

4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



Науковий вісник НЛТУ України
Scientific Bulletin of UNFU

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

<https://doi.org/10.15421/40281022>

Article received 29.10.2018 р.

Article accepted 29.11.2018 р.

УДК 004.9:159.937.53



ISSN 1994-7036 (print)
ISSN 2539-2477 (online)



Correspondence author

N. K. Lysa

lysa.nataly@gmail.com

Р. Л. Ткачук¹, Л. С. Сікора², Н. К. Лиса², Б. І. Федина³

¹ Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

² Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

³ Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

ЛОГІКО-КОГНІТИВНІ МОДЕЛІ ТЕМПОРАЛЬНОЇ ДІЙНОСТІ ПРИ ПРИЙНЯТТІ ОПЕРАТИВНИХ РІШЕНЬ У КРИЗОВИХ УМОВАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ (Ч. 2)

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 в 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 і 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. Викладення основного матеріалу охоплює: аналіз проблеми прийняття рішень у кризових ситуаціях; опис інформаційного базису управління; ігрові моделі ситуацій управління; обґрунтування потреби використання темпоральної логіки у 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; обробка даних; ситуація; ризик; прийняття рішень; мислення.

Вступ. Відмінності сприйняття та оцінки 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 в стресогенних умовах при 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 позначається на особливості 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 будуватиметься шляхом композиції компоненти логічного опрацювання даних для 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 виділення знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз за мінімальний часовий інтервал (Kireeva, 2010; Blinov & Petrov, 1991).

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:** Issikora@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 при прийнятті оперативних рішень у кризових умовах функціонування техногенних систем (Ч. 2). Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 10. С. 108–119.

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 II). *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(10), 108–119. <https://doi.org/10.15421/40281022>

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 конфліктів в ієрархії систем. 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. У колективній праці (Karamysheva, 2011) висвітлено актуальну проблему системного мислення, потрібного для ефективного розв'язання задач прийняття рішень. Розглянуто методи системного аналізу, циклічність мислення, ментальні моделі, причинно-наслідкові зв'язки, ментальні моделі впливу на поведінку.

У праці (Pospelov, 1986) розглянуто методи ситуаційного управління складними системами на підставі штучного інтелекту, представлення знань, логіки прийняття рішень у разі поточних ситуацій. У працях (Chubukova, 2008; Barsegian et al., 2009; Barsegian et al., 2007; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Spiridonov, 1978; Zaitsev, 1990; Khenli & Kumamoto, 1984) розглянуто проблеми інтервального оброблення даних, потрібних 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 оцінювання ризиків.

У класичних роботах (Rubinshtein, 2005; Pospelov, 1989; Fress & Piazhe, 1978; Tcukanov, 2000) розглянуто моделі динамічного сприйняття структури часу особою в нормальному і стресовому станах, обминаючи проблему відбору й опрацювання даних для прийняття локальних і стратегічних цілеорієнтованих рішень. У роботі (Gladun, 1987) обґрунтовано методи моделювання ситуацій і подій, генерації планів рішень, адаптивні стратегії, інформаційно-лінгвістичне забезпечення процесу діалогу.

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 у прийнятті рішень. У збірнику праць (Anokhin, 1972) розглянуто проблеми математичного опису цілеспрямованої поведінки, моделювання стратегій дій, цілеспрямовані реакції, мотивацію, моделі організації цілеспрямованої поведінки.

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. У монографії (Kheis, 1981) розглянуто причинний аналіз у лінійних

системах. Розроблено метод діаграмного представлення причинно-наслідкових зв'язків та потоків подій. У монографії (Pfantsagl, 1976) описано теорію вимірювання, типології порядку і шкал, операції та інтервальне оцінювання, теорії подій. У монографії (Dudykevych et al., 2017) викладено базові концепції теоретичної і прикладної логіки як системної підстави формування цілеорієнтованих рішень особою.

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. У книзі (Orlov, 1985) описано методи аналізу нечислових даних, структурування інформації, аналіз проблемних сіток, пошук логічних зв'язків, методи шкалювання.

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

Викладення основного матеріалу дослідження

1. Проблема управління виробничими системами та оцінювання їх впливу на екологічне середовище, які входять у структуру техногенних систем. У першій частині роботи розглянуто проблему управління техногенними системами з енергоактивними об'єктами, які формують шкідливі викиди в екосередовище, що створює загрози ситуації. Проведено аналіз проблеми прийняття рішень у кризових ситуаціях на підставі темпоральної логіки. Розглянуто методи дослідження та мету і сформовано задачі дослідження. Проаналізовано процеси формування та прийняття рішень в умовах ризику та фіксованого термінального часу. Побудовано моделі розвитку подій на підставі теорії ігор та термінальної логіки.

2. Проблемна задача оцінки сприйняття часу оператором автоматизованих систем управління технологічним процесом (АСУ-ТП) у процесі виникнення динамічних ситуацій. Процес сприйняття часу уможливує власне контакт суб'єкта із світом. Сприйняття часу – це відображення об'єктивної тривалості, швидкості та послідовності явищ реальності (Meshheriakov & Zinchenko, 2005). Проте людина – це створюючий суб'єкт, який не лише реагує на оточуючу дійсність, але і впливає на неї (Tcukanov, 2000; Krilov, 1985; Ishmuratov & Petrov, 1981; Blinov & Petrov, 1991; Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Pospelov, 1986).

Орієнтація в часі передбачає визначення особистістю місця даної фази змін у загальному циклі ситуаційних подій. Людина застосовує дві системи орієнтирів, що дають змогу їй визначати фази добового циклу. Визначальною є система орієнтирів, що зумовлена циклічними змінами ситуації в системі при зміні режимів та циклів навантаження об'єкта (Kheis, 1981; Gladun, 1987; Orlov, 1985; Pfantsagl, 1976; Roberts, 1986; Chubukova, 2008; Barsegian et al., 2009; Barsegian et al., 2007).

Іншу систему орієнтирів становлять ознаки, що створені ритмами організму, і які відповідають ритмам активності і виникнення потреб, що своєю чергою також залежить від ритмів дня і ночі. Система внутрішніх

і зовнішніх індикаторів дає змогу орієнтуватися в термінальній ситуації. Людина може визначати місце теперішнього відносно попередніх та майбутніх змін, тобто людина здатна уявити в сучасному минуле та майбутнє (Rubinshtein, 2005; Fress & Piazhe, 1978).

Власне у сприйнятті часу розрізняють сприйняття часової тривалості (метрики) і сприйняття послідовності (топології) часу. У людини є певне безпосереднє переживання, відчуття часу. Воно зумовлене органічними відчуттями і пов'язане з ритмічністю основних процесів мислення і діяльності під час прийняття рішень у нормальних і аварійних ситуаціях (Pospelov, 1989; Krilov, 1985; Ishmuratov & Petrov, 1981; Blinov & Petrov, 1991; Pfantcagl, 1976; Roberts, 1986; Pospelov, 1986).

Час є одним із модусів, в якому формується та інтегрується життєвий досвід індивіда. Інтеграція досвіду відбувається завдяки функціонуванню механізмів оброблення часової інформації різного рівня. Часовий механізм особи, що приймає рішення (ОПР) – це комплексна система впорядкування досвіду в часовому вимірі та оброблення поточної в часі інформації, що забезпечує відтворення та оцінку оперативних інтервалів часу, і виконує функції з концептуалізації минулого, теперішнього, майбутнього (Rubinshtein, 2005; Pospelov, 1989; Fress & Piazhe, 1978; Tcukanov, 2000; Krilov, 1985).

Кожна людина пов'язує у єдину структуру сприйняття часу власне минуле, історичне минуле, теперішнє і майбутнє. Це інтегрування уможлиблюється завдяки структурі власних часових властивостей людини, в основі яких – оперативна тривалість, що реально нею переживається під час оцінювання ситуації. Особа, що приймає рішення, володіє індивідуальною вродженою одиницею часу (значення – від 0,7 с до 1,1 с), яка є сталою упродовж всього життя. Власна одиниця часу визначає часові властивості психіки індивіда, суб'єктивну швидкість перебігу часу і тип орієнтації в часовій перспективі (на минуле, теперішнє чи майбутнє), що визначає оперативність у прийнятті рішень на виконання дій, тобто може змінювати швидкість мислення під час оперативного оброблення даних для формування цільових рішень (Durniak et al., 2013a, 2013b; Tcukanov, 2000).

3. Ситуація прийняття термінальних рішень – когнітивні аспекти. Розглянемо ситуацію прийняття рішень (ОПР), при зміні динаміки системи і дії факторів збурення $\{F_{R1}\}$, які можуть призвести до ризикованої, або аварійної ситуації для граничного режиму, якщо невчасно прийнято рішення на управління на підставі нечіткої оцінки ситуації. Якщо ОПР у момент термінального часу (t_{1i} , t_{2i}) вчасно не прийме рішення на (t_{2i}), то система вийде на аварійний режим за (T_{3i}) та перейде в незворотній момент часу (t_{Ri}) за інтервал часу T_{4i} . Тобто, якщо когнітивна нейроструктура ОПР (рис. 1), для оцінювання ситуації і прийняття рішень вкладається в термінальний час T_{2i} , то система буде керованою і повернеться в нормальний режим, на підставі виконаних управлінських дій.

Якщо процес мислення (Пм) за рахунок стресової ситуації в разі загрози граничного режиму загальмується (Z_n), то ОПР не встигне прийняти протиаварійне рішення. Когнітивна здатність змінювати швидкість V_i^m мислення є підставою прийняття активних рішень, за стресу вона спадає і приводить до аварійних ситуацій (див. рис. 1). У ситуаціях управління в момент часу (t_i , t'_i , t''_i) маємо: (якщо ІА – в момент (t_i , t'_i , t''_i) встигає оцінити ситуацію і прийняти рішення та виконати дію) \Rightarrow (система повернеться з $Sit_A \rightarrow Sit_g$) – тобто з перед аварійного у граничний стан.

Для оператора, відображення сутності темпоральної дійсності у свідомості в онтогенезі може відбуватися у трьох взаємопов'язаних напрямках: репрезентації метричних властивостей часу (тривалість), топологічних властивостей часу (безповоротна послідовність перебігу подій з минулого через сьогодні у майбутнє) і когнітивних для орієнтування у часі (Kireeva, 2010). Тобто досягнення темпоральної дійсності конкретною людиною індивідуальністю ОПР виражене у репрезентаціях часу та його властивостей, що зумовлені переживаннями, за кризових оперативних ситуацій, які виникають у процесі управління складними енергоактивними ПНО (рис. 2). Розглянемо розвиток подій в часовому графіку на підставі відображення в просторі станів об'єкту управління (рис. 3).

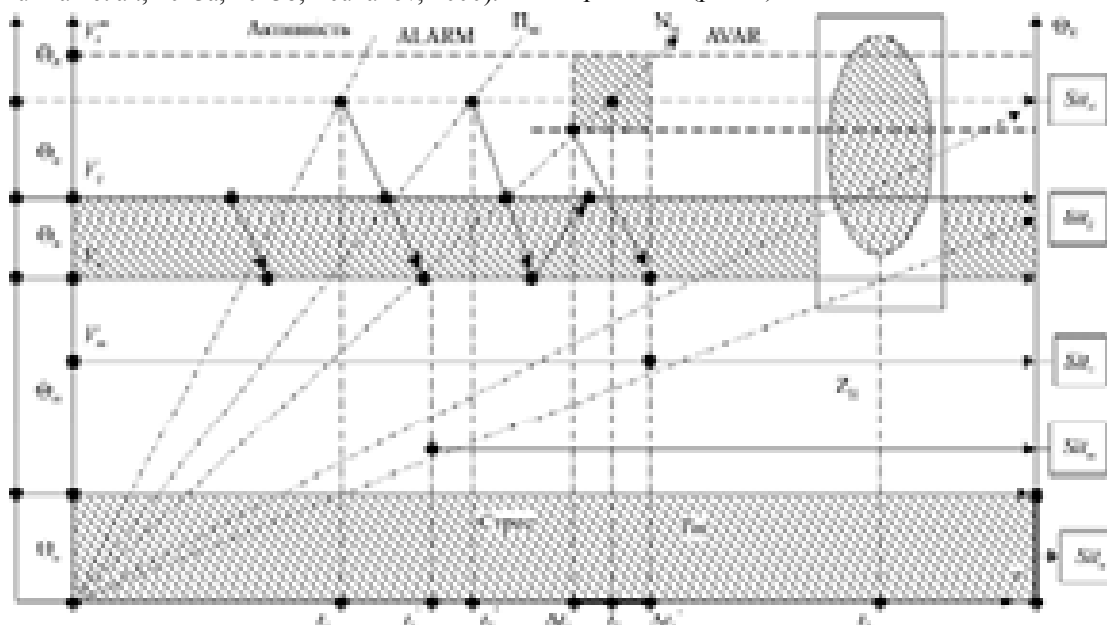


Рис. 1. Динаміка зміни швидкості мислення за зміни динамічних режимів нормального та граничного навантаження на енергоактивний об'єкт: $\{\theta_R, \theta_q, \theta_n, \theta_m, \theta_u\}$ – розбиття параметрів стану на режимні інтервали, $\{V_i\}$ – зміна швидкості мислення для прийняття кризових і протиаварійних рішень, $\{Sit_A, Sit_g, Sit_n, Sit_m, Sit_u\}$ – режими і ситуації, які характеризують процеси управління

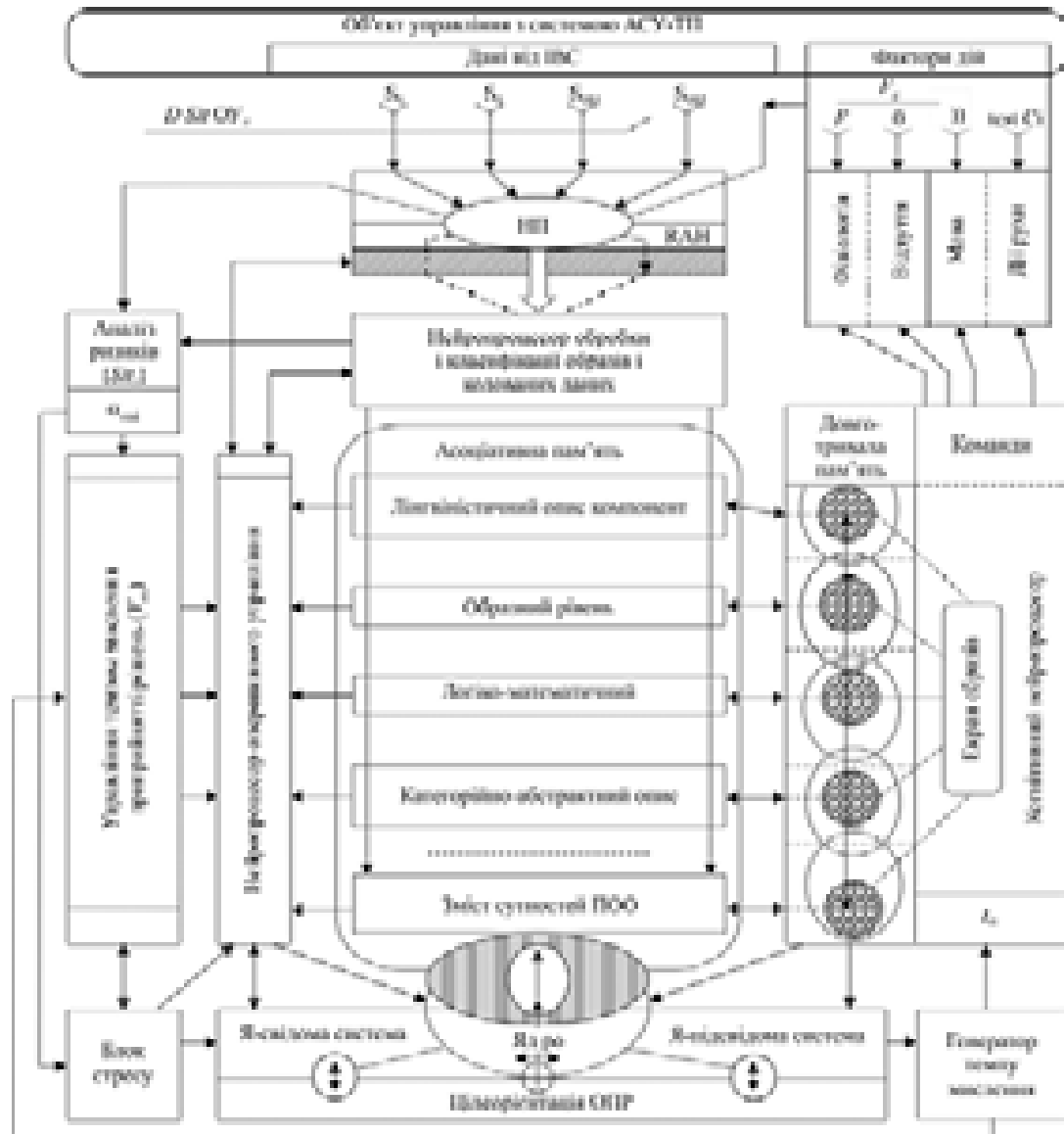


Рис. 2. Когнітивна модель інтелектуального опрацювання даних оператором АСУ

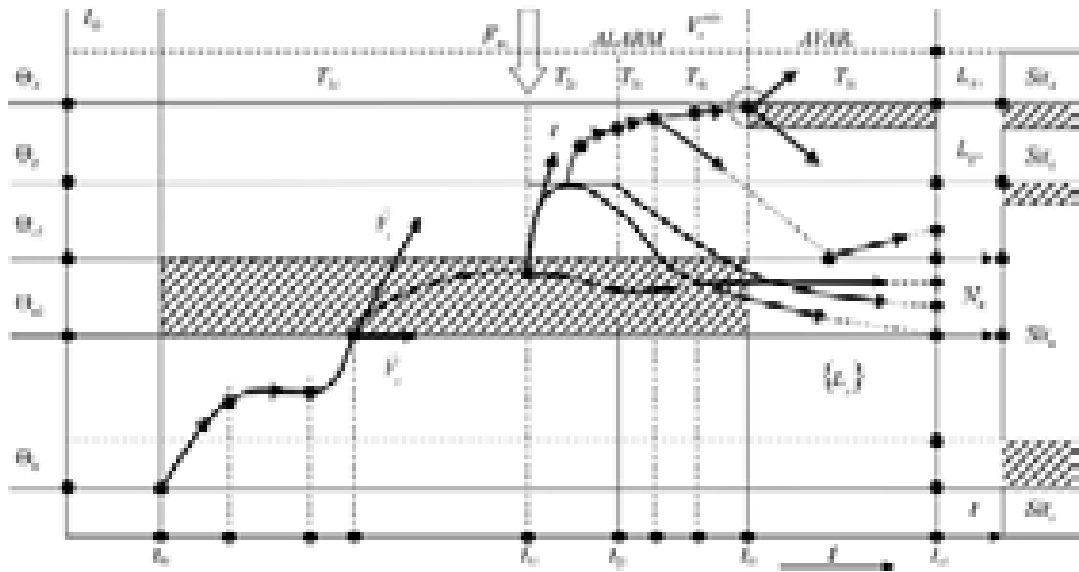


Рис. 3. Структура часових інтервалів в термінальному часі оцінки ситуації ОПР: F_{Ri} – фактор настання ризику, N_R – оптимальна реакція на об'єктивну ситуацію (своєчасно прийняте рішення та його реалізація), $Lg+$ – передаварійна ситуація, $Lg-$ – аварійна ситуація, T_{1i} – докризовий часовий інтервал, T_{2i} – кризовий часовий інтервал для прийняття та реалізації рішень без негативних наслідків, T_{3i} – кризовий часовий інтервал, для прийняття та реалізації рішень з мінімальними негативними наслідками, T_{4i} – кризовий часовий інтервал з певними негативними наслідками, T_{5i} – кризовий часовий інтервал, коли система виходить з-під контролю, t_0 – час сприйняття актуальної ситуації, t_{1i} – час настання ризику, t_{2i} – час реакції в ситуації ризику, t_{ki} – час настання кризи, t_{ni} – час неконтрольованої реакції, I_0 – інтервал значення параметрів стану, $\{\theta_A, \theta_B, \theta_{n\bar{b}}, \theta_0\}$ – критичні параметри

4. Часовий графік розвитку сценарію подій в АСУ. У роботах (Rubinshtein, 2005; Pospelov, 1989; Fress & Piazhe, 1978; Tcukanov, 2000; Krilov, 1985) запропоновано біциркулярну мультиосциляторну модель часового механізму. Ця модель вирізняє чотири основні рівні оброблення інформації в поточному реальному часі (рис. 4):

- 1) інформація, неупорядкована в часі;
- 2) рівень маркування елементів інформації на часовій осі;
- 3) переживання часу як лінеаризованого сингулярного потоку;
- 4) опрацювання часової інформації на рівні уяви, коли можлива активізація більш ніж одного темпорального процесу, віднесеного до одного і того ж об'єкта.

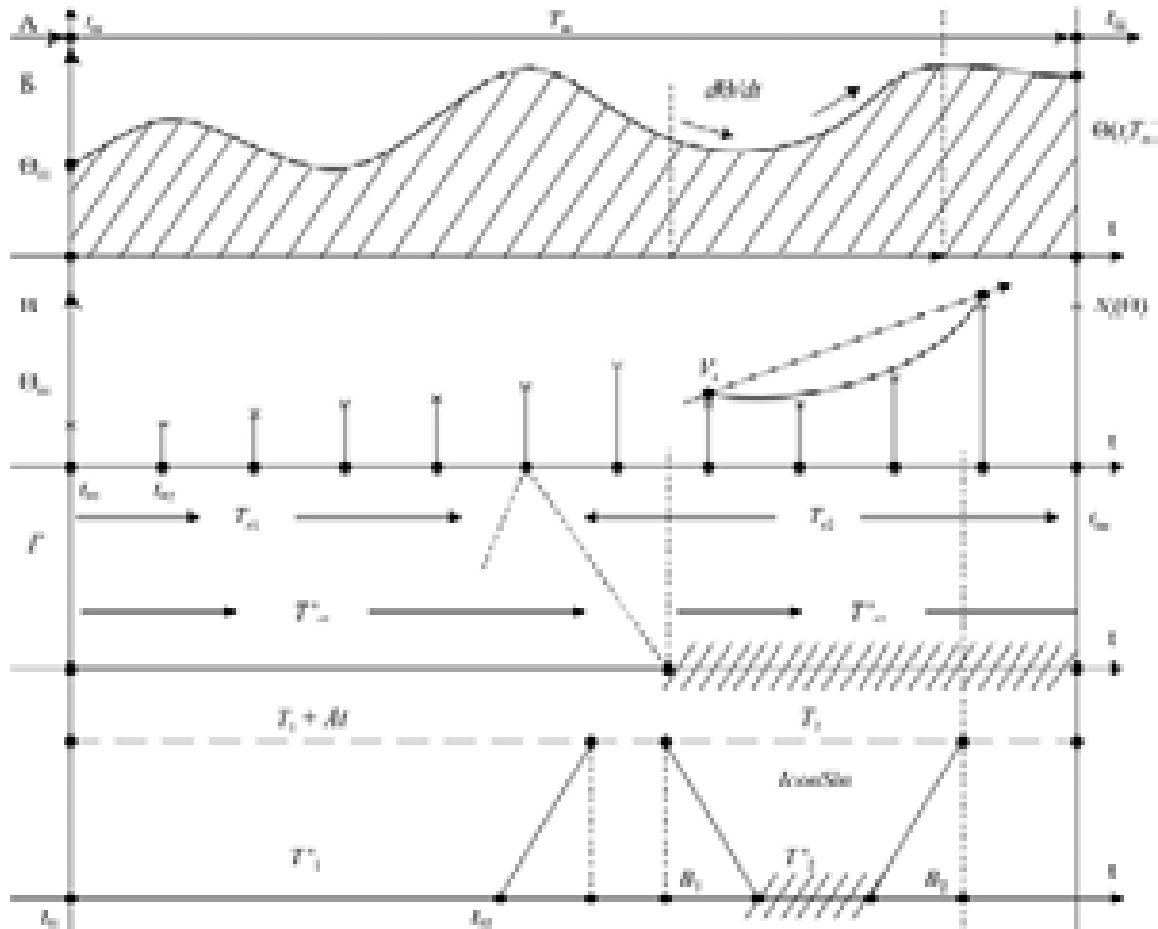


Рис. 4. Динаміка темпу потоку даних та образне сприйняття ситуації (часовий графік): *A* – неперервна часова вісь із прив'язкою термінального інтервалу; *B* – неперервний у часі потік даних $PD_T(\theta(t))$; *B* – маркований відлік $\{t_i \rightarrow N_i(\theta)\}$ потоку даних з аналоговою або числовою оцінкою; *Г* – деформація часового ходу на інтервалах формування рішень; $tend \theta(t)$ – тенденція змін траєкторії; $V = d\theta / dt$ – швидкість

5. Логіко-когнітивна модель темпоральної структури часового сприйняття ситуації оператором у процесі оброблення різнорідних даних

Доповнимо наявні концептуальні системи темпоральної структури індивіда логіко-когнітивними моделями прийняття особистістю цільових рішень у контексті часового простору, які включають в себе діяльність і свідомих, і різноманітних підсвідомих структур і механізмів. Цей аспект вивчення феномену часу в психології сприяє розумінню особливостей процесу осягнення людиною темпоральної дійсності та розширює наукові уявлення про модель часового механізму у психологічному академічному дискурсі. Так, поглиблюються уявлення про процес орієнтації особистості у часовій реальності в екстремальних умовах, а також стає зрозумілим процес впливу людини на власне минуле в теперішньому модусі, який уможливується за посередництвом підсвідомих механізмів (Durniak et al., 2013a, 2013b; Tcukanov, 2000; Krilov, 1985; Akaff & Emeri, 1974; Kheis, 1981).

Ми розглядаємо людину як системне утворення (ІА) (див. рис. 2), і вважаємо, що їй притаманна темпоральна

структура – індивідуальний іманентний динамічний пласт, який ґрунтується на психофізіологічних процесах, включає діяльність свідомих і різноманітних підсвідомих структур і механізмів, та поглиблюється з розвитком свідомості.

Логіко-когнітивна модель прийняття цільових рішень у контексті часового простору будується на підставі композиції компоненти логічного опрацювання даних з метою вибору відомостей для вибору стратегії поведінки людиною в умовах дії загроз та когнітивної компоненти, яка полягає в тому, що в розриві інформаційних ланцюгів при опрацюванні неповних, різнотипних і нечітких даних, які відображають ситуацію, включає в цей процес оцінку її змісту та цілеорієнтацію нейропроцесора особистості і формує процедуру зв'язування інформаційних переходів між логічними формалізованими структурами процесів мислення з метою виділення знань про ситуацію та вироблення планів дій для ліквідації цих загроз за мінімальний термін (рис. 5) (Durniak et al., 2013a, 2013b; Pospelov, 1986; Kheis, 1981; Spiridonov, 1978; Zaitcev, 1990).

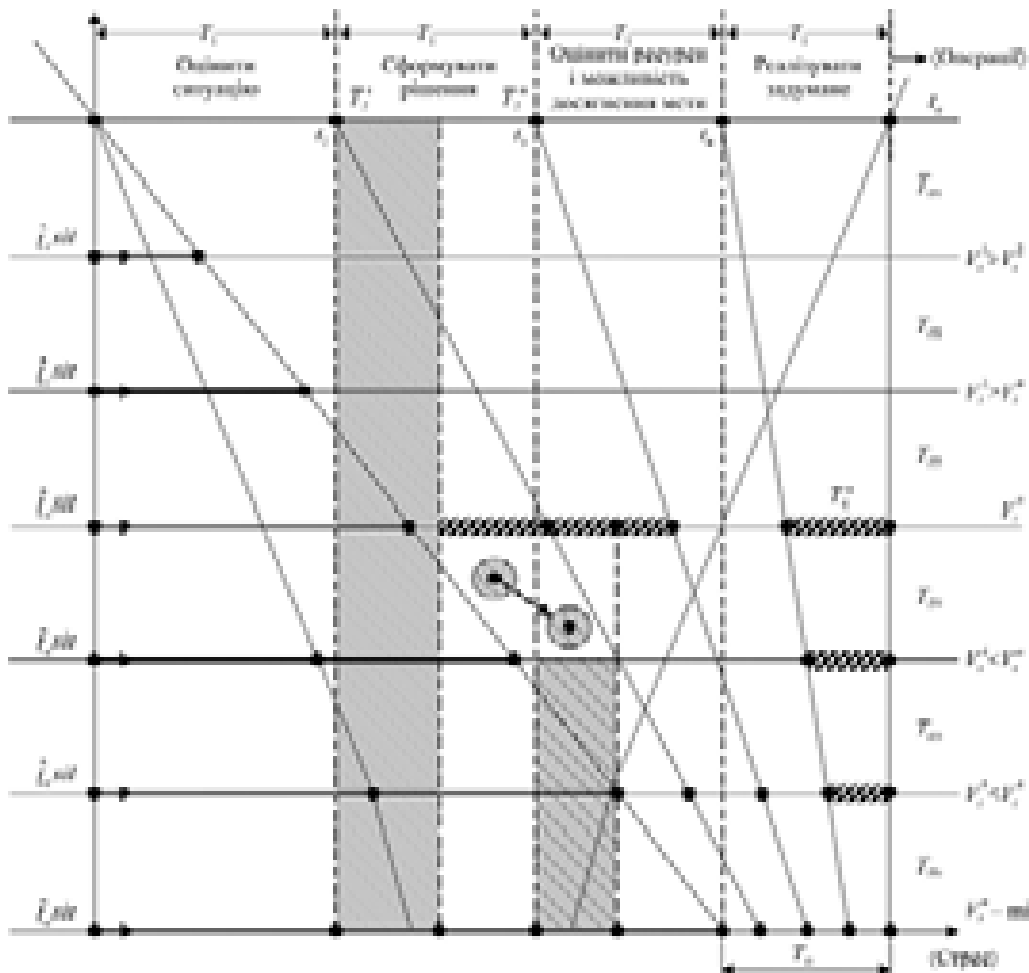


Рис. 5. Структура темпорального часу для прийняття необхідних структурованих рішень: T_{in} – темпоральний пласт, t_n – часовий інтервал, T_n – інтервал прийняття цілеорієнтованого рішення

Згідно із задачами управління класифікуються вимоги до типу мислення та їх когнітивних параметрів для кожного типу (ІА-ОПР) та інтелектуального агента особи, яка уповноважена приймати рішення для корекції режимів функціонування техногенною системою і цілеорієнтованого управління. Наведемо схему класифікації типів мислення агентів – операторів і оцінки їх здатності ефективно розв'язувати ситуаційні задачі (рис. 6) (Akaff & Emeri, 1974; Anokhin, 1972; Khenli & Kumamoto, 1984; Kumamoto & Henley, 1996).

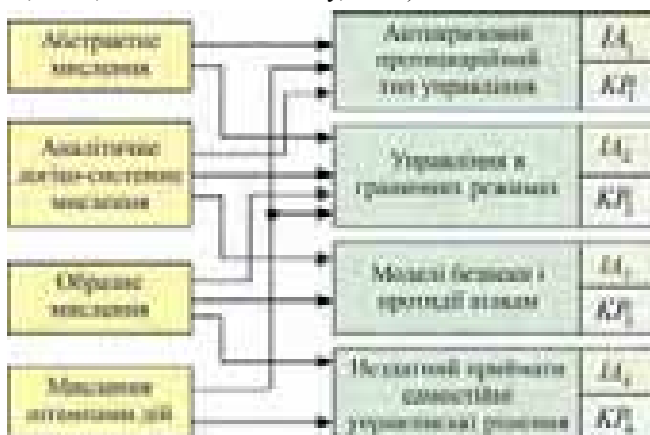


Рис. 6. Класифікація типів мислення інтелектуальних агентів і їх функціональних можливостей

6. Темпоральний пласт мислення оператора. Організація темпорального пласту людини містить:

- формування та актуалізацію різних типів цілісних психічних образів-відображень часових інтервалів (T_1, T_2, T_3, T_4), а саме, його метричних, топологічних та орієнтувальних властивостей;
- переживання часової дійсності та оцінку часових модусів у моменти, коли необхідно оцінити ситуацію і прийняти рішення.

Як видно з наведеної схеми (див. рис. 5) суб'єктивне сприйняття часових інтервалів не є однаковим і залежить від індивідуального іманентного динамічного пласту, що детермінує об'єктивний час прийняття кінцевого цілеорієнтованого рішення та здійснення відповідних запланованих дій (Durniak et al., 2013b; Rubinshtein, 2005).

Суб'єктивне сприйняття тривалих періодів часу значною мірою визначається характером переживань, якими вони були заповнені, та емоційним станом суб'єкта. Відповідно, оцінка часового виміру класифікує дію двох законів (див. рис. 3–10) (Meshheriakov & Zinchenko, 2005):

- 1) *заповненого часового відрізка*, який констатує, що чим більше заповненим, а отже, розчленованим на маленькі інтервали є відрізок часу, тим тривалішим він здається (закон визначає закономірність відхилення психологічного часу спогадів минулого від об'єктивного часу);
- 2) *закону емоційно детермінованої оцінки часу*, згідно з яким пережита тривалість відхиляється від об'єктивного часу в бік, зворотний до домінуючої у суб'єкта спрямованості (закон позначається на тому, що час, заповнений подіями з позитивним емоційним знаком, скоро-

чується в переживанні, а заповнений подіями з негативним емоційним знаком в переживанні – подовжується), тобто за рахунок зміни швидкості мислення.

Під дією цих законів і відбувається актуалізація логіко-когнітивних моделей на підставі оцінки ситуації для прийняття цільових рішень, що включають діяльність свідомих та різноманітних підсвідомих структур та механізмів інтелектуального агента (ІА – людина, яка приймає цілеорієнтоване рішення) (рис. 7).

Відповідно до мети функціонування техногенної системи та цільових режимів задач управління та термінальних, добових, сезонних циклів розробляється інформаційно-логічна схема формування управлінських

рішень (рис. 8). Ця схема має певну термінальну структуру процесу інтелектуального оброблення даних $\{T_{ij}\}$: T_{1i} – відбір даних про стан об'єкта; T_{2i} – автоматичне опрацювання даних; T_{3i} – опрацювання даних на підставі зорового сприйняття; T_{4i} – формування образу ситуації в уяві КМ-ІА та визначення його змісту щодо задачі цільового управління; T_{5i} – класифікація ситуації в цільовому просторі і вироблення автоматичних та координаційних управлінських дій; T_{6i} – оцінка результатів дій на зміну стану.

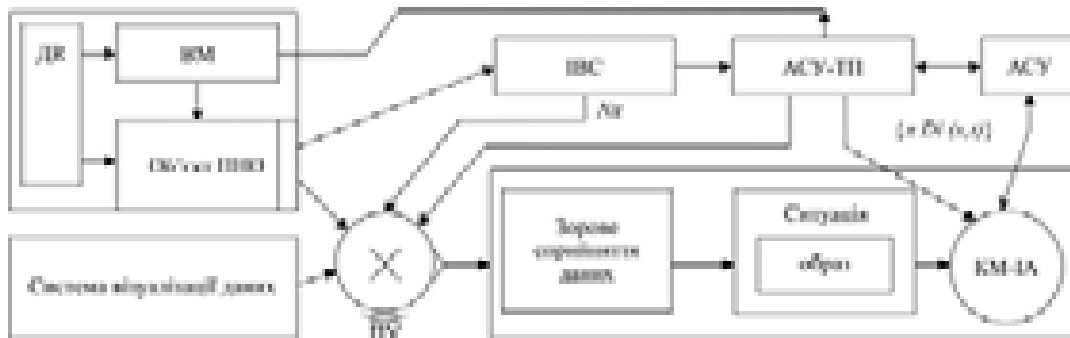


Рис. 7. Структурна схема системи оцінки ситуації людиною: ПНО – потенційно небезпечний об'єкт, АСУ-ТП – автоматизовані системи управління технологічним процесом, ІВС – інформаційно-вимірювальна система, КМ-ІА – когнітивна модель інтелектуального агента (особа, яка приймає рішення), ВМ – виконавчий механізм, ПУ – поле уваги



Рис. 8. Інформаційно-логічна схема формування управляючих рішень: ОУ – об'єкт управління; ПР – потік ресурсів; $\{Sit_i\}$ – ситуація у системі згідно з даними; ВП – виконавчий пристрій; (ІА-ОПР) – інтелектуальний агент, що приймає рішення; ІА₀ – інтелектуальний агент оперативного рівня; (τ_i) – інтервал автоматичного оброблення сигналів і даних (допустимий час)

Відповідно до вибраної концепції (стратегії) пошуку рішень ситуаційних задач будується інформаційно-ресурсна схема формування процесу прийняття рішень на вихід із кризової ситуації у термінальній часі виконання управління на підставі стратегії координації від (ІА-ОПР) (Durniak et al., 2013a, 2013b).

7. Правила прийняття термінальних рішень на управління об'єктом. Правила прийняття термінальних рішень інтелектуальним оператором (ІО), у струк-

турі АСУ, із класифікованими характеристиками його мислення, будуються на підставі логіко-когнітивної процедури, яка згідно з набором логічних правил $\{\{LPIK\}, V_m, \{\tau_i \in T_m\}, \{TPI_n\}\}$ та оцінки швидкості мислення оператора (ІА₀) і термінальний час, темпоральний пласт (ІА-ОПР), який формує стратегію управління згідно з метою техногенної системи (рис. 2, 4, 6–8, 10, 13, 14).

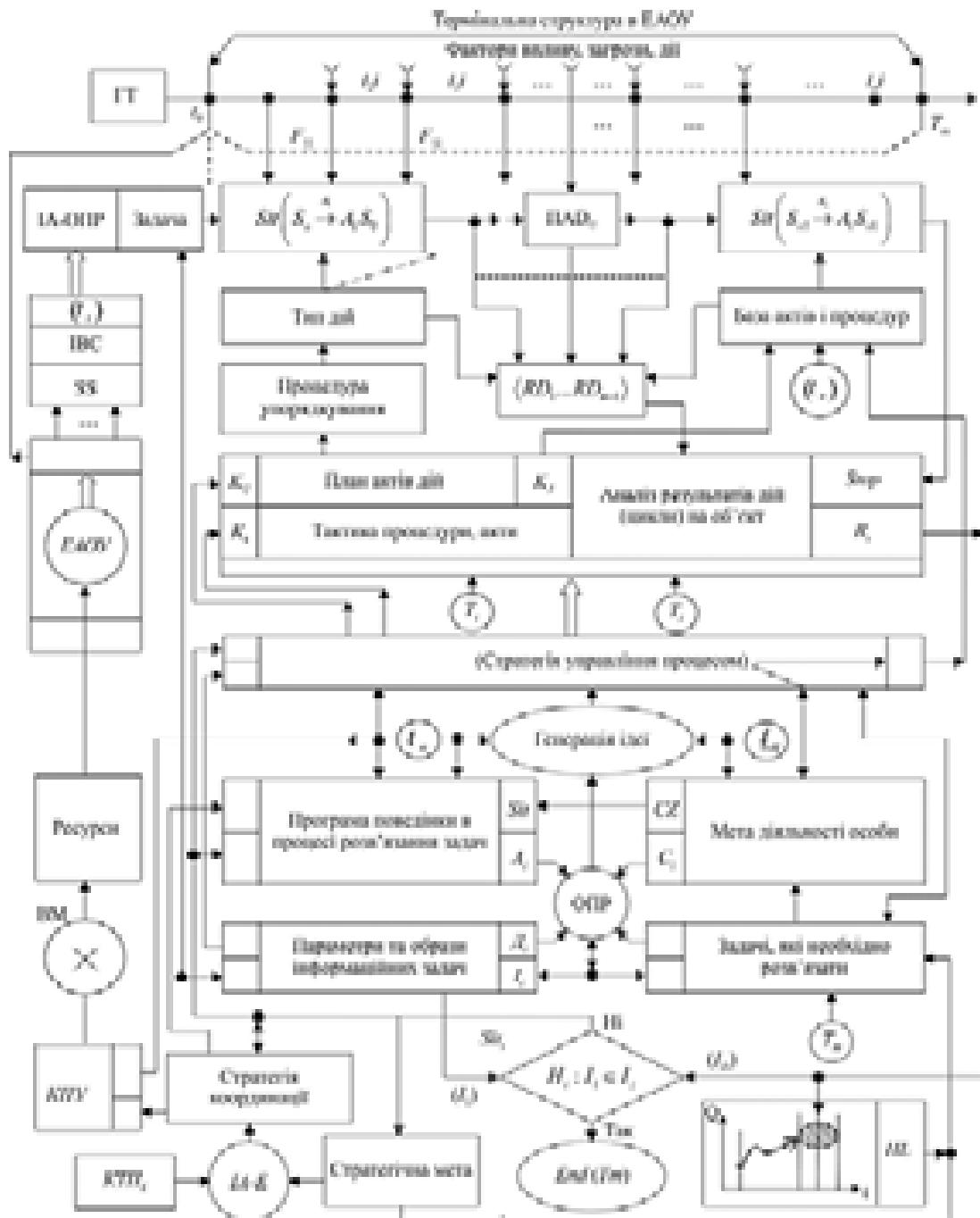


Рис. 9. Логічна схема формування процесу прийняття рішень ІА-ОПР з урахуванням темпоральних характеристик оцінювання динамічної ситуації в системі: ГТ – генератор термінальних відліків часу $\{t_0, t_1, \dots, t_n \in T_m\}$; $Sit(S_u \rightarrow A_K S_0)$ – ситуаційна схема переходів у системі при зміні станів ($S_0 \rightarrow S_u$); ПАД – процесор активних дій; $\{F_{ij}\}$ – фактори впливу; $Sit(S_{ni} \rightarrow A_K S_{nk})$ – кінцевий термінальний стан; $\{RD_{ij}\}$ – реалізація дій управління; $\{A_1 \dots A_n\}$ – акти управлінських дій від процесора управління; K_A – команди реалізації активних дій; R_S – оцінка ризику згідно з функціоналом: $I_Z(T_m)$; I_1 – нормативний рівень допустимого ризику; H_i – гіпотеза на термінальній циклі управління T_i ; ІВС – інформаційно-вимірювальна система; SS – сенсори; ЕАОУ – енергоактивний об'єкт управління; ВМ – виконавчий механізм; КПУ – командний процесор управління; ІА-ОПР – інтелектуальний агент – оператор, що приймає рішення; ІАЕ – інтелектуальний агент – експерт; $\{\tau_i\}$ – інтервали часу виконання дій; (T_i, T_j, T_m) – термінальні інтервали виконання операцій

Початкові умови для побудови термінальної процедури прийняття управлінських рішень визначаються згідно з станом об'єкта та цільовим завданням функціонування техногенної системи. Задача з побудови стратегії вимагає для свого розв'язання наявності знань про:

1. Структуру системи, типи ресурсів, потужність виробництва;
2. Стратегію управління щодо мети при заданих класах енергоактивних перетворень ресурсів;

3. Інформаційну технологію опрацювання даних щодо ситуації, алгоритми дій;
4. Термінальний план роботи оперативної команди управління $\{ПП_i\}$ та індекс професійної підготовки і швидкість мислення $\{V_{mi}\}$ у процесі формування рішень;
5. Набір логічних правил $\{ЛП, K\}$ – для побудови процедур прийняття термінальних рішень;
6. Допустимий час $\{\tau_i\}$, необхідний для оброблення даних і оцінювання ситуацій;

7. Динаміку зміни швидкості мислення при дії стресових факторів на (ІА-ОПР).

Відповідно до термінального пласту і швидкості мислення оператора можна оцінити здатність виконувати управлінські процедури при дії факторів ризику згідно з їх рангом впливу $Rang(F_i \rightarrow V_{mi}, TPI_i)$.

8. Динаміка зміни швидкості мислення при дії стресових факторів на (ІА-ОПР), яка враховує можливість правильної оцінки ситуації. Відповідно до термінального пласту і швидкості мислення оператора, можна оцінити його здатність виконувати управлінські процедури, при дії факторів ризику згідно їх рангу впливу $Rang(F_i \rightarrow V_{mi}, TPI_i)$ на когнітивну свідому структуру (ІА-ОПР) без помилок і у відведений термін часу в умовах наближення траєкторій стану об'єкта до граничного режиму (рис. 1, 2).

Для кожного оператора АСУ виконання функцій управління енергоактивним об'єктом у процесі професійної підготовки і тестування встановлюються когнітивні характеристики, які включають параметри, що характеризують функціональну здатність виконувати дії та оцінювати ситуацію:

- виконувати $[CF_i^m Z_i]_{IA}$ – цільові функціональні завдання, які доручаються у процесі функціонування системи;
- мати $[TPI_{k,i}]$ – термінальний пласт когнітивних характеристик сприйняття ситуації і мислення для оцінювання стану об'єкта та виконання дій;
- мати $[V_m^i \in \{V_{max}, V_{min}\}]$ – відповідні границі швидкості мислення при обробці даних;
- мати $[Rang F_{St}^k]$ – ранг стійкості, який здатний забезпечити протидію факторам впливу на когнітивну систему при розв'язанні ситуаційних задач управління.

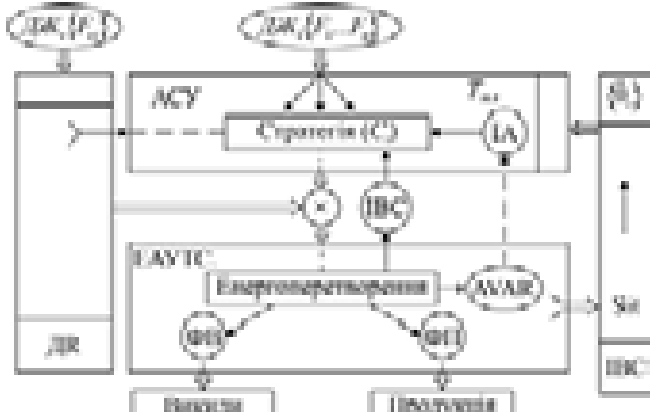


Рис. 10. Системна структуризація: ІВС – інформаційно-вимірвальна система оброблення первинних аналогових даних від об'єкта управління; $DЖ_r\{F_i\}$ – джерело активних збурень на потік ресурсів; $DЖ_i\{F_n\}$ – джерело інформаційних атак; АСУ – автоматизована система управління; ЕАУ-ТС – енергоактивна техногенна система; ФВ – формувач шкідливих викидів; ФП – формувач продукції; $\{\hat{\theta}_i\}$ – оцінка траєкторії стану об'єкта; ІА – інтелектуальний агент; T_{mA} – термінальний час оброблення даних

Для реалізації процесу управління формується набір альтернативних правил і алгоритмів оброблення даних та з правил виводу на підставі класичної і темпоральної логіки $\{ЛП_T(1), \dots, ЛП_T(9)\}$. Відповідно, задається початковий стан, режим функціонування, мета, об'єм потоку ресурсів, рівень продуктивності агрегатів, структур і

стратегій управління техногенною системою на підставі моделі системної структуризації (рис. 10).

Згідно із ситуацією, метою і задачами управління формуються для кожного випадку дії збурення (F_{St}^k) на систему і його впливу на оператора, процедура логіко-когнітивного прийняття і виконання управлінських рішень і дій, на підставі стратегії розв'язання конфлікту (рис. 11).



Рис. 11. Побудова правил активного управління техногенною системою: ІВС – інформаційно-вимірвальна система оброблення первинних аналогових даних від об'єкта управління; T_{mA} – термінальний активний час оцінювання ситуації; ІА-ОД – інтелектуальний агент оброблення аналогових і цифрових потоків даних; ІАС-ОД – інтелектуальна автоматична система оброблення потоків даних $\{ПД_i\}$; (ІА-ОПР) – інтелектуальний агент – оператор; T_{mk} – темпоральний пласт когнітивної системи; $trak(\theta)$ – траєкторія зміни параметра стану; T_{m1}, T_{m2} – термінальний час оброблення даних; (ІА-К) T_{mi} – інтелектуальний агент – координатор з темпоральним пластом мислення T_{mi} ; СППКР – система підтримки прийняття координаційних рішень; $\{U_{di}\}$ – управлінські дії

Процеси формування та виконання управлінських і координаційних рішень ґрунтуються на логічних правилах, згідно зі ситуаціями, з урахуванням когнітивних характеристик особи (рис. 12). Процес формування оперативних дій виконується командою управління виробництвом, на підставі заданих цілей, та оцінки стану об'єкта відповідно до регламентної ситуації в АСУ-ТП і АСУ. Тобто залежно від когнітивного типу оператора, його темпоральних характеристик, у процесі управління, система ОУ-АСУ переходить в один з трьох станів (S_1, S_2, S_3) – нормальної роботи, або аварійну ситуацію.

Найскладнішим етапом формування і прийняття рішень, при заданій структурі інформаційної системи та алгоритмів відбору і опрацювання даних про динамічну ситуацію в об'єкті, є вибір, на когнітивному рівні мислення, правил побудови висновків та розбиття термінальних інтервалів на циклі управління (T_1 – оцінити ситуацію, T_2 – сформувавши рішення, T_3 – оцінити ресурси і ризику при досягненні мети, реалізувати цільове завдання на підставі виконання команд управління дій), не заводячи систему в аварійну ситуацію. На підставі вище наведеного аналізу можна зробити кадрові висновки про те, що управління в техногенній структурі з ієрархією буде ефективне, якщо на кожному рівні є оператори й управлінці з відповідним когнітивним ти-

помислення, а також які мають відповідні наукові та інженерні знання, володіють певними лідерськими характеристиками, що здатні забезпечити цілеорієнтоване

ефективне управління згідно з цілями і ресурсами (Akaff & Emeri, 1974; Orlov, 1985; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Dudykevych et al., 2017; Horbulin, 2017).

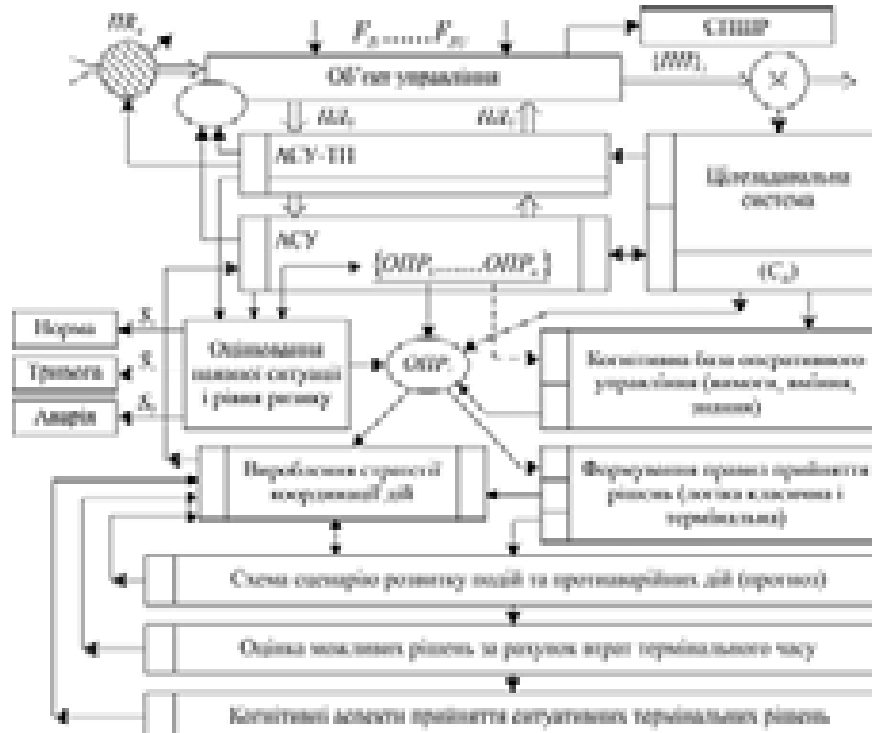


Рис. 12. Формування темпоральних антикризових рішень: $\{PIR_t\}$ – потоки вхідних ресурсів; $\{PII_t\}$ – потоки продукції; СПІПР – складування шкідливих відходів; $\{F_{Zi}\}$ – фактори зовнішніх збурень на об'єкт; PII_S – потоки ситуаційних даних; PII_U – потоки управлінських даних; $\{OPIR_{i/i=1,n}\}$ – команда оперативного управління виробництвом

Висновки. У роботі проведено аналіз та показано, що в когнітивній структурі особистості наявний іманентний темпоральний пласт особистості, який поглиблюється з розвитком свідомості. Завдяки темпоральній структурі людина володіє здібністю конструктивно – відповідно до умов технологічної ситуації – орієнтуватися у часовому просторі: об'єктивно відтворювати у свідомості тривалість та послідовність явищ дійсності; звертатися до власного досвіду; одночасно з цим передбачати та конструювати майбутнє; сприймати та впливати на певні події; а також, в теперішньому модусі використовувати власне минуле за посередництвом підсвідомих механізмів, які дають змогу будувати в актуальному моменті якісно новий досвід. Отже, враховуючи іманентний темпоральний пласт особистості під час підготовки операторів для діяльності, що передбачає прийняття оперативних рішень у кризових умовах функціонування техногенних систем, ми забезпечимо безаварійне керівництво високоенергетичними ієрархічними системами.

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 tselenapravlennoho 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.). St. 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*. St. 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 and communication, 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. (2013a). *Avtomatyzovani liudyno-mashynni systemy upravlinnia intehrovanyimi iierarkhichnymi orhanizatsiynymi ta vyrobnychymi strukturamy v umovakh ryzyku i konfliktiv*. Lviv: Ukrainska akademiia druzarstva, 514 p. [In Ukrainian].
 Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013b). *Kohnityvni modeli formuvannia strategii operativnoho upravlinnia intehrovanyimi iierarkhichnymi strukturamy v umovakh ryzyku i konfliktiv*. Lviv: Ukrainska 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].
 Gryciuk, Yu. I., Dragan, Ya. P. (2017). Numerical integration of tabular functions from two variables using the Taylor polynomial. *Selection and processing of information*, 44(120), 80–89. Lviv: Vyd-vo FMI im. H. V. Karpenka NAN Ukrainy. [In Ukrainian]. Retrieved from: <http://vidbir.ipm.lviv.ua/vidbir-zm-2016-44u.htm>
 Grytsiuk, Yu. I., & Leshkevych, I. F. (2017). The Problems of Definition and Analysis of Software Requirements. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(4), 148–158. <https://doi.org/10.15421/40270433>
 Horbulin, V. P. (2017). *Ukraina v hlobalnykh vymirakh suchasnoho svitu. Vismyk NAN Ukrainy*, 8, 59–71. [In Ukrainian].
 Hrytsiuk, Yu. I. (2018). *Analysis of Software Requirements: Tutorial*. Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic. 460 p.

- <https://192.168.253.4/Research/TrainingAidsEdit.aspx?id=11750>. [In Ukrainian].
- Hrytsiuk, Yu. I., & Buchkovska, A. Yu. (2017). Visualization of the Results of Expert Evaluation of Software Quality Using Polar Diagrams. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(10), 137–145. <https://doi.org/10.15421/40271025>
- Hrytsiuk, Yu. I., & Nemova, E. A. (2018). Peculiarities of Formulation of Requirements to the Software. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(7), 135–148. <https://doi.org/10.15421/40280727>
- Hrytsiuk, Yu. I., & Zhabych, M. R. (2018). Risk Management of Implementation of Program Projects. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(1), 150–162. <https://doi.org/10.15421/40280130>
- Ishmuratov, A. T., & Petrov, V. V. (1981). *Logicheskie teorii vremennykh kontekstov (vremennaia logika)*. Kyiv: Nauk. dumka, 145 p. [In Russian].
- Karamysheva, N. V. (2011). *Lohika (teoretychna i prykladna)*. Kyiv: Znannia, 455 p. [In Ukrainian].
- Kheis, D. (1981). *Prichynnyi analiz v statisticheskikh issledovaniakh*. Moscow: Finansy i statistika, 254 p. [In Russian].
- Khenli, E. Dzh., & Kumamoto, Kh. (1984). Nadezhnost tekhnicheskikh sistem i otcenka riska. Moscow: Mashinostroenie, 528 p. [In Russian].
- Kireeva, Z. A. (2010). *Razvitie soznaniia, determinirovannoe vremenem*. Odessa: VMV, 384 p. [In Russian].
- Krilov, V. Iu. (Ed.). (1985). *Matematicheskaia psikhologiya: metodologiya, teoriia i modeli*. Moscow: Science, 235 p. [In Russian].
- Kumamoto, N., & Henley, E. J. (1996). *Probabilistic Risk Assessment and Management for Engineers and Scientists*. (2nd ed.). N. Y.: IEEE Press, 522 p.
- Meshheriakov, B. G., & Zinchenko, V. P. (2005). *Bolshoi psikhologicheskii slovar*. St. Petersburg: Praim – Evroznak, 672 p. [In Russian].
- Hrytsiuk, Yu. I. (2018). *Analysis of Software Requirements: Tutorial*. Lviv: Publishing House of Lviv Polytechnic, 460 p. <https://192.168.253.4/Research/TrainingAidsEdit.aspx?id=11750>. [In Ukrainian].
- Morozov, A. O., Hrechaninov, V. F., & Behun, V. V. (2015). Upravlinnia bezpekoiu v epokhu informatsiinoho suspilstva. *Visnyk NAN Ukrainy*, 10, 34–41. [In Ukrainian].
- Obikhod, G. O. (2015). Strategichni napriam zabezpechennia ekologichnoi ta prirodno-tekhnogennoi bezpeki. *Visnyk NAN Ukrainy*, 10, 53–63. [In Russian].
- Okoper, Dzh., & Mandermant, Ien. (2018). *Systemne myslennia. Posluk neodynamykh tvorchykh rishen*. Kyiv: Nash format, 240 p. [In Ukrainian].
- Orlov, A. I. (Ed.). (1985). *Analiz nechislivoi informatsii v sotciologicheskikh issledovaniakh*. Moscow: Science, 220 p. [In Russian].
- Pfantcagl, I. (1976). *Teoriia izmerenii*. Moscow: Mir, 248 p. [In Russian].
- Pospelov, D. S. (1989). *Modelirovanie rassuzhdenii*. Moscow: Radio and communication, 184 p. [In Russian].
- Pospelov, G. S. (1986). *Situatsionnoe upravlenie (teoriia i praktika)*. Moscow: Science, 288 p. [In Russian].
- Protasov, O. O. (2016). Sistema kontseptsii evoliutsii biosferi i suchasna ekologichna kriza. *Visnyk NAN Ukrainy*, 4, 53–63. [In Russian].
- Roberts, F. S. (1986). *Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniiami k sotcialnym, biologicheskim i ekologicheskim zadacham*. Moscow: Science, 496 p. [In Russian].
- Rubinshtein, S. L. (2005). *Osnovy obshchei psikhologii*. St. Petersburg: Piter, 713 p. [In Russian].
- Spiridonov, V. V. (1978). *Kontrol slozhnykh sistem*. Moscow: Znanie, 64 p. [In Russian].
- Tcukanov, B. I. (2000). *Vremia v psikhike cheloveka*. Odessa: Astro Print, 219 p. [In Russian].
- Vasilenko, V. A. (2017). Geneza zmist i shliakhi realizatsii kontseptsii mizhnarodnoi ekologichnoi bezpeki. *Visnyk NAN Ukrainy*, 7, 89–96. [In Russian].
- Zaitcev, V. S. (1990). *Sistemnyi analiz operatorskoi deiatelnosti*. Moscow: Radio and communication, 119 p. [In Russian].

Р. Л. Ткачук¹, Л. С. Сикора², Н. К. Луса², Б. И. Федьна³

¹ Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, г. Львов, Украина

² Национальный университет "Львовская политехника", г. Львов, Украина

³ Украинская академия книгопечатания, г. Львов, Украина

ЛОГИКО-КОГНИТИВНЫЕ МОДЕЛИ ТЕМПОРАЛЬНОЙ ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ ОПЕРАТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В КРИЗИСНЫХ УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ (Ч. 2)

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.

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

Differences in the perception and estimation of time intervals by a person impose an individual imprint on the course of logical processes of thinking in the formation of purposeful decisions. The authors have analysed and 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. Therefore, 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. Thus, 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. 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. In the article 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 speed estimation of thinking; logical-cognitive model of time perception by the operator; logical-linguistic temporal rules for making managing decisions in extreme situations.

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