

4. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ



Науковий вісник НЛТУ України
Scientific Bulletin of UNFU

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

<https://doi.org/10.15421/40281121>

Article received 20.12.2018 р.

Article accepted 27.12.2018 р.

УДК 004.942



ISSN 1994-7836 (print)
ISSN 2519-2477 (online)

@ ✉ Correspondence author

R. L. Tkachuk

rlvtk@ukr.net

Л. С. Сікора¹, Н. К. Лиса¹, Р. Л. Ткачук², Б. І. Федина³, В. І. Кунченко-Харченко⁴

¹ Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

² Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

³ Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

⁴ Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси, Україна

ІНТЕГРАЦІЯ ІГРОВИХ, СИСТЕМНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-РЕСУРСНИХ КОНЦЕПЦІЙ ОЦІНКИ ЕНЕРГОАКТИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ТЕХНОГЕННИХ І ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ (Ч. 1)

Встановлено, що сучасний пришвидшений розвиток техногенних виробничих структур призвів до росту концентрації шкідливих викидів та їх об'єму в екосередовище (грунт, воду, атмосферу), зріс рівень забруднення сіл, міст, цілих регіонів. Ускладнення технологічних процесів, ріст виробничих потужностей теплових електростанцій, транспорту, нафтогазової промисловості, у структуру яких входять енергоактивні об'єкти, ускладнив процеси управління, що призвело до зниження в певних галузях рівня безпеки їх функціонування та підвищило ризики аварій та катастроф. При цьому рівень ризиків аварій і техногенних катастроф залежить від багатьох факторів і компонент надійності систем: надійність і якість проєктів техногенних систем, моделей і алгоритмів функціонування; якість конструкцій, агрегатів, комплектуючих, способу їх монтажу; відповідність побудованих структур до проєктних вимог, методів їх налагодження та випробування для введення в експлуатацію; якість стратегій, алгоритмів опрацювання даних та прийняття управлінських рішень; якість підготовки (інженерної, знаннєвої, практичної тощо) виробничого й адміністративного персоналу, а також їхніх позитивних і негативних рис; підготовка ресурсів для виконання виробничого процесу та їх якості; здатність протистояти ресурсним та інформаційним атакам на техногенну систему; здатність протистояти інформаційним та ментально-психологічним атакам на оперативно-керуючий персонал при прийнятті управлінських рішень. Усі ці аспекти оцінки ризиків мають як стратегічний, так й ігровий характер і визначають динаміку процесів у техногенних системах, а також рівень і характер впливу на екологічне середовище. Для вирішення цієї проблеми виділено, розв'язано та розроблено такі задачі та методи: визначено та оцінено актуальність проблеми мінімізації ризиків техногенних систем на екологічне середовище; проаналізовано літературні джерела, в яких розглядають цю проблему; сформульовано мету дослідження та методи розв'язання задач; проаналізовано причини і фактори виникнення конфліктних ситуацій як технічного, так й інформаційного характеру; проаналізовано й побудовано ігрові моделі стратегій управління; розроблено метод вирішення конфліктів у техногенних системах; розроблено метод структуризації системи та її агрегації; розглянуто системну гру та спосіб її представлення; побудовано загальну схему взаємодії техногенних систем, які формують шкідливі викиди, з екологічним та соціальним середовищем, як основу вироблення координаційних стратегій екозахисту та технології глибинного перероблення відходів; виявлено нові техногенні характеристики та їхній характер і вплив на екологічне середовище.

Ключові слова: система; гра; стратегія; екосистема; інформація; дані; управління; рішення; мета; прийняття рішень.

Вступ. Причинними факторами виникнення аварійних ситуацій є помилки під час проєктування, обмеженість знань про структуру технологічних систем і енергосистем, розриви в розумінні інформації про ди-

наміку руйнівних процесів, які можуть виникати під час функціонування енергоактивних об'єктів. Ігрова концепція взаємодії (активні фактори ↔ техногенні системи) є основою виявлення системної, інформа-

Інформація про авторів:

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: lisa.nataly@gmail.com

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

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

Кунченко-Харченко Валентина Іванівна, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри інформатики, інформаційної безпеки та документознавства. Email: itib@chdtu.edu.ua

Цитування за ДСТУ: Сікора Л. С., Лиса Н. К., Ткачук Р. Л., Федина Б. І., Кунченко-Харченко В. І. Інтеграція ігрових, системних та інформаційно-ресурсних концепцій оцінки енергоактивної взаємодії техногенних і екологічних систем (Ч. 1). Науковий вісник НЛТУ України. 2018, т. 28, № 11. С. 112–125.

Citation APA: Sikora, L. S., Lysa, N. K., Tkachuk, R. L., Fedyna, B. I., & Kunchenko-Kharchenko, V. I. (2018). Integration of gaming, system and information and resource concepts of assessment of energy active interaction of technological and ecological systems (Part 1). *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(11), 112–125. <https://doi.org/10.15421/40281121>

ційної та енергетичної структури процесів руйнування техногенних об'єктів за рахунок накладання непередбачуваних факторів, які через обмеженість знань операторів неможливо врахувати та, відповідно, спрогнозувати.

На підставі ігрових і системних моделей, як основних засад аналізу взаємодії техногенних, екологічних та соціальних систем, потрібно будувати загальні схеми ієрархічної організації регіонального соціуму. Вирішення цієї задачі дасть змогу проаналізувати наявні ресурси для виробництва та життєдіяльності людини і суспільства, оцінити ризики і ймовірність виникнення конфліктів під час розподілення ресурсів. Такий підхід до вирішення безпеки життєдіяльності дає підставу для глибокого аналізу взаємозв'язків комплексу виробничств з ресурсами та екосередовищем і дає змогу забезпечити глибинну переробку небезпечних відходів.

Проблемні задачі управління техногенними системами з енергоактивними об'єктами, актуальні як в енергетиці, нафтохімічній галузі, авіації, транспорті та соціальних структурах, оскільки від якості стратегій управління ресурсами і об'єктами залежить рівень забруднення екосередовища регіонів, у яких вони функціонують. Для вирішення проблеми підвищення ефективності виробничих структур, щодо зниження рівня забруднення, необхідно сформувати відповідний рівень підготовки персоналу, який би володів знаннями різного рівня – від технологічних до системних інформаційних технологій. Розв'язання цієї задачі дасть змогу запровадити довготривалий вплив нешкідливих технічних викидів в екосередовище регіону, де розташовані потенційно небезпечні об'єкти. Для систем з ієрархічною структурою організації управління характерною рисою когнітивної системи оперативного персоналу для прийняття управлінських рішень є наявні розриви у знаннях про структуру об'єктів, процеси автоматичного й оперативного управління, системи відбору і опрацювання даних, необхідних для прийняття як локальних, так й системних рішень на стратегічному рівні ієрархії, які мінімізують ризики аварій завдяки чіткому розумінню виниклих кризових ситуацій.

Аналіз літературних джерел. Відповідно до цих задач проаналізуємо літературні джерела за останній період, які відображають стан проблеми екологічної і техногенної безпеки.

У роботі (Didenko, 1984) розглянуто проблеми створення АСУ-ТП нового покоління на основі мікропроцесорних структур та інформаційних технологій і системного аналізу. У довіднику (Bobrykin, 1985) систематизовано відомості про агрегатні комплекси автоматизованих систем управління, структурна організація, методологія системного проектування, без розкриття психології управління.

У праці (Volik, 1985) розглянуто проблему автоматизації управління великими технологічними комплексами, проаналізовано якості управлінських систем, розроблено методи і моделі розрахунків показників ефективності процесу управління, наведено математичний апарат, але не враховано когнітивну компоненту прийняття управлінських рішень.

У монографії (Smoliakov, 1986) розглянуто теорію прийняття рішень і процедури побудови рівноважних стратегій у разі незбігу стратегічних інтересів корпоративних гравців, розглянуто методи подолання конфліктних ситуацій на підставі системного аналізу.

У праці (Perkhach & Podolchak, 2014) розглянуто причини виникнення та способи подолання корпоративних конфліктів, методи захисту та діяльність в умовах загроз на підставі класичного підходу до аналізу ситуацій. У роботі (Kunchenko-Kharchenko, 2015) розглянуто концепцію захисту інформації в системах документообігу в ієрархічних системах управління.

У монографії (Chikrii, 1992) розглянуто методи розв'язання ігрових задач управління в конфліктних ситуаціях у системах зі складною структурою, *конфліктну керованість* об'єктами у швидкоплинних динамічних ситуаціях. У монографії (Krapivin, 1972) розглянуто методи синтезу складних системних моделей на підставі теоретико-ігрової концепції прийняття рішень, а також ігри в технічних системах з неповною інформацією, термінальні рішення на підставі системного аналізу.

У роботі (Druzhinin & Kontorov, 1982) викладено принципи системного дослідження виникнення конфліктів між складовими системами, при розподілі цільових ресурсів у процесах прийняття рішень у невизначених ситуаціях, методи оцінки ефективності прийняття рішень, процедури побудови вирішних правил, виявлення сигналів на фоні завад, моделі конфліктів, залежно від цілей і ситуацій.

У монографії (Pavlov, 1982) розглядаються способи розв'язання конфліктних задач які виникають в технічних системах, ігрові моделі прийняття рішень при взаємодії "Людина ↔ АСУ", ситуаційне управління об'єктами. У праці (Pospelov, 1986) вперше розроблено парадигму ситуаційного управління, як метод управління складними системами технічного й організаційного класу з використанням теорії штучного інтелекту, теорії знань, логіки прийняття рішень.

У монографії (Roberts, 1986) викладено методи дискретної математики, які використовуються для моделювання складних систем різної природи. Проаналізовано задачі прийняття рішень, логіки групового вибору стратегічної поведінки систем, способи і методи опису ситуацій. У роботі (Sviridov, 1978) розглянуто проблему відбору даних, як основи достатності інформації про стан об'єкта, що необхідно для прийняття рішень на управління. У роботі (Druzhinin & Sergeeva, 1990) розглянуто та викладено основні засади та методи оцінки якості інформації для прийняття рішень у виробничих системах. Розроблено методи оцінки достовірності даних про стан об'єктів та методи опису динамічних режимів. Обґрунтовано метод синтезу структур оброблення даних.

У роботі (Gladun, 1987) розглянуто теоретичні і прикладні питання створення систем генерації цілеорієнтованих планів розв'язання задач управління. Обґрунтовано методи представлення знань, стратегій прийняття рішень в умовах невизначеності на підставі логічних правил і процедур. Методи побудови логічних висновків у процесах формування рішень особою розглянуто в роботі (Pospelov, 1989), описано дедуктивні, індуктивні та правдоподібні моделі мислення людини, які є підставою формування управлінських дій.

У роботі (Akoff & Emeri, 1974) викладено основи теорії вимірювань не кількісних ознак, шкал, яка є інструментом оброблення даних та інформації, методи інтервального аналізу, як інтелектуальної основи аналізу цілеспрямованих дій та побудови цілеспрямованих систем.

У фундаментальному посібнику (Barsegian, 2009) викладено основи інтелектуального оброблення потоків

даних, теорію сховищ даних, аналіз образів та текстової інформації, агентні системи, нейронно-чіткі моделі і витяг знань. У посібнику (Zaitsev, 1990) визначено способи підвищення ефективності та якості роботи операторів у системах автоматизованого управління технічними комплексами, розглянуто, на підставі системного аналізу, оперативну діяльність людини, діалоги у процесі рішень на основі класичної інженерної психології.

У роботі (OKonog & Makdermat, 2018) проаналізовано способи мислення у прийнятті рішень за різних ситуацій, сформульовано концепцію системного мислення особи. У збірнику праць (Petrov, 1972) розглянуто математичні аспекти побудови моделі цілеспрямованої поведінки особи під час формування рішень та психології дій. У монографії (Blinov & Petrov, 1991) досліджено основні проблеми логіки дії, динамічні та статичні аспекти означення дії, семантику, теоретико-ігрові моделі процесів рішень, на яких формуються засади управління.

У монографії (Kheis, 1981) розглянуто концепцію причинності, виявлення причинно-наслідкових зв'язків при аналізі ситуацій у складних системах, динаміку поведінки особи у процесі декомпозиції складних ситуацій. У монографії (Kheili & Kumamoto, 1984) викладено методи аналізу надійності і безпеки технічних систем, аналітичний аналіз і методи ймовірного моделювання та способи оцінювання ризиків виникнення аварійних ситуацій. У монографії (Palamarchuk, 1992) розглянуто теоретичні системні і логіко-математичні основи суспільно-територіальних комплексно утворених та інформаційно-узгоджених структур, проблеми взаємодії суспільства з природою та моделі інтеграції наук, розроблено теорію формування структур. Водночас монографії (Margshal, 1989; Draizdel, 1990) присвячені методам аналізу ризиків та безпеки промислових підприємств, розглянуто основні причини аварій, їх наслідки, аналіз ризиків.

У монографії (Sikora, 1998a) сформовано основні положення інформаційно-ресурсної концепції аналізу і синтезу структури систем управління складними об'єктами. Розроблено методики формування стратегій управління в цільовому просторі системи в умовах дії збурень на підставі ігрової та ресурсно-інформаційної концепцій. У монографії (Sikora, 1999) на підставі інформаційно-ресурсної концепції, яку розробив автор, обґрунтовано метод ідентифікації структури і динаміки поведінки складних систем в умовах дії збурень, розглянуто ігрові моделі взаємодії.

У праці (Sikora, 2001), базуючись на системному аналізі та інформаційно-ресурсній концепції синтезу моделей динаміки і структури об'єктів викладено методи синтезу робастних структур управління технологічними системами. У роботі (Sikora, Medykovskiy & Hrytsuk, 2002) обґрунтовано концепції енергоактивності об'єктів управління та розроблено методи оброблення потоків даних на підставі перспективних інформаційних технологій. У праці (Medykovskiy & Sikora, 2002) на підставі концепції енергоактивності розроблено метод синтезу моделей систем, структур управління, методи опрацювання даних на підставі інтервальних статистик. У праці (Tkachuk & Sikora, 2010) на підставі системного аналізу і когнітивної технології обґрунтовано методи логіки прийняття рішень в екстремальних ситуаціях, нечіткості даних та процедури побудови стратегій.

У фундаментальній праці (Dragan, Sikora & Yavorskiy, 2014) на підставі системного аналізу та енерге-

тичної теорії (Я. П. Драган) викладені основи теорії стохастичних сигналів.

У працях (Durniak et al., 2013a, 2013b, 2017) на підставі системного аналізу та логіко-когнітивних моделей розглянуто методи формування й прийняття рішень в цілеспрямованих системах управління з ієрархічною структурою у умовах ризику аварій й конфліктів. Розглянуто лазерні технології відбору і опрацювання даних від енергоактивних об'єктів для забезпечення прийняття рішень в системах управління і екомоніторингу.

У колективній роботі (Bychenok et al., 2000) обґрунтовано концепцію створення регіонального центру для прийняття рішень зі забезпечення захисту населення та об'єктів життєзабезпечення від АЕС, гідроспоруд, землетрусів. У статті (Vasylenko, 2017) розроблено базову концепцію міжнародної екологічної безпеки, яка ґрунтується на діалозі державних структур, уряду, вчених, бізнесу і громадським суспільством. У статті (Shapar & Mikheev, 2018) розглянуто процеси дестабілізації екологічних систем під впливом техногенних структур-забруднювачів, розглянуто стратегії сталого розвитку та процес руйнування механічних систем та їхнє інформаційне трактування.

У фундаментальній праці (Dragan, 1997) розглянуто енергетичну теорію стохастичних сигналів, як базис аналізу факторів. У роботах (Timoschenko, 1967, 1955, 1988, 1983; Karzov, Margolin & Shvetcova, 1993) розглянуто методи аналізу динаміки поведінки складних систем, контроль стану, виявлення факторів активного руйнування структури техногенних об'єктів, контролю стану. У праці (Sikora, 1988b) розглянуто методи побудови лазерних систем для контролю вібраційних процесів енергоактивних об'єктів. У праці (Mesarovich, Mako & Takakha, 1973) розглянуто проблеми управління великими ієрархічними системами, що пов'язані з введенням поняття стану системи, її керуваністю та реалізацією, а також можливостями її структурної декомпозиції.

Останнім часом (2010–2018 рр.) характер катастроф і аварій змінив свою структуру внаслідок впливу на техногенні системи й екосередовище комплексу факторів, які мають як адитивну, так і мультиплікативну структуру, що підсилює їх дію як активаторів техногенних катастроф, а також за неврахування довготривалих змін у конструкціях об'єктів, характеру ресурсів та відходів. Прикладом таких процесів можуть бути такі аварії та катастрофи:

- 1) Фукусіма (АЕС), Японія – природний фактор (цунамі) та когнітивна неспроможність операторів АЕС прийняти правильні рішення з управління енергоблоками, збіг багатьох інформаційно-енергетичних факторів впливу під час оцінювання ситуаційного ризику.
- 2) Саяно-Шушенська ГЕС, Росія – низький рівень контролю вібрації гідротурбін, помилки у проєкті комп'ютеризації, когнітивна самовпевненість і як наслідок неспроможність правильних рішень, відсутність прогнозу.
- 3) Каліфорнія (США), Португалія, Греція – пожежі, як наслідок недотримання правил побудови й обслуговування протипожежних систем захисту, низький рівень знань проєктів і структур та організації еко- та соціосистем. Нездатність прийняти правильні рішення, заснованих на системному та ситуаційному підходах в урядових колах та на місцевому рівні різного призначення.

Аналіз цих ситуаційних подій показує, що перехід на управління системами великого розміру, розподіле-

них у просторі, з джерелами енергоактивних факторів за допомогою штампів прийняття рішень з використанням автоматизованих систем оперативного управління (АСОУ) виявився недостатнім для безпечного функціонування соціально-виробничих і техногенних структур. Відповідно на цю ситуацію вплинуло те, що є дуже мало вчених та інженерів, як інтеграторів комплексного підходу під час аналізу й оцінювання ситуацій та прийняття рішень з безпеки регіонів.

Мета дослідження – провести системний аналіз процесів виникнення конфліктних ситуацій в екосистемах, соціальних та техногенних системах і дослідити вплив активних факторів та шкідливих викидів на їх функціонування на підставі ігрової концепції узгодження стратегій цільового управління енергоактивними об'єктами з вимогами екологічних державних нормативів та соціальних структур.

Задачі дослідження полягають в тому, щоб на підставі системно-ігрової концепції прийняття цільових рішень обґрунтувати та розробити:

- моделі виникнення конфліктних ситуацій за рахунок граничних режимів у техногенних структурах;
- проаналізувати літературні джерела з проблеми виникнення конфліктів у системах різної технічної та екологічної структури;
- обґрунтувати моделі процедур та стратегій вирішення конфліктних ситуацій між технічними та екологічно-соціальними системами;
- розробити структурно-функціональну модель (схему) техногенної системи на підставі інформаційно-ресурсної концепції перетворення енергії;
- обґрунтувати процедуру структуризації енергоактивних об'єктів технологічних систем та систем інженерії знань;
- обґрунтувати методи відбору й опрацювання даних про режим і ситуацію в енергоактивному об'єкті;
- розробити моделі інформаційної взаємодії конкуруючих систем у полі гри.

Методи дослідження – системний аналіз, інформаційні технології опрацювання даних, методи синтезу стратегій антикризового управління, теорія ігор, когнітивні процеси прийняття рішень та інтерпретації ситуацій.

1. Конфлікти в технічних системах як передумова виникнення аварійних ситуацій у граничних режимах і дії активних факторів

Динамічний розвиток технологічних виробничих структур призводить до росту як негативного, так і позитивного впливу на регіональну, соціально-комунальну структуру краю, так і екологічне середовище. така ситуація провокує важкі наслідки при неузгодженні стратегій та цілей виробництва і соціальної інфраструктури, приводить до росту напруги в суспільстві та техногенних катастроф. Техногенні та соціальні інфраструктури мають ієрархічну систему організації, яка включає різні компоненти: об'єкти, ресурси, інформаційне забезпечення, кадри, цілі функціонування стратегії і системи управління. Дія техногенних систем на екологічне середовище має різні рівні та ступінь впливу на атмосферу, гідросферу, ґрунт. Шкідливі викиди в ході технологічного процесу мають різний характер впливу, що призводить до порушення екологічного та безпекового балансу, а особливо коли досконало невідпрацьована технологія утилізації. Такий стан речей призводить до нагромадження шкідливих речовин вище допустимого рівня.

Тому виникнення криз і конфліктних ситуацій для цих структур має однакову системну та інформаційну природу, причини, фактори впливу, цільові задачі, стратегії їх розв'язання (Smoliakov, 1986; Perkhach & Podolchak, 2014; Kunchenko-Kharchenko, 2015; Chikrii, 1992; Krapivin, 1972; Druzhinin & Kontorov, 1982; Pavlov, 1982; Pospelov, 1986; Roberts, 1986; Sviridov, 1978; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Mesarovich, Mako & Takahara, 1973) (рис. 1).

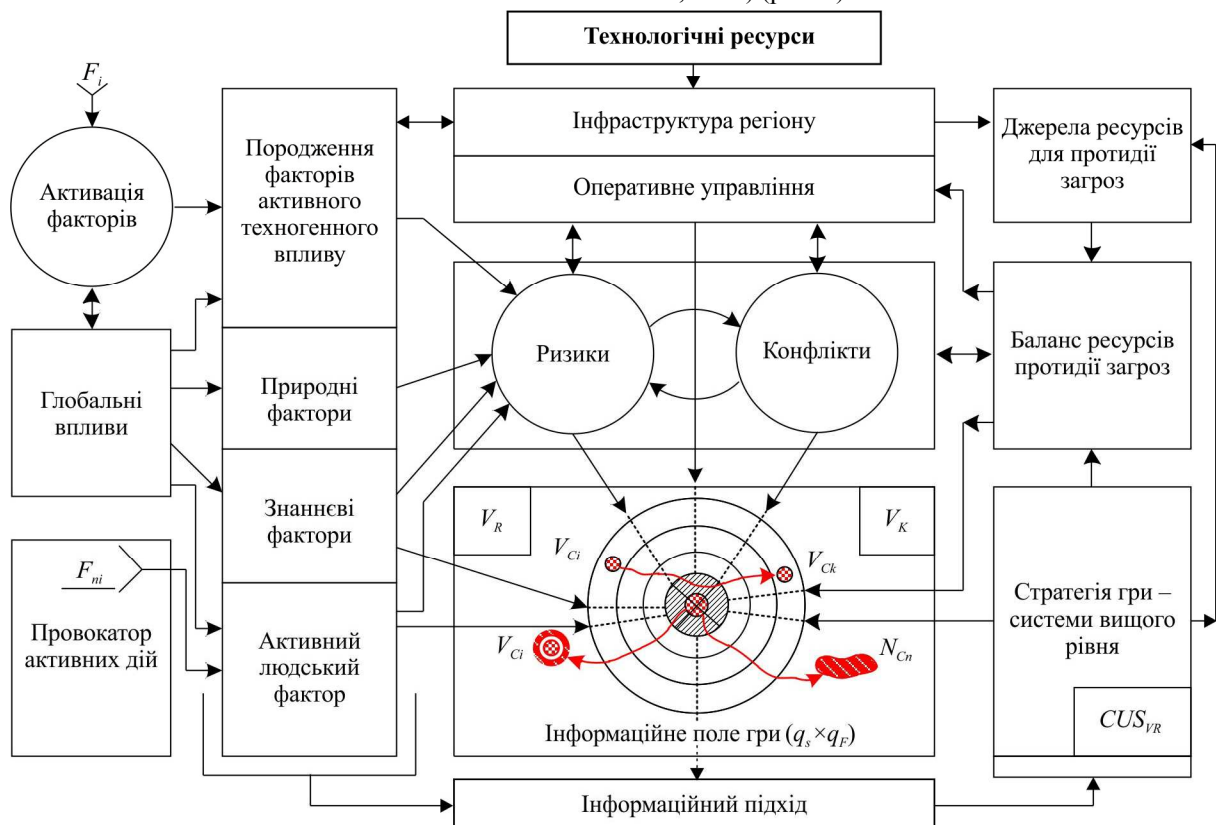


Рис. 1. Системна структура гри конфлікту

Відповідно можна виділити типи конфліктів у системах і між системами:

1. Конфлікти між системами за матеріальні й енергетичні ресурси.
2. Конфліктні цілі систем у структурі регіону <екологія ↔ викиди>.
3. Не прогнозовані екологічні катастрофи і їх вплив на соціальну і технічну структуру областей та районів з наочною промисловою діяльністю.
4. Конфлікти в ієрархії соціально-комунальних структурах ресурсного та ментально-цільового типу між рівнями громадських страт і ієрархії.
5. Конфлікти в техногенних системах згідно з факторами активного впливу мають такий характер та причини виникнення:

- зниження надійності агрегатів та об'єктів;
- професійні помилки когнітивного типу під час оцінювання ситуацій і прийняття рішень на підставі нечітких даних про стан об'єкта;
- невідповідність професійного рівня до вимог діяльності та певному оперативному рівні ієрархії управлінської структури виробництва;
- низький рівень оперативного та стратегічного мислення під час формування рішень в екстремальних ситуаціях управлінського персоналу;
- професійна неспроможність управлінського оперативно-адміністративного персоналу прогнозувати сценарій розвитку подій і приймати запобіжні дії та рішення на підставі неповних ситуаційних даних;
- розриви в рівнях знань персоналу в ієрархії управління, нездатність до ефективної співпраці в нормальних, граничних та аварійних ситуаціях.

Надалі розглянемо конфліктні ситуації в техногенних виробничих системах.

2. Ігрові моделі побудови стратегій і процедур вирішення конфліктних ситуацій у технологічних структурах – забруднювачах екологічного середовища

2.1. *Вирішення проблеми конфлікту і кризи у внутрішній структурі систем і при взаємодії із зовнішніми об'єктами як учасниками гри, є актуальною задачею і розв'язати її наявними засобами теорії ігор, дослідження операцій, лінійного програмування не вдається через неповноту понятійного апарату і недостатність інструментальних засобів. Системологія цілеспрямованих структур дає змогу об'єднати, на основі інформаційно-ресурсної концепції, широку гаму прикладних конструктивних теорій: інформатику, теорію систем, комп'ютерних технологій, системи САПР для вирішення проблеми розроблення корпоративних неконфліктних стратегій, аналізу динаміки ігрових систем при визначеній структурі їх організації (див. рис. 1).*

Причому аналіз проблемної ситуації опирається на базу знань, побудовану на основі впорядкованих структурованих класів, концептуальних моделей систем, сигналів, алгоритмів обробки й оцінювання, алгоритмів прийняття рішень і цільових стратегій, *тобто в комплексі предметно-орієнтованих антологій. Функціональним об'єднуючим поняттям процедури синтезу структурної організації та стратегій вирішення кризи, буде виділення парадигми: "Цільовий простір – модель цілі – проблемна ситуація – формувач образу динамічної ситуації в цільовому просторі – поточний у часі стан системи – цільовий стан – стратегія досягнення цілей – ціна ресурсів – стратегія вирішення кризи" (Didenko, 1984) (рис. 2).*

У системології цілеспрямованих структур сформовано понятійний апарат та обґрунтовано сучасні процедури і методики розв'язань конфліктних задач, причому

конфлікт трактують як підвищені витрати або нестачу матеріальних, енергетичних, інформаційних, фінансових ресурсів, необхідних для досягнення цілі за визначений час при дії збурень або як розвал структури системи при неузгоджених стратегіях гри багатьох учасників-конкурентів. Причому методологія вирішення конфлікту базується на оцінці моменту входження в кризову ситуацію траєкторії стану об'єкта, представлена на інтервалі часу контролю в цільовому просторі системи, а індикатором буде відхилення її стану від прогнозованого (Didenko, 1984; Bobrykin, 1985; Volik, 1985; Smoliakov, 1986; Perkhach & Podolchak, 2014; Kunchenko-Kharchenko, 2015).

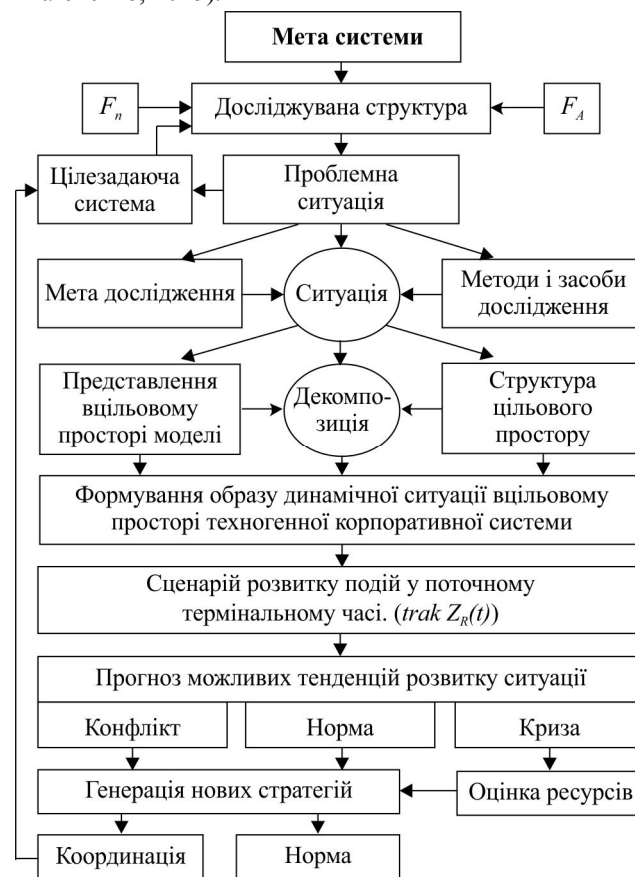


Рис. 2. Структура проблемної ситуації в системі

Умову відсутності конфлікту в технологічній системі за наявності ігрової ситуації між техногенною і конкуруючою системами можна задати у вигляді лінгвістичної процедури нечіткого виводу

$$\text{Якщо } \left[\exists \text{Strat } RPZ_{U_{TM}}, \exists \left\{ \frac{\text{Strat} U_i}{C_i} \right\} g_i; \forall (F_A, F_n), (J_F < J_{\min}) \right],$$

$$\text{то } \left[\exists IR_i \left(\frac{U_i}{C_i} \right), \forall g_i (trak(Z_0 \rightarrow Z_C) \notin V_A(Z)) \right].$$

Умова кризової ситуації для компоненти технологічної структури як учасника гри невиконання корпоративних умов, задається у вигляді такої процедури:

$$\text{Якщо } \left[\exists \text{Strat } RPZ_{U_{TM}}, \exists \left\{ \frac{\text{Strat} U_i}{C_i} \right\} g_i; (\exists (F_A > F_{\min}) J_F \rightarrow \max) \right],$$

$$\text{то } \left[\exists IR_i \left(\frac{U_i}{C_i} \right), \exists g_i (trak(Z_0 \rightarrow Z_C) \in V_A(Z)) \right],$$

де: *Strat RPZ* – стратегія процедури вирішення проблемної задачі управління в умовах дії на систему факторів збурення; *Strat U_i / C_i* – стратегія цільового управлін-

ня; J_F – інтенсивність факторів; $IR_i()$ – керовані джерела ресурсів; F_A, F_n – фактори впливу; $V_A(Z)$ – область кризової ситуації за параметром стану Z ; g_i – компонента дії фактора активного збурення F_A .

2.2. Криза при достатніх ресурсах є стимулом до зміни стратегії поведінки, а при недостатніх ресурсах для досягнення цілі необхідно відкоригувати структуру системи, ввести параметричну адаптацію та оптимізацію, як перший крок етапу стратегії виходу з кризи. Зміна або корекція цілі і відповідно стратегій поведінки і структури технологічної системи, як другого етапу, використовується за умов недостатності ресурсів або їх блокування (Smoliakov, 1986; Perkhach & Podolchak, 2014; Krapivin, 1972; Druzhinin & Kontorov, 1982; Pavlov, 1982; Pospelov, 1986; Roberts, 1986; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Sviridov, 1978; Gladun, 1987).

2.3. Інформаційно-системна технологія та метод вирішення конфлікту в техногенній структурі. Конфлікти, як внутрішні так і зовнішні, при заданій проблемній ситуації в технологічній системі, базуються на оцінюванні поточної в часі ситуації, відносно цілі в просторі станів. Оцінювання проблемної ситуації в момент входження в окіл цілі траєкторії стану динамічної системи, проводиться інтелектуальною ієрархічною системою спостереження, причому формуються критерії та індикатори ступеня наближення до цілі (ресурсні, інформаційні), виходячи з базової моделі цільового простору і стратегічної мети. Вибір моделі генерації стратегії вирішення проблемної ситуації в цільовому просторі системи базується на таких системних методах і інформаційних процедурах (Pavlov, 1982; Pospelov, 1986; Roberts, 1986; Sviridov, 1978; Druzhinin & Sergeeva, 1990; Gladun, 1987; Pospelov, 1989; Akoff & Emeri, 1974; Barsegian, 2009; Zaitcev, 1990; Sikora, 1998a; Durniak et al., 2017; Mesarovich, Mako & Takakhara, 1973):

- оцінювання внутрішніх і зовнішніх ресурсів і їх достатності для досягнення цілі за заданий термінальний час за відповідних конусів зміни масової швидкості їхньої подачі;
- уточненні класів локальних стратегій для прийняття послідовних цільових рішень на підставі логічних правил і процедур;
- прогнозу сценарію розвитку подій та траєкторії майбутнього стану в напрямку зміни стану керованої систем при русі до цільового стану.

Адаптація стратегій. У разі недостатності внутрішніх матеріальних і інформаційних ресурсів, необхідних для вирішення кризової ситуації, координаційна система генерує нові стратегії і корегує цілі, формує принципи взаємин із зовнішніми структурами, з урахуванням критеріїв оцінки вартості та функціональної важливості необхідних ресурсів. Процес вирішення кризової ситуації в техногенній структурі відбувається внаслідок мобілізації комплексу інформаційних, матеріальних та енергетичних ресурсів і зміни локальної або глобальної стратегії поведінки в діалоговому режимі зі системою, яка задає правила ресурсної поведінки та вимоги до рівня шкідливих викидів (Perkhach & Podolchak, 2014; Chikrii, 1992; Pavlov, 1982; Pospelov, 1986; Zaitcev, 1990; Draizdel, 1990) (рис. 3).

На вищому рівні ієрархії цілезадаюча, координаційна система, коли не досягнута ціль проводиться вибір або генерація нової моделі стратегії управління системою, її структурна адаптація, або приймаються рішення на перехід у режим нового структурування та цик-

лічне повторення позицій для ідентифікації динамічної ситуації. У системі з оптимізованою структурою і стратегією формується алгоритм розв'язку уточненої задачі, що дає змогу вийти на рівень динамічної рівноваги при зміні внутрішніх і зовнішніх факторів активного впливу. Корекція цілі та стратегії її досягнення є основою побудови процедури корпоративних узгоджень стратегій, для управління агрегатами і об'єктами технологічної системи (Perkhach & Podolchak, 2014; Krapivin, 1972; Gladun, 1987; Akoff & Emeri, 1974; Petrov, 1972; Medykovskyi & Sikora, 2002; Mesarovich, Mako & Takakhara, 1973).

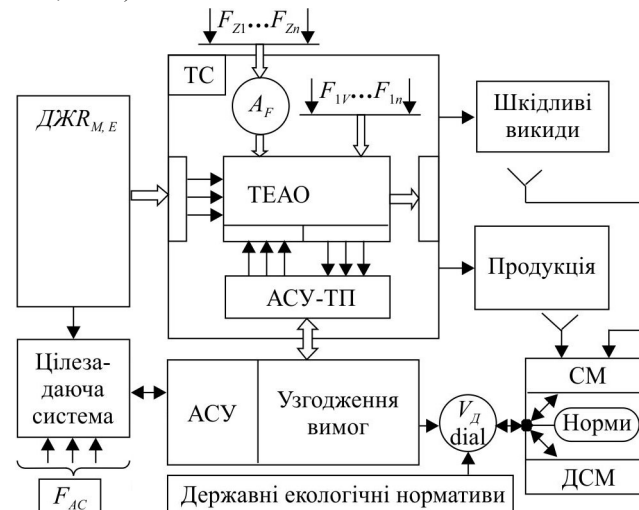


Рис. 3. Ігрова діалогова модель узгодження конфлікту: V_d – область ігрової діалогу ($ACU \leftrightarrow ДСМ$) для заданої стратегії; $ДЖР_{M,E}$ – джерела матеріальних і енергетичних ресурсів; $ДСМ$ – директиви для систем моніторингу; ACU – автоматизована система управління технологічною структурою виробництва; $ТC$ – технологічна структура; $\{F_{z_i}\}$ – фактори зовнішнього активного впливу; $\{F_{i_j}\}$ – фактори внутрішнього впливу на режим і надійність агрегатів; F_{AC} – фактор зміни цілеорієнтації системи управління, $TEAO$ – технологічний энергоактивний об'єкт; $СМ$ – система моніторингу

У разі невиконання умов балансу (ризик \leftrightarrow вигода), відповідно до проблемної ситуації недостатності ресурсів для досягнення цілі, в САУ на рівні адаптації й оптимізації відбувається перехід на наступний рівень ієрархії до координаційної системи. Кризова ситуація у цьому випадку є наслідком недостатності професійних знань та повноти даних, некоректних цілей та несуперечність застосованої методології розв'язку цільових проблемних задач, а основною задачею для вирішення кризи або конфлікту є вироблення відповідної проблемної ситуації цілеспрямованої системи (CUS). Роль CUS полягає у формуванні нових знань, на основі даних, які отримані в попередній грі, з врахуванням нових концепцій і парадигм, які знімають проблему суперечності методології формування стратегій досягнення мети систем. Задача синтезу та процедур управління на основі цільових стратегій подолання кризи ґрунтується на тактиці використання ресурсів у кризові моменти, зміні орієнтацій і стратегічних цілей, вимагає глобального аналізу динаміки ресурсів в оновлених структурах. Для цього необхідно провести модифікацію предметно-орієнтованих баз знань, як основи інформаційного забезпечення стратегій прийняття рішень на управління системою, яка знаходиться в режимі конфлікту з директивною (Druzhinin & Kontorov, 1982; OKonor & Makdermat, 2018; Durniak et al., 2013b).

формування задачі; метод синтезу системи управління; процедури прийняття управляючих рішень згідно зі стратегією досягнення мети.

Для структуризації техногенної системи потрібно виконати такі процедури (Didenko, 1984; Bobrykin, 1985; Volik, 1985; Marshal, 1989; Draizdel, 1990; Sikora, 1998a, 1999, 2001; Sikora, Medykovskyi & Hrytsky, 2002; Medykovskyi & Sikora, 2002; Tkachuk & Sikora, 2010; Dragan, Sikora & Yavorskyi, 2014; Durniak et al., 2013a, 2013b, 2017):

- формування стратегічних цілей і критеріїв якості функціонування системи управління на інтелектуальному рівні, зважаючи на цільову проблему;
- формування концептуальної модельної структури об'єктів керування, за якої кожній підсистемі відповідає агрегатне представлення та адекватний ситуації і адекватний параметр стану моделі опису динаміки в системах перетворення ресурсів;
- інформаційна модель відбору й опрацювання даних про режим і стан об'єкта, в якому відбуваються їхнє енергоактивні перетворення;
- формування, під дією команд керування, змін траєкторій стану об'єкта управління в цільовому просторі, яка відображає динаміку зміни інформаційних і ресурсних потоків у процесі функціонування енергоактивного блоку;
- формування способів опису та ідентифікації динаміки енергетичних і ресурсних обмежень, аварійних станів об'єкта управління та обґрунтування їхніх моделей.

Для реалізації процедури розв'язання зазначених вище задач потрібно обґрунтувати вибір системних та інформаційних технологій, що відповідно забезпечує:

- вибір методу побудови цільового простору системи та простору станів режиму;
- процедури формулювання рівняння динаміки об'єкта в просторі станів системи, визначення граничних режимів та станів об'єкта управління;
- процедури ідентифікації структури і динаміки джерела збурень, канал впливу на мету і стратегію управління;
- агрегувати елементи структури та дослідити їх стохастичні характеристики, як індикатори розбалансування траєкторії руху системи в цілісному просторі відповідно до мети;
- процедури синтезу стратегій управління, орієнтованих на стратегічні цілі з урахуванням наявних матеріально-енергетичних і інформаційних ресурсів з точки зору їх достатності для досягнення мети і протидії активним факторам впливу та інформаційним атакам;
- процедури синтезу інформаційно-вимірювальної системи для спостереження за динамічним станом об'єкта управління та відповідні алгоритми оброблення сигналів, які є основою формування інформаційної оцінки образів поточної ситуації.

З огляду на наведені вище вимоги, формуємо блок-схему методу і процедур, необхідних для вирішення проблемної ситуації на підставі інтелектуального діалогу (рис. 5): *CUS* – цілеспрямованої системи, що взаємодіє з об'єктом управління через спостережену *NS(FO_{as})* і впливаючу інформаційну модель структури та *SUBZ* – систему управління бази знань.

В умовах кризової ситуації, що складається у техногенній системі, для прийняття ефективних рішень у процесі руху до цілі, потрібно враховувати всі аспекти структурної організації системи управління: об'єкт управління; джерела ресурсів; динаміку матеріальних, енергетичних та фінансових ресурсів; наукові концепції, які покладено в основу процесів локального, координаційного та стратегічного управління техногенною системою; термінальний час оцінювання ситуацій для

формування та прийняття необхідних рішень для наближення системи до цільової області (Durniak et al., 2013a, 2013b, 2017).



Рис. 5. Блок-схема розв'язку проблемної ситуації при взаємодії бази знань і цілеспрямованої системи: *SUBZ* – система управління базою знань, *KBZ_Л* – концептуальна база знань логічних правил, *HLBZ* – дисплейний комплекс, *ДФ_і* – інформаційні потоки даних, *KL[MOD]* – класи моделей динаміки і структури об'єктів управління, *CUS* – цільова система, *HO_і* – модель об'єкта, *FLZ* – формулювач цільової задачі, *DF_і* – директивні фактори, *FZ_і* – фактори збурення, *Strat U: Z₀–Z_C* – стратегія переходу системи в цільову область, *SR(C_і)* – система-реалізатор цілі, *Strat(U/L_і)* – стратегія цільового управління, рівні ієрархії *R_і* – база знань, *R₂* – інженерія знань, *R₁* – цільове управління, *FPS* – формулювач проблемної ситуації, *{ПД_і}* – потоки даних, *Strat U_і* – стратегії, *{МПС_і}* – модель простору цілей, *{МІС_і}* – модель простору станів, *{МІР_і}* – модель простору шаблонів режиму

У разі достатніх об'ємів енергетично-матеріальних та інформаційних ресурсів, низький рівень кваліфікацій операторів, як учасників технологічної гри в цілевиконавальних структурах, зводить нанівещ зусилля, затрачені на досягнення цілі, а технологічний процес входить в окіл кризи під час вироблення продукції, або переходить в аварійний режим, що може мати важкі втрати як матеріальних, так і людських ресурсів (Smoliakov, 1986; Perkhach & Podolchak, 2014; Kunchenko-Kharchenko, 2015; Chikrii, 1992; Krapivin, 1972; Barsegian, 2009; Petrov, 1972; Tkachuk & Sikora, 2010).

2.4. Моделі агрегації структури блоків і підсистем енергоактивних об'єктів техногенної системи з ієрархією

Структура енергоактивних об'єктів. Для реалізації структури техногенної системи у процесі проектування та ідентифікації наявних систем необхідно побудувати базові моделі структури агрегатів та виявити канали управління і контролю станів, режимів. Розглянемо моделі агрегації об'єктів з ієрархією згідно з позиціями представленими на рис. 6 і 7, які відображають функціональну структуру компонент об'єктів, в яких відбуваються технологічні енергоактивні перетворення ресурсів та каналів відбору даних про стани та режими енергоактивних об'єктів.

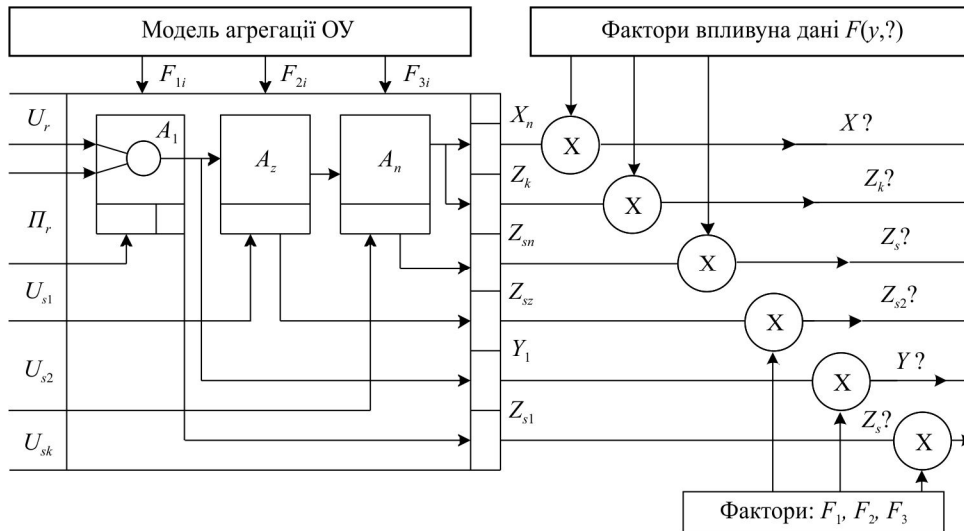


Рис. 6. Модель агрегації об'єкта управління у структурі системи: U_r – управління потоком ресурсів, Π_r – потоки ресурсів, U_{s1}, U_{s2} – управління зміною стану об'єкта, (Z_r, Z_s) – параметри стану вихідні, $\{Y\}$ – параметри режиму, $FA(y, \zeta, z)$ – фактори активного впливу на інформаційні канали, $\{A_i\}$ – агрегатні структури, $\{A, B, \dots, G\}$ – агрегатні структури з визначеними енергоактивними і технологічними функціями

Відповідно до виробленого вище підходу наведемо схему моделі структурної ієрархії об'єкта управління з енергоактивним перетворенням потоків ресурсів (рис. 7).

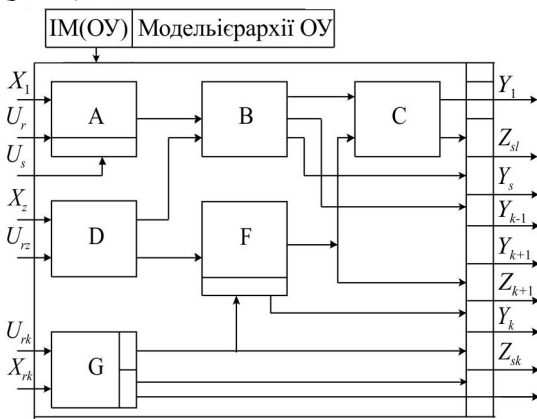


Рис. 7. Модель структурної ієрархії об'єкта управління

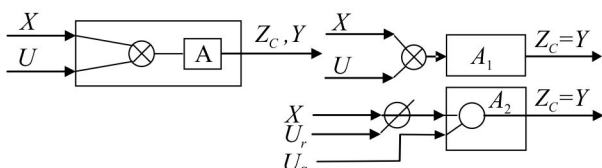


Рис. 8. Об'єкт управління, коли стан і режим за параметрами збігаються – структурна діаграма: $\{X_i\}$ – потік ресурсу, U – управління; $\{A_i\}$ – агрегат, (U_r, U_s) – управління ресурсом та станом (Z_c)

На схемах компонент агрегованих об'єктів (рис. 8, 9) наведено функціональні перетворення з керуванням впливом та дії факторів впливу на ресурсні та інформаційні потоки згідно із стратегією досягнення цільового стану

$$\exists \left\langle \text{Strat}(\hat{U}_r, \hat{U}_s | T_m); \left\{ \begin{matrix} F_{ir} \\ F_{jur} \end{matrix} \right\} \right\rangle \left\{ \begin{matrix} (\text{Sit } y'_i \rightarrow \text{Sit } y_i), \\ (Z_s \rightarrow Z'_s), \\ [(U_r, U_s) : (Z'_s \subset V_{Ci})], \end{matrix} \right\}$$

а лінгвістичне правило виводу має вид: "Якщо існують такі стратегії з достатнім управляючим ресурсом $\text{Strat}(\hat{U}_r, \hat{U}_s | T_m)$, що при дії факторів впливу на управ-

ління (F_{ir}, F_{jur}) з обмеженою потужністю, яка не виводить об'єкт в граничну область "то", то система знаходиться в цільовій області і ситуація та стан контролювані протягом часу T_m ".

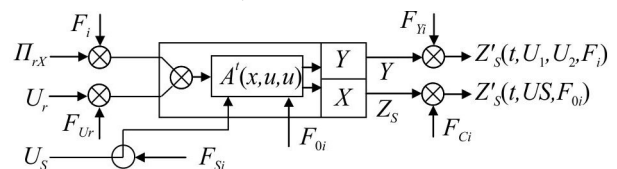


Рис. 9. Вплив факторів на ресурсні, управлінські та інформаційні потоки побудови П-Н і К-діаграм: (F_i, F_{ur}, F_s) – фактори впливу, Π_{rx} – потоки ресурсів, (U_r, U_s) – управляючі дії, (F_{cs}, F_{ci}) – інформаційні фактори впливу, (Y, Z_s) – вихід та стан

У техногенних системах з фіксованою стабільною структурою процеси агрегації мають конструктивний системний характер, тоді як динаміка їхньої поведінки має елементи невизначеності під час перебігу енергоактивних перетворень ресурсів і тому визначити їхні параметри та зміну в часі можна на підставі використання стохастичних динамічних моделей. При цьому відбір різномірних даних має характеризуватися тим, що методи відбору розробляються на прямих і непрямих способах вимірювання, а це ускладнює ситуацію.

2.5. Стани і режимні ситуації в об'єкті управління. Оскільки агрегатні структури є конструктивною основою, в яких відбуваються енергоактивні термодинамічні і хімічні перетворення, то процеси в них описуються на підставі понять, сформульованих у роботах (Sikora, 2001; Sikora, Medykovskiy & Hrytsyk, 2002; Medykovskiy & Sikora, 2002; Tkachuk & Sikora, 2010), а саме:

- простір цілей описує кероване положення системи згідно з умовами функціонування об'єкта;
- простір станів описує термодинамічну й енергетичну ситуації перетворення ресурсу та визначає характеристики процесу;
- простір режимів визначає технологічну продуктивність об'єкта.

На схемі (рис. 10) наведено агрегатну структуру з представленням параметрів режиму $\{X_i\}$, управлінсь-

ких дій $\{U_R, U_S\}$ агрегатами та виконавчими механізмами зміни стану, навантаження: (y, Z_R, Z_S) при виконанні управлінських дій, визначено стани при зміні управлінських дій на об'єкт, наведено шаблони можливих траєкторій та образів ситуацій ($Icon\ Sit\ Z_R^T, Icon\ Sit\ Z_S^T$) – на інтервалі часу спостереження T .

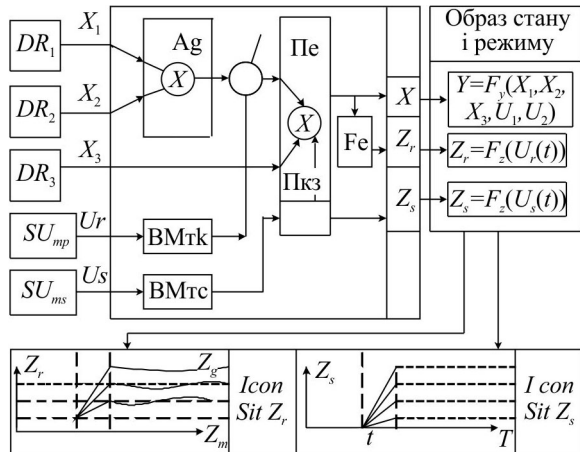


Рис. 10. Агрегатна структура складного об'єкта

Відповідно маємо такі рівні агрегації:

- агрегати для підготовки технологічних ресурсів;
- агрегати, в яких відбуваються енергоактивні термодинамічні перетворення потоків ресурсів;
- агрегати, в яких термодинамічна енергія переходить в кінетичну;
- агрегати, в яких кінетична енергія перетворюється в електромагнітну.

Стан, режим і ситуація в об'єкті управління, швидкість зміни (динаміка) потоку ресурсів залежать від стратегії управління та параметрів шаблону зміни режимів та конусу допустимих змін станів об'єкта

Стани з управління об'єктом, відповідно, характеризуються:

- стабільністю $\Delta V(\xi^+, \xi, t) < \varepsilon$;
- позитивною зміною стану $V^+(U^+, \tau, t_1)$;
- негативною зміною стану $V^-(U^-, \tau, t_k)$;
- збуренням стану $V^{++}(F_u, \tau_i, t_j)$.

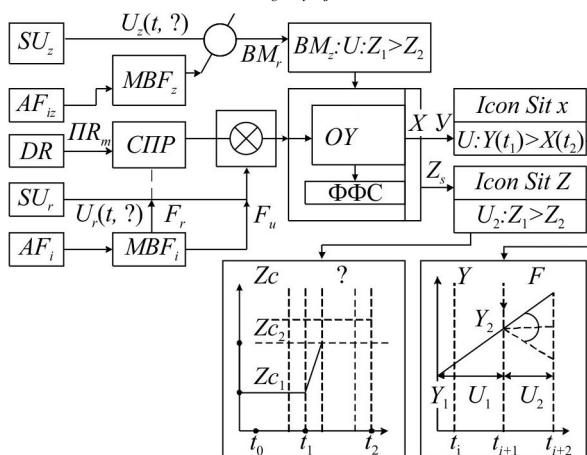


Рис. 11. Ідентифікація причинно-наслідкових зв'язків

На рис. 11 наведено схему процедури ідентифікації причинно-наслідкових зв'язків між агрегатами об'єкта. Відповідно, відображення процедури ідентифікації причин зміни стану об'єкта за прямої дії уп-

равління та шаблони зміни стану описуються на підставі лінгвістичних правил поведінки керованих об'єктів.

Ідентифікація причин зміни стану об'єкта. Прямая дія управління $\{U_i\}$ на об'єкт приводить до зміни стану і режиму:

$$\exists Strat(U_r, U_s | T_m) \left\{ \begin{array}{l} U_{zi} : Z_i(t, \tau) \xrightarrow{\tau_1} Z_2(t_2) \\ U_{ri} : Y_i(t, \tau) \xrightarrow{\tau_2} Y_2(t_2) \end{array} \right\} \Rightarrow (Z_2 \in V_z, Y_2 \in V_y(t)),$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Якщо } F_r \neq 0, \text{ то } \left(U_r : Y_1(t) \xrightarrow{F_r} Y \left(t_2, \frac{F_r}{\tau} \right) \right) \\ \text{Якщо } F_z \neq 0, \text{ то } Z_i(t) \xrightarrow{F_z} Z \left(t_2 + \frac{\tau}{F_z} \right) \end{array} \right\} \Rightarrow \left(\text{ІВС неідентифікує без додаткової інформації зміну } Y^*, Z^* \right).$$

З наведеного вище випливає, що для розроблення коректної конструктивної стратегії управління, як основи поведінки техногенної системи в умовах ризиків і конфліктів, необхідно мати знання про всі компоненти, агрегати, інформаційні та технологічні процеси, які визначають ігрову ситуацію у прийнятті рішень.

Висновок. На підставі системного аналізу та ігрових і когнітивних концепцій розглянуто кризові ситуації, які виникають у техногенних системах з енергоактивними факторами впливу. Обґрунтовано положення, що тільки за умов урахування цих факторів на всіх етапах – від проектування до побудови та експлуатації можна забезпечити високий рівень безаварійного функціонування техногенних регіональних і глобальних структур. Отже, для того щоб забезпечити високий рівень надійності техногенних систем, необхідно в процесі проектування враховувати активні, інформаційні та когнітивні фактори впливу на розроблення проекту та його виконання з урахуванням розвитку реальних динамічних ситуацій.

Перелік літературних джерел

Akoff, R., & Emeri, F. (1974). *O tselestremlennykh sistemakh*. Moscow: Soviet radio, 272 p. [In Russian].

Barsegian, A. A. (2009). *Analiz dannykh i protsessov*. St. Petersburg: BKhV. Peterburg, 512 p. [In Russian].

Blinov, A. L., & Petrov, V. V. (1991). *Elementy logiki deistvii*. Moscow: The science, 232 p. [In Russian].

Bobykin, N. A. (Ed.). (1985). *Агрегатные комплексы технических средств АСУ-ТП*. Leningrad: The science, 271 p. [In Russian].

Bychenok, N. N., Gaiduk, O. V., Mostovoi, V. V., Tereshhenko, V. S., & Senchenko, A. D. (2000). *Prognozno-analiticheskaia sistema podderzhku priniatia reshenii po regionalnoi bezopasnosti. Upravliaiushhie sistemy i mashiny, 4*, 88–95. Kyiv, 260 p. [In Russian].

Chikrii, A. A. (1992). *Konfliktno-upravliaemy protsessy*. Kyiv: Scientific thought, 384 p. [In Russian].

Didenko, K. I. (1984). *Proektirovanie agregatnykh kompleksov tekhnicheskikh sredstv ASU-TP*. Moscow: Energoatomizdat, 168 p. [In Russian].

Dragan, Ya. P. (1997). *Enerhetychna teoriia liniinykh modelei stak-hostychnykh syhnaliv*. Lviv: TsSD, 361 p. [In Ukrainian].

Dragan, Ya. P., Sikora, L. S., & Yavorskyi, B. I. (2014). *Systemnyi analiz stanu ta obgruntuvannia osnov suchasnoi teorii stok-hastychnykh syhnaliv: enerhetychna kontseptsiiia; matematychnyi substrat; fizychno tlumachennia*. Lviv: NVF "Ukrainski tekhnolohii", 240 p. [In Ukrainian].

- Draizdel, D. (1990). *Vvedenie v dinamiku pozharov*. Moscow: Stroiizdat, 424 p. [In Russian].
- Druzhinin, G. V., & Sergeeva, I. V. (1990). *Kachestvo informatsii*. Moscow: Radio and communication, 172 p. [In Russian].
- Druzhinin, V. V., & Kontorov, D. S. (1982). *Konfliktnaia radiolokatsiia*. Moscow: Radio and communication, 124 p. [In Russian].
- Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013b). *Kohnityvni modeli formuvannia stratehii operatyvnoho upravlinnia intehrovanyimi iierarkhichnymy strukturamy v umovakh ryzykiv i konfliktiv*. Lviv: Ukrainian Academy of Friendship, 449 p. [In Ukrainian].
- Durniak, B. V., Sikora, L. S., Antonyk, M. S., & Tkachuk, R. L. (2013a). *Avtomatyzovani liudyno-mashynni systemy upravlinnia intehrovanyimi iierarkhichnymy orhanizatsiinymy ta vyrobnychymy strukturamy v umovakh ryzyku ta konfliktiv*. Lviv: Ukrainian Academy of Friendship, 514 p. [In Ukrainian].
- Durniak, B. V., Sikora, L. S., Lysa, N. K., Tkachuk, R. L., & Yavorskyi, B. I. (2017). *Informatsiini ta lazerni tekhnolohii vidboru potokiv danykh ta yikh kohnityvna interpretatsiia v avtomatyzovanykh systemakh upravlinnia*. Lviv: Ukrainian Academy of Friendship, 644 p. [In Ukrainian].
- Gladun, V. P. (1987). *Planirovannia reshenii*. Kyiv: Scientific thought, 168 p. [In Russian].
- Karzov, G. P., Margolin, B. Z., & Shvetcova, V. A. (1993). *Fiziko-mekhanicheskoe modelirovanie protsessov razrusheniia*. St. Petersburg: Politekhnik, 391 p. [In Russian].
- Kheili, E. Dzh., & Kumamoto, Kh. (1984). *Nadezhnost tekhnicheskikh sistem i otsenka riska (Reliability engineering and risk assessment)*. Moscow: Engineering, 528 p. [In Russian].
- Kheis, D. (1981). *Prichynnyi analiz v statisticheskikh issledovaniakh*. Moscow: Finansy i statistika, 255 p. [In Russian].
- Krapivin, V. F. (1972). *Teoretiko-igrovye metody sinteza slozhnykh sistem v konfliktnykh situatsiakh*. Moscow: Soviet radio, 192 p. [In Russian].
- Kunchenko-Kharchenko, V. T. (2015). *Informatsiino-upravlinske dokumentuvannia v iierarkhichnykh systemakh: Kontseptsii zabezpechennia zakhystu informatsii*. Lviv: Ukrainian Academy of Friendship, 376 p. [In Ukrainian].
- Marshal, V. (1989). *Osnovnye opasnosti khimicheskikh proizvodstv*. Moscow: Mir, 671 p. [In Russian].
- Medykovskiy, M. A., & Sikora, L. S. (2002). *Avtomatyzatsiia keruvannia enerhoaktyvnymi ob'ektamy pry obmezhenykh resursakh*. Lviv: TsSD, 298 p. [In Ukrainian].
- Mesarovich, M., Mako, D., & Takahara, I. (1973). *Teoriia ierarkhicheskikh mnogourovnevnykh sistem*. Moscow: Mir, 344 p. [In Russian].
- OKonor, D., & Makdermat, Y. (2018). *Systemne myslennia i poshuk neordynarnykh tvorchykh rishen*. Kyiv: Nash format, 240 p. [In Ukrainian].
- Palamarchuk, A. M. (1992). *Obshhestvenno-territorialnye sistemy: logiko-matematicheskoe modelirovanie*. Kyiv: Scientific thought, 272 p. [In Russian].
- Pavlov, V. V. (1982). *Konflikty v tekhnicheskikh sistemakh*. Kyiv: High School, 184 p. [In Russian].
- Perkhach, O. L., & Podolchak, N. Yu. (2014). *Korporatyvni konflikty ta metody yikh podolannia*. Lviv: Vydavnytstvo NU "LP", 192 p. [In Ukrainian].
- Petrov, V. V. (1972). *Mekhanizmy i printcipy tselenapravlennoho povedeniia*. Moscow: The science, 295 p. [In Russian].
- Pospelov, D. A. (1986). *Situatsionnoe upravlenie: teoriia i praktika*. Moscow: The science, 288 p. [In Russian].
- Pospelov, D. A. (1989). *Modelirovanie rassuzhdenii*. Moscow: Radio and communication, 184 p. [In Russian].
- Roberts, F. S. (1986). *Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniiami k socialnym biologicheskim i ekologicheskim zadacham*. (Geiman, A. I. Scientific Ed.). Moscow: The science, 496 p. [In Russian].
- Shapar, A. H., & Mikheev, O. V. (2018). *Kontseptualni pidkhydy do rozuminnia protsesiv antropohennoi destabilizatsii ekolohichnykh system*. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 56–66, Kyiv, 320 p. [In Ukrainian].
- Sikora, L. (1999). *Informatsiino-resursna kontseptsiiia identyfikatsii i syntezu robastnykh system upravlinnia*. Lviv: TsSD, 372 p. [In Ukrainian].
- Sikora, L. S. (1988b). *Lazerni informatsiino-vymiriuvalni systemy dlia upravlinnia tekhnolohichnymy protsesamy TSS*. (Vol. 2). Lviv: Kameniar, TsSD "EBTES", 445 p. [In Ukrainian].
- Sikora, L. S. (1998a). *Systemolohiia pryiniattia rishen ta upravlinnia v skladnykh tekhnolohichnykh strukturakh*. Lviv: Kameniar, 453 p. [In Ukrainian].
- Sikora, L. S. (2001). *Robastni ta informatsiini kontseptsii v protsedurakh syntezu systemy upravlinnia*. Lviv: TsSD, 577 p. [In Ukrainian].
- Sikora, L. S., Medykovskiy, M. A., & Hrytsyk, V. V. (2002). *Perspektyvni informatsiini tekhnolohii v systemakh avtomatyzovanoho upravlinnia enerhoaktyvnymi ob'ektamy vyrobnychnykh struktur*. Lviv: DNDI, 416 p. [In Ukrainian].
- Smoliakov, E. R. (1986). *Ravnovesnye modeli pri nesovpadaiushchikh interesakh uchastnikov*. Moscow: The science, 221 p. [In Russian].
- Sviridov, V. V. (1978). *Kontrol v slozhnykh sistemakh*. Moscow: Znanie, 61 p. [In Russian].
- Timoschenko, S. P. (1955). *Vibration Problems in Engineering*. New York, 460 p.
- Timoschenko, S. P. (1967). *Kolebaniia v inzhenernom dele*. Moscow: The science, 444 p. [In Russian].
- Tivilov, T. A. (1983). *Dynamics of High-speed Vehicles*, Springer Verlag, V, no. 274, 220 p.
- Tivilov, T. A. (1988). *Dinamika vysokoskorostnogo transporta*. Moscow: Transport, 215 p. [In Russian].
- Tkachuk, R. L., & Sikora, L. S. (2010). *Lohiko-kohnityvni modeli formuvannia upravlinskykh rishen intehrovanyimi systemamy v ekstremalnykh umovakh*. Lviv: Liha-Pres, 404 p. [In Ukrainian].
- Vasylenko, V. A. (2017). *Heneza, zmist i shliakhy realizatsii kontseptsii mizhnarodnoi ekolohichnoi bezpeky*. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 7, 89–96, Kyiv, 220 p. [In Ukrainian].
- Volik, B. M. (Ed.). (1985). *Metody analiza i sinteza struktur upravliaiushchikh sistem*. Moscow: Ergoatomizdat, 296 p. [In Russian].
- Zaitcev, V. S. (1990). *Sistemnyi analiz operatorskoi deiatelnosti*. Moscow: Radio and communication, 120 p. [In Russian].

Л. С. Сикора¹, Н. К. Луса¹, Р. Л. Ткачук², Б. И. Федына³, В. И. Кунченко-Харченко⁴

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

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

³ *Украинская академия книгопечатания, г. Львов, Украина*

⁴ *Черкасский государственный технологический университет, г. Черкассы, Украина*

ИНТЕГРАЦИЯ ИГРОВЫХ, СИСТЕМНЫХ И ИНФОРМАЦИОННО-РЕСУРСНЫХ КОНЦЕПЦИЙ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОАКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕХНОГЕННЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ (Ч. 1)

Современное ускоренное развитие техногенных производственных структур привело к росту концентрации вредных выбросов и их объема в экосреду (почву, воду, атмосферу), вырос уровень загрязнения сел, городов и целых регионов. Осложнение технологических процессов, рост производственных мощностей тепловых электростанций, транспорта, нефтегазовой промышленности, в структуру которых входят энергоактивные объекты, осложнил процессы управления, которые привели к снижению в определенных отраслях уровня безопасности их функционирования и повысило риск аварий и катастроф.

троф. При этом уровень риска аварий и техногенных катастроф зависит от многих факторов и компонент надежности систем: надежность и качество проектов техногенных систем, моделей и алгоритмов функционирования; качество конструкций, агрегатов, комплектующих, способа их монтажа; соответствие построенных структур с проектными требованиями, методов их налаживания и испытания для введения в эксплуатацию; качество стратегий, алгоритмов обработки данных и принятия управленческих решений; качество подготовки (инженерной, знаний, практики) производственного и административного персонала, а также их положительных и отрицательных черт; подготовка ресурсов для выполнения производственного процесса и их качества; способность противостоять ресурсным и информационным атакам на техногенную систему; способность противостоять информационным и ментально-психологическим атакам на оперативно управляющий персонал при принятии управленческих решений.

Следовательно, причинными факторами возникновения аварийных ситуаций являются ошибки при проектировании, ограниченность знаний о структуре технологических систем и энергосистем, разрывы в понимании информации о динамике разрушительных процессов, которые могут возникать в процессе функционирования энергоактивных объектов. Игровая концепция взаимодействия (активные факторы – техногенные системы) является основой выявления системной, информационной и энергетической структуры процессов разрушения техногенных объектов за счет наложения непредсказуемых факторов, которые в силу ограниченности знаний операторов невозможно учесть и, соответственно, спрогнозировать. Все эти аспекты оценки рисков имеют как стратегический, так и игровой характер и определяют динамику процессов в техногенных системах, а также их уровень и характер влияния на экологическую среду.

На основании игровых и системных моделей, как основных принципов анализа взаимодействия техногенных, экологических и социальных систем, необходимо строить общие схемы иерархической организации регионального социума. Решение этой задачи даст возможность провести анализ имеющихся ресурсов для производства и жизнедеятельности человека и общества, оценить риск и вероятность возникновения конфликтов при распределении ресурсов. Такой подход к решению безопасности жизнедеятельности дает основание для глубокого анализа взаимосвязей комплекса производств, с ресурсами и экосредой, даст возможность обеспечить глубинную переработку отходов.

Для решения этой проблемы выделены, развязаны и разработаны следующие задачи и методы: определена и оценена актуальность проблемы минимизации рисков техногенных систем на экологическую среду; проведен анализ литературных источников, в которых рассматривается данная проблема; сформулирована цель исследования и методы решения задач; проведен анализ причин и факторов возникновения конфликтных ситуаций как технического, так и информационного характера; проведен анализ и построены игровые модели стратегий управления; разработан метод решения конфликтов в техногенных системах; разработан метод структуризации системы и ее агрегации; рассмотрена системная игра и способ ее представления; построена общая схема взаимодействия техногенных систем, которые формируют вредные выбросы, с экологической и социальной средой, как основу выработки координационных стратегий экозащиты и технологии глубинной переработки отходов; обнаружены новые техногенные характеристики их характер и влияние на экологическую среду. Следовательно, для того, чтобы обеспечить высокий уровень надежности техногенных систем, необходимо в процессе проектирования учитывать активные, информационные и когнитивные факторы влияния на разработку проекта и его выполнение с учетом развития реальных динамических ситуаций.

Ключевые слова: система; игра; стратегия; экосистема; информация; данные; управление; решение; цель; принятие решений.

L. S. Sikora¹, N. K. Lysa¹, R. L. Tkachuk², B. I. Fedyna³, V. I. Kunchenko-Kharchenko⁴

¹ Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

² Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

³ Ukrainian Academy of Printing, Lviv, Ukraine

⁴ Cherkasy State Technological University, Cherkasy, Ukraine

INTEGRATION OF GAMING, SYSTEM AND INFORMATION AND RESOURCE CONCEPTS OF ASSESSMENT OF ENERGY ACTIVE INTERACTION OF TECHNOLOGICAL AND ECOLOGICAL SYSTEMS (PART 1)

Modern accelerated development of man-made industrial structures has led to an increase in the concentration of harmful emissions and their volume in eco-environment (soil, water, and atmosphere), the level of pollution of villages, cities, and entire regions. Complications of technological processes, production growth capacities of thermal power stations, transport, oil and gas industry, which structure includes energy-intensive objects, complicated management processes, which led to a decline in certain levels of security their operation and increased the risks of accidents and disasters. At the same time, the level of risks of accidents and man-made disasters depends on many factors and components of system reliability. They are as follows: reliability and quality of projects of man-made systems, models and algorithms of functioning; quality of constructions, aggregates, components, method of their installation; compliance structures built to the design requirements, methods of Mr. and repairing and testing for input operation; quality of strategies, algorithms for processing data and making managerial decisions; the quality of preparation (engineering, knowledge, practical, etc.) of production and administrative staff, as well as their positive and negative features; preparation of resources for performance of the production process and their quality; the ability to resist resource and informational attacks on man-made system; the ability to withstand informational and mental-psychological attacks on operational and managerial staff when making managerial solutions. Consequently, the causative factors of emergencies are errors in design, limited knowledge of the structure of technological systems and power systems, gaps in the understanding of dynamics information destructive processes that may occur during the operation energy-intensive objects. The game interaction concept (active factors ↔ technogenic systems) is the basis for the identification of system, information and energy structure of destruction processes of man-made objects for due to the imposition of unpredictable factors, which due to limitations of operator's knowledge cannot be taken into account and, accordingly, predicted. All these aspects of risk assessment are both of strategic and game-specific character and determine the dynamics of processes in man-made systems, as well the level and nature of the impact on the ecological environment. Based on gaming and system models, as the main principles of analysis the interaction of man-made, ecological and social systems, it is necessary to build general schemes of hierarchical organization of regional society. Solving this problem will allow analysing the available resources for production and life of man and society, to assess the risks and probability of conflicts when allocating resources. This approach to resolving the safety of life provides a basis for in-depth analysis the interconnections of a complex of productions with resources and the environment will

give the ability to provide a deep recycling of waste. To solve this problem, we developed the following tasks and methods. The relevance of the problem of risk minimization has been determined and technogenic systems on the ecological environment have been assessed. The analysis of literary sources in which this problem is considered is made. The analysis of causes and factors of emergence of conflict situations both technical and informational is made, the analysis was conducted and game models of management strategies were constructed. We developed a method for conflict resolution in man-made systems. The method of structuring the system and its aggregation is developed. The system game and the way of its representation is considered. The general scheme of interaction of technogenic systems, which generate harmful emissions, with an ecological and social environment like the basis for developing coordination strategies for environmental protection and technology of deep waste processing. New technogenic characteristics and their nature and influence on ecological environment are revealed. Thus, in order to provide a high level of reliability of man-made systems, we need to consider active, informational in the design process and the cognitive factors affecting the design and implementation of the project considering the development of real dynamic situations.

Keywords: system; game; strategy; ecological system; information; management; decisions; purpose; decision making.