

## 4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



Науковий вісник НЛТУ України  
Scientific Bulletin of UNFU

<https://nv.nltu.edu.ua>

<https://doi.org/10.15421/40280822>

Article received 12.09.2018 p.

Article accepted 25.10.2018 p.

УДК 004.9:159.937.53



ISSN 1994-7836 (print)

ISSN 2519-2477 (online)

@ ✉ Correspondence author

R. L. Tkachuk

Rlvtk@ukr.net

**Р. Л. Ткачук<sup>1</sup>, Л. С. Сікора<sup>2</sup>, Н. К. Лиса<sup>2</sup>, Б. І. Федина<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

<sup>2</sup> Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

<sup>3</sup> Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

### ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ ТЕМПОРАЛЬНОЇ ДІЙСНОСТІ ПІД ЧАС ПРИЙНЯТТЯ ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ У КРИЗОВИХ УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ (Ч. I)

Проведено аналіз та показано, що в когнітивній структурі особистості присутній іманентний темпоральний пласт, завдяки якому людина володіє здібністю конструктивно орієнтуватися у часовому просторі під час прийняття оперативних рішень у умовах загроз. Беручи це до уваги та враховуючи індивідуальність та неповторність кожної людини, такий феномен, за граничних режимів управління техногенними системами, може призвести до аварійних ситуацій з масштабними техногенними та екологічними наслідками. А отже, в разі невідповідного інтелектуального рівня і низької професійної підготовки оператор, у структурі управління енергоактивними об'єктами, не зможе своєчасно забезпечити реалізацію протиаварійних рішень. І тільки високий рівень інтелекту, відповідні психічні та вольові характеристики та професійна підготовка управлінського персоналу є запорукою ефективного протистояння загрозам виникнення аварійних ситуацій. Проаналізовано основні літературні джерела, глибиною до п'ятдесяти років, визначено проблему, мету і методи дослідження. Виклад основного матеріалу охоплює: аналіз проблеми прийняття рішень у кризових ситуаціях; опис інформаційного базису управління; ігрові моделі ситуацій управління; обґрунтування необхідності використання темпоральної логіки в процедурах прийняття рішень; аналіз сприйняття часу оператором та прийняття ним рішень з оцінкою швидкості мислення; логіко-когнітивну модель сприйняття часу оператором; логіко-лінгвістичні темпоральні правила прийняття управлінських рішень в екстремальних ситуаціях.

**Ключові слова:** логіко-когнітивна модель; часовий інтервал; темпоральна структура; інформація; оброблення даних; ситуація; ризик; прийняття рішень; мислення.

**Вступ.** Відмінності сприйняття та оцінювання часових інтервалів особистістю накладають індивідуальний відбиток на перебіг логічних процесів мислення у формуванні цілеспрямованих рішень. Феномен індивідуального оцінювання часових інтервалів набуває особливої ваги в момент прийняття людиною важливого рішення, а особливо, коли необхідно приймати рішення за короткий часовий інтервал у стресогенних умовах у разі нечіткості та різномірності інформації, яка надходить про джерело загрози (Anokhin, 1972; Pospelov, 1986).

Одним з варіантів такої концептуальної системи може бути "Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації" (Durniak et al.,

2013a), яка накладає свій відбиток на особливість інтерпретації знань та зіставлення їх з актуальною, швидкоплинною, динамічною ситуацією. Логіко-когнітивна модель опрацювання інформаційних потоків та прийняття на їхній основі цільових рішень у контексті часового простору будується шляхом композиції компоненти логічного опрацювання даних з метою вибору відомостей для визначення стратегії поведінки оператором в умовах дії загроз та когнітивної компоненти. Характерною особливістю когнітивної компоненти є зв'язування інформаційних переходів (проміжків, пробілів, неточностей, суперечностей і т. ін.) між логічними формалізованими структурами процесів мислення з метою виділен-

#### Інформація про авторів:

**Ткачук Ростислав Львович**, канд. техн. наук, доцент, кафедра цивільного захисту та комп'ютерного моделювання екогеофізичних процесів. Email: Rlvtk@ukr.net

**Сікора Любомир Степанович**, д-р техн. наук, професор, кафедра автоматизованих систем управління. Email: lssikora@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-7446-1980>

**Лиса Наталія Корнеліївна**, канд. техн. наук, асистент, кафедра інформаційних систем та технологій. Email: lysa.nataly@gmail.com

**Федина Богдана Іванівна**, канд. техн. наук, ст. викладач, кафедра автоматизації та комп'ютерних технологій. Email: fedynabogdana@gmail.com

**Цитування за ДСТУ:** Ткачук Р. Л., Сікора Л. С., Лиса Н. К., Федина Б. І. Логіко-когнітивні моделі темпоральної дійсності під час прийняття оперативних рішень у кризових умовах функціонування техногенних систем (Ч. I). Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 8. С. 107–116.

**Citation APA:** Tkachuk, R. L., Sikora, L. S., Lysa, N. K., & Fedyna, B. I. (2018). Logic-cognitive models of temporal reality when taking operational decisions in crisis conditions of functioning of technological systems (Part I). *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(8), 107–116. <https://doi.org/10.15421/40280822>

ня знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз за мінімальний часовий інтервал (Kireeva, 2010; Blinov & Petrov, 1991; Pospelov, 1989).

**Огляд літературних джерел.** У працях (Kireeva, 2010; Meshheriakov & Zinchenko, 2005) розглянуто концепцію часу, його плинності (динаміки) на психологічному рівні, а не на інформаційному – оброблення даних і ситуаційних образів. У колективних працях (Durniak et al., 2013a; 2013b) розглянуто логіко-когнітивну концепцію прийняття рішень оперативним персоналом в умовах ризику та міжрівневих конфлікти в ієрархії систем.

У класичних роботах (Rubinshtein, 2005; Pospelov, 1989; Fress & Piazhe, 1978; Tsukanov, 2000) розглянуто моделі динамічного сприйняття структури часу особою в нормальному і стресовому станах, обминаючи проблему відбору й опрацювання даних для прийняття локальних та стратегічних цілеорієнтованих рішень.

У збірнику праць (Krilov, 1985) розглянуто методологічні аспекти математичних основ психології, застосування системних методів дослідження, моделей цілеспрямованої поведінки. Обґрунтовано структурно-функціональну модель психіки особи та логіко-системний опис поведінки під час прийняття рішень.

У монографії (Ishmuratov & Petrov, 1981) описано типи семантики часової логіки в контексті діалогової ситуації. У монографії (Blinov & Petrov, 1991) досліджено проблеми логіки дій, визначено поняття ситуації та дій, розроблено теоретико-ігрову семантику для опису процедур прийняття рішень. У фундаментальній монографії (Akaff & Emeri, 1974) розроблено методи опису поведінки людини – як систему цілеспрямованих дій. Розглянуто проблему взаємодії цілеспрямованих систем локального і глобального рівнів. Монографія (Kheis, 1981) присвячена причинному аналізу в лінійних системах. Розроблено метод діаграмного представлення причинно-наслідкових зв'язків та потоків подій. Монографія (Pfantsagl, 1976) присвячена теорії вимірювання, типології порядку і шкал, операціям та інтервальному оцінюванню, теорії подій. У монографії (Dudykevych et al., 2017) викладено базові концепції теоретичної і прикладної логіки як системної підстави формування цілеорієнтованих рішень особою.

У збірнику праць (Anokhin, 1972) розглянуто проблеми математичного опису цілеспрямованої поведінки, моделювання стратегій дій, цілеспрямовані реакції, мотивацію, моделі організації цілеспрямованої поведінки. У праці (Pospelov, 1986) розглянуто методи ситуаційного управління складними системами на підставі штучного інтелекту, представлення знань, логіки прийняття рішень під час поточних ситуацій.

У роботі (Gladun, 1987) обґрунтовано методи моделювання ситуацій та подій, генерації планів рішень, адаптивні стратегії, інформаційно-лінгвістичне забезпечення процесу діалогу. У книзі (Orlov, 1985) описано методи аналізу нечислових даних, структурування інформації, аналіз проблемних сіток, пошук логічних зв'язків, методи шкалювання. У роботі (Roberts, 1986) розроблено методи побудови дискретних математичних моделей і їх використання для дослідження соціальних і екологічних проблем. Розглянуто теорію графів, харківські ланцюги, теорію ігор, групове прийняття рішень.

Праці (Chubukova, 2008; Barsegian et al., 2007, 2009; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Spiridonov, 1978; Zaitcev,

1990; Khenli & Kumamoto, 1984) присвячені проблемам інтервального оброблення даних, необхідних для прийняття управлінських рішень у соціальних та техногенних системах. Обґрунтовано теорії якості інформації, проведено системний аналіз операторської діяльності в оперативних системах управління методів контролю систем. Обґрунтовано методи проектування технічних систем з оцінкою ризиків.

У колективній праці (Kumamoto & Henley, 1996) розглянуто проблему забезпечення інформаційної безпеки функціонування складних систем на прикладі державних структур, які мінімізують ризики атак і загроз на їх функціонування. Колективна праця (Kagamysheva, 2011) присвячена актуальній проблемі системного мислення, необхідного для ефективного розв'язання задач прийняття рішень. Розглянуто методи системного аналізу, циклічність мислення, ментальні моделі, причинно-наслідкові зв'язки, ментальні моделі впливу на поведінку.

Проведений аналіз літературних джерел підтверджує, що проблему прийняття рішень в екстремальних ситуаціях на коротких термінальних інтервалах часу вирішено частково, тому потрібне комплексне системне дослідження з використанням методів когнітивної психології та стратегічного аналізу (Okoper & Mandermant, 2018; Morozov, Hrechanirov & Behun, 2015; Obykhod, 2015; Protasov, 2016; Vasylenko, 2017).

**Аналіз проблеми термінального часу під час оцінювання ситуації і прийняття рішень.** Інтерес до феномену психологічного часу впливає із активного принципу людського життя та зумовлений первинною потребою особистості бути організатором власного життєвого простору. Цей феномен набуває ваги в момент прийняття людиною важливого рішення, а особливо, коли необхідно приймати рішення за короткий часовий інтервал у стресогенних умовах. Ціна такого рішення є рівною і навіть більшою за життя, коли йдеться про великі соціальні та техногенні структури.

Базові концепції феномену часу у психології досліджували у трьох класичних напрямках: психофізіологічному, психологічному та особистісному. *Психофізіологічний рівень* вивчає об'єктивну темпоральну організацію психіки – нейрофізіологічні, психофізіологічні, динамічні характеристики та особливості часової перцепції – сприйняття часу, переживання або відчуття часу. Для *психологічного напрямку* характерним є визначення часу у психіці як внутрішньо притаманного досвіду свідомості людини. У дослідженнях (Kireeva, 2010; Meshheriakov & Zinchenko, 2005) наведено наукові підходи до психологічного часу особистості, які сконцентровані довкола проблеми часової перспективи. *Особистісний рівень* досліджує особливості формування ціннісного ставлення до часу, та містить розгляд психологічного часу в рамках життєвого шляху особистості (Meshheriakov & Zinchenko, 2005), а також визначення здібності психіки до регуляції у часі рухів, дій та діяльності людини.

Наукові праці вчених (Rubinshtein, 2005; Pospelov, 1989; Fress & Piazhe, 1978; Tsukanov, 2000) присвячені створенню моделей часового механізму індивіда. Проте, незважаючи на широкий спектр досліджень проблеми часу в психології, на сьогоднішній момент залишається актуальною необхідність створення такої концептуальної системи, яка надала б нові форми дискурсу

про різні моделі часового механізму людини та була б в змозі адекватно описати темпоральну структуру особистості, яка приймає рішення в нормальних і кризових ситуаціях. Залежно від когнітивного типу особистості, в кризових ситуаціях, людина може бути в активному або стресовому стані, коли проявляється нездатність приймати рішення в заданий термінальний час, що може призвести до некоректних рішень і як наслідок – до техногенні аварії, пожежі, катастрофи (Ishmuratov & Petrov, 1981; Gladun, 1987; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Kumamoto & Henley, 1996; Okoper & Mandermant, 2018).

*Мета дослідження* – проаналізувати діяльність у швидкоплинних екстремальних ситуаціях, за яких проявляються як позитивні, так і негативні сторони психіки особистості та рівень її інтелекту, неврахування яких у підборі оперативного персоналу може призводити до виникнення аварій, зумовлених людським фактором, внаслідок некоректних рішень і керівних дій.

**Методи дослідження складних систем.** В основу проблемних досліджень закладено:

- теорія ієрархічних систем для аналізу структури і динаміки та оцінювання ризиків у техногенних та екологічних структурах у процесі їх функціонування;
- психологія, когнітивні та логічні моделі формування і прийняття рішень в екстремальних умовах для опису інтелектуальної діяльності оператора під час оброблення даних;
- темпоральна логіка оцінки потоків даних від об'єкта для прийняття рішень і оброблення даних у швидкоплинних ситуаціях;
- методи причинно-наслідкового аналізу для діагностики ситуацій у системі;
- інформаційні технології відбору, опрацювання і класифікації ситуацій та розпізнавання образів, як підстава для формування стратегії прийняття управлінських рішень і протиаварійних дій.

*Завдання дослідження:*

- проаналізувати стан проблеми прийняття рішень для управління енергетичними системами в умовах граничних режимів і ризиків аварій;
- визначити темпоральні характеристики особи, що приймає рішення (ОПР), яка входить до структури оперативного управління АСУ;
- проаналізувати інформаційний і системний базис управління;
- побудувати моделі розвитку подій у граничних і аварійних ситуаціях режимів функціонування енергоблоків та енергоактивних об'єктів;
- розробити схему процедур рішення задач управління на оперативному і стратегічному рівнях;
- здійснити аналіз задачі цілеорієнтації процесу управління;
- проаналізувати підстави і компоненти темпоральної логіки в процесах оцінювання динамічних ситуацій для прийняття рішень оператором;
- розробити когнітивну модель оператора АСУ, з урахуванням темпоральних аспектів особистості як особи, що приймає рішення (ОПР).

**Викладення основного матеріалу.** Розв'язання складних задач ситуаційного управління в техногенних та економічно-соціальних систем, які взаємодіють між собою, потребує врахування як ризиків технічних, так і помилок персоналу та незгод між системами прийняття рішень (Durniak et al., 2013a, 2013b; Spiridonov, 1978; Zaitcev, 1990; Khenli & Kumamoto, 1984; Kumamoto & Henley, 1996).

Виробничі системи є цілеорієнтованими щодо виду діяльності, тоді як соціальні орієнтовані на забезпечен-

ня життєдіяльності та чистоти екосередовища проживання суспільства. При цьому техногенні системи, які мають потенційний ризик аварій зі шкідливими викидами продуктів технологічного середовища, що впливають на здоров'я людей і стан екосистеми (Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Gladun, 1987; Spiridonov, 1978). У разі наростання загроз аварій необхідно ефективно і цілеспрямовано формувати заходи і засоби протидії за короткий термін часу, а цю задачу можуть вирішити тільки професіонали (Karamysheva, 2011; Okoper & Mandermant, 2018; Morozov, Hrechaninov & Behun, 2015; Obykhod, 2015; Protasov, 2016; Vasylenko, 2017).

Для розв'язання протиаварійних задач потрібні спеціалісти високого рівня інтелекту, знань, досвіду, психічної стійкості, які здатні приймати ризиковані рішення – інтегратори, які формуються тільки в поєднанні наукової та практичної діяльності. Як приклад негативного рівня, можна навести діяльність, що не забезпечує ефективність заходів захисту (Фукусіма, Чорнобиль, пожежі в США, Греції, Португалії, Саяно-Шушенська ГЕС у Росії). Невміння прогнозувати розвиток подій у техногенних, соціо-комунальних та екосистемах призводить до повеней, екологічних катастроф, прориву дамб, загибелі людей (руйнування секції мосту в м. Генуї, Італія).

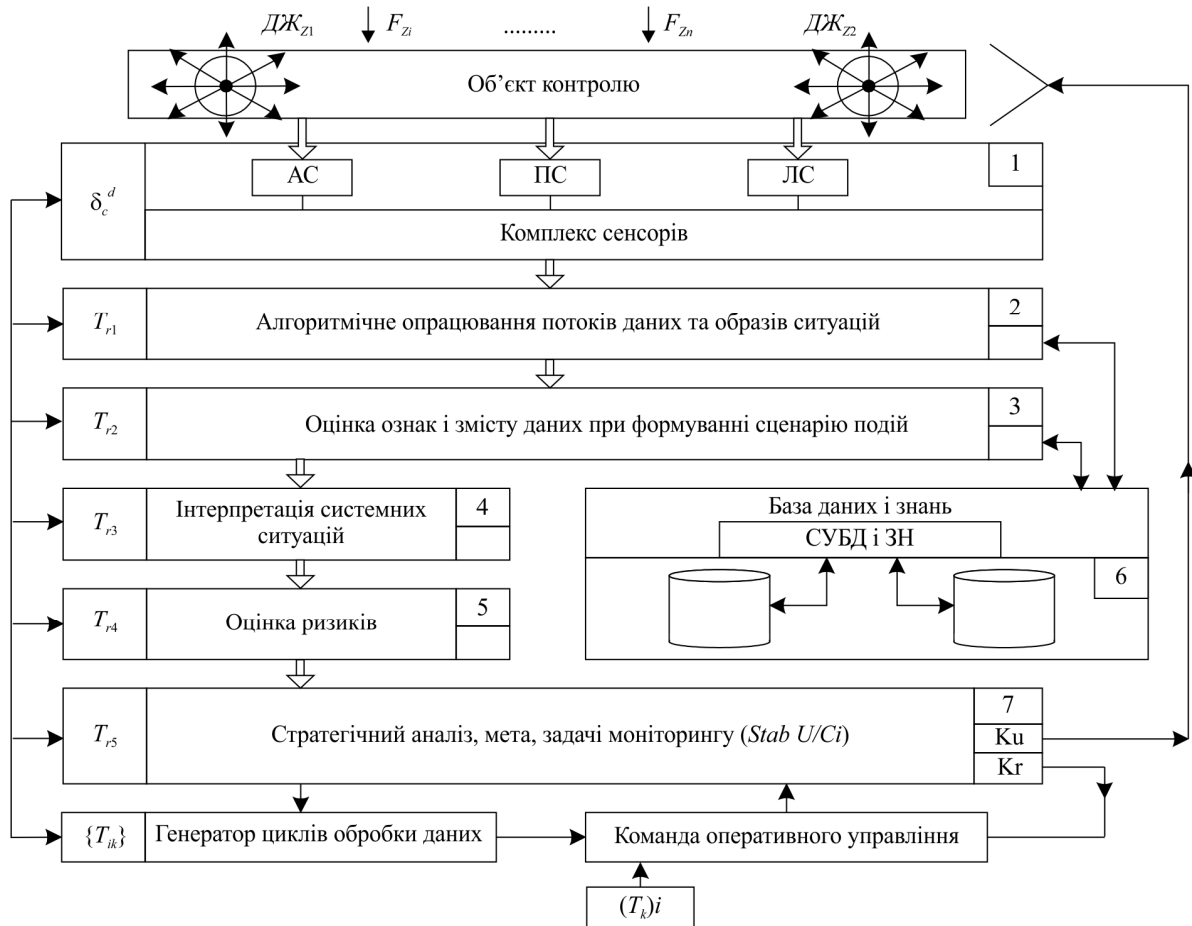
## 1. Аналіз проведення формування та прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу

В умовах кризових та передаварійних ситуаціях, які складаються в техногенних системах у разі збою режимів функціонування енергоактивних агрегатів, необхідно під час прийняття рішень враховувати як часові цикли оброблення даних, так і норми часу для виконання протиаварійних дій (Durniak et al., 2013a, 2013b; Tsukapov, 2000). Когнітивна дезорієнтація в оцінці інтервалів плинину часу може призвести до того, що виконані управлінські та координаційні дії не встигнуть запобігти аварійній ситуації, якщо команда оперативного управління буде дезорієнтована в плинину часу (рис. 1) (Ishmuratov & Petrov, 1981; Blinov & Petrov, 1991; Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Pospelov, 1986; Kheis, 1981; Gladun, 1987). Якщо в системі АСУ-ТП є блоки автоматичного управління та оброблення даних, а корекцію режиму виконує оператор, то необхідно, щоб виконувалась термінальна умова на час прийняття рішень й оцінювання ситуації.

А сама ситуація полягає в тому, щоб оператор за відведений час оцінив можливу загрозу і своєчасно прийняв запобіжні дії:

$$\{\tau_c^d \ll T_{r1} < T_{r2} < T_{r3} < T_{r4}\}; \{T_{r4} \leq T_{s5} \leq \tau_{ik}\}, \{T_{ki} \leq \tau_{ik}\},$$

де:  $\{T_{ri}\}, i = \overline{1, m}$  – цикли оброблення даних за допустимий мінімальний час;  $\{T_{s5}\}$  – час корекції стратегії прийняття рішень під час загроз;  $\tau_{ik}, i = \overline{1, m}$  – максимальний інтервал циклу оброблення даних і прийняття автоматизованих рішень, коли рішення здійснюється в парі (ОПР-АСУ);  $\{T_{ki}\}, i = \overline{1, m}$  – когнітивний час реакції  $i$ -го оператора в команді управління, згідно з тестовою класифікацією, яку він отримав у процесі інструкцій з обслуговування АСУ, і за який час він повинен оцінити ситуацію, прийняти рішення і виконати управлінську або протиаварійну дію.



**Рис. 1.** Інформаційна технологія відбору оперативних даних та їх інтелектуальна і системна інтерпретації ієрархії структури моніторингу:  $ДЖ_{Z_i}$  – джерела ризиків в об'єкті;  $\{F_{Z_i}\}$  – фактори зовнішнього впливу; блок 1  $\{АС, ПС, ЛС\}$  – система активних, пасивних, лазерних сенсорів відбору даних, необхідних для оцінювання стану активних об'єктів; блок 2 – оброблення сенсорних даних, отриманих у процесі контролю ІВС; блок 3 – інтелектуальне оброблення даних і образів динамічних ситуацій; блок 4 – інтерпретація ситуацій оперативним персоналом, які відображені на щиті управління і мультимедійній системі; блок 5 – інтелектуальна система оцінювання ризиків при зміні режиму; блок 6 – впорядкована база даних і знань; блок 7 – інтегровані інтелектуальні системи стратегічного аналізу (СППР);  $K_r, K_u$  – корекція режимів і управлінських дій для виходу із кризових і екстремальних ситуацій у техногенній системі

## 2.1. Інформаційний і системний базиси управління техногенною системою

Науково-технічний прогрес настільки змінив технологію і виробництво, що це потребувало нових підходів до технологічного (АСУ-ТП) та організаційного управління (ІАСУ) інтегрованими ієрархічними системами. Широке впровадження комп'ютерних інформаційних і телекомунікаційних технологій у процесах оперативного і стратегічного управління на об'єктах локальних і регіональних, корпоративних виробничих структур, що відповідно спонукало до професійної і наукової підготовки персоналу, щоб вони могли приймати рішення в екстремальних і аварійних ситуаціях (Durniak et al., 2013a, 2013b; Pospelov, 1989; Tsukanov, 2000; Krilov, 1985; Ishmuratov & Petrov, 1981).

Наявний рівень підготовки персоналу не завжди забезпечує безаварійність роботи, що пояснюють (Durniak et al., 2013a, 2013b; Spiridonov, 1978; Zaitcev, 1990; Khenli & Kumamoto, 1984):

- відсутністю значень у предметній області системології управління;
- помилкою під час прийняття оперативних управлінських рішень у стресовому стані;
- незнанням особливостей структури і функціонування технічних засобів;

- невідповідністю структури техногенної системи новим задачам;
- відсутністю розробки адекватних задач підвищення продуктивності моделей динаміки агрегатів, блоків та стратегій їх управління;
- відсутністю комплексу математичних ситуаційних моделей об'єктів та причинно-наслідкових моделей факторів впливу на безпеку функціонування виробничих систем, що є підставою для управлінських і діагностичних процедур;
- низьким рівнем методів оброблення даних для оцінювання та контролю режиму агрегатів та їх технічного, експлуатаційного та експертного супроводу;
- неповнотою стратегій прийняття управлінських рішень в управлінні об'єктами у граничних режимах навантаження;
- низьким рівнем психологічної підготовки оперативного і технічного персоналу для роботи в умовах екстремальних і надзвичайних ситуацій.

Особливо складною задачею оперативного і стратегічного управління є відтворення образу ситуації і виявлення факторів впливу оператором і його здатність побудувати сценарій розвитку подій у режимі термінального часу в своїй уяві та вибрати стратегію розв'язання ситуації на підстаї комплексу управлінських дій згідно з моделями нормативної поведінки об'єкта та системи для реалізації цільових задач (Durniak et al., 2013a, 2013b; Pospelov, 1986; Kheis, 1981; Gladun, 1987; Khenli & Kumamoto, 1984).



## 2.2. Моделі розвитку подій у граничних і аварійних режимах об'єкта

Існують три принципи (концепції) побудови моделей розвитку подій у системі (Durniak et al., 2013a, 2013b):

- дедуктивний метод побудови моделі, який ґрунтується на знаннях про структуру і закономірності функціонування об'єкта;
- метод ідентифікації ґрунтується на серії експериментів, які дають підставу побудови моделей динаміки на підставі оптимальних стратегій планів досліджень, корекцій оброблення результатів і даних та прийняття рішень на вибір моделі структури агрегату, об'єкта, системи;
- лінгвістична модель опису ситуацій на підставі евристик і баз даних та знань про минуле функціонування об'єкта, відповідно на її основі проводиться статистичне моделювання агрегатів та систем, імітаційне моделювання ситуацій.

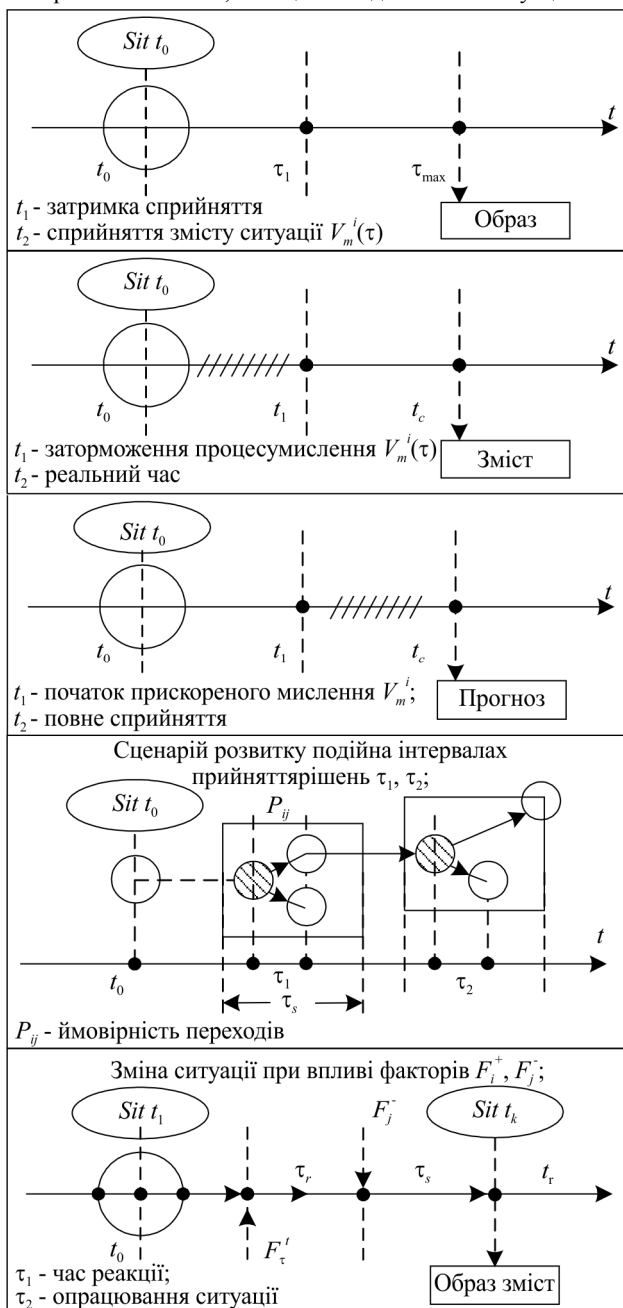


Рис. 2. Схема оцінювання можливих ситуацій

Тоді причинно-наслідкові моделі факторів впливу на об'єкт і відповідна провокація ситуації може бути в цих концепціях побудови моделей. В умовах розмитості даних використовують нечітку логіку і нечіткі мно-

жини в описі ситуацій. Відповідно ця ситуація потребує нових методів системного аналізу та інформаційних технологій при переході від простих об'єктів до агрегованих та багаторівневих ієрархічних структур для опису їх функціонування в техногенній системі.

Побудова ієрархічних моделей системи базується на обґрунтуванні багаторівневої організації структури виявлення ресурсних потоків, інформаційних каналів відбору передачі даних і управлінських команд на кожному рівні (стратегії) та між рівнями ієрархії виявлення послідовних стадій формування і реалізації рішень під час управління та формування стратегічних цілей і способів у термінальному часі.

Відповідно для оцінювання можливостей операторів приймати правильні рішення розробляють схему оцінювання ймовірних ситуацій (рис. 2).

## 2.3. Ігрові моделі опису ситуації у предикатному представленні

У складній системі оперативне управління можна відобразити через гру  $\langle ACU - \{OIP_i\} - \{F_{Zi}\} \rangle$  – оперативного персоналу із системного управління, на яку діють фактори загроз (Blinov & Petrov, 1991; Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Pospelov, 1986; Kheis, 1981; Gladun, 1987).

Сформуємо базові моделі ситуацій на інтервалі  $T_n$  за параметром  $\theta$ . Задачу евристичного пошуку сформуємо у такій формі:  $ZEP \triangleq (S_0, S, F, T)$ , де відповідно маємо такі позначення:  $S$  – множина станів об'єкта дослідження у структурі системи;  $S_0 \subset S$ , – множина початкових станів контрольованого агрегату, об'єкта;  $T \subset S(S_T)$  – кінцевий стан, досягнутий за  $T$  – час за управлінської дії;  $F$  – множина операторів переходів, яку формують зміна стану в часі:

$$\langle \{f_i\}_{i=1}^m \subset F, \forall S_f : S_f \subset S, f : S_f \rightarrow S_T \rangle.$$

Розв'язком задачі буде послідовність операторів, виконання дій яких приведе до:

$$\langle R(ZEP) : \tilde{F}, f_i \in F, \exists (f_1 \bullet f_2 \bullet \dots \bullet f_n(S)) \left\{ \begin{matrix} n \\ \circ \\ f \end{matrix} \right\} : S_0 \rightarrow S_T \rangle,$$

де:  $\tilde{F} = \{f_i, i = \overline{1, n}\}$  – множина функцій;  $(\bullet)$  – знак композиції операторів у послідовній діаграмі дій

$$\langle S_i = f(S_{i-1}), S_1 = f(S_0), S_T \neq (S)_{n-1} \rangle.$$

**Продукційний метод процедури розв'язання задачі.** Розглянемо процес розв'язання задачі у просторі станів об'єкта управління на підставі дедуктивного методу. Дедуктивний метод пошуку схеми рішення задач полягає в тому, що виконується зведення схеми процесу розв'язання задачі до підзадач.

**Представлення в просторі станів моделі пошуку (RZ).** Процедури розв'язання задач формуються на підставі логіки прийняття рішень.

У системі продукцій простір пошуку рішень можна представити у вигляді локально-скінченного графу:  $q(X, \Gamma)$ , де:  $X = \{X_0, X_1, \dots\}$  – множина вершин графу, кожна вершина якого відображає певний стан  $S_i \in S$ ;  $E_d = \{(x_i, x_j) / x_i, x_j \in X, x_j \in \Gamma(x_i)\}$  – множина дуг;  $\Gamma : X \rightarrow 2^X$  – скінченне відображення;  $\forall x \in X. |\Gamma(x)| \in N$  – кількість вершин.

Процедура формування схеми рішення задачі, оцінювання ситуацій у процесі формування управлінських дій має такий вигляд (рис. 3).

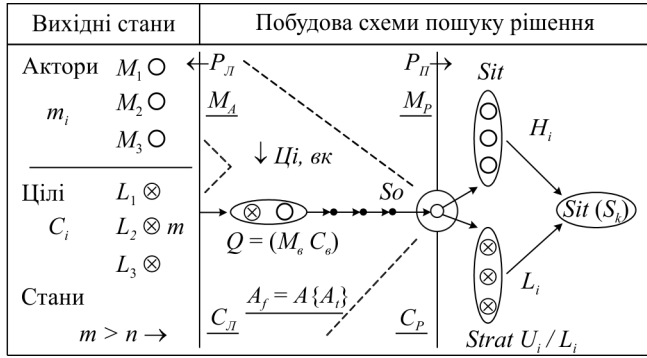


Рис. 3. Схема представлення ігрової ситуації:  $qSit k$  – гранична ситуація конфлікту

Початковий стан системи представимо у вигляді лінгвістичного опису:

$$S_0 = A_i(e_k, p_n), A_i(m_k, p_n), \dots, A_i(m_N, p_n), A_i(c_1, p_n), \dots, A_i(c_n, p_n),$$

де:  $S$  – множина  $N$ -станів;  $T$  – відношення досяжності необхідного стану;  $\{A\}$  – множина правил перетворення у процесі прийняття рішень;

$\forall S_X, S_Y \in S, \exists S_X, T S_Y \Leftrightarrow \exists A_i \in \{A\}^{Tm} : S_X \xrightarrow{A} S_Y$  – схема зміни стану;  $(S_a \rightarrow S_e)$  – скінчена послідовність  $(S_a, S_1, \dots, S_n)$ ,  $S$  – простір  $N$ -станів в  $\delta$  – розбитті цільової області  $(PC_i = \langle T \times \theta, T_i \in T, L_A, L_g, L_N \rangle)$ .

Кінцевий стан системи з цільовою областю формується за виконання управлінської дії:

$$S_k = A_i(e_k, p_n), A_i(m_k, p_n), \dots, A_i(m_p, p_n), A_i(c_m, p_m), \dots, A_i(c_n, p_n),$$

де  $A_i$  – множина перетворень для оперативних дій.

Відповідно, обмеження на дії та цільові стани задаються у вигляді:

$$(M_{II}^+ = 0) \vee (M_A > C_A) : (M_B = 0) \vee (M_B > C_B);$$

$$(M_{II}^- = 0) \vee (M_N > C_N) : (M_B = 0) \vee (M_B > C_B),$$

де:  $X_0 \subset X$  – множина початкових вершин, що відповідає множині станів  $S_0 \subset S$ ;  $X_t \subset X$  – множина відповідає кінцевому стану  $S_T \in S$ ,  $(M_{II}^+, M_{II}^-)$  – верхня і нижня області цільового простору на  $T_m$ .

Шлях на графі  $q$  задається у вигляді послідовностей переходу з нульового в цільовий стан:  $MR \triangleq \mu(x_1 x_2 \dots x_n)$ ; відповідно, маршрут на  $X$  при  $(x_0 \xrightarrow{\mu} x_t)$  траєкторія якого формується в ході розв'язання задачі управління.

Якщо формувати стратегію руху від цілі, то  $\Gamma^{-1}(x_j) = \{x_i / x_j, x_i \in X, x_j = \Gamma(x_i)\}$  – відображення зворотне траєкторії стану.

**Пошук процедури розв'язання задачі.** В умовах ризику ситуацій управління процес побудови траєкторії ґрунтується на:

- виявленні властивостей симетрії для звуження простору станів;
- переформулюванні задачі пошуку, шляхом узагальнення початкових елементів стану на підставі нової стратегії руху до цілі за час  $T_m$ ;
- розділі топології простору станів на області нормального функціонування, критичні та заборонені для проходження маршруту для цільової стратегії;

- використанні покрокового процесу розв'язання кризової ситуації, на підставі формування  $(qL_i)$  – траєкторії виходу системи на робочий режим, у цільовому просторі системи  $PC (L_A, L_n, L_t)$ , за параметрами  $\{Q_r, Q_q, Q_n, Q_{\min}\}$  та  $\{V_{Si}\}$  (рис. 4).

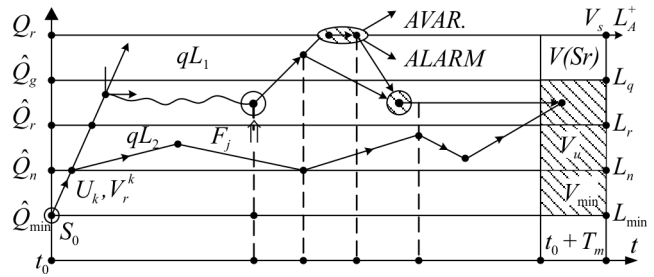


Рис. 4. Схема розвитку протиаварійних подій:  $\{L_A^+, L_q^+, L_n^+, L_n^+\}$  – лінії режимів функціонування енергоактивного об'єкта;  $\{t_i, \dots\}$  – відліки часу;  $\{T_m\}$  – інтервали часу;  $U_k$  – управлінська дія;  $(V_m^k, \forall r, \dots)$  – швидкість мислення  $i$ -го оператора;  $F_i$  – фактор збудження режиму функціонування об'єкта

#### 2.4. Цілеорієнтація і системний підхід до формування процесу управління

Важливою особливістю ієрархічних систем є необхідність враховувати фактори впливу на цілеорієнтацію впродовж термінального часу циклів управління:

- різні інтереси рівнів ієрархії щодо локальних і основних цілей системи;
- пріоритети верхніх рівнів над нижніми, що призводить до конфліктів інтересів;
- невідповідність профпідготовки оперативного персоналу щодо прийняття рішень на інших рівнях, через некоректні стратегії і низький рівень знань внаслідок нерозуміння важливості узгодження цілей;
- вертикальне підпорядкування рівнів щодо формування мети і стратегій управління для досягнення цілей, право втручання в процес управління оперативного рівня.

За системного підходу, який ґрунтується на математичній теорії систем, ієрархічна система задається сімейством моделей, кожна з яких описує поведінку системи відповідного рівня абстрагування, для кожного значення рівня ієрархічної структури, при цьому проблема темпорального часу описується як проблемний фактор при неузгодженості прийняття рішень на циклі управління (Blinov & Petrov, 1991; Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Pospelov, 1986; Kheis, 1981; Gladun, 1987; Tsukanov, 2000; Krilov, 1985; Ishmuratov & Petrov, 1981).

Головною задачею темпорального управління ієрархічною системою є проблема координації при синтезі стратегій, оцінка можливості реалізації управлінь для кожного рівня ієрархії. Основна ціль координації полягає в тому, що система верхнього рівня повинна сформулювати і прийняти таке рішення, яке діючи на нижні рівні ієрархії має привести до досягнення цілі за певний відведений час (Durniak et al., 2013a, 2013b; Pospelov, 1989).

Для формування інформаційно-ресурсної концепції створення ієрархічних систем, необхідно побудувати набір моделей структури і динаміки поведінки в умовах дії факторів активних збурень на неї:

- модель ієрархічної структури  $(MI Strukt)$ ;
- модель стратегії і критеріїв якості  $(MS Strukt u / y)$ ;

- моделі опрацювання даних про стан агрегатів техногенної системи на всіх рівнях ієрархії, з урахуванням їх розмітості, неоднозначності неповноти на певний момент часу;
- моделі структури агрегатів, об'єктів на підставі енергоактивної концепції;
- моделі та алгоритми опрацювання даних і їх обміну між рівнями, які мають бути прив'язані до темпів прийняття рішень на заданому інтервалі цілеорієнтованого управління;
- моделі стратегій координації управлінських дій і планів дій на заданих нормативних циклах управління, що необхідно для верхнього рівня ієрархії;
- моделі міжсистемної інтеграції на підставі обміну темпоральними потоками даних у структурі техногенної енергоактивної системи;
- моделі стратегічної функціональної та інформаційної безпеки на кожному ситуаційному циклі управління, як база для СППР стратегічного рівня;
- моделі боротьби з атаками і загрозами, які виникають за критичних режимів функціонування ПНО, на інформаційні та ресурсні потоки.

Відповідно до сформульованої інформаційно-ресурсної концепції розроблено схему структуризації (рис. 5).

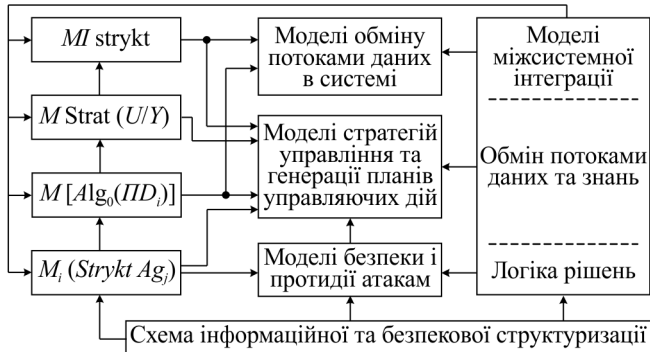


Рис. 5. Схема інформаційно-системної структуризації техногенної структури

### 2.5. Основні компоненти темпоральної логіки в процедурах оброблення потоків даних в ієрархії структури техногенної системи

Термінальна логіка є основою оцінювання ситуації в техногенній системі на підставі правил виводу і генерації гіпотез (Ishmuratov & Petrov, 1981). Динамічний аспект перетворення знань про стан об'єктів про їх функціонування пов'язаний з термінальною логікою на підставі часових логічних структур. Ці структури виступають інструментом опису сценаріїв поведінки техногенної системи згідно з цільовою задачею. Наведемо модель аксіоматичного визначення термінальної логіки згідно з (Ishmuratov & Petrov, 1981).

Визначення  $T$ -логіки:  $(TR)$  – термінальна структура;  $T = \{t_{i=1}^n\}$  – часова множина;  $R$  – бінарне відношення на  $T$ ;  $S$  – інтерпретація знання про стан об'єкта управління;  $f: T \rightarrow S$  – інтерпретація стану знання у процесі функціональних перетворень;  $F_i = \langle F_{f(t)} \rangle$  – множина базових функціональних перетворень;  $[f(t) = f(t')] \equiv (t \neq t')$  – еквівалентність знань при перетвореннях;  $R_{t'}: F_t \rightarrow F_{t'}$  – відношення правильних формул, які представляють через  $\{F_i\}$ ;  $g$  – оператор ["завжди буде"  $gA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t$ ], – підтвердження події;  $H$  – оператор ["завжди було"  $HA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t$ ] – підтвердження в минулому;  $S: E \rightarrow \{0,1\} \leftrightarrow \{F_t\} t \in T$  – атомарна інтерпретація знання про ситуацію;

$\forall f \forall t \in T (M \subset F_{f(t)} \rightarrow A \in F_{f(t)}) \triangleq (M|_t = A)$  – атомарна інтерпретація на інтервалі часу  $T \subset T_m$ .

**Властивості термінальних логік.** Якщо  $A \in F_t, t \in T, tA$  – індексована множина, то  $M$  – множина на логіці  $\langle TR \rangle$ , для якої маємо характерні властивості прив'язки події  $t \in T$ :

1.  $t \sim A \in M \rightarrow tA \notin M$ ;
2.  $t \sim A \in M \rightarrow tA \in M$ ;
3.  $t(A \supset B) \in M \rightarrow t \sim A \in M \vee tB \in M$ ;
4.  $t \sim (A \supset B) \in M \rightarrow tA, tB \in M, \forall t' Rtt'$ ;
5.  $tgA \in M \rightarrow t'A \in M, \forall t' Rtt'$ ;
6.  $tHA \in M \rightarrow t'A \in M, \forall t' Rtt'$ ;
7.  $t \sim gA \in M \rightarrow t'A \in M, \exists t' Rtt'$ ;
8.  $t \sim HA \in M \rightarrow t' \sim A \in M, \exists t' Rtt'$ ;
9.  $tA \in M \rightarrow \exists t'A \in F_t$ ,

де:  $t \in T$  – часова множина;  $TR$  – термінальна структура подій у часі;  $g, H$  – оператори часових перетворень;  $(\sim, \rightarrow)$  – операції;  $R$  – оператор на часовій осі.

На множині індексованих формул  $N_3$  з носієм  $T(N)$  маємо такі правила виводу і співвідношення  $A - T$  числення, на яких будується логіка дій у часі впродовж формування стратегій антикризового управління:

- $\Pi_1) \frac{t \sim A \quad tgA}{tA \quad t'A} t' \in T(N), Rtt' \cdot \rightarrow \cdot \rightarrow \cdot$  – (прямий перехід);
- $\Pi_2) \frac{t(A \supset B) \quad tHA}{t \sim A / tB \quad t'A} t' \in T(N), Rtt' \cdot \leftarrow \cdot \leftarrow \cdot$  – (зворотній хід);
- $\Pi_3) \frac{t(A \supset B) \quad t \sim gA}{tA, t \sim B \quad t' \sim gA} t' \notin T(N), Rtt' \cdot \rightarrow \cdot \rightarrow \cdot$  – (ствердження);
- $\Pi_4) \frac{t \sim gA \quad t \sim HA}{t \sim HA \quad t' \sim A} t' \in T(N), Rtt' \cdot \leftarrow \cdot \leftarrow \cdot$  – (заперечення).

Залежність гілок виводу на дереві рішень ( $\exists t \in \neg A \in T \Rightarrow tA$ , якщо  $(t \sim A)$  входить до гілки, описує хід подій згідно з маршрутом на дереві рішень.

Нехай  $\langle TR \rangle$  – замкнена таблиця для побудови планів дій, тоді на підставі дерева рішень будується конкретний маршрут. Відповідно ( $\forall t \in T, (tA_1 \dots tA_n, t \sim B)$ ) – маємо: якщо  $T'$  – множина індексів гілки,  $R' \subset R''$  то  $[(A_1 \dots A_n, | \rightarrow B) \Rightarrow (tA_1 \dots tA_n, t \sim B)] \Rightarrow (\{A_1 \dots A_n \sim B\} \in F_t)$ , тобто  $(A_1 \dots A_n | = B)$  – виводимо з доступних значень про об'єкт.

Алгебраїчна семантика з псевдооператором  $T$  і часовими операторами  $H$  і  $g$  задається у вигляді: еквівалентних перетворень на часовій осі є основою опису розгортання сценарію подій у системі:

$$\begin{cases} gA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t \wedge A \in F_t, \forall t' Rtt'; \\ HA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t \wedge A \in F_t, \forall t' Rtt'; \\ gA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t; \\ HA \in F_t \leftrightarrow A \in F_t. \end{cases}$$

Відповідно до типу задачі задається аналітико-табличні правила виводу відповідно на  $T_i: (A | \text{число})$ , де маємо:  $M_t$  – множина формул без індексів гілки  $M_t = \{A: tA \in M\}$ , тоді правила мають вид:

$$\Pi_{AT} \left\{ \begin{array}{l} 1 \ tA \in M \rightarrow t \in M; \\ 2 \ t \sim TA \in M \rightarrow t \approx A \in M; \\ 3 \ |-A| \subseteq |-M_t|; \\ 4 \ \Pi_1: \frac{tA}{TA}; \Pi_2: \frac{t \sim TA}{T \sim A}; \Pi_3: |-A| \subseteq |-M_t|. \end{array} \right.$$

У процедурах виводу на термінальній (часовій) осі означення часових операторів ґрунтується на твердженні: нехай маємо "завжди буде А" – невідомо, якщо буде невідомий майбутній елемент А, то

$$(gA \in F_t^2 \leftrightarrow A \in F_t^2, \forall t \ Rtt' \cdot \rightarrow \cdot \text{ (темпоральний зв'язок)}).$$

Нехай (ХВР і ХВІЛ) – динамічні множини, тоді маємо означення основних властивостей для динаміки часу:

- $ДВ_1$   $t \neg (gA \in M) \rightarrow t' \neg (A \in M); \exists t' \ Rtt' \cdot \rightarrow \cdot \xrightarrow{\exists t'}$  – прямий перехід;
- $ДВ_2$   $t \neg (HA \in M) \rightarrow t' \neg (A \in M); \exists t' \ R'tt' \cdot \leftarrow \cdot \xrightarrow{\exists t'}$  – зворотній перехід;
- $ДВ_3$   $t?(gA \in M) \rightarrow t'? (A \in M); \exists t' \ Rtt' \cdot \rightarrow \cdot \rightarrow \cdot \rightarrow \cdot$  – прямий ланцюг;
- $ДВ_4$   $t?(gA \in M) \rightarrow t'? (A \in M); \forall t' \ R'tt' \cdot \leftarrow \cdot \rightarrow \cdot \rightarrow \cdot$  – поворот в минуле;

Аналітико-табличні правила перебудови висновків мають вид:

- $ПВ_3^1$   $\Pi_1: \frac{t \neg (gA), t' \in T(N), Rtt' \cdot \rightarrow \cdot}{t' \neg A} \cdot \rightarrow \cdot$  – прямий висновок;
- $ПВ_3^2$   $\Pi_2: \frac{t \neg (HA), t' \notin T(N), R'tt' \cdot \leftarrow \cdot}{t' \neg A} \cdot \leftarrow \cdot$  – причинний зв'язок;
- $ПВ_3^3$   $\Pi_3: \frac{t?(nA), t' \in T(N), Rtt' \cdot \rightarrow \cdot}{t'? A} \cdot \rightarrow \cdot$  – неповний висновок;
- $ПВ_3^4$   $\Pi_4: \frac{t?(HA), t' \notin T(N), R'tt' \cdot \leftarrow \cdot}{t'? A} \cdot \leftarrow \cdot$  – пошук причин.

**Відношення на часовій осі.** Дихотомічні відношення на часовій логіці характеризуються декількома моментами часу. Відповідно, маємо такі відношення та процедури, необхідних для опису темпоральних ситуацій у системі:

- діахронічне слідування виражається умовою:  $(Rtt' \wedge B \in F_t'); \forall A \in F_t, A \subset B$ , де  $(tt')$  – відліки часу на  $T_i$ ;
- діахронічне відношення слідування подій у випадку прив'язки часових міток  $(tt')$  на  $T_m$ :

$$\left. \begin{array}{l} A \in F_t \rightarrow B \in F_t'; \\ A \in F_t^2 \rightarrow B \in F_t'; \\ A \in F_t^0 \cup \rightarrow B \in F_t' \end{array} \right\} \mapsto \langle \text{якщо } A \Rightarrow B \text{ то } A(t') \rightarrow B(t'') \rangle;$$

- діахронічні часові оператори необхідні для представлення операцій виводимості з прив'язкою до причинно-наслідкових зв'язків:

$$\left. \begin{array}{l} (A| = gB) \leftrightarrow (A \in F_t \rightarrow B \in F_t'); \\ (A = gB) \leftrightarrow (A \in F_t \rightarrow B \in F_t'); \\ (?A| = gB) \leftrightarrow (A \in F_t^2 \rightarrow B \in F_t') \end{array} \right\} \mapsto A, \text{ де } A = \langle (A \rightarrow gB) \Rightarrow A(t') \rightarrow B(t'', t'') \rangle;$$

- комбіновані зв'язки між описом ходу подій в термінальній часі визначаються:

$$\left. \begin{array}{l} A \supset gB \quad ?A \supset gB; \\ A \supset \rightarrow gB \quad ?A \supset HB \end{array} \right\} \text{ – відображає зміну ситуацій.}$$

**Контекст знання в процедурах виводів термінальної логіки.** Контекст знання визначає множину пресупозицій (способів оцінювання В по А) для кожного елементу базового знання:  $C(\Sigma) \triangleq \{B: (\exists A \in \Sigma), (A \supset = B)\}$ , тоді можна побудувати знаннєві правила виводу про ситуацію:

- $ЗПВ_1$   $(A \supset = B)$  – буде позицією А якщо між ними буде логічна залежність;
- $ЗПВ_2$   $(A \rightarrow \hat{A}) \Rightarrow (B - \text{істина})$ , тобто В є необхідною умовою побудови оцінки  $\hat{A}$ ;
- $ЗПВ_3$  Якщо  $(B = f \text{ та } \neg(\exists \hat{A}))$  – то не існує оцінки твердження А.

Передумова знання – як необхідна умова істинності знання задається згідно:  $(\Pi(\Sigma) = \{B: (\exists A \in \Sigma)(A| = B)\})$ , тобто повноти початкових знань про ситуацію на Т.

**Дедуктивне дослідження** – це пошук логічних наслідків із елементів існуючого базису знань при фіксованому контексті знання:

1.  $C(\Sigma) = \{B: (\exists A \in \Sigma)(A \supset B)\}$ ;
2.  $Alf \{ \in, \notin, \forall, \exists \{x: Ax\}, \subset, \supset, \neg, \cap, \cup \}$  – визначають алгебру термінальних подій.

Відповідно, можна представити знаннєві орієнтири:

1. **Альтернативні:**  $\left\{ \begin{array}{l} \{ \text{знання} \leftrightarrow \text{незнання} \}; \\ \{ \text{істина} \leftrightarrow \text{фальш} \} \end{array} \right\}$  – як опис стану оператора;
2. **Приріст знання** – за рахунок дослідження контексту та редукції фрагментів знань, при цьому існують наступні переходи:  $((F_z \leftrightarrow F_d) \rightarrow (l \rightleftharpoons d)) \rightarrow \text{Sens}(F_z, F_d)$  – зміст.
3. **Визначення змісту** – через логічні та граматичні форми.

Правила формування антикризових рішень. Відповідно до цільової задачі управління формуються графи і правила прийняття рішень для виходу з аварійних ситуацій, які ґрунтуються на:

- (ЛПТ 1) – термінальних правилах оцінювання ситуації оператором на підстаї тестової класифікації  $\{T_m\}$  (див. рис. 1) у структурі екомоніторингу;
- (ЛПТ 2) – схемах оцінювання можливих ситуацій (див. рис. 3);
- (ЛПТ 3) – ігрових моделях представлення ситуації (див. рис. 4, 5);
- (ЛПТ 4) – схемах розвитку протиаварійних подій, які координуються оператором з тестовою швидкістю мислення  $\{V_m^k\}$  (див. рис. 4);
- (ЛПТ 5) – правилах висновків термінальної логіки  $(\Pi_1 - \Pi_4)$ ;
- (ЛПТ 6) – аналітико-табличних правилах виводу  $\Pi_{AT}(\Pi_1 - \Pi_3, \{P_{4i}\})$ ;
- (ЛПТ 7) – оцінках динамічних властивостей оператора – інтелектуального агента (ІА-ОПР)  $\{ДВі\}$ ;
- (ЛПТ 8) – табличних правилах ситуаційних висновків  $\{П_{AT}\}$ ;
- (ЛПТ 9) – знаннєвих правилах оцінювання ситуації  $(ПВ_3^i)$ .

На основі проведеного аналізу когнітивних властивостей оператора, які є підставою для професійної ді-



яльності у сфері управління складними системами з ієрархічною структурою, показано необхідність глибокого вивчення процесів управління та оцінки даних, на підставі яких приймаються управлінські рішення.

**Висновок.** У першій частині дослідження розглянуто проблему прийняття рішень в екстремальних ситуаціях в умовах обмеженості часу операторами та управліннями вищого рівня ієрархії виробничої структури. Проаналізовано літературні джерела, обґрунтовано актуальність і сформульовано проблему антикризового управління в умовах загроз. Проаналізовано проблеми термінального часу під час оцінювання ситуацій та прийняття рішень. Обґрунтовано вибір методів досліджень на підставі системного аналізу і термінальної логіки, інформаційних технологій. Побудовано моделі розвитку подій та ігрові ситуаційні моделі прийняття рішень на підставі концентрації цілеорієнтації.

### Перелік використаних джерел

- Akaff, R., & Emeri, F. (1974). *O tceleustremennykh sistemakh*. Moscow: Sov. radio, 272 p. [In Russian].
- Anokhin, P. K. (1972). *Mekhanizmy i printsiipy tselenapravlenogo povedeniia*. Moscow: Science, 295 p. [In Russian].
- Barsegian, A. A., Kupriianov, M. S., Kholod, I. M., Tess, M. D., & Elizarov, S. I. (2009). *Analiz dannykh i protsessov*, (3rd ed.). Saint Petersburg: BKhV Peterburg, 512 p. [In Russian].
- Barsegian, A. A., Kupriianov, M. S., Stepanenko, V. V., & Kholod, I. I. (2007). *Tekhnologii analiza dannykh. Data Mining, Visual Mining, Text Mining, OLAP*. Saint Petersburg: BKhV Peterburg, 384 p. [In Russian].
- Blinov, A. L., & Petrov, V. V. (1991). *Elementy logiki deistvii*. Moscow: Science, 232 p. [In Russian].
- Chubukova, I. A. (2008). *Osnovy informatsionnykh tekhnologii – Data Mining*. Moscow: Biznes, 382 p. [In Russian].
- Druzhinin, G. V., & Sergeeva, I. V. (1990). *Kachestvo informatsii*. Moscow: Radio i Sviaz, 172 p. [In Russian].
- Dudykevych, V. B., Opirskiy, I. R., Haraniuk, P. I., Zachepylo, V. S., & Patryk, A. I. (2017). *Zabezpechennia informatsiinoi bezpeky Derzhavy*. Lviv: NU "LP", 204 p. [In Ukrainian].
- Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013). *Avtomatyzovani liudyno-mashynni systemy upravlinnia intehrovanykh ierarhichnykh orhanizatsiinykh ta vyrobnychymy strukturamy v umovakh ryzyku i konfliktiv*. Lviv: Ukrainaska akademiia druzarstva, 514 p. [In Ukrainian].
- Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013). *Kohnityvni modeli formuvannia stratehii operatyvnoho upravlinnia intehrovanykh ierarhichnykh strukturamy v umovakh ryzyku i konfliktiv*. Lviv: Ukrainaska akademiia druzarstva, 449 p. [In Ukrainian].
- Fress Pol, & Piazhe Zhan. (1978). *Eksperimentalnaia psikhologiya*. (Issue 4). Moscow: Progress, 301 p. [In Russian].
- Gladun, V. P. (1987). *Planirovanie reshenii*. Kyiv: Science, 168 p. [In Russian].
- Horbulin, V. P. (2017). Ukraina v hlobalnykh vymirakh suchasnoho svitu. *Visnyk NAN Ukrainy*, 8, 59–71. [In Ukrainian].
- Ishmuratov, A. T., & Petrov, V. V. (1981). *Logicheskie teorii vremennykh kontekstov (vremennaia logika)*. Kyiv: Scientific thought, 145 p. [In Russian].
- Karamysheva, N. V. (2011). *Lohika (teoretychna i prykladna)*. Kyiv: Znannia, 455 p. [In Ukrainian].
- Kheis, D. (1981). *Prichinnyi analiz v statisticheskikh issledovaniakh*. Moscow: Finansy i statistika, 254 p. [In Russian].
- Khenli, E. Dzh., & Kumamoto, Kh. (1984). *Nadezhnost tekhnicheskikh sistem i otenka riska*. Moscow: Mashinostroenie, 528 p. [In Russian].
- Kireeva, Z. A. (2010). *Razvitie soznaniia, determinirovannoe vrememem*. Odessa: VMV, 384 p. [In Russian].
- Krilov, V. Yu. (Ed.). (1985). *Matematicheskaiia psikhologiya: metodologiya, teoriia i modeli*. Moscow: Science, 235 p. [In Russian].
- Kumamoto, H., & Henley, E. J. (1996). *Probabilistic risk assessment and management for engineers and scientists*, (2nd ed.). New York: IEEE Press, 522 p.
- Meshheriakov, B. G., & Zinchenko, V. P. (2005). *Bolshoi psikhologicheskii slovar*. Saint Petersburg: praim – Evroznaк, 672 p. [In Russian].
- Morozov, A. O., Hrechaninov, V. F., & Behun, V. V. (2015). Upravlinnia bezpekoiu v epokhu informatsiinoho suspilstva. *Visnyk NAN Ukrainy*, 10, 34–41. [In Ukrainian].
- Obykhod, H. O. (2015). Stratehichnyi napriam zabezpechennia ekolohichnoi ta pryrodno-tekhnolohnoi bezpeky. *Visnyk NAN Ukrainy*, 10, 53–63. [In Ukrainian].
- Okoper, Dzh., & Mandermant, Ien. (2018). *Systemne myslennia. Poshuk neordynarnykh tvorchykh risheh*. Kyiv: Nash format, 240 p. [In Ukrainian].
- Orlov, A. I. (Ed.). (1985). *Analiz nechislvoi informatsii v sotciologicheskikh issledovaniakh*. Moscow: Science, 220 p. [In Russian].
- Pfiantcagl, I. (1976). *Teoriia izmerenii*. Moscow: Mir, 248 p. [In Russian].
- Pospelov, D. S. (1989). *Modelirovanie rassuzhdenii*. Moscow: Radio i sviaz, 184 p. [In Russian].
- Pospelov, G. S. (1986). *Situatsionnoe upravlenie (teoriia i praktika)*. Moscow: Science, 288 p. [In Russian].
- Protasov, O. O. (2016). Systemna kontseptsiiia evoliutsii biosfery i suchasna ekolohichna kryza. *Visnyk NAN Ukrainy*, 4, 53–63. [In Ukrainian].
- Roberts, F. S. (1986). *Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniiami k sotcialnym, biologicheskim i ekolohicheskim zadacham*. Moscow: Science, 496 p. [In Russian].
- Rubinshtein, S. L. (2005). *Osnovy obshhei psikhologii*. Saint Petersburg: Piter, 713 p. [In Russian].
- Spiridonov, V. V. (1978). *Kontrol slozhnykh sistem*. Moscow: Znanie, 64 p. [In Russian].
- Tsukanov, B. I. (2000). *Vremia v psikhike cheloveka*. Odessa: Astro Print, 219 p. [In Russian].
- Vasylenko, V. A. (2017). Heneza zmist i shliakhy realizatsii kontseptsii mizhnarodnoi ekolohichnoi bezpeky. *Visnyk NAN Ukrainy*, 7, 89–96. [In Ukrainian].
- Zaitcev, V. S. (1990). *Sistemnyi analiz operatorskoi deiatelnosti*. Moscow: Radio i sviaz, 119 p. [In Russian].

**Р. Л. Ткачук<sup>1</sup>, Л. С. Сикора<sup>2</sup>, Н. К. Луса<sup>2</sup>, Б. И. Федына<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина

<sup>2</sup> Национальный университет "Львовская политехника", г. Львов, Украина

<sup>3</sup> Украинская академия книгопечатания, г. Львов, Украина

## ЛОГИКО-КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ ТЕМПОРАЛЬНОЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В КРИЗИСНЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ (Ч. I)

Проведен анализ и продемонстрировано, что когнитивной структуре личности присущ имманентный темпоральный пласт, благодаря которому человек обладает свойством конструктивно ориентироваться в часовом пространстве, принимая оперативные решения в условиях угроз. Принимая это во внимание и учитывая индивидуальность и неповторимость каждого человека, такой феномен, при предельных режимах управления техногенными системами может привести к аварийным

ситуациям с масштабными техногенными и экологическими последствиями. А следовательно, при несоответственном интеллектуальном уровне и низкой профессиональной подготовке, оператор в структуре управления энергоактивными объектами не сможет своевременно обеспечить реализацию противоаварийных решений. И только высокий уровень интеллекта, соответствующие психические и волевые характеристики и профессиональная подготовка управляющего персонала является залогом эффективного противостояния угрозам возникновения аварийных ситуаций. Проведен анализ основных литературных источников, глубиной до пятидесяти лет, определены проблема, цели и методы исследования. Изложение основного материала включает: анализ проблемы принятия решений в кризисных ситуациях; описание информационного базиса управления; игровые модели ситуаций управления; обоснование необходимости использования темпоральной логики в процедурах принятия решений; анализ восприятия времени оператором и принятие им решений с оценкой скорости мышления; логико-когнитивную модель восприятия времени оператором; логико-лингвистические темпоральные правила принятия управленческих решений в экстремальных ситуациях.

**Ключевые слова:** логико-когнитивная модель; часовой интервал; темпоральная структура; информация; обработка данных; ситуация; риск; принятие решений; мышление.

**R. L. Tkachuk<sup>1</sup>, L. S. Sikora<sup>2</sup>, N. K. Lysa<sup>2</sup>, B. I. Fedyna<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup> Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine

## **LOGIC-COGNITIVE MODELS OF TEMPORAL REALITY WHEN TAKING OPERATIONAL DECISIONS IN CRISIS CONDITIONS OF FUNCTIONING OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS (PART I)**

The authors have shown that the cognitive structure of the individual incorporates immanent temporal layer and owing to it a person is capable of constructive orientation in the temporal space when making active decisions in dangerous conditions. Considering the individuality and uniqueness of each person, such a phenomenon, with the limiting modes of man-made system management can lead to emergency situations with large-scale man-made and environmental consequences. Therefore, in case of inappropriate intellectual level and low professional training, the operator in the management structure of energy-efficient objects will not be able to ensure timely implementation of emergency solutions. And only a high level of intelligence, appropriate mental, volitional characteristics and the professional training of managing staff is a guarantee of effective counteraction to emergencies. The analysis of the main literary sources, depth to fifty years, the problem, the purpose and methods of research were determined. The presentation of the main material includes: analysis problem of decision-making in crisis situations; description of management information base; game models of management situations; substantiation of the necessity of using temporal logic in decision-making procedures; analysis of the operator time perception and his decision making with the estimation of thinking speed; the logical-cognitive model of time perception by the operator; logical-linguistic temporal rules for making managerial decisions in extreme situations.

**Keywords:** logical and cognitive model; time interval; temporal structure; information; data processing; situation; risk; decision making; thinking.