно-технічної документації, система може володіти залишковими можливостями. Тоді, на множині станів системи, що характеризуються відмовою, з точки зору надійності, можуть бути виділені такі стани, які припускають вирішення системою завдання з заданою ефективністю (стани здатності).

Даний підхід дає можливість розглядати системи в двох станах; здатності (Z) та нездатності (\bar{Z}). Звідси основне питання, на яке повинна дати відповідь теорія живучості: чи зможе система зберегти стан здатності виконати поставлене завдання у разі пошкодження частини її елементів внаслідок впливів ФП.

Щоб сформулювати загальне поняття живучості спробуємо прослідкувати його тлумачення в різних сферах діяльності людини.

В судноплаванні під живучістю судна прийнято розуміти як “здатність протистояти впливу стихійних сил вітру та хвиль, пожеж, зброї противника, а, в разі пошкодження, зберігати та відновлювати повністю чи частково морехідність та бойові якості”. При цьому, найважливішими елементами живучості судна є непотоплюваність та стійкість [11].

В авіації під живучістю літака розуміють його властивість зберігати працездатність при впливах засобів ураження та не розрахункових умов експлуатації [12].

Живучість літака залежить від вражаємості (можливість впливу засобів ураження) та вразливості (порушення працездатності після впливу ФП).

В електроенергетиці живучістю вважають властивість об’єкта протистояти збудженням не допускаючи їх каскадного розвитку з масовим порушенням живлення споживачів [13].

В обчислювальних системах живучістю називають відсутність втрат будь-якого завдання (функції) внаслідок відмови елементів [14].

Живучість інформаційних систем – здатність зберігати та відновлювати виконання основних функцій в заданому обсязі та протягом заданого інтервалу часу у випадку зміни структури системи та/чи алгоритмів та умов її функціонування внаслідок несприятливих впливів (НВ) [2].

В загально-технічному визначенні живучість – властивість об’єкта виконувати своє призначення в процесі НВ на весь об’єкт, чи окремі його елементи та підтримувати в припустимих межах свої експлуатаційні показники [15].

Окремої уваги заслуговує зона відповідальності такої властивості, як живучість.

Для уточнення цих зон необхідно проаналізувати інші властивості системи, що стосуються збереження стану системи.

Першою з них являється надійність – властивість систем зберігати протягом деякого проміжку часу значення параметрів, що характеризують функціонування системи.

Надійність залежить від безвідмовності, ремонтпридатності та довговічності [16 – 19].

Під стійкістю розуміють здатність системи протистояти зовнішнім впливам та функціонувати в штатному режимі на етапі ініціювання надзвичайних ситуацій, тобто в докритичній області функціонування системи. Можна сказати, що стійкість – це живучість в до критичній області.

І, нарешті, безпека системи – здатність системи негативно впливати на навколишнє середовище (середовище функціонування).

Як видно з аналізу властивостей, зони відповідальності яких межують з поняттям живучості, основним критерієм, за яким можна їх розмежувати, являється критичний рівень НВ.

На проміжку часу, коли пошкодження елементів викликані їх внутрішніми дефектами чи досягнення критичного для даного елемента стану, визначеного терміном чи напрацюванням, після якого він вилучається з системи – властивість системи зберігати свої параметри виступає як надійність.

На етапі пошкодження елементів внаслідок зовнішнього НВ, коли рівень пошкоджень не перевищують можливостей системи по його подоланню, передбачених деяким критичним рівнем штатного режиму функціонування – здатність системи зберігати свій стан еволюціонує в стійкість.

І, нарешті, здатність системи виконувати свої функції в результаті пошкодження внаслідок НВ надкритичного рівня і є, безпосередньо, живучістю.

У разі, коли система неспроможна повернутися в стійкий стан чи виконувати свої основні функції, вона переходить в стан небезпеки для середовища функціонування.

Графічно перехід системи зі стану в стан відображено на ри. 1.

Узагальнення усіх вищеперерахованих визначень дозволило диференціювати їх за умовами прояву, стадіями розвитку та способами забезпечення (табл. 1).

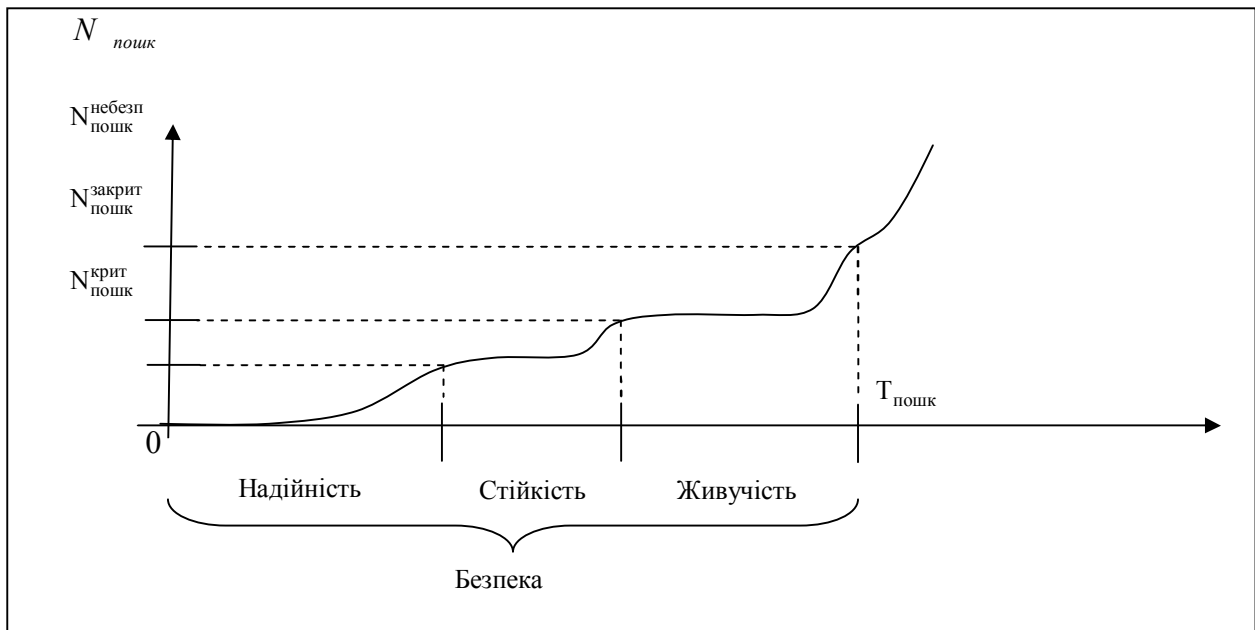


Рис. 1. Еволюція живучості системи

Таблиця 1

Диференціювання визначень

Сфера застосування	Умови прояву	Стадії розвитку	Способи забезпечення
Судноплаводство	Вплив стихійних сил, зброї противника	Протистояння, зберігання та відновлення якостей	Обмеження впливу (локалізація), стійкість (раціональна конструкція), управління та оповіщення (сигналізація, АЗУ)
Авіація	Вплив засобів ураження та не розрахункових умов експлуатації	Етап можливого НВ, етап після НВ	Мінімізація вражає мості (забезпечення експлуатації в складних умовах, тактичні прийоми, маневреність, вогнева протидія, постановка перешкод, зменшення контрастності літака); мінімізація вразливості (захист паливної системи, прикриття більш важливих агрегатів менш важливими, резервування та просторове розосередження агрегатів, бронювання, захист на землі)
Електронергетика	Вплив стихійних сил та не розрахункових умов експлуатації	Протистояння збудженням та недопущення каскадного розвитку з масовим порушенням живлення	Не допущення переводу частин системи в неробочий стан, резервування, сигналізація, управління.
Обчислювальні системи	Відмова елементів	Відновлення, реконфігурація	Технічне діагностування, відновлення, реконфігурація
Інформаційні системи	НВ природного, техногенного та організаційного характеру	Збереження, відновлення	Протистояння НВ, адаптація алгоритмів функціонування, функціональне відновлення або забезпечення функціонування при поступовій деградації
Загально технічне застосування	НВ на об'єкт чи його елементи в припустимих межах експлуатаційних показників; нормальні умови функціонування	Збереження, адаптація, відновлення	Збереження основних функцій, поступова деградація, оптимальна стратегія відновлення

Таким чином, стало можливим сформулювати поняття живучості для ІУССП.

Живучість інформаційно-управляючої системи спеціального призначення – здатність зберігати та відновлювати основні функції в заданому обсязі та протягом визначеного терміну, в умовах несприятливих впливів природного, техногенного та організаційного характеру, при отриманні системою пошкоджень надкритичного рівня, шляхом стримування несприятливих впливів, збереження, адаптації, реконфігурації та відновлення основних функцій в процесі поступової деградації системи.

Висновок

Таким чином, в результаті аналізу підходів до визначення живучості системи в різних сферах діяльності, обґрунтовано та сформульовано поняття живучості інформаційно-управляючої системи спеціального призначення, яке містить умови, стадії розвитку та межі прояву визначеної властивості.

Коротко розглянуто способи її забезпечення, а також взаємозв'язок з іншими властивостями системи, такими, як надійність, стійкість та безпека.

Даний результат має велике значення для визначення показників та критеріїв живучості та дає змогу побудувати модель живучості ІУССП, що і є напрямком подальших досліджень в обраній області.

Список літератури

1. Степанова А. С. Анализ развития информационно-управляющих систем с использованием научно-технического форсайта / А.С. Степанова, Д.Ю. Муромцев. – Самара: “Известия Самарского научного центра Российской академии наук”, – 2009. – С. 354-357.
2. Додонов А.Г. Живучесть информационных систем / А.Г. Додонов, Д.В. Ландэ. – К.: Наукова думка, 2011. – 256 с.
3. Барабаш О.В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О.В. Барабаш. – К.: НАОУ, 2004. – 226 с.
4. Монахов Ю.М. Функциональная устойчивость информационных систем. В 3В 3 ч. Ч. 1. Надежность программного обеспечения : учеб. пособие / Ю.М. Монахов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 60с.

5. Павский В.А. Анализ функционирования вычислительных и сложных технологических систем / В.А. Павский – Новосибирск: Кемеровский ТИПП, 2007. – 316с.

6. Мельников Ю.Е. Модель комплексной оценки и обеспечения живучести распределенных информационно-вычислительных систем / Ю.Е. Мельников, Ж.С. Сарыпбеков // Материалы II Всесоюзной научно-технической конференции. – М.: 1988. – С 31-34.

7. Иьуду К.А. Теория надежности и живучести вычислительных машин / К.А. Иьуду. – М.: МАИ, 1978. – 53 с.

8. ГОСТ 34.003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

9. Стекольников Ю.И. Живучесть систем / Ю.И. Стекольников – СПб.: Политехника, 2002. – 155 с.

10. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки. Терміни та визначення.

11. Большая Советская энциклопедия. – Т.9. – М.: Советская энциклопедия, 1972. – С. 259.

12. Анцелович Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности “Самолетостроение” / Л.Л. Анцелович – М.: машиностроение, 1985. – 296 с.

13. Надежность систем энергетики: Терминология. Сборник рекомендуемых терминов. – Вып. 95. – М.: Наука, 1980. – 42 с.

14. Руденко Б.А. Надежность систем энергетики / Б.А. Руденко, И.Н. Ушаков – М.: Наука, 1986. – 252с.

15. Валик Б.Г. Эффективность, надежность и живучесть управляющих систем / Б.Г. Валик, И.А. Рябинин // Автоматика и телемеханика. – 1984. – №2. – 43 с.

16. Ойстрейковский В.А. Теория надежности / В.А. Ойстрейковский – М.: Высшая школа, 2003. – 403 с.

17. Барлоу Р. Математическая теория надежности / Р. Барлоу, Ф. Прошан – М.: Сов. Радио, 1969. – 488 с.

18. Барлоу Р. Статистическая теория надежности и испытание на безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан – М.: Физмат, 2001. – 328 с.

19. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных схем / И.А. Рябинин – СПб.: Политехника, 2000. – 248 с.

Надійшла до редколегії 4.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Національний університет оборони України, Київ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИВУЧЕСТИ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

И.А. Ляшенко

Рассмотрены сущность и содержание живучести систем, условия, стадии развития, границы и способы их обеспечения, а также взаимосвязь с другими свойствами системы, такими как надежность, устойчивость и безопасность.

Ключевые слова: живучесть, надежность, стойкость, система, отказы, потери.

THEORETICAL BASIS OF SURVIVAL INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS FOR SPECIAL PURPOSE

I.O. Lyashenko

The essence and content of survivability systems, conditions, stage of development, the limits and methods of support, and the relationship with other properties of the system, such as reliability, stability, and security.

Keywords: vitality, reliability, firmness, system, refuses, losses.