

КОНЦЕПТУАЛЬНИЙ ПІДХІД ДО ВРАХУВАННЯ ЗАГРОЗ У КОСМІЧНІЙ СФЕРІ В ІНТЕРЕСАХ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ

У статті запропоновано підхід до врахування загроз у космічній сфері, що сприяє забезпеченню космічної ситуаційної обізнаності осіб, які приймають рішення щодо національної безпеки та оборони держави. Він складається з системного аналізу існуючих (відомих) та нових (виникаючих) загроз у космічній сфері, їх класифікації, інтегрального оцінювання ознак загроз (груп або класів загроз), прогнозування розвитку небезпеки та вироблення пропозицій щодо протидії загрозам із застосуванням наявних сил і засобів.

На підставі аналізу відомих систем класифікації для побудови класифікатора загроз у космічній сфері обрано фасетну систему. Запропонований підхід до класифікації, у поєднанні з комплексним врахуванням об'єктів впливу з різних аспектів космічної сфери (юридичного, економічного, екологічного, астрономічного, військового), дозволяє проводити інтегральне оцінювання небезпеки (ознак загроз), враховуючи вторинні наслідки та імовірний "каскадний ефект" впливу.

Надано функціональну модель системи врахування загроз у космічній сфері, структуру фасетного класифікатора зазначених загроз та приклад побудови графової моделі поширення загрози можливого знищення вітчизняного космічного апарата за всіма аспектами космічної сфери. Наведено підходи до експертного оцінювання визначення ваги аспектів з точки зору національної безпеки, визначення структури ієрархічної системи критеріїв оцінювання поширення загрози та моделювання зміни показників аспектів космічної сфери при поширенні загрози. Окреслено подальші шляхи дослідження щодо конкретизації складових запропонованого підходу: класифікації та оцінювання відомих загроз у космічній сфері, прогнозування розвитку ситуації й вироблення пропозицій для їх врахування (нейтралізації).

Ключові слова: загрози у космічній сфері, класифікатор загроз, інтегральне оцінювання ознак загроз, безпека та оборона держави.

Вступ

Сучасний світ характеризується стрімким розвитком інформаційних технологій, розробленням, створенням та застосуванням (використанням) високотехнологічних систем і засобів для забезпечення існування та діяльності людства у різних сферах. Однією з таких основних та перспективних сфер є космічна. Для розвитку безпекових та оборонних спроможностей нашої держави з урахуванням її можливостей на ринку космічних послуг, космічної діяльності іноземних держав, небезпек космічного середовища, необхідності забезпечення космічної ситуаційної обізнаності осіб, які приймають рішення щодо національної безпеки та оборони, доцільно розглянути питання оцінювання рівня загроз у космічній сфері з метою їх врахування та подальшої нейтралізації або зменшення наслідків.

Постановка проблеми. Загрози (небезпеки) практично у будь-якій сфері мають різний характер та походження. Космічна сфера не є виключенням.

Стрімкий розвиток космічних технологій, що пов'язані з комерційною, дослідницькою, інформаційною, телекомунікаційною, військовою та іншими галузями іноземних держав, обумовлює зростання кількості різномірних загроз у космічній сфері, породжує їх трансформацію та впливає на якісні характеристики.

Велика кількість загроз та тенденція їх

збільшення вимагають розроблення підходів до класифікації загроз у космічній сфері для подальшого їх оцінювання за обраними (необхідними) класами (показниками, критеріями), перш за все, в інтересах безпеки та оборони держави.

Опрацювання зазначеного питання відповідає вимогам Указу Президента України щодо "створення системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони за єдиними методиками, що підготовлені з використанням можливостей Головного ситуаційного центру України" [1] та його результати пропонується використати в інформаційній системі забезпечення космічної ситуаційної обізнаності, що має забезпечувати відповідні потреби складових сектору безпеки і оборони держави [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню дослідження впливу різних за характером та походженням загроз на життєдіяльність людства приділяється багато уваги. Існує багато доступних для аналізу публікацій, в яких наводяться результати досліджень, що так чи інакше пов'язані з класифікацією загроз у космічній сфері та їх оцінюванням. Вони мають як узагальнюючий так і конкретний характер щодо загроз у космічній сфері.

Так, наприклад, у роботі [3] демілітаризація

космосу розглядається в системі світової безпеки; у роботі [4] наведено аналіз внутрішніх та зовнішніх загроз Україні, в тому числі у космічній сфері; робота [5] присвячена концептуальній моделі аналізу космічної обстановки, де надано загальну схему аналізу космічної обстановки, розглянуті її аспекти та окреслені завдання.

Більшість робіт вітчизняних та іноземних науковців присвячено дослідженню загроз в окремих аспектах космічної сфери, наприклад:

юридичному (застосування космічного простору суто з мирною метою, запобігання розповсюдженню зброї у космосі) [6, 7];

економічному (загрози у космічній сфері з точки зору запобігання економічних втрат, що виникають під час реалізації космічних проектів та програм (питання “космічної економіки”)) [8–10];

екологічному (екологічні проблеми, що виникають при використанні ракетно-космічної техніки) [11, 12];

астрономічному (астероїдно-кометна небезпека, космічна погода, проблема “космічного сміття” тощо) [13, 14];

військовому (“космічний тероризм” та використання космічного простору з військовою метою (фізичний вплив на космічні апарати, інформаційна протидія тощо)) [15–19].

Враховуючи аналіз опублікованих результатів досліджень, слід зазначити, що системно питанню врахування, нейтралізації (зменшення) наслідків загроз у космічній сфері взагалі, їх класифікації та комплексному (інтегральному) оцінюванню зокрема приділяється недостатньо уваги.

Метою статті є визначення підходів до системного аналізу і класифікації загроз (небезпек) у космічній сфері та їх інтегрального оцінювання

для забезпечення прогнозування розвитку ситуації та врахування (нейтралізації) зазначених загроз з точки зору безпеки та оборони держави.

Викладення основного матеріалу дослідження

Відсутність на даний час єдиних підходів до аналізу ризиків і загроз та методології оцінювання безпеки/небезпеки космічної діяльності з урахуванням спроможностей і завдань вітчизняної ракетно-космічної галузі, а також можливостей дружніх і ворожих іноземних держав у космічній сфері не дозволяє своєчасно сформулювати та реалізувати відповідні заходи (з урахуванням загроз у космічній сфері) щодо безпеки та оборони держави. У цьому випадку ефективне застосування відповідних систем спеціального контролю та їх значна роль у вирішенні завдань національної безпеки та оборони держави є сумнівними.

Завдання врахування та подальшої нейтралізації або зменшення наслідків від загроз (небезпек) у космічній сфері можна поділити на п'ять основних етапів (завдань щодо врахування загроз у космічній сфері (рис. 1)):

моніторинг (космічного середовища, космічної діяльності та можливостей держав), визначення (уточнення) і комплексний аналіз існуючих (відомих) та нових загроз у космічній сфері (за всіма її аспектами та всіма ознаками загроз), що здійснюється з урахуванням інформації від системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави щодо штучних та природних загроз і вміщає просторово-часові, ймовірнісні та інші показники, що кількісно характеризують загрозу або групу загроз, але стосуються лише окремого аспекту космічної сфери [2];

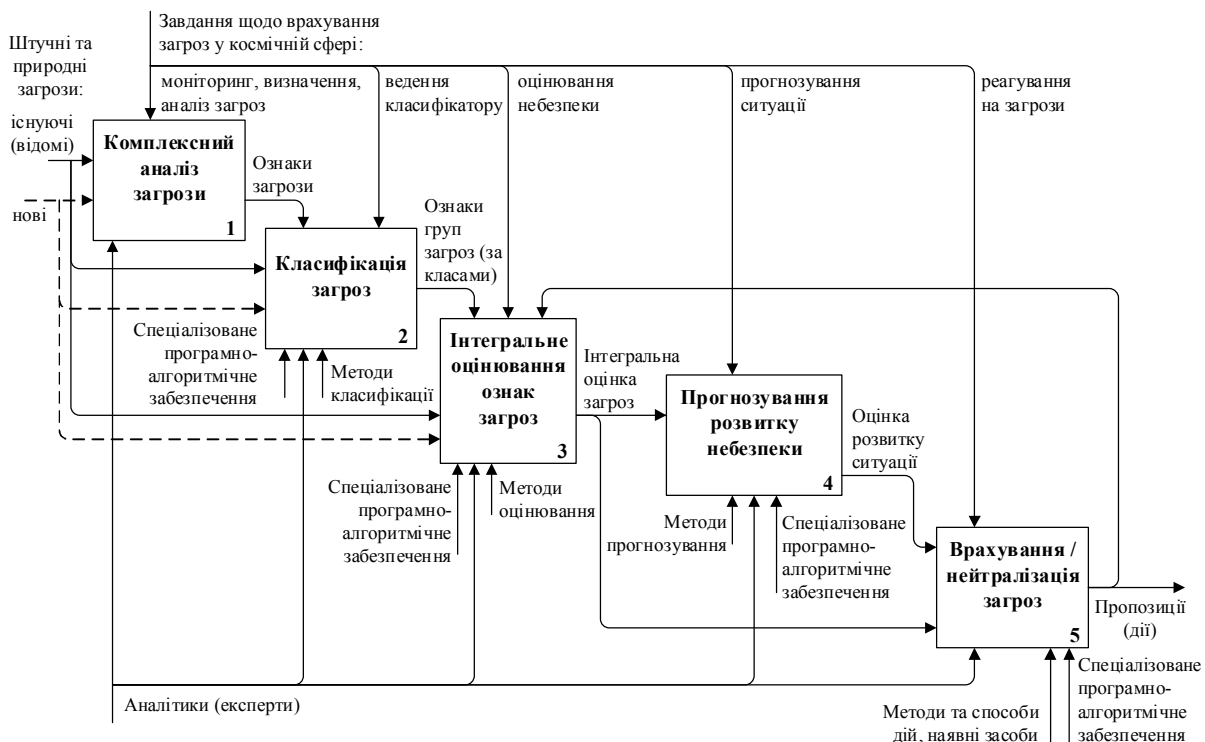


Рис. 1. Функціональна модель системи врахування загроз у космічній сфері

класифікація загроз у космічній сфері (систематизація та розподілення за визначеними ознаками існуючої множини загроз на класи (підмножини) відповідно до розробленого класифікатору за обраним методом класифікації, ведення класифікатору (підтримання класифікатору в актуальному стані шляхом віднесення виникаючих (нових) загроз до визначених класів з можливістю створення нових класів за новими ознаками)), використовуючи спеціалізоване програмно-алгоритмічне забезпечення (СПАЗ);

інтегральне оцінювання (визначення) небезпеки (рівня) загроз у космічній сфері у поєднанні з комплексним врахуванням об'єктів впливу з різних аспектів космічної сфери (юридичного, економічного, екологічного, астрономічного, військового), використовуючи методи оцінювання та СПАЗ відповідно до обраних показників (критеріїв);

прогнозування ситуації (розвитку небезпеки) у космічній сфері на підставі оцінки ознак загроз та методів прогнозування з використанням СПАЗ;

реагування на загрози (врахування, нейтралізація або зменшення наслідків загроз (небезпек) у космічній сфері) шляхом вироблення пропозицій для осіб, які приймають рішення на рівні центральних органів виконавчої влади, що виконують функції, пов'язані з національною безпекою та обороною держави, на застосування наявних засобів та використання можливих методів і способів дій на підставі моделювання розвитку ситуації за допомогою СПАЗ.

Застосування зворотного зв'язку з виходу системи врахування загроз у космічній сфері (запропонованих пропозицій (дій)) до модуля (підфункції) інтегрального оцінювання ознак загроз

(модуль 3, рис. 1) дозволяє за закладеними у відповідному СПАЗ алгоритмами провести моделювання ситуації та отримати висновок про ефективність запропонованих пропозицій (дій).

Важливою ланкою у системі, що розглядається, є професійні аналітики (експерти), які мають бути задіяні при виконанні кожного завдання врахування загроз у космічній сфері.

Розглянемо питання аналізу загроз у космічній сфері та здійснення їх класифікації. Такі загрози є розпорошеними за характером та походженням [6–19]. З іншого боку, перелік відомих загроз не є вичерпним. Фундаментальні, пошукові й прикладні наукові дослідження та науково-технічний прогрес обумовлюють виникнення нових загроз у космічній сфері, а також набуття різними суб'єктами (державами, організаціями) спроможностей, яких вони раніше не мали. Так, наприклад, Республіка Індія стала четвертою країною, що успішно випробувала протисупутникову зброю [20]; майже щодня збільшується кількість “космічного сміття” [13], траєкторії якого необхідно враховувати для безпеки польотів космічних апаратів; недіючі, але здатні за командою провести корекцію орбіти, космічні апарати можуть бути використані для “космічного тероризму” [21]. Враховуючи викладене, метод класифікації загроз у космічній сфері повинен забезпечити велику ємність та можливість простої модифікації системи класифікації. Такі властивості має фасетна система, що дозволяє обирати ознаки класифікації незалежно як одна від одної, так і від семантичного змісту ознак, що класифікуються (рис. 2).



Рис. 2. Структура фасетного класифікатора загроз у космічній сфері

При цьому позитивними рисами є можливість задіяння не усіх фасетів та простота внесення змін у будь-який фасет без зміни структури існуючих угруповань значень фасетів [22].

З метою забезпечення єдиного підходу інтегральне оцінювання ознак загроз у космічній сфері доцільно здійснювати не лише відносно конкретного об'єкта впливу з обраного аспекту, що повинно бути вже зроблено за допомогою інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави [2], а і врахувати вторинні наслідки щодо решти аспектів космічної сфери.

Розглянемо приклад загрози (групи загроз) – зовнішній вплив на військовий аспект космічної сфери, а саме: “Загроза 1” (група загроз 1) – можливість знищення вітчизняного космічного апарата (КА) комплексом перехоплення (різними за принципами дії комплексами перехоплення).

Оцінювання зазначеної загрози відносно військового аспекту космічної сфери здійснюється інформаційною системою забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави [2] при реалізації підфункцій “Визначення можливостей застосування комплексів перехоплення” (за допомогою методів системного аналізу, теорії польоту та застосування космічних апаратів, методів визначення просторово-часових параметрів застосування комплексів перехоплення, обчислювальної геометрії, теорії ймовірностей, методів імітаційного моделювання та багатокритерійного оцінювання за нелінійною схемою компромісів).

Врахування вторинних наслідків щодо визначених аспектів космічної сфери забезпечується за допомогою теорії графів (графової моделі поширення загрози) шляхом застосування зваженого орієнтованого графа, вершини якого є аспектами космічної сфери з відповідною вагою, а ребра (зв'язки між аспектами) описують поширення загрози – умовні ймовірності “переходів” загрози від аспекту, на який здійснюється вплив, до інших або між ними.

Максимально можливий вплив загрози на всі аспекти космічної сфери буде описуватися повним сильним орієнтованим графом.

Для моделювання поширення обраної загрози (групи загроз) будемо мати граф, вершинами якого є аспекти космічної сфери: V_1 – юридичний, V_2 – економічний, V_3 – екологічний, V_4 – астрономічний, V_5 – військовий, а орієнтованими ребрами (дугами) $E_k\{r, z\}$ – напрямки поширення k -ої загрози (групи загроз) між аспектами космічної сфери.

Тоді поширення загрози можливого знищення вітчизняного КА буде мати вигляд, наведений на рисунку 3, де дугами позначено: $E_1\{5,1\}$ – прецедент порушення міжнародних угод щодо використання космічного простору з суто мирною метою; $E_1\{1,5\}$ – підвищення ймовірності агресивних дій у космосі надалі; $E_1\{5,2\}$ –

економічні збитки за рахунок втрати КА та додаткова потреба фінансування для поповнення вітчизняного орбітального угруповання (вартість створення ракети-носія (РН), КА, здійснення запуску тощо); $E_1\{2,5\}$ – перерозподіл коштів на реалізацію космічних програм; $E_1\{5,3\}$ – ймовірність виникнення додаткових екологічних проблем як наслідок позапланового запуску КА для поповнення орбітального угруповання; $E_1\{5,4\}$ – збільшення космічного сміття за рахунок створення уламків КА та засобу перехоплення; $E_1\{4,5\}$ – збільшення загрози зіткнення з космічним сміттям діючих космічних апаратів; $E_1\{4,3\}$ – підвищення ймовірності виникнення екологічних проблем за рахунок падіння уламків, що були створені під час перехоплення КА (рис. 3).

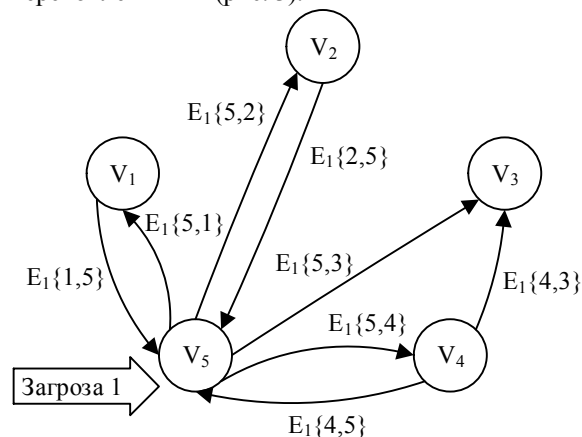


Рис. 3. Зважений оргграф поширення загрози можливого знищення вітчизняного КА

Оцінювання аспектів космічної сфери (вузлів графа) з точки зору національної безпеки та оборони здійснюється за експертним методом із застосуванням шкали оцінювання (табл. 1) один раз, не залежно від впливу тієї чи іншої загрози (групи загроз) на кожен з аспектів.

Таблиця 1

Шкала оцінювання аспектів космічної сфери з точки зору безпеки та оборони держави

Лінгвістична оцінка аспекту космічної сфери	Експертна оцінка у балах
дуже низька	1, 2
низька	3, 4
середня	5, 6
висока	7, 8
дуже висока	9

Для оцінювання застосовуються такі показники: важливість аспекту для захисту фундаментальних національних інтересів України $W_{зах} = \{w_1, \dots, w_n\}$, де n – кількість часткових показників $W_{зах}$ (фундаментальні національні інтереси України поділяються на три блоки [23, п. 3, ст. 3, р. II], тобто $n = 3$);

повнота та оперативність забезпечення потреб складових сектору безпеки і оборони держави $P_{заб} = \{p_1, \dots, p_m\}$, $O_{заб} = \{o_1, \dots, o_f\}$, де m та f – кількість часткових показників $P_{заб}$ та $O_{заб}$

відповідно (сектор безпеки і оборони України складається з чотирьох взаємопов'язаних складових [23, п. 1, ст. 12, р. IV], тобто $m = f = 4$).

У загальному вигляді результати оцінювання аспектів космічної сфери з точки зору безпеки та оборони держави формують відповідну матрицю оцінок експертів G (табл. 2).

Таблиця 2

Матриця оцінок аспектів космічної сфери

Показник		Експерт			
		1	2	...	G
$W_{зах}$	w_1	q_{11}^w	q_{12}^w	...	q_{1g}^w
	w_2	q_{21}^w	q_{22}^w	...	q_{2g}^w

	w_n	q_{n1}^w	q_{n2}^w	...	q_{ng}^w
$P_{заб}$	p_1	q_{11}^p	q_{12}^p	...	q_{1g}^p

	p_m	q_{m1}^p	q_{m2}^p	...	q_{mg}^p
$O_{заб}$	o_1	q_{11}^o	q_{12}^o	...	q_{1g}^o

	o_f	q_{f1}^o	q_{f2}^o	...	q_{fg}^o

Тоді вагові коефіцієнти аспектів космічної сфери a_f визначатимуться за виразом [24]:

$$a_f = \frac{q_u}{\sum_{u=1}^g q_u},$$

де q_u – експертні оцінки, u – кількість експертів, яких залучено до оцінювання.

При розрахунку ваги аспектів повинна задовольнятися умова нормування:

$$\sum_{r=1}^h a_r = 1,$$

де h – кількість часткових показників $W_{зах}$, $P_{заб}$ та $O_{заб}$.

Експертний метод ґрунтується на суб'єктивних оцінках експертів та його застосування є доцільним за відсутності статистичних даних, що має місце у даному випадку. Кількість експертів повинна забезпечити середньогрупову похибку при виставленні оцінок відповідно до рівня достовірності, що необхідний для прийняття управлінських рішень в інтересах безпеки та оборони держави. За різними поглядами оптимальна кількість експертів у групі від 10 до 25 осіб.

Вважається, що об'єктивна оцінка отримується у тому випадку, якщо погляди експертів узгоджені. Ступінь узгодженості експертів обчислюється за методом визначення коефіцієнта конкордації Кендалла, а відносна похибка експертних оцінок буде дорівнювати відношенню абсолютної похибки експертної оцінки до середньоквадратичного відхилення оцінок експертів [25].

Оцінювання вторинного наслідку поширення загрози на інші аспекти (реалізації загрози у тому чи іншому аспекті космічної сфери, що не

потрапляє під прямий її вплив) здійснюється за допомогою визначення ваги дуг відповідного орграфу та відображає ступінь залежності між аспектами для випадку впливу конкретної загрози.

Для прикладу загрози можливого знищення вітчизняного КА ваги дуг орграфу визначатимуться з урахуванням критеріїв, що надано у таблиці 3.

Таблиця 3

Структура ієрархічної системи критеріїв оцінювання поширення загрози

Дуга графу	Показник та критерій
$E_1\{5,1\}$	досконалість вітчизняного законодавства щодо реагування на агресію у космічному просторі, $D_{vz} \rightarrow \max$
	імовірність відповідальності агресора у межах міжнародного права, $P_{va} \rightarrow \max$
$E_1\{1,5\}$	імовірність подальшого порушення агресором міжнародних угод, $P_{pu} \rightarrow \min$
	імовірність поширення прецеденту порушення міжнародних угод, $P_{pp} \rightarrow \min$
$E_1\{5,2\}$	збитки при втраті КА, $Z_{vka} \rightarrow \min$
	критичність збитків щодо бюджету (асигнувань на космічну сферу, $K_{zb} \rightarrow \min$
	вартість відбудови космічної системи (КА, РН, запуск КА, створення або переоснащення наземного комплексу), $C_{ks} \rightarrow \min$
$E_1\{2,5\}$	зменшення коштів на інші космічні програми, $V_{cp} \rightarrow \min$
	збільшення коштів на військовий аспект космічної сфери, $V_{va} \rightarrow \max$
$E_1\{5,3\}$	імовірність виникнення екологічних проблем при позаплановому запуску, $P_{ep} \rightarrow \min$
$E_1\{5,4\}$	збільшення засміченості космічного простору, $Q_{zkr} \rightarrow \min$
	збільшення засміченості області орбіт функціонування вітчизняних космічних апаратів, $Q_{zovka} \rightarrow \min$
	збільшення засміченості області орбіт функціонування космічних апаратів іноземних держав, $Q_{zoika} \rightarrow \min$
$E_1\{4,5\}$	імовірність зіткнення вітчизняних космічних апаратів (військових, комерційних, дослідницьких) з космічним сміттям, $P_{zvka} \rightarrow \min$
	імовірність зіткнення іноземних союзницьких космічних апаратів з космічним сміттям, $P_{ziska} \rightarrow \min$
	імовірність зіткнення іноземних ворожих космічних апаратів з космічним сміттям, $P_{zivka} \rightarrow \max$
$E_1\{4,3\}$	імовірність падіння уламків на вітчизняну територію (об'єкти), $P_{puvt} \rightarrow \min$
	імовірність падіння уламків на територію (об'єкти) інших держав, $P_{puit} \rightarrow \min$

Розрахунок визначених показників здійснюється за допомогою спеціалізованих моделей за окремо розробленими методиками та алгоритмами або експертним оцінюванням для кожного орграфу поширення загрози окремо.

Враховуючи суперечливість критеріїв різної природи, що відповідають дугам орграфу, для оцінювання поширення загрози між вузлами доцільно застосувати згортку за нелінійною схемою компромісів професора А. Вороніна [26]:

$$Y(y_0) = \sum_{\phi=1}^c \gamma_{0\phi} (1 - y_{0\phi})^{-1} \rightarrow \min,$$

де $\phi = 1 \dots c$ – кількість часткових критеріїв у згортці; $\gamma_{0\phi}$ – нормований ваговий коефіцієнт; $y_{0\phi}$ – нормований частковий критерій.

Для подальшого прогнозування розвитку небезпеки за обраною загрозою (групою або класом загроз) здійснимо моделювання імпульсного процесу, коли будь-якій вершині (вершинам) орграфу задається відповідна зміна. У розглянутому прикладі (рис. 3) такою активуючою вершиною є військовий аспект космічної сфери V_5 , а початковим імпульсом, що впливає на аспект V_5 , є “Загроза 1”.

Відомо, що для будь-якого кроку моделювання значення показника у вершині g можна визначити за виразом [27]:

$$V_g(S) = \psi \{ V_g(S-1), P_z(S) \forall z \in J_g \},$$

де $V_g(S)$ – значення вершини (показника) g на кроці S ; $P_z(S)$ – зміна значення вершини g на кроці S (імпульс): $P_z(S) = V_g(S) - V_g(S-1)$; $J = \{ z : (gz) \in G \}$.

Для розрахунку значень показників орграфу на базі імпульсів використаємо вираз [27]:

$$V_g(S) = V_g(S-1) + \sum_{z \in J_g} e_{gz} P_z(S).$$

Прийmemo початкові значення показників вершин орграфу рівними $V_g(0) = 0$. Для спрощення записів ваги дуг орграфу $E_k \{g, z\}$ позначимо як e_{gz} . Значення початкового імпульсу (“Загроза 1”) прийmemo рівним одиниці. Тоді моделювання зміни показників буде мати вигляд, наданий у таблиці 4.

Таблиця 4

Зміна показників аспектів космічної сфери при поширенні загрози знищення вітчизняного КА

г	Номер ітерації S					
	0		1		2	
	$V_g(0)$	$P_z(0)$	$V_g(1)$	$P_z(1)$	$V_g(2)$	$P_z(2)$
V_1	0	0	e_{51}	e_{51}	e_{51}	0
V_2	0	0	e_{52}	e_{52}	e_{52}	0
V_3	0	0	e_{53}	e_{53}	$e_{53} + e_{43}e_{54}$	$e_{43}e_{54}$
V_4	0	0	e_{54}	e_{54}	e_{54}	0
V_5	1	1	1	0	$1 + e_{15}e_{51} + e_{25}e_{52} + e_{45}e_{54}$	$e_{15}e_{51} + e_{25}e_{52} + e_{45}e_{54}$

Оцінити небезпеку при поширенні k -ої загрози (групи або класу загроз) можливо за виразом:

$$N_{z(k)} = \sum_{r=1}^d (a_r \cdot V_r^{\text{norm}}(S_{\text{max}})),$$

де d – кількість аспектів космічної сфери, $V_r^{\text{norm}}(S_{\text{max}})$ – нормовані відносно максимального значення показники вершин g орграфу на кроці S_{max} , S_{max} – номер останньої ітерації при моделюванні поширення загрози.

Отриманий результат інтерпретуємо за допомогою якісної шкали оцінювання рівня загрози, що найчастіше застосовується у сфері сектору безпеки і оборони держави (табл. 5) [28].

Таблиця 5

Якісна шкала оцінювання рівня загрози

Оцінка	Якісна характеристика рівня загрози
1,00–0,70	високий
0,69–0,50	середній
0,49–0,00	низький

Прийняття рішення щодо дій з врахування (нейтралізації) відповідної загрози (групи або класу загроз) має прийматися при перевищенні рівнем загрози визначеного порогового значення.

Таким чином, концептуальний підхід до врахування загроз у космічній сфері в інтересах безпеки та оборони держави представлено на рисунку 4.



Рис. 4. Схема концептуального підходу до врахування загроз у космічній сфері

Варіативними складовими наведеного підходу є зважений оргграф поширення тієї чи іншої загрози (групи або класу загроз) та ієрархічна система критеріїв оцінювання.

Оцінювання ефективності врахування (нейтралізації) загрози (групи або класу загроз) здійснюється шляхом побудови нового (доповненого запропонованими пропозиціями та діями) зваженого оргграфу поширення зазначеної загрози за аспектами космічної сфери та проведення аналогічного моделювання з порівнянням результатів з отриманими при оцінюванні поширення загрози без заходів протидії.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Розроблено концептуальний підхід до врахування загроз у космічній сфері в інтересах безпеки та оборони держави та функціональна модель системи його реалізації. Складовими підходу є: проведення системного аналізу загроз у космічній сфері, їх класифікація, оцінювання, прогнозування розвитку небезпеки та вироблення пропозицій щодо протидії загрозам. Запропонований підхід до оцінювання загроз у космічній сфері відрізняється від відомих підходів можливістю отримання інтегральної оцінки ознак загрози (групи або класу загроз) з урахуванням її поширення на всі аспекти космічної сфери. Запровадження порогового (критичного) значення рівня загрози (групи або класу загроз) дозволяє відслідковувати ситуацію у космічній сфері з

точки зору національної безпеки та оборони держави і виділяти загрози, що потребують негайних управлінських рішень щодо врахування та/або їх нейтралізації.

Запропонована фасетна система класифікації загроз у космічній сфері, у поєднанні з прив'язкою до об'єкта (об'єктів) впливу, дозволяє проводити комплексне оцінювання визначених небезпек (загроз) та їх груп і класів для отримання можливості врахування вторинних наслідків впливу та імовірного “каскадного ефекту”.

Застосування експертного методу дозволяє отримати результат в умовах відсутності статистичних даних, а згортки за нелінійною схемою компромісів – врахувати суперечливість критеріїв та їх різну природу.

Подальшими шляхами дослідження може бути конкретизація складових запропонованого підходу:

класифікація відомих загроз у космічній сфері;
розроблення (визначення) певного математичного апарата та відповідного програмно-алгоритмічного забезпечення для виконання всіх завдань інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави [2];

розроблення (визначення) відповідної системи критеріїв оцінювання поширення обраних загроз (груп або класів загроз) у космічній сфері на інші її аспекти та проведення моделювання;

прогнозування розвитку ситуації при впливі тієї чи іншої загрози та розроблення відповідних заходів для її врахування або нейтралізації.

Література

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 04 березня 2016 року “Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України” : Указ Президента України від 14.03.2016 р., № 92/2016 // Офіційний вісник Президента України від 05.04.2016 – 2016. – № 10. – Ст. 195. – С. 3. 2. **Пекарєв Д. В.** Функціональна модель інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави / Д. В. Пекарєв // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2019. – № 1 (34). – С. 83–94. 3. **Пилипенко О. Є.** Сучасні проблеми міжнародної безпеки / О. Є. Пилипенко // Актуальні проблеми міжнародних відносин. – 2014. – Вип. 123. – Ч. I. – С. 16–23. 4. Аналітична доповідь до щорічного послання Президента України до Верховної Ради України “Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2018 році”. – К. : Нац. ін-т стратегічних досліджень, 2018. – 688 с. 5. **Хорольський П. Г.** Концептуальна модель аналізу космічної обстановки / П. Г. Хорольський // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – 2008. – Т. 12. – С. 95–112. 6. **Стельмах О. С.** Міжнародно-правовий режим безпеки дослідження та використання космічного простору в мирних цілях : дис. ... канд. юр. наук : 12.00.11 / Стельмах Ольга Станіславівна. – Київ, 2016. – 240 с. 7. **Манжула Е. А.** Современные угрозы космической безопасности / Е. А. Манжула // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Гуманитарные и

общественные науки. – 2013. – № 3. – С. 24–28. 8. **Яник А. А.** К концепции “космической экономики” / А. А. Яник // Тренды и управление. – 2018. – № 1. – С. 51–66. 9. **Корунов С. С.** Проблемы обеспечения экономической безопасности космической деятельности [Электронный ресурс] / С. С. Корунов, Г. Н. Белова, Е. П. Прохорова // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5. – Электрон. версия печат. изд. – Режим доступа : <http://qje.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-5-2018-36>. 10. **Джур О. Є.** Перспективи включення українських підприємств космічної галузі в міжнародні коопераційні проекти і програми в сфері космічної діяльності / О. Є. Джур // Глобальні та національні проблеми економіки. – Миколаїв : Миколаївський нац. ун-т ім. В. О. Сухомлинського. – 2015. – Вип. 4. – С. 365–371. 11. **Жубатов Ж.** Экологическая безопасность деятельности космодрома “Байконур” [Электронный ресурс] / Ж. Жубатов, А. Д. Товасаров, В. А. Козловский [и др.]. – Алматы, 2011. – 532 с. – Режим доступа : <http://www.gh-ecology.kz/materials/eco-bezopas.pdf>. 12. **Епифанов И. К.** Классификация направлений негативного воздействия ракетно-космической деятельности на окружающую среду / И. К. Епифанов, С. В. Дорошина // Актуальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2011. – Т. 7. – № 32 (125). – С. 44–51. 13. **Фролов В. Ф.** Методологічні основи екологічного моніторингу навколосемного космічного простору : дис. ... доктора. техн. наук : 21.06.01 / Фролов Валерій Федорович. – Київ, 2017. – 231 с.

14. **Шустов Б. М.** Концепция системы противодействия космическим угрозам: астрономические аспекты / Б. М. Шустов, Л. В. Рыхлова, Ю. П. Кулешов [и др.] // *Астрономический вестник*. – 2013. – Т. 47. – № 4. – С. 327–340. 15. **Випорханюк Д. М.** Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Іноземний і вітчизняний досвід космічної діяльності у сфері оборони : монографія / Д. М. Випорханюк, С. В. Ковбасюк. – Житомир : Вид-во О. О. Євенок, 2018. – 532 с. 16. **Пермяков О. Ю.** Використання інформаційних технологій та застосування космічних систем в інтересах військ (сил) : підручник / О. Ю. Пермяков, В. Г. Солонников, Ю. Б. Прибілев [та ін.]. – К. : Нац. ун-т оборони України, 2014. – 208 с. 17. **Шкурат І. В.** Глобальний тероризм: методичні підходи до вивчення [Електронний ресурс] / І. В. Шкурат // *Державне управління: теорія і практика*. – 2005. – № 2. – Електрон. версія друк. вид. – Режим доступу : <http://www.academy.gov.ua/ej/ej2/txts/polprav/05sivmpv.pdf>. 18. **Фененко А. В.** Конкуренция в космосе и международная безопасность / А. В. Фененко // *Международные процессы*. – 2008. – Т. 6. – № 3. – С. 26–41. 19. Достижение единого толкования права на самооборону в соответствии с Уставом ООН применительно к космической области как фактор сохранения космоса в качестве безопасной и бесконфликтной среды и обеспечения долгосрочной устойчивости космической деятельности [Электронный ресурс]. – Вена : ООН. ГА. Комитет по использованию космического пространства в мирных целях. – 58-я сессия, 10–19.06.2015. – A/АС.105/L.294. – Режим доступа : http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2015/aac_1051/aac_1051_294_0_html/AC105_L294R.pdf. 20. **Шарковский А.** “Миссия Шакти” привела Индию в клуб космических сверхдержав [Электронный ресурс] / А. Шарковский // Независимая газета [Веб-сайт]. – Режим доступа : http://www.ng.ru/armies/2019-03-27/2_7541_missia.html. 21. У космосі зіткнулися російський і американський супутники [Електронний ресурс] / ТСН [Веб-сайт]. – Режим доступу : https://tsn.ua/nauka_it/u-kosmosi-zitknulisya-rosiiskii-i-amerikanskii-suputniki.html. 22. **Браславский П. И.** Фасетная организация интернет-каталога и автоматическая жанровая классификация документов / П. И. Браславский, Е. А. Вовк, М. Ю. Маслов // *Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии*. – М. : Наука. – 2002. – Т. 2. – С. 83–93. 23. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VIII // *Відомості Верховної Ради України* від 03.08.2018 – 2018. – № 31. – Ст. 241. – С. 5. 24. **Харченко В. П.** Нелінійне та багатокритеріальне моделювання процесів у системах керування рухом : монографія / В. П. Харченко, О. О. Писарчук. – К. : Ін-т обдарованої дитини, 2015. – 284 с. 25. **Застело О. В.** Аналіз методів визначення узгодженості думки групи експертів під час оцінювання рівня сформованості іншомовної комунікативної компетентності слухачів / О. В. Застело // *Комп'ютер у школі та сім'ї*. – 2015. – № 8. – С. 18–22. 26. **Воронин А. Н.** Многокритериальные решения: модели и методы : монография / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиятдинов, М. В. Куклинский. – К. : Нац. авиационный ун-т, 2011. – 348 с. 27. **Новоселов А. Л.** Экономика и управление природопользованием. Ресурсосбережение : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / А. Л. Новоселов, И. Ю. Новоселова, И. М. Потравный, Е. С. Мелехин. – М. : Изд-во Юрайт, 2019. – 343 с. 28. **Горбулін В. П.** Стратегічне планування: вирішення проблем національної безпеки : монографія / В. П. Горбулін, А. Б. Качинський. – К. : Нац. ін-т стратегічних досліджень, 2010. – 288 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД К УЧЁТУ УГРОЗ В КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ В ИНТЕРЕСАХ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБОРОНЫ ГОСУДАРСТВА

Дмитрий Владимирович Пекарев (кандидат технических наук, с.н.с)

Секция прикладных проблем Президиума Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

В статье предложен подход к учёту угроз в космической сфере, который способствует обеспечению космической ситуационной осведомленности лиц, принимающих решения относительно национальной безопасности и обороны государства. Он состоит из системного анализа существующих (известных) и новых (возникающих) угроз в космической сфере, их классификации, интегрального оценивания признаков угроз (групп или классов угроз), прогнозирования развития опасности и выработки предложений по противодействию угрозам с применением имеющихся сил и средств.

На основании анализа известных систем классификации для построения классификатора угроз в космической сфере выбрана фасетная система. Предложенный подход к классификации, в сочетании с комплексным учётом объектов воздействия в различных аспектах космической сферы (юридическом, экономическом, экологическом, астрономическом, военном), позволяет проводить интегральное оценивание опасности (признаков угроз) с учётом вторичных последствий и вероятного “каскадного эффекта” воздействия.

Представлены функциональная модель системы учёта угроз в космической сфере, структура фасетного классификатора указанных угроз и пример построения графовой модели распространения угрозы возможного уничтожения отечественного космического аппарата по всем аспектам космической сферы. Предложены подходы к экспертной оценке определения весомости аспектов с

точки зрения национальной безопасности, определению структуры иерархической системы критериев оценки распространения угрозы и моделированию изменения показателей аспектов космической сферы при распространении угрозы. Определены дальнейшие пути исследования, касающиеся конкретизации составляющих предложенного подхода: классификации и оценки известных угроз в космической сфере, прогнозирования развития ситуации и выработки предложений для их учёта (нейтрализации).

Ключевые слова: угрозы в космической сфере, классификатор угроз, интегральное оценивание признаков угроз, безопасность и оборона государства.

THE CONCEPTUAL APPROACH TO TAKING INTO ACCOUNT THREATS IN THE SPACE SPHERE IN THE INTERESTS OF SECURITY AND DEFENSE OF THE STATE

Dmytro Pekariev (Candidate of Technical Sciences, Senior researcher)

Section for Applied Problems National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The article proposes an approach to taking into account threats in the space sphere, which contributes to the provision of space situational awareness of decision makers regarding national security and defense of the state. It consists of a systematic analysis of existing (known) and emerging threats in the space sector, their classification, an integrated assessment of the threats features (groups or classes of threats), forecasting the development of danger and developing proposals for countering threats using existing forces.

Based on the analysis of known classification systems, a facet system was chosen to construct a threat classifier in space. The proposed approach of the classification, combined with the comprehensive consideration of objects of influence from various aspects of the space sphere (legal, economic, environmental, astronomical, military), allows to conduct an integral assessment of danger (signs of threats), taking into account the secondary effects and the probable "cascading effect" impact.

The functional model of the system for taking into account threats in the space sphere, the structure of the facet classifier of these threats and an example of constructing a graph model for spreading the threat of possible destruction of the national space vehicle on all aspects of the space sphere are presented. The approaches to expert assessment of the weighting of aspects from the point of view of national security, the definition of the structure of the hierarchical system of criteria for assessing the spread of the threat and the simulation of changes in the parameters of the space sphere aspects in the spread of the threat are presented. Further ways of research are elaborated to specify the components of the proposed approach: classification and evaluation of known threats in the space sector, forecasting the development of the situation and developing proposals for their consideration (neutralization).

Keywords: threats in the space sphere, threat classifier, integral assessment of threats, security and defense of the state.

References

1. On the decision of the Council of National Security and Defense of Ukraine dated March 4, 2016 "On the Concept of Development of the Security and Defense Sector of Ukraine" [*Pro rishennja Rady nacionalnoji bezpeky i oborony Ukrainy vid 04 bereznja 2016 roku "Pro koncepciju rozvytku sektoru bezpeky i oborony Ukrainy"*], Decree of the President of Ukraine dated March 14, 2016, No. 92/2016, Official bulletin of the President of Ukraine dated April 5, 2016, No. 10, Art. 195, p. 3.
2. Pekariev D. V. (2019), Functional model of the information system for providing space situational awareness of the state security and defense sector components [*Funkcionaljna modelj informacijnoji systemy zabezpechennja kosmichnoji sytuacijnoji obiznanosti skladovykh sektoru bezpeky i oborony derzhavy*], Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence, No. 1 (34), pp. 83–94.
3. Pylypenko O. E. (2014), Modern problems of international security [*Suchasni problemy mizhnarodnoji bezpeky*], Actual problems of international relations, Publ. 123, P. I, pp. 16–23.
4. Analytical report to the annual message of the President of Ukraine to the Verkhovna Rada of Ukraine "On the Internal and External Situation of Ukraine in 2018" [*Analitychna dopovidj do shhorichnogho poslannja Prezydenta Ukrainy do Verkhovnoji Rady Ukrainy "Pro vnutrishnje ta zovnishnje stanovyshe Ukrainy v 2018 roci"*], National Institute for Strategic Studies, Kyiv, 2018, 688 p.
5. Khorolsky P. G. (2008), Conceptual model of the space situation analysis [*Kontseptual'naya model' analiza kosmicheskoy obstanovki*], Actual problems of automation and information technologies, V. 12, pp. 95–112.
6. Steljmakh O. S. (2016), The international legal regime for the safety of research and the use of space area for peaceful purposes: dissertation [*Mizhnarodno-pravovyj rezhym bezpeky doslidzhennja ta vykorystannja kosmichnogho prostoru v myrnykh ciljakh: dis. ... kand. yurid. nauk*], Kyiv, 240 p.
7. Manzhula E. A. (2013), Modern threats to space security [*Sovremennyye ugrozy kosmicheskoy bezopasnosti*], Scientific and technical statements St. Petersburg GPU. Humanities and social sciences, No. 3, pp. 24–28.
8. Yanik A. A. (2018), To the concept of "space economy" [*K kontseptsii "kosmicheskoy ekonomiki"*], Trends and management, No. 1, pp. 51–66.
9. Korunov S. S., Belova G. N., Prokhorova E. P. (2018), "Problems of ensuring the economic security of space

- activities” [*“Problemy obespecheniya ekonomicheskoy bezopasnosti kosmicheskoy deyatel'nosti”*], Moscow Economic Journal, No. 5, available at: <http://qe.su/ekonomicheskaya-teoriya/moskovskij-ekonomicheskij-zhumal-5-2018-36>. **10. Dzhur O. E.** (2015), Prospects for inclusion of Ukrainian space enterprises in international cooperation projects and programs in the field of space activities [*Perspektyvy vkluchennya ukrajinsjkykh pidprijemstv kosmichnoji ghaluzi v mizhnarodni kooperacijni proekty i prohramy v sferi kosmichnoji dijajlnosti*], Global and national problems of the economy, Nikolaev, Nikolayev National Untitled V. O. Sukhomlynsky, Publ. 4, pp. 365–371.
- 11. Zhubatov J.,** Tovasarov A. D., Kozlovsky V. A. and other (2011), “Ecological safety of the Baikonur cosmodrome activity” [*“Ekologicheskaya bezopasnost' deyatel'nosti kosmodroma “Baykonur”*], Almaty, 532 p., available at: <http://www.gh-ecology.kz/materials/eco-bezopas.pdf>. **12. Epifanov I. K.,** Doroshina S. V. (2011), Classification of the directions of the negative impact of rocket and space activities on the environment [*Classifikatsiya napravlennykh negativnogo vozdeystviya raketno-kosmicheskoy deyatel'nosti na okruzhayushchuyu sredu*], National interests: priorities and security, V. 7, No. 32 (125), pp. 44–51.
- 13. Frolov V. F.** (2017), Methodological bases of ecological monitoring of near-Earth space: dissertation [*Metodologichni osnovy ekolohichnoho monitorynhu navkolozemnoho kosmichnoho prostoru: dis. ... doktora. tekhn. nauk*], Kyiv, 231 p. **14. Shustov B. M.,** Rykhlova L. V., Kuleshov Yu. P. and other (2013), The concept of a system of countering space threats: astronomical aspects [*Kontseptsiya systemy protivodeystviya kosmicheskim ugrozam: astronomicheskiye aspekty*], Astronomical Gazette, V. 47, No. 4, p. 327–340.
- 15. Viporkhaniuk D. M.,** Kovbasiuk S. V. (2018), Basics of Space Situational Awareness. Foreign and domestic experience of space activities in security sector: Monograph [*Osnovy kosmychnoi situatsiynoi obiznanosti (Space Situational Awareness, SSA). Inozemnyy i vitchiznyany dosvid kosmychnoi diyalnosti u sferi oborony: Monografiya*], Publishing by O. O. Evenok, 532 p. **16. Permyakov O. Yu.,** Solonnikov V. G., Pribylyev Yu. B. and other (2014), Using information technology and space systems in the interests of army (forces): textbook [*Vikoristanya informatsiynih tehnologiy ta zastosuvaniya kosmychnih system v interesah viysk (sil) : Pidruchnyk*], Publishing by The National Defence University of Ukraine, 208 p. **17. Shkurat I. V.** (2005) “Global Terrorism: Methodological Approaches to Study” [*“Hlobal'nyy teroryzm: metodychni pidkhody do vyvchennya”*], Public Administration: Theory and Practice, No. 2, available at: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej2/txts/polprav/05sivmpv.pdf>. **18. Fenenko A.V.** (2008), Space competition and international security [*Konkurentsya v kosmose i mezhdunarodnaya bezopasnost'*], International processes, V. 6, No. 3, pp. 26–41. **19.** “Achieving a unified interpretation of the right to self-defense in accordance with the UN Charter in relation to the space field as a factor in the preservation of space as a safe and conflict-free environment and ensuring the long-term sustainability of space activities” [*“Dostizheniye yedinogo tolkovaniya prava na samooboronu v sootvetstviy s Ustavom OON primenitel'no k kosmicheskoy oblasti kak faktor sokhraneniya kosmosa v kachestve bezopasnoy i beskonfliktnoy sredi i obespecheniya dolgosrochnoy ustoychivosti kosmicheskoy deyatel'nosti”*], Vienna, UN, General Assembly, Committee on the Peaceful Uses of Outer Space, 58th session, 10–19.06.2015, A/AC.105/L.294, available at: http://www.unoosa.org/res/oosadoc/data/documents/2015/aac_105l/aac_105l_294_0_html/AC105_L294R.pdf. **20. Sharkovsky A.** “Shakti Mission” brought India to the club of space superpowers” [*“Missiya Shakti” privela Indiyu v klub kosmicheskikh sverkhderzhav*], Independent newspaper, Website, available at: http://www.ng.ru/armies/2019-03-27/2_7541_missia.html.
- 21.** “In the cosmos collided Russian and American satellites” [*“U kosmosi zitknulysya rosiys'kyy i amerykans'kyy suputnyky”*], TSN, Website, available at: https://tsn.ua/nauka_it/u-kosmosi-zitknulysya-rosiiskii-i-amerikanskii-suputniki.html. **22. Braslavsky P. I.,** Vovk E. A., Maslov M. Yu (2002), Faceted organization of the online catalog and automatic genre classification of documents [*Fasetnaya organizatsiya internet-kataloga i avtomaticheskaya zhanrovaya klassifikatsiya dokumentov*], Computational linguistics and intellectual technologies, Moscow, The science, V. 2, pp. 83–93. **23.** On National Security of Ukraine [*Pro natsional'nu bezpeku Ukrayiny*], Law of Ukraine dated June 21, 2018, No. 2469-VIII, Information from the Verkhovna Rada of Ukraine dated August 3, 2018, No. 31, Art. 241, p. 5. **24. Kharchenko V. P.,** Pysarchuk O. O. (2015), Nonlinear and multi-criteria modeling of processes in traffic control systems: monograph [*Nelineyne ta bahatokryterial'ne modelyuvannya protsesiv u systemakh keruvannya rukhom*], Kyiv, Inst of gifted child, 284 p. **25. Zastelo O. V.** (2015), Analysis of methods for determining the consistency of the opinion of the expert group when assessing the level of formation of the students' foreign communication skills [*Analiz metodiv vyznachennya uz-hodzhenosti dumky hrupy ekspertiv pid chas otsinyuvannya rivnya sformovanosti inshomovnoyi komunikatsiyanoi kompetentnosti slukhachiv*], Computer at school and family, No. 8, pp. 18–22. **26. Voronin A. N.,** Ziatdinov Yu. K., Kuklinsky M. V. (2011), Multi-criteria solutions: models and methods: monograph [*Mnogokriterial'nyye resheniya: modeli i metody*], Kyiv, National Aviation University, 348 p. **27. Novoselov A. L.,** Novoselova I. Yu., Potravny I. M., Melekhin E. S. (2019), Economics and environmental management. Resource Saving: a textbook and a workshop for undergraduate and graduate programs [*Ekonomika i upravleniye prirodopol'zovaniyem. Resursoberezeniye : uchebnik i praktikum dlya bakalavriata i magistratury*], Moscow, Publ. Yurayt, 343 p. **28. Gorbulin V. P.,** Kachinsky A. B. (2010), Strategic planning: solution of national security problems: monograph [*Stratehichne planuvannya: vyrishennya problem natsional'noyi bezpeky*], Kyiv, National Institute for Strategic Studies, 288 p.