

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ  
МАШИН І СИСТЕМ

---

СИТУАЦІЙНІ ЦЕНТРИ  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА

---

КИЄВ 2009

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ**

**СИТУАЦІЙНІ ЦЕНТРИ  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

**Київ 2009**

**УДК 681.5**

Збірник друкується за рішенням Вченої Ради Інституту проблем математичних машин і систем НАН України від 29 жовтня 2008 року.

**Рецензенти:**

Скуріхін В.І. – академік НАН України, Міжнародний навчальний центр інформаційних технологій і систем Національної Академії наук та Міністерства освіти і науки України;

Герасимов Б.М. – доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Військовий інститут Київського національного університету ім. Тараса Шевченка.

**Наукові редактори:**

Морозов А.О. – чл.-кореспондент НАН України, доктор технічних наук; професор;  
директор ІПММС НАН України;

Кузьменко Г.Є. – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, зав.відділом ІПММС НАН України;

Литвинов В.А. – доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник ІПММС НАН України.

Збірник містить добірку статей з комплексної проблеми створення СППР типу "Ситуаційні центри" ("Центри стратегічного моделювання", "Кризові центри").

Викладено системотехнічні питання побудови і функціонування Ситуаційних центрів, підходи, використані при рішенні окремих теоретичних та прикладних задач, пов'язаних з інтелектуалізацією інформаційних технологій Ситуаційних центрів, а також практичні результати в області інструментальних засобів створення і функціонування Ситуаційних центрів.

Для наукових працівників і практичних фахівців в області комп'ютерних наук та інформаційних технологій, а також потенційних користувачів Ситуаційних центрів – керівників і технічних фахівців органів державної влади, корпорацій, об'єднань, підприємств.

## З М І С Т

<b>Вступ</b> .....	6
<b>1. СИСТЕМОТЕХНІЧНІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ</b> .....	7
1.1. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є. Шлях від АСУП до Ситуаційних центрів.....	7
1.2. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы.....	33
1.3. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений.....	40
1.4. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа управления организационными системами большой размерности.....	51
1.5. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления..	56
1.6. Морозов А.А., Теслер Г.С. Ситуационное управление и системы поддержки принятия решений.....	69
1.7. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е., В'юн В.И., Литвинов В.А. Ситуационные центры. Основные принципы конструирования.....	74
1.8. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений.....	81
1.9. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є. Побудова сценаріїв розвитку подій – основа функціонування інформаційно-аналітичних систем типу ситуаційні центри.....	89
1.10. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е., В'юн В.И., Яровой А.Д. Об одном подходе к подготовке и принятию управленческих решений.....	92
1.11. Г.Е. Кузьменко, В.Е. Плиш. Функциональная архитектура интегрированной системы поддержки принятия решений в условиях Ситуационных центров.....	95
1.12. Морозов А.О., Баран Л.Б., Копейчиков В.В., Косолапов В.Л. «Рада-3» - система підтримки прийняття рішень для законотворчого процесу Верховної Ради України та Рад інших рівнів.....	105
<b>2. ДО ПИТАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ СЦ</b> .....	124
2.1. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования.....	124
2.2. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Ходак В.І. Створення баз знань в системах колективного прийняття рішень типу Ситуаційних центрів.....	132
2.3. В'юн В.И., Кузьменко Г.Є., Морозов А.О. Интеллектуализация АСУ: проблемы, напрямки досліджень.....	143
2.4. Кузьменко Г.Е., Литвинов В.А., Литвинова А.Н., Майстренко С.Я. Модель анализа и оценки эффективности методов логического контроля информации.....	148
2.5. Г.Є.Кузьменко, В.А.Литвинов, Ю.Г.Пилипенко, В.И.Ходак. Задача повышения качества информационной базы агентно-ориентированных интеллектуализованных СППР.....	155
2.6. В'юн В.И., Довгополий А.С., Кузьменко Г.Є. Багатоагентні риси архітектури інтелектуалізованих систем автоматизації управління.....	165
2.7. Морозов А.О., Косолапов В.Л., Ромашкина Л.В., Козлов В.В., Муренко Р.П. Запровадження інтелектуальних інформаційних технологій для систем підтримки прийняття рішень.....	171



2.8. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А. Прагматичний підхід до оцінки рівня інтелекту інтелектуалізованих систем.....	177
2.9. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Алгоритм і моделі автоматичної ідентифікації та корекції типових помилок користувача на основі природної надмірності.....	181
2.10. Белоус Л.В., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Модель упреждающей подсказки в интеллектуализованном интерфейсе пользователя.....	195
2.11. В'юн В.І. Інтелектуалізація інформаційних систем – механізми та інструментарії інтерактивного ситуативного аналізу.....	202
2.12. Асельдеров З.М., В'юн В.І., Морозов А.О. «Континуум розумності» ситуаційних центрів.....	208
2.13. Морозов А.О., В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація інформаційних систем: орієнтація на формування знань в процесах аналізу «інформаційних згорток».....	217
2.14. В'юн В.І. Про деякі аспекти інтелектуалізації проблемно-орієнтованих інформаційних систем (ІС).....	223
2.15. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Обнаружение и исправление ошибок пользователя по словарям допустимых слов.....	226
2.16. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Пилипенко Ю.Г. Исправление ошибок пользователя на основе совместного использования помехозащитных кодов и виртуального словаря допустимых слов.....	233
2.17. В'юн В.І., Міхненко Ю.А. Сховище даних як модель ситуаційного аналізу діяльності інформаційної системи.....	243
2.18. Білецький Б.О., Гамбаль О.В., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація взаємодії користувача з системою на основі геоінформаційних технологій.....	248
2.19. Литвинов В.А., Оксанич И.Н. Оценка уровня виртуальной интеллектуальности прикладной программно-технической системы на основе анализа эргономической модели....	254
<b>3. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ СЦ.....</b>	<b>260</b>
3.1. Морозов А.А., Билецкий Б.А., Вишневский В.В., Кузьменко Г.Є., Пилипенко Ю.Г. Системная интеграция новых технологий в программно-техническом комплексе «Пресс-центр выборы 98».....	260
3.2. Морозов А.О., Яровий А.Д., Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Пилипенко Ю.Г., Косс В.А., Трацевський О.В. Основні положення концепції розподіленого інтегрованого банку даних у складі ЄАСУ ЗСУ.....	268
3.3. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов.....	279
3.4. Морозов А.О., Косолапов В.Л., Колосов В.Є., Суперсон С.І., Копейчиков В.В. Підтримка прийняття рішень із використанням прогнозно-аналітичних технологій.....	287
3.5. Морозов А.А., Вишневський В.В., Масол Д.И., Власова Т.М. Моделирование и реализация сетевого комплекса отображения визуальной информации.....	291

3.6. Косс В.А.. Варіант структури активного об'єкта з точки зору функцій підтримки прийняття рішень в системах типу Ситуаційний центр.....	306
3.7. Еременко Т.К., Оксанич И.Н., Пилипенко Ю.Г. Мониторинг объектов, являющихся ресурсом для использования в работе кризисных ситуационных центров.....	312
3.8. Білецький Б.О., Качан Є.В., Кудря А.В., Ситниченко О.В. Використання засобів ГІС в системах підтримки прийняття рішень (приклад реалізації).....	314
3.9. Хомініч В.С. Ситуаційний центр регіонального управління, кількісна оцінка готовності ПНО протистояти терористичним загрозам.....	320
3.10. Беспалов В.П., Коваль Ю.Х. Автоматизована система «Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах».....	323
3.11. Майстренко С.Я. Ориентировочные оценки точности агрегированных показателей в многоуровневых агрегированных показателей в многоуровневых информационных системах	327
3.12. Морозов А.А., Вишневский В.В. Регламентные процедуры ситуационного зала.....	334
3.13. Серебровский А.Н. Экспертные системы оперативной оценки техногенной опасности...	337
3.14. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є., Білецький Б.О., Яровий А.Д., Трацевський О.В. Застосування інформаційних технологій в практиці моніторингу протікання та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.....	343

## Вступ

В останні роки широкий розвиток одержала концепція СППР типу Ситуаційних центрів (СЦ) ("Центрів стратегічного моделювання", "Кризових центрів"). Основними технологічними особливостями СЦ стосовно "звичайних" СППР є:

- багаторівневість і багатоетапність схеми підготовки й ухвалення рішення;
- використання неформалізованих методів прийняття рішень, технологій колективної роботи експертів і ОПР (особа, яка приймає рішення);
- використання сценарних підходів до оцінки розвитку подій, проведення нарад, вироблення керуючих впливів на об'єкт;
- застосування мультимедійних засобів представлення інформації і деяких інших засобів.

Перші СЦ з'явилися давно (на початку 80-х років минулого століття). Однак, стан теоретичних досліджень і аналізу наявних практичних результатів поки ще такий, що неможливо створити узагальнюючі монографічні науково-практичні праці. Більш того, немає поки і загальноприйнятого єдиного визначення самого поняття СЦ. Причиною цього є значна складність і багатогранність проблеми, істотна залежність інструментарію її рішення від проблемної орієнтації створюваних СЦ. Тому опубліковані до теперішнього часу роботи присвячені приватним проблемам і конкретним науково-практичним результатам, а також комплексам задач, об'єднаних деяким загальним напрямком у рамках діяльності окремих колективів. Наприклад, збірник компанії IBS, що містить викладення поглядів на мету, задачі, принципи побудови СЦ, на основні напрямки забезпечення перших осіб можливістю прийняття обґрунтованих рішень, а також на отримані практичні результати.

Подібний характер носить збірник статей, опублікованих протягом 1995-2008 років, у яких викладені погляди колективу розробників СЦ Інституту проблем математичних машин і систем НАНУ на системотехнічні питання їхньої побудови і функціонування, підходи, використані при рішенні окремих проблем, а також наукові і практичні результати, отримані за цей період.

Статті, включені в збірник, об'єднані в три тематичних розділи.

У першому розділі міститься аналіз процесу розробки фахівцями інституту автоматизованих систем від АСУП до СЦ і подається добірка статей по системотехнічних питаннях побудови і функціонування СЦ.

Другий розділ присвячений питанням інтелектуалізації інформаційних технологій, що використовуються в СЦ.

Третій розділ містить статті, присвячені інструментальним засобам створення і функціонування СЦ.

Наукові редактори збірника сподіваються, що запропонована добірка статей буде корисна розробникам сучасних інформаційних систем.

## **Розділ 1. СИСТЕМОТЕХНІЧНІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ**

**1.1. А.О.МОРОЗОВ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО**

### **ШЛЯХ ВІД АСУП ДО СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ**

---

#### **1. Вступ**

На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій, впровадження їх у системи управління, особливо на стратегічному рівні, дуже часто використовується термін ситуаційні центри. Це автоматизовані системи підтримки прийняття рішень, які базуються на ситуативному підході до прийняття рішень з використанням широкого спектру сучасних новітніх технологій. Сьогодні прийняття рішення з питань управління об'єктами (системами) відбувається в умовах багатокритеріальності, багатофакторності, невизначеності і наявності великої кількості обмежень, що приводить до того, що особи, які приймають рішення (ОПР) без додаткової аналітичної і інструментальної підтримки, часто використовують спрощені, а іноді суперечливі вирішальні правила. Збільшення об'ємів інформації, яка надходить в органи управління об'єктами та безпосередньо до керівників, необхідність урахування великої кількості взаємопов'язаних факторів та динамічно змінюваних умов функціонування об'єктів, навколишнього середовища вимагають використовувати в процесі прийняття управлінських рішень нові інформаційні технології ситуативної підтримки прийняття рішень.

Складність проблеми ситуативного прийняття рішення при управлінні високодинамічними, багаторівневими структурами визначається тим, що доводиться використовувати велику кількість неоднозначної, слабоструктурованої інформації, враховувати різні інтереси, прогнозувати та оцінювати наслідки, пов'язані з можливими варіантами рішень. Саме швидкі зміни стану об'єкта, збільшення об'ємів інформації, ускладнення задач, необхідність урахування великої кількості факторів впливу потребують використання обчислювальної техніки, сучасних наукових та програмних засобів у процесі прийняття рішень, а також використання колективного розуму та колективних знань учасників обговорення запропонованих можливих альтернативних варіантів рішень.

Ці особливості, на наш думку, і обумовлюють те, що в процесах формування механізмів прийняття ефективних рішень особлива увага приділяється використанню інформаційно-аналітичних систем, які дозволяють швидко «занурити» учасників процесу прийняття рішень у проблему, що розглядається, «навчити говорити» на одній мові, допомогти розібратися у проблемі, правильно сформулювати запити до зовнішніх джерел інформації і спільно підготувати достатньо обґрунтоване погоджене рішення.

Таким інструментом для вирішення питань прийняття управлінських рішень на сьогодні є Ситуаційний центр.

Одним із напрямків наукових досліджень Інституту проблем математичних машин і систем НАНУ є розробка теорії і практики створення Ситуаційних центрів. Цей напрямок досліджень виник не на пустому місці, а як результат досліджень питань автоматизації виробництва, розробки нових інформаційних технологій та впровадження їх у різні сфери життєдіяльності суспільства, починаючи



від АСУП і закінчуючи створенням Ситуаційних центрів на вищому стратегічному рівні управління державою. Саме аналізу науково-практичної діяльності фахівців інституту в цьому напрямку і присвячена ця стаття.

## **2. АСУП «Львів»**

У жовтні 1962 р. академік В.М.Глушков виступав у Львові на зустрічі з керівниками львівських підприємств, де уперше висунув ідею створення автоматизованих систем керування для підприємств. Директор Львівського підприємства «Електрон» С.О.Петровський підійшов до нього і запропонував своє підприємство для створення АСУП. Вже в січні 1963 року група, яку очолював тоді кандидат технічних наук В.І.Скуріхін, була на «Електроні», і почалося створення першої в СРСР АСУП, що виконувалася разом з фахівцями Львівського телевізійного заводу.

Основною метою спільної розробки з'явилася побудова і реалізація нових принципів комплексного автоматизованого керування підприємством на основі застосування сучасних математичних методів оптимального планування і керування виробництвом і його матеріально-технічним забезпеченням, створення інтегрованої системи обробки даних, що дозволяє найбільш раціонально автоматизувати інформаційні процеси в системі керування підприємством, а також значно підвищити ефективність керування і виробничо-господарської діяльності підприємства в цілому.

АСУП «Львів» - це була перша в Радянському Союзі АСУ, в якій реалізована нова алгоритмічна модель функціонування, де враховувалися сучасний стан засобів збору, передачі, обробки даних, сучасні автоматизовані методи обліку, аналізу, прогнозування й оптимального планування. В майбутньому ця модель стала типовою для всіх створюваних АСУП [1-4].

Науковим керівником розробки був В.М.Глушков, а керували процесом розробки кандидат технічних наук на той час, а нині академік В.І.Скуріхін і кандидат фізико-математичних наук на той час, а нині доктор фізико-математичних наук В.В.Шкурба. Основними виконавцями були молоді, сповнені ентузіазму і бажання створити цю піонерську систему, упровадити її в життя В.І.В'юн, Я.Г.Веренко, О.О.Кобозев, В.К.Кузнєцов, В.А.Лещенко, А.О.Морозов, Т.П.Подчасова, З.С.Пащенко, Л.Тур. Уже наприкінці 1963 р. А.Морозов був призначений Головним конструктором системи «Львів».

Система впроваджувалася на заводі поетапно. У 1967 р. успішно пройшла приймально-здавальні випробування перша черга системи, на початку 1969 р. було здано другу чергу.

У першій черзі основну увагу було зосереджено на розробці і впровадженні технічного комплексу системи, його програмного операційного забезпечення, що дозволяє ефективно організувати взаємопов'язане рішення задач у системі. У змістовному плані перша черга системи головним чином була орієнтована на вирішення задач оперативного планування і диспетчеризації виробництва і його матеріально-технічного забезпечення. В другій черзі були розширені технічні можливості системи, значно збільшена кількість розв'язуваних задач. При цьому основна увага приділялася автоматизації обліку і звітності на підприємстві, вирішенню задач техніко-економічного планування і прогнозування.

Слід зазначити, що вже в перші місяці функціонування системи на заводі був отриманий значний економічний ефект, різко підвищилася продуктивність праці, збільшився випуск промислової продукції, знизилася запаси матеріалів і незавершеного виробництва, зменшився виробничий цикл, відбулося прискорення оборотних коштів.

Система «Львів» розроблялася і створювалася як комплексна система, що вирішує методологічні, технічні й організаційні питання виробничого процесу.

Створення такого взаємопов'язаного комплексу технічних засобів, алгоритмів і організації рішення задач оптимального керування поставило перед розробниками ряд складних теоретичних, конструкторських і технологічних проблем. При розробці системи «Львів» були вирішені принципові питання автоматизованого керування підприємством масового виробництва (дискретного типу), розроблені методи рішення математичних задач теорії розкладів, створений комплекс засобів обробки даних, що дозволяє вирішувати задачі керування підприємством у реальному масштабі часу, накопичений досвід рішення планово-економічних задач у системах організації загальних процесів керування підприємством в умовах автоматизованих систем керування, розробки і створення інформаційно-керуючих систем. Отримано важливі результати, які визначили напрямок подальших розробок загальнотеоретичних і технічних проблем організації автоматизованого керування народним господарством.

У системі розроблений і сформульований цілий комплекс моделей і задач, спрямованих на організацію синхронізованого, ритмічного виробництва і його забезпечення стосовно до даного типу виробництва. Комплекс передбачав безперервність планування виробництва і його забезпечення на підприємстві; впровадження принципів, що полегшують керування організаційного характеру (наприклад, вирівнювання і кратність партій одних і тих же деталей на різному устаткуванні, вирівнювання і кратність циклів у виробництві); зниження витрат на виробництво шляхом зменшення незавершеного виробництва, мінімізації виробничого циклу; використання поряд із глобальними (централізованими) методами керування методів локального (децентралізованого) регулювання і прогнозування виробництва і його забезпечення; створення діючих зворотних зв'язків у керуванні виробництвом.

У системі «Львів» розроблені і реалізовані математичні моделі планування і керування виробництвом різних рівнів, що дозволяють визначати й оцінювати програму виробництва підприємства та організаційно-технічних заходів, одержувати плани-графіки виробництва і його забезпечення, установлювати рівні запасів (у тому числі і страхових), вчасно передбачати можливі збої у виробництві і його постачанні, визначати різні варіанти заходів щодо ліквідації таких збоїв і відключень від оптимального режиму роботи підприємства.

Відмінною рисою АСУП «Львів» є її проблемна орієнтація. Система призначена для керування підприємствами з швидкоплинними процесами по одному, узгодженому в часі, оптимальному плану-графіку по усьому виробничому циклу. Рішення цих задач потребує, поряд з розробкою і реалізацією принципів оптимального керування виробництвом за допомогою комплексу взаємопов'язаних математичних моделей, специфічного підходу до організації обробки даних, їх збору і первинної обробки.

Для АСУП «Львів» була розроблена спеціалізована операційна система, яка забезпечувала автоматичну організацію надійного функціонування системи в темпі протікання виробничих процесів. Вона дозволяла здійснити збір оперативних даних про стан об'єкта, планування мультипроцесорної і мультипрограмної обробки даних, видачу керуючих впливів і реалізацію виробленої стратегії з можливістю її динамічного коректування.

Значна частина функцій операційної системи реалізована на апаратному рівні, що дозволило звести до мінімуму витрати часу на розподіл логічних процесів у ході рішення задач за рахунок раціонального розподілу функцій між апаратною і програмною частинами ОС.

Збір виробничої інформації і видача результатів рішень здійснювалися за допомогою різного типу термінальних пристроїв і датчиків виробничої інформації. Як термінали для ведення діалогу «людина – машина» використовувалися телетайпи, що серійно випускалися, і екранні пульти. Крім того, був розроблений ряд оригінальних периферійних пристроїв, орієнтованих на специфіку АСУ підприємствами з швидкоплинними виробничими процесами.

У системі конструктивно реалізований режим розподілу часу, що гарантує найбільш ефективну організацію обчислювального процесу і розподілу рішення задач. Технічний комплекс системи забезпечений системою службових програм прийому і контролю даних, що вводяться, автоматичною диспетчеризацією рішення задач.

Ряд пристроїв системи, які забезпечують широкі можливості обміну інформацією між людиною (підрозділами підприємства) і машиною, ефективного контролю даних, що вводяться в машину, задач моделювання (у тому числі стохастичного моделювання), розроблені і створені спеціально для системи «Львів».

Як центральний обчислювальний комплекс використовувалися дві (спочатку одна) універсальні ЕОМ «Мінськ», доукомплектовані блоками переривання програми (БПП), блоком додаткових команд (БДК), блоком захисту пам'яті (БЗП), блоком динамічного аналізу збою (БДАС), блоком зв'язку з оператором (БЗВО). В ЕОМ, що використовувались як центральний обчислювач, передбачене об'єднання за допомогою блоку обміну (БО) зовнішньої (НМЛ) і оперативної пам'яті.

У технічному комплексі була закладена можливість помодульного нарощування гами зовнішніх пристроїв у міру підключення АСУП до керування виробництвом.

Впровадження АСУП «Львів» дозволило вперше в країні одержати практичний досвід по створенню орієнтованих на використання в АСУП обчислювальних комплексів і сформулювати вимоги до підсистеми обробки даних в АСУП, що функціонує в природному темпі виробництва. Основні з них:

- синхронізація виробничого й обчислювального процесів у часі, іншими словами, організація рішення задач за розкладом із прив'язкою до тимчасових міток і керування цим розкладом відповідно до ходу виробничого процесу;

- організація обчислювального процесу відповідно до основного критерію ефективності АСУП (рішення задачі, невідгідне з погляду завантаження технічного комплексу, може бути обов'язковим з погляду виробничого процесу);

- залежність процесу обробки даних від вхідної інформації: система повинна швидко реагувати на зміну характеристик виробничого процесу, тобто повинна бути завжди готова до

прийому даних, як тільки вони з'являться, або повинна зберігати ці дані для подальшої обробки, якщо їх обробка не може бути виконана негайно;

- забезпечення примусового опитування джерел генерації даних і завершення визначених обчислювальних робіт (видача даних) у заздалегідь зафіксовані моменти часу.

Крім того, досвід експлуатації АСУП «Львів» дозволив сформулювати деякі проблеми, які необхідно було вирішувати в майбутньому при створенні АСУ:

1) Реалізація діалогового режиму. Вивчення досвіду функціонування АСУП «Львів» показує, що для рішення задач планування, особливо оперативного, необхідний діалоговий режим. Внесення інформації, якою система не володіє, з боку людини абсолютно необхідно.

2) Автоматизація виробничих нарад. Виробнича нарада вже тоді розглядалася як процес колективної оцінки ситуації, що склалася на підприємстві, процес моделювання і прийняття рішень. Зараз, на сьогоднішньому етапі розвитку АСУ, уже можна говорити про досягнення цих цілей, оскільки створені теоретичні і технологічні передумови створення і є реалізовані проекти автоматизованих систем підтримки прийняття рішень з технологією колективного прийняття рішень.

3) Побудова ієрархічної системи обробки даних з відповідним розподілом завантаження по рівнях обробки.

У 1972 році колектив розробників системи «Львів» став лауреатом Державної премії Української РСР.

Система «Львів» була визнана типовою і тиражувалася в галузях оборонної промисловості.

Подальші роботи по створенню АСУП продовжувалися в основному в СКБ ММС ІК АН УРСР, куди перейшов основний колектив розробників – у відділенні комплексних АСУ, керівником якого був к.т.н. Морозов А.О., один із членів колективу, відзначений Державною премією УРСР.

### **3. "Союз-Аполлон"**

Аналіз роботи АСУП «Львів» змусив науковців уже в той час замислитися над необхідністю використання таких інформаційних технологій, які б зменшували обсяги технічного навантаження на користувачів, швидко і якісно надавали більший об'єм інформації у вигляді, який спонукав користувачів до більш оперативного прийняття рішень і на основі інформації, доступної одночасно усім, хто має відношення до прийняття рішень. Тобто обґрунтовано виникла потреба у наукових технологіях – технологія оперативного відображення інформації про керований об'єкт на засобах відображення інформації колективного користування для прийняття рішення в залежності від ситуації, яка склалася на об'єкті. Саме в цей час виникла необхідність в реалізації цих ідей для радянського центру управління польотами.

Вже на той час найближчий до Землі космічний простір був "перенаселений" і тому "ручний" режим управління пристроями динамічного й статичного ситуативного відображення польотів не задовольняв операторів та керівників програми.

В 1972-1974 роках фахівцями СКБ ММС ІК АН УРСР під керівництвом А.О.Морозова була розроблена система "Ритм-2" для оперативного відображення польоту космічних об'єктів для ЦУП



(центр управління польотами) на засоби відображення інформації колективного користування СРСР (м. Калінінград Московської обл.).

На протязі двох років в СКБ ММС на базі управляючої машини широкого призначення (ЕОМ «Дніпро-1», спільна розробка СКБ та заводу ВУМ, м. Київ) була розроблена автоматизована система управління процесом відображення інформації. Вибір ЕОМ саме такого типу пояснювався наявністю в її структурі розвинуеного мікропрограмного блоку – «Зв'язку з нестандартними пристроями», якими і були проектори, що використовувалися в ЦУПі.

Разом з драйверами «ЕОМ-проектор» для всіх типів пристроїв була розроблена управляюча програма (УП), яка дозволяла відслідковувати в реальному часі весь сценарій (програму) виконання даного польоту, переключатися з одного об'єкта на інший, одноразово «вести» два різних об'єкта.

Важливою складовою УП був блок *інтерактивної адаптації* сценарію до нерегламентованих змін процесу його виконання.

Випробування створеної системи на протязі 1974р. та отримані результати дали змогу гідно, на високому рівні провести семиденну програму спільного польоту Союз-Аполло в липні 1975р., із яких п'ять днів поспіль система працювала по 24 години на добу (рис.1, рис.2).

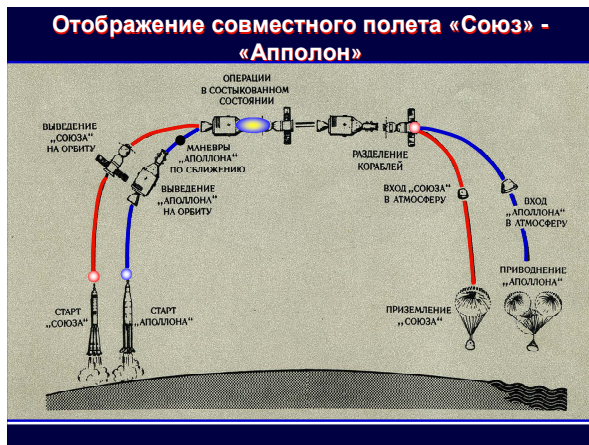


Рис. 1. Відображення спільного польоту польотами «Союз» - «Аполлон»



Рис. 2. Радянський центр управління польотами

Вперше був реалізований принцип програмно-організаційної структури. Технічний комплекс являв собою набір блоків ЕОМ «Дніпро-1» (ОЗУ, процесори, зовнішні пристрої та інше), які об'єднувалися відповідним комутатором в залежності від потреб програми, що оброблялася. Система працювала в реальному часі, і тому комплекс був побудований з урахуванням необхідного рівня надійності, дублювання.

Розробка «Ритм-2» була початком науково-практичного напрямку – побудови проблемно-орієнтованих комплексів.

Одночасно в системі «Ритм-2» були вперше реалізовані інформаційні технології, необхідні для підтримки прийняття рішень:

- інтерактивна адаптація сценарію управління об'єктом до нерегламентованих змін процесу його виконання;

- зв'язок ЕОМ з нестандартними пристроями;
- використання засобів відображення інформації колективного користування.

Ці технології в подальшому були покладені в основу теорії і практики створення Ситуаційних центрів.

Робота була відзначена Державною премією СРСР (1975 р.).

#### 4. ІАСУ

Наступною віхою в розвитку систем автоматизації стали роботи для НВО „Енергія” (м. Калінінград Московської обл.). Спочатку це була АСУ нижнього рівня (Трасса-1), потім інтегрована АСУ, в основу якої були покладені досвід створення АСУП «Львів» та термінальний процесор «БАРС», розроблений в СКБ ММС ІК АН УРСР.

Робота по створенню ІАСУ для НВО «Енергія» була відзначена Державною премією СРСР. Вона постійно модернізується і розвивається фахівцями НПО і працює і до цього часу. Саме на НВО «Енергія» вперше в СРСР була розроблена і впроваджена гнучка виробнича система.

У грудні 1989 року фахівцями СКБ ММС ІК АН УССР у промислову експлуатацію було здано першу в Україні інтегровану АСУ підприємством включно з гнучкою виробничою системою механообробки корпусних деталей на базі станків Іванівського станкобудівельного заводу (рис.3). ІАСУ представляє собою багаторівневу систему з автоматизацією функцій управління підприємством, цехами, дільницями та робочими місцями, реалізовано на засобах обчислювальної техніки – ЕС ЕОМ, СМ ЕОМ і ПЕОМ класу ІВМ типа РС/АТ.

Головним конструктором системи було призначено Морозова А.О., науковим керівником - Скуріхіна В.І. Основні виконавці: Баран Л.Б., Веренко Я.Г., Єфетова К.Ф., Кобозев О.О., Кузьменко Г.Є., Лавриненко Є.П., Моїсеєнко Є.П.

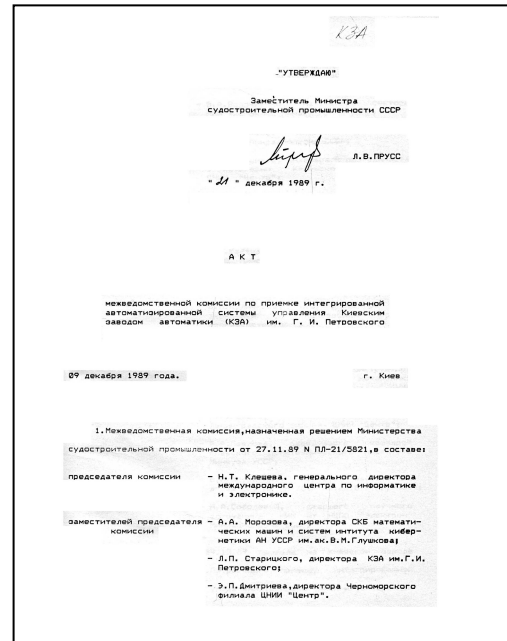


Рис. 3. Акт

У складі ІАСУ розроблені і впроваджені такі компоненти:

- система автоматизованого проектування виробів (САПВ);
- автоматизована система технологічної підготовки виробництва (АС ТПВ);
- автоматизована система управління підприємством (АСУП);
- автоматизована система управління цехами;
- автоматизована система управління складами;
- автоматизована система управління гнучкими дільницями.

У складі САПВ були розроблені та впроваджені:

- автоматизоване проектування печатних плат;
- автоматизоване проектування механічних деталей;
- автоматизоване проектування монтажу і контролю монтажу;
- автоматизований випуск текстових документів;

інформаційно-пошукова система конструктора, з використанням якої спроектовано 8 друкованих найменувань, 16 видів деталей механообробки (в системах СФОРГІ і АСАД) 50 плат з додатковим монтажем для макетних робіт, випущено комплект специфікацій електронних вузлів з декількох тем.

У складі АСТПВ впроваджені:

- система автоматизованої розробки та налагодження керуючих програм (КП);
- системи автоматизованого проектування технологічних процесів механооброблюючого та холодноштампувального, збірно-монтажного виробництва;
- система автоматизованого проектування інструментального налагодження токарно-револьверних автоматів;
- системи автоматизованого проектування різального інструменту (кінцеві фрези, зенкери);

З використанням вказаних систем розроблялося до 80% всіх керуючих програм, автоматичне переведення раніше розроблених та впроваджених КП на інші типи устаткування з числовим програмним управлінням (ЧПУ), автоматизована розробка карт інструментального налагодження для операцій, виконаних на устаткуванні з ЧПУ (до 40%), розроблено 20 штампів, 5 токарних налагоджень для автоматів, 226 технологічних процесів механооброблюючого та холодноштампувального виробництва, 70 технологічних процесів зварювального виробництва, 22 технологічних процеси збірно-монтажного виробництва, 3 кінцеві фрези в САПВ інструмента.

До складу гнучкої виробничої системи механообробки корпусних деталей входять:

- гнучкі виробничі модулі, фрезерно-свердловально-розточні оброблюючі центри "Модуль ІР-320 ПМФ4" в кількості 9 одиниць з накопичувачем на 12 столів-супутників і інструментальним магазином на 36 інструментів виробництва Іванівського верстатобудівного об'єднання (ІВБО) (рис.4, 5);
- автоматична транспортна система ТС-320.4 у складі 2-х транспортних візків, 2-х станцій керування та 4-х станцій завантаження-розвантаження, розробки та спільного виготовлення КЗА і ІСПО (рис.6);
- автоматизований склад моделі АС 581-2069/1 вантажопідйомністю 250 кг на 359 чарунок (виготовлення ХСПО, м. Херсон) з комплектом спеціальних складських візків і передавальних пристроїв виготовлення КЗА (рис.7);
- модуль інструментального забезпечення, оснащений двома інструментальними мікроскопами БВ-2015 і локальною системою керування;
- модуль очистки та сушки, який складається з миючої машини з контролером УЦМ –100, який програмується;

- модуль стружковидалення, реалізований на базі стружкових транспортерів та пристаночних візків-накопичувачів виготовлення КЗА;

- управляючий обчислювальний комплекс у складі УВКС на базі СМ 1420.01, термінального процесора БАРС, який розроблений і виготовлений в СКБ ММС ІК АН УССР, призначений для забезпечення групового керування обладнанням, яке входить у склад ГВС, та для організації термінальної мережі, що забезпечує функціонування ГВС (рис.8).



Рис. 4. ГВС на базі 9 станків з ЧПУ



Рис. 5. Гнучкий виробничий модуль



Рис. 6. Транспортна система

Термінальний процесор являє собою набір паралельних процесорів, які виконують емуляцію інтерфейсів активних терміналів: збір даних від різноманітних терміналів в буферній пам'яті, попередню обробку даних з метою приведення їх до загальносистемного формату та передачу по каналах зв'язку до ПЕОМ вищого рівня. ТП БАРС давав можливість підключати до ПЕОМ велику кількість різноманітних периферійних пристроїв з паралельним та послідовним інтерфейсом. Швидкодія процесора складала 2 млн. команд за секунду. На той час це була єдина можливість створювати розгалужену систему робочих місць [14]. За розробку термінального процесора колектив фахівців СКБ ММС (Морозов А.О., Кобозев О.О., Баран Л.Б., Кузьменко Г.Є. та інші) був відзначений Премією Кабінету Міністрів СРСР (1982 р.).



- локальні системи управління модулями, реалізовані на базі ДВК –2М, – 4 одиниці і УЦМ-100 – 1 одиниця;
- служба технічного забезпечення та ремонту обладнання ГВС.



Рис. 7. Автоматизована транспортно-складська система



Рис. 8 Термінальний процесор «БАРС»

Це була перша в Україні інтегрована система з гнучкою виробничою системою, за яку в 1992 р. колектив розробників системи був відзначений Державною премією України.

В період з 1983 по 1988 рік була розроблена автоматизована система управління плануванням програм Центрального телебачення і процесами підготовки до телевізійного мовлення – АСУ „Мотив” (Барінов С.В., Кузьменко Г.Є., Пилипенко Ю.Г.). За завданням Політбюро ЦК КПРС В.М.Глушков поставив перед колективом СКБ ММС проблему – створити АСУ санаторіями, де відпочивали члени ЦК КПРС. Головним конструктором був призначений Морозов А.О. Особисто Суслов формулював йому вимоги до такої системи. Відповідно до цього було розроблено ряд автоматизованих систем управління санаторіями в м. Сочі – санаторій ім. Леніна, „Хоста”, санаторій імені Фрунзе, санаторій ”Аврора”.

## 5. КАСУ

Новий етап у розвитку АСУП почався в другій половині 70-х років, коли під керівництвом В.М.Глушкова була сформульована ідеологія створення комплексних АСУ, в яких органічно поєднувалися в одне ціле питання автоматизованого проектування, автоматизованого управління технологічними процесами, автоматизація випробувань та автоматизація організаційного управління. Основними ідеологами цього напрямку були В.І.Скуріхін та А.О.Морозов, який стає Генеральним конструктором КАСУ гіганта радянського літакобудування – Ульяновського авіаційно-промислового комплексу (КАСУ УАПК). Над створенням цієї системи працювали усі відділи (більше

10) ОКАСУ. Основні розробники: Кузьменко Г.Є., Кобозєв О.О., Баран Л.Б., Веренко Я.Г., Мойсеєнко Є.П., Асельдеров З.М., Нікітенко І.М., Пилипенко Ю.Г. та інші.

Ця робота знаходилась під постійним контролем Віктора Михайловича. Бувши уже хворим, свій останній семінар-нараду він провів в СКБ, в кабінеті керівника відділення комплексних АСУ Морозова А.О., на якій обговорювалися саме проблеми створення комплексних АСУ, що повинні були стати елементами нижчого рівня для ЗДАС (загально-державної автоматизованої системи). Всі учасники цього семінару на все життя запам'ятали бесіду з В.М.Глушковым.

Перша черга системи була здана в експлуатацію в 1985 році одночасно з випробуванням першого зразка літака „Руслан”, виготовленого повністю практично на УАПК, і акт прийому першої черги КАСУ було підписано в день підняття в повітря першого літака.

## **6. Ситуаційні центри**

Роботи по створенню КАСУ УАПК, Системи відображення для ЦУПа призвели до нового розвитку теорії і практики створення АСУ різного призначення, особливо для управління стратегічного рівня. З'явилися перші роботи А.О.Морозова в галузі створення систем нового типу, на засадах ситуаційного управління з використанням технології колективного обговорення, засобів відображення інформації колективного користування, розподілених баз даних – Ситуаційні центри [6-17].

### **6.1. Ситуаційний центр Мінсудпрому СРСР**

У 1985 році був створений та введений в експлуатацію перший в СРСР Ситуаційний центр Міністерства суднобудівної промисловості СРСР (МСП СРСР) (м. Москва).

Система являє собою програмно-технічний комплекс, призначений для формування варіантів планово-управлінських рішень відповідальними працівниками апарату управління галуззю на етапах індивідуального та колективного прийняття рішень; інформаційного обслуговування колективного розгляду виробничо-господарських ситуацій з метою вироблення найбільш обґрунтованих рішень; оперативної доставки прийнятих рішень на робочі місця виконавців.

Основною метою функціонування системи було підвищення оперативності і якості прийнятих рішень на основі:

- постійно функціонуючих адекватних моделей галузі, її головкомів і управлінь;
- формування широкого набору типових процедур автоматизації ухвалення рішення з використанням ЕОМ і попереднього досвіду керівників;
- впровадження в практику управління діалогових методів;
- підвищення рівня технічної оснащеності управлінської праці;
- створення проблемно-орієнтованих лінгвістичних засобів організації інтерфейсу на рівні «людина-машина»;
- орієнтація інформаційної бази системи АСУ на потреби вищого керівного складу галузі.

У системі були реалізовані такі функціональні комплекси задач:

- формування програми розвитку парку авіаційних комплексів;
- формування оптимального річного плану виробництва і поставок у галузі.

Під задачею формування програми розвитку парку розуміли визначення раціональної динаміки якісного і кількісного складу авіаційних комплексів на весь програмний період.

При формуванні програми розвитку враховували:

- обмеження на можливість і терміни паралельної розробки різнотипних авіаційних комплексів і їхніх підсистем;
- обмеження на номенклатуру, терміни розгортання серійного виробництва і максимальний темп серійного випуску авіаційних комплексів і підсистем;
- обмеження на чисельність угруповань одночасно експлуатованих авіаційних комплексів.

Реалізовані рішення порівнювалися між собою за критерієм витрат на виконання програми парку авіаційних комплексів, включаючи витрати на науково-дослідні, експериментальні і дослідно-конструкторські розробки, серійне виробництво (модернізацію) і експлуатацію авіаційної техніки.

Результатами роботи алгоритму було припустиме альтернативне рішення, що задає стратегії виконання задач парку і їхня розбивка за типами авіаційних комплексів; програма розвитку змішаного парку і програми розвитку парків авіаційних комплексів і підсистем окремих типів; значення критерію оптимальності і його динаміка, причому не тільки оптимального, але і для субоптимальних рішень.

Необхідним елементом рішення задачі є дослідження стійкості отриманих рекомендацій до можливої статистичної і стратегічної варіації вихідних даних, виконуване як на основі аналізу оптимального і субоптимальних рішень, так і шляхом цілеспрямованого варіювання множиною задач, множиною альтернативних варіантів авіаційних комплексів і підсистем комплексів, способів їхнього спільного використання, а також критеріальної функції і виробничих потужностей і усіх видів ресурсів, що виділяються на програму.

Порівняльний аналіз оптимального і субоптимального варіантів програми дозволяє визначити тенденції розвитку парку, виявити «вузькі місця» і невикористані резерви програми, дати попередні рекомендації щодо зміни альтернативних варіантів авіаційних комплексів і способів їхнього застосування, а також обґрунтувати вимоги до розвитку виробничого потенціалу галузі в інтересах найбільш повного задоволення потреб в її продукції.

Ця інформація служить як вихідна при роботі комплексу задач по формуванню програми розвитку виробничого потенціалу галузі.

Основне цільове призначення розглянутого комплексу задач - це формування і доведення до підприємств галузі обґрунтованих і напружених планових завдань, які забезпечують найбільш повне задоволення суспільних потреб у продукції галузі з урахуванням заданих обмежень на основні види ресурсів, і підвищення на цій основі ефективності галузевого виробництва.

У результаті розробки комплексу задач по формуванню оптимального плану виробництва галузі забезпечувалося:

- багатоваріантне опрацювання плану виробництва по основних техніко-економічних показниках у розрізі окремо узятого підприємства, Головного управління і Міністерства в цілому;

- інтегральна оцінка реалізованості проекту плану галузевого виробництва з аналізом завантаження основних видів ресурсів у розрізі окремо взятого підприємства, Головних управлінь і Міністерства в цілому;

- оптимізація плану галузевого виробництва на основі максимізації обсягів випуску продукції з урахуванням обмежень на основні види ресурсів і номенклатури виготовлених виробів.

Моделюючий комплекс, на якому відпрацьовувалися рішення по СЦ МСП СРСР, знаходився в СКБ ММС ІК АН УРСР. В 1986 році, коли виникла Чорнобильська аварія, на цьому моделюючому комплексі відпрацьовувалися рішення Урядової комісії [12-13]. Вперше здійснювалось моделювання забруднення ґрунту, поверхневих та підземних вод. Висока ефективність технології прийняття рішень в умовах СЦ дозволила своєчасно і вірно, як показали наступні події, прийняти цілий ряд важливих рішень по ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській атомній електростанції (ЧАЕС). В СЦ СКБ ММС ІК АН УРСР проводилися засідання Урядової комісії по ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Неодноразово ці засідання по аналізу реального стану та перспективам ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС проводив перший секретар ЦК КПУ В.В.Щербицький.

На базі відпрацьованих в СКБ ММС рішень по створенню СЦ були розпочаті розробки ситуаційних центрів Міністерства надзвичайних ситуацій та керівництва СРСР. Але роботи були зупинені у зв'язку з розпадом СРСР, після чого роботи в цьому напрямку проводились в Росії та Україні незалежно.

Продовженням робіт у цьому напрямку в СКБ ММС стало створення Ситуаційного центру для НВО „Електрон” (м. Варна, Болгарія) в 1988-1990 роках. (Морозов А.О., Кузьменко Г.Є., Тимофеев О.Б., Мойсеєнко Є.П. та інші).

## **6.2. Ситуаційний центр «Рада»**

З настанням незалежності України Інститут почав вести роботи для вищих органів державної влади в Україні.

Враховуючи, що молода українська держава починала працювати в дуже нелегких правових умовах, Морозов А.О. вийшов до Верховної Ради України з пропозицією зміцнити інститути законодавчої та виконавчої влади впровадженням сучасних інформаційних технологій, підйомом рівня інформатизації їх поточної роботи з наближенням його до рівня сучасних держав Європи та Америки.

Починаючи з 1992 року, фахівці Інституту проблем математичних машин і систем НАН України почали працювати над інформатизацією законодавчої діяльності депутатів Верховної Ради України – створенням спеціалізованого Ситуаційного центру для прийняття рішень – законів Верховною Радою України. Яскравим прикладом Ситуаційного залу, де приймають законодавчі акти, в технології ситуаційного управління став сесійний зал Верховної Ради, для якого в дуже стислі терміни була спроектована, розроблена і впроваджена в експлуатацію система «Рада». Систему було розроблено і здано «під ключ» для роботи депутатів Верховної Ради України. Система безперебійно працює з першого дня роботи Верховної Ради І скликання і до цього часу,

вона постійно вдосконалюється. На сьогодні це зовсім інша, функціонально набагато різноманітніша, повніша технологічно нова система. Системи «Рада», «Рада-2», «Рада-3» зараз працюють і у Верховній Раді Криму, Київській Раді, у Львові, Донецьку та в деяких державах СНГ.

В той же час колектив інституту почав працювати над інформатизацією законотворчої діяльності комісії Верховної Ради, які забезпечували інформаційну підтримку роботи системи «Рада», тобто над створенням двухрівневого СЦ для законотворчої діяльності. У межах цих робіт була розроблена перша версія системи «Законотворчість», як централізована комплексна система розробки, узгодження, створення альтернативних варіантів та порівняльних таблиць, підготовки матеріалів для роботи депутатів у сесійному залі. Система була розроблена як мережева, і усі роботи можна було вести кожному зацікавленому депутату на своєму робочому місці у депутатській комісії Верховної Ради.

Система надавала можливості користувачам АРМів «спілкуватися» між собою. Проект закону, будучи введеним у комп'ютеризовану інформаційну систему, потрапляє на колективне «обговорення», тобто може бути викликаним і переглянутим на екранах персональних комп'ютерів усіх тих абонентів-користувачів, законотворців, які бажають чи повинні працювати з цим документом, підготувати пропозиції змін до проекту закону.

З застосуванням такої безпаперової технології кожна пропозиція проекту закону чи інший документ може одержати оцінку «колективного розуму». Якщо мова йде про закон, то він може проходити «обговорення» з урахуванням альтернативних варіантів, конструювання узгоджених варіантів, представлення його (їх) на перше читання, формування порівняльних таблиць і т. інш.

Після того, як закон відредаговано і прийнято, належно оформлено в комп'ютеризованій системі, кінцевий текст закону замінює попередній.

Отже, комплекс «Законотворчість» охоплює процеси творення законодавчих актів від часу взяття на облік проблеми, що потребує правового урегулювання, збирання пропозицій, розробки проектів законодавчого акту до повного його юридичного оформлення.

Для зберігання прийнятих законодавчих актів: законів, указів Президента, постанов Кабміну - була розроблена інформаційно-довідкова система «Законодавство». До створення такої системи залучались фахівці юридичного факультету Київського національного університету ім. Т.Г. Шевченка під керівництвом доктора юридичних наук Кузнецової Н.В. У співпраці з юристами було створено електронний рубрикатор норм законодавства та експериментально прорубриковано декілька законодавчих актів і створено макет законодавчої бази даних, який демонструвався на першому засіданні Верховної Ради України першого скликання і знайшов широку підтримку депутатів та гостей Верховної Ради. Фахівцями інституту в комп'ютерних класах Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем було проведено навчання роботі депутатів ВР з комп'ютерами та системою «Законодавство».

На сьогодні ця модернізована і постійно оновлювана система має широке коло користувачів: законодавчі і виконавчі органи влади, громадяни, підприємства, установи, контролюючі органи, маючи комп'ютери, базу даних та правила користування системою, мають можливість вступати в діалог з нею. Здійснено ряд організаційних та технічних заходів по широкому

та оперативному доведенню законодавчих актів до користувачів в Україні та за її межами. Серед них засоби електронної пошти, тиражування бази даних на носіях, розсилка.

За два роки спілкування з управлінням інформатизації Верховної Ради усі започатковані та здані у дослідну експлуатацію розробки були передані на подальше доопрацювання і супроводження співробітникам цього управління, куди перейшли на роботу і декілька провідних фахівців інституту, якими було створено ще кілька альтернативних програмних інтерфейсів, орієнтованих на забезпечення функціональних можливостей різного рівня з використанням нових мережевих технологій систем обробки даних, створені нові системи “Право”, “Картотека”, “Нормативні акти України” та інш. Системи функціонують і зараз, постійно розвиваються.

### 6.3. Прес-центр ЦВК

Преса завжди була споживачем і генератором інформації, особливо в екстремальних ситуаціях, до яких можна віднести і вибори до Верховної Ради, коли необхідно оперативно і точно оцінити ситуацію і довести її до громадськості.

*Враховуючи досвід* ІПММС по створенню системи «Рада», керівництво Центральної виборчої комісії звернулося до інституту з проханням створити Прес-центр ЦВК як систему відображення виборчого процесу в Україні та наочного надання оперативної інформації про виборчий процес на засоби відображення інформації колективного користування для представників засобів мас-медіа, які висвітлювали виборчий процес. Для наочного подання інформації стосовно перебігу подій під час виборів депутатів Верховної Ради в 1998 році і була створена автоматизована система Прес-центр “Вибори 98” на замовлення Центральної виборчої комісії [15, 16].

Прес-центр був розроблений як надбудова над інформаційно-аналітичною системою “Вибори”, розробленою раніше. В центрі системи Прес-центру розташувався сервер бази даних, на якому знаходилися можливі сценарії відображення інформації та оперативні реплікації бази даних ІАС “Вибори”.

На сервері були розміщені попередньо розроблені макети можливих сценаріїв відображення інформації (рис. 9-13):

- сценарії представлення інформації до одержання даних про хід голосування. Це, як правило, інформація пізнавального характеру: про регіони, округи, партії, партійні списки і т.п.;
- сценарії представлення інформації між Прес-конференціями Голови ЦВК про хід голосування: по округах, регіонах, групі регіонів;
- сценарії представлення інформації, які супроводжують Прес-конференцію Голови ЦВК про результати підрахунку голосів по тих виборчих округа, від яких поступили дані по округу, регіону, групі регіонів,

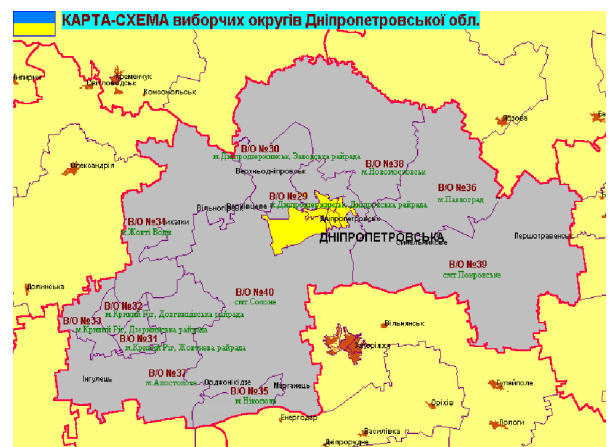


Рис.9. Карта-схема виборчих округів м. Дніпропетровська

кожній партії, одному округу, регіону, групі регіонів, порівняльні дані у вигляді діаграм по партіях, по кандидатах в депутати;

- сценарій представлення інформації по результатах підрахунку голосів, які видаються на засоби колективного користування для журналістів між Прес-конференціями Голови ЦВК;

- сценарії представлення інформації для супроводу заключної Прес-конференції Голови ЦВК;

- заготовки-сценарії для підготовки відповідей на запити журналістів під час Прес-конференцій.

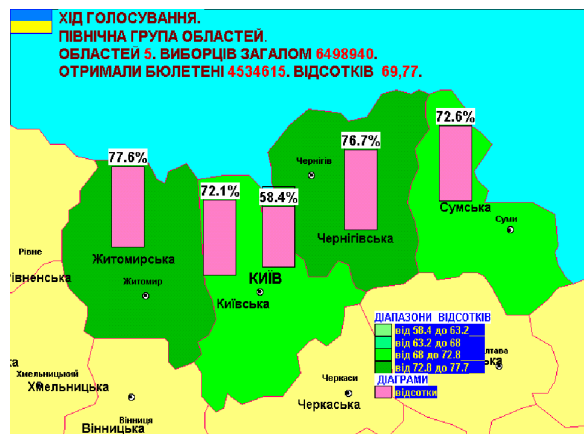


Рис. 10. Хід голосування



Рис. 11. Динаміка ходу голосування

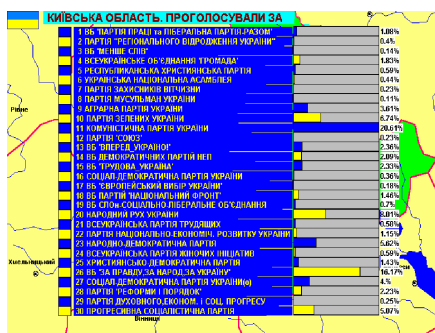


Рис. 12. Результати виборів по Київській області

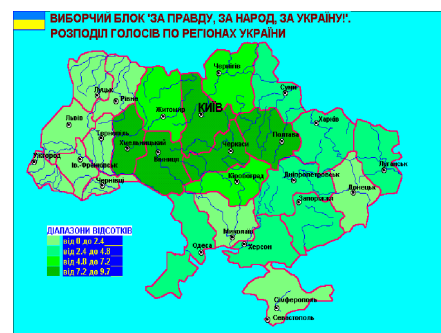


Рис. 13. Розподіл голосів блоку по регіонах України

Таких сценаріїв було заготовлено більше 350.

На сервер бази даних Прес-центру надходила оперативна інформація з інформаційно-аналітичного центру про хід голосування, результати підрахунку голосів по округах і створювалась власна база даних Прес-центру, яка забезпечувала його роботу незалежно від інформаційно-аналітичного центру. Крім того, на сервері бази даних створювалась база даних про журналістів, акредитованих у Прес-центрі. При порушенні шляхів надходження інформації з ІАС система забезпечувала ввід інформації, яку отримано по телетайпу, телеграфу або на дискеті.

Основною одиницею інформації у Прес-центрі був комплексний документ (КД), який забезпечував видачу на засоби відображення спільної комп'ютерної (текст, графіки, картографія) і відеоінформації. Прес-центр разом з ІАС «Вибори» можна розглядати як спеціалізований Ситуаційний центр.

При створенні Прес-центру були використані такі сучасні методи і засоби представлення інформації:

- засоби мережевої взаємодії для створення локальної мережі Прес-центру, інтегрованої з локальною мережею аналітичного центру, куди по каналах зв'язку надходила інформація про хід голосування з регіонів;

- засоби multimedia;

- ГІС-технології;

- засоби відображення інформації колективного користування – кольорове табло розміром 2450мм x 1650мм x 100мм, що сприймає комп'ютерну інформацію в усіх режимах SVGA і має розпізнавальну здатність до 800 x 600 пікселей з 256 кольорами через роз'єми FEATURE connector. Табло сприймає відеоінформацію в системах PAL, SECAM, NTSC по низькочастотних сигналах COMPOSITE-VIDEO і S-video. Табло має режими відображення комп'ютерної, відео і змішаної інформації;

- засоби Internet для оперативного представлення оголошеної Головою ЦВК інформації про хід виборів для світового співтовариства, використовуючи вузол INTERNET. При цьому велике значення мав досвід розробників, отриманий у період створення системи відображення інформації в центрі управління космічними польотами, при створенні систем підтримки законотворчих процесів у Верховних Радах України, Узбекистану й автономної республіки Крим (1991 – 1997 р.р.).

Програмно-технічний комплекс для Прес-центру ЦВК України був розроблений і введений у дію в дуже стислий термін, за 3 місяці. При цьому обсяг виконуваних функцій і якість обслуговування представників засобів мас-медіа були кращі, ніж в аналогічних за призначенням системах країн СНД.

Програмно-технічний комплекс дозволяє проводити прес-конференції з будь-якої тематики і висвітлювати вибори будь-якого рівня.

Система працювала безперервно на протязі 10 діб, оскільки виборчий процес тривав досить довго.

Головним конструктором системи був Морозов А.О., основними виконавцями – Білецький Б.О., Вишневський В.В., В'юн В.І., Кузьменко Г.Є., Пилипенко Ю.Г.

Інститут запропонував розробку нової системи, яка б використовувалась на всіх виборах і з допомогою якої можна було б проводити опитування населення та референдуми з політичних питань, але пропозиція не була прийнята, і ми до цього часу не маємо в державі відповідної системи.

У системі Прес-центр «Вибори-98» відпрацьовувались окремі технології, які в подальшому були використані при створенні автоматизованих систем підтримки прийняття типу Ситуаційні центри.

#### **6.4. Ситуаційний центр Президента**

20 березня 1992 р. Президентом України Л.М.Кравчуком було видано Розпорядження «Про Ситуаційний центр при Президентові України», в якому визначалася необхідність створення Ситуаційного центру, головним конструктором було призначено Морозова А.О. В липні цього ж року відповідним Розпорядженням Президента були затверджені Концепція СЦ та Науково-технічна Рада. Для реалізації цього проекту Головним конструктором була створена широка коаліція наукових закладів України, залучені окремі провідні фахівці з питань стратегічного розвитку держави, удосконалення бюджетного процесу, соціальної політики. Були обрані три основні функціональні напрямки для вирішення питань, з яких планувалося створити функціональне



алгоритмічно-програмне забезпечення першої черги для розгляду і прийняття рішень в умовах Ситуаційного центру.

Та, на жаль, керівництво держави в той час, мабуть, не готове було сприймати нову ідеологію прийняття рішень, наукові засади яких створювалися в інституті [17-22], та і у держави не було достатнього фінансування, тому після завершення технічного проекту роботи щодо створення Ситуаційного центру при Президентіві України були зупинені.

Наукові роботи в інституті в цей час були спрямовані на удосконалення технології функціонування СЦ, розробку основних принципів побудови та функціонування, інтелектуалізацію інформаційних технологій, які використовуються в Ситуаційних центрах на загальносистемному рівні, на рівні окремих технологічних операцій, на прикладному (функціональному) рівні.

## **6.5 Ситуаційний центр Міністерства оборони України**

Ідея створення системи колективного прийняття рішень знайшла своїх прихильників у Міністерстві оборони України, де була відкрита науково-дослідна робота, в межах якої спроектовано і створено Ситуаційний центр Міністерства оборони України. Одночасно зі створенням Ситуаційного центру в інституті під керівництвом А.О.Морозова продовжували розвиватися наукові засади у цьому напрямку [23-36].

Ситуаційний центр Головного командного центру Збройних сил України призначений для забезпечення ефективної діяльності вищих посадових осіб ЗС України, керівного та оперативного складу Центрального апарату Міністерства оборони України та Генерального штабу ЗС України, оперативних груп взаємодіючих міністерств та відомств з управління військами (силами) ЗС та іншими військовими формуваннями за умовами мирного часу, при реагуванні на кризові (надзвичайні) ситуації, а також в особливий період.

Головним конструктором СЦ було призначено Морозова А.О. Основними виконавцями створення Ситуаційного центру були Білецький Б.О., Вишневський В.В., Кузьменко Г.Є., Жевлакова Л.В., Майстренко С.Я., Оксаніч І.М., Пилипенко Ю.Г., Серебровський О.М., Хомініч В.С.

Перша черга СЦ Міністерства оборони була здана в експлуатацію в 2002 році, працює і продовжує розвиватися. Сьогодні, в основному, ведеться розробка функціональних задач для наповнення змістом, розширення проблем, які повинні розглядатися в СЦ МО [37-46].

В СЦ Міністерства оборони реалізована технологія підтримки прийняття рішень, яка передбачає:

автоматизацію функцій збору, накопичення, збереження та узагальнення інформації у вигляді документо-орієнтованих баз первинних даних для оцінки поточної обстановки й прогнозування її розвитку щодо обґрунтування варіантів рішень та забезпечення прийняття рішення відповідно до виникаючих ситуацій;

реалізацію у діяльності вищого керівного складу Збройних сил України нових інформаційних технологій на базі сучасних програмно-технічних комплексів;

функціонування прикладних задач (моделей) у системі підтримки прийняття рішень;

інформаційно-технічну взаємодію з елементами автоматизованої системи управління військами ( АСУ ПД “Дніпро”, АСУВ “Карпати”) та урядової інформаційної аналітичної системи з надзвичайних ситуацій (УІАС НС);

аналіз та відображення оперативної інформації щодо ситуації, що склалася на об'єктах ЗСУ, на засобах відображення інформації колективного користувача (ЗВІКК) та індивідуальних засобах відображення;

колективне обговорення ситуації, що склалася;

прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій;

формування альтернативних варіантів рішень у процесі обговорення проблеми;

розгляд та оцінку альтернативних варіантів рішень;

оцінку ризиків, які можуть виникнути при прийнятті того чи іншого рішення;

вибір найкращого (оптимального) рішення, доведення його до виконавців, контроль за виконанням і оперативне коригування.

Загальний вигляд Ситуаційного залу подано на рис.14.



Рис. 14 Загальний вигляд СЗ

Для учасників наради може бути доступна необхідна інформація у будь-якому вигляді, з будь-яких доступних джерел інформації з можливістю негайного її відображення на індивідуальних засобах учасників, на засобах відображення інформації колективного користування (ЗВІКК) чи отримання її твердої копії.

В Ситуаційному залі реалізована технологія колективного обговорення та прийняття рішень з використанням засобів відображення інформації колективного користування, яка забезпечує автоматизацію таких функцій:

- реєстрація учасників наради;

- супровід доповіді чи виступу учасника наради;
- запуск у процесі доповіді чи виступу розрахункових задач чи задач моделювання, з використанням їх результатів як ілюстративного матеріалу доповіді;
- розгляд та оцінка альтернативних варіантів рішень із збереженням їх результатів для подальшої оцінки учасниками наради;
- обмін повідомленнями між учасниками наради;
- формування протоколу наради.

Одними із основних завдань першої черги СЦ МО були:

- моніторинг стану потенційно-небезпечних об'єктів (ПНО) ЗСУ з метою упередження виникнення надзвичайної ситуації на ПНО та управління силами за засобами ЗСУ у процесі ліквідації наслідків НС. Для цього фахівцями інституту був розроблений електронний паспорт та програмні засоби для проведення паспортизації ПНО, формування багаторівневої розподіленої бази даних паспортів ПНО ЗСУ, ведення моніторингу стану ПНО (рис.15-17);



Рис.15. Технологічна схема моніторингу стану ПНО

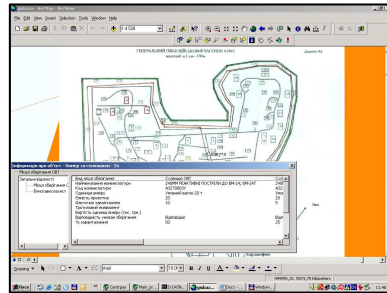


Рис.16. Відображення змісту сховища ПНО на Генплані об'єкта

Вид об'єкта	Дата оцінки	Статус	Примечание
Вид об'єкта	2011.05.16.08.39	Т2_2_3	1. Кількість людей, що знаходяться на об'єкті біля дзвону
ПОРЯДОК КРИТИЧНОСТІ	2011.05.16.08.39	Т2_2_3	2. Кількість ПНО, пов'язаних з об'єктом
Вид об'єкта	2011.05.16.08.39	Т2_1	3. Порядок ухиляння об'єкта
ВЕСИМІСТЬ ПРОДАЖІ	2011.05.16.08.39	Т2_1	4. Порядок ухиляння об'єкта
Вид об'єкта	2011.05.16.08.39	Т2_1	5. Порядок ухиляння об'єкта
ПОРЯДОК АКЦІЙ ВЕЗДІЯННЯ	2011.05.16.08.39	Т2_1	6. Порядок ухиляння об'єкта
Вид об'єкта	2011.05.16.08.39	Т2_1	7. Порядок ухиляння об'єкта
РЕЗУЛЬТАТИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ	2011.05.16.08.39	Т2_1	8. Порядок ухиляння об'єкта

Рис.17. Моніторинг стану ПНО

- моніторинг стану сил і засобів, що залучаються до ліквідації наслідків НС, та підвищення рівня їх готовності (рис. 18, 19);

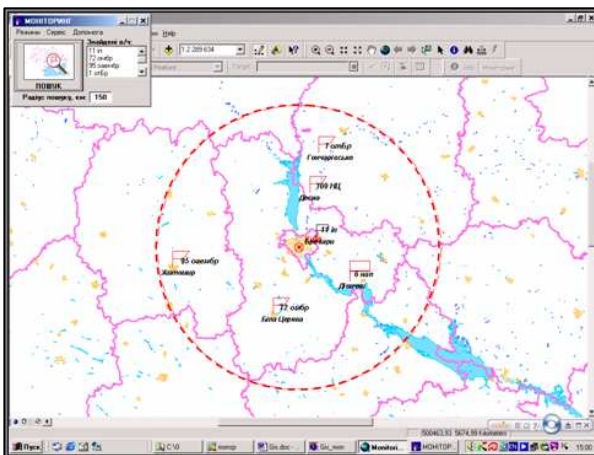


Рис.18. Дислокація частин в радіусі 150 км від місця НС, які можуть бути залучені до ліквідації НС

Оперативна група	Моніторинг	Тип ОПТ	Позначки	Детально	Забезпечення	Кількість за штатом
Регулювання на НС, пов'язані з повенням, льодогодом, гідродинамічними аваріями на греблях, дамбах, сирогозних завантажках, буревій	769 осіб	Екваторувальна	Неукомплектованість пально-мастеральними матеріалами	А,76	20	500
	107 осіб	Екваторувальна	Неукомплектованість пально-мастеральними матеріалами	ДІЗЕЛЬНІ	0,1	0,6
	55 осіб	Екваторувальна	Неукомплектованість пально-мастеральними матеріалами	ДІЗЕЛЬНІ	2	2
	91 осіб	Екваторувальна	Неукомплектованість пально-мастеральними матеріалами	УРАП-4300	2	100

Рис.19. Моніторинг стану частин щодо сил та засобів для ліквідації наслідків НС

- моделювання наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з витоком (вилівом) хімічно небезпечних речовин (рис. 20-22);

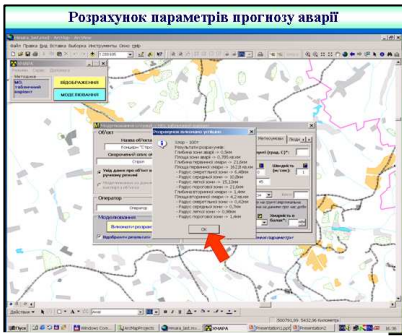


Рис.20. Розрахунок параметрів прогнозу аварії

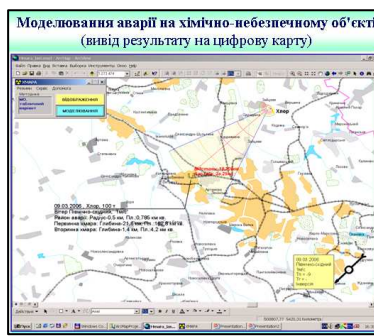


Рис.21. Моделювання аварії на хімічно небезпечному об'єкті



Рис.22. Приклади тематичних карт

- оперативне реагування на надзвичайні ситуації та прийняття рішень з питань
- управління процесом ліквідації наслідків НС (рис.23, 24);

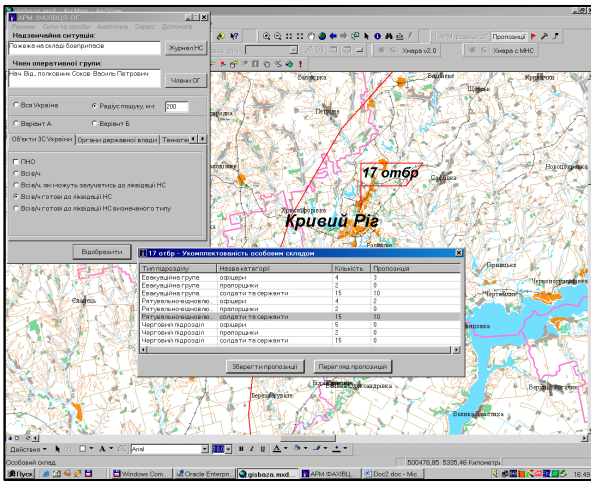


Рис. 23. Розрахунок сил та засобів

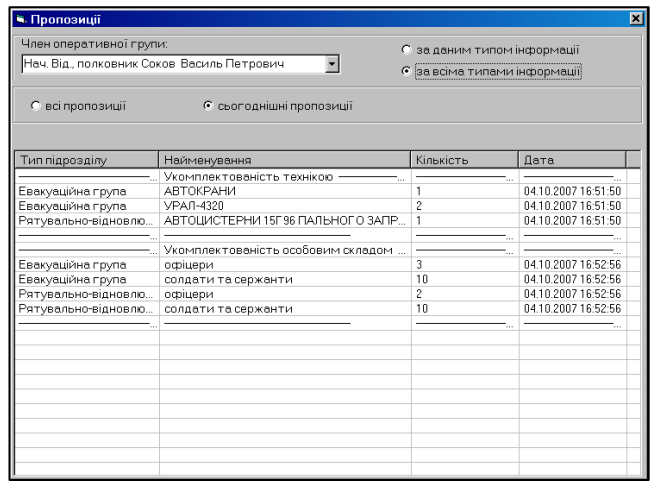


Рис. 24. Розрахунок сил та засобів

Враховуючи, що Збройні сили України постійно приймають участь у миротворчих операціях, взаємодіють зі Збройними силами держав – учасниць НАТО, як у спільних навчаннях по антитерористичних, так і в миротворчих операціях, моніторинг протікання яких відбувається в Ситуаційному центрі, на замовлення Міністерства оборони України фахівцями інституту був розроблений і прийнятий на озброєння "Класифікатор основних умовних знаків для нанесення оперативної обстановки на цифрові карти", гармонізований зі знаками НАТО, та програмні засоби його ведення й використання (рис.25, 26);





043_03_3_111		Район розташування з'єднання, частини, підрозділу в обороні	043033_111111		Район устаткування оборони CONSTRUCTION AREA DEFENSE AREA BATTLE POSITION
044_12_7_111		Зона чергування ЦвПЦ	044127_111111		Позначення бойових позицій COMBAT AND CONTROL AND DEFENSE MARKERS DEFENSE POINTS AIR CONTROL COMBAT AIR PATROL (CAP)
044_24_5_111		Розвідка боєм	044245_111111		Знак розвідки провіанту (розвідка боєм) TRAFFIC REPERTE
061_35_1_111		Зенітні гармати: - загальне означення;	SP061M_A_111111		Зенітні гармати. Загальне позначення ANTI-AIR CANNON DEFENSE AIR DEFENSE SIGN
062_01_1_111		Танк	SP062M_A1_111111		Танк ARMORED TRACK VEHICLE DEFENSE ARMORED VEHICLE ARMORED TANK
062_20_1_111		Зенітні ракети по мішенях: - загальне означення;	SP062M_A_111111		Ракетний комплекс (указав) ANTI-AIR MISSILE DEFENSE ANTI-AIR MISSILE DEFENSE AIR DEFENSE SIGN
081_33_1_111		Означення вертольотів: - бойовий;	SP081M_A_111111		Вертоліт бойовий AIR TRACK MILITARY HELICOPTER ATTACK

Рис. 25. Код умовних знаків

Рис.26. Гармонізація умовних знаків обстановки ЗС України та умовних знаків НАТО

- моделювання бойових операцій (рис. 27).

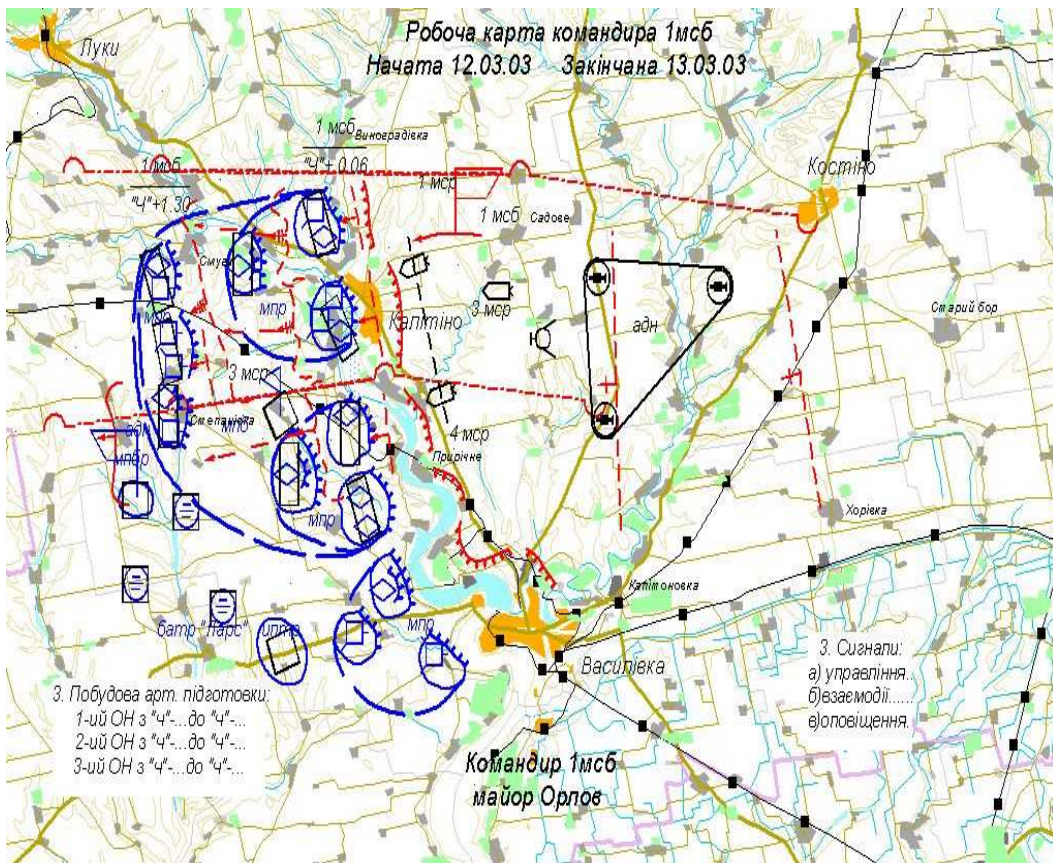


Рис. 27. Оперативна обстановка на бойову операцію

На теперішній час Ситуаційний центр функціонує в кількох режимах.

При повсякденному режимі здійснюється цілодобове бойове чергування штатною черговою зміною.

При цьому в Центрі:

- здійснюється збір, обробка, накопичення, аналіз, узагальнення та відображення інформації про надзвичайні ситуації, що трапилися в Україні та світі у цілому, про обстановку в районах дій

миротворчих контингентів ЗС України, хід виконання визначених їм завдань та готуються відповідні доповіді-довідки керівництву ЗС України;

- відстежується стан потенційно небезпечних об'єктів ЗС України, здійснюється прогноз щодо виникнення на них кризових (надзвичайних) ситуацій;
- моделюються можливі кризові (надзвичайні) ситуації на об'єктах ЗС України; готуються варіанти рішень щодо їх запобігання та ліквідації;
- відстежується стан чергових сил з пошуково-рятувального забезпечення;
- готується та передається регламентована інформація до центрального та резервного вузлів УІАС НС;
- розробляються проекти наказів та розпоряджень Міністра оборони України, начальника Генерального штабу з питань запобігання та реагування на кризові (надзвичайні) ситуації, відпрацьовуються інші документи щодо запобігання та реагування на кризові (надзвичайні) ситуації;
- здійснюється доведення до військ (сил) розпоряджень керівництва ЗС України щодо реагування на НС;
- накопичується і систематизується інформація про надзвичайні ситуації, які сталися, обставини їх виникнення, наслідки та прийняті заходи, формується експертна інформація;
- забезпечується підготовка і проведення нарад керівного складу Міністерства оборони України;
- здійснюється взаємодія з департаментами ЦАМО та Головними управліннями ГШ з питань запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій;
- проводяться навчання (тренування) та заходи програм міжнародного співробітництва з питань запобігання та ліквідації надзвичайних ситуацій.

При виникненні надзвичайної ситуації рішенням Міністра оборони або начальника Генерального штабу ЗС України встановлюється посилений (повний) режим роботи.

При посиленому режимі в Центрі розгортається та приступає до цілодобової роботи оперативна група (групи) Міністерства оборони України та Генерального штабу ЗС України у визначеному складі.

При цьому в Центрі:

- проводиться класифікація надзвичайної ситуації;
- оцінюється масштаб надзвичайної ситуації;
- узагальнюються та аналізуються повідомлення про хід розвитку надзвичайної ситуації, обробляються отримані дані;
- моделюються можливі варіанти розвитку надзвичайної ситуації, оцінюються та прогнозуються її наслідки;
- проводиться обґрунтування та підготовка пропозицій для прийняття рішень щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, доведення їх до виконавців;
- забезпечується керівництво визначеними силами та засобами ЗС України;
- здійснюється взаємодія з органами центральної та місцевої державної влади;
- проводиться ситуаційний аналіз розвитку надзвичайних ситуацій, планування застосування фінансових, людських та матеріально-технічних ресурсів;

- здійснюється взаємодія з Міністерством України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами управління інших військових формувань з питань ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Крім того, на Центрі відслідковується виконання завдань миротворчими підрозділами ЗС України у складі Місії ООН та інших міжнародних організацій.

Розробка системи виконана на базі наукових засад, що проводилися і проводяться зараз в Інституті проблем математичних машин і систем НАНУ під керівництвом чл.-кор. НАНУ А.О.Морозова та в інших інститутах Кібернетичного центру НАНУ. В системі використаний попередній досвід фахівців інституту зі створення подібних, але більш простих систем на теренах часів Радянського Союзу та України. На сьогоднішній день створено програмно-технічний комплекс Ситуаційного центру Інституту проблем математичних машин і систем НАНУ, на якому будуть відпрацьовуватися рішення з питань функціонального наповнення для різних типів СЦ, удосконалюватиметься технологія прийняття рішень в умовах Ситуаційних центрів.

## 7. Висновки

Досвід створення Ситуаційних центрів в розвинутих європейських країнах, Сполучених Штатах Америки, Росії та науково-практичні результати, досягнуті в ІПММС, підтверджують необхідність створення і впровадження Ситуаційних центрів в Україні. Особливо це стосується стратегічного рівня управління державою – Кабінету Міністрів, Секретаріату Президента, Ради національної безпеки і оборони України, Верховної Ради, міністерств, відомств, а також великих корпорацій типу Нафтогаз України.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проблемно-ориентированный технический комплекс с программно-организуемой структурой в АСУП «ЛЪВОВ» / А.А.Морозов, А.А.Кобозев, В.И.В'юн, В.И.Скурихин // Управляющие системы и машины. -1973. - №6. - С. 110-115.
2. Основные направления развития АСУ и принципы их реализации на базе проблемно-ориентированных технических комплексов / Ю.Е.Антипов, В.М.Глушков, А.Ф.Земсков, М.Ф.Кудрик, А.А.Морозов, Г.Е.Овселян, В.И.Скурихин, Ю.П. Шкуркин // Управляющие системы и машины. -1976. -№1. - С. 5-11.
3. Скурихин В.И., Морозов А.А. Особенности организации технических комплексов, ориентированных на использование в АСУП // Управляющие системы и машины. - 1973. - №5. -С.
4. Система «Львов» - принципы, структура, функции / Кузнецов В.К., Морозов А.А., Скосырев Н.А., Скурихин В.И., Шкурба В.В. // Механизация и автоматизация управления. -1969. -№ 3. -С. 3-7.
5. Скурихин В.И., Морозов А.А. Проблемы создания и функционирования комплексных автоматизированных систем управления // Управляющие системы и машины.-1981.-№ 3.-С. 3-7.
- 6.Скурихин В.И., Морозов А.А. Комплексные автоматизированные системы управления. Особенности построения и направления развития //Управляющие системы и машины. -1976. -№ 2. -С. 5-11.
7. Морозов А.А. Вопросы формализации и решения некоторых задач проектирования систем сбора и обработки данных в АСУ / А.А.Михайлишин , И.В.Сергиенко // Управляющие системы и машины. – 1977. - №1. - С. 21-26.
8. Скурихин В.И., Морозов.А.А. Проблемы построения и функционирования КАСУ Принципы разработки и создания КАСУ // Всесоюзная научно-практическая конференция. - Махачкала: Дагестанский университет, 1981.- С. 3-9.
9. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Основные принципы построения распределенных банков данных в КАСУ // Разработка и внедрение ЦВК и систем распределенной обработки данных: Сб. – Киев: ИК АН УССР, 1986. - С.5-8.
10. Скурихин В.И., Морозов А.А. Проблемы создания и функционирования комплексных автоматизированных систем управления // Управляющие системы и машины. – 1981. - №3. - С. 3-6.

11. Скурихин В.И., Морозов А.А. Комплексные автоматизированные системы управления. Пути развития и перспективы // Управляющие системы и машины. – 1987. - №6. - С. 7-15.
12. Морозов А.А. «КАСКАД»- система оценки, моделирования и прогнозирования радиационной обстановки в водоемах бассейна р. Днепр / М.И.Железняк и др. // Чернобыль-88. Доклады 1-го Всесоюзного совета по итогам ЛПА на ЧАЭС.- Чернобыль: ПО «Комбинат», 1989. - Т. 3: Прогнозы изменения радиационной обстановки и дозовой нагрузки в зоне аварии. - С. 15-21.
13. Морозов А.А. Моделирование и прогнозирование миграции радионуклидов в Днепровском каскаде водохранилищ после Чернобыльской аварии / Железняк М.И. и др. // Спецсборник.- Киев: АН УССР, 1989. - С. 5-9.
14. Глушков В.М. Система БАРС. Назначение, структура, характеристики / А.А.Морозов, В.И.Скурихин // Управляющие системы и машины. -1979. -№2. -С. 3-7.
15. Морозов А.А. . Системная интеграция новых технологий в программно-техническом комплексе «Пресс-центр Выборы-98» / Билецкий Б.А., Вишневский В.В., Кузьменко Г.Е., Пилипенко Ю.Г. // Математические машины и системы. -1998. -№ 2.- С.86-91.
16. Билецкий Б.А. Специализированная ГИС «Выборы-98» / Трутьев А.Е., Кудря А.В. // Материалы 4-й Всеукраинской конференции по геоинформационным технологиям «Теория, технология, внедрение ГИС». – Киев: -1998. - № 2. -С. 78-79.
17. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений //Управляющие системы и машины. -1993. - №3. - С.13-32.
18. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления //Управляющие системы и машины. – 1995. - № 4/5. - С.91-96.
19. Морозов А.А. Ситуационные центры – основы управления организационными центрами большой размерности //Математические машины и системы. - 1997. - №2. -С.7-10.
20. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы. ИИТ. -1995. - № 1. - С.6-10.
21. Кузьменко Г.Е. Функциональная архитектура интегрированной системы поддержки принятия решения в условиях ситуационных центров / Плиш В.Е. // Математические машины и системы. -1997. -№1. - С.56-63.
22. Кузьменко Г.Е. Створення баз знань в системах колективного прийняття рішень типу ситуаційних центрів / В.А.Литвинов, В.І.Ходак // Математические машины и системы. -2000р. -№1. - С.71-80
23. Морозов А.А. Об одном подходе к подготовке и принятию управленческих решений / Г.Е.Кузьменко, В.И.Вьюн, А.Д.Яровой // III-я Международная научно-практическая конференция «Информация, анализ, прогноз - стратегические рычаги эффективного государственного управления». – Киев: 2002. -8-9 октября. -С. 81-85.
24. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического планирования //Математические машины и системы. -2003. -№ 4. -С.3-14.
25. Морозов А.О., Кузьменко Г.Е., Яровой А.Д. Основні проблеми інформатизації Збройних Сил України на сучасному етапі //Наука і оборона. –2004. – №3. – С.16-21.
26. Котенкова Г.М. Основи технології обробки даних при проведенні ситуаційного експертного аналізу можливостей ВПК щодо виробництва та модернізації систем озброєння (тези) //Материалы международной научно-технической конференции «Искусственный интеллект и многопроцессорные системы». –200, 20-25сентября. – Т.2. – С.148-152.
27. Асельдеров З.М. «Континуум розумності» ситуаційних центрів / В.І.В'юн, А.О.Морозов // Искусственный интеллект.-2004.-№4. -С.245-249.
28. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений // XI Международная научно-практическая конференция «Построение информационного общества: ресурсы и технологии (тезисы докладов и информационные материалы)». Киев. - 2005. -С.115-123.
29. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е. Построение сценариев развития событий – основа функционирования информационно-аналитических систем типа Ситуационные центры // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. -Київ.-2005, 7 червня. - С.42-44.
30. Кузьменко Г.Е., Литвинов В.А. К проблеме создания и анализа информационных технологий СППР типа ситуационных центров // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології». -Київ. –2005, 28 червня - 2 липня. –С.195.
31. Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Некоторые методы и модели «малой» интеллектуализации интерфейса пользователя в системах организационного управления // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції «Системний аналіз та інформаційні технології». - Київ. – 2005, 28 червня – 2 липня. – С.197.
32. Кузьменко Г.Е. Мониторинг согласованности элементов информационной базы СППР. Подходы, методы и средства / В.А.Литвинов, С.Я.Майстренко // Матеріали науково-практичної конференції «Моделі та інформаційні технології в управлінні соціально-економічними, технічними та екологічними системами». Луганськ. –2005, 20-21 квітня. –С.191-193.
33. Котенкова Г.Н. Использование ситуационных центров в задаче анализа и оценки альтернативных вариантов // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. -Київ.-2005, 7 червня. - С.38-41.
34. Морозов А.А. Ситуационные центры. Основные принципы конструирования / Г.Е.Кузьменко, В.И.Вьюн, В.А.Литвинов //Математические машины и системы. -2006. - №3. - С.73-79.
35. Кузьменко Г.Е., Литвинов В.А. Методы и средства проектирования и анализа информационных технологий СППР типа ситуационных центров // Збірник доповідей науково-практичної конференції «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». Київ. -2006. -С.5-8.



36. Беспалов В.П., Коваль Ю.Х. Автоматизована система "Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах" // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. - Київ.- 2005, 7 червня. - С.82-85.
37. Білецький Б.О. Використання засобів ГІС в системах підтримки прийняття рішень (прикладні реалізації) /О.В.Ситниченко, Є.В.Качан, А.В.Кудря // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю.-Київ. –2005, 7 червня. -С.10-14.
38. Еременко Т.К. Мониторинг объектов, являющихся ресурсом для использования в работе кризисных ситуационных центров / Оксанич И.Н., Пилипенко Ю.Г. // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. -Київ. – 2005, 7 червня. - С.70-71.
39. Хомініч В.С. Ситуаційний центр регіонального управління, кількісна оцінка готовності ПНО протистояти терористичним загрозам // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю. -Київ.-2005, 7 червня. - С.76-77.
40. Хомініч В.С. Оцінка надзвичайної ситуації на ПНО у ситуаційному центрі регіонального рівня: Збірник доповідей науково-практичної конференції "Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика". Київ.-2006.- С.16-19.
41. Еременко Т.К. Оценка готовности объектов при мониторинге ресурсов в работе кризисных ситуационных центров / И.Н.Оксанич, Ю.Г.Пилипенко // Збірник доповідей науково-практичної конференції «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». -Київ. - 2006. - С.68-70.
42. Хомініч В.С. Оцінка виникнення кризової ситуації на об'єктах підвищеної небезпеки: Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю "Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика". - Київ. – 2007, 7 червня. -С.33-36.
43. Еременко Т.К. Элементы информационно-аналитической поддержки для работы кризисного ситуационного центра / И.Н.Оксанич, Ю.Г.Пилипенко // Збірник доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю "Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика". - Київ. - 2007, 7 червня. -С.33-36.
44. Серебровский А.Н. Методы оценки вероятностей отказов в процессах прогнозирования техногенных чрезвычайных происшествий // Математичні машини і системи. – 2007.-№2.-С 111-116.
45. Серебровский А.Н., Стрельников В.П. О модельно-алгоритмическом базисе прогнозирования элементарных нежелательных техногенных событий // Міжнародний науково-технічний збірник "Надійність і довговічність машин і споруд". –Київ, 2007. -№1.- С. 9.
46. Серебровский А.Н., Стрельников В.П. Об использовании вероятностно-физических моделей отказов для оценки вероятностей элементарных событий, порождающих техногенную опасность // Математичні машини і системи. –2007. -№1. -С.137-143.

## 1.2. А.А.МОРОЗОВ

### **СИСТЕМЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

---

Принятие решений было и остается главной задачей человека и человечества. По мере развития общества этот процесс усложняется и требует создания новых методов и средств для его ускорения.

Развитие промышленности, появление новых технологий ставят человека все в более сложные условия. Количество информации, которую надо переработать и воспринять, увеличивается непрерывно, а время, отводимое для принятия решения, уменьшается, т.к. растет динамика процессов и их сложность. Человек уже не в состоянии отобрать необходимую информацию, обобщить, проанализировать и принять правильное решение. Попытка расчленения этапа решения за счет создания цепочки Лиц, Принимающих Решения (ЛПРов), только частично решила эту проблему при резком снижении эффективности и качества самого процесса управления. Управление концернами, банками, ведомствами, государством поставило перед наукой задачу развития теории принятия решений и создания новых информационных технологий. Здесь под информационными технологиями подразумеваются процессы извлечения информации (знаний) из данных, предполагающих «наличие упорядоченной последовательности операций по сбору, накоплению, преобразованию, отображению, распространению как самих данных, так и содержащейся в них информации, с целью удовлетворения информационных потребностей пользователя» [1].

На ранних этапах технологического развития общества основные усилия были направлены на создание всевозможных датчиков, позволяющих представить определенные характеристики объекта в форме, понятной человеку (число, уровень, физические характеристики и т.д.).

Характеристики объекта снимались в виде определенных данных, которые воспринимались человеком. Все остальные этапы процесса принятия решений выполнялись непосредственно человеком. В этот период появились требования к данным с точки зрения их информативности и возможности восприятия.

В общем случае это точность, полнота, своевременность, выразительность, доступность, массовость, экономичность. Чтобы получать информацию об объекте с такими характеристиками, нужно было пройти путь от механических датчиков до электронных, а затем интеллектуальных [2]. Развитие технологий съема информации позволило перейти от простых объектов к сложным, от статических к динамическим. Получение характеристик объекта в динамике его функционирования привело к желанию управления этим объектом во времени. Появилась проблема управления – задача удержания характеристик объекта в определенных человеком (природой) границах на заданном временном интервале.

Проводя анализ, моделирование, выработку управляющих воздействий, человек перешел к созданию регуляторов, которые заменяли бы его в управлении объектом и обрабатывали отобранный им алгоритм. После выбора лучшего решения проводилось проектирование простого, сложного, очень сложного регулятора и решалась задача управления объектом без человека.

Объекты со встроенными регуляторами такого типа получили название системы с автоматическим управлением, а сложные регуляторы – автоматические системы управления.

Под автоматическими системами принято понимать такой класс систем, в котором решения по управлению объектом (процессом) принимает регулятор (сложный регулятор, автомат) без вмешательства человека.

Создание и развитие вычислительной техники позволило подойти к проблеме принятия решений принципиально на новой основе. Появилась возможность проведения многопланового анализа состояния объекта, моделирования его поведения от ускоренного до реального масштаба времени, выбора вариантов решения и прогнозирования поведения объекта во времени при предложенном решении.

Началась автоматизация управления объектами со слабоструктурированными задачами, где имеется неоднозначность, противоречивость и неполнота начальных данных и знаний. Для принятия решения в условиях неопределенности в контур системы управления таким объектом был включен человек. Системы данного класса получили название автоматизированных [3].

Основной задачей в автоматизированных системах управления является обслуживание **ЛПР**ов. Поэтому от качества технологии подготовки информации **ЛПР**у и оказания ему помощи в принятии решения зависит эффективность функционирования **АСУ** в целом.

**АСУ**- это такая система, в которой на всех уровнях управления существует современная информационная технология автоматической подготовки информации для принятия решений **ЛПР**ом (группой **ЛПР**ов).

Есть два режима работы **ЛПР**а при принятии решения: индивидуальный и коллективный.

Хотя индивидуальному режиму работы **ЛПР**а (рис.1) уделено достаточно много внимания [4,5], особенности работы **ЛПР**а в индивидуальном режиме в **АСУ** в полной мере еще не изучены и не обеспечены современными информационными технологиями.



Рис.1. Схема работы ЛПР в режиме индивидуального принятия решения

При создании сложных экспертных систем [6] основной остается проблема формализации знаний. По мере достижения полной, с точки зрения эффективности и безопасности, формализации знаний об объекте появляется возможность перехода от автоматизированных к автоматическим системам управления, а **ЛПР** поднимается на следующий уровень управления.

Характерным примером является происходящий в настоящее время процесс перехода от станков с **ЧПУ** к гибким производственным линиям, цехам-автоматам, заводам-автоматам [7,8]. Естественно, этот процесс будет продолжаться и человечество в ближайшее время подойдет к созданию отраслей-автоматов. При принятии решений переход от автоматизированных систем управления к автоматическим является процессом эффективной формализации информационных технологий. Здесь под информационной технологией процессов принятия решений подразумевается база знаний по правилам поведения объекта во времени с гарантированной выработкой управляющих воздействий для удержания характеристик объекта в заданном качественном и количественном интервале на заданном временном промежутке.

Расширение сферы использования вычислительной техники, опыт, наработанный в ходе разработок **АСУ** различных классов, позволили подойти к созданию автоматизированных систем, получивших название «ситуационных центров», задачей которых является управление большими организационными структурами типа концерн, отрасль, государство [9].

Ситуационный центр (**СЦ**) – это интегрированная система, объединяющая человеческий интеллект, новейшие информационные технологии, современные программно-технические средства и средства моделирования, позволяющие в человеко-машинном режиме принимать решения и прогнозировать последствия этих решений по комплексным проблемам управления для сложных объектов.

**СЦ** на основе использования современной техники, методологии, информационных технологий позволяет создать, реализовать и обеспечить такие составляющие решений, как системность, прогноз, оценка факторов риска.

В **СЦ ЛПР** может реализовать две технологии подготовки и принятия решений – индивидуальную и коллективную. Индивидуальная работа **ЛПРа** в ситуационном центре отличается от стандартной только спецификой работы с базами знаний, возможностями генерации экспертных систем (**ЭС**) из комплекса баз знаний **СЦ** под рассматриваемую проблему, технологией взаимоотношения **ЛПРов** при решении проблемы на горизонтальном уровне.

В общем случае технологию работы в **СЦ** можно представить как последовательность реализации информационных технологий (рис.2).

Первый этап решения проблемы – это выбор подмножества экспертов и **ЛПРов**, которые обеспечат качественное решение проблемы. Предположим, что в базе данных по **ЛПР** есть  $M$  человек, а в базе данных по экспертам –  $N$  человек. Тогда из множества

$$(M + N) \tag{1}$$

нужно выбрать подмножество, принадлежащее к множеству (1), для решения проблемы  $P$

$$(M + N) \in \left( \sum_{i=1}^a m_i + \sum_{y=1}^b n_y \right), \tag{2}$$

где  $0 \leq a \leq M$  ;  $0 \leq b \leq N$  .

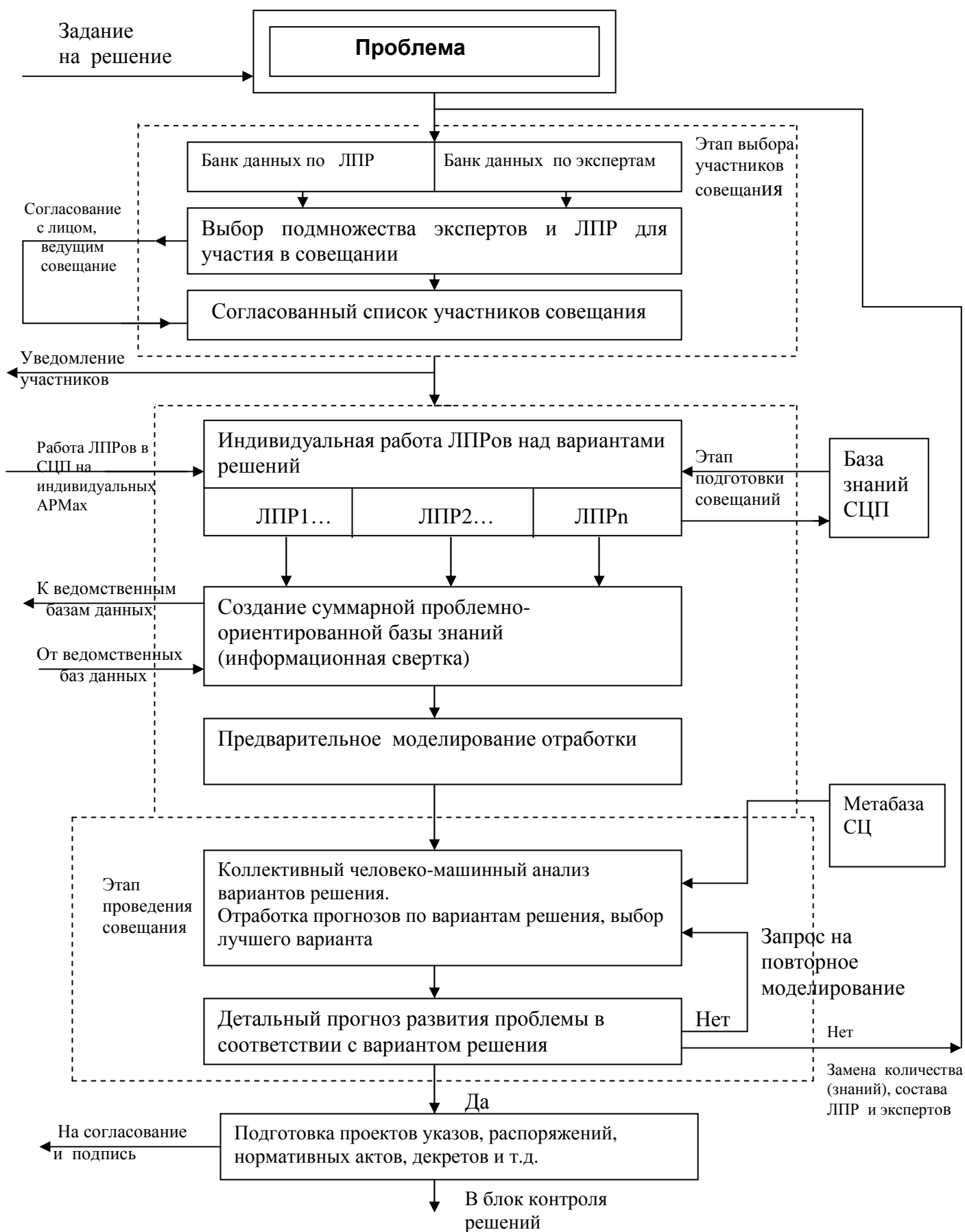


Рис.2. Схема техпроцесса подготовки и проведения совещания в ситуационном центре Президента

Следовательно,

$$(M + N) \geq \left( \sum_{i=1}^a m_i + \sum_{y=1}^b n_i \right)_p. \quad (3)$$

Если условие (3) нарушено, то необходимо расширять множество (1) за счет введения в банки экспертов и **ЛПРОв** новых данных. Требование (3) определяет необходимость привлечения такого количества **ЛПРОв** и экспертов, суммарные знания которых позволяют эффективно решить проблему  $P$ . Поэтому на первом этапе разработки **СЦП** (ситуационного центра Президента) одной из главных является проблема создания технологии оценки знаний экспертов и функций **ЛПРОв**.

После формирования списка участников начинается второй этап – подготовка совещания. На этом этапе каждым **ЛПРОм** и экспертом формируются предложения по решению проблемы, проводятся работы с ЭС, распределенными банками знаний.

При выполнении этих работ возникает ряд задач, решение которых является достаточно сложным. Это:

- генерация (создание) индивидуальных **ЭС**, баз данных и знаний, необходимых каждому участнику совещания, с учетом базы знаний (данных) **СЦП** и ведомственных или других проблемно-ориентированных знаний (данных), относящихся к рассматриваемой проблеме;
- создание элемента метабазы **СЦП**, который содержит данные о всех созданных ЭС, базах данных и знаний под решение данной проблемы и может быть справочной системой для всех лиц, готовящихся к совещанию;
- создание технологии формализации и объединения формализованных знаний определенной группы участников совещаний для подготовки локальных групповых решений;
- создание локальных моделей, позволяющих участникам оценить эффективность вырабатываемых для совещания решений.

Теории, технологии и методологии решения подобных задач в настоящее время только создаются, а от них зависит во многом эффективность решения проблемы  $P$  в целом.

Следующим этапом подготовки является создание проблемно-ориентированной базы

знаний  $\left( \sum_{i=1}^a m_i + \sum_{y=1}^b n_i \right)_p$  отобранных участников совещания для использования ее в режиме

коллективного решения и отработка на этой базе возможных штатных ситуаций по управлению объектом. Интеграция знаний отобранных участников совещания является достаточно сложной проблемой, потребовавшей создания новых теоретических и практических подходов, в результате которых был разработан метод информационной свертки.

Под информационной сверткой в системах коллективного принятия решений подразумевается последовательность человеко-машинных действий, позволяющая на основе анализа индивидуальных баз знаний экспертов по данной проблеме построить (создать) временную интегральную проблемно-ориентированную базу знаний для выработки коллективного решения по рассматриваемой проблеме.

После проведения информационной свертки в базе данных (знаний) **СЦП** появляется проблемно-ориентированная база как элемент общей базы **СЦП**.

Созданная база данных позволяет подойти к предварительной разработке решений на базе моделей **СЦ**. При этом **ЛПРОм** (группой **ЛПРов**) могут отрабатываться так называемые штатные ситуации, т.е. те решения, которые будут предложены участникам совещания в качестве начальных. В **СЦ**, как правило, должны быть предусмотрены модели трех уровней: грубой оценки; реально-временные модели; работающие в относительном масштабе времени (модели тонкой оценки).

Модели грубой оценки типа «да-нет» работают в ускоренном масштабе времени и используются для анализа предложений участников.

Реально-временные модели используются после определения «да-нет» на моделях первого класса и предназначены для более тонкого анализа предлагаемых вариантов решения и обеспечивают выдачу результатов в реальном масштабе времени работы совещания.

Модели, работающие в относительном масштабе времени, - это класс моделей, которые по отобранному варианту дают возможность для детальной отработки прогноза и технологии выполнения выбранного варианта. Последний класс моделей является самым сложным, требует достаточно больших вычислительных мощностей и используется, как правило, после проведения совещания. К моделям такого класса предъявляются достаточно жесткие требования по их адекватности рассматриваемому процессу.

Модели всех трех классов должны быть выполнены до начала проведения совещания, и в **СЦ** они находятся в отдельной базе моделей. Существует несколько подходов к созданию базы моделей. Основу этой базы составляют, как правило, те модели, которые определяют главный круг вопросов, рассматриваемых (решаемых) на данном конкретном **СЦ**. В случае необходимости включения новых задач, другие модели должны быть разработаны и включены в базу моделей **СЦ**.

Если это разовые задачи или которые решаются на других уровнях управления, то перед проведением совещания производится формирование базы моделей под конкретную проблему для данного **СЦ** за счет получения этих моделей из сети управления. Таким образом, появляется проблема создания элемента метабазы **СЦ**, характеризующего как базу моделей **СЦ**, так и распределенную базу моделей. Режим принятия решения в **СЦ** может потребовать возможность работы с распределенной системой моделей. Эта проблема относительно новая и требует разработки соответствующих технологий, которые намного сложнее, чем в случае работы с распределенной базой данных. Основным режимом **СЦ** является коллективное принятие решения. Все работы, выполняемые в предыдущие этапы, направлены на обеспечение этого главного режима.

Развитие теории искусственного интеллекта, экспертных и других систем, появление вычислительной техники четвертого поколения, развитие систем телекоммуникации позволили реально подойти к решению проблемы Ситуационного центра высшего звена управления. Система данного класса является самой сложной из всех разрабатываемых в настоящее время систем принятия решений.

Однако, несмотря на все названные проблемы, создание такой системы в ближайшем будущем является реальностью.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скурихин В.И. О формулировании концепций. Концепция «четырёх И» //УСИМ.-1989.-№2. – С.7-12.
2. Болушевский В.С. и др. АСУТП производства стали в конверторах. - Киев,1991.
3. Кунцевич В.М. Горизонты информатики //УСИМ.-1989.-№2. – С.32-35.
4. Осуга С. Обработка знаний.-М.: Мир, 1989. – 293 с.
5. Кокарева Л.В. Диалоговые системы и представление знаний / Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л.; – Киев,1993. Справочное пособие.
6. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений //УСИМ. –1993. - №3. – С.13-22.
7. Shach R. Erfahrungen curohalscher CIM-Anwender |VDI-z-Bd 129. – 1987. - №11 - P.36-47.
8. Морозов А.А. Комплексные автоматизированные системы управления: пути развития и перспективы / Скурихин В.И.; УСИМ. – 1987. - №6.- С.7-15.
9. Мелихов А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. – М.: Наука, - 1990.- 272 с.



### 1.3. А.А.МОРОЗОВ

## НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Проблема информатизации общества в настоящее время становится одной из главных. Это связано с новым качеством современных информационных ресурсов, которые приобрели столь важное значение, что разумное оперирование ими во многом определяет благосостояние и безопасность общества.

*Определим информатизацию как непрерывный процесс интеллектуализации и ускорения обработки информационных ресурсов во всех звеньях инфраструктуры общества.*

Уровень информатизации естественно определяется:

- во-первых, уровнем развития в данном обществе информатики – отрасли науки, изучающей структуру и общие свойства информации, а также вопросы, связанные с ее сбором, хранением, поиском, переработкой, преобразованием, распределением и использованием в различных сферах человеческой деятельности [1-3];
- во-вторых, уровнем развития вычислительной техники и средств телекоммуникации как основной базы информатизации [4].

Конечной целью использования информационных ресурсов всеми уровнями инфраструктуры, как правило, является принятие решения. От профессионализма, качества, своевременности принятия решения во многом зависит наше настоящее и будущее. Технология решения в общем случае представлена на рис.1.

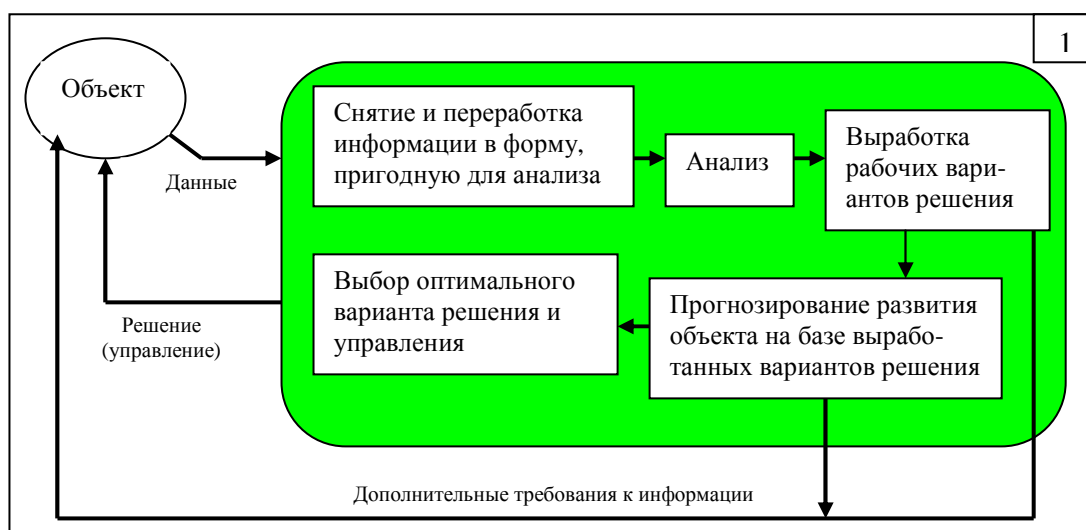


Рис. 1. Технология принятия решения

Процесс принятия решения включает пять основных фаз. От того, насколько качественно осуществлены подготовка и проведение каждой фазы, зависит и качество конечного решения. Поэтому управлять процессом принятия решений означает управлять каждой фазой этого процесса и их совокупностью.

Проблемы принятия решения стоят особенно остро на уровне систем, где задачи управления слабо структурированы и слабо формализованы, где имеется неоднозначность, противоречивость и неполнота начальных данных и знаний об объектах и процессах. К такому классу систем можно отнести системы управления крупными концернами, ведомствами, государством и т.д., т.е. класс систем, где предложение по варианту решения вырабатывается совокупностью лиц, принимающих решение (ЛПР), а принимается решение либо коллективно (парламент, Верховный Совет), либо единолично (генеральный директор, министр, Президент).

Работа в таких системах осуществляется в двух режимах: *индивидуальном*, когда ЛПР на основе имеющейся информации, пользуясь индивидуальными знаниями или экспертной системой, принимает решение; *коллективном*, когда ЛПР участвует в проведении совещания, где анализируется соответствующая проблема и принимается решение на основе коллективной модели процесса.

Индивидуальный режим характеризуется тем, что ЛПР (эксперт) анализирует события и принимает решения, в основном опираясь на собственную базу знаний. При использовании экспертной системы (ЭС) ЛПР к собственной базе знаний добавляет возможности базы знаний экспертной системы. Технология работы ЛПР в таком режиме представлена на рис.2

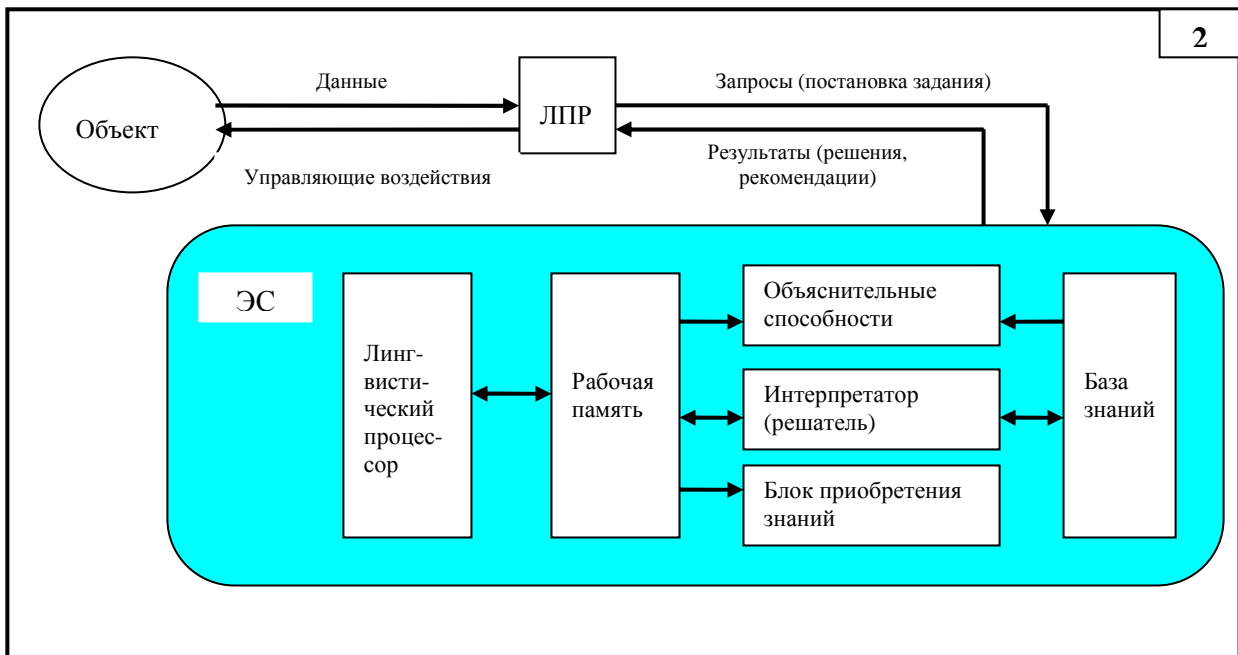


Рис. 2. Технология работы ЛПР с использованием ЭС

Необходимость использования цепочки «объект – ЛПР – ЭС» связана с тем, что эксперты имеют то, что мы обычно называем здравым смыслом, или общедоступными знаниями. Это широкий спектр общих знаний о мире, о законах, которые в нем действуют, т.е. знания, которыми каждый из нас обладает и постоянно пользуется. Из-за огромного объема знаний, образующих здравый смысл, не существует легкого способа встроить их в интеллектуальную программу, которая может быть составной частью ЭС.

Класс систем, когда ЛПР работают с ЭС, в литературе принято называть интеллектуальными системами (ИС). ИС для этого режима работы ЛПР создаются и развиваются

очень быстро. Так, в 1995г. по прогнозам США на рынке будет продано конкретных ИС на 9 млрд.долларов, а технологий их проектирования – на 90 млрд. долларов.

До настоящего времени основной проблемой создания систем для ЛПР, работающих в индивидуальном режиме, считалась проблема создания базы знаний. Была принята концепция, которую известный американский ученый Д.Уотерман формулирует таким образом: «Чтобы сделать программу интеллектуальной, ее нужно снабдить множеством высококачественных специальных знаний о некоторой предметной области» [5,6]. При этом исходят из следующих соображений.

1. Знания, позволяющие эксперту (или ЭС) получать качественные и эффективные решения, являются в основном эвристическими, экспериментальными, неопределенными, правдоподобными.

2. Мощность экспертной системы обусловлена, в первую очередь, мощностью базы знаний и возможностью ее пополнения и только во вторую очередь – используемыми ею методами (процедурами).

3. Учитывая неформализованность решаемых задач и эвристический личностный характер используемых знаний, пользователь (эксперт) должен иметь возможность непосредственно взаимодействовать с ЭС в форме диалога.

В рассматриваемой концепции ЭС считается, что решение одной главной задачи – построение базы знаний – позволит ЛПР успешно выполнять свои функции. Основное отличие предлагаемого нами подхода состоит в том, что все пять фаз выработки ЛПР решения считаются одинаково важными и эффективность решения можно получить при системном подходе к каждой фазе решения с учетом эффекта синергизма.

Для обеспечения индивидуального режима работы ЛПР исследуется предметная область ЛПР, определяется технология получения информации о процессе, создаются модели процессоров, строятся базы знаний, позволяющих ЛПР принимать решения с учетом имеющегося опыта работ. В каждой фазе закладывается свой уровень погрешности и важно сделать так, чтобы суммарная погрешность была меньше допустимой. Так, например, для того, чтобы снять информацию, надо знать, какая информация о процессе понадобится; знать динамику съема информации; знать достоверность информации и т.д. А это уже закладывает уровень неоднозначности для заключительной фазы.

Особое значение имеет переработка информации в форму, пригодную для анализа. Проблема представления информации для ЛПР и ЭС остается одной из острейших. ЛПР воспринимает весь комплекс визуальной, звуковой, осязательной, обонятельной информации и может охватить картину в целом, как бы объемно и во времени, определить главную проблему для данного момента. Преобразование сенсорной информации в символьную форму сопряжено с частичной потерей этой информации, что ограничивает возможности ЭС. Об этих проблемах говорил в свое время академик В.М. Глушков. Развитие работ в этом направлении можно проследить в работах по теории и практике создания КАСУ [7,8].

Последующие этапы – анализ и выработка вариантов решения. Возможности ЛПР на этих этапах определяются его знаниями предметной области, мощностью и возможностью экспертной

системы, которую он использует. На этом этапе возникают все проблемы, которые связаны с базой знаний, построением ЭС.

После выбора двух-четырех вариантов решения существует очень важный этап – прогнозирование поведения объекта для каждого из выбранных вариантов. Здесь появляется проблема построения модели процесса, проблема доказательства адекватности модели процессу, проблема реализации работы модели на граничных условиях рабочих вариантов, проблема оценки методом прогнозирования эффективности выбранного варианта и много других проблем. Последний этап связан с проблемой оформления результатов решения и выработки управляющих воздействий.

Таким образом, на всех этапах принятия решения в индивидуальном режиме за ЛПР остаются функции синтеза разносторонней информации и реакция на неожиданные повороты событий.

Выше рассмотрен относительно простой вариант, когда ЛПР один на один с объектом принимает решение. И уже в этом случае понятно, что нельзя остановиться только на решении проблемы построения баз знаний или экспертных систем. Это отдельные этапы процесса принятия ЛПР решения. Чтобы эффективно решить эту задачу, необходима разработка информационных технологий для всех этапов и их совокупности.

Еще более сложная проблема возникает в случае подготовки и принятия решений в режимах коллективной работы ЛПР разных уровней с различной проблемной ориентацией. Отсутствие теоретических разработок, невозможность реализации процессов выработки решения без специального информационного программно-технического и организационного обеспечения практически во многом и определило наше теперешнее состояние в экономике и политике. В обычном случае при анализе, принятии и отработке решений со временем расширяется круг лиц и, как правило, происходит разрегулирование процесса управления за счет появления достаточно большого количества управляющих воздействий, не согласованных во времени и пространстве.

Начинает работать сформированный нами при создании больших систем «принцип трубы», заключающийся в том, что «если необходимо увеличить пропускную способность трубопровода, имеющего одинаковое сечение на всех участках, нельзя увеличить его сечение только на одном участке». Этот принцип дает образное представление о том, что при решении сложной проблемы очень хорошее решение по достижению промежуточной целевой функции, не согласованное со всеми остальными, может дать ухудшение функционирования системы в целом. Каждое принятое решение, как правило, основывается на опыте ЛПР или группы лиц, возглавляемых данным ЛПР, и имеет определенную целевую функцию. ЛПР нижнего уровня входят в группу лиц, решающих задачи последующего уровня, и т.д.

Таким образом, существует граф, связывающий всех исполнителей в системе, и граф множества промежуточных целевых функций, определяющих конечную целевую функцию и реализующих принцип взаимосвязи частных целевых функций. В больших системах появляется самостоятельная проблема построения такого графа по конечной целевой функции системы.

Таким образом, для решения сложной проблемы необходимо согласование в пространстве и времени множества параллельных процессов. Понятно, что управление таким множеством

параллельных процессов – довольно сложная проблема, требующая новых подходов как к процессам построения информационных потоков, так и к процессам их обработки для принятия решения. Можно, например, назвать несколько предложенных Виктором Михайловичем Глушковым подходов, которые и определили возможности создания таких систем. Это, например, принцип новых задач и разового ввода информации [8]. Данное требование, в свою очередь, определяет необходимость новой технологии в организации доступа к данным.

Рассмотрим технологию работы ЛПР в режиме коллективного решения (рис.3).

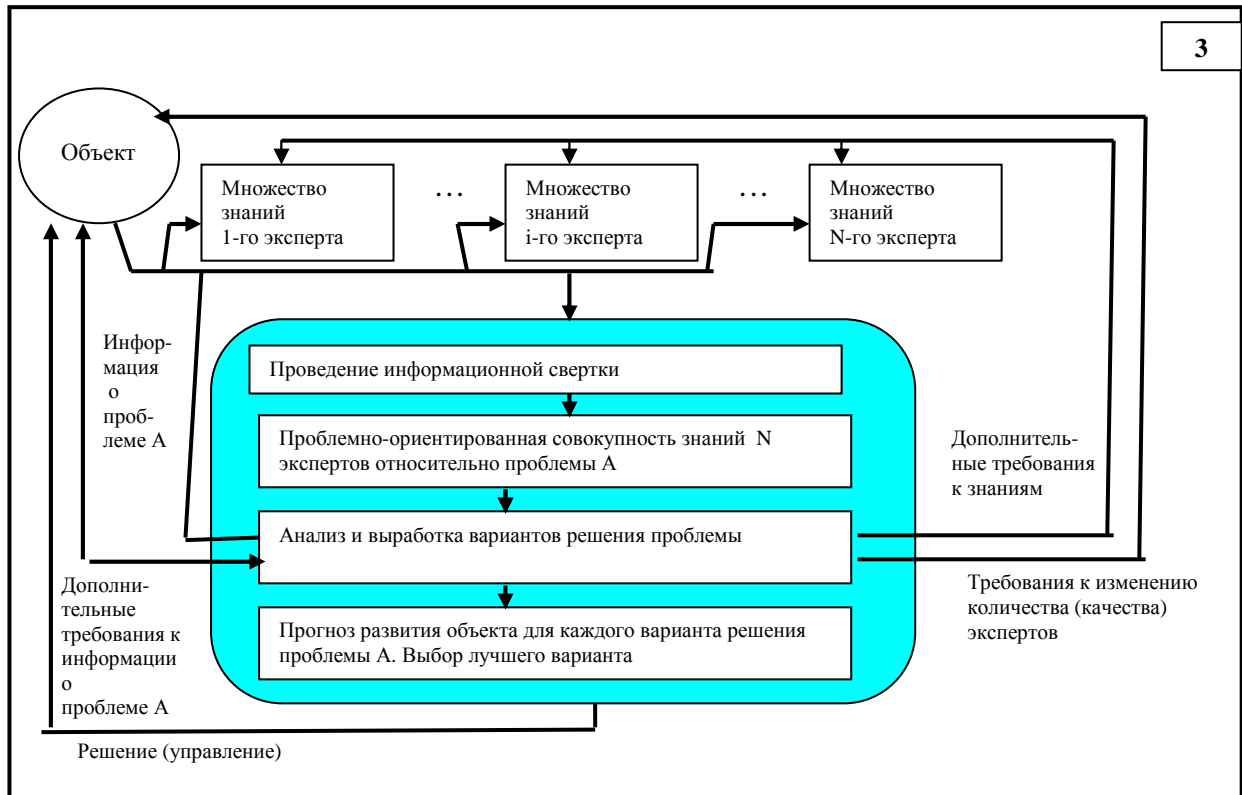


Рис. 3. Технология принятия решения в режиме коллективной работы экспертов

Первая проблема, вытекающая из анализа работы ЛПР в таком режиме, связана с возможностью создания коллективной базы знаний. Это несколько другая база знаний, чем рассматриваемая для индивидуальной работы ЛПР. Для ее генерации необходимы отбор части знаний каждого ЛПР, связанных с обсуждением данной проблемы, создание технологии интеграции этих частей и проведение работы по отбору решений, прогнозированию и выбору управляющего воздействия на базе интегральной (коллективной) базы знаний. Сама постановка этой задачи определяет сложность подходов к ее решению. До настоящего времени нет теории и нет предложенной методологии формирования коллективной базы знаний в условиях работы группы ЛПР.

Нами сформулирован новый метод, позволяющий подойти к решению этой проблемы. Этот метод получил название *информационной свертки*.

Пусть  $A$  - решаемая проблема;  $N$  - количество экспертов, отобранных для выработки предложений по решению проблемы;  $M_i$  - подмножество знаний  $i$ -го эксперта, формально

представленных в его базе знаний;  $G_i$  - подмножество знаний  $i$ -го эксперта, которые нельзя представить формально;  $m_{ia} + g_{ia}$  - подмножество знаний конкретного эксперта, необходимое для решения проблемы А. Тогда получим:

1) множество знаний, имеющееся у  $N$  экспертов:  $\sum_{i=1}^N (M_i + G_i)$ ;

2) подмножество знаний  $N$  экспертов, необходимое для решения проблемы А:

$$\sum_{i=1}^N (m_{ia} + g_{ia}).$$

В соответствии с этим следует, что обязательным условием решения проблемы А является

$$\sum_{i=1}^N (m_{ia} + g_{ia}) \in \sum_{i=1}^N (M_i + G_i); \quad (1)$$

Если это условие не соблюдается, то количество (качество) экспертов  $N$  для решения проблемы А определено неправильно. Процесс выбора экспертов является самостоятельной сложной задачей. В случае несоблюдения условия (1) необходим просмотр количества (качества) экспертов и повторный анализ (1). Таким образом, исходя из (1) процесс информационной свертки представляет собой переход от множества  $\sum_{i=1}^N (M_i + G_i)$  к подмножеству  $\sum_{i=1}^N (m_{ia} + g_{ia})$ . Из (1)

видно, что если в частном случае  $\sum_{i=1}^N G_i = 0$ , тогда (1) превращается в

$$\sum_{i=1}^N m_{ia} \in \sum_{i=1}^N M_i, \quad (2)$$

При (2) возможно автоматическое проведение информационной свертки для формирования базы знаний под решение проблемы А и переход к более простому классу ЭС с автоматической подготовкой вариантов решений.

Из (1) и (2) следует, что при создании сложных экспертных систем нужно стремиться к (2), т.е. на первый план создания ЭС выходит проблема формализации знаний.

Однако при принятии решений в сложных системах практически всегда  $\sum_{i=1}^N G_i \neq 0$ , и информационная свертка проводится с участием ЛПР в человеко-машинном режиме.

*Под информационной сверткой в системах коллективного принятия решений понимается последовательность действий, позволяющая на основании анализа индивидуальных баз знаний экспертов по данной проблеме построить (создать) временную интегральную проблемно-ориентированную базу знаний  $\sum_{i=1}^N (m_{ia} + g_{ia})$  для выработки коллективного решения по проблеме А.*

На основании полученной при информационной свертке проблемно-ориентированной базы знаний группой ЛПР осуществляется последовательно отбор вариантов, прогнозирование, выбор и обработка лучшего варианта. Реализация каждого из этих этапов в режиме коллективного принятия решений имеет ряд специфик [9].

В качестве конкретного примера новых информационных технологий рассмотрим один класс системы – Ситуационный центр (СЦ). Это – высшая форма систем коллективной работы экспертов (экспертная система коллективного пользования); система ситуационного управления, которая объединяет человеческий интеллект, информационные технологии, современные программно-технические средства и способы моделирования в процессе принятия решений относительно комплексных проблем.

СЦ на основе использования современной техники, методологий, информационных технологий позволяет создать, реализовать и обеспечить такие составляющие решений, как системность, прогноз предполагаемых процессов развития, оценка фактор риска. При этом обеспечивается возможность использования различных каналов связи, компьютерных сетей, телекоммуникаций, современной вычислительной и информационной техники. В режиме коллективного обсуждения участники-эксперты вносят свои предложения по изменению граничных условий, критериев оценки, уточняют данные, выдвигают дополнительные гипотезы по развитию ситуаций. Как правило, в СЦ используются модели различных уровней от грубых до более тонких, учитывающих все необходимые (с точки зрения экспертов) данные и особенности. Грубые модели позволяют в ускоренном временном масштабе оценить возможный ход событий при предложенных экспертами новых данных или граничных условий. СЦ позволяет реализовать новую технологию коллективного формирования решений.

*Под технологией коллективного формирования решений в условиях функционирования СЦ подразумевается последовательность человеко-машинных процедур взаимодействия между лицами, которые принимают участие в процессе коллективного обсуждения вариантов решения, и системой в ходе подготовки и проведения совещания.*

Участники совещания могут быть как лица, которые принимают участие в подготовке решения, так и лица, приглашенные для участия в обсуждении проблемы. Деятельность СЦ реализуется через специальные программно-технические инструментальные средства, которые обеспечивают работу пользователей с использованием новых информационных технологий. Сценарии развития процессов подаются деловой графикой, картографическими базами, таблицами риска, динамической машинной графикой.

Ситуационный центр представляет следующие возможности.

*При индивидуальной работе ЛПР:*

- получение необходимой справочной информации в распределенном банке данных;
- содержательная формулировка задачи, по которой должно быть принято решение;
- формирование предметно-математической модели (ПММ) и математической модели, соответствующей ПММ;
- подготовка иллюстраций для обсуждения предлагаемых ЛПР решений на совещании;
- подготовка сценария выступления ЛПР на совещании;

- работа с архивом.

*При подготовке совещания:*

- ◆ формирование группы экспертов (ЛГР) для коллективного обсуждения подготовки и принятия решений;
- ◆ проведение информационной свертки (формирование баз знаний для решения проблем совещания);
- ◆ индивидуальная работа пользователей по подготовке вариантов своих предложений для решения рассматриваемой проблемы.

*При проведении совещания:*

- ◆ санкционированный вход пользователей в систему и закрепление АРМ за участниками совещания;
- ◆ оперативный доступ к сформированной для решения проблемы базе знаний, ее дополнение и изменение;
- ◆ отображение материалов, подготовленных экспертами на средствах отображения коллективного и индивидуального пользования;
- ◆ выбор вариантов решений и оперативная оценка последствий рассматриваемых вариантов с помощью агрегированных ПММ;
- ◆ формирование окончательного решения по каждому вопросу;
- ◆ выдача твердых и мягких копий принятых решений по указанию лица, проводившего совещание.

В настоящее время разработан ряд конкретных систем различных уровней для коллективной подготовки и принятия решений на базе СЦ, позволяющих сделать еще несколько шагов в теоретическом и практическом планах создания новых информационных технологий принятия решений.

Рассмотрим в качестве примера реализации такой технологии систему для коллективного моделирования ситуаций и принятия решений по прогнозированию процесса загрязнения воды в каскаде Днепровских водохранилищ и выработке решений о мерах уменьшения загрязнения после аварии на ЧАЭС [10-12].

Система поддержки принятия решений в области охраны вод создавалась с ориентацией на решение задач, возникших при техногенном загрязнении водосборов крупной речной системы, включающей каскад водохранилищ. Формирование в таких случаях под влиянием снеготаяния и ливневых осадков долговременного источника поступления загрязнений в речную сеть ставит перед группами экспертов, привлеченных к подготовке принятия решения по охране вод, следующие проблемы:

- \* анализ пространственно-временного распределения загрязнений в речной системе;
- \* подготовка прогнозов сезонной миграции загрязнений по каскаду водохранилищ;
- \* анализ эффективности инженерных сооружений, предлагаемых для уменьшения интенсивности распространения загрязнений вниз по течению потоков;



\* оценка влияния режимов работы ГЭС на распределение загрязнений в каскаде водохранилищ и подготовка рекомендаций по оптимальному режиму эксплуатации каскада на основе критериев, связанных с качеством вод;

\* анализ влияния местоположения водозаборов на концентрацию загрязнений в питьевой воде и оценка необходимости удалить водозаборы от источников загрязнения;

\* анализ эффективности мер по изъятию из водоемов наиболее загрязненных донных отложений;

\* оценка последствий размещения новых потенциально опасных для окружающей среды производств в загрязненном речном бассейне.

Система поддержки принятия решений по перечисленному кругу вопросов разрабатывалась на базе созданного в Институте проблем математических машин и систем НАН Украины *Ситуационного центра*, в котором разнообразные внешние устройства индивидуального и коллективного доступа обеспечивают интерактивное взаимодействие экспертов с информационно-вычислительным комплексом, включающим большие, средние и персональные ЭВМ. Одновременная работа с комплексом группы экспертов обеспечивается экраном коллективного внимания и световым табло. Графические дисплеи позволяют предоставлять отдельным группам экспертов различную информацию.

Основными блоками программного обеспечения системы являются:

\* средства ведения и первичного анализа баз данных результатов измерений концентрации загрязнений в речной системе;

\* комплекс вычислительных программ, реализующих иерархически построенную систему математических моделей, описывающих миграцию загрязнений в водоемах;

\* средства ведения баз данных гидрометрической и метеорологической информации, используемой в вычислительных моделях;

\* средства ведения баз данных результатов вычислительных экспериментов;

\* графический комплекс, предназначенный для представления данных из БД на графических устройствах в виде схем, графиков, гистограмм, диаграмм;

\* графический комплекс, предназначенный для воспроизведения на графических устройствах скалярных и векторных полей гидрофизических характеристик, рассчитанных при различных сценариях внешних воздействий на речную систему;

\* диалоговый монитор, предназначенный для организации проблемно-ориентированного диалога.

Каждый из перечисленных проблемно-ориентированных и инструментальных процессов реализован на конкретных типах ЭВМ, а связывает их между собой распределенная мониторинговая система.

При подготовке прогнозов и рекомендаций по инженерным воздействиям на речную систему ключевую роль играет комплекс математических моделей. Все модели комплекса в различном временном и пространственном масштабе осреднения описывают как гидродинамические факторы переноса примесей, так и процессы миграции загрязнений в растворимой форме, на взвесах

и в донных отложениях. Структура информационных потоков при этом зависит от класса моделей.

В системе используются модели следующих типов:

- *камерные* (оперируют параметрами, осредненными по водохранилищу или по его фрагменту);
- *одномерные*, или *русловые* (физические переменные усреднены по сечению потока);
- *двумерные плановые* (описывают средние по глубине скорости течения, а концентрации взвеси и радионуклидов используются для моделирования отдельных водохранилищ);
- *двумерные с вертикальным разрешением* (для описания течений и переноса примесей на участках резкого изменения глубин);
- *трехмерные* (реализованы на основе метода расщепления).

Использование описанной системы математических моделей для поддержки принятия оперативных решений стало возможным на основе специальной технологии работы в СЦ, важную роль в которой играет банк результатов математического моделирования. Специалисты в области математического моделирования к оперативным совещаниям экспертной группы подготавливали различные сценарии развития радиологической ситуации в водоемах, проводя вычислительные эксперименты по математическим моделям с распределенными параметрами, требующими значительных затрат машинного времени больших ЭВМ комплекса.

Рассчитанные типовые сценарии для заданного диапазона параметров через распределенную мониторинговую систему передавались на малые и персональные ЭВМ. Машины этого типа использовались для визуализации результатов расчетов на широком наборе инструментальных средств, а также применялись для поддержки моделей с сосредоточенными параметрами (камерных моделей), требующих относительно малых вычислительных ресурсов, а на малых и персональных ЭВМ на уровне параметризации результатов осуществлялась связь между моделями различных типов. Результаты моделирования выносились на обсуждение (с помощью электронного табло) группе экспертов, включающей экологов, физиков, геохимиков, гидробиологов, специалистов в области энергетики, водного и коммунального хозяйства, санитарной гигиены.

Возникшие при обсуждении новые варианты исходных условий прогноза или управляющих воздействий на водоемы в интерактивном режиме просчитывались и визуализировались с помощью малых ЭВМ с учетом результатов предшествующих расчетов для типовых ситуаций по большим моделям. Такая технология работы, позволяющая экспертам рассмотреть большое число физически значимых вариантов параллельно с их обсуждением, дает возможность оперативно выбрать наиболее эффективные решения.

Приведенный выше пример на деле доказал эффективность новых информационных технологий коллективной подготовки и принятия решений в экстремальных и обычных условиях. В настоящее время на базе полученного опыта создается Ситуационный центр для высшего звена управления. Однако, несмотря на высокую эффективность реально полученных теоретических и практических результатов, это только первые шаги в решении проблемы, имеющей в настоящее

время особую важность,— проблемы создания теоретических основ для информационных технологий коллективной подготовки, принятия и реализации решений ЛПР.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. — М.: Наука, 1987. — 552 с.
2. Энциклопедия кибернетики. — Киев: Главная редакция УСЭ, 1974. — Т. 1. — 640 с.
3. Справочник — словарь терминов АСУ / Под ред. Ю.Э. Антипова, А.А. Морозова. — М: Радио и слово, 1990. — 127 с.
4. ЭВМ пятого поколения: концепция, проблемы, перспективы / Под ред. Мото-Ока. — М. Финансы и статистика, 1984. — 260 с.
5. Уотерман Д. Руководство по экспертным системам. - М.: Мир, 1987. — 230 с.
6. Уотерман Д. Построение экспертных систем. — М.: Мир, 1987. — 240 с.
7. Скурихин В.И., Морозов А.А. Проблемы создания и функционирования комплексных автоматизированных систем управления // УСиМ. — 1987. — №3. — С. 124.
8. Глушков В.М. Введение в АСУ. — Киев: Техника, 1974. — 554 с.
9. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: Теория и практика. — М.: Наука, - 1988. - 288 с.
10. Система поддержки коллективного принятия решения в области охраны вод на базе центра ситуационного управления / А.А. Морозов, М.И. Железняк, В.М. Михайлов, А.Б. Тимофеев // Исследование процедур поддержки принятия решений в автоматических системах. — Киев: ИК АН УССР, 1989. — С. 51-58.
11. «Каскад» — система оценки моделирования и прогнозирования радиационной обстановки в водоемах бассейна р. Днепр / А.А.Морозов, М.И. Железняк, В.М. Михайлов, Ю.И.Самойленко. - Чернобыль-88 // Докл. 1-го Всесоюз. совещания по итогам ЛПА на ЧАЭС. — Т. 3. Прогнозы изменения радиационной обстановки и дозовой нагрузки в зоне аварии. — Чернобыль: ПО «Комбинат», 1989. — С. 53-68.
12. Математическое моделирование техногенных воздействий на качество воды в каскаде водохранилищ / В.С. Михалевич, А.А. Морозов, М.И. Железняк, В.В. Михайлов // Актуальные проблемы вычислительной и прикладной математики. — Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1987. — С. 124-135.

#### 1.4. А.А. МОРОЗОВ

### **СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ – ОСНОВА УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

---

Расширение возможностей вычислительной техники, развитие теории искусственного интеллекта, теории конфликтов, теории принятия решений, новейшие достижения в теории системного анализа и ряд других принципиально новых результатов в науке и технике позволили начать работы в области создания новых информационных технологий для организационных систем большой размерности (отрасль, государство). Любая система управления должна обладать знаниями об объекте управления. Причем есть знания формализованные, неформализованные и знания, не полученные об объекте до настоящего времени.

Для создания любой системы управления необходимо представить формализованные и неформализованные знания об этой системе.

Здесь под представлением знаний будем понимать выражение на некотором языке свойств различных объектов и закономерностей [1].

***Под формализованными знаниями ( $\Phi$ ) будем понимать знания, которые могут быть представлены на некотором формализованном языке.***

***Под неформализованными знаниями ( $N$ ) будем понимать эвристические знания эксперта, которые индивидуальны, непредсказуемы и сформированы в том виде, в котором они существуют под действием эпизодического, семантического и эмоционального опыта.***

В соответствии с [2] система управления может быть описана в следующем виде :

$$Q = \Phi + N + \Delta\Phi, \quad (1)$$

где  $Q$  - идеальное представление знаний об объекте, процессе, проблемной области;

$\Phi$  - формализованные знания об объекте, процессе, проблемной области;

$N$  - неформализованные знания об объекте, процессе, проблемной области;

$\Delta\Phi$  - определитель адекватности знаний об объекте, процессе, проблемной области (значение не имеющихся об объекте знаний);

Очевидно, что для того, чтобы объект был управляемым, необходимо, чтобы

$$\Phi + N \gg \Delta\Phi, \quad (2)$$

т.е. отсутствующие знания об объекте не превышали допустимого с точки зрения целевой функции управления значения. Таким образом,  $\Delta\Phi$  определяет управляемость объекта (возможность создания системы управления). Тогда справедливым является следующее утверждение:

система управления объектом может быть построена тогда и только тогда, когда значение не имеющихся об объекте знаний (определитель адекватности) не влияет на процессы, протекающие в объекте и им можно пренебречь с точки зрения рассматриваемой целевой функции управления объектом.

Из (1) следует, что общим условием возможности построения системы управления является

$$Q - (\Phi + N) = \Delta\Phi \text{ при } \Delta\Phi \rightarrow 0 \quad (3)$$

для любого класса объектов.

Формула (3) является общей и определяет диалектику развития систем управления.

Из нее следует, что только количество и качество знаний об объекте определяют возможности создания того или другого класса систем управления для данного объекта.

Как известно, существуют четыре класса систем управления (СУ):

- ручные;
- автоматизированные;
- автоматические;
- системы ситуационного управления.

Каждый класс систем управления характеризуется своим уровнем знаний об объекте

$$(\Phi + N + \Delta\Phi).$$

Из (3) следует, что при  $\Delta\Phi \rightarrow 0$

$$Q = \Phi + N \quad (4)$$

Анализ этой зависимости позволяет оценить возможности построения для каждого объекта соответствующего класса СУ:

$$1) \text{ если } \Phi = 0, \text{ то } Q = N, \quad (5)$$

для данного класса объектов может быть создана только **ручная система управления**;

$$2) \text{ если } N = 0, \quad Q = \Phi, \quad (6)$$

для данного объекта может быть создана **автоматическая система управления**;

3) если  $N > 0$  и  $\Phi > 0$ , то для управления системой необходимо использование как формализованных, так и неформализованных знаний.

В соответствии с (4) для данного объекта может быть построена **автоматизированная система управления**.

Очень важным является соотношение между  $\Phi$  и  $N$ . Так, для объектов большой размерности, как правило,  $\Phi < N$ . Это, в первую очередь, относится к таким объектам, как экономика, отрасль, государство.

$$\text{В этом случае } Q - \Phi < N. \quad (7)$$

Для систем, характеризующихся зависимостью (7), возможно создание автоматизированных систем управления, которые получили название систем ситуационного управления.

В процессе изучения объекта происходит изменение соотношений  $N$  и  $\Phi$  в сторону увеличения  $\Phi$ , и таким образом при развитии науки, увеличении формализованных знаний происходит переход от ручных систем управления к автоматизированным и автоматическим.

$$(Q = N) \rightarrow (Q = N + \Phi) \rightarrow (Q = \Phi). \quad (8)$$

Правило (8) отражает объективный закон развития систем управления во времени.

Очевидно, что самым сложным классом систем управления являются системы ситуационного управления (ССУ). Этот класс характеризуется наибольшим количеством неформализованных знаний, неоднозначностью и неопределенностью исходных данных, необходимостью реализации информационных технологий для коллективного принятия решений. Базовым понятием в таких системах стало понятие Ситуационного центра (СЦ) [3].

Ситуационный центр – это автоматизированная система ситуационного управления, интегрирующая новые информационные технологии, возможности человека, последние достижения в области принятия решений и позволяющая осуществлять коллективное принятие решений, анализ и прогнозирование их результатов.

В системах такого класса, в соответствии с достигнутым уровнем формализации знаний, имеется возможность автоматической подготовки информации о рассматриваемой области, предмете, процессе и происходит осуществление интеграции этих знаний с неформальными знаниями группы лиц (специалистов, экспертов), которые принимают решение.

Управление большими организационными системами, как правило, осуществляется иерархически, т.е. создается некоторое количество уровней управления, каждый из которых осуществляет управление одной из подсистем данной системы.

Причем каждый уровень управления может, в свою очередь, иметь определенную совокупность своих систем управления.

Таким образом, управление большими организационными системами представляет собой согласованную во времени и пространстве работу совокупности управляющих систем, задачей которых есть достижение определенной целевой функции всей системы в целом.

Государство также может быть рассмотрено как иерархическая система, включающая в себя ряд подсистем. Исходя из [4], признаками государства являются:

1. Наличие особой системы органов учреждений (механизм государства), осуществляющих функции государственной власти.
2. Право, закрепляющее определенную систему норм, санкционированных государством.
3. Определенная территория, на которую распространяется юриспруденция данного государства.

При построении систем управления для такого объекта, как государство, возможно разделение по территориальному, производственному или какому-нибудь другому принципу и любая подсистема может иметь свой уровень сложности.

Каждая из подсистем, входящих в систему «государство», должна (может) иметь свою систему управления.

Тогда Ситуационный центр для таких систем управления, которые как объект управления рассматривают государство, должен обеспечивать информационное взаимодействие всех уровней управления в соответствии с их функциональным назначением.

Создание иерархических структур управления вызвано тем, что возможности человека ограничены. Поэтому количество иерархических уровней управления определялось, в первую

очередь, возможным количеством информации, которую человек может переработать, и уровнем решений, которые может обеспечить эта информация. Отсюда очевидно, что одной из главных проблем, которые надо решать при создании Ситуационного центра, - это изменение количества и качества иерархических уровней управления в связи с новыми возможностями использования средств автоматической подготовки информации для принятия решений.

Таким образом, главная задача создания СЦУ – задача уменьшения как количества управляемых элементов, так и количества уровней управления, т.е. упростить и ускорить процесс принятия решения в режиме управления государством (сложным объектом).

**Принятие решений в СЦ – отработка последовательности действий, основанных на современных информационных технологиях, обеспечивающих использование формализованных и неформализованных баз знаний для выбора управляющих воздействий на объект, процесс, предметную область в рассматриваемый период времени с целью достижения объектом, процессом, предметной областью требуемого состояния.**

В общем виде схема принятия решения в СЦ представлена на рис. 1.

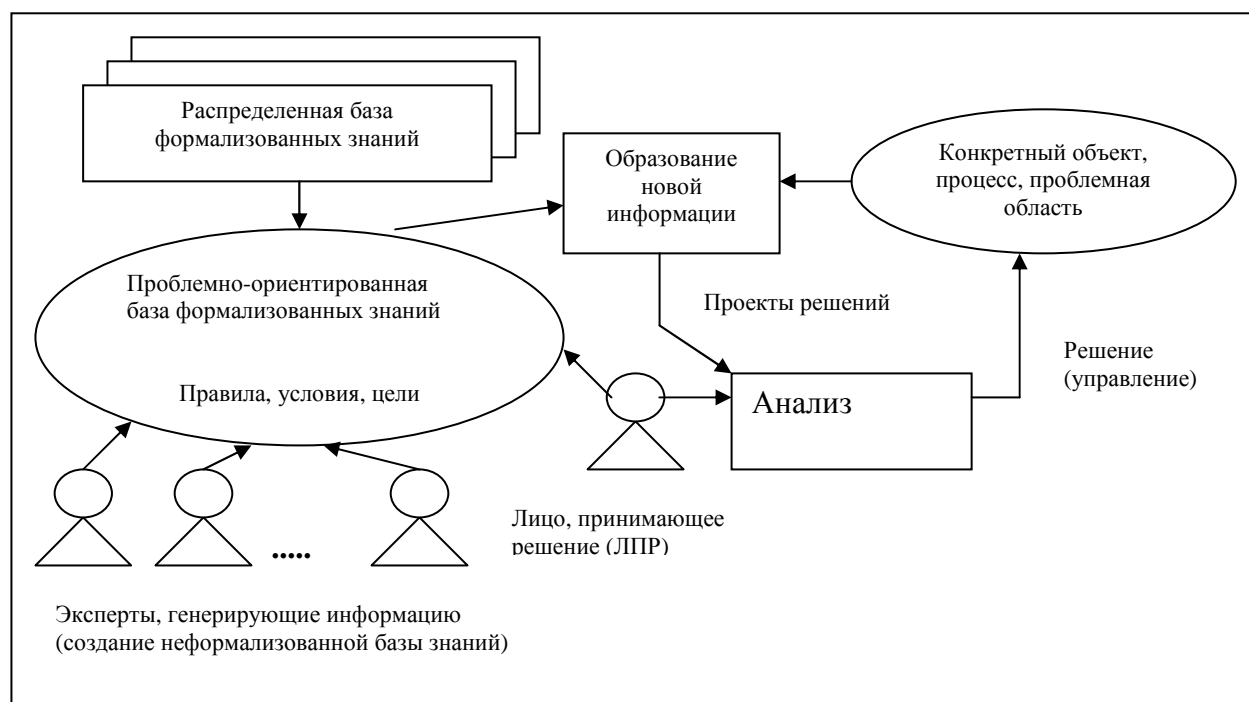


Рис. 1. Схема принятия решений

Спецификой систем управления сложными организационными системами является увеличение объема привлекаемых для принятия решений неформализованных знаний с увеличением уровня иерархии системы управления.

Это связано с увеличением степени размытости информации об управляемом объекте, увеличением количества факторов, влияющих на поведение объекта, изменением во времени их приоритетности и т.д.

В соответствии с иерархией управления сложными объектами осуществляется переход снизу вверх от автоматических систем управления к автоматизированным системам управления и к

системам ситуационного управления. Эти три класса систем управления являются достаточными для создания систем управления таким сложным объектом, как государство. Причем по мере развития науки, создания новых средств обработки информации, появления новых технологий идет непрерывный процесс перехода от систем ситуационного управления к автоматизированным и от них – к автоматическим.

Как видно из рис.1, основная задача СЦ – это реализация возможности коллективной подготовки решения.

***Под технологией коллективного формирования решений в ССУ подразумевается последовательность человеко-машинных процедур взаимодействия между экспертами (лицами, генерирующими информацию), которые принимают участие в процессе коллективного обсуждения вариантов решения, и системой в ходе подготовки и проведения совещания лицом, принимающим решение (ЛПРом).***

Особенностью коллективного решения в ССУ является возможность максимального использования неформализованных знаний участников принятия решений, предоставление им необходимой информации в удобной для коллективного восприятия форме, прогнозирование в реальном масштабе времени результатов, которые могут быть получены при реализации принятого решения. Таким образом, конечной задачей в ССУ является подготовка альтернативных вариантов решения проблемы, оценка последствий реализации каждого решения, выбор лучшего и тонкое прогнозирование последствий реализации выбранного решения.

Есть два направления в развитии систем данного класса.

Первый класс – это системы типа системы «Рада», функционирующей в Верховном Совете Украины. Задача этих систем – снятие всех нетворческих нагрузок с людей, принимающих решение и готовящих данное решение. В данном конкретном случае – это подготовка и принятие закона.

Второй класс – это системы типа Ситуационного центра при Президенте Украины. Задача систем такого класса – возможность подготовки нескольких вариантов решения государственной проблемы, всестороннего анализа предложенных решений, выбор лучшего решения и оценка последствий реализации такого решения.

Проблема создания ССУ является проблемой XXI века, т.к. за этим стоит эффективность функционирования как отдельных элементов государства, так и государства в целом.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кокарева Л.В. Диалоговые системы и представление знаний / Перевозчикова О.Л., Ющенко Е.Л.; – Киев: Наукова думка, 1993 г. – 443с.
2. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений // УСИМ – 1993. - №3. – С.3-8.
3. Морозов А.А. Системы принятия решения: проблемы и перспективы // УСИМ – 1995. - №1. – С.13-21.
4. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1979г. – С.122.



**1.5. А.А.МОРОЗОВ, В.А.ЯЩЕНКО****СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ – ОСНОВА СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

---

«Информационно-коммуникационные технологии являются одним из наиболее важных факторов, влияющих на формирование общества XXI века».

Хартия глобального информационного общества,  
22 июля 2000 г. Окинава.

**Введение**

Новый век характеризуется бурным развитием информационных технологий. Человечество стремительно расширяет наработку и накопление новых знаний. Чем больше информации обрушивается на человечество, тем острее становится проблема ее получения и обработки конкретным пользователем. Необходимость быстрой доставки информации в любую точку мира определила развитие телекоммуникационных систем. Возможности оперирования с большими объемами информации, полученные в результате развития теории искусственного интеллекта, вычислительной техники, теории системного анализа, теории принятия решений и других областей науки, позволили начать работы по созданию новых информационных технологий для управления большими организационными структурами типа отрасль, государство.

В связи со сменой модели развития нашей страны – переходом к рыночной экономике – вопросы реформы системы управления государством и экономикой страны являются весьма актуальными и носят особо острый и динамический характер. Преобразования в политической жизни и социально-экономических отношениях в Украине происходят в исключительно сложных условиях борьбы партийных группировок за политическое и финансово-экономическое влияние. Ощущается нехватка квалифицированных кадров, профессионалов в науке, в экономике, финансовой и банковской деятельности, в сфере обороны и управления страной. Перевод производства и социальной сферы на новые принципы функционирования, ограниченность финансовых ресурсов и инфраструктуры рынка ставят новые задачи перед экономистами и специалистами в области управления. Особенно остро проблемы принятия решений стоят на уровне управления министерствами, ведомствами и государством в целом, где цена последствий принятого решения является очень высокой, а сами задачи управления – слабо структурированы и слабо формализованы, где исходные данные об объектах управления являются неоднозначными, неполными и противоречащими, где при выработке решения очень часто используются технологии коллективного обсуждения предлагаемых решений, базирующихся на использовании коллективных знаний и коллективного интеллекта. При этом важное значение имеет уровень компетентности лиц, участвующих в обсуждении, который может быть объективно оценен только по факту последствий принятых и реализованных решений и сравнения их с не принятыми, но обсуждаемыми альтернативными вариантами решений. Возникла необходимость моделирования процессов, происходящих в результате принимаемых решений, что привело к созданию крупных информационно-аналитических, диалоговых систем нового типа, систем класса «ситуационный

центр», базирующихся на сетях ЭВМ и распределенных системах представления знаний, а также на методах ситуационного управления.

### Системы управления

Известно, что для создания любой системы управления необходимо иметь полное представление, полный набор знаний об этой системе. Но знания о системе могут быть формализованными и неформализованными, поэтому универсальную систему управления можно описать в следующем виде:

$$Q = \Phi + N + \Delta\Phi, \quad (1)$$

где  $Q$  - идеальное представление знаний об объекте, процессе, проблемной области;

$\Phi$  - формализованные знания об объекте, процессе, проблемной области;

$N$  - неформализованные знания об объекте, процессе, проблемной области;

$\Delta\Phi$  - определитель адекватности знаний об объекте, процессе, проблемной области (значение не имеющихся об объекте знаний).

Здесь под формализованными знаниями ( $\Phi$ ) будем понимать знания, которые могут быть представлены на некотором формализованном языке.

Под неформализованными знаниями ( $N$ ) будем понимать эвристические знания эксперта, которые индивидуальны, непредсказуемы и сформированы в том виде, в котором они существуют под действием эпизодического, семантического и эмоционального опыта.

Очевидно, что для того, чтобы объект был управляемым, необходимо, чтобы

$$\Phi + N \gg \Delta\Phi, \quad (2)$$

т.е. отсутствующие знания об объекте не превышали допустимого с точки зрения целевой функции управления значения. Таким образом,  $\Delta\Phi$  определяет управляемость объекта (возможность создания системы управления). Тогда справедливым является следующее утверждение:

***система управления объектом может быть построена тогда и только тогда, когда значение не имеющихся об объекте знаний ( определитель адекватности) не влияет на процессы, протекающие в объекте, и им можно пренебречь с точки зрения рассматриваемой целевой функции управления объектом.***

Из (1) следует, что общим условием возможности построения системы управления является

$$Q - (\Phi + N) = \Delta\Phi \quad (3)$$

при  $\Delta\Phi \rightarrow 0$  для любого класса объектов.

Формула (3) является общей и определяет диалектику развития систем управления.

Из нее следует, что только количество и качество знаний об объекте определяют возможности создания того или другого класса систем управления для данного объекта.

Очень важным является соотношение между  $\Phi$  и  $N$ . Так, для объектов большой размерности, как правило,  $\Phi \ll N$ . Это, в первую очередь, относится к таким объектам, как экономика, отрасль, государство.

В случае  $Q - \Phi \ll N$  (4)

возможно создание автоматизированных систем управления, которые получили название систем ситуационного управления.

Очевидно, что самым сложным классом систем управления являются системы ситуационного управления – ситуационные центры (СЦ).

***Ситуационный центр – это автоматизированная система ситуационного управления, интегрирующая новые информационные технологии, возможности человека, последние достижения в области принятия решений и позволяющая осуществлять коллективное принятие решений, анализ и прогнозирование их результатов.***

Этот класс характеризуется наибольшим количеством неформализованных знаний, неоднозначностью и неопределенностью исходных данных, необходимостью реализации информационных технологий для коллективного принятия решений [1].

### **Ситуационные центры**

Концепция ситуационных центров как систем поддержки и принятия решений является сегодня весьма популярной. Первые СЦ появились в конце 70-х, начале 80-х годов.

Начиная с 80-х по 90-е годы, СЦ использовались в отраслях, характеризующихся высокими затратами и значительными рисками (оборона, космос, атомная индустрия). В настоящее время в связи с тем, что стоимость возможных последствий неправильных решений, принимаемых руководством различных уровней, значительно возросла, СЦ широко используются в государственных и коммерческих учреждениях.

В мире уже насчитывается несколько сотен ситуационных центров. Президента США обслуживают пять СЦ. Десятки СЦ существуют в Европе. В распоряжении правительства Германии находится один из самых технически оснащенных СЦ [2].

Ситуационный центр представляет собой комплекс специальных программно-аппаратных средств для персональной и коллективной аналитической работы группы руководителей. Он предназначен для централизованного контроля и управления инфраструктурой объекта управления.

В системах такого класса, в соответствии с достигнутым уровнем формализации знаний, имеется возможность автоматической подготовки информации о рассматриваемой области, предмете, процессе и происходит осуществление интеграции этих знаний с неформальными знаниями группы лиц (специалистов, экспертов), которые принимают решение.

Управление большими организационными системами, как правило, осуществляется иерархически, т.е. создается некоторое количество уровней управления, каждый из которых осуществляет управление одной из подсистем данной системы. Причем каждый уровень управления может, в свою очередь, иметь определенную совокупность своих систем управления.

Таким образом, управление большими организационными системами представляет собой согласованную во времени и пространстве работу совокупности управляющих систем, задачей которых есть достижение определенной целевой функции всей системы в целом.

При построении сложных систем управления, например, для такого объекта, как государство, необходимо разделение системы на подсистемы по территориальному, производственному или какому-нибудь другому принципу. При этом каждая подсистема может иметь свой уровень сложности.

Кроме того, подсистемы, входящие в систему «государство», должны (могут) иметь свою систему управления. Тогда Ситуационный центр для таких систем управления должен обеспечивать информационное взаимодействие всех уровней управления в соответствии с их функциональным назначением.

Создание иерархических структур управления вызвано тем, что возможности человека ограничены. Научно доказано, что нормальный человек может эффективно оперировать не более чем семью переменными.

Кроме того, человеческий разум не приспособлен для оценок последствий взаимодействия друг с другом отдельных частей систем в динамике, что также ограничивает возможности руководителя или группы лиц, принимающих решения. Поэтому количество иерархических уровней управления должно определяться, в первую очередь, количеством информации, которую человек может переработать, и уровнем решений, которые может обеспечить эта информация. Отсюда очевидно, что одной из главных проблем, которые надо решать при создании ситуационного центра, является изменение количества и качества иерархических уровней управления в связи с новыми возможностями использования средств автоматической подготовки информации для принятия решений.

Главной задачей создания СЦ является задача уменьшения как количества управляемых элементов, так и количества уровней управления, т.е. упростить и ускорить процесс принятия решения в режиме управления государством (сложным объектом) [1,3,4].

Одной из основных задач СЦ является поддержка принятия стратегических решений на основе визуализации и углубленной аналитической обработки оперативной информации.

Одним из аспектов эффективности ситуационного центра является то, что он позволяет подключить к активной работе по принятию решения резервы образного, ассоциативного мышления. Представление ситуации в виде образов обеспечивает обобщенное восприятие происходящих событий. Известно, что человеческое сознание использует два механизма мышления. Один из них позволяет работать с символами, текстами, делать логические выводы и т.п. Этот механизм мышления обычно называют символическим или логическим. Второй механизм мышления обеспечивает работу с образами и представлениями об этих образах. Его называют образным, интуитивным и т.п. Физиологически логическое мышление связано с левым полушарием человеческого мозга, а образное мышление - с правым полушарием. Каждое из полушарий человеческого мозга является самостоятельной системой восприятия внешнего мира. В левом полушарии реализуется естественно языковая речь и осуществляется логическая переработка информации [5].

Словесно-логическое мышление выделяет из всеобщего обилия реальных связей между предметами и явлениями лишь некоторые из них и тем самым обеспечивает восприятие этих связей как однозначных. Продуктом такого мышления является, например, научная лекция, статья или

научный доклад. В правом же полушарии реализуется мышление на уровне образов - графика, живопись, музыка, ассоциативное узнавание и т.п. Нередко правополушарное мышление связывают с деятельностью в искусстве. Особенностью образного мышления является одномоментное "схватывание" всех возможных связей между предметами и явлениями. Причем все эти связи "завязываются" одновременно [6].

Человеческое мышление и человеческое поведение обусловлены совместной работой обоих полушарий человеческого мозга. Однако различия между лево- и правополушарной стратегией переработки информации имеют прямое отношение к формированию различных способностей. Так, для научного творчества, т.е. для преодоления традиционных представлений, необходимо восприятие мира во всей его целостности, что предполагает развитие способностей к организации многозначного контекста (образного мышления). Так как системы отображения СЦ позволяют визуализировать огромные объемы информации, которые человек должен быстро осмыслить, проанализировать и принять решение, то эта особенность образного мышления эффективно используется в СЦ.

Ситуационные центры, являясь новыми организационными структурами информационно-аналитической направленности, способны решать многие задачи, в том числе: оперативно собирать и обрабатывать информацию, производить ее анализ, осуществлять оценку обстановки, отображать процессы на мониторах, электронных картах, витринах данных. Повышенный интерес руководителей предприятий к технологиям управления определяется тем, что многие из них ощущают недостаточное качество подготавливаемой для них управленческой информации. Чем сложнее хозяйствующая система, тем выше цена управленческих ошибок, тем больше сил и средств потребуется для выхода из критических положений. Возрастание цены ошибок вызывает необходимость проведения предварительных расчетов принимаемых решений. Для этого в ситуационных центрах устанавливаются не только средства сбора и обработки информации, а также инструменты моделирования сложных социально-экономических процессов [7].

Технология ситуационных центров применяется на разных уровнях управления - стратегическое управление, оперативное управление, корпоративное управление, командные пункты, центры виртуальной реальности и пр.

**Стратегический ситуационный центр** ориентирован на сложные, масштабные, ответственные задачи, направленные на структурную и функциональную перестройку системы или на стратегический анализ ее развития и прогноз жизнедеятельности. Стратегические ситуационные центры настроены на объекты класса: отрасль, регион, крупное предприятие (холдинг), ведомство, сложный распределенный в пространстве процесс. Руководители, располагающие стратегическим ситуационным центром, получают преимущество перед конкурентами при планировании продвижения на новые секторы рынка, долгосрочной ценовой и товарной политики и т. д. В результате руководство компании переходит от принятия отдельных решений к выработке сценариев (системных решений), когда каждое отдельное решение подчинено целям поддержания долгосрочной стабильности компании. Для обеспечения работы стратегического ситуационного центра действует соответствующая служба, в состав которой должны входить системные аналитики, руководитель систем

внешних и внутренних информационных сетей и коммуникаций, разработчики программного обеспечения или администратор системы [8].

**Оперативный ситуационный центр** решает задачи автоматического перевода оперативной информации в ситуационную модель, дающую первому лицу возможность оперировать "модулями" системы в реальном времени. Оперативные ситуационные центры настроены на объекты класса: предприятие, задача, процесс, компания, проект, крупная акция, однородная функция значительных масштабов. К данному классу относятся и ситуационные центры для анализа и управления кризисными ситуациями. При этом основное назначение подобных центров заключается в предотвращении кризиса за счет своевременного предоставления лицам, принимающим решения, не только исчерпывающей информации по текущему состоянию контролируемых объектов, но и прогнозов возможных сценариев развития событий. Если же кризиса избежать не удалось, такие ситуационные центры становятся, по сути, оперативными штабами по управлению процессами ликвидации кризиса. Внедрение оперативного ситуационного центра подразумевает создание специализированного коллективного рабочего места, к которому сводятся сведения об основных подразделениях, процессах, функциях и параметрах компании. Руководители подразделений работают со своими информационными срезами [8].

**Командный пункт предприятия.** Решения принимаются с учетом не только мнения руководителей подразделений и представлений первого лица, но и на основе объективной внутренней и внешней информации, поскольку ситуационный центр синхронизирует подсистему внутреннего управления с подсистемой, отвечающей за взаимодействие с внешней средой. Текущая информация используется на совещании в виде электронных сводок, подготовленных на основе данных бухгалтерской, финансовой, планово-экономической, маркетинговой, инженерной и других служб в виде наглядных визуальных объектов. Таким образом, производственные совещания приобретают принципиально новое качество в процессе управления [8].

**Центры виртуальной реальности (Realty Centre),** служащие для воссоздания разрабатываемых (и еще не существующих в реальности) объектов [9].

### **Корпоративные ситуационные центры управления**

Крупные многонациональные компании под напором конкуренции создают единые подразделения по обработке стратегической информации, проведению маркетинговых операций и кризисному управлению, что и приводит к образованию новых структур - командных или ситуационных корпоративных центров (СКЦ) управления. Ситуационный корпоративный центр - это автоматизированный информационно-аналитический комплекс, из которого осуществляется управление всеми аспектами деятельности корпорации. Ситуационный центр дает возможность руководителю корпорации получать агрегированную информацию о ее положении (финансы, производство, выпуск продукции, кадры, склад и т.п.). Получать краткие аналитические обзоры или "подсказки", позволяющие понять, где и почему происходят сбои или другие негативные явления в ее деятельности, и оценить последствия принятия управленческих решений в режиме реального времени. В основе системы ситуационного корпоративного центра лежит хранилище данных корпорации. Сведения в СКЦ поступают из источников как внешней, так и внутренней информации.

На следующем уровне выполняются обобщение и анализ данных о деятельности корпорации. Затем вступают в действие модули прогнозирования и ситуационного моделирования. В итоге при помощи различных средств визуализации все результаты анализа выводятся на компьютерный экран руководителя в максимально удобном для восприятия виде: в виде графиков, цветowych символов, многомерных образов, отражающих реальную ситуацию в корпорации [10].

По зарубежным оценкам, профессиональная деятельность в области делового консалтинга, конкурентной разведки и информационной безопасности является сейчас одной из самых престижных. Крупные страховые, юридические и аудиторские фирмы организуют собственные подразделения конкурентной разведки и наиболее преуспевают в этих областях. Их информационно-аналитическая деятельность становится все более наукоемкой, используя самые последние достижения в области искусственного интеллекта. В связи с разработками информационно-аналитических систем возник большой интерес к практическому применению "knowledge discovery in databases" (обнаружение знаний в базах данных) - нового направления науки, возникшего на стыке искусственного интеллекта, статистики и теории баз данных. На этой технологии разработано большое количество практических приложений, пригодных для решения задач конкурентной разведки. Элементы автоматической обработки и анализа данных становятся неотъемлемой частью концепции "хранилищ данных" (data mining). Для конкурентной разведки большой интерес представляют текстово-аналитические системы, позволяющие извлекать и анализировать необходимую информацию из крупных информационных массивов. Например, система Tracker Lexis-Nexis выбирает нужные документы из нескольких тысяч полнотекстовых информационных источников. Американская фирма Intelligent Search Solutions выпустила в продажу пакет программного обеспечения Info Tracer, предназначенный для сбора разведывательной информации экономического характера в сети Internet. Многие корпорации создают собственные телекоммуникационные сети и базы данных. Например, информационно-аналитическая система американской консалтинговой компании Kroll Associates позволяет собирать информацию и анализировать поведение ведущих европейских государственных деятелей и бизнесменов, а внутрифирменная локальная сеть ARIANET французского телекоммуникационного гиганта France Telecom обеспечивает доступ к информации о конкурентах для 4 тысяч своих сотрудников. Информационная сеть японской NEC обеспечивает ежедневное получение в штаб-квартире до 30 тысяч сообщений из всех стран мира [11].

### ***Командные пункты***

Как уже отмечалось, в командных пунктах решения принимаются с учетом не только мнения руководителей подразделений и представлений первого лица, но и на основе объективной внутренней и внешней информации. В недалеком прошлом в армейских командных пунктах решения принимались на основе информации, предоставляемой соответствующими службами, и анализа ситуаций, моделируемых на макетах и картах.

Вторжение новых технологий в бизнес и армию, увеличение компьютерных мощностей и улучшение качества информации, получаемой со спутников, дают возможность разработать командные пункты нового поколения (рис.2).



Рис.2. Командный пункт

Разработки в этом направлении ведутся американским правительственным агентством DARPA (Defence Advanced Research Project Agency). Проект носит название Synthetic Theater of War (SToW). В проекте предусматривается отображение в трехмерном виде обновляемой в реальном времени информации, полученной со спутников. Возникает полная трехмерная и легко масштабируемая модель нужной территории плюс данные обо всех участниках сражения вплоть до каждого солдата.

Современные технологии слежения позволяют собирать информацию о происходящем даже на глубине нескольких десятков метров под землей или нескольких сотен под водой, а также внутри зданий [12].

Последние события - война в Ираке является первой проверкой концепции "цифровой войны" и отработки технологий командных пунктов. Командиры подразделений войск коалиции не пользуются привычными картами. Теперь они используют компьютеры, имеющие беспроводный доступ в "тактический Интернет" (tactical Net). На известных им сайтах они скачивают оперативную информацию, изображения и карты интересующих их объектов и, в свою очередь, передают в штаб полученные ими данные. Над полем боя постоянно находятся разведывательные спутники, оптика которых позволяет сфотографировать и передать в командные центры тексты, размещенные на листе газеты. Командующий войсками коалиции - генерал Томми Фрэнкс (Tommy Franks) следит за положением войск с помощью семи огромных жидкокристаллических мониторов, установленных в штабе. По сравнению с первой войной в Персидском заливе американские войска передвигаются на значительно большем расстоянии друг от друга, поддерживая связь с помощью телефонов и по электронной почте. Солдаты и морские пехотинцы, ведущие позиционные бои с иракскими войсками, используют лазерные бинокли и цифровые системы позиционирования, чтобы определить точные координаты цели. Эти данные передаются авиации и спутникам, которые наводят на цель управляемые бомбы и ракеты [13].

### ***Ситуационные центры виртуальной реальности***

Ситуационные центры виртуальной реальности служат для проведения виртуальных экспериментов и исследований в разнообразных сферах деятельности человека. Эти области постоянно расширяются, и уже сегодня подобные центры незаменимы в нефтегазодобывающей промышленности, градостроении, дизайне, всевозможных тренажерах и исследовательских центрах.

Для создания ситуационного центра виртуальной реальности (СЦВР) необходимы специальное программное обеспечение и оборудование. Работу СЦВР в реальном времени обеспечивают компьютеры семейства ONYX компании Silicon Graphics, которые способны справиться со сложными задачами обработки графической информации. Для адекватного восприятия



визуальной информации создан панорамный экран. Разрешение картинки, проецируемой на подобный экран, в несколько раз больше чем способен показать обычный графический монитор.

Интересным решением являются многоплоскостные экраны - массив из нескольких экранов расположенных в разных плоскостях. Находясь внутри комнаты, оснащенной подобным экраном и специальной трехмерной звуковой системой, которая обеспечивает реальный объемный звук и полное ощущение эффекта присутствия. По итогам проведенных исследований успех таких систем очевиден. Для взаимодействия с проекционными экранами существуют специальные трехмерные манипуляторы, способные передавать в компьютер свои объемные координаты, что позволяет адекватно взаимодействовать с трехмерным изображением. Визуальные технологии приобретают все больший интеллект, и автоматизация выходит на совершенно новый уровень. Этому свидетельствует технология Terra-Vision, обеспечивающая необыкновенную точность информационного воспроизведения (до 1 метра). Она функционирует в реальном времени при помощи суперкомпьютера и специальной спутниковой системы. Компьютер анализирует изображение, полученное со спутника, добавляет в модель сведения из баз данных и строит трехмерную модель, соответствующую полученному изображению [14].

### **Практические реализации СЦ**

Разработка первых СЦ в СССР началась в первой половине 80-х годов. Построение интегрированных систем управления крупными предприятиями типа Ульяновского авиационного завода, работы по созданию автоматизированных систем управления отраслями, в первую очередь, оборонными, показали необходимость создания систем такого класса. К этому времени теоретические исследования в области принятия решений, экспертных систем и достижения в других областях науки позволили начать работы по созданию конкретных СЦ. Лидером этих разработок в СССР был Институт кибернетики НАН Украины. В 1985 году был создан и введен в эксплуатацию первый в СССР Ситуационный центр для Министерства судостроительной промышленности СССР (МСП СССР) (г.Москва). Разработчиком СЦ для МСП СССР был теперешний Институт проблем математических машин и систем НАН Украины (ИПММС НАН Украины). Моделирующий комплекс, на котором отработывали решения по СЦ МСП СССР, находился в ИПММС НАН Украины. В 1986 г., когда произошла Чернобыльская авария, на этом моделирующем комплексе отработывались решения Правительственной комиссии. Впервые осуществлялось моделирование загрязнения почвы, поверхностных и подземных вод. Высокая эффективность технологии принятия решений в условиях СЦ позволила своевременно и правильно, как показали дальнейшие события, принять целый ряд важных решений по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). В СЦ ИПММС НАН Украины проводились заседания Правительственной комиссии по ликвидации последствий аварии на ЧАЭС. Неоднократно эти заседания по анализу реального состояния и перспективам ликвидации последствий аварии на ЧАЭС проводил 1-ый секретарь ЦК КПУ В.В. Щербицкий. В то время в СЦ ИПММС НАН Украины побывало много известных ученых, специалистов из СССР и идея СЦ получила широкое распространение.

На базе отработанных в СЦ ИПММС НАН Украины решений были начаты разработки по созданию ситуационных центров Министерства чрезвычайных ситуаций и руководства СССР.

После развала СССР работы проводились в России и Украине.

В Украине было подготовлено все для создания СЦ Президента, но по непонятным причинам эти работы были остановлены, что, по нашему мнению, нанесло и наносит большой ущерб государству. Напомним, Президента США обслуживают пять СЦ. Правительство Германии обслуживает самый современный, оснащенный новейшим оборудованием, СЦ. Первый СЦ в Украине создан в Министерстве обороны и функционирует с 2002г.

**В России широко ведутся работы в этом направлении.** В 1994 году создан Ситуационный центр Совета безопасности при Президенте России. Этот центр позволяет осуществлять мониторинг, моделирование последствий, анализ событий, которые происходят в экономике, социальной сфере, в области национальной безопасности, помогая таким образом вырабатывать решения.

В феврале 1996 года введен в строй Ситуационный центр в резиденции Президента России. Это сложный программно-мультимедийный комплекс: три экрана размером 1,5х2 м, более десятка рабочих станций (студий нелинейного монтажа, графических станций, компьютеров для подготовки презентаций), мощный сервер, а также набор различных инструментальных средств, позволяющих обрабатывать информацию и представлять ее Президенту. При анализе ситуации Президентом материал оперативно дополняется новыми данными, компьютер обрабатывает информацию и визуализирует на экране результаты моделирования. На их основе вырабатываются решения, которые доводятся до исполнителей средствами того же СЦ [15].

В настоящее время в России разрабатывается информационно-телекоммуникационная система для поддержки государственного управления страной. Система обеспечит единое информационное, технологическое и телекоммуникационное пространство для федеральных и региональных органов государственного управления, что позволит обеспечить возможность общения и взаимодействия в предметных областях, которыми эти органы занимаются, на основе единых терминологических языков.

На вопросе терминологии следует остановиться особо. Люди часто вкладывают в одни и те же термины разный смысл, в связи с этим путаница в терминологии весьма распространенное явление. Поэтому в системах государственного управления использование единых терминологических языков архи важно и крайне необходимо.

В рамках информационно-телекоммуникационной системы для поддержки государственного управления страной разработана система "Экономика России". Система содержит базу данных, в которой содержатся 2 тыс. показателей, замеряемых ежемесячно, и набор инструментариев обработки данных - средства добычи данных, оперативной аналитической обработки и моделирования. Они позволяют решать достаточно сложные задачи, в числе которых, например, выявление основных тенденций развития экономики и подготовка предложений по выходу из кризиса. В других системах анализируется макроэкономика, отслеживаются акции протеста, прогнозируются и оцениваются результаты выборов местных органов власти и прочее.

Создается Ситуационный центр при Правительстве РФ, ситуационные комнаты для губернаторов в Ленинградской, Орловской, Белгородской, Тюменской и других областях, а также ряд СЦ для различных ведомств и компаний [16].

**Информационно-аналитический программный комплекс (ИАПК) «Дипломат».** ИАПК «Дипломат» позволяет вести оперативную обработку поступающей информации и формировать фонд взаимосвязанных баз данных (слабо и сильно формализованной информации) по политическим, экономическим, социальным проблемам и конфликтам, событиям (визиты, заявления, ноты и др.), объектам политической системы (государства, международные организации, общественно-политические организации, промышленные предприятия, политические деятели и т.д.) и документам. В составе ИАПК имеется информационно-поисковая система, позволяющая автоматически индексировать входную информацию [17].

**Бюджетно-финансовый ситуационный центр** разработан компанией ФОРС для Контрольно-счетной палаты Москвы. Он предназначен для решения задач автоматизации экспертно - аналитической и информационной функций Контрольно-счетной палаты Москвы, а также формирования единой системы мониторинга исполнения городского бюджета и использования внебюджетных ресурсов; для анализа актуальной интегрированной информации, поддержки выработки и принятия адекватных обоснованных решений по управлению социально-экономическими системами моделирования и прогнозирования развития сложных социально-экономических процессов. Система состоит из реляционной (Oracle) базы данных, в которой хранится вся необходимая информация (база данных с оперативной информацией), и нескольких многомерных (Oracle Express), хранящих информацию, необходимую для анализа и принятия решений (базы данных с аналитической информацией) [18].

**В Министерстве культуры РФ создается система оперативного мониторинга и анализа состояния сферы культуры в стране.** Система строится в соответствии с концепцией комплексной информатизации. В рамках системы оперативного мониторинга и анализа будет построен финансовый ситуационный центр. Центр будет интегрирован с остальными элементами информационно-аналитической системы управления отраслью и станет надежным источником финансовой информации не только для руководства, но и для различных подразделений министерства. Интеграция финансового программного обеспечения с отраслевым ПО позволит делать выводы в отношении существующих взаимосвязей между объемами финансирования и складывающимся положением дел в сфере культуры на местах [18].

В Украине в 1990 г. Институтом математических машин и систем Национальной академии наук Украины создана система информационного обеспечения депутатов «РАДА», в 2000 г. СЦ Министерства обороны Украины.

**Ситуационный центр информационного обеспечения депутатов Верховного Совета Украины «Рада».** Задача этой системы - снятие всех нетворческих нагрузок с людей, готовящих и принимающих решение. В данном случае - подготовка и принятие закона. Система начала работу с первым созывом парламента независимой Украины, была модернизирована («Рада-2») и прослужила в Верховном Совете Украины двенадцать лет.

Всего создано одиннадцать таких систем. В Украине, кроме Верховного совета, системы установлены в Киевсовете, в Верховном Совете Крыма и в Донецком областном совете. Другие системы установлены в странах СНГ – в Узбекистане, Таджикистане и др.

В 2002 году создана новая система «Рада-3». За исключением компьютеров, система полностью разработана и произведена в Украине. Она не имеет аналогов, несмотря на то, что в некоторых странах, как уже отмечалось выше, органы государственного управления снабжены весьма современными информационными системами. Продиктовано это нашей спецификой. Дело в том, что эти страны живут в условиях развитого законодательства и процесс его совершенствования в их парламентах гораздо менее интенсивный. У нас так же, как и в странах СНГ, с нуля создавалось новое законодательное поле. Основная функция «Рады-3» - информационное обслуживание депутатов. На каждом рабочем месте находятся небольшой монитор и несколько кнопок управления. На мониторе отображается самая различная информация, необходимая в работе депутата. Система навигации по информационной базе очень проста.

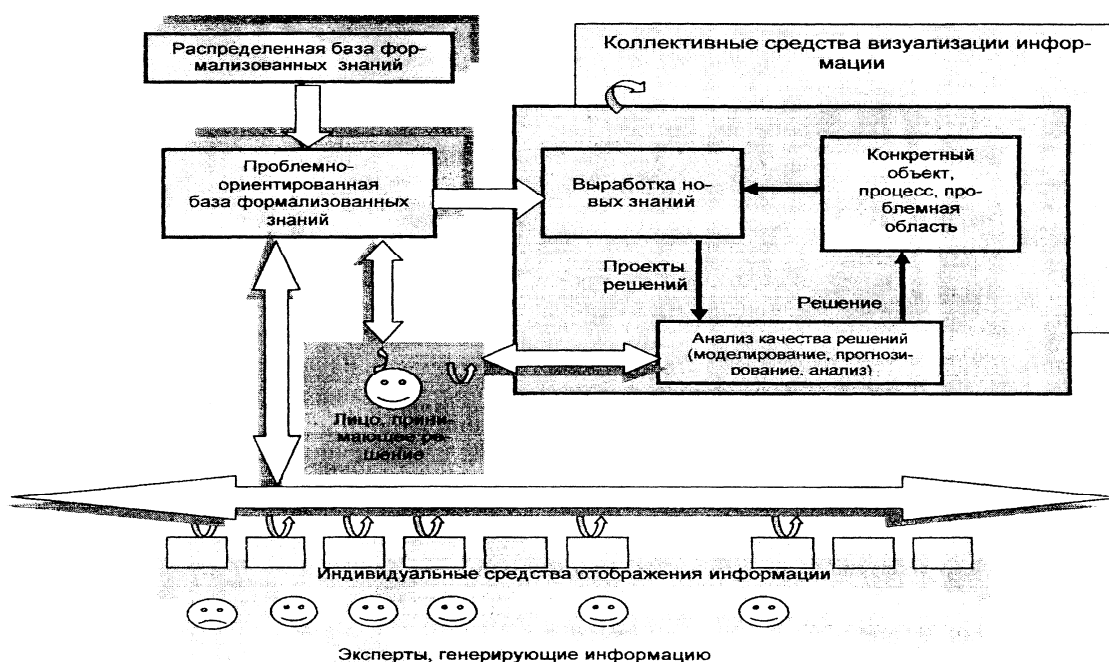


Рис.3. Структурная схема системы принятия решения

Информацию о голосовании, при поименном голосовании, каждый депутат получает сразу по его завершении. Доступны и результаты предыдущих голосований за все время работы парламента. Постоянно доступны повестка дня заседания, база документов, причем как обсуждаемые документы, так и принятые ранее. Можно просматривать и индивидуальные документы, например, проекты решений или законов с индивидуальными пометками.

Фактически реализован мини-интернет для депутата, который в целях безопасности и чистоты голосования не связан с внешними сетями. Все это позволяет существенно увеличить оперативность и уменьшить количество бумаг, с которыми депутат работает во время заседаний парламента. Структурная схема системы представлена на рис.3.

Таким образом, СЦ «Рада-3» предоставляет широкие возможности коллективной подготовки принятия решений. Особенностью принятия коллективного решения в СЦ «Рада-3» является возможность максимального использования неформализованных знаний участников принятия

решений, предоставление им необходимой информации в удобной для коллективного восприятия форме, прогнозирование в реальном масштабе времени результатов, которые могут быть получены при реализации принятого решения. В целом, конечной задачей в СЦ является подготовка альтернативных вариантов решения проблемы, оценка последствий реализации каждого решения, выбор лучшего и тонкое прогнозирование последствий реализации выбранного решения.

## **Заключение**

Новый век является веком интеллектуальных информационных технологий. На современном этапе информационная сфера деятельности человека приобрела исключительное значение.

Не секрет, что причина нынешнего кризисного состояния нашей экономики, кроме всего прочего, и в том, что у нас отсутствуют эффективные системы управления. И, к сожалению, не потому, что наши ученые не могут их создать, а потому, что руководство соответствующих структур не чувствует или не видит в них необходимости, а иногда и просто боится видеть правду.

В заключение следует отметить: разработка и внедрение ситуационных центров управления является правильным, если не единственным путем совершенствования процессов управления крупными коммерческими и государственными структурами. Этот путь позволяет снижать риски, экономить время, повышать качество, усиливать контроль, уменьшать степень влияния многофакторности, многокритериальности, неопределенности, противоречивости и многое другое, что помогает точнее и быстрее достигать целевых результатов. Технология ситуационного управления, ситуационные центры - это настоящее и будущее в работе верхнего уровня управления государствами.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Морозов А.А. Ситуационные центры - основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. -1997.- № 2.-С.7-10.
2. Ерохин В.Г. Индикативное планирование в системах управления социально - экономическими бизнес-процессами.
3. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений // УСиМ. - 1993. - №3. - С. 3-8.
4. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы // УСиМ.-1995. - №1.- С. 13-21.
5. Соловов А.В. Проектирование компьютерных систем учебного назначения: Учебное пособие. Самара: СГАУ, 1995. - 138с.
6. Трухин Б.Н. Роль художественно-эстетических факторов в процессе обучения и нравственного воспитания учащейся молодежи // Советская Россия, 1987. - №2.- С.12-14.
7. Бекренев В. Ситуационные центры и социально-экономическое моделирование // Управление персоналом. - 2000.-№12.-С.5-7.
8. Ситуационный центр - описание классов. ПОЛЕ.htm.
9. Семенов И. От информации - к образу, от образа - к сценарию! //Сетевой журнал.- 2001.-№3.
10. Создание корпоративных ситуационных центров управления в сферах производства, услуг и торговли. Консалтинговая группа РусИнфоМар.htm.
11. Баяндин Н. Конкурентная разведка. Анализ - делу венец // Банковское дело в Москве. - 2000. - №9(69). - htm.
12. Генин М. Свободное падение //Компьютера - Бумажная компьютера. - 2000. - №8. - htm.
13. Война в Ираке - новое оружие - ROL.htm.
14. Ситуационные центры виртуальной реальности Virtual World.htm.
15. Ильин Н. Ситуационный центр // OSP Интервью.htm.
16. Смирнов А.И. Российская дипломатия и информационные технологии.htm.
17. Бюджетно-финансовый ситуационный центр.htm.
18. Министерство культуры РФ создает информационно-аналитическую систему управления отраслью. – Москва: 2002г. – 19 июня.htm.

## 1.6. А.А.МОРОЗОВ, Г.С.ТЕСЛЕР

### СИТУАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

---

Ситуационное управление в той или иной степени присутствует на разных ступенях иерархической управленческой лестницы, начиная с управления государством и кончая управлением отдельными отраслями народного хозяйства, предприятиями и технологическими циклами [1].

В основе ситуационного управления лежит:

- формирование вариантов-альтернатив управленческих решений;
- решение задач текущего и перспективного планирования;
- выработка стратегии управления объектом как на короткий, так и на длительный периоды;
- обеспечение единства ближних и дальних целей [2,3];
- сбалансирование затрат различных видов ресурсов;
- разрешение противоречий в проектных требованиях и их реализация при решении разнообразных управленческих задач на основе принципа смешанного экстремума [4] и Парето [5];
- выбор управленческих воздействий при управлении технологическими процессами [6] в штатных и кризисных ситуациях.

Ситуационное управление до недавнего времени базировалось либо на опыте и знаниях лица, принимающего решение (ЛПР), либо на основе знаний экспертов с последующим коллегиальным обсуждением и принятием обоснованных и являющихся в определенном смысле оптимальных решений [7], или на основе использования различных моделей как самого объекта, так и его окружения, а также протекающих динамических процессов.

Последнее направление является самым перспективным, хотя и требует значительных затрат ресурсов, знаний и аппаратных средств. Перспективность этого направления связана прежде всего с возможностью на основе использования динамических моделей не только вырабатывать текущие решения, но и прогнозировать последствия от принятия решений. В идеале возникает возможность осуществлять ситуационное управление в автоматическом режиме в реальном масштабе времени на основе адаптивной системы управления с моделью. При этом появляется возможность использовать информацию не только реального мира и математических моделей, но виртуального мира. Пример такого подхода хорошо иллюстрирует автоматическое ситуационное управление промышленным роботом для сварки корпусных деталей самолета [8].

Наряду с моделями, основанными на количественных методах, в настоящее время широко используются и модели, основанные на качественных методах [9]. Новую жизнь в таких моделях получили методы распознавания образов [10], методы Монте-Карло [11, 12], численные методы, использующие варьирование в пространстве состояний [13].

Особую роль ситуационное управление играет в интегрированных автоматизированных системах управления [1,14], представляющих собой многоуровневую систему управления, базирующуюся на совокупности взаимосвязанных алгоритмических моделей для решения задач управления на различных уровнях, горизонтах планирования и пространствах распределения.

Технической базой современного ситуационного управления являются компьютеры, связанные локальной и глобальной вычислительной сетью, многозадачные операционные системы, мультимедийное и прочее обеспечение.

Особое место в ситуационном управлении занимает работа со знаниями на основе следующих технологий:

- нейроподобные растущие сети [15];
- нейронные сети [16-18];
- методы вывода по аналогии [19];
- методы деревьев решений [20];
- методы социально-экономического мониторинга [21];
- экспертные системы [22] и т.п.

При работе с экспертами в системах ситуационного управления коллективного пользования привлекают базы знаний [23], методы, называемые извлечением знаний и инженерией знаний [24].

Большинство описанных выше подходов и технологий ситуационного управления целесообразно использовать в рамках соответствующих ситуационных центров [25].

В работе с моделями и экспертами для обеспечения оптимизации ситуационного управления целесообразно обеспечить динамический иерархический баланс на каждом уровне управления [26]. Достижение баланса между выделенными ресурсами и применяемыми технологиями для достижения поставленной цели есть смысл всякого процесса управления. А по своей природе процесс управления является ситуационным, поскольку в принятии решений на каждом его этапе ЛПР отталкиваются от критериальной оценки соответствия исходного замысла и возможности его практической реализации.

Наиболее практичной формой реализации идей ситуационного управления стала разработка интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР). Степень интеллектуализации таких систем определяется сложностью реализованных расчетных задач, моделей в различных видах управленческой деятельности персонала сложных систем [28]. Другими важными аспектами качественной характеристики СППР являются степень ее интеграции в проектный процесс управления и возможность поддержки процедур штатного и кризисного управления [28]. В современных разработках СППР преимущественно реализуются либо модели кризисного управления, связанные с выводом сложной системы из кризиса в условиях неопределенности исходной обстановки, либо методы интеллектуального анализа (OLAP, Data Mining) для процедур стратегического планирования [29-33]. В целях рекламы современные СППР необоснованно претендуют на комплексность решения проблем интеллектуальной поддержки всего цикла управления, в то время как в основном они сосредоточены на процедурах интеллектуального анализа массивов данных. Для комплексных технических реализаций СППР требуется значительно больше усилий по интеграции промышленных продуктов в комплексную технологию. Ее составляющими могут быть:

- технологии автоматизации проектирования (САПР);
- методы баланса планов (бюджетов);

- технологии управления документооборотом;
- технологии мониторинга процессов и состояний сложной системы для процедур оперативного анализа ситуации и процедур прогноза при оценке последствий принимаемых решений;
- методы оперативного интеллектуального анализа данных мониторинга (OLAP, Data Mining);
- моделирование влияния нормативных и правовых ограничений на эффективность функционирования сложной системы.

Варианты интеграции отдельных промышленных решений в комплексную СППР и являются предметом обсуждения на конференции. Интересны взгляды специалистов на реализацию балансных моделей для задач планирования и моделирования состояний сложной системы. Например, модели влияния нормативных и правовых ограничений на эффективность функционирования сложной системы еще не нашли своей практической реализации и требуют теоретической и практической проработки.

Большой пробел существует в системных взглядах на проблемы комплексного мониторинга сложных систем и управление данными мониторинга. В итоге эта проблема выливается в недостаток исследования технологий для управления в реальном времени, от степени реализаций которых напрямую зависит эффективность систем управления.

Анализ технологий управления в государственных и отраслевых органах управления показывает, что существенное повышение эффективности их деятельности не может быть достигнуто на пути автоматизации существующих регламентов их функционирования. Для значительного повышения эффективности управления следует переходить к технологии управления в реальном времени, а это влечет за собой коренную перестройку устоявшихся и привычных многим поколениям управленцев регламентов работы.

Перспективы перехода к управлению в реальном времени и комплексной интеллектуальной поддержке всего персонала сложной системы как лиц, принимающих решения в пределах должностных полномочий, вынуждают заново посмотреть на роль и место ситуационных центров. Развитая система мониторинга элементов и подсистем сложной системы, онлайн-моделирование процессов и состояний системы позволяют персоналу адекватно реагировать на ситуацию и значительно увеличивать эффективность усилий по предупреждению кризисных явлений. В то же время оперативное управление выводом системы из кризиса есть самостоятельная задача, которую в подавляющем большинстве случаев орган управления сложной системы решить в момент кризиса уже не может из-за нарушений в системе управления и недостатка ресурсов для организации вывода системы из кризиса. Управление выводом системы из кризиса должен осуществлять тот орган управления, в чьем распоряжении есть достаточно ресурсов для этого. Такие ресурсы, как правило, есть у системы, в которую исходная система структурно входит как ее составляющая.

Коллегиальные органы управления, технологии коллегиального обсуждения и принятия решений имеют корпорации, министерства и им подобные структуры. Эффективность их



управления напрямую зависит от интеллектуальной поддержки этих органов технологиями управления в реальном времени.

В масштабе всего государства нет возможности передать управление в случае кризиса большей системе, чем само государство. Поэтому в государственном управлении плановое и кризисное управление делегируются различным органам управления: плановое управление, связанное с недопущением кризисов, осуществляют правительство и другие исполнительные органы власти, а ликвидацией последствий кризисов управляет президент, опираясь на специальную систему кризисного управления и специальную систему ресурсов, предназначенных для таких целей.

Система кризисного управления базируется на технологиях коллективного обсуждения, экспертной поддержки, моделирования в реальном времени, которые наиболее полно реализуются через ситуационные центры и СППР. При этом намечаются тенденции смещения акцентов к идеям реализации виртуальных ситуационных залов (комнат) с применением технологий видеоконференции и дистанционного обучения.

Система управления реального времени значительно повышает требования к адекватности восприятия персоналом информации в системе управления. Из этого вытекает необходимость поисков таких образных когнитивных символов визуализации информации в системе управления, которые будут однозначно трактоваться на всех уровнях иерархии системы, повышая степень доверия к принимаемым решениям и адекватность реакции на управленческие стимулы [35].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник-словарь терминов АСУ. // В.И. Вьюн, А.А. Кобозев, Т.А. Паничевская, Г.С. Теслер. /Под ред. Ю.Е. Антипова, А.А. Морозова / - М.: Радио и связь, 1990. – 128с.
2. Глушков В.М. Введение в АСУ. – 2-е изд. испр. и доп. –Киев: Техніка, 1974. –319с.
3. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы. // Управляющие системы и машины. – 1995. –№7. –С. 13-21.
4. Теслер Г.С. Принцип смешанного экстремума как основа развития вычислительных средств // Математичні машини і системи. –2002. -№2. –С. 3-13.
5. Словарь по кибернетике // Под ред. В.С. Михалевича. –2-е изд. –Киев: Гл. ред. УСЭ, 1989. –751 с.
6. Литвинов В.В. Модельно-ориентированное управление как стратегия функционирования интеллектуальных производственных систем / Казимир В.В. // Математичні машини і системи. –2004. -№4. –С. 143-156.
7. Морозов А.А. Ситуационные центры - основа управления организационными системами большой размерности // Математичні машини і системи. -№2, 1997, -С. 7-10.
8. Морозов А.А. Адаптивное управление с моделями в электронно-лучевой сварке / Литвинов В.В., Казимир В.В. // Математичні машини і системи. –2003. -№3, 4. –С. 170-180.
9. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
10. Теслер Г.С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004. –404 с.
11. Бусленко Н.П. Метод статических испытаний (метод Монте-Карло) / Голенко Д.И., Соболев И.М.; –М.: Физматиз, 1962. –С. 6-11.
12. Соболев И.М. Численные методы Монте-Карло. -М.: Наука, 1973. -С. 4-22.
13. Моисеев Н.Н. Численные методы, использующие варьирование в пространстве состояний, и некоторые вопросы управления большими системами: – В кн.: Тезисы докладов Международного конгресса математиков, -М.: 1966. -С. 16-41.
14. Морозов А.А. Яценко В.А. Интеллектуализация ЭВМ на базе нового класса нейроподобных растущих сетей. – Киев: ИПММС НАН Украины, 1997. –126 с.
15. Нейронные сети в системах автоматизации / В.И.Архангельский, И.Н. Богаенко, Г.Г. Грабовский и др. – Киев: Техніка, 1999. –364с.
16. Галинская А.А. Модульные нейронные сети: обзор современного состояния разработок // Математические машины и системы. –2003. -№3, 4. –С. 87-102.
17. Многофункциональный нейрокомпьютер Neuroland. / Резник А.М., Калина Е.А., Сычев А.С. и др. // Математичні машини і системи. –2003. -№1. – С. 36-45.

18. Батороев К.Б. Кибернетика и метод аналогий. – М.: Высшая школа, 1974. –104 с.
19. Величко В.Ю. Розв'язання аналітичних задач в дискретних середовищах методами виведення за аналогією: Автореферат дис. канд.т.н. / Інститут кібернетики НАНУ. –К., 2004. –10 с.
20. Панченко М.В. Розробка математичного, алгоритмічного та програмного забезпечення для прийняття рішень в різних предметних областях на основі методу дерева рішень. Автореферат дис. канд. техн. наук / Інститут проблем математичних машин і систем НАН України. – К. –2004. –14 с.
21. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. –Київ: Наукова думка, 2002. –232 с.
22. Элти Дж., Кулбе М. Экспертные системы: концепции и примеры: Пер. с англ. –М.: Финансы и статистика, 1987. –191 с.
23. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования // УСиМ. – 1995. -№4. –С. 1-5.
24. Балабанов А.С. Выделение знаний из баз данных – передовые компьютерные технологии интеллектуального анализа данных // Математичні машини і системи. –2001. -№1, 2. –С. 41-54.
25. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. –2003. -№1. –С. 3-14.
26. Теслер Г.С. Третий шлях розвитку людства – постіндустріальне інформаційне суспільство // Партнерство. – 2001. -№2. –С. 31-35.
27. Косс В.А. Комплексна інтелектуальна підтримка процедур ситуаційного управління активними об'єктами // Математичні машини і системи. –2004. -№4. –С. 13-28.
28. В.А. Косс. Особливості процедур планового й кризового управління військовими формуваннями // Наука і оборона. –2004. -№1. – С. 25-32.
29. <http://www.olap.ru>.
30. <http://www.osp.ru>.
31. <http://www.russian-enterprisesolution.com>.
32. <http://www.statsoft.ru>.
33. <http://www.bizcom.ru>.
34. Косс В.А. Когнитивная визуализация базовых процедур процесса принятия решений в системе управления активным объектом // Математичні машини і системи.–2004. -№3.- С. 102-109.

## **1.7. А.А.МОРОЗОВ, Г.Е.КУЗЬМЕНКО, В.И.ВЬЮН, В.А.ЛИТВИНОВ**

### **СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ**

#### **1. Введение**

В последние годы получили широкое развитие системы поддержки принятия решений типа Ситуационных центров [1, 2] ("Центров стратегического моделирования", "Кризисных центров") [3, 4]. Ситуационные центры (СЦ) предназначены и используются для принятия управленческих решений относительно многоуровневых объектов сложной структуры, задачи управления в которых слабо структурированы и слабо формализованы, исходные данные об объектах управления неоднозначны, неполны и противоречивы, а цена ошибок в решении весьма высока.

Основной задачей Ситуационного центра является поддержка принятия стратегических решений на основе визуализации и углубленной аналитической обработки как оперативной, так и ретроспективной информации. Эффективность СЦ обусловлена тем, что технология работы в условиях СЦ позволяет подключить к активной работе по принятию решения человеческие возможности аналитического моделирования и образного, ассоциативного мышления. Представление ситуации в виде формальных моделей, образов как бы «сжимает» информацию, обеспечивая обобщенное восприятие происходящих событий. Большинство решений, принимаемых по стратегическим вопросам, является результатом коллективного обсуждения некоторого количества вариантов возможных решений [2].

Ситуационные центры обеспечивают интеграцию возможностей современных средств сбора, аналитической обработки и визуального представления информации, а также поддержку групповой работы экспертов, «позволяют быстро «погрузить» участников процесса принятия решений в рассматриваемую проблему, «научить их говорить» на одном языке, помочь разобраться в проблеме, правильно сформулировать запросы к внешним источникам информации и совместно подготовить хорошее (не обязательно наилучшее) решение» [3].

Важным атрибутом СЦ являются средства коллективного отображения информации. Тематически ориентированное отображение информации позволяет активизировать мыслительную деятельность участников совещания в процессе обсуждения и принятия решений.

Степень информационно-технологического, алгоритмического, коммуникационного и методического оснащения центров может значительно отличаться в зависимости от сложности выполняемых задач.

В общей сложности в настоящее время в мире существует более 300 СЦ, используемых правительствами различных стран и руководителями крупных корпораций.

Несмотря на развитие и широкое практическое внедрение Ситуационных центров, пока еще не сформировалось единое мнение относительно общей концепции СЦ как некоторой "высшей" разновидности (подкласса) СППР. В опубликованной по данной теме литературе отсутствуют и систематизированные положения относительно исходных принципов создания и функционирования СЦ. Цель настоящей работы – по возможности заполнить этот пробел и предложить перечень принципов создания и функционирования СЦ с учетом его технологических особенностей.

Сформулированные ниже принципы носят общий характер в том смысле, что они не зависят от проблемной ориентации СЦ.

Часть из них сформировалась в результате опыта разработки автоматизированных систем управления различного назначения, часть была сформулирована еще В.М. Глушковым [4], часть возникла как результат работ по созданию современных СППР и Ситуационных центров.

Авторы предлагают формулировки и определения основных принципов, которые должны быть учтены при проектировании СЦ по следующим направлениям:

- конструирование (проектирование) СЦ;
- разработка технологии функционирования;
- разработка информационного обеспечения;
- максимальная интеллектуализация СЦ.

## **2. Основные принципы конструирования и функционирования СЦ**

### ***Основные принципы, которые должны быть выдержаны на этапе конструирования Ситуационных центров***

- ***Принцип системности:***

Это согласование единства всех элементов СЦ, распределенных в пространстве, с использованием методов декомпозиции, анализа и синтеза с учетом ограничений и возможностей на всех этапах жизненного цикла системы – проектирования, разработки, эксплуатации, исходя из целевой функции создания СЦ.

- ***Принцип главных задач***

Это выбор и реализация главных задач (разрешение первоочередных проблем) с точки зрения целевой функции управления объектом. В СЦ это в основном задачи стратегического плана. Исходя из целевой функции СЦ, они должны быть очерчены на этапе проектирования СЦ, под них сформированы информационное пространство, алгоритмическое, программное обеспечение и база знаний.

- ***Принцип модульности***

Ситуационный центр – это система, которая представляет собой интегрированную совокупность автономных программно-технических модулей, обладающих своими методическими и инструментальными средствами, функционирующими в единой информационной среде и в соответствии с единым технологическим процессом, позволяющим им взаимодействовать между собой в нужное время, в нужном месте, с нужными данными в автоматическом или интерактивном режиме. Модификация, замена отдельных модулей не должна нарушать работу других модулей и системы в целом. Каждый модуль может проектироваться и разрабатываться автономно с учетом его интеграции в совокупность модулей, представляющих СЦ.

- ***Принцип многоуровневости***

Ситуационный центр необходимо рассматривать как многоуровневую иерархическую систему с обратными вертикальными связями. На каждом уровне обеспечивается всесторонний мониторинг жизнедеятельности определенной составляющей объекта и принятия соответствующих

решений. Верхний уровень, как правило, уровень решения стратегических вопросов относительно объекта управления в целом.

- ***Принцип дружественного интерфейса***

В процессе создания СЦ необходимо строить "дружеский" интерфейс системы с учетом конкретных пользователей. СЦ создается для поддержки принятия управленческих решений и должен уметь подстраиваться под непрофессионального пользователя-человека, принимающего решения. Поэтому интерфейс системы должен учитывать индивидуальные особенности ЛПР.

***К основным принципам технологии функционирования ситуационных центров следует отнести:***

- ***Принцип первого руководителя***

Несмотря на использование в СЦ «как базовой» технологии коллективного обсуждения и принятия решений, СЦ в целом должен быть ориентирован на подготовку решения для первого руководителя и давать ему возможность в любой момент получить информацию от системы об оценке проблемы, предложенных вариантов решения как любым участником совещания, так и группой или всеми участниками совещания в целом, для принятия своего окончательного решения и обеспечить возможности прогнозирования поведения объекта управления при реализации принятого решения.

- ***Принцип непрерывного развития***

Ситуационный центр – это постоянно развивающаяся, динамически обучаемая и самообучаемая система. Развитие ее может идти по разным направлениям – техническому, информационному, алгоритмическому, технологическому, математическому, интеллектуальному, функциональному, расширения возможностей системы, обучения на основании ретроспективного анализа результатов реализации принятых решений.

- ***Принцип обучаемости системы***

Как правило, оценить качество принятого управленческого решения можно только после анализа состояния объекта, в которое он перешел после выполнения принятого решения. После анализа нового состояния объекта делается оценка достигнутых результатов. В случае положительного результата оценки, рассматриваемая ситуация и стратегия выхода из нее заносятся в базу знаний и используются в последующем как элемент знаний. В случае отрицательного результата, модели, которые использовались при принятии решения, состав экспертов и ЛПР, принимавших участие в подготовке и принятии решения, также остаются в базе знаний и используются при рассмотрении для избежания аналогичных ошибок.

- ***Принцип разграничения доступа***

Каждое лицо, принимающее участие в выработке решения, обеспечивается информацией в пределах его компетенции.

- ***Принцип мониторинга***

СЦ должен обеспечивать возможность текущего слежения за объектом управления в целях информирования руководства объекта о всех происходящих изменениях и акцентирования внимания на событиях, которые могут привести к нежелательным с точки зрения целевой функции изменениям текущей ситуации на объекте.

- ***Принцип многорежимности функционирования СЦ***

Ситуационный центр должен обеспечивать функционирование как минимум трех режимов:

повседневный – мониторинг проблем, т.е. мониторинг событий, происходящих на объекте и в окружающей среде, выявление проблемных и критических ситуаций и информирование о них руководства объекта, а также информационно-справочное обслуживание по текущим запросам;

плановые мероприятия – планируемое рассмотрение проблем (т.е. подготовка и предоставление пользователям всесторонней по форме и содержанию информации по обсуждаемой проблеме или ситуации, предоставление аналитических материалов, анализ, рассмотрение вариантов возможных решений и выработка решений по проблеме);

внеплановые мероприятия – рассмотрение критических ситуаций, возникающих неожиданно (т.е. предоставление возможности пользователям оценивать обстановку в реальном масштабе времени без предварительной подготовки, анализировать ситуацию, рассматривать варианты возможных решений на основании как косвенной информации о ситуации, так и оперативной, поступающей с места событий имеющих прецедентов, проведения «мозгового штурма» по складывающейся ситуации и принятия соответствующих решений.

- ***Принцип методологически-технологической совместимости***

Реализация этого принципа обеспечивает использование единых концептуальных положений при создании и эксплуатации всех составляющих СЦ, регламентацию процедур человеко-машинного взаимодействия на разных уровнях.

- ***Принцип мобильности***

Доступ ко всем ресурсам СЦ – базам данных, базам знаний, принятым и не принятым решениям, сценариям развития ситуации, прогнозируемым рискам и рекомендациям по вариантам управленческих решений, текущей ситуации в динамике – должен обеспечиваться ЛПРу по необходимости из любой точки.

***Как информационные принципы предлагается рассматривать следующие:***

- ***Принцип информационной свертки***

Ситуационный центр, как правило, ориентирован на поддержку принятия решений по разрешению различных проблемных ситуаций определенного класса предметных областей, поэтому его база знаний содержит всю совокупность необходимых для этих предметных областей знаний, которые являются избыточными при рассмотрении конкретной проблемы в конкретной предметной области. Поэтому в системе должна быть реализована технология создания временных проблемно-ориентированных баз знаний, т.е. выполнен процесс информационной свертки. Таким образом, реализация принципа информационной свертки обеспечивает в процессе поддержки принятия решений переход от общей базы знаний СЦ к подмножеству базы знаний по конкретной проблеме [6].

- ***Принцип единой информационной среды***

Это принцип, реализация которого обеспечивает информационную и алгоритмическую совместимость всех модулей ситуационного центра, однозначное толкование и понимание показателей, параметров, терминов, алгоритмов агрегации и дезагрегации данных, использование

разветвленной системы классификаторов, справочников, формализацию и автоматизацию документооборота, интеграцию СЦ с другими автоматизированными системами, функционирующими на объекте и информационно подпитывающими жизнедеятельность СЦ.

- **Принцип одноразового ввода первичных документов, реализация** которого обеспечивает достоверность, непротиворечивость данных, используемых в СЦ.

- **Принцип оперативного доступа к первичной информации**

Информация, поступающая на каждый последующий уровень принятия решения, агрегируется по определенным алгоритмам, и чем выше уровень принятия решения, тем выше уровень агрегации. Для повышения устойчивости процесса принятия решения необходимо обеспечить доступ к первичной информации с каждого уровня принятия решения.

**Особое место при проектировании СЦ занимают вопросы повышения уровня интеллектуализации системы. В этом направлении следует выделить следующие принципы:**

- **Принцип интеграции формализованных и неформализованных знаний**

Это объединение формализованных знаний об объекте, предметной области и окружающей среде с неформализованными знаниями эксперта путем определенных манипуляций в процессе выработки решения позволяет получить решение рассматриваемой проблемы. Специфика эксперта состоит в том, что он «видит» объект, процесс, предметную область как модели и знает (прогнозирует) их реакцию при изменении функционирования. Таким образом, эксперт на основе своих знаний (моделей) вырабатывает граничные условия или критерии и использует их совместно с формализованными знаниями для прогнозирования поведения объекта, процесса, предметной области и выбора решения [6]. Таким образом, принцип интеграции формализованных и неформализованных знаний обеспечивает сочетание в процессе выработки решения как знаний, накопленных человечеством и хранящихся в базах знаний системы, так и знаний, опыта, интуиции экспертов и руководителей, участвующих в этом процессе.

- **Принцип мозгового штурма (мозговой атаки)**

СЦ должен обеспечивать возможность принятия решения в режиме мозгового штурма. Этот процесс носит комулятивный характер – одновременное, сконцентрированное, скомпрессированное восприятие информации, психологическая организация умственной активности лиц, принимающих решение, что позволяет им принять решение на качественно высоком уровне.

- **Принцип активизации индивидуальных интеллектуальных возможностей человека**

Реализация данного принципа требует представления данных об объекте и окружающей среде в таком виде и в такой последовательности, которые позволят активизировать мыслительные способности человека, опирающиеся на опыт и воображение, и которые не всегда могут быть описаны в строгих терминах логики дедуктивного вывода, и могут породить решения, не поддающиеся никакой логике [8].

- ***Принцип извлечения новых знаний***

Это включение в состав инструментария СЦ типовых процедур интеллектуального анализа данных для выявления новых зависимостей и как результат получения новых знаний об объекте, необходимых для принятия решений. Новые зависимости – это те зависимости, которые не могли быть выявленными заранее, в процессе обследования объекта, проектирования и разработки системы. Эти зависимости могут быть выявлены в результате аналитических процессов и углубленной обработки реальных результатов деятельности СЦ. Это реализация концепции DW&Olap&IAD (DW – data warehouse или хранилища данных, которые интегрированы с технологиями оперативной аналитической обработки данных (olap) и интеллектуального анализа данных - IAD) [8].

- ***Принцип стереотипных ситуаций (принцип прецедентов)***

Особенно важен для обеспечения принятия решений в экстремальных ситуациях, характеризующихся острым дефицитом времени и постоянно меняющейся обстановкой. Часть задач, решаемых в экстремальных ситуациях, может оказаться уже ранее решавшимися. И по этим задачам должны сохраняться в системе стратегии выхода из аналогичных ситуаций, которые могут быть использованы. Конечно же, не может быть двух абсолютно одинаковых ситуаций, но имеющиеся решения могут быть использованы для оперативного внесения корректив в имеющиеся модели, “веса” критериев и быстрого получения вариантов решений.

- ***Принцип максимизации “наглядности” представления информации***

Это один из основных принципов функционирования СЦ, который отличает СЦ от всех других систем поддержки принятия решений. Мощные и гибкие возможности визуализации информации – цветные большие экраны, видеосистемы, электронные карты, графика, многомерные образы, отображающие реальную ситуацию на объекте, видеосредства, цветовая гамма типа семафоров на уровне принятия решения обеспечивают сконцентрированное представление информации с максимально возможным уровнем восприятия информации, позволяют аккумулировать образное мышление группы участников обсуждения проблемы, что позволяет руководителям принимать решения на качественно более высоком уровне по сравнению с традиционными способами.

### **3. Выводы**

Конечно же, не все перечисленные принципы могут и должны быть в обязательном порядке реализованы в процессе создания конкретного СЦ. Это зависит от поставленных задач, финансовых возможностей, наличия специалистов, структуры объекта и т.д. Но стремиться к реализации совокупности приведенных принципов для создания полноценного СЦ необходимо.

При этом следует также учитывать, что эффективность коллективного обсуждения и принятия решений в СЦ обусловлена множеством причин – составом и квалификацией участников, методами подготовки и ведения, психологическим настроением на ответственную оценку решений, возможностью широкого обсуждения альтернативных вариантов и наличием методов моделирования и средств информационной поддержки. Обеспечение работы Ситуационных



центров требует подготовки высококвалифицированных специалистов как в области управления и, в частности, принятия решений, так и в новейших информационных технологиях.

Реализация сформулированных принципов обеспечит создание эффективно функционирующих Ситуационных центров.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Морозов А.А., Кузьменко Г.Є. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений. XI Междунар. научно-практическая конф. «Построение информационного общества: ресурсы и технологии (тезисы докладов). – Киев. – 2005. – С. 115–123.
2. Кузьменко Г.Є., Плиш В.Є. Функциональная архитектура многоуровневой системы поддержки принятия решений в условиях ситуационных центров // Математичні машини і системи. – 1998. – № 1. – С. 56–63.
3. Райков А. Ситуационная комната для поддержки корпоративных решений // Открытые системы. – 1999. – № 7–8 ([http://WW.OS mag.24](http://WW.OS.mag.24)).
4. Глушков В.М. Введение в АСУ. – К.: Техніка, 1972. – 312 с.
5. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 3–14.
6. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования // Управляющие системы и машины. – 1995. – № 4. – С. 1–5.
7. В'юн В.І. Багатоагентні риси архітектури інтелектуалізованих систем автоматизації управління / Довгополий А.С., Кузьменко Г.Є. / Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 52–56.
8. Морозов А.О. Інтелектуалізація ІС: орієнтація на формування знань в процесах аналізу "інформаційних згорток" / В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. / Математичні машини і системи. – 2005. – № 2. – С. 140–146.

## 1.8. А.А.МОРОЗОВ, Г.Е.КУЗЬМЕНКО

### **СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ – ТЕХНОЛОГИЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

---

Особенно остро проблемы принятия решений стоят на уровне управления министерствами, ведомствами и государством в целом, где цена последствий принятого решения является очень высокой, а сами задачи управления – слабо структурированы и слабо формализованы, где исходные данные об объектах управления являются неоднозначными, неполными и противоречивыми, где при выработке решения очень часто используются технологии коллективного обсуждения предлагаемых решений, базирующихся на использовании коллективных знаний и коллективного интеллекта. При этом важное значение имеет уровень компетентности лиц, участвующих в обсуждении, который может быть объективно оценен только по факту последствий принятых и реализованных решений и сравнения их с не принятыми, но обсуждаемыми альтернативными вариантами решений. Возникла необходимость моделирования процессов, происходящих в результате принимаемых решений, что привело к созданию крупных информационно-аналитических, диалоговых систем нового типа, систем класса “Ситуационный центр”, базирующихся на сетях ЭВМ и распределенных системах представления знаний, а также на методах ситуационного управления.

Процессы принятия решений только тогда становятся реально работающими, когда они приобретают четко определенную последовательность организационно-технологических этапов, на каждом из которых интегрируются рутинные процессы подготовки адекватных решений и интуитивные, базирующиеся на человеческих знаниях, решениях гениев-аналитиков.

Полный цикл поддержки принятия любого решения – это сбор информации (мониторинг), идентификация ситуации, анализ текущего и прогнозирование ожидаемого состояния, выявление и оценка угроз, моделирование вариантов развития событий, формирование управленческих решений, доведение и контроль исполнения решений.

Этот цикл может быть индивидуальным, коллективным и смешанным, т.е. индивидуально-коллективным.

Системы коллективного обсуждения и принятия решений существенно отличаются от технологии индивидуального принятия решения. Основные отличия заключаются в следующем:

- над решением проблемы работает  $n$  экспертов (ЛПР) одновременно;
- система обеспечивает два последовательных и взаимосвязанных этапа работы пользователей – индивидуальный и групповой;
- система обеспечивает равноправное участие в обсуждении и оценке альтернативных вариантов решений всех заинтересованных участников, на функциональную деятельность которых непосредственно может повлиять принятое решение;
- в системе используются как формализованные знания, так и неформализованные знания всех участников обсуждения;
- в системе реализуется технология создания временных проблемно-ориентированных баз знаний и баз данных, ориентированных на разрешение проблемы ( технология информационной свертки).

Для ситуационных центров характерным является именно индивидуально-коллективный принцип работы. Исходя из этого можно выделить следующие технологические этапы функционирования Ситуационного центра (рис.1):

- мониторинг (текущая работа экспертов и аналитиков);
- выбор участников совещания для коллективного обсуждения проблемы;
- информационно-аналитически-алгоритмическая подготовка совещания;
- проведение совещания, принятие решения;
- отработка принятых решений;
- ретроспективный анализ (оценка) качества выполнения принятых решений.

### **Мониторинг (текущая работа экспертов, аналитиков)**

Целью текущей работы экспертов, аналитиков является ведение мониторинга состояния объекта, предметной области, процесса, то есть идентификация, распознавание ситуации по отклонениям значений показателей, которые ее характеризуют, прогнозирование перехода в другую ситуацию, выявление тенденций развития ситуаций и прогнозирование развития выявленных тенденций, нахождение путей (управляющих воздействий) по стабилизации или целенаправленному изменению текущей ситуации.

На этом этапе эксперту, аналитику необходимы:

- актуальная, достоверная, максимально полная информация об объекте мониторинга, то есть фактографические знания об объекте;

- знания для качественной и количественной оценки ситуации, которая сложилась на объекте. Такими знаниями могут быть как декларативные знания (аналитические справки, донесения, отчеты, нормативные акты и т.п., то есть полнотекстовые документы различного назначения), так и процедурные знания (алгоритмы, методы, модели, экспертные системы), которые позволяют работать с фактографическими данными в базе данных;

- знания для прогнозирования развития ситуации на объекте. Такими знаниями могут быть декларативные знания о штатных ситуациях, прецедентах, которые были в прошлом и похожи на ситуацию, которая складывается на объекте сейчас (так называемые стратегии развития ситуации). Такими знаниями могут быть и процедурные знания в виде проблемно либо предметно-ориентированных моделей, алгоритмов, которые уже настроены на конкретную предметную область и позволяют моделировать развитие ситуации на объекте;

- знания для формирования альтернативных вариантов решений экспертами для индивидуального принятия решения конкретным ЛПР. Такими знаниями, или элементами таких знаний, могут быть факты, проблемно или предметно-ориентированные методы, алгоритмы (процедурные знания), взаимосвязанные знания декларативного и процедурного типа (экспертные системы со своими базами знаний), декларативные знания в виде стратегий развития ситуаций и процедурные знания в виде путей разрешения проблемных ситуаций; необходимыми являются также декларативные знания об экспертах, которых можно дополнительно привлекать к формированию альтернативных вариантов решений и различных аналитических справок.

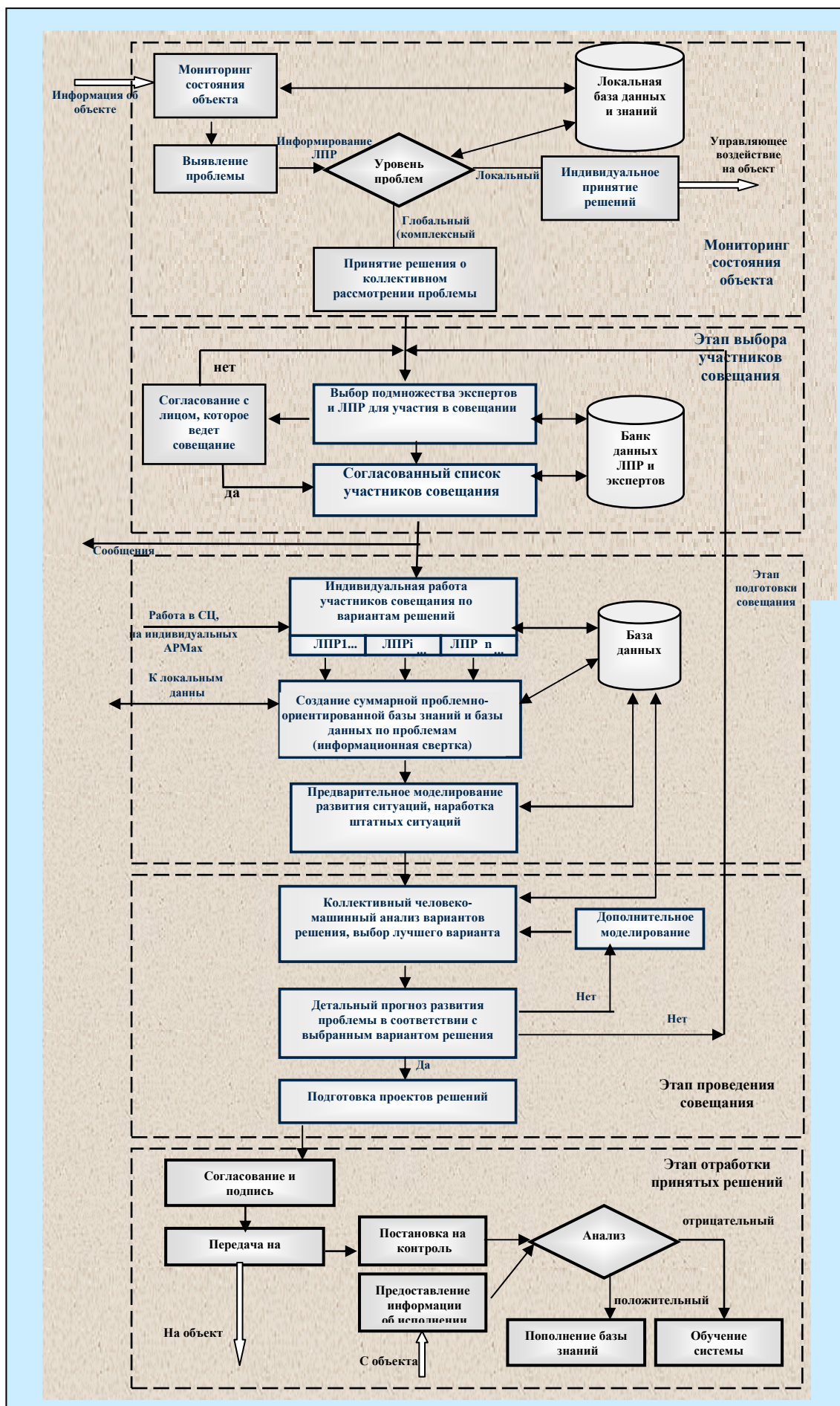


Рис.1 Технологический процесс подготовки и принятия решений в СЦ

Кроме того, на этом этапе активно используются индивидуальные знания ЛПР, которые позволяют ему выбирать одно из возможных альтернативных решений. Это его опыт, интуиция, эвристические знания.

Если ЛПР не имеет возможности принять решение на своем уровне (в случаях, если проблема носит комплексный характер и причины ее возникновения или возможные последствия лежат за пределами его компетенции), решение должно быть принято на уровне коллективного органа принятия решений, с участием ЛПР высшего уровня.

### **Выбор участников совещания**

В ситуационном центре имеется не только база данных и знаний, которая относится к определенным объектам, процессам управления, проблемам, которые возникают в процессе управления, но и база данных ЛПР и экспертов, которые могут привлекаться к разрешению той или иной проблемы.

Второй этап техпроцесса поддержки принятия управленческих решений – это отбор специалистов-экспертов по определенным критериям (специализация, опыт работы, участие в разрешении аналогичных проблем, публичная оценка профессионализма, уровень знаний и другие), которых необходимо привлечь к подготовке вариантов решений по разрешению проблемы и отбор лиц, принимающих решение, для участия в проведении коллективного обсуждения проблемы и принятия решения, сфера деятельности которых имеет непосредственное или косвенное отношение к рассматриваемой проблеме и ее разрешению. Каждый из привлекаемых ЛПР обязан подготовить материалы к совещанию – свою оценку проблемы, причины возникновения проблемы, пути разрешения проблемы и оценку результатов разрешения проблемы.

### **Подготовка к совещанию**

Целью работы этого этапа является подготовка вариантов решений для коллективного обсуждения на совещании.

На этом уровне разработка вариантов решений требует наличия проблемно или предметно-ориентированных (а не методо-ориентированных) базовых знаний, так как времени на подготовку вариантов решений, как правило, маловато и каждый эксперт (группа экспертов) использует те знания, которые они уже наработали в своей повседневной деятельности на уровне текущей работы в локальных базах данных и знаний. Это могут быть и модели, и реализованные алгоритмы, расчетные процедуры, наработанные прежде стратегии, прецеденты, которые были уже на этом или подобных объектах, аналитические материалы, публикации в средствах массовой информации, информация о специалистах, которых можно привлечь к подготовке альтернативных вариантов решений.

Для коллективного обсуждения проблемной ситуации на совещании эксперты, которые оценивают ситуацию на объекте по разным направлениям деятельности, с разных точек зрения,

создают проблемно-ориентированную временную базу данных и знаний совещания, то есть создают единую информационно-алгоритмическую среду по конкретной проблеме относительно определенного объекта, единую базу данных и знаний в виде данных и фактов, методов, моделей, использование которых дает возможность оперативно моделировать развитие ситуаций, прогнозировать результаты реализации предложенных вариантов решений.

### **Проведение совещаний**

На этом этапе, как правило, работают эксперты (ЛПР) более высокого уровня в иерархии управления, чем эксперты, которые занимаются мониторингом и подготовкой вариантов решений для совещания и не всегда владеют знаниями стратегического уровня. Точки зрения и оценки экспертов высшего уровня (с учетом опыта работы, объема знаний, который им доступен) могут наиболее значительно повлиять на процесс принятия того или иного решения.

На этом этапе следует особое внимание уделить средствам представления знаний, фактов или вариантов решений с целью одновременного и наиболее полного восприятия их участниками совещания. Для этого должны быть использованы средства отображения информации коллективного пользования, средства multimedia и Гис-технологии. Эти средства разрешают оперативно и наглядно отображать результаты моделирования ситуаций на совещании.

Одним из основных видов знаний, которые используются при коллективном обсуждении проблемы на совещаниях, есть знание прецедентов или стратегий разрешения проблемных ситуаций, которые накапливаются в базе знаний. Эта разновидность знаний является специфической для систем такого типа. Неструктурированные задачи, которые в большинстве решаются в таких системах, не имеют четкого алгоритма решения или методов нахождения оптимального решения. Поэтому вводится понятие классификации ситуаций и для каждого класса (подкласса) сохраняются решения, которые принимались раньше и дали приемлемые результаты. Эти решения обобщаются в допустимых границах и предоставляются пользователю как основа для разработки решения в тождественных условиях.

Эти стратегии решения ситуаций могут сохраняться в наиболее обобщенной форме и сопровождаться вектором параметров, за выбором которых находится нужный элемент знаний - необходимая стратегия. Для поиска нужной стратегии надо предусматривать все возможные виды поиска:

- прямой поиск, если заданы значения (в допустимых случаях - интервалы значений) всех параметров, которые описывают (классифицируют) стратегию;
- уточняющий многошаговый поиск, если задаются значения ограниченного круга параметров, и на каждом последующем шаге проводится уточнение в найденном подмножестве;
- иерархический поиск по рубриктору состояний предметной области (проблемных ситуаций);
- прямой контекстный поиск по смыслу стратегии, решения или описания-аннотации к этой стратегии.

Методологическое обновление этих знаний проводится экспертами, которые ведут ретроспективный анализ принятых решений и оценивают результаты их выполнения.

В процессе обсуждения проблемы, как правило, используют декларативные знания, результаты отработки моделей, алгоритмов и экспертных систем на разных входных данных во время подготовки совещания и процедурные знания в виде предложенных процедур – моделей, алгоритмов двух типов:

- модели грубой оценки типа «да-нет», которые работают в ускоренном масштабе времени и используются для анализа предложений участников;

- реально-временные модели для более глубокого анализа предложенных решений, которые обеспечивают выдачу результатов в реальном масштабе времени работы совещания.

Кроме того, специфическими знаниями для участников совещания есть знание методов оценки преимуществ альтернативных вариантов решений, использование которых служит объективной основой для принятия решений на совещании.

Эта система знаний достаточно разработанная как теоретически, так и практически. В основе такой системы лежит один или несколько методов выявления преимуществ экспертов к вариантам решений, которые являются элементами базы знаний ситуационного центра и выбор такого метода является прерогативой руководителя - ЛПР, который проводит совещание.

Как правило, результат коллективного выбора одного из вариантов предлагаемых решений является рекомендательным, процесс выбора может быть приостановлен руководителем на любом уровне итерационного процесса согласования, ибо окончательное решение (если это не коллективный орган принятия решений, например, Кабинет Министров) принимает руководитель, так как он несет персональную ответственность.

### **Отработка принятых решений**

На этапе отработки принятого решения используются знания в виде моделей “точной” оценки ситуации, которые разрешают по уже принятому решению отрабатывать технологию внедрения в жизнь выбранного варианта решения.

На этом этапе готовятся конкретные решения по рассматриваемой проблеме для нижестоящих структур, которые должны обеспечить достижение поставленной цели.

Каждое конкретное решение ставится на контроль выполнения. Такие решения могут быть многоуровневыми, относиться к структурам и персоналиям, находящимся на различных уровнях управления и окончательный результат выполнения принятого решения зависит от исполнения конкретных решений. В системах типа СЦ ведется оперативный мониторинг и контроль выполнения всех конкретных решений на всех уровнях управления с отображением их на средствах отображения с использованием различных средств представления информации. И руководитель в любой момент времени может получить представление о том, как выполняется принятое решение и какие получены результаты на каждом уровне управления (например, для Премьер-Министра – до каждого района, города, селения).

## **Оценка качества выполнения принятых решений и обучение системы**

На этом этапе выполняются:

- оценка соответствия полученных результатов той цели, для достижения которой было принято и реализовано решение;
- оценка полноты (достаточности) и непротиречивости управляющих воздействий для достижения поставленной цели по результатам реализации решения;
- оценка соответствия использованных ресурсов заданным ресурсным ограничениям и своевременности выполнения решения;
- оценка предусмотренных и непредвиденных последствий реализованного решения.

Для оценки результатов выполнения принятого решения нужно знать результаты его выполнения. Чтобы осуществлять этот процесс в автоматизированном режиме, структурируется как самое решение, так и информация о его выполнении.

По результатам анализа выполнения принятого решения может осуществляться пополнение базы знаний, элементом которой являются стратегии разрешения проблемной ситуации. Если обобщенная оценка по результатам выполнения решения удовлетворительная (положительная), то есть проблемная, на время принятия решения, ситуация данным решением переведена в целевую ситуацию, то решение может быть занесено в основную базу знаний, как стратегия выхода из соответствующей проблемной ситуации. Проблемная ситуация также записывается в базу знаний, как штатная. Каждое эффективно реализованное решение в результате анализа дополняется перечнем значений показателей-параметров, которые характеризуют ситуацию, для которой было принято решение, и фиксируется как стратегия решения такой ситуации, происходит процесс обретения новых знаний на базе существующих.

Ретроспективный анализ разрешает использовать "обратную связь" для самообучения системы, поскольку в принятии решений эффективность работы во многом зависит от качества классификации ситуаций, качества входных данных, качества методов и моделей и их реализации, знаний и качества знаний лиц, которые принимают решение.

### **Использование такой технологии предоставляет возможности для:**

- подготовки вариантов решения проблемы экспертами всех уровней иерархии управления на единых информационных данных;
- предоставления вариантов предложенных решений и результатов их моделирования в виде наиболее благоприятном для восприятия участниками коллективного обсуждения;
- анализа предложенных вариантов решений, результатов их моделирования и прогнозирование ожидаемых последствий на единых информационных данных;
- согласованного выбора варианта решения по результатам коллективного обсуждения;
- оценки правомерности предложенных вариантов решений (нормативным и законодательным актам);
- оценки альтернатив, предложенных для принятия решения и выбора наиболее рационального варианта как согласованного решения;



- оценки риска принятых решений с учетом интересов всех структур на которые распространяется принимаемое решение;
- поддержки процесса коллегиального обсуждения предложенных решений с использованием широкого спектра средств и форм отображения информации коллективного пользования;
- использование опыта ранее принятых решений по данной проблеме (прецедентов), как элементов знаний;
- оценки результатов реализации принятых решений на основе ретроспективного анализа и контроля выполнения;
- подключение к обсуждению проблемы отдаленных пользователей;
- создание многоуровневой системы мониторинга и оперативного оценивания состояния объектов с разных точек зрения и интеграции этих оценок при принятии решения;
- использование международного опыта по обсуждаемым проблемам;
- повышение оперативности и качества решений, которые принимаются.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений //УсиМ. -1993. -№3. – С.3-8.
2. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы //УсиМ. -1995. -№1. – С.1-21.
3. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. – 1997. - №2. - С.7-10.
4. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи, 2003, №1. с.3-14.
5. Морозов А.А. Об одном подходе к подготовке и принятию управленческих решений / Кузьменко Г.Е., Вьюн В.И., Яровой А.Д. // Материалы III международной конференции "Информация, анализ, прогноз – стратегические рычаги эффективного государственного управления". -2002. –Киев. - С.81-86.
6. Райков А. Ситуационная комната для поддержки корпоративных решений //Открытые системы. -1999. - №7-8. – С.56-66.

## 1.9. А.О.МОРОЗОВ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО

### **ПОБУДОВА СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ПОДІЙ - ОСНОВА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ ТИПУ СИТУАЦІЙНІ ЦЕНТРИ**

---

Діяльність органів державної влади, корпорацій в умовах економічної нестійкості, викликаній неплатежами, протестною активністю населення, управлінськими помилками влади, неповнотою правової бази, відтоком іноземних інвесторів і ін., вимагають нестандартних підходів до пошуку механізмів прийняття ефективних корпоративних рішень. При цьому українська специфіка управління економікою характеризується розірваністю інформаційного простору, появою великого обсягу недостовірної економічної, фінансової інформації і потоку інформації з ЗМІ.

У цих умовах при пошуку механізмів прийняття ефективних рішень особлива увага приділяється використанню автоматизованих систем підтримки прийняття рішень типу Ситуаційні центри, які дозволяють швидко «занурити» учасників процесу прийняття рішень у проблему, що розглядається, «навчити говорити» на одній мові, допомогти розібратися в проблемі, правильно сформулювати запити до зовнішніх джерел інформації і спільно підготувати досить обґрунтоване погоджене рішення.

Ситуаційний центр – це автоматизована система ситуаційного управління, що інтегрує нові інформаційні технології, можливості людини, останні досягнення в області прийняття рішень і яка дозволяє здійснювати колективне прийняття рішень, аналіз і прогнозування їхніх результатів [1].

Відмінною рисою ситуаційного центра є не апаратні (програмно-технічні) рішення, а технологія вироблення управлінського рішення на основі спільної роботи з його підготовки колективом фахівців, що готують і приймають рішення (експертів з відповідних напрямків знань предметної області), за допомогою широкого використання типових сценаріїв.

Ефект від упровадження ситуаційних центрів багато в чому залежить від розвиненості використовуваних методів збору й обробки інформації, структурування даних, побудови сценаріїв розвитку ситуацій.

При створенні ситуаційних центрів не можна обмежуватися тільки створенням програмно-технічного і телекомунікаційного базису, розробкою засобів колективного відображення інформації, формуванням баз даних, створенням інформаційно-довідкових систем. Основна ж, найбільш специфічна для СЦ функція – підтримка і виконання інформаційними технологіями елементів розумової, інтуїтивної, творчої діяльності ОПР.

Сценарії вироблення управлінського рішення є саме тією інтелектуальною надбудовою, що повинна забезпечити змістовне наповнення процесів вироблення управлінського рішення в ситуаційному центрі.

Створення подібних сценаріїв і відповідних механізмів (регламентів) управлінської діяльності є досить дорогим задоволенням.

Сценарій розвитку подій являє собою орієнтований граф, який містить мережу можливих послідовних подій, що відбуваються як без оперативного втручання в їхній розвиток, так і на основі реалізації управлінських впливів.

Сценарій розвитку подій містить у своєму складі:

вихідну подію;  
 стратегії розв'язку проблемної ситуації;  
 прогнозні події.

*Вихідна подія* може містити одну чи кілька проблемних ситуацій, що можуть бути як взаємозалежними, так і незалежними.

*Стратегії розв'язку проблемної ситуації* містять набір певних напрямків діяльності (плани дій, склад організаційно-технічних заходів), що складають основні елементи управлінського впливу.

*Прогнозні події* містять опис ситуацій, які є можливими наслідками застосування (незастосування) відповідних стратегій.

Формування сценарію розвитку подій проходить такі етапи:

1. Описується вхідна подія.
2. Описуються (у тому числі в циклі 2-3 ітерацій) можливі наслідки без урахування застосування управлінських впливів.
3. Виявляються негативні наслідки, що вимагають оперативного втручання (управлінського впливу).
4. Формується управлінський вплив у вигляді набору організаційно-технічних заходів, що реалізують одну зі стратегій розвитку (сценарій управління).
5. Аналізуються можливі наслідки реалізації відповідного сценарію управління і обирається найбільш прийнятна стратегія розвитку, що закладається у сценарій доповіді по проблемній ситуації на нараді.

Сценарії вироблення управлінського впливу реалізуються на основі використання процедури аналізу сценаріїв розвитку подій, що представлені різними групами експертів (ОПРами), яка повторюється. Ця процедура полягає у складанні сценаріїв по кожному з аспектів, які істотно впливають на розвиток ситуації, і повторюваному ітеративному процесі узгодження сценаріїв розвитку різних аспектів ситуації.

У процесі формування сценаріїв розвитку подій відбувається відпрацьовування системи критеріїв оцінки відносної ваги інформації, що надходить від різних джерел інформації, по яких надалі відбувається фільтрація інформації, що надійшла.

Залучення до формування й оцінки сценаріїв розвитку ситуацій фахівців-аналітиків, експертів з різних сфер життєдіяльності об'єкта і навколишнього середовища, що дивляться на проблему з різних точок зору і перед якими стоять різні підцілі і задачі, в принципі підлеглі одній цілі, сформульованій керівником об'єкта (країни, галузі, концерну і т.ін.), дозволяє зробити синтез наявної всебічної інформації, не дозволяючи домінувати одній точці зору і виробити та прийняти більш об'єктивне рішення.

У процесі підготовки сценаріїв розвитку подій активно використовуються як індивідуальні бази даних і бази знань експертів, груп експертів, так і бази даних, бази знань ситуаційного центра, а також індивідуальні знання, досвід, інтуїція, інтелект притягнутих до цієї роботи фахівців. При цьому одночасно з формуванням сценаріїв розвитку подій формується і так звана проблемно-орієнтована база даних і знань, що буде активно використовуватися у процесі проведення наради по конкретній проблемі і потім розміщена у базі даних СЦ [2].

Синтез інформації і результатів мозкової діяльності фахівців у процесі формування сценаріїв розвитку ситуацій дозволить більш об'єктивно входити в проблему на більш ранніх етапах розвитку ситуацій, що дозволить прийняти управлінські рішення, які не приводять до негативного результату.

На закінчення відзначимо, що ефективне використання ситуаційних центрів у вищевказаних сферах багато в чому визначається наявністю політичної волі у першого керівника, який буде вносити на колективне обговорення не тільки окремі проблеми, але і комплексні проблемні ситуації, що вимагають проведення експертиз цільових програм і проектів розвитку об'єкта.

Для забезпечення ефективної управлінської діяльності за допомогою ситуаційного центра керівникам відповідного рангу необхідно провести зміну методів роботи свого апарата на основі використання нових інформаційних технологій, що дозволять будувати механізми вироблення управлінських впливів (у тому числі управлінських рішень).

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления //Математичні машини і системи. - 2003. - №1. - С.3-14.
2. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы // УсиМ.-1995.-№1.-С.13-21.
3. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений // УсиМ.-1993.-№3.-С.3-8.
4. Морозов А.А. Ситуационные центры – основы управления организационными системами большой размерности. //Математические машины и системы. – 1997.- №2.- С.7-10.
5. Морозов А.А., Кузьменко Г.Е., Вьюн В.И., Яровой А.Д. Об одном подходе к подготовке и принятию управленческих решений // Материалы III международной конференции «Информация, анализ, прогноз – стратегические рычаги эффективного государственного управления. –Киев. –2002.- С.81-86.
6. Райков А. Ситуационная комната для поддержки корпоративных решений. //Открытые системы. -1999. -№7-8. -С.56-66.

**1.10. А.А.МОРОЗОВ, Г.Е.КУЗЬМЕНКО, В.И.ВЬЮН, А.Д.ЯРОВОЙ****ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ПОДГОТОВКЕ И ПРИНЯТИЮ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

---

Проблема информатизации общества в настоящее время становится одной из главных. Это связано с новым качеством современных информационных ресурсов, которые приобрели столь важное значение, что разумное оперирование ими во многом определяет благосостояние и безопасность общества.

Особенно остро проблемы принятия решений стоят на уровне управления министерствами, ведомствами и государства в целом, где цена последствий принятого решения является очень высокой, а сами задачи управления — слабо структурированными и слабо формализованными, где исходные данные об объектах управления являются неоднозначными, неполными и противоречивыми, а сами объекты — многоуровневыми и динамическими, изменяющимися не только по объективным, но и по субъективным законам развития, где при выработке решения очень часто используется технология коллективного обсуждения предлагаемых решений, базирующаяся на использовании коллективных знаний, коллективного разума и коллективного интеллекта. Большинство решений, принимаемых по стратегическим вопросам, является результатом коллективного обсуждения множества вариантов возможных решений, а окончательное решение принимается руководителем, который берет во внимание различные оценки участников обсуждения и соответствующую интегрированную оценку. При этом важное значение имеет уровень компетентности лиц, участвующих в обсуждении, который может быть объективно оценен только по факту последствий принятых и реализованных решений и сравнение их с непринятыми, но обсуждаемыми альтернативными вариантами решений. Это привело к необходимости создания крупных информационно-советующих, диалоговых человеко-машинных систем нового типа, опирающихся на сети ЭВМ и распределенные системы представления предметных, процедурных и декларативных знаний, а также на методы ситуационного управления. Сущность таких систем отражает появившийся в последнее время термин "Ситуационный центр" как высшая форма использования коллективного разума и накопленных человеческих знаний в реальном масштабе времени.

В режиме коллективного обсуждения участники - эксперты вносят свои предложения по изменению граничных условий, критериев оценки, уточняют данные, выдвигают дополнительные гипотезы по развитию ситуации. Как правило, в СЦ используются модели различных уровней от грубых до более тонких, учитывающих все необходимые (с точки зрения экспертов) данные и особенности. Грубые модели позволяют в ускоренном временном масштабе оценить возможный ход событий при предложенных экспертами новых данных или граничных условиях. СЦ позволяет реализовать новую технологию формирования решений.

Основу таких СЦ представляют программно-технические комплексы автоматизированных систем поддержки принятия решений, которые в процессе выработки решений должны обеспечивать:

- координацию действий между множеством пользователей, работающих как в

индивидуальном, так и коллективном режиме;

- доступ всех участников процесса выработки решений к базам знаний и к базам данных, относящимся как непосредственно к данному объекту, так и косвенно через окружающую среду;
- равноправное участие в обсуждении всех заинтересованных участников, на жизнедеятельность которых прямо или косвенно может воздействовать принятое решение;
- интеграцию и максимальное использование как обобществленных знаний, содержащихся в базах знаний, так и индивидуальных знаний каждого участника;
- максимальное развертывание мыслительной деятельности участников с использованием современных форм и методов представления информации на средствах отображения индивидуального и коллективного пользования;
- рассмотрение в едином "дружественном" интерфейсе пользователя всевозможных проблемных ситуаций, относящихся к различным объектам управления;
- повышение компетентности и уровня знаний лица, принимающего решение, и экспертов, привлекаемых к работе по обсуждению альтернативных вариантов решений.

Под технологией коллективного формирования решений в условиях функционирования СЦ подразумевается последовательность человеко-машинных процедур взаимодействия между лицами, которые принимают участие в процессе коллективного обсуждения вариантов решения, и системой в ходе подготовки и проведения совещания.

Участниками совещания могут быть как лица, которые принимают участие в подготовке решения, так и лица, приглашенные для участия в обсуждении проблемы. Деятельность СЦ реализуется через специальные программно-технические и инструментальные средства, которые обеспечивают работу пользователей с использованием новых информационных технологий. Сценарии развития процессов подаются деловой графикой, картографическими базами, таблицами риска, динамической машинной графикой.

Необходимым условием формирования альтернативных решений является база знаний, которая объединяет совокупность существенно разнородных компонентов знаний в виде концептуальных объектов:

- проблемная область;
- проблемная ситуация;
- стратегия минимизации риска возникновения проблемной ситуации;
- стратегии выхода из проблемных ситуаций;
- модели явлений и ситуаций;
- расчетные задачи;
- аналитические справки и т.д.

Для объективной оценки различных вариантов решений, наработанных в процессе коллективных обсуждений, необходимо иметь соответствующий инструментарий, который позволяет:

- индивидуальное оценивание вариантов решений участниками совещания с

использованием разных методов выбора;

- индивидуальное оценивание вариантов решений участниками совещания с использованием разных методов ранжирования;
- выработку коллективных оценок предложенных вариантов на базе заданного множества методов агрегации индивидуальных оценок;
- многовариантность экспертной оценки с целью получения однозначности, согласованности, взвешенности и надежности принятых решений.

Коллективное оценивание состоит из двух этапов:

- индивидуальное оценивание каждым участником совещания возможных вариантов решения в соответствии с определенным методом (процедурой);
- формирование на базе индивидуальных оценок коллективной оценки.

Для получения надежных результатов используется итерационная процедура многовариантной оценки.

Для более быстрого и эффективного восприятия участниками коллективного обсуждения необходимо иметь достаточно эффективные и современные средства представления информации — *средства отображения информации коллективного пользования (табло, экраны), электронные карты, ГИС-технологии.*

Не меньшее значение для систем такого класса имеет обратная связь от объекта, для которого принималось решение, к органу (лицу), принимавшему решение. Для этого необходимо уметь оценить качество принятого решения по результатам его выполнения. Такую оценку можно дать на основании:

- оценки соответствия полученных результатов цели, для достижения которой и было принято решение. Другими словами, оценка соответствия текущей ситуации целевой на данный момент времени;
- оценки полноты (достаточности) и непротиворечивости определяемых решений управляющих действий для достижения поставленной цели по результатам их реализации;
- оценки соответствия использованных ресурсов установленным ограничениям и своевременности исполнения решения;
- оценки предвиденных и непредвиденных последствий реализованного решения;
- получения комплексной и обобщенной оценки реализованного решения;
- формирования рекомендаций относительно усовершенствования процедуры принятия решений по текущим проблемам.

Задача оценки качества выполненных решений есть заключительной в процессе принятия решения, а ее выходные данные используются ЛППР на этапе оценки обстановки (мониторинга).

Такие СЦ можно рассматривать как мозговые центры для принятия решений на различных уровнях государственного управления.

### 1.11. Г.Е.КУЗЬМЕНКО, В.Е.ПЛИШ

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АРХИТЕКТУРА ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ**

В 80-е годы основным направлением исследований по применению ЭВМ для повышения производительности управленческого труда становится комплексное использование имеющихся технических, системных и прикладных программных средств на основе человеко-машинной технологии. В рамках этого направления центральное место отводится созданию систем поддержки принятия решений (СППР) как "интеллектуального" партнера лиц, принимающих решение (ЛПР) на разных уровнях управления в различных предметных областях [ 1-4 ].

Особенно остро проблемы принятия решений стоят на уровне управления министерствами, ведомствами и государством в целом, где цена последствий принятого решения является очень высокой, а сами задачи управления - слабо структурированными и слабо формализованными, где исходные данные об объектах управления являются неоднозначными, неполными и противоречивыми, а сами объекты - многоуровневыми и динамическими, изменяющимися не только по объективным, но и по субъективным законам развития, где при выработке решения очень часто используется технология коллективного обсуждения предлагаемых решений, базирующаяся на использовании коллективных знаний, коллективного разума и коллективного интеллекта. Большинство решений, принимаемых по стратегическим вопросам, являются результатом коллективного обсуждения множества вариантов возможных решений, а окончательное решение принимается руководителем, который берёт во внимание различные оценки участников обсуждения и соответствующую интегрированную оценку. При этом важное значение имеет уровень компетентности лиц, участвующих в обсуждении, который может быть объективно оценен только по факту последствий принятых и реализованных решений и сравнения их с не принятыми, но обсуждаемыми альтернативными вариантами решений. Это привело к необходимости создания крупных информационно-советующих, диалоговых человеко-машинных систем нового типа, опирающихся на сети ЭВМ и распределенные системы представления предметных, процедурных и декларативных знаний, а также на методы ситуационного управления. Сущность таких систем отражает появившийся в последнее время термин "Ситуационный центр" [5] как высшая форма использования коллективного разума и накопленных человечеством знаний в реальном масштабе времени.

Ситуационный центр (СЦ) - это система ситуационного управления, которая объединяет человеческий интеллект, информационные технологии, современные программно-технические средства и системы моделирования в процессе принятия решений относительно комплексных проблем [5]. Работу лиц, принимающих решения в условиях ситуационных центров, можно рассматривать как работу с качественно новым уровнем систем поддержки принятия решений по управлению сложными многоуровневыми объектами или процессами. Обобщая существующие определения СППР, а также исходя из вышесказанного, СППР - это информационно-советующие, диалоговые человеко-машинные системы, реализующие с помощью вычислительной техники информационные функции-процедуры сбора, хранения, учета, передачи и отображения



информации, а также интеллектуальные функции-процедуры анализа и принятия решений, и обеспечивающие пользователей ретроспективными и оперативными данными относительно объекта, внешней среды и системы управления, а также оценкой состояния объекта управления и перечнем рекомендаций по принятию управленческих решений.

СППР в условиях СЦ следует рассматривать как интегрированную СППР (ИСППР), которая в процессе выработки решений должна обеспечивать:

- координацию действий между множеством пользователей, работающих как в индивидуальном, так и в коллегиальном режиме;
- доступ всех участников процесса выработки решений к базам знаний и базам данных, относящимся как непосредственно к данному объекту, так и опосредованно через окружающую среду;
- равноправное участие в обсуждении всех заинтересованных участников, на жизнедеятельность которых прямо или косвенно может воздействовать принятое решение;
- интеграцию и максимальное использование как обобществленных знаний, содержащихся в базах знаний, так и индивидуальных знаний каждого участника;
- максимальное развертывание мыслительной деятельности участников с использованием современных форм и методов представления информации на средствах отображения индивидуального и коллективного пользования;
- рассмотрение в едином "дружественном" интерфейсе пользователя всевозможных проблемных ситуаций, относящихся к различным объектам управления;
- повышение компетентности и уровня знаний ЛПР и экспертов, привлекаемых к выработке и обсуждению альтернативных вариантов решений.

Анализ сложных многоуровневых объектов управления, т.е. их структуры, информационных потоков, целей, задач, характерных особенностей, технологии управления, с одной стороны, а также возможностей новых информационных технологий - последних достижений вычислительной техники и общесистемного программного обеспечения, средств коммуникации, искусственного интеллекта - баз знаний, ситуационного управления, логико-лингвистических моделей и экспертных систем, математического моделирования, имитационных и оптимизационных моделей, теории игр и теории полезности, а также формализация процесса управления, с другой стороны, легли в основу описанной ниже функциональной структуры интеллектуальных интегрированных СППР, предназначенных повысить эффективность управления, т.е. улучшить качество, согласованность и оперативность принимаемых решений на разных уровнях управления, включая наивысший.

Принятие решения, как известно, есть форма осуществления процесса управления. Технологически процесс принятия управленческих решений сводится к следующим этапам: оценка состояния, целеполагание, выработка замысла (решения), принятие решения, реализация решения, оценка результатов.

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ.** Накапливается информация об объекте, среде и системе управления. Выявляется рассогласование между планируемой и сложившейся ситуацией на объекте. Прогнозируется состояние в будущем по отношению к имеющейся оперативной обстановке. На основании отрицательного рассогласования между оперативной обстановкой и

желаемой или отрицательной тенденцией развития ситуации идентифицируется сложившаяся ситуация. В случае определения ситуации как проблемной, контролируются выполнение и эффективность ранее принятых решений, при этом выясняются причины возникновения или неразрешения ранее принятых решений проблемной ситуации.

**ЦЕЛЕПОЛАГАНИЕ.** Определяется необходимость изменения (или сохранения) существующего состояния, т.е. устанавливается некоторая цель, которую необходимо достичь - целевая ситуация. Это выполняется на основе анализа недостатков существующего положения, причин их появления. В результате формируется представление о целесообразной ситуации, в которую следует перевести объект управления. Эта ситуация и является целью.

**ВЫРАБОТКА ЗАМЫСЛА (решения).** Определяются все возможные способы или пути достижения поставленной цели, переходы в желаемые состояния. Здесь важно в максимальной степени обеспечить полноту множества возможных решений, включая и избыточные. Последнее является оправданным, так как потери, связанные с анализом большого числа решений, чаще всего несоизмеримо меньше возможных потерь системы управления в результате случайного исключения решения, которое на самом деле является наилучшим.

Если множество способов достижения цели пустое, т.е. нет ни одного приемлемого пути, определяются причины этого, меняется (ослабляется) цель и т.д., пока не будут определены целевая ситуация и альтернативы ее достижения.

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ.** Из множества возможных решений выбирается оптимальное решение в смысле эффективности достижения цели. Решение может приниматься ЛПРом как самостоятельно, так и в результате коллективного обсуждения.

Выбор решения осуществляется путем выбора или ранжирования, упорядочения по предпочтительности взаимоисключающих альтернатив, в которых оценки по одним критериям лучше, по другим хуже, чем у иных альтернатив, а также перечня возможных последствий реализации альтернатив.

**РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ.** Назначение этого этапа - замыкание цикла управления, т.е. перевод объекта в целевую ситуацию. Принятие решения на верхнем уровне иерархии управления, как правило, определяется агрегированными показателями. Доведение принятого решения до подчиненных - лиц, принимающих решения на более низком уровне управления, состоит в решении задачи деагрегации, т.е. постановки задач подчиненным на базе принятого решения ЛПРом более высокого уровня. В результате реализации принятого решения изменяется состояние объекта и (или) системы управления. Включается этап оценки состояния.

**ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ.** Оценивается эффективность принятого и реализованного решения, определяются причины неэффективности принятых решений, корректируются методы, процедуры и состав экспертов, принимавших участие в выработке и принятии решения.

Рассматриваемая ИСППР предназначена поддерживать процесс принятия управленческих решений по всей технологической цепочке.

Рассмотрим компоненты-подсистемы ИСППР, реализующие отдельные этапы процесса принятия решения, и их интеграцию на базе объектно-ориентированного подхода в систему в условиях СЦ.

Введем некоторые определения, позволяющие формализовать процесс принятия решения и описать общий сценарий его человеко-машинной реализации.

**СИТУАЦИЯ** (определенная обстановка) - определенная совокупность знаний, характеризуемая количественными или (и) качественными (вербальными) значениями заранее фиксированного набора показателей проблемной (предметной) области на заданный момент (период) времени.

**КЛАССИФИКАЦИЯ СИТУАЦИЙ** - разбиение множества ситуаций на поименованные подмножества (в общем случае нечетко определенные) в зависимости от набора или значений показателей, характеризующих ситуацию.

**ПРОБЛЕМНАЯ СИТУАЦИЯ** - ситуация, значения показателей которой вызывают необходимость принятия решений.

**ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЯ** - процесс определения необходимого управляющего воздействия на предметную область, обеспечивающего целенаправленное изменение ситуации и прогнозирование последствий его реализации.

**РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ** - это заданная целевая (желаемая) ситуация, т.е. множество эндогенных целевых показателей проблемной ситуации и их желаемые значения, определенные условия (пути) достижения целевой ситуации, т.е. множество экзогенных показателей проблемной области и их значения как управляющее воздействие на проблемную область с целью достижения заданных целевых показателей, а также возможные последствия реализации управляющего воздействия на предметную (проблемную) область, т.е. множество эндогенных показателей проблемной ситуации, которые не вошли во множество целевых показателей, и их прогнозные значения.

Первым шагом в процессе управления, как уже отмечалось, является этап оценки состояния, т.е. определение текущей ситуации и анализ ее на проблемность - распознавание ситуации. Этот этап реализуется соответствующей подсистемой, которая, отслеживая складывающуюся ситуацию путем определения и сравнения значений ее показателей в определенный момент (период) времени (настоящий или будущий) с планируемыми (целевыми, штатными, нормативными) значениями показателей, идентифицирует текущую ситуацию.

В случае проблемной ситуации, требующей определения управляющего воздействия, необходимо установить желаемую цель.

Целевые значения показателей определяются на этапе целеполагания ЛПРом, облаченным соответствующей властью. Нормативные, штатные значения показателей устанавливаются нормативными документами системы управления верхнего уровня.

Основой подсистемы оценки состояния и целеполагания являются:

- распределенные БД предметных областей - проблемные базы данных, содержащие агрегированные данные об объектах, среде и системе управления;
- базы знаний в виде правил сравнения значений отдельных или совокупности показателей ситуаций, стратегий поведения объекта, т.е. проблемные базы знаний.

Подсистема может быть реализована как экспертная система (ЭС) мониторинга.

Определив проблемность ситуации или возможность ее наступления, естественным будет проконтролировать выполнение и эффективность принятых ранее решений по проблеме, если таковы имеются. По результатам контроля эффективности предложенных, принятых и

реализованных решений анализируются полнота и достоверность данных; адекватность моделей системы исследуемому объекту или процессу; эффективность методов и прикладных программ; состав экспертов и лиц, принявших участие в выработке решения, т.е. осуществляется процесс обучения, адаптации СППР к предметной области управления. Следует отметить, что этот процесс относится к индуктивному механизму мышления. Функции процесса обучения слабо структурированы, кроме того, характеризуются неполнотой и неопределенностью информации. Среди современных методов искусственного интеллекта, реализующих правдоподобный вывод, следует выделить GUNA - метод автоматического образования гипотез [6], который объединяет правила правдоподобного вывода с аппаратом математической статистики.

Функции контроля эффективности принятых решений и обучения системы выполняет подсистема ретроспективного анализа. Основой подсистемы являются:

- база данных "Архив", в которой хранится вся протокольная информация по выработке и принятию решений по проблеме, в том числе и непринятые альтернативные варианты решений;
- база знаний сравнения ситуаций, речь о которой шла выше.

Подсистема реализуется как ЭС ретроспективного анализа принятых решений, обучения.

По результатам работы этой подсистемы могут быть скорректированы многие компоненты ИСППР: база данных; база знаний; состав экспертов, нарабатывающих альтернативные варианты решений к коллективному обсуждению участниками совещания; состав участников совещания, принимающих участие в коллективной оценке альтернативных вариантов решений и предлагающих новые варианты решения; методы оценки вариантов решения и т.д.

Одним из основных в процессе принятия управленческих решений является этап выработки вариантов решений проблемы. Базовым методом теории управления большими системами в настоящее время признан метод ситуационного управления, основанный на введении понятия ситуации, классификации ситуаций и их преобразований (изменений) [7], т.е. требующий для своей реализации разработки исчисления ситуаций. Метод ситуационного управления - важнейшее практическое достижение искусственного интеллекта. Этот метод используется для выработки альтернативных решений проблемы на базе знаний о возможных типичных ситуациях, их классификации и "оптимальном в среднем" решении для каждого класса, т.е. достаточно "хорошем" решении для любой ситуации, попавшей в данный класс. При возникновении проблемной ситуации последняя сравнивается с ситуациями, описанными в пределах известных классов. Если она попадает в какой-то (какие-то) из классов, то в качестве вариантов решения принимаются "оптимальные в среднем" решения этих (этого) классов. Если же ситуация не может быть отнесена ни к одному из ранее описанных в базе знаний классов, то выработку вариантов решения по ней следует проводить другими методами на основании имеющейся информации в базе знаний или с привлечением дополнительных знаний эксперта (экспертов). Следует отметить одну важную особенность в пользу метода, которая делает его практически применимым. Число различных ситуаций обычно весьма велико, перечислить их заранее невозможно. Но число решений конечно и невелико. Чем больше число возможных ситуаций и чем меньше число допустимых решений, тем эффективнее работает метод ситуационного управления.

Подсистема, использующая указанный метод ситуационного управления для выработки вариантов решений на основе моделирования человеческих рассуждений с помощью логико-лингвистических моделей, реализуется в виде продукционной экспертной системы, включающей:

- основную базу процедурных знаний в виде правил продукции;
- базу данных, которая отражает текущую ситуацию;
- управляющую структуру, обеспечивающую выполнение правил продукции в определенной технологической последовательности;
- базу данных альтернативных вариантов решений.

Эффективность СППР в целом в решающей степени зависит от полноты и достоверности знаний, заложенных в базе процедурных знаний [5]. База создается заблаговременно и в процессе эксплуатации непрерывно совершенствуется с участием системы ретроспективного анализа.

Выработка вариантов решений на основе аналитических математических моделей, имитационных моделей динамических процессов осуществляется с помощью проблемно-ориентированных логико-расчетных систем, включающих:

- базу макромоделей, двухуровневых и многоуровневых моделей;
- базу методо-ориентированных пакетов прикладных программ (ППП) исследования на корректность (существование, единственность и устойчивость) и решения математических классов задач [8];
- систему управления базой моделей;
- проблемно-ориентированную базу агрегированных данных;
- базу данных альтернативных вариантов решений.

Варианты решений вырабатываются в индивидуальном или коллективном режиме группой экспертов как до проведения совещания, так и участниками совещания в процессе проведения совещания с использованием агрегированных данных и макромоделей и с привлечением экспертов, не присутствующих на совещании, но работающих со своим ЛПР-участником совещания в одной информационно-вычислительной сети.

При рассмотрении конкретной проблемной ситуации создается временная база сформированных вариантов решений проблемной ситуации, которая используется при коллективной оценке вариантов решений.

В процессе коллективного обсуждения вариантов решений используются современнейшие формы и методы представления знаний и фактов, результатов моделирования на средствах отображения информации индивидуального и коллективного пользования, что способствует повышению уровня восприятия и максимальному развертыванию мыслительной деятельности каждого участника совещания. В процессе обсуждения каждый участник совещания имеет возможность безбумажного и неречевого общения со своими экспертами по рассматриваемой проблемной ситуации с другими участниками совещания и ЛПР, проводящим совещание; просмотра вариантов решения по данному вопросу; получения дополнительной информации из распределенного банка данных и знаний; проведения анализа принятых ранее решений, моделирования и прогнозирования развития ситуации и т.д. Методика коллективного обсуждения [9] основывается на:

- базе данных альтернативных вариантов решений;
- базе знаний - базе макромоделей;
- проблемно-ориентированной базе агрегированных данных;
- базе данных "Архив";
- базе данных инструментальных средств отображения ;
- распределенном банке данных для реализации нерегламентированных запросов участников совещания.

Основой системы коллективной оценки вариантов решений являются:

- база альтернатив, которая заполняется с помощью описанных выше систем как до совещания, так и в процессе совещания:

- база экспертных оценок - в виде процедур выбора или ранжирования альтернатив каждым участником совещания, процедур коллективного выбора согласованных решений.

Учитывая оценки вариантов решений, высказанных участниками совещания, и интегрированное коллегиальное решение, руководитель совещания принимает окончательное решение.

Система коллективного обсуждения вариантов решений и принятия окончательного решения реализуется как система взаимодействующих функционально-ориентированных АРМов:

- руководителя совещания;
- участников совещания;
- докладчика;
- экспертов;
- администратора совещания.

По принятому ЛПРом решению после совещания отрабатываются постановки задач подчиненным по реализации принятого решения. Эта процедура включает:

- дезагрегацию эндогенных макропоказателей - определение целей (множества показателей и их значений) для каждого подчиненного;

- дезагрегацию экзогенных макропоказателей в соответствии с дезагрегированными эндогенными показателями - определение условий для достижения поставленной цели. Подчиненный свободен в выборе методов (условий) достижения поставленных целей, но они должны быть в определенном смысле не хуже, чем ему предлагаются. Реализация процессов агрегации-деагрегации выполняется на двухуровневых моделях. Здесь особенного внимания требует процесс дезагрегации, т.к. он, как правило, некорректен. Некорректность связана, прежде всего, с неоднозначностью решения. Поэтому процесс дезагрегации следует проводить в диалоге с ЛПРом, который, внося дополнительные ограничения, приоритеты и т.д., выбирает единственный вариант.

Информационная поддержка СППР осуществляется с помощью информационно-поисковой системы (ИПС), предназначенной для поиска необходимой информации как для пользователей непосредственно, так и для функциональных подсистем СППР. Основой для ИПС служат распределенные базы данных и базы знаний об объекте, среде и системе управления; метабаза,

содержащая сведения о составе, содержании, организации, статусе, размещении информационных ресурсов, путях доступа к ним и т.п.

Поддержка диалогового взаимодействия пользователей-экспертов (ЛПР и Администратора) с системой осуществляется на языке профессиональной лексики подсистемой общения, которая представляет собой реализацию единого "дружественного" интерфейса. Это достигается средствами разработки сценариев диалога и организации связи между сценариями и областью информационных запросов. Такая идеология построения системы служит надежной гарантией получения ответа в приемлемые сроки для удовлетворения потребностей по уже имеющейся в системе информации (информационные услуги) и в удовлетворительные сроки - для получения информации, априори не заложенной в системе (интеллектуальные услуги).

Описанная функциональная архитектура ИСППР в условиях СЦ представлена на рисунке.

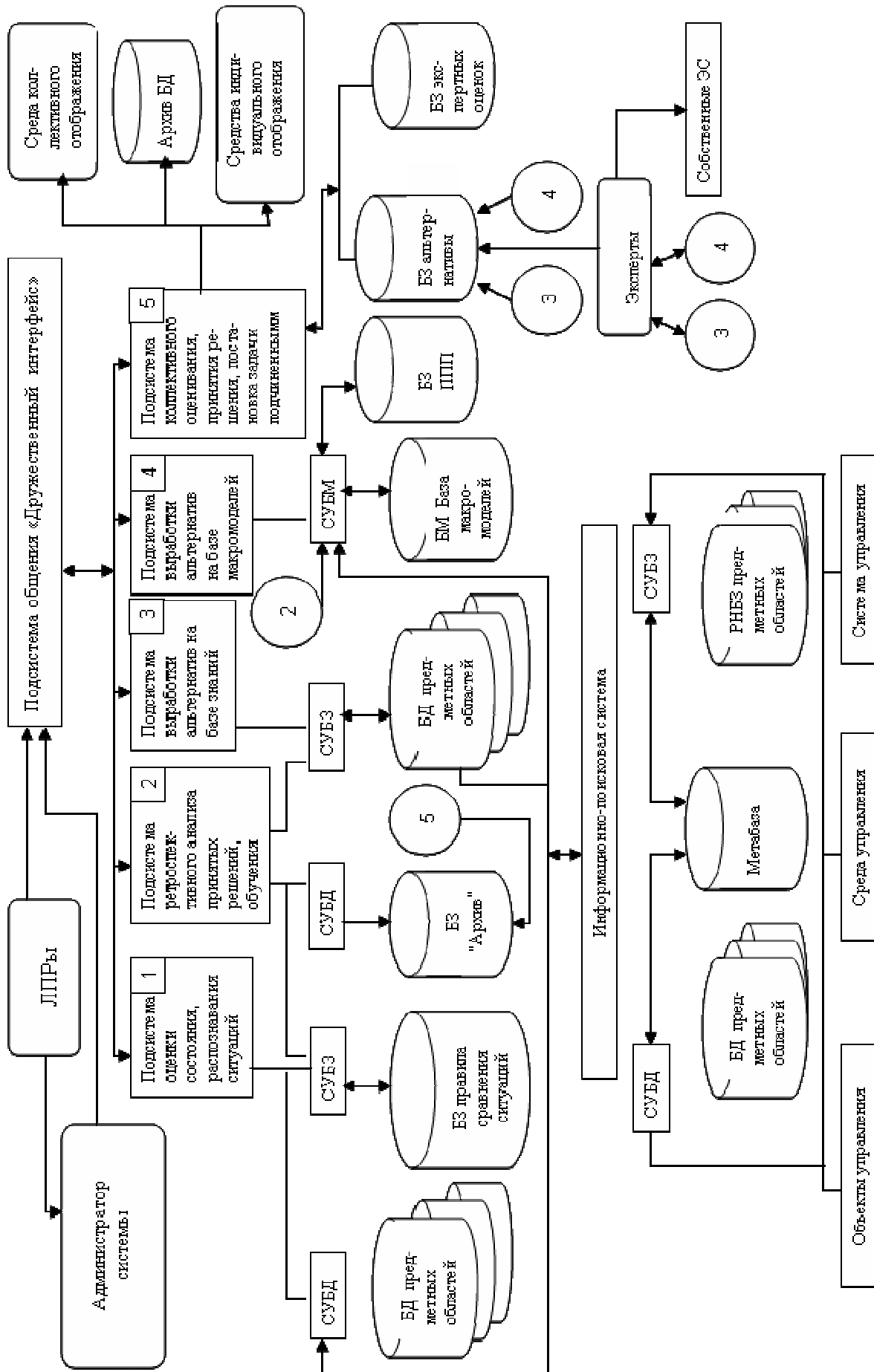


Рис. Функциональная архитектура ИСПП



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Поспелов Г.С., Ириков В.А., Курилов А.Е. Процедуры и алгоритмы формирования комплексных программ. - М.: Наука, 1985. - 423с.
2. Башлыков А.А. Проектирование систем принятия решений в энергетике. - М: Энергоато-миздат, 1986. - 119с.
3. Wang H.F., Shen S.Y. Group decision support with MOLP applications//IEEE Trans on systems, man and cybernetics. - 1989. - 19, N1. - P. 143-152 .
4. Jay Weinroth, Model -Based Decision Support and User Modifiability//IEEE Transactions on systems, man and cybernetics. - 1990. - 20, N 1. - March /April.
5. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений //УСиМ. - 1993. -№3. -С.13-32.
6. Гаек П., Гавранек Т. Автоматическое образование гипотез. - М.: Наука, 1984.-277 с.
7. Поспелов Д. А. Ситуационное управление .Теория и практика. - М.: Наука, 1986.-290 с.
8. Дзех В.Н., Зайцева Л.М., Кудринский В.Ю., Плиш В.Е. Пакет прикладных программ исследования и решения линейных задач //УСиМ. - 1990. - № 1. -С. 102-104.
9. Вопросы кибернетики. Принятие решений и анализ экспертной информации / А.А.Дорофеев, Б.Г.Литвак, Ю.Н.Тюрин. - М.: АН СССР. Научный совет по комплексной проблеме "Кибернетика ",1989. - 180 с.

**1.12. А.О. МОРОЗОВ, Л.Б. БАРАН, В.В. КОПЕЙЧИКОВ, В.Л. КОСОЛАПОВ**

**"РАДА-3" – СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ  
ЗАКОНОТВОРЧОГО ПРОЦЕСУ ВЕРХОВНОЇ РАДИ УКРАЇНИ ТА РАД ІНШИХ  
РІВНІВ**

---

**1. Вступ**

Створення й освоєння в Україні інформаційно-аналітичних та прогнозних технологій за допомогою сучасних систем підтримки прийняття рішень (СППР) на сучасних засадах інформатизації суспільства та держави є актуальним питанням у процесі створення єдиного національного комунікаційно-інформаційного простору, запровадження дійової експертно-аналітичної й організаційно-координаційної діяльності на рівні державного управління, що забезпечує своєчасну розробку важливих документів для підтримки прийняття рішень на державному рівні управління та створення законодавчої бази, оперативний обмін думками, повідомленнями та електронними документами між державними службовцями, експертами, науковцями, запроваджує авторизовану участь їх у розробленні й підготовці спільних рішень і проектів [1–2]. Неможливо оцінити втрати від несвоєчасного одержання, опрацювання й аналізу інформації у системі державного управління, бо це приводить до втрати оперативності прийняття важливого та актуального рішення, що негайно потребує наше суспільство [3]. Це приводить, як констатують відомі фахівці, до величезних збитків, втрати суспільної довіри. Така ситуація викликає необхідність проведення комплексу фундаментальних досліджень щодо розробки й опанування нових інформаційно-аналітичних технологій на базі СППР різного рівня та призначення, їхньої інтеграції з метою уникнення небажаних наслідків прийнятих рішень на державному рівні та збереження сталого розвитку й визначеного напрямку суспільної трансформації.

Для вирішення таких завдань на державному рівні в ІПММС НАН України з початку 80-х років запроваджено ряд фундаментальних досліджень та здійснюються розробки для спеціального класу СППР «Рада» під керівництвом чл.-кор. НАН України, д.т.н., професора А.О. Морозова. Українськими вченими було сформовано науковий базис, що використовувався при створенні вітчизняних інформаційних та інформаційно-аналітичних систем, зокрема, системи серії "Рада", системи підтримки виборчого процесу, Ситуаційного центру Міністра оборони ЗС України, Кризових центрів міністерств та відомств тощо [4–9].

Система підтримки прийняття рішень для законотворчого процесу Верховної Ради України та рад інших рівнів "Рада-3" призначена для інформаційного обслуговування депутатів при підготовці та проведенні пленарних засідань рад, для автоматизації процесів голосування, виступів з місця під час роботи сесії [2]. В період між пленарними засіданнями СППР "Рада-3" використовується для виконання робіт різноманітного призначення, таких як накопичування та підтримка поточних баз даних, підготовка законопроектів, підтримка зв'язку з базами даних інших рівнів та інш.

СППР "Рада-3" розроблена з урахуванням шістнадцятирічного досвіду експлуатації систем "Рада", за допомогою яких супроводжувались пленарні засідання Верховної Ради України першого, другого та наступних скликань, міських та обласних рад, парламентів ряду інших країн.

При розробці системи враховувався світовий досвід в галузі науки, техніки та новітніх інформаційних технологій.

СППР "Рада-3" за наявними функціональними можливостями, архітектурою, інформаційним й аналітичним забезпеченням та програмною реалізацією, композиційними рішеннями випереджає системи, що відносяться до класу "Конгрес-систем" [10, 11]. У даний час цей клас систем дуже швидко розвивається у світі. Тому завдання створення такої системи в Україні, проблеми, що були вирішені при її реалізації та подальшому удосконаленні, є актуальними й необхідними для нашої держави, зокрема, для розвитку її інформаційно-аналітичного, експертного та технологічного потенціалу.

## **2. Дослідження та аналіз стану проблеми, досвід впроваджених систем**

У період 1989 – 1998 рр. в країнах СНД почали впроваджуватися електронні системи голосування в Радах народних депутатів різних рівнів. До таких систем відносяться системи, впроваджені в Верховних Радах України, Узбекистану, Казахстану, Молдови, Криму, Російської Федерації та інші. Умовно подібні системи можна розділити на два класи:

- системи, які забезпечують ідентифікацію користувача;
- системи, які не забезпечують ідентифікацію користувача.

Основні функції та принципи організації систем другого класу розглянемо на прикладі естонської "машини для голосування".

У даній системі у кожного депутата є свій пульт з окремим мікрофоном, клавіатурою та навушниками синхронного перекладу мови. Користуючись клавіатурою, можна реєструватись у залі, приймати участь у голосуванні, а також просити слова на виступ з трибуни або з місця. Крім того, з клавіатури можна визвати кур'єра для передачі записки в президію, секретаріат або іншому депутату.

Над місцем голови встановлено великий монітор, на який виводяться дані від ПЕОМ, або відеозаписи. Під час обговорень на пленарних засіданнях сесій на монітор виводиться верхня частина списку черги депутатів, які через ПЕОМ записались на виступ.

Під час голосування на моніторі виводиться план залу, де кожне депутатське місце помічене квадратиком. Колір цього квадрата відповідає результату процедури голосування, яка в цей час проводиться (реєстрація, голосування: "За", "Проти", "Утримався", "Відсутній"). Під час голосування, поки не вийшов час голосування, кожен депутат може змінити своє рішення, кожен новий натиск на клавішу відмінює попередній.

Автори такого класу систем виходили з того, що при використанні електронної системи відкрите голосування співпадає з поіменним. Різниця тільки в тому, як використовуються результати. Тому режим таємного голосування запрограмовано таким чином, щоб комп'ютер не мав доступу до даних про дії кожного окремого депутата. Отримані результати голосування відображаються на моніторі у 2-х варіантах:

- як стовпчикова діаграма з відображенням кількості депутатів у кожній категорії;
- як секторна діаграма із зображенням процентів.

На індивідуальних депутатських пультах є числове поле. З його допомогою депутат може робити кількісні експертні оцінки за стабільною шкалою – оцінити значимість пунктів порядку денного. Але ця можливість використовується дуже рідко.

До недоліків цієї системи необхідно віднести перш за все відсутність карток у депутатів, що робить "умовними" процеси реєстрації та голосування, так як є можливість одночасної роботи на декількох пультах одним депутатом. Це, у свою чергу, значно зменшує достовірність результатів голосування і реєстрації. Невелика пропускна спроможність централізованої ПЕОМ у процесі опитування пультів приводить до перевантажень і "заклинювання" ПЕОМ при інтенсивній роботі.

Відсутня також можливість функціонального розвитку системи, створення баз даних, підключення до других систем з метою забезпечення депутатського корпусу інформацією, необхідною для ефективного прийняття рішень.

Системи першого класу позбавлені цих недоліків за рахунок того, що в пульти користувачів введені пристрої для ідентифікації за допомогою магнітних карт, кодових карт, чіп-карт, карт зі штрих-кодами або PROX-карт.

До таких систем можна віднести розробки провідних закордонних фірм BOSCH, PHILIPS, BRAEHLER, SIEMENS, BEYERDYNAMIK, а також СППР "Рада-3", впроваджену в Верховній Раді України, Верховній Раді Автономної Республіки Крим, парламентах Узбекистану, Таджикистану, в міських та обласних радах.

Недоліками систем, розроблених закордонними фірмами (BOSCH, PHILIPS, BRAEHLER, SIEMENS), згідно з описами авторів у спеціалізованих виданнях є те, що ці системи виконують практично тільки функції конгрес-систем щодо управління мікрофонами виступаючих та озвученням залів [12–14]. Мало звертається уваги на проведення пленарних засідань, а саме на забезпечення регламенту виступів, управління голосуванням (відкритим, поіменним, рейтинговим), формування черг на виступ з місця і з трибуни згідно з прийнятим регламентом, візуальний супровід виступів депутатів, стенографування пленарних засідань та архівація текстових і аудіофайлів усіх засідань тощо.

### **3. Функції програмно-технічного комплексу СППР "Рада-3"**

Згідно з проведеним аналізом вже існуючих систем і реальних потреб забезпечення законотворчого процесу був сформований перелік функцій, які підтримує СППР "Рада-3" при підготовці і проведенні пленарних засідань рад, для автоматизації процесів голосування, інформаційного супроводу роботи депутатів і апарату рад, для накопичення та підтримки діючих баз даних пленарних засідань.

До даного переліку відносяться такі функції:

- реєстрація прибуття депутатів на сесію;
- реєстрація депутатів у сесійній залі;
- коректування бази даних про депутатів;
- ідентифікація карток депутатів в АРМ депутатів;
- реєстрація депутатів у залі перед кожним пленарним засіданням;
- проведення процедур голосування в поіменному й таємному режимах;
- звукове супроводження голосувань і поіменної реєстрації;

- збереження результатів реєстрацій та голосувань усіх пленарних засідань парламенту;
- ведення регламенту сесії;
- відображення на табло сесійного залу та на пульти депутатів ілюстрацій до виступів, довідкових матеріалів, об'яв, телевізійних та відеосюжетів тощо;
- хронометрування засідань сесій та регламенту виступів депутатів;
- хронометрування обговорень окремих питань на пленарних засіданнях;
- прийом заявок на виступ з місця, трибуни, формування черги на виступ. При отриманні слова з місця забезпечується включення мікрофона депутата на АРМ депутата;
- прийом відмов від виступу;
- вивід на табло в залі та на пульти депутатів списку черги депутатів, записаних на виступ з трибуни та з місця, зокрема, на пульт депутата виводиться його порядковий номер у черзі на виступ;
- забезпечення Головуючого інформацією, необхідною для проведення пленарних засідань. На моніторі Головуючого відображаються черги на виступи з місця, трибуни, дані про виступаючих депутатів, результати голосувань та ін.;
- формування та друк необхідних документів по роботі сесій, у тому числі протоколу проведення засідання;
- забезпечення виводу довідкової інформації на табло пульта по запиту депутата згідно з меню пошукової системи;
- здійснення синхронного перекладу з 4-х мов згідно з міжнародними стандартами;
- здійснення комп'ютерного стенографування з можливістю отримання тексту стенограми засідання відразу після його закінчення, а також збереження фонограм і стенограм усіх засідань на CD і DVD дисках;
- проведення комп'ютерної діагностики роботи пультів депутатів у процесі пленарного засідання.

СППР "Рада-3" забезпечує низку допоміжних функцій: пошук депутатів у залі, відображення на табло виступаючого депутата (при використанні кольорових телевізійних табло в сесійній залі), підготовку карток депутатів та реєстрацію їх у базі даних, автономний пошук необхідної інформації з пульта депутата з використанням механізму меню.

СППР "Рада-3" керується операторами АРМів системи при супроводі пленарних засідань і має у своєму складі АРМи, за допомогою яких виконуються всі вищезгадані функції. Для забезпечення виконання функцій системи розроблені такі АРМи: "Контролер", "Адміністратор", "Головуючий", "Головуючий 2", "Реєстрація", "Діагностика", "Сервер", "Виготовлення карток", "Порядок денний", "Секретар", "Друк".

По мірі розвитку система дає змогу підключати нові АРМи та збільшувати перелік функцій щодо супроводу пленарних засідань.

#### **4. Основні принципи побудови та архітектура СППР "Рада-3"**

Згідно з проведеним аналізом, була сформована концепція створення СППР "Рада-3" і розроблена архітектура системи (рис. 1).



Реалізація функцій СППР “Рада-3” забезпечується за допомогою комплексу апаратно-програмних засобів, автоматизованих робочих місць, комплексів програм та баз даних.

Система “Рада-3” – це високопродуктивна локальна мережева система, в якій усі АРМи, процеси і пристрої працюють у мережі свого рівня і взаємодіють між собою за законами взаємодії абонентів швидкісних локальних комп’ютерних мереж. Зважаючи на те, що в системі повинні взаємодіяти між собою декілька сотень пристроїв і процесів, функціонально розділені мережі вищого рівня (АРМи користувачів системи) і мережі нижчого рівня (АРМи депутатів). Це досягається тим, що мережа нижчого рівня функціонує під управлінням АРМ “Контролер” системи вищого рівня.

Комп’ютерна мережа вищого рівня будується як високошвидкісна локальна мережа, яка взаємодіє з іншими комп’ютерними системами Ради, а також і з світовими комп’ютерними мережами.

Програмне забезпечення АРМ системи “Рада-3” працює під управлінням ОС WINDOWS 95 і вище, а сервер депутатських баз даних під ОС WINDOWS NT. Система управління базами даних в СППР “Рада-3” – СУБД ORACLE.

Мережа нижнього рівня об’єднує АРМи депутатів, які розміщуються на робочих місцях депутатів. Така локальна мережа є спеціалізованою, високошвидкісною і забезпечує обслуговування АРМів депутатів як в режимах реєстрації, голосування, так і режимах групового і індивідуального інформаційного обслуговування депутатів. Оскільки АРМи депутатів можуть знаходитись від контролера системи на відстані до 1000 метрів, то має сенс з’єднувати їх у систему за допомогою інтерфейсу стандарту RS\_485, який також дає змогу об’єднувати в одній лінії до 32 пристроїв із швидкістю передачі даних до 10 Мгбіт/сек.

АРМ депутата (рис. 2) забезпечено усіма необхідними інтерфейсними і програмними засобами для виконання депутатських функцій під час проведення пленарних засідань Ради і має:

- кнопки голосування для прийняття рішення з індикацією натискуваної кнопки;
- кнопки запису на виступ з місця і кнопки відмови від виступу з місця;
- дисплей для відображення процесу голосування, ідентифікаційну інформацію про картку депутата, прийняте рішення депутата щодо питання голосування, номер черги на виступ депутата з місця, трибуни, інформацію з довідкової системи тощо;
- зчитувач електронної картки депутата. Картка може бути багатофункціональною і давати змогу депутату працювати не тільки за пультом, а і бути перепусткою до сесійної частини парламенту;
- пульт вибору програм синхронного перекладу мов та кнопки регулювання гучності звуку в головних телефонах;
- мікрофон для виступу з місця під управлінням комп’ютерної системи, а також гучномовець підзвучки для покращання чутності голосу виступаючого депутата.

АРМ депутата реалізується в пульті депутата і розроблено на сучасній елементній базі з використанням мікроконтролерів і технології мікропрограмного управління обладнанням. Перелік команд пульта є функціонально повним. Пульт депутата складається з окремих блоків,

функціонально зв'язаних між собою через програми мікроконтролерів і зв'язаний через інтерфейс з програмами контролера системи.

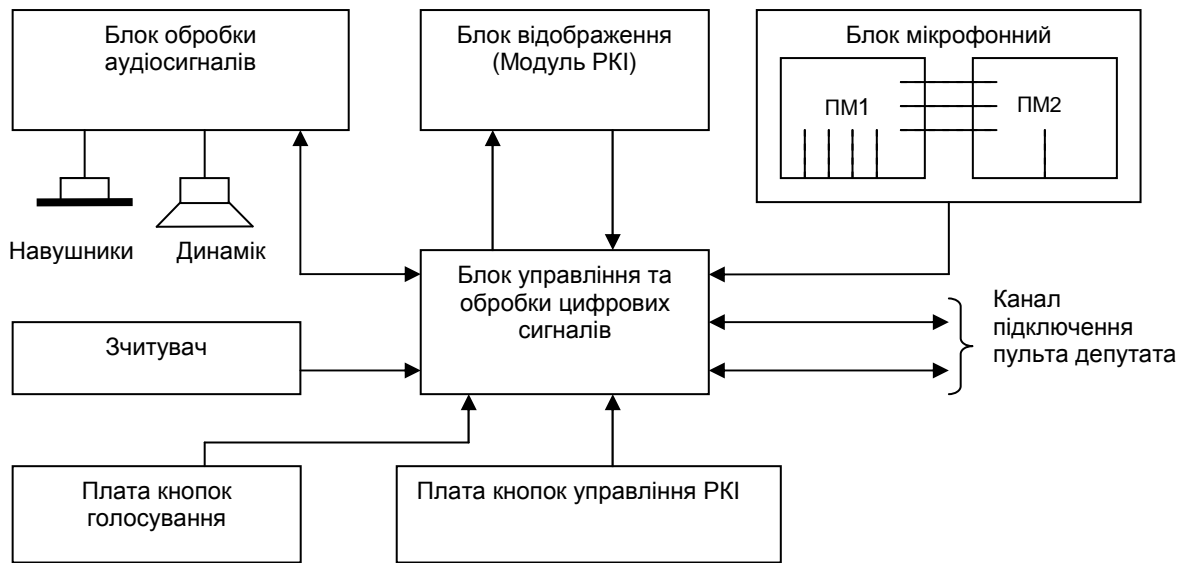


Рис. 2. АРМ депутата

Депутат може отримувати дані щодо свого запиту з інформаційно-довідкової служби. Дані поступають для всіх депутатів одночасно (наприклад, процедура голосування) або індивідуально для кожного пульта.

Для обміну даними і командами між контролером системи і концентратором мережі периферійного обладнання використовується паралельний повнодуплексний інтерфейс CENTRONICS.

У системі передбачено вивід даних на графічні табло системи "Рада-3".

Для забезпечення безпеки інформації, що циркулює в основній і периферійній комп'ютерній мережах усе обладнання технічного комплексу встановлюється в одному приміщенні (в сесійній залі) з застосуванням з'єднань з іншими комп'ютерними системами з видимим розривом для відключення мережі системи "Рада-3" від інших мереж у режимі супроводу пленарних засідань.

Для отримання стенограм засідань Ради до складу системи "Рада-3" включена система комп'ютерного стенографування, за допомогою якої проводиться аудіозапис усіх пленарних засідань, формування стенограм засідань, редагування текстів і підготовка документів з використанням текстів стенограм. Усі стенограми засідань архівуються в базу даних стенограм, і створюється інформаційно-пошукова система з великими можливостями пошуку та архівації стенограм. У системі комп'ютерного стенографування проводиться архівація аудіофайлів усіх засідань Ради одного скликання з можливістю пошуку необхідних аудіофайлів для рішення спірних питань.

У системі "Рада-3" передбачається підключення АРМ "Сервісного обслуговування" та АРМ робочих місць співробітників для супроводження програмного та технічного забезпечення системи, його доопрацювання й проведення обробки статистичних даних за замовленнями депутатів.



## 5. Комплекс технічних засобів системи

Комплекс технічних засобів реалізується як різномірна термінальна і комп'ютерна мережа з протоколами обміну у мережі між абонентами, підключеними до цієї мережі (АРМ, табло, пульти депутатів, віддалені користувачі), що забезпечують обмін інформацією в системі. Процес голосування в такій системі виконується як один з процесів обробки у мережі.

СППР "Рада-3" характеризується такими параметрами:

Схема організації системи	– трьохрівнева.
Нижній рівень	– пульти депутатів.
Кількість пультів депутатів у каналі	– до 32 шт.
Кількість каналів	– до 32 шт.
Середній рівень	– концентратор мережевий периферійного обладнання (КМПО).
Канал обміну з контролером системи	– LPT.
Канал обміну з пультами депутатів	– RS – 485.
Канал обміну з системою колективного відображення	– RS – 485.
Канал обміну з системою керування відеокамерами	– RS – 485, RS – 232.
Максимальна відстань між КМПО, ПД, системою колективного відображення та системою керування відеокамерами	– до 1200 м.
Швидкість передачі даних по каналах зв'язку з пультами депутатів	– до 10 МГбіт/сек.
Канали обміну з системою звукопідсилення та синхронного перекладу мови	– аналогові канали.
Кількість каналів синхронного перекладу мов	– згідно з рекомендаціями ISO.
Верхній рівень	– локальна мережа АРМ користувачів.
Тип обчислювальних машин для створення функціонально-орієнтованих АРМ	– Pentium – 4 та вищі моделі.
Операційні системи, рекомендовані для використання у складі АРМ	– Windows 2000 або Windows XP.

СППР "Рада-3" організована за трьохрівневим принципом:

– нижній рівень – це індивідуальні пульти депутатів, об'єднані в канали;  
 – середній рівень – це рівень концентрації та комунікації каналів пультів депутатів та іншого периферійного обладнання;

– верхній рівень – це рівень функціонально-орієнтованих АРМ користувачів.

Нижній рівень – пульт депутата, призначений для організації робочого місця депутата та забезпечення виконання функцій:

- ідентифікація користувача за допомогою іменних PROX-карт;
- голосування (відкрите, поіменне);

- запис (та відмова) на виступ;
- виступ з місця за допомогою вбудованого індивідуального мікрофона;
- вибір одного з восьми каналів синхронного перекладу мов;
- одержання інформації від системи на індивідуальних моніторах, вбудованих в пульт депутата;

- організація індивідуальної “підзвучки” за рахунок індивідуального гучномовця.

Концентратор мережі периферійного обладнання реалізує середній рівень системи та виконує функції:

- передачі інформації від контролера системи до пультів депутатів;
- передачі команд керування пультом депутата;
- прийому інформації від пульта депутата;
- перетворювання і трансляцію звукових трактів каналів з системи звукопідсилення та синхронного перекладу мов на пульти депутатів;
- перетворювання і трансляцію звукових трактів індивідуальних мікрофонів пультів депутатів на вхід мікшерного пульта системи звукопідсилення;
- передачу інформації від контролера на табло системи колективного відображення;
- видачу координат та команд керування на відеокамери згідно з координатами мікрофона, включеного на пульті депутата.

Верхній рівень системи – рівень функціонально-орієнтованих автоматизованих робочих місць користувачів:

- АРМ “Головуючий”;
- АРМ “Головуючий 2”;
- АРМ “Адміністратор”;
- АРМ “Діагностика”;
- АРМ “Сервер”;
- АРМ “Контролер”;
- АРМ “Виготовлення карток”;
- АРМ “Порядок денний”, “Секретар”, “Друк”, “Реєстрація”.

АРМи користувачів об’єднані в локальну мережу, в якій АРМ “Контролер” виконує функції шлюзу та поєднує мережу АРМ верхнього рівня з периферійним обладнанням нижнього рівня через концентратор мережі периферійного обладнання.

#### *Конструкція та художньо-конструкторські рішення АРМ депутата*

Метою художньо-конструкторського рішення є створення АРМ депутата, який відповідав би вимогам формотворення та дизайну і поєднував у собі естетичні якості, зручність користування та сучасні технічні технології. В результаті аналізу конструкторсько-технологічних доробок, а також ергономічних можливостей, пов’язаних із визначенням кута нахилу пульта депутата (ПД), урахуванням оптимальної відстані, розташування робочих елементів, розроблено варіант АРМ депутата (рис. 3). ПД є закінчений готовий конструктив, використаний в останніх розробках СППР “Рада-3”.

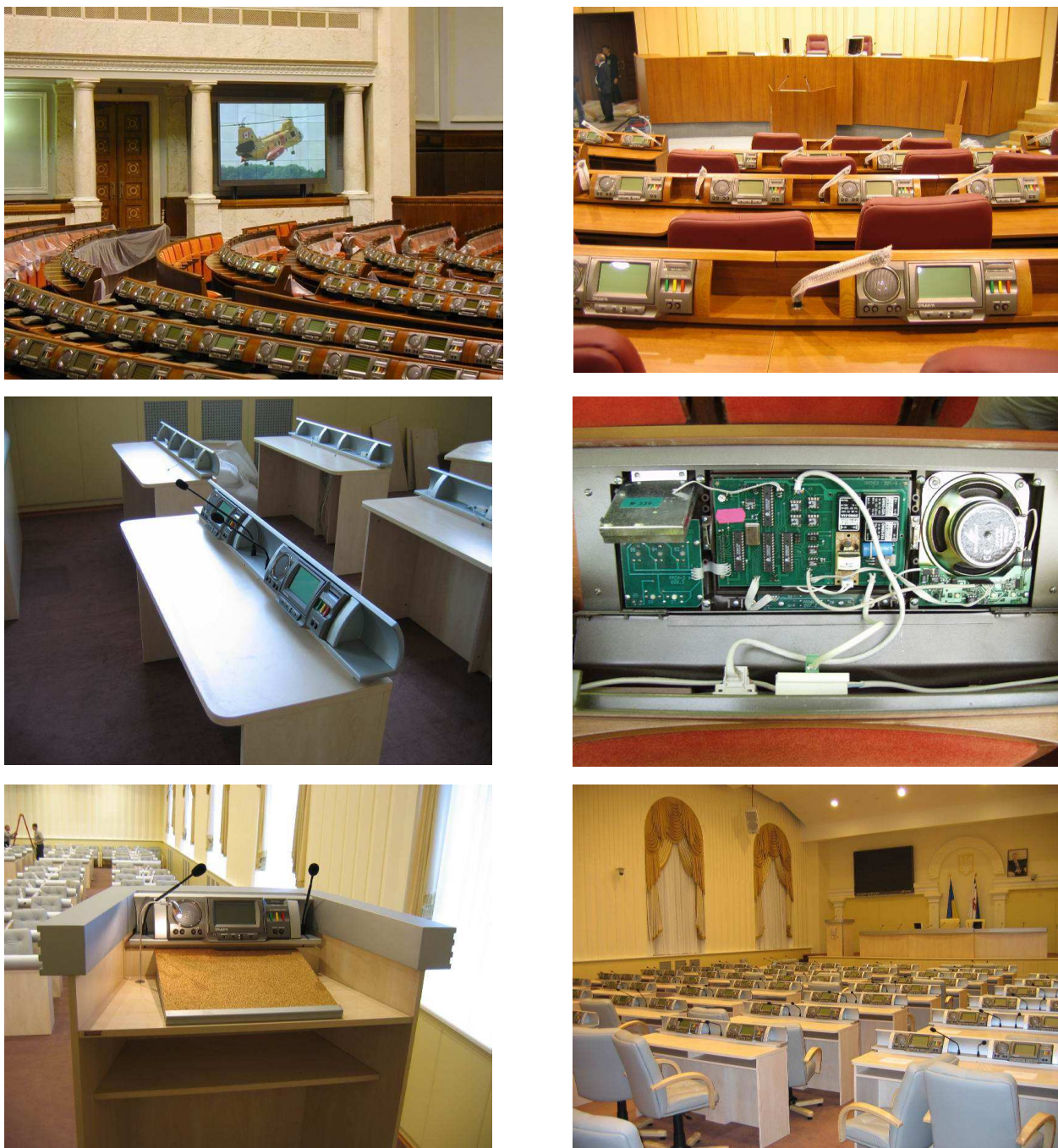


Рис. 3. Обладнання сесійної зали та робочих місць депутатів у системі «Рада-3»

## 6. Засоби колективного відображення у системі

Оскільки сесійна зала Ради може бути обладнана системами відображення різного типу, вибір обладнання здійснюється, враховуючи архітектурні особливості залу та фінансові можливості.

Системи відображення побудовані на основі:

- проєкційних систем на базі CRT або LCD проєкторів;
- мультіекранних відеопроєкційних систем на базі електронно-променевої технології (так звані «відеостіни» з кубів);
- плазмових систем відображення;

- плазмових моніторів 42", або 52";
- монохромних табло (існуючий варіант).

Проекційне обладнання дозволяє демонструвати на екрані практично будь-яких розмірів інформацію від відеомагнітофонів, відеокамер, телебачення, а також від персональних комп'ютерів.

#### КОНЦЕНТРАТОР МЕРЕЖІ ПЕРИФЕРІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ

Для зв'язку мережі периферійного обладнання з локальною мережею АРМ розроблений спеціальний пристрій – концентратор мережі периферійного обладнання (КМПО).

КМПО складається з елементів зв'язку між контролером та пультами депутатів і елементів зв'язку між системами звукопідсилення, синхронного перекладу та пультами.

Функції зв'язку між АРМ "КОНТРОЛЕР" локальної мережі та пультами виконують:

- блок зв'язку з контролером;
- блок видачі інформації;
- блок прийому інформації.

Функції зв'язку між системами звукопідсилення, синхронного перекладу та пультами виконують:

- блок цифро-аналогового перетворення мікрофонних каналів;
- блок аналого-цифрового перетворення звукових каналів.

## 7. Засоби організації мережі передачі даних між абонентами системи

### *Локальна мережа передачі даних між АРМами системи*

Вимога роботи системи інформаційного забезпечення депутатів у реальному режимі часу накладає чіткі обмеження на організацію й алгоритм роботи обчислювальних засобів системи. Висока швидкодія системи при обміні даними між окремими АРМами системи, що представляють окремі обчислювальні машини відповідної конфігурації, неможлива без об'єднання останніх у локальну мережу.

Вимога високої перешкодозахищеності системи при високих швидкостях обміну в мережі задовольняється застосуванням кабелю, що представляє собою набір витих пар в екрані (кабель типу STP). STP кабелі менш піддані впливу електричних перешкод, забезпечують більш високі швидкості передачі даних і дозволяють передавати дані далі, ніж UTP, тобто неекрановані кабелі.

Захист від несанкціонованого доступу до системи при роботі вимагає замкнутості або автономності локальної мережі. В той же час у проміжках між засіданнями депутатського корпусу можлива необхідність в обміні даними з іншими системами Ради. Тому концентратор має можливість для комплексування з концентраторами інших мереж. Швидкості обміну на цьому рівні не обмежуються.

### *Локальна мережа передачі даних між концентратором мережі периферійного обладнання, пультами депутатів і засобами колективного відображення системи*

АРМ "КОНТРОЛЕР" є шлюзовою обчислювальною машиною, що входить до складу абонентів локальної обчислювальної мережі системи і служить для організації зв'язку обчислювальної мережі з комплектом пультів депутатів, розташованих у сесійній залі Ради, а також для передачі інформації

на колективні пристрої відображення й інше периферійне обладнання. Цей зв'язок здійснюється через паралельний порт LPT обчислювальної машини з КМПО. КМПО використовується як буферний пристрій між контролером і низовою мережею зв'язку з пультами депутатів. Основна відмінність низової локальної мережі від верхньої обчислювальної мережі полягає у відносно малих швидкостях обміну даними (до 10 Мбіт/с) і великій кількості абонентів (максимальна кількість пультів депутатів, що обслуговуються, може досягати 1024).

При такій кількості абонентів системи зростають вимоги до її перешкодозахищеності. Тому вибір симетричної лінії зв'язку при багатоточковому підключенні до неї абонентів, що працюють у дуплексному режимі обміну на відстані до 1200 м, обмежив кількість придатних інтерфейсів для обслуговування системи. Для керування пультами депутатів необхідно мати дві симетричні лінії зв'язку. Одна лінія використовується для передачі команд і даних у пульти, а друга для прийому інформації з пультів. Дані обміну представляють графічні, текстові і звукові файли.

Топологія низової мережі зв'язку має форму "зірки", "промені" якої представляють шини колективного користування. Одна шина охоплює до 32 пультів депутатів.

## 8. Програмне забезпечення системи

Програмне забезпечення СППР "Рада-3" складається з:

- програмного забезпечення пультів депутатів для обслуговування робочих місць депутатів;
- програмного забезпечення концентратора мережі периферійного обладнання;
- програмного забезпечення контролера системи по обслуговуванню периферійних пристроїв;
- програмного забезпечення автоматизованих робочих місць системи.

Програмне забезпечення пультів депутатів та концентратора мережі периферійного обладнання виконується мікроконтролерами, які знаходяться в пультах депутатів і засобах комунікації та концентрації. В мікроконтролері програми записуються при їх програмуванні і зберігаються там на протязі циклу життя системи. Взаємодія сукупності програм, розміщених в мікроконтролерах, дає змогу виконувати всі необхідні функції пультів у системі. Всі програми написані в Асемблері SX-KEY для мікроконтролерів SCENIX.

Програмне забезпечення контролера системи виконує всі функції по забезпеченню взаємодії з периферійними пристроями та автоматизованими робочими місцями системи. В контролер системи програмне забезпечення завантажується один раз на початку засідання і працює автоматично, без втручання обслуговуючого персоналу. Всі необхідні команди контролер отримує з АРМ системи і взаємодіє з ними під час проведення сесії.

Програмне забезпечення автоматизованих робочих місць системи виконує спеціалізовані функції, розміщується в комп'ютерах АРМів і управляється операторами системи. Програми АРМ написані в PASCAL DELPHI і працюють у середовищі операційної системи WINDOWS 95 і вище.

Програмне забезпечення пульта депутата призначається для організації роботи за пультом депутата і складається з програм, що виконуються на мікроконтролерах SCENIX і реалізують функції взаємодії депутата з системою.

Пакет програм пульта складається з програм прийому даних і команд від концентратора мережі периферійного обладнання для РКІ, читання й обробки картки депутата та відпрацювання функцій, пов'язаних з натисканням кнопок на клавіатурі пульта.

Програмне забезпечення КМПО призначається для організації роботи технічного комплексу системи, програм прийому від контролера системи, комутації між складовими вузлами концентратора, обробки команд і передачі оброблених даних до центру обробки.

Програмне забезпечення контролера системи призначається для організації взаємодії всіх технічних і програмних засобів та забезпечує:

- мережеву взаємодію всіх ПЕОМ, що підключаються в систему;
- управління пультами АРМ депутатів;
- управління засобами колективного відображення;
- управління засобами комутації мікрофонів у залі;
- синхронізацію й управління взаємодією програмних і технічних засобів системи.

Для організації виконання функцій контролера пакет прикладних програм реалізований у вигляді модулів окремих процесів і спеціалізованого монітора обробки процесів системи в реальному масштабі часу.

#### *Програмне забезпечення АРМів СППР "Рада-3"*

Програма АРМ "Адміністратор" призначається для супроводження пленарних засідань Ради. Програма забезпечує такі функції:

- вибір питання порядку денного сесії до розгляду з наявного переліку питань;
- проведення реєстрації народних депутатів України на пленарному засіданні;
- проведення голосувань на пленарних засіданнях (крім таємних);
- супроводження виступів з трибуни;
- складання списку черги бажаючих виступити та супроводження виступів народних депутатів з робочого місця;
- відображення на табло супроводжувальної інформації.

Програма розроблена для ПЕОМ, сумісних з IBM PC/AT, які мають сітьову карту і встановлений в системі протокол NETBEUI з операційною системою MS WINDOWS 95 і вище.

Програма запускається (завантажувальний модуль Pred.exe) і завершується дистанційно з АРМ "Адміністратор".

Програма АРМ "Головуючий 2" призначена для здійснення певних функцій Головуючого під час проведення пленарного засідання. Дає можливість Головуючому 2 отримувати необхідну інформацію.

Програма відображає дату і поточний час, кількість карток народних депутатів, зареєстрованих системою в даний момент в сесійному залі, кількість народних депутатів, заявлених на виступ з трибуни, кількість народних депутатів, які записались на виступ з місця, перелік фракцій і груп народних депутатів, кількість народних депутатів, які виступили з трибуни і з місця під час розгляду конкретного питання порядку денного, сумарний час, затрачений кожною фракцією і групою на обговорення даного питання. При переході до розгляду наступного питання таблиця анулюється.

Меню АРМа: "Регламент", "Конституція", "Протокол засідання", "Порядок денний", "Текст законопроекту", "На виступ з місця", "На виступ з трибуни", "Склад Ради".

Серед решти програм АРМів, які функціонують в СППР "Рада-3", слід виділити такі:

– програма АРМ "Друк", яка призначена для друку різноманітної інформації про роботу депутатів у сесійній залі;

– програма АРМ "Діагностика", яка призначена для тестування та діагностики пультів, встановлених у залі засідань. Програма АРМ дозволяє переглянути на екрані стан кожного окремого пульта та загальний вигляд залу.

– програма АРМ "Секретар", яка призначається для роботи з різноманітними довідками та коригування черги на виступ і забезпечує такі функції:

– видача об'яв на табло в сесійному залі та холі сесійної частини;

– видача даних про доповідачів (заставок) на табло в сесійному залі;

– формування черги на виступ з трибуни в електронному вигляді та передача її на екрани АРМ "Головуючий", "Адміністратор";

– перегляд списку депутатів, присутніх у залі та їх місцезнаходження;

– програма АРМ "Сервер", яка призначена для формування, актуалізації та збереження депутатських баз даних. Клієнтську частину за принципом діяльності та напрямком розробки умовно можна розподілити на анкетні дані депутатів; поіменні голосування депутатів; відкриті голосування депутатів; реєстрацію депутатів. При використанні системи "Анкетні дані народних депутатів" користувач має можливість продивитись таку інформацію про депутата: ім'я, прізвище, по батькові; дату народження; національність; освіту; попереднє місце роботи; партійність депутата; належність до фракції та комітету; присутність та голосування депутата; переходи депутатів по фракціях, комісіях та партіях.

Дані про депутатів відсортовані за такими ознаками: абеткою, по виборчих округах, по фракціях, по комісіях, по партіях.

При використанні системи "Поіменні голосування депутатів" користувач одержує інформацію: перелік голосувань; кількість сумарна "За", "Проти", "Утрималось", "Не голосувало"; кількість відсутніх та присутніх депутатів; результат голосування (прийнято або не прийнято); дата проведення голосування (Місяць, День, Рік, Година, Хвилина); списки депутатів із зазначенням голосування ("За", "Проти", "Утримався", "Не голосував", "Відсутній"); питання, по якому проводилось голосування.

При цьому користувач може одержати результати голосувань з ідентифікацією виборчих округів за такими ознаками:

– за абеткою;

– за виборчим округом;

– по фракціях. Користувач має можливість продивлятися список голосувань по фракціях окремо по кожній, так і сумарний список по фракціях. Передбачена можливість виводу на екран як загального результату, так і списків по фракціях;

– по комісіях. Користувач має можливість продивлятися список голосувань по комісіях як окремо по кожній, так і сумарний список по комісіях. Передбачена можливість виводу на екран як загального результату, так і списків по комісіях, а також можливість виводу графіків голосування.

У системі реалізовано механізм пошуку по ключовому слову у назві голосування та по даті проведення голосування, а також перегляд всіх голосувань, які стосуються того чи іншого питання порядку денного.

При використанні системи “Відкриті та таємні голосування депутатів” користувач одержує інформацію про перелік голосувань; кількість сумарну голосів “За”, “Проти”, “Утрималось”, “Не голосувало”; кількість відсутніх та присутніх депутатів; результат голосування (прийнято або не прийнято); дату проведення голосування (Місяць, День, Рік, Година, Хвилина); назву питання порядку денного роботи сесії.

В системі реалізовано механізм пошуку по ключовому слову у назві голосування та по даті проведення голосування, а також перегляд всіх голосувань, які стосуються того чи іншого питання порядку денного.

#### *АРМ виготовлення карток депутатів*

Основним елементом, який дозволяє депутату працювати з пультом депутата, є картка депутата. Картка депутата повністю ідентифікує депутата і дозволяє йому реєструватися в залі, приймати участь у поіменному та відкритому голосуванні, записуватись на виступ з місця і користуватися всіма функціями пульта депутата. Без картки депутата пульт депутата не працює в системі. Картка депутата ідентифікується та заноситься в базу даних за допомогою АРМ виготовлення і занесення в базу даних карток депутатів. Для виконання вищезгаданих функцій АРМ оснащується необхідним обладнанням і програмним забезпеченням.

До обладнання АРМ входять відеокамери для отримання фото депутата, пристрій кольорового друку комп'ютерних фотографій та ідентифікаційних текстів на картці депутата, зчитувач картки депутата та засоби зв'язку з базами даних депутатів.

При підготовці картки депутата необхідно сфотографувати відеокамерою депутата і отримати зображення на моніторі комп'ютера. Якщо зображення депутата узгоджено з депутатом, фотографія депутата і всі необхідні написи на його картці друкуються на смарткарті з обох сторін і картка передається депутату. Номер картки депутата записується в депутатську базу даних, і ця картка буде розпізнаватися в системі. Двох однакових карток в системі не буває, так як картки кодуються унікальним кодом для кожної картки на заводі-виробника смарткарт.

#### *Підсистема комп'ютерного стенографування*

Підсистема комп'ютерного стенографування в СППР “Рада-3” надає змогу отримувати роздруківки текстів виступів депутатів на пленарних засіданнях Ради та готувати бюлетені пленарних засідань. Підсистема являє собою цифровий комплекс реєстрації мовних сигналів, який виконує аудіозапис виступів депутатів з можливістю наступної розшифровки стенографами аудіофайлів і підготовки текстових документів.

Одночасно з процесом запису виступів депутатів у комп'ютерну пам'ять стенографи на своїх автоматизованих робочих місцях (АРМ “Стенограф”) виконують розшифровку аудіотекстів з



використанням потужного текстового редактора Word для Windows. Управління прослуховуванням виступів виконується за допомогою функціональних клавіш АРМ.

У комп'ютерному стенографуванні передбачено такі АРМ: "Сервер"; "Головний стенограф"; "Стенограф 1"; "Стенограф 2"; "Стенограф 3"; "Стенограф 4".

АРМ "Сервер" автоматично, незалежно від оператора, виконує запис аудіосигналів, які поступають з залу пленарних засідань Ради, формує трихвилинні аудіофайли і записує їх у двох комп'ютерах АРМ одночасно, в АРМ "Сервер" і в АРМ "Головний стенограф". Це забезпечує надійність зберігання і обробки аудіофайлів виступів депутатів. Об'єм вхідного аудіобуфера – 200 годин, об'єм архівного аудіобуфера – 10000 годин.

Комп'ютери запису захищені пристроями безперервного живлення.

АРМ "Стенограф" дає змогу прослуховувати аудіофайли виступів депутатів і набирати за допомогою клавіатури тексти цих виступів. Для зручності набору текстів виступів депутатів передбачені можливості управління прослуховуванням аудіофайлів.

"Головний стенограф" виконує збірку і редагування текстових блоків стенограм, які прийшли від стенографів, формує логічно закінчені тексти (наприклад, виступи окремих депутатів), підготовку текстових файлів для редагування і друку стенограм виступів. При збиранні текстових блоків стенограм виконується перевірка розшифрованих текстів, відкидаються перекриття текстів та службові повідомлення і формується логічно закінчений текстовий файл виступу.

У підсистемі комп'ютерного стенографування зберігаються аудіофайли всіх засідань Ради на протязі чотирьох років. Після цього часу всі аудіофайли стискаються і передаються для подальшого зберігання в архів.

#### *Забезпечення безпеки інформації*

Комплекс заходів по захисту інформації в СППР "Рада-3" містить:

- апаратні (схемні) методи захисту інформації;
- програмні методи захисту;
- криптографічні методи захисту;
- організаційні методи захисту.

Для того, щоб фальсифікація результатів голосування зовнішнім втручанням була неможливою, комп'ютери системи об'єднані в окрему локальну комп'ютерну мережу, яка не виходить за межі сесійної частини і має видимий фізичний розрив з іншими комп'ютерними мережами Ради.

Для того, щоб втручання у процес формування результатів голосування зі сторони співробітників відділу експлуатації було неможливе, центральний вузол управління системою працює автоматично, без втручання операторів, клавіатура центрального вузла включається тільки один раз при завантаженні системи і потім блокується на весь період проведення пленарного засідання. Втручання в цей період повинно приводити тільки до зупинки системи. Всі АРМ системи розроблені таким чином, що вони виконують тільки спеціалізовані функції і не можуть впливати на результати голосування. Найбільш тяжким наслідком неправильної роботи АРМів є тільки явний збій системи, що потребує повторного голосування. Таким чином повинна бути виключена

фальсифікація результатів голосування за рахунок несанкціонованого втручання у процес формування результатів голосування.

Для запобігання несанкціонованого підключення до комп'ютерної мережі інформаційно-технічного комплексу "Рада-3" на території розміщення системи кабельні лінії прокладаються в металевих трубах, замурованих в бетоновану основу підлоги і не мають виходу за приміщення сесійної частини Ради. Всі технічні засоби системи "Рада-3" розміщуються у пленарному залі засідань, і всі з'єднання з елементами системи здійснюються тільки з обладнанням технічного комплексу сесійного залу. В системі "Рада-3" включений додатковий контроль за спробами втрутитись у діяльність системи, який виявляє і відкидає всі нерегламентовані пакети, що можуть з'явитися в локальній мережі системи, і повідомляє про це адміністратору системи.

Для запобігання фальсифікації пакетів голосування в системі використані нестандартні протоколи обміну даними в комп'ютерній мережі, а також нестандартне спеціалізоване програмне забезпечення формування результатів голосування в бітовій формі, що унеможлиблює розшифровку даних у реальному масштабі часу і внесення змін у дані.

Для уникнення спроб фальсифікації результатів голосування рекомендується проводити всі голосування поіменними. При цьому кожен депутат може відразу ж виявити фальсифікацію результатів свого голосування.

Для запобігання несанкціонованого втручання в роботу інформаційно-технічного комплексу системи необхідно виконувати такі рекомендації:

- забезпечити обмежений доступ до кімнат сесійної частини Ради, (встановлення кодкових замків, сигналізації, а також доступ до кімнат за окремими списками), обмежити переміщення обслуговуючого персоналу та здійснювати його охорону на період проведення засідань;

- тексти програм повинні знаходитись виключно в організаціях, які здійснюють авторський нагляд і супроводжують систему, та обмежувати доступ до неї поіменними списками;

- модернізацію програмного та технічного забезпечення системи проводити виключно силами розробників за узгодженням уповноваженого представника Ради згідно з укладеними угодами на супровід системи;

- виконання робіт у каналах, де знаходяться лінії зв'язку системи "Рада-3", проводити після узгодження з організацією, яка здійснює авторський нагляд, у присутності представника відділу спеціалізованих інформаційно-технічних комплексів, з оформленням відповідних актів про проведення робіт;

- проводити регулярні контрольні обстеження трас прокладки кабельних сполучень для виявлення несанкціонованих підключень з оформленням необхідних актів перевірки.

При плануванні заходів щодо захисту інформації на робочих місцях доцільно застосовувати комплексний підхід:

- поруч з комп'ютером в обов'язковому порядку повинно бути встановлено пристрій для захисту від побічних електромагнітних випромінювань і наведень (наприклад, "Салют", "Пелена", "Грім" і т.п.);

- вся важлива інформація повинна зберігатися на зашифрованому диску (розділі жорсткого диску);

- використовувати програми, які при кожному виході з Windows обнуляли б вільне місце на всіх дисках, віртуальній пам'яті (своп-файл), всі файли історії і т.д.;
- періодично (раз на місяць або раз у квартал) проводити повну зміну всіх паролів;
- при передачі інформації через змінні носії інформації (наприклад, через дискети) доцільно маскувати її або шифрувати за допомогою сучасних шифрувальних програм.

Для більшої надійності використовується не одна, а декілька систем шифрування. Захист інформації не обмежується технічними методами. Основний недолік захисту – люди, і тому надійність системи безпеки залежить в основному від відношення до неї персоналу, що забезпечує роботу системи.

#### *Рівень стандартизації і уніфікації*

Рівень стандартизації й уніфікації СППР "Рада-3" на даному етапі розвитку характеризується такими факторами:

- відповідністю документації, що розробляється згідно з вимогами чинних стандартів:
  - а) конструкторської – згідно з стандартами системи ЄСКД;
  - б) програмної – згідно з стандартами системи ЄСПД;
- використанням модульного принципу побудови та обмеженого типорозміру збірних конструктивів;
  - максимальним використанням стандартних комплектуючих елементів серійного виробництва, в яких при розробці та виготовленні враховані вимоги по стандартизації й уніфікації;
  - максимальною уніфікацією засобів взаємозв'язку між технічними засобами;
  - пріоритетним використанням вітчизняних технічних засобів та обладнання;
  - максимально можливим використанням новітніх інформаційних та програмних засобів.

## **9. Висновки**

У результаті широке впровадження таких систем, як СППР "РАДА-3" та нових інформаційних технологій у державні структури України, буде сприяти підвищенню оперативності та якості рішень і плідно вплине на хід економічних, соціальних, екологічних та інших процесів у країні. Для створення високоефективних систем підтримки прийняття рішень необхідне розв'язання комплексу складних наукових завдань фундаментального характеру. Такими є створення типових методів та моделей інформаційних технологій сучасних СППР, запровадження інформаційних технологій контролю та управління складними інформаційними об'єктами в нечітких умовах, розробка нових методів та моделей типового технологічного інструментарію інформаційно-аналітичних систем. На основі представленого матеріалу можна зробити такі висновки:

1. Сформовано основні принципи побудови системи інформаційного обслуговування депутатів рад різних рівнів, розроблено структуру комплексу технічних засобів та створено й запроваджено до експлуатації базові елементи технічних засобів і проведено їх комплексну інтеграцію до єдиної СППР.

2. СППР «Рада-3» є сучасним, ефективним програмно-технічним компонентом інформаційно-аналітичної підтримки законотворчого процесу в радах різних рівнів. У ній уперше реалізована технологія інтегрування функцій інформаційного супроводу та підтримки діяльності депутата на його робочому місці, яка базується на використанні нових елементів уніфікованої архітектури системи, низки апаратних засобів, спеціалізованих пакетних протоколів обміну, що дозволило передавати як графічну, так і аудіоінформацію на пульти депутатів у цифровому вигляді, новітніх мікроконтролерних технологій високошвидкісного інтерфейсу. Такий підхід до вирішення проблеми мінімізації та мініатюризації важливих компонентів архітектури системи надав можливість значно зменшити обсяг апаратних засобів, енергоспоживання й істотно поліпшити надійність системи та її експлуатаційно-ергономічні характеристики. Надійність і достовірність результатів голосувань забезпечує використання технології безконтактного зчитування. СППР «Рада-3» є відкритою системою завдяки наявності спеціалізованих засобів інтегрування й комплексування.

3. СППР «Рада-3» за наявними функціями, архітектурою, інформаційним і аналітичним забезпеченням та програмною реалізацією, композиційними рішеннями суттєво розширяє можливості "Конгрес-систем", які зараз дуже швидко розвиваються у світі. Тому результати, отримані при створенні СППР «Рада-3», зокрема, нові концептуальні та проектні рішення, розроблені апаратні та програмні засоби, а також подальший розвиток даної системи у сфері застосування новітніх інформаційних технологій є актуальними та необхідними для України, зокрема, для розвитку її інформаційно-аналітичного, експертного та технологічного потенціалу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.А., Теслер Г.С. Ситуационное управление и системы поддержки принятия решений // Збірник доповідей науково-практичної конференції ІПММС НАН України «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ, 2005. – С. 5–9.
2. Морозов А.О., Яценко В.О. Ситуаційні центри – основа стратегічного управління // Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 3–14.
3. Теслер Г.С. Новая кибернетика. – Киев: Логос, 2004. – 404 с.
4. Глушков В.М. Кибернетика, вычислительная техника, информатика. – К.: Наукова думка, 1990. – 224 с.
5. Ситуационные центры. Основные принципы конструирования / А.А. Морозов, Г.Е. Кузьменко, В.И. Вьюн и др. // Математичні машини і системи. – 2006. – № 3. – С. 73–79.
6. «Родос-Україна» – система підтримки прийняття рішень при ядерних аваріях / М. Железняк, І. Ковалець, А. Дворжак та ін. // Збірник доповідей науково-практичної конференції ІПММС НАН України «Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика». – Київ, 2005. – С. 78–81.
7. Косс В.А. Вариант структуры активного объекта з точки зору функцій підтримки прийняття рішень в системах типу «Ситуаційний центр» // Математичні машини і системи. – 2004. – № 2. – С. 73–78.
8. Соціально-економічні наслідки техногенних катастроф: експертне оцінювання / Ю.І. Саєнко, А.О. Морозов, В.Л. Косолапов та ін. – К.: Стило, 2001. – 260 с.
9. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. – К.: Наукова думка, 2002. – 230 с.
10. [http://www.bezopasnost.ru/pdf/equipment/congress/DCN-WD-D\\_Brochure\\_RU\\_2006.pdf](http://www.bezopasnost.ru/pdf/equipment/congress/DCN-WD-D_Brochure_RU_2006.pdf).
11. <http://www.bs-media.ru/catalogsort/1148459363>.
12. <http://www.audiohouse.ru/cash/groups/24.html>.
13. [http://www.svp.ru/kongress\\_sistemi.php](http://www.svp.ru/kongress_sistemi.php).
14. [http://www.hitsec.ru/congress\\_systems/congress\\_system.htm](http://www.hitsec.ru/congress_systems/congress_system.htm).

## Розділ 2. ДО ПИТАНЬ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ СЦ

### 2.1. А.А.МОРОЗОВ

#### **БАЗЫ ЗНАНИЙ В СИСТЕМАХ СИТУАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

---

Понятие базы знаний возникло в результате развития теории искусственного интеллекта применительно к классу экспертных систем (ЭС). Создание ЭС позволило резко расширить возможности человека, собрать и приблизить к нему накопленные человечеством знания о предметной области, в которой он работает, создать принципиально новую технологию принятия решений.

Согласно [1-3], *идеальная* экспертная система должна обладать компетентностью и способностью:

- к рассуждениям на основе символьных преобразований;
- к использованию как общих, так и частных схем рассуждений;
- к решению трудных задач из сложных реальных предметных областей;
- к переформулированию задач и запросов;
- метарассуждениям, т.е. рассуждениям о собственной работе и структуре.

Как видно из перечисленных требований, ЭС должна заменять группу экспертов достаточно высокого уровня, обладать их знаниями и уметь делать логические выводы на основе этих знаний. Поэтому при создании ЭС существуют две основные проблемы – представление знаний и организация взаимодействия с ними (манипулирования пользователем знаниями). Представление знаний – это выражение на некотором формальном языке свойств различных объектов и закономерностей, важных для решения прикладных задач и обеспечения интерфейса пользователя. Совокупность взаимосвязанных средств формального описания знаний и средств оперирования (манипулирования) этими описаниями собственно и представляет собой то, что подразумевается под термином база знаний в ЭС.

Формальное представление знаний о предметной области никогда не может быть полным, и это накладывает свои особенности на технологию создания и использования ЭС. От того, насколько полно выполнено формальное представление знаний об объекте, процессе, предметной области с точки зрения достижения целевой функции, зависит функциональная возможность ЭС.

Пусть:

$O$  - идеальное (полное) формальное представление знаний об объекте, процессе, предметной области с точки зрения целевой функции ЭС.

$B$  - реально возможное формальное представление знаний об объекте, процессе, предметной области с точки зрения целевой функции ЭС.

Тогда

$$O - B = \Delta_{\varphi} \quad (1)$$

для заданной целевой функции ЭС.

Следовательно, полнота формального представления знаний в базе знаний определяется значением  $\Delta_\varphi$  - разницей между идеальным (полным) и реальным формальным представлением знаний об объекте, процессе, предметной области.

Назовем  $\Delta_\varphi$  определителем адекватности базы знаний в ЭС.

Идеальная ЭС должна решать все задачи в данной предметной области с обязательным условием:

$$\Delta_\varphi \leq \Delta_{\varphi \text{ доп}},$$

где  $\Delta_{\varphi \text{ доп}}$  - допустимое значение определителя адекватности ЭС для данной предметной области. Идеальная ЭС включает в себя следующие составляющие (рис.1).

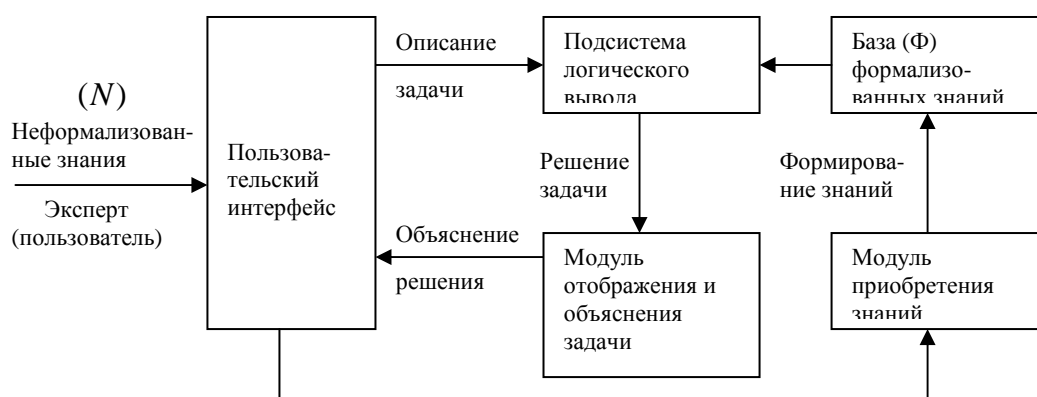


Рис.1. ЭС предметной области

Как видно из структуры идеальной ЭС, ее база знаний состоит из: формализованных знаний, выраженных на некотором формальном языке ( $\Phi$ ); неформализованных знаний ( $N$ ), находящихся непосредственно у эксперта (пользователя); средств манипулирования ими.

Тогда (1) можно выразить как

$$O - (\Phi + N) = \Delta_\varphi \quad (2)$$

Из (2) очевидно, что чем профессиональнее эксперт, чем больше у него знаний о рассматриваемом объекте, процессе, предметной области, тем больше значение составляющей  $N$  и выше эффективность ЭС.

В общем случае  $N$  может иметь и отрицательное значение. Знак  $N$  зависит от компетентности или некомпетентности эксперта в рассматриваемой предметной области. Если эксперт не имеет знаний по рассматриваемой проблеме, то непрофессиональным подходом он усиливает степень неопределенности проблемы и увеличивает абсолютное значение определителя адекватности.

Анализ существующих технологий управления и принятия решений на уровне организационных систем большой размерности (отрасль, государство) показывает, насколько непрофессионалы-эксперты могут ухудшить состояние системы в целом в силу своей некомпетентности.

Объединение формализованных знаний с неформализованными знаниями эксперта ( $\Phi + N$ ) путем определенных манипуляций позволяет получить решение проблемной задачи. Специфика знаний эксперта заключается в том, что он «видит» объект, процесс, предметную область как модели и знает (прогнозирует) их реакцию при изменении условий функционирования. Таким образом, эксперт на основе своих знаний (моделей) вырабатывает граничные условия или критерии и использует их совместно с формализованными знаниями для прогнозирования поведения объекта, процесса, предметной области и выбора решения. Известно [4-5], что наиболее распространенными являются ЭС продукционного типа.

Под базой знаний в ЭС этого типа понимается множество продукционных правил рабочего пространства (база фактов) и программного интерпретатора. При этом продукционное правило формируется так:

$$MY \rightarrow MD,$$

где в левой части представлена ситуация в соответствии с формальными правилами рабочего пространства, а в правой – действие, выполнение которого предполагается в случае обнаружения соответствующей ситуации.

Общий вид ЭС такого типа показан на рис. 2.



Рис.2. База знаний ЭС

В системах коллективного принятия решений, когда работает одновременно над решением проблемы  $n$  экспертов с применением новых информационных технологий, формулу (2) можно представить так:

$$O - \left( \Phi + \sum_{j=1}^n N_j \right) = \Delta_{\varphi} \quad (3)$$

Анализ (3) позволяет рассмотреть основные режимы работы в системах коллективного принятия решений.

1. Формализация знаний об объекте, процессе, предметной области невозможна ( $\Phi=0$ ).

В этом случае работа выполняется только экспертами и тогда формула (3) имеет вид

$$O - \left( \sum_{j=1}^n N_j \right) = \Delta_{\varphi} \quad (4)$$

Такой режим работы назовем ручным. Он был основным до появления средств вычислительной техники, развития теории искусственного интеллекта, появления экспертных систем. Из (4) следует, что при работе с объектом, процессом, предметной областью без экспертных систем, средств обработки формализованных знаний и пр. эффективность принятия решений состоит в прямой зависимости от знаний экспертов. Как известно, для управления системами большой размерности и, в первую очередь, с организационными, вводилась иерархическая структура управления. Система разделялась на определенное число уровней управления, соответственно, целевая функция системы – на подцели, и для каждого уровня определялся эксперт-руководитель или, как принято теперь называть - лицо, принимающее решение (ЛПР).

В случае иерархической структуры управления формулу (4) можно представить так:

$$\sum_{k=1}^L N_j (O_k - N_k) = \Delta_{\varphi}, \quad (5)$$

где  $L$  - количество уровней управления в иерархической системе.

Разбиение системы на иерархические уровни является достаточно сложной проблемой и должно осуществляться с учетом эффекта синергизма, достижения минимального значения определителя адекватности.

2. Возможна частичная формализация знаний об объекте, процессе, предметной области.

В этом случае для принятия решения необходимо использовать как формализованные, так и неформализованные знания об объекте, процессе, предметной области и тогда для данного режима работы справедлива формула (3).

Такой режим принято называть [4] *автоматизированным* (человеко-машинным) и его реализация является наиболее сложной.

Помимо известных технологий, позволяющих осуществлять представление знаний, которые могут быть формализованы, здесь необходима разработка методов представления неформализованных знаний и создание человеко-машинного интерфейса, реализующего эти методы представления.



По обеим этим проблемам ни в теоретическом, ни в практическом плане фактически ничего не разработано, а они являются главными при создании систем ситуационного управления коллективного пользования.

Исходя из (3), при  $n = 1$  имеем вариант классической экспертной системы.

3. Возможна полная формализация знаний об объекте, процессе, предметной области

$$\sum_{j=1}^n N_j = 0.$$

Тогда (3) можно представить в следующем виде:

$$O - \Phi = \Delta_{\varphi}. \quad (6)$$

Полная формализация знаний об объекте, процессе, предметной области позволяет принимать решения без участия человека-эксперта.

Такой режим работы называется *автоматическим*.

В системах коллективного принятия решений возможно использование всех трех режимов работы, но основным (базовым) является автоматизированный (человеко-машинный) режим, и технология принятия решений должна быть рассчитана, в первую очередь, на его реализацию.

Режим коллективного принятия решений существенно отличается от обычной технологии работы с ЭС.

Основные отличия заключаются в следующем:

- над решением проблемы работает  $n$  экспертов одновременно;
- система должна обеспечивать два последовательных этапа работы пользователей – индивидуальный (подготовка совещания) и групповой (проведение совещания);
- экспертная система коллективного пользования ориентирована на определенный класс проблемных областей, и ее формализованная база знаний должна иметь возможность содержать всю совокупность необходимых для этих предметных областей знаний или информацию о них;
- база формализованных знаний должна быть открытой, иметь возможность непрерывного пополнения, связанного как с расширением класса задач, так и с процессом формализации новых знаний;
- должны быть реализованы новые информационные технологии включения неформализованных знаний экспертов-пользователей в базу знаний системы коллективного принятия решений (технологии создания базы неформализованных знаний);
- в системе должна быть реализована технология создания временных проблемно-ориентированных баз знаний. Эта технология получила название *информационной свертки*;
- база знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования включает в себя совокупность формализованных и неформализованных знаний, состоящих из моделей, фактов, метамоделей и правил их компоновки.

Развернутая схема современной системы ситуационного управления коллективного пользования представлена на рис.3.

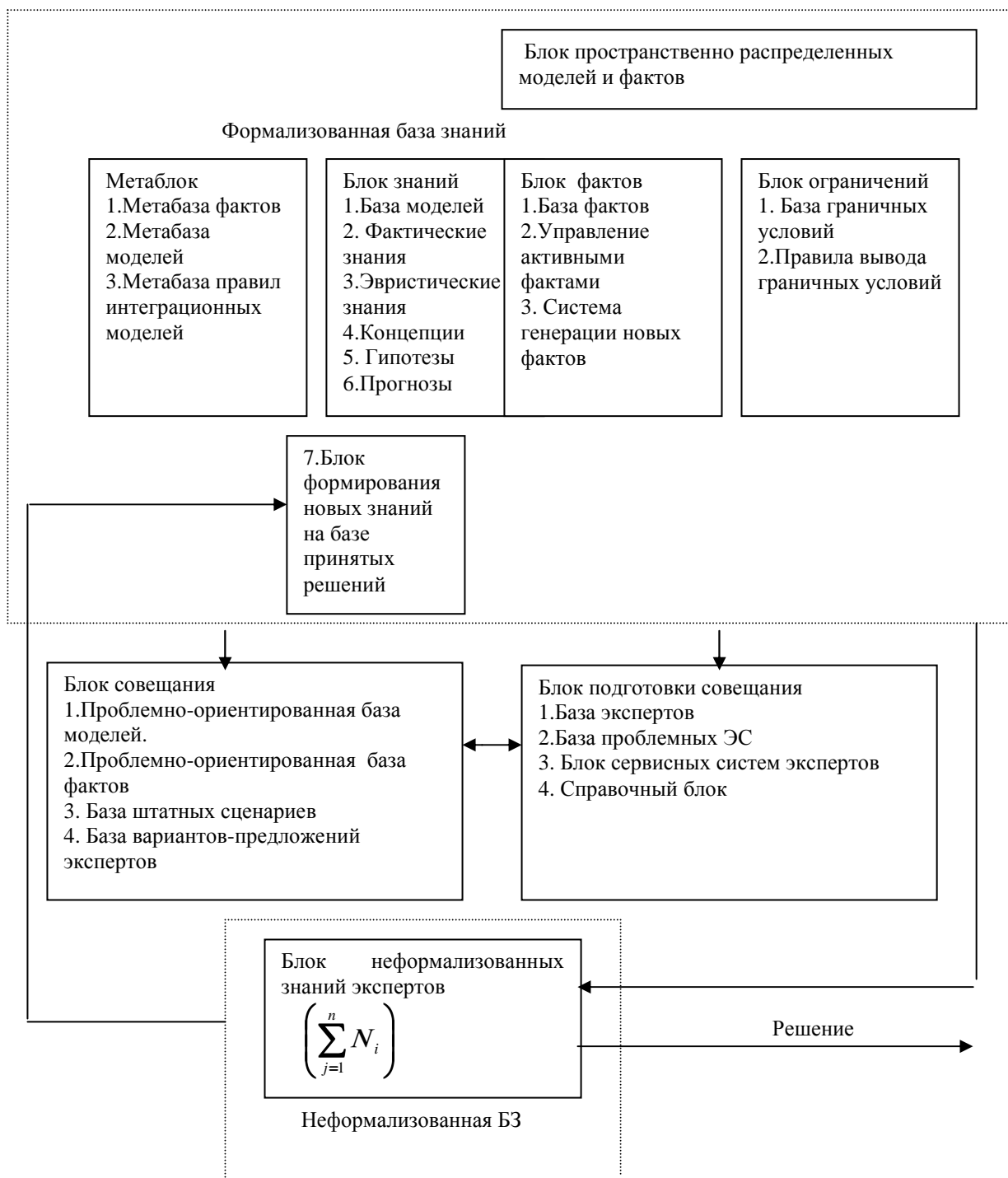


Рис.3. Система ситуационного управления коллективного пользования

Очень важно то, что база знаний ситуационного управления коллективного пользования включает в себя обязательно как пространственно сосредоточенную, так и пространственно распределенную части, которые используются на этапе принятия решения.

Результатом работы ЛПРов (экспертов) на первом этапе является выделение из существующего множества базы знаний системы такого подмножества знаний, которое необходимо для принятия конкретного решения. Это подмножество знаний и средства манипулирования ими назовем *блоком совещания*. Он представляет собой временную экспертную систему

коллективного пользования (ВЭСКП) и создается под конкретную проблему, решение которой осуществляется на втором этапе в режиме коллективной работы  $n$  экспертов, а затем архивируется или уничтожается.

Под ВЭСКП будем понимать совокупность формализованных и неформализованных знаний, средств манипулирования ими и средств связи с базой знаний системы ситуационного управления коллективного пользования, обеспечивающую на этапе коллективной работы экспертов принятие решений по конкретной проблеме.

Процесс перехода от множества общей базы знаний к подмножеству базы знаний по конкретной проблеме назван *информационной сверткой*. Теоретические основы информационной свертки только начинают разрабатываться и поэтому при создании первых систем ситуационного управления коллективного пользования применяются, в основном, эвристические подходы, и главная работа по информационной свертке выполняется экспертом или группой экспертов.

Правила, технологии построения ВЭСКП являются еще одним элементом базы знаний систем ситуационного управления коллективного пользования.

Функциональную схему идеальной системы управления коллективного пользования (ССУКП) можно представить, исходя из изложенного, в следующем виде (рис.4).

Специфическим элементом, входящим в базу знаний ССУКП, является блок формирования новых знаний (БФНЗ) на базе принятых решений. При выработке решения происходит интеграция формализованных и неформализованных знаний экспертов по рассматриваемой проблеме и появляется возможность получения новых знаний из принятых решений. БФНЗ накапливает эти решения, анализирует полученные на базе этих решений результаты и формирует новые знания об объекте, процессе, предметной области. Таким образом, база знаний ССУКП включает в себя три основных составляющих: базу формализованных знаний, базу неформализованных знаний и средства генерации временных экспертных систем коллективного пользования.

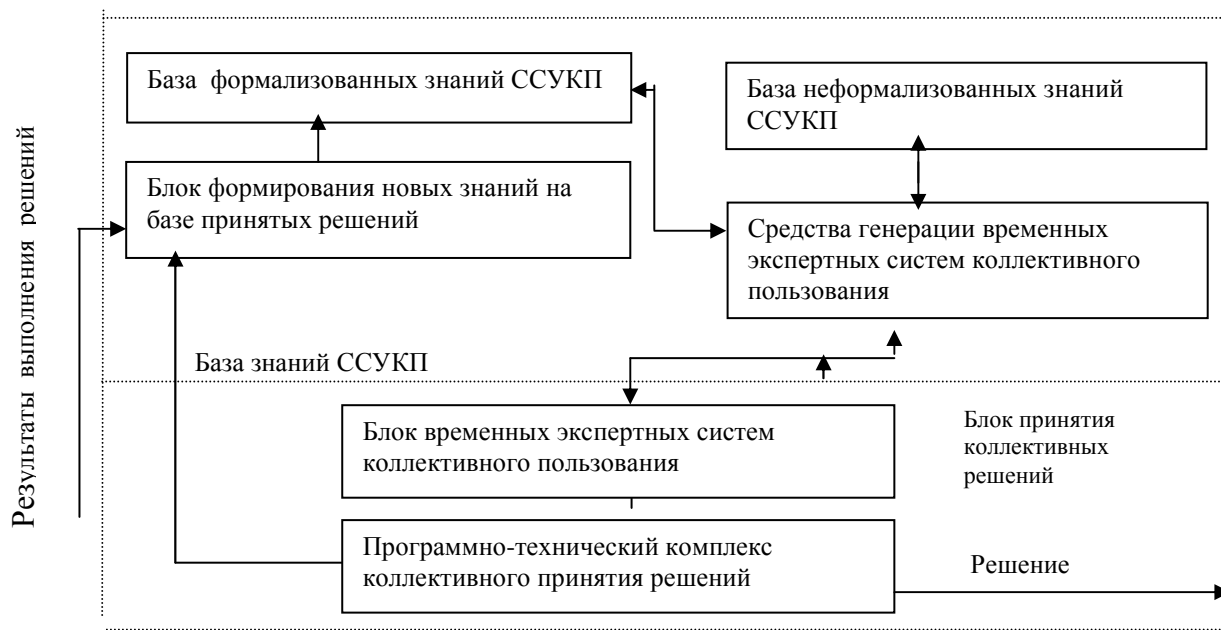


Рис. 4. Полнофункциональная система управления коллективного пользования

Создание каждого элемента базы знаний ССУКП является довольно сложной проблемой, требующей новых теоретических и практических подходов. Задача же создания базы знаний как основы для генерации проблемно-ориентированных временных экспертных систем коллективного пользования появляется впервые для систем такого класса.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Хейес-Рот Ф., Уотерман Д., Ленат Д. Построение экспертных систем. – М.: Мир, 1987. -346 с.
2. Анализ состояния и тенденции развития информатики (Анализ 87) // Принципы построения экспертных систем. – М.: Интерпрограмма, 1988. – 137 с.
3. Экспертные системы: принцип работы и примеры / А.Брукинг, П.Джонс, Ф.Кокс и др. – М.: Радио и связь, 1987. -223 с.
4. Интеллектуализация ЭВМ / Е.С. Кузин, А.И.Ротман, И.Б.Фоминых и др. – М.:Высш.шк.,1989. –159 с.
5. Лорь Ж.Л. Системы искусственного интеллекта. – М.: Мир, 1991. – 568 с.

## 2.2. Г.Є.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ, В.І.ХОДАК

### СТВОРЕННЯ БАЗ ЗНАНЬ В СИСТЕМАХ КОЛЕКТИВНОГО ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТИПУ СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ

#### Вступ

Особливістю систем типу Ситуаційні центри (СЦ) є прийняття рішень на базі залучення знань і досвіду експертів-аналітиків різного рівня.

Інформаційна підтримка роботи експертів та інших учасників процесу підготовки та проведення нарад на кожному рівні потребує організації відповідної системи бази знань (БЗ), що інтегрує потрібні компоненти знань і забезпечує маніпулювання ними [1]. Елементарними компонентами БЗ СЦ можуть бути знання у вигляді простих фактографічних даних (таблиць); знання, що представлені взаємопов'язаними фактами та судженнями (текстові аналітичні довідки; звіти, більш складні моделі декларативного уявлення); правила використання фактів (програми реалізації моделей ситуацій, розрахункових задач, інші моделі процедурного уявлення). Компонентами БЗ СЦ можуть бути і цілі системи, що самі містять власну локальну проблемно-або предметно-орієнтовану базу знань.

Кожен з цих компонентів знань може бути організованим на основі різних моделей представлення знань-реляційних, логічних, фреймових, продукційних.

Таким чином, при створенні БЗ СЦ виникає проблема організації сукупності різномірних знань на основі деякої узагальнюючої моделі і її заглиблення у якусь інтегруючу оболонку. Розгляд основних аспектів та можливих шляхів вирішення цієї проблеми і складає зміст даної статті.

#### Змістовна структура предметної області баз знань в СЦ

Першим кроком на шляху до вирішення згаданої проблеми є упорядкування предметної області БЗ СЦ та визначення основних процедур маніпулювання її компонентами. Аналіз загального характеру роботи експертів у різних за призначенням СЦ приводить до висновку, що уся множина різномірних елементарних компонентів може бути згрупована у ряд типових узагальнюючих компонентів. Базовий набір цих типових компонентів уявляється таким (табл. 1).

Таблиця 1. Базовий набір типових компонентів БЗ СЦ

Найменування	Орієнтовний зміст
Проблемна (предметна) область (PRO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- опис проблемної області</li> <li>- перелік експертних систем, орієнтованих на дану область</li> <li>- перелік моделей явищ та ситуацій, орієнтованих на дану область</li> <li>- перелік стратегій мінімізації ризику виникнення проблемних ситуацій у даній області</li> <li>- сукупність граничних значень показників, що визначають проблемність ситуацій</li> <li>- опис динаміки показників</li> <li>- перелік стратегій виходу з даної ситуації</li> </ul>
2. Стратегії мінімізації ризику виникнення проблемної	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемна область</li> <li>- проблемна ситуація</li> </ul>

ситуації (SMRPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- перелік граничних значень показників, що визначають проблемність ситуації</li> <li>- опис можливих рішень щодо дій по мінімізації ризику виникнення проблемної ситуації</li> </ul>
3. Стратегії виходу з проблемної ситуації (SVPS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- проблемна ситуація</li> <li>- опис дій, що мають бути виконані для виходу з проблемної ситуації</li> <li>- відомості щодо нормативно-правової основи виконання пропонуванних дій</li> <li>- очікувані значення показників проблемності ситуації</li> <li>- відомості про досвід використання стратегії в минулому</li> <li>- відомості про авторів даної стратегії</li> </ul>
4. Моделі явищ і ситуацій (MOD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- область застосування та призначення</li> <li>- змістовний опис моделі</li> <li>- методичні матеріали щодо особливостей застосування моделі (обмеження, умови перевірки на адекватність, точність тощо)</li> <li>- власне модель (математичний опис, інформаційно-програмна реалізація)</li> <li>- інструктивні матеріали для користувача продукту</li> <li>- відомості про авторів моделі</li> <li>- відомості про досвід використання моделі</li> </ul>
5. Експертні системи (ES)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- область застосування та призначення</li> <li>- змістовний опис системи</li> <li>- методичні матеріали щодо особливостей застосування системи</li> <li>- відомості про базу знань, що є складовою частиною системи (зміст, наповнення, модель представлення тощо)</li> <li>- власне експертна система (програмний продукт разом з базою знань)</li> <li>- інструктивні матеріали для користувача програмного продукту</li> <li>- відомості про авторів-розробників експертної системи</li> <li>- відомості про досвід використання</li> </ul>
6. Розрахункові і модельні задачі (RMZ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- область застосування та призначення</li> <li>- змістовний опис задачі</li> <li>- методичні матеріали щодо особливостей застосування (обмеження, точність, параметри, форма подання результатів)</li> <li>- опис вхідних параметрів</li> <li>- власне інформаційно-програмний продукт, що реалізує задачу</li> <li>- інструктивні матеріали для користувача</li> <li>- відомості про авторів</li> </ul>
7. Експерти (EXP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прізвище, місце роботи, посада, адреси, телефони тощо</li> <li>- область професійної діяльності (проблемна область)</li> <li>- відомості про участь експерта у підготовці стратегії щодо певної предметної області та оцінка результатів його діяльності</li> <li>- опис неформальних знань експерта</li> </ul>
8. Аналітичні довідки (АНД)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- найменування та дата підготовки</li> <li>- проблемна область, до якої відноситься довідка</li> <li>- пакет довідки</li> <li>- відомості про авторів</li> </ul>
9. Нарада (NAR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дата проведення наради, обговорюване питання (проблемна ситуація)</li> <li>- перелік залучених експертів</li> <li>- рішення</li> <li>- опис результатів виконання рішення</li> </ul>

Типи знань у компонентах БЗ СЦ та їх зв'язок з можливими моделями представлення подано на рис.1.

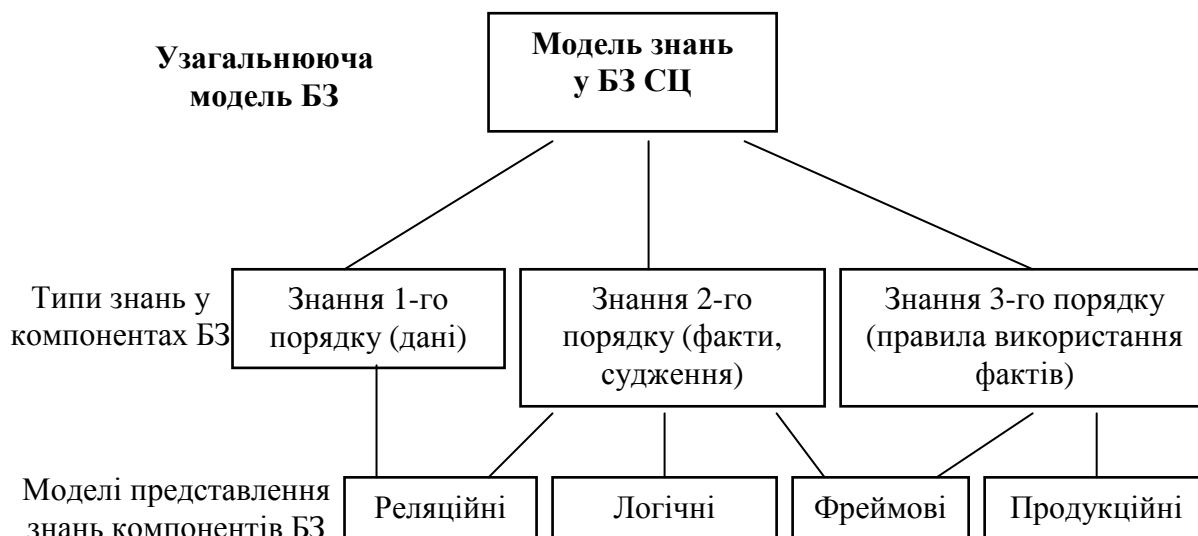


Рис.1. Типи знань у компонентах БЗ СЦ та моделі їх представлення

Що стосується процедур маніпулювання компонентами знань БЗ СЦ, то вони впливають із можливих інформаційних потреб експертів та інших осіб, що приймають участь у підготовці та проведенні наради в СЦ. Основні з цих типових потреб такі:

- знайти всі елементи БЗ, релевантні по відношенню до опису деякої проблемної ситуації, і всі пов'язані з нею фактори;
- серед моделей явищ та ситуацій, розрахункових задач знайти такі, що можуть створити інформацію, корисну для підготовки варіантів рішень;
- знайти експертні системи, що можуть бути використані при підготовці наради та/або під час її проведення;
- знайти експертів, що найкраще розуміються у даній проблемній області;
- знайти в архіві нарад рішення з проблемних ситуацій, що аналогічні обговорюваній проблемі;
- інші подібні запити.

В табл.1 наведений набір компонентів, що об'єднує знання, які повинні задовольнити типові потреби користувачів БЗ.

### Узагальнююча модель знань в БЗ СЦ

Головне питання, яке постає при створенні узагальнюючої моделі БЗ СЦ, полягає у виборі принципових рішень щодо структурно-організаційних форм представлення різномірних за змістом та формою компонентів знань у вигляді деякої регулярної структури. Основні з вимог, що можуть бути висунутими у нашому випадку:

- для систематизованого управління складними знаннями великого обсягу та різноманітного характеру бажано організувати всі знання на єдиній основі деяких концептуальних об'єктів;
- з метою забезпечення гнучкості системи потрібно мати можливість комбінованого представлення декларативних та процедурних знань;
- з метою забезпечення динамічного розвитку системи потрібно мати можливість достатньо простого її доповнення додатковими компонентами (концептуальними об'єктами) та функціями;
- для представлення відношень наслідування (типу "батьківський-дочірній") потрібна можливість простої побудови ієрархічних структур, багаторівневі ланцюжки яких явно проглядаються у переліку типових компонентів (таблиця 1).

Поряд з цим потрібно відзначити суттєву додаткову рису БЗ СЦ, що деякою мірою спрощує вимоги до рішень щодо побудови узагальнюючої моделі. Справа у тому, що БЗ СЦ в цілому не призначена для виконання (автоматичного) кінцевого логічного виводу (на відміну від деяких своїх компонентів, зокрема, експертних систем). Цю функцію в СЦ виконують експерти, БЗ лише забезпечує її інформаційну підтримку через реалізацію запитів, типовий перелік яких наведено у попередньому розділі, та відпрацювання розрахунків, що виконуються процедурними компонентами СЦ (модельними задачами, експертними системами тощо).

Сукупності наведених вимог найкращим чином відповідають фреймові моделі, які дозволяють взагалі раціоналізувати будь-яке представлення [2], у тому числі і сукупність представлень різнорідних компонентів-об'єктів, що ми маємо у рамках предметної області БЗ СЦ. У зв'язку з цим доречно підкреслити, що назва "фреймова модель" часто трактується, як "об'єктно-орієнтована модель".

Для зовнішнього спостерігача (проектанта БЗ СЦ) логічна структура БЗ СЦ може бути представлена графовою моделлю семантичної мережі, у якій верхівки відповідають фреймам, що описують концептуальні об'єкти, а дужки – зв'язкам між цими фреймами.

Із змісту наведених типових компонентів БЗ СЦ можна зробити висновок, що основним типом зв'язків між ними мають бути родо-видові, аналогічні тим, що описують відношення типу 1:1, 1:M, M:M у базах даних. Реальний приклад зазначеної моделі наведено на рис.2.

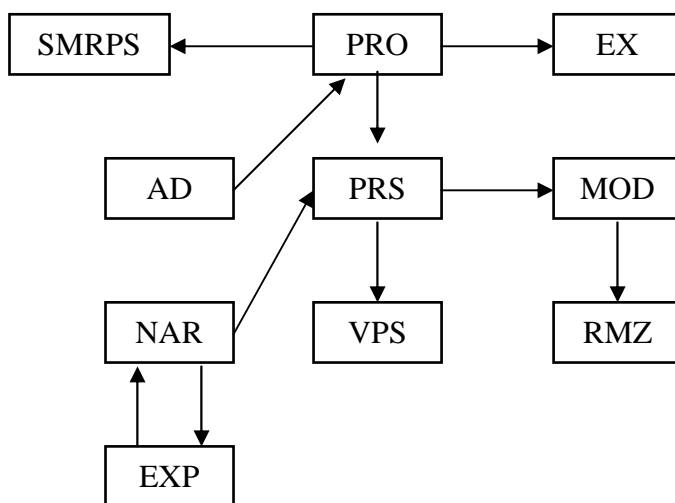


Рис.2. Приклад фреймової моделі БЗ СЦ



### Основи мовного апарату опису структури БЗ

Застосовуючи розглянуті концепції до логічного проектування БЗ СЦ, зупинимося на виборі типової “елементарної” структури, за допомогою якої можуть конструюватися більш складні фреймові структури – деревоподібні та мережеві. В основу такого вибору можуть бути покладені основні ідеї мови опису структур даних CODASYL [2]. Можливість використання ідеології CODASYL визначається аналогією між ієрархічними структурами, елементами яких є типи даних (в базах даних CODASYL), та фреймами, що містять описані вище компоненти.

Відмінності – у більш складній внутрішній структурі фреймів у порівнянні з “типами даних” та, можливо, у наявності додаткових (крім “батьківський” – “дочірній”) типів зв’язків.

Але для опису логічних структур конструкціями, подібними CODASYL, ця обставина не відіграє суттєвої ролі, бо типи зв’язків можуть бути додатково специфіковані.

Розглянемо ієрархічну систему понять, що пов’язана із організацією фреймової структури БЗ СЦ.

БЗ СЦ	- сукупність гіперфреймів, фреймів та опису зв’язку між ними.
ГИПЕРФРЕЙМ	- поіменована сукупність фреймів, що створюють дворівневу ієрархічну структуру, аналогічну конструкції SET у мові CODASYL. Гіперфрейм складається з одного “батьківського” фрейму та одного або декількох “дочірніх” фреймів. “Батьківський” фрейм деякого гіперфрейму може бути декларований як “дочірній” фрейм іншого гіперфрейму, а один фрейм може входити як “дочірній” у різні гіперфрейми. Це дозволяє конструювати багаторівневі ієрархічні та мережеві фреймові структури.
ФРЕЙМ	- поіменована сукупність слотів (системних та користувацьких), що описують визначену змістовну компоненту БЗ СЦ.
СЛОТ (системний)	- поіменована сукупність даних, що описують загальні властивості фрейму, його зв’язки з іншими фреймами (зокрема, посилання на “батьківський” та дочірній” фрейми).
СЛОТ (користувацький)	- поіменована сукупність даних визначеного виду. Містить, зокрема, покажчик типу даних, покажчики зв’язків, значення, приєднані процедури.
ПОКАЖЧИК ТИПУ ДАНИХ	- символічне означення типу даних у значенні слоту: INTEGER, REAL, LIST, TEXT, TABLE, EXPRESSION PRODUCTIONS і т.ін.
ПОКАЖЧИК ЗВ’ЯЗКІВ	- посилання на зв’язані слоти у “батьківському” та/або “дочірньому” фреймі: таким чином, покажчики зв’язків грають роль, аналогічну покажчикам наслідування в абстрактних фреймових структурах.
ЗНАЧЕННЯ	- довільна сукупність даних (число, список, текст), формалізована конструкція даних (типу, таблиці), набір, наприклад, правил продукції, процедура, модель, експертна система тощо. Замість явних значень може містити посилку на сукупність відповідних даних, що зберігаються в іншому місці.
ПРИЄДНАНА ПРОЦЕДУРА	- службова програма процедурного типу, активізується при одержанні відповідної команди або виконанні визначених умов; замість самої програми може бути посилка на неї (INPUT, SEARCH, CHECK і т.ін.).

Відзначимо, що винесення значень слоту та приєднаних процедур поза фреймом дозволяє описати фреймову структуру БЗ СЦ у вигляді деякого концептуального каркасу, вільного від самої інформації, і перекласти рутинні операції зберігання, обліку та видачі інформації на зовнішні керуючі структури та оболонки (СУБД, ОС тощо). Це дає можливість обмежити функції системи управління БЗ СЦ лише навігаційно-пошуковими процедурами.

Загалом ми можемо відокремити 2 рівні опису структури БЗ СЦ – концептуальний та фізичний (технологічний).

На концептуальному рівні наводиться опис логічної структури БЗ (аналог СХЕМИ у базах даних). Цей опис представлено сукупністю гіперфреймів (гіперфреймовою моделлю) та власне концептуальним каркасом, що розкриває зміст фреймів на рівні окремих слотів.

На фізичному (технологічному) рівні конкретизуються значення слотів, форма їх представлення, умови зберігання та доступу до них.

Аналогом ПІДСХЕМИ баз даних є якась підмножина знань: спрощуючи ситуацію, можна розглядати її як інформаційну згортку [1], що потрібна для деякої проблемної області, ситуації, наради. Така ПІДСХЕМА є відтворенням зовнішнього погляду групи фахівців на знання, пов'язані з конкретною проблемою, що готується для обговорення.

Табл. 2 містить опис графічної моделі мал.1 у вигляді табличної гіперфреймової моделі.

Таблиця 2. Опис графічної моделі

Гіперфрейм	“Батьківський” фрейм	“Дочірні” фрейми
GF1	PRO	PRS, EXP, SVPS, SMRPS
GF2	PRS	MOD, SVPS
GF3	AND	PRO
GF4	MOD	RMZ
GF5	NAR	PRS, EXP
GF6	EXP	NAR

Примітка. Гіперфрейми GF5 та GF6 описують зв'язки між фреймами, що подібні зв'язкам “М:М” в БД (одні й ті ж експерти приймають участь у багатьох нарадах, а з іншого боку, у кожній нараді приймає участь багато експертів).

Описуючи формальний варіант представлення концептуального каркасу у цілому, ми повинні прийняти до уваги, що він є засобом опису логічної структури, а не технологічної. У зв'язку з цим не специфіковані компоненти структур, що повинні визначатися при реалізації на технологічному (фізичному) рівні, помічені знаком \*.

Приймемо надалі такі скорочені означення:

- ZDF - загальні дані про фрейм;
- IGF - ім'я гіперфрейму;
- IF - ім'я фрейму;

IBF	- ім'я "батьківського" фрейму;
IDF	- імена "дочірніх" фреймів;
IPPF	- імена приєднаних процедур до фрейму;
SS	- системний слот;
KS	- користувацький слот;
ISSj	- ім'я j-го системного слоту;
ZSSj	- значення j-го системного слоту;
IKSi	- ім'я i-го користувацького слоту;
ZKSi	- значення i-го користувацького слоту (або посилка на значення);
M	- кількість системних слотів;
N	- кількість користувацьких слотів;
PTDi	-показчик типу даних i-го користувацького слоту;
IBSi	- ім'я i-го "батьківського" слоту;
IDSi	- імена "дочірніх" слотів;
IPPSi	- імена приєднаних процедур до i-го користувацького слоту;
DMNi	- імена доменів, приєднаних до i-го слоту;
UDMNi	- умови активізації приєднаних доменів;
SYS	- додаткові не специфіковані системні дані.

Нижче наведено базову формальну структуру опису фреймів, що складають гіперфрейм GF2.

Фрейм "Проблемна ситуація"

**ZDF:**

IGF	:=	<GF2>
IF	:=	<PRS>
IBF	:=	<PRO>
IDF	:=	<SVPS, MOD>
(IPPF, M, N, SYS)	:=	<*>

**SS:**

{ISS1,ZSS1...ISSm,ZSSm}	:=	<*>
-------------------------	----	-----

**KS:**

IKS1	:=	<PRS1>
PTD1	:=	<TEXT>
IPPS1	:=	<*>
DMN1	:=	<*>
UDMN1	:=	<*>
IBS1	:=	<PRO> <IKSi>
IDS1	:=	<SVPS> <IKSi>,<MOD> <IKSi>

ZKS1 := <проблемна область | опис проблемної ситуації 1 | перелік показників, що характеризують ситуацію 1 | сукупність граничних показників, що характеризують ситуацію 1 | сукупність граничних значень показників, що визначають проблемність ситуації 1 | опис динаміки показників | перелік стратегій виходу з ситуації 1>

...

...

...

IKSn := <PRSn>  
 PTDn := <TEXT>  
 IPPSn := <\*>  
 DMNn := <\*>  
 UDMNn := <\*>  
 IBSn := <PRO>|<IKSi>,<MOD>|<IKSi>  
 IDSn := <SVPS>|<IKSi>,<MOD>|<IKSi>  
 ZKSn := <проблемна область | опис проблемної ситуації n | перелік показників, що характеризують ситуацію n | сукупність граничних показників, що характеризують ситуацію n | сукупність граничних значень показників, що визначають проблемність ситуації n | опис динаміки показників | перелік стратегій виходу з ситуації n>

Фрейм “Моделі явищ та ситуацій”

**ZDF:**

IGF := <GF2>  
 IF := <MOD>  
 IBF := <PRS>  
 IDF := <RMZ>

**KS:**

IKS1 := <MOD1>  
 ...  
 IBSi := <PRS>|<IKSi>  
 IDSi := <RMZ>|<IKSi>  
 ZKSi := <п.5 табл.1>

Фрейм “Стратегії виходу з проблемних ситуацій”

**ZDF:**

IGF	:=	<GF2>
IF	:=	<SVPS>
IBF	:=	<PRS>
IDF	:=	< >
		...

**KS:**

IKS1	:=	<SVPS1>
		...
IBSi	:=	<PRS> <IKSi>
IDSi	:=	< >
ZKSi	:=	<п.4 табл.1>

Відзначимо, що у наведеному прикладі (і взагалі) значення користувацьких слотів мають складну структуру і самі можуть бути описані деяким фреймом (клас якого можна було б визначити як субфрейм, а структуру – прийняти аналогічну тій, що наведена вище). Проте таке рішення не є принциповим; його доцільність може бути визначена при проектуванні системи управління БЗ СЦ на основі аналізу наслідків подальшої нормалізації змісту фреймів предметної області БЗ. Фактором, що виступає на користь подальшої структуризації значень слотів, є явна тримірність компонентів інформаційного простору БЗ СЦ (фрейми – слоти - екземпляри однотипних слотів).

**Реалізація пошукових процедур**

Реалізація пошукових процедур у БЗ СЦ і є основою для того, щоб задовольнити інформаційні потреби користувачів. З урахуванням обізнаності користувачів з предметною областю та можливостями, змістом наявних компонентів знань, що є у БЗ, вони можуть бути поділені на три категорії.

*Перша категорія* – це користувачі, які добре обізнані з усіма особливостями предметної області, мають достатній досвід у використанні БЗ при вирішенні проблемних ситуацій.

*Друга категорія* – це користувачі, які добре знають предметну область, але досвіду роботи з БЗ не мають і не орієнтуються в можливостях різних типів компонентів знань.

*Третя категорія* – це ті користувачі, які не дуже добре обізнані з особливостями предметної області і не мають досвіду роботи з БЗ.

Для першої категорії користувачів система пошуку відіграє другорядну допоміжну роль. Користувач добре знає, що і у яких випадках йому потрібно, тому набувши певного досвіду у користуванні системою БЗ, він використовує ті засоби, які приведуть його до потрібного компонента знань. Систему пошуку користувачі цієї категорії використовують здебільшого для самонавчання, ознайомлення з новими компонентами знань, що включені до БЗ тощо. Вимоги користувачів цієї категорії до системи пошуку акцентовані скоріше на швидкості виклику елемента, ніж на якості і всебічності пошуку.

Вимоги другої категорії користувачів у більшій мірі охоплюють усі розділи БЗ з якоїсь проблеми предметної області, оскільки, не маючи досвіду роботи з елементами БЗ, вони бажають оцінити можливості різних підходів до вирішення проблемної ситуації. До таких видів пошуку, у першу чергу, відноситься пошук за ключовими словами та за контекстом анотації; у меншій мірі це відноситься до пошуку за рубрикатором, оскільки такий пошук вимагає багатоступеневої роботи ітеративного характеру.

I, нарешті, третя категорія користувачів робить акцент на пошуці за рубрикатором БЗ як найбільш зрозумілому і близькому до структури предметної області. У цьому випадку, з точки зору користувача, найбільш важливим аспектом є якість розробки рубрикатора, повнота і близькість його до реалій предметної області.

Загалом, інструментальні засоби маніпулювання знаннями в БЗ СЦ повинні ґрунтуватися на таких базових компонентах:

- дескрипторні компоненти, що описують концептуальні об'єкти та їх структурні елементи;
- пошукові компоненти, що забезпечують різні види пошуку елементів знань;
- інтерфейсні компоненти, що забезпечують діалог з користувачем.

Дескрипторні компоненти мають виступати в ролі аргументів пошуку, які відповідають тематиці запиту користувача. Для створення цих компонентів потрібен уніфікований опис елемента БЗ (слоту кожного фрейму), реквізити якого дозволяють вести пошук цього елемента різними способами.

Підсумовуючи вимоги до видів пошуку, можна виділити такі основні види дескрипторних компонентів:

- ключові слова та вирази;
- посилання на відповідні елементи рубрикатора знань БЗ;
- анотації змісту пошукового елемента БЗ.

В останньому випадку можливий лише пошук за контекстом.

## **Висновки**

Завершуючи розгляд проблеми, відзначимо основні результати наведених матеріалів:

- описано типову сукупність компонентів предметної області БЗ СЦ;
- розглянуто узагальнюючу гіперфреймову модель БЗ СЦ;
- запропоновано основи мовного апарату опису логічної структури БЗ СЦ;
- розглянуто види пошукових процедур у зв'язку з підготовкою користувача.

Одержані результати створюють, на думку авторів, передумови для розробки конкретної системи управління БЗ та наповнення її компонентів.

Процес створення, наповнення БЗ та ввід "у дію" має трудомісткий, багатоетапний характер. Основні етапи цього процесу полягають у:

- дослідженні конкретної предметної області, уточненні та нормалізації змісту компонентів, що описують концептуальні об'єкти і зв'язки між їх елементами;
- побудові концептуального каркасу логічної структури БЗ СЦ у вигляді конкретизованої фреймової моделі;

- розробці рубрикаторів та програмних засобів реалізації пошукових процедур, створенні метабази БЗ;
- завантаженні концептуального каркасу логічної структури в операційне середовище системи;
- поступовому наповненні компонентів БЗ, метабази та роботі з ними користувачів.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления //УСиМ. –1995. -№4/5. –С.91-96.
2. Представление и использование знаний/ Под ред. Х.Уэна, М. Исидзука. –М: Мир, 1989. –220с.
3. Мартин Дж. Организация баз данных в вычислительных системах. –М:Мир, 1980. –220с.
4. Кузин Е.С. Концепции информационной технологии функционально-ориентированного проектирования прикладных программных систем // Информационные технологии.-2000. -№1. -С.28-34.

### 2.3. В.І.В'ЮН, Г.Є.КУЗЬМЕНКО, А.О.МОРОЗОВ

#### ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ АСУ: ПРОБЛЕМИ, НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Створення АСУ нового покоління поставило перед їх розробниками нову проблему – проблему створення інтелектуальних АСУ.

Головне завдання систем такого класу - це досягнення системою “уміння та здатності” активно допомагати людині (користувачеві) знаходити правильні управлінські рішення, які були б адекватними ситуації, що склалася. В даному випадку поняття “знаходити адекватні рішення” включає такі ознаки інтелектуальної діяльності, як здатність ефективно використовувати знання про об’єкт, з’ясувати мету його існування, кінцеву ціль, яку він має досягти за певний час, породжувати і використовувати нові знання.

Дослідження з Інтелектуальних інформаційних систем (ІІС) вже мають майже 30-річну історію. Думки стосовно реалізації засад щодо комп’ютерного засвоєння певного об’єму знань розділилися. Багато дослідників вважають, що для цього достатньо інформаційних *технологій типу Експертні Системи (ЕС)*. Інші наполягають на використанні *обґрунтованих (точних) математичних методів та моделей*.

Значна частина, включаючи авторів, мають думку, що досягнення мети “оволодіти” залежить, головним чином, від успішного розв’язання проблеми забезпечення *інтелектуальної інтерактивної взаємодії “фахівець–комп’ютер”*. Суттєвою перевагою цього підходу є те, що він інтегрує перші два, розширюючи їх засобами та механізмами, які дозволяють активно включати знання та інтуїцію фахівця у процес знаходження рішення та розробки процедур реагування на неоднозначно обумовлену ситуацію, що склалася, стимулюючи активність фахівця релевантними описами аналізу стану системи.

Досвід показує, що, не зважаючи на досить невеликі об’єми знань у діючих сьогодні ІІС, ефективними з них є лише ті, які виділяються серед інших саме за “розумними” ознаками процесів інтерактивної взаємодії, процесів використання механізмів та процедур ситуаційного управління, онлайнними інтерактивними операціями ідентифікації та формування загального образу (портрету) ситуації.

Системотехнічний інструментарій підтримки цих процесів сьогодні складає базу новітніх інформаційних технологій *інтелектуалізованої інтерактивної взаємодії*. До них, насамперед, відносяться технології ІАД (інтелектуального аналізу даних) та OLAP (онлайнна аналітична обробка). Ці технології орієнтовані на подання результатів довготривалої (минулої) діяльності об’єкта у вигляді хронологічно впорядкованих послідовностей первинних даних (OLAP) та на виявлення нових залежностей між цими даними, їх використання для прогнозування стану, аналізу особливостей та інтерпретації аномалій у поведінці об’єкта (ІАД).

В сукупності ці технології дозволяють забезпечити фахівців інформацією, яка дає змогу оцінити поточний стан об’єкта, тенденції його розвитку, проаналізувати разом з системою можливі наслідки різних варіантів рішень, які можуть бути запропоновані. Загальна схема здобуття знань – це відома триада: *Гіпотеза – Модель – Рішення*. Появі будь-якої *Моделі*, що відображає певні



зв'язки між явищами, передусє етап формулювання *Гіпотези* про існування цих зв'язків. Саме цей етап розпочинає процес здобуття нового знання. На ньому відбувається свого роду *відкриття*, яке не може бути обраховане або отримане за правилами логічного виводу на ЕОМ. Тут, стверджує сучасна психологія, за допомогою інтуїції, корні якої спираються на особистий досвід людини, формулюється нова закономірність взаємозв'язку процесів реального світу. Далі для кожної *Гіпотези* створюється *Модель* – формалізований опис залежності – і знаходиться *Рішення*. Це *Рішення* експериментально перевіряється і, якщо *Гіпотеза* не підтверджується, вона замінюється на нову. Після декількох спроб такого процесу (відмітимо, що не завжди успішного) отримується “нове знання”.

Саме цю схему підвищення інтелекту АСУ – схему отримання у процесах інтерактивної взаємодії з відповідними засобами нових знань про ефективність використаних існуючих технологій управління, про доцільність їх заміни - ми маємо на увазі, коли говоримо про аналітичну обробку історичних даних діяльності АСУ&Об'єкт.

Отже, найновіші напрямки досліджень – це технології активної взаємодії (Collaboration technology) або, іншими словами, технології комп'ютерної підтримки кооперативної роботи. На зміну дедуктивним системам (*якщо, то*) приходять системи (*що буде, якщо*), які засновані на аргументації, вірогідних висновках, використанні процедур обґрунтування рішень, що приймаються на базі накопиченої системи знань[11].

Це дозволяє нам сформувані (далеко не повний) ряд напрямків досліджень процесів інтелектуалізації, результати яких, на нашу думку, якісно доповнять традиційні технології розробки АСУ.

До цих напрямків відносяться:

#### ***Засоби створення бази “компетентності”***

Специфічні “Знання”, якими має оволодіти комп'ютер, повинні *базуватися на збалансованих механізмах генерації (діяльність стосовно формування нових рішень, накопичення нових знань) та пошуці (вибір з бази прецедентів) рішень*.

Це, на нашу думку, стержневий напрямок досліджень. Прийнятий для системи баланс засобів *генерації* та *пошуку* визначає певну базу інтелектуальності (плато або платформу компетентності). Якісна характеристика бази визначається складовими балансу: чим більше засобів генерації, тим більш гнучкий та динамічний “інтелект” демонструє система, баланс же на користь пошукових механізмів визначає його статичність та консервативність.

Метафора “плато” у даному випадку є влучною тому, що переконливо ілюструє стан “на краю плато”, де господарюють неоднозначні у рамках визначеної бази компетентності проблемні ситуації і де система, при недостатньо гнучкому інтелекті, може легко зірватися у “прірву повної некомпетентності”. Вихід з проблемної ситуації лише на основі процедур прийняття рішень по аналогії з схемами поведінки людини у подібних випадках є, в методичному плані, вірним і необхідним, але не зовсім надійним. Слід враховувати, що ці схеми, як правило, базуються на уявленнях та досвіді пересічної людини (включаючи і експертів) стосовно “звичайності” та “подібності” ситуацій на об'єкті і що для їх розв'язання досить інтуїції та навичок досвідченого фахівця (професіонала).

### **Інтеграція ІАД та OLAP-технологій**

Предметом досліджень за даним напрямком є обґрунтування та доцільність вибору системотвірних засад інтелектуалізації АСУ, серед яких за принципом роботи з вхідними даними рекомендується звернути увагу на такі групи технологічних процедур:

- вхідні дані зберігаються у первинному вигляді і безпосередньо використовуються для пошуку залежностей. Головною проблемою цієї групи є утрудненість їх використання на великих об'ємах даних, хоча саме при аналізі великих об'ємів забезпечується найбільша вірогідність результатів;

- інформація первинних даних спочатку вилучається і перетворюється в деякі формальні конструкції чи проблемно або предметно - орієнтовані інформаційні згортки [1], "вітрини (кіоски) даних" [7]. Таким чином, для подальших процесів прогнозного моделювання і аналізу можливих відхилень, аномалій та винятків використовуються набагато більш компактні дані.

В останні роки сформувалася нова концепція структурування та зберігання даних довготривалої діяльності об'єкта (у тому числі хронологічно впорядкованих інформаційних згорток), яка отримала назву *Сховища даних (СхД)*. Технології OLAP та ІАД, об'єднані з технологією СхД, повинні розглядатися як базові складові процесу інтелектуалізації АСУ.

### **Багатоагентні системи**

В області ІІС на чільне місце виходять дослідження, які об'єднуються терміном "Багатоагентні системи" [8]. Вони базуються на використанні методів штучного інтелекту, методології процесів обробки даних у розподілених ІІС.

Багатоагентні системи – це організована множина інтелектуальних проблемно - орієнтованих або спеціалізованих програмних комплексів (агентів), які розподілені по різних підсистемах АСУ, мігрують між ними і взаємодіють один з одним.

Побудова реальних інтелектуальних багатоагентних систем потребує досліджень та розробок в області методів організації кооперативного розв'язування задач, переговорів при розв'язанні конфліктів.

### **Структуруючі аналітичні технології**

Структуруючі аналітичні технології (САТ) орієнтовані на обробку неструктурованої, в першу чергу, природномовної текстової (ПМТ) інформації. Механізми САТ базуються на автоматизації процесів виявлення змістовних зв'язків між фрагментами тексту неструктурованих інформаційних повідомлень і рапортів (звітів) та подальшій інтеграції отриманих семантичних блоків [9,10]. Мова, таким чином, йде про дослідження методів інтерактивного *когнітивного аналізу* ПМТ на засадах подання його як об'єкта трьох систем: знакової, мовної і системи знань про об'єкт і оточуюче середовище.

Основною метою досліджень у даному напрямку є:

- побудова систем машинного розуміння, реферування та анотування тексту;
- створення інтелектуальних інтерфейсів користувача [9].

## Висновки

Кожний з наведених вище напрямків має забезпечити користувача АСУ “розумними” механізмами активної взаємодії у процесах аналізу діяльності як самого об’єкта, так і різних функціональних систем та підсистем АСУ, з метою отримання даних про поточний стан об’єкта у цілому. Предметно та функціонально ці механізми повинні зароджуватися на етапі обстеження об’єкта за допомогою аналізу причинності можливих нештатних ситуацій, які безпосередньо не пов’язані з повсякденною діяльністю і які лише можна собі уявити, користуючись існуючою системою знань про об’єкт, мету його існування, задачі автоматизації.

Зрозуміло, що результати цих досліджень будуть слугувати підґрунтям для формування відповідних механізмів. У даному випадку мова йде про задачі:

- виділення внутрішніх та зовнішніх контурів проблемних ситуацій, які охоплюють “історичну” діяльність різних функціональних підсистем, їх позитивні та негативні фактори. Це допомагає формувати збалансовану базу компетентності;

- визначення джерел історичної інформації, яка повинна використовуватися для ідентифікації проблемних ситуацій. Це початкові дані для проектування та розробки механізмів *IAD* та *OLAP*;

- вибору необхідного і достатнього набору хронологічно впорядкованих показників неформалізованої, природномовної інформації із різних зовнішніх (оточуюче систему середовище) джерел, які інтегруються з внутрішніми даними діяльності об’єкта при відображенні проблемної ситуації і аналізі тенденцій її розвитку – джерела *структуруючих аналітичних технологій*;

- розробки архітектури багаторівневої системи побудови та корекції тематичної інформаційної згортки для процесів розпізнавання проблемної ситуації та її візуалізації при інформуванні осіб, що приймають рішення. Це дані для проектування засобів *багатоагентних технологій*;

- розробки формалізованих моделей аналізу історичних та поточних даних діяльності, узгоджених з моделями прийняття рішень, які використовуються в даній організації – визначає шляхи формування інтелектуалізованих механізмів системи в цілому.

І хоча, на перший погляд, ці механізми не допомагають підвищити ефективність повсякденної роботи АСУ, вони, на думку авторів, дозволяють забезпечувати існування АСУ як єдиного організму, який орієнтується у просторі та у часі свого існування, демонструючи “розумну поведінку”. З точки зору технології створення АСУ, цим визначаються підстави для твердження про існування специфічного виду забезпечення системи – інтелектуалізуючого забезпечення, яке завершує (вінчає) конструкцію з традиційних видів забезпечення: технічного, програмного, інформаційного та організаційного.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования //УСиМ.-1995.- №4.-С.1-5.
2. Капитонова Ю.В, Скурихин В.И. О некоторых тенденциях развития и проблемах искусственного интеллекта //Кибернетика и системный анализ.– 1999. -№1. –С.43-50.
3. Анисимов Е. Управление предприятием. Новый взгляд //Электронный офис.–1996.-сентябрь. –С.2-3, 20-21.
4. Райков А. Ситуационные комнаты для поддержки корпоративных решений // Открытые системы. -1999.- №7-8.-С.56-66.
5. Пирогова Н. Ситуационные центры от российских разработчиков //Открытые системы. -1999.- №7-8. -С.57-66.
6. Кречетов Н., Иванов П. Интеллектуальный анализ данных // СВ-М.-1997.-№14-16.-С.12-14.
7. Кадащук И., Личинский Е. Технологии хранилищ данных //Компьютер-Пресс.-1998.-№6. -С.98 - 104.
8. Гладун А.Я., Плескач В.А. Использование агентно-ориентированных технологий в телекоммуникационных сетях // Проблемы программирования.–1999. –№2.-С.92-110.
- 9.Замаруєва І. Комп'ютерна модель розуміння природномовної текстової інформації //Проблеми програмування. -1999. –№2.-С.96-100.
10. Широков В.А. Інформаційна теорія лексикографічних систем. - Київ: Довіра, 1998.- С.330.
11. Поспелов Д.А. Искусственный интеллект в грядущем 10-летия //Программные продукты и системы. – 1999.- №2. – С.5-7.

**2.4. Г.Е.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ, А.Н.ЛИТВИНОВА, С.Я.МАЙСТРЕНКО****МОДЕЛЬ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ИНФОРМАЦИИ**

---

**Введение**

Обобщенная схема агента многоагентной системы [1,6] содержит в качестве принципиально необходимых компонентов базу знаний (БЗ) и базу данных (БД). Наполнение БЗ и БД, представление знаний и данных определяются той задачей, которую решает агент. Способность интеллектуального агента эффективно решать возложенную на него задачу в значительной мере определяются непротиворечивостью, достоверностью, согласованностью данных про объект в пространстве и времени. При проектировании систем контроля и анализа согласованности (consistency control [2]), планировании выполнения агентом внутренних контрольных проверок первичной и базовой информации возникает необходимость в оценки результативности тех или иных методов контроля. Необходимость предварительной оценки связана как с принятием решения о целесообразности выполнения определенных контрольных проверок, так и с оценкой итоговой достоверности и/или согласованности данных в БД и БЗ.

Для методов контроля, основанных на целенаправленно введенной избыточности (например, избыточных символов) возможен и используется достаточно точный аналитический расчет [3]. Иначе обстоит дело с т.н. "естественной" избыточностью, лежащей в основе многообразных методов логического контроля. В этом случае приближенные оценки основывают на сопоставлении мощности полных множеств разрешенных (реально существующих) и запрещенных значений. К сожалению, простая модель, лежащая в основе таких оценок, не делает различий между типами, классами ошибок, поэтому не учитывает существенную неравномерность их распределения в общем потоке ошибок (в частности, то, например, что однократные ошибки встречаются значительно чаще, чем многократные), и в силу этого может дать лишь ориентировочные результаты, часто далекие от действительности. Простой пример возможности значительного отклонения приведен в [3].

В связи с этим ставится задача построения более адекватной модели раздельного учета ошибок, отражающей детализованную картину и дающей более точные результаты. Значительно возросшие за последнее время компьютерные мощности составляют инструментальную основу для обработки такой модели, - т.е., по существу, более точного решения известной задачи новыми способами.

**Обобщенная модель анализа и оценки семейств ошибок в элементах данных**

Под элементами данных будем, в дальнейшем, понимать контролируемое на непротиворечивость "атомарное" данное или сочетание нескольких данных, связанных некоторым логико-арифметическим соотношением ЛАС [3], - например, выражением типа CHECK CONSTRAINT [4].

Простейшее из ЛАС устанавливает принадлежность значения элемента данных некоторому словарю-этalonу.

Примем следующие определения и обозначения.

$\mathbf{M}, \mathbf{M}_p, \mathbf{M}_3$  – множества соответственно всевозможных, разрешенных (в частности, истинностью ЛАС) и запрещенных значений элементов данных ( $\mathbf{M}_p \cap \mathbf{M}_3 = \mathbf{M}$ );

$Q, Q_p, Q_3$  – мощности множеств  $\mathbf{M}, \mathbf{M}_p, \mathbf{M}_3$ ;

$\mathbf{R}, \mathbf{R}_{сп}, \mathbf{R}_{сл}$  – множества всевозможных, специфических и случайных ошибок ( $\mathbf{R}_{сп} \cap \mathbf{R}_{сл} = \mathbf{R}$ );

$\mathbf{S}_i$  – множество (семейство) возможных однотипных ошибок класса

$$\mathbf{E}_i (i=1, \dots, L; \mathbf{S}_1 \cap \mathbf{S}_2 \cap \dots \cap \mathbf{S}_{L-1} = \mathbf{R}_{сп});$$

$\mathbf{S}_i^3, \mathbf{S}_i^p$  – группы семейств  $\mathbf{S}_i$ , состоящие соответственно из обнаруживаемых и необнаруживаемых ошибок ( $\mathbf{S}_i^3 \cap \mathbf{S}_i^p = \mathbf{S}_i$ );

$N_i^3, N_i^p$  – мощности групп  $\mathbf{S}_i^3$  и  $\mathbf{S}_i^p$  ( $N_i^3 + N_i^p = N_i$ ).

Структура множеств ошибок в терминах принятых определений и обозначений показана на рисунке.

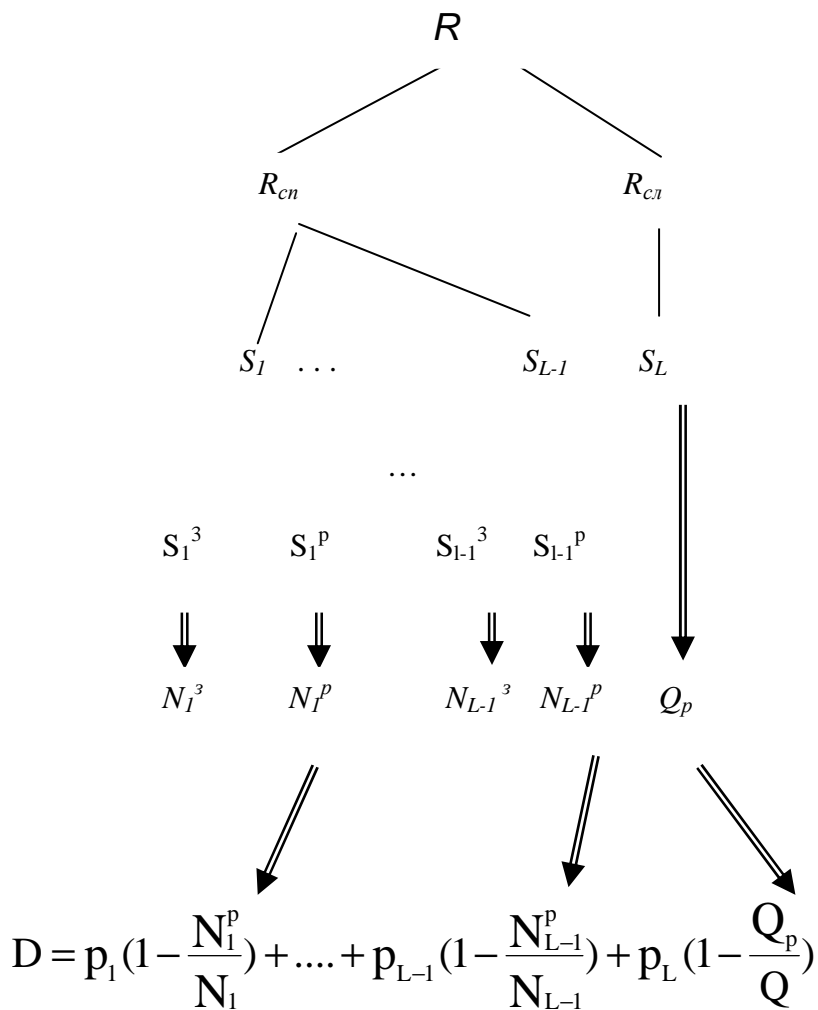


Рис. 1. Структура множеств ошибок

Процесс анализа семейств ошибок с целью оценки потенциальной результативности метода контрольной проверки заключается во взвешивании мощностей листьев дерева и состоит из следующих этапов:

- построение  $M_p$  для данного ЛАС ( в случае контроля по словарю-эталону  $M_p$  уже существует);
- выделение множества  $R_{сп}$  и его семейств;
- оценка значений  $N_i$  и  $N_i^p$  для  $i=1, \dots, L-1$ .

Контролирующую способность  $D$  (относительное количество потенциально обнаруживаемых ошибок) для данного ЛАС определяет следующее выражение:

$$D = \sum_{i=1}^{L-1} p_i \left(1 - \frac{N_i^p}{N_i}\right) + p_L \left(1 - \frac{Q_p}{Q}\right), \quad (1)$$

где  $p_i$  - вероятность (относительная частота) появления ошибок класса  $E_i$ .

Уточняя смысл понятия «специфические ошибки», отметим, что под ними понимаются те классы ошибок ( $E_1, \dots, E_{L-1}$ ), для которых производится детальный анализ. Отнесение тех или иных классов ошибок к специфическим зависит от двух основных факторов:

- неравномерность распределения значений  $p_i$ ;
- сложность оценки значений  $N_i^p, N_i$ .

Можно выделить два «крайних» случая структуры (1):

- 1) Игнорирование специфических ошибок, т.е. предположение, что все ошибки носят случайный равномерный характер. Тогда  $L=1, D \approx 1 - Q_p/Q$  и мы имеем «обычную» ориентировочную оценку, для которой достаточно выполнения 1-го этапа.
- 2) Игнорирование случайных ошибок, как некоторого объединенного класса, т.е. детальный анализ всех классов ошибок. В этом, практически нереальном случае мы могли бы получить полную и максимально точную картину результативности процесса обнаружения всевозможных ошибок.

Поскольку редкие ошибки дают малый вклад в суммарное выражение для  $D$ , практически

целесообразным представляется выбор такого значения  $L$ , для которого  $\sum_{i=1}^{L-1} p_i = 0.8 \div 0.9$

### Конкретизация общей модели

Рассмотрим конкретизацию (1) на примере орфографических ошибок в формализованных фактографических данных, наиболее распространенных ошибок, свойственных как человеку-оператору, так и иным источникам искажения данных. С этой целью уточним способы задания множеств, семейств и групп модели (1), а также способы определения их мощностей.

Пусть множество  $M_p$  задано перечнем  $Q_p$  элементов данных, представляющих собой  $n$ -символьные слова (атрибуты) в алфавите  $q$ , которые мы можем интерпретировать как  $n$ -разрядные числа в системе счисления с основанием  $q$ .

Определим ансамбль  $\mathbf{B}_l^m(ij)$ , как некоторое подмножество  $\mathbf{M}_p$  мощности  $\mathbf{d}_l^m(ij)$ , слова в котором отличаются только значениями совокупности  $m$  конкретных разрядов, в которых может произойти ошибка класса  $\mathbf{E}_l$  кратности  $m$ . Содержательный смысл введенного понятия в том, что соответствующая ошибка не обнаруживается, если искаженное слово принадлежит тому же ансамблю. Ансамбль, мощность которого равна 1, назовем единичным и обозначим  $\tilde{\mathbf{B}}_l^m(ij)$ . Очевидно, что ошибка в единственном слове единичного ансамбля однозначно обнаруживается.

В соответствии с приведенными определениями

$$S_l^p = \bigcap_{ij} \tilde{\mathbf{B}}_l^m(ij),$$

$$N_l^p = \sum_{ij} [\mathbf{d}_l^m(ij) - 1]$$

Для определения значений  $\mathbf{d}_l^m(ij)$ , отражающих по сути, «вклад» каждого разряда (комбинации  $m$  разрядов) в суммарное количество необнаруживаемых ошибок класса  $\mathbf{E}_l$  пригодны два достаточно простых и примерно равнотрудоемких способа.

1-й способ основан, по существу, на имитационном моделировании процесса возникновения и обнаружения ошибок. Упорядоченная формализованная реализация этого пути заключается в построении наборов всех вариаций искажений типа  $\mathbf{E}_l$  каждого слова и проверке наличия соответствующей вариации в словаре, - подобно механизму подготовки вариантов идентификации ошибки для оператора [5].

2-ой способ заключается в поочередном (от слова к слову) «наложении маски» на комбинации  $m$  символов, соответствующих классу ошибки, и подсчете суммарного количества слов, совпадающих с остальной частью  $j$ -го слова и отличающихся всеми  $m$  замаскированными символами.

В качестве специфических выделим типовые ошибки человека-оператора при вводе данных фиксированной длины с клавиатуры: однократные транскрипции ( $l=1$ ), двукратные транскрипции ( $l=2$ ), двукратные смежные транспозиции ( $l=3$ ). По данным, приведенным в [3],

$$p_1 = 0.7688, p_2 = 0.0446, p_3 = 0.0919, \text{ так что } \sum_{l=1}^3 p_l \approx 0.9053, \text{ и } p_l = 0.0947.$$

Определим значение  $N_l$  для каждого класса ошибок..

#### $m$ – кратные транскрипции

Транскрипционная ошибка кратности  $m$ , заключающаяся в переходе из некоторого правильного значения в любое из  $q^m - 1$  ошибочных значений может произойти в любом из  $Q_p$  слов словаря, в любой из  $C_n^m$  комбинаций  $m$  разрядов. Часть этих переходов представляет собой ошибки кратности  $1.2.\dots m-1$  и не должна учитываться для заданного  $m$ .

Поэтому в общем случае



$$N_1(m) = Q_p \{ C_n^m (q^m - 1) - [\sum_{k=1}^{m-1} C_n^{m-k} (q^{m-k} - 1) + (m-1)(n-m+1)] \}$$

В частности, для  $m=1$

$$N_1 = Q_p n (q-1), \quad (2)$$

и для  $m=2$

$$N_2 = Q_p [C_n^2 (q^2 - 1) - n(q-1) - (n-1)], \quad (3)$$

#### Двукратные смежные транспозиции

Такая ошибка может произойти в любом из  $Q_p$  слов любой паре смежных разрядов, так что

$$N_3 = Q_p (n-1) \quad (4)$$

Таблица 1. Результаты расчета модели

Словарь	i	i	i	l
$a_3 a_2 a_1$	3 2 1	32 31 21	32 21	
0 0 1	2 1 5	1 5 7	1 1	
0 0 2	4 2 5	2 5 5	1 1	
0 0 3	1 2 5	1 4 8	1 1	
0 0 5	2 1 5	1 5 7	1 1	
0 0 7	1 2 5	1 4 8	1 1	
0 1 2	2 2 4	2 5 4	2 1	
0 1 3	1 2 4	1 5 5	1 1	
0 1 7	1 2 4	1 5 5	1 1	
0 1 9	1 1 4	1 5 5	1 1	
1 0 2	4 2 4	1 4 6	2 1	
1 0 4	1 2 4	1 4 9	1 1	
1 0 5	2 1 4	1 5 8	1 1	
1 0 8	1 2 4	1 4 9	1 1	
1 1 0	1 1 4	1 5 5	1 1	
1 1 2	2 2 4	4 4 4	1 1	
1 1 4	1 2 4	1 4 5	1 1	
1 1 8	1 2 4	1 4 5	1 1	
2 0 2	4 2 1	1 1 9	1 1	
...	...	...	...	
7 0 1	2 1 2	1 1 10	1 1	
7 0 2	4 2 2	2 1 8	1 1	

В таблице в качестве примера, иллюстрирующего результаты расчета модели для рассматриваемого случая приведены:

- фрагменты гипотетического словаря для  $n=3$ ,  $q=10$ ,  $Q_p=20$  (первый столбец). Такой словарь соответствует, например, двухпризначному коду с компонентами  $(a_1 a_2)$ ,  $a_3$  с порядковым кодированием значений признаков;
- матрица значений  $d_1^1(ij)$  для однократных транскрипций в разрядах  $i=1,2,3$  (второй столбец);

- матрица значений  $d_2^2(ij)$  для двукратных транскрипций в парах разрядов  $ii= 21, 31, 32$ ;
- матрица значений  $d_3^3(ij)$  для смежных транспозиций в парах разрядов  $ii= 21, 32$ .

Анализ значений таблицы приводит к следующим результатам.

проценный подход к оценке эффективности контроля для данного словаря дает значение

контролирующей способности  $D \approx \frac{Q_p}{q^n} = 0.98$ , что соответствует 2% необнаруживаемых

ошибок безотносительно к их виду.

Реальная контролирующая способность составляет:

- для однократных транскрипций – 0.834 ( т.е. фактически не обнаруживается 16.6% ошибок, - в 8 раз больше);
- для двукратных транскрипций – 0.985 (1.5%);
- для смежных транспозиций – 0.95 (5%).

Подстановка полученных значений и вероятностей  $p_1 \neq p_3$  в (1) дает значение  $D=0.8651$ , т.е. в целом, не обнаруживается 13.5% ошибок.

## Заключение

1. Модель, основанная на раздельном учете класса ошибок, позволяет значительно более точно оценить результативность проверок достоверности, непротиворечивости информации, основанных, в частности, на методах логического контроля. Этот факт проиллюстрирован на примере фактографических данных постоянной длины и конкретных, наиболее вероятностных для этого случая классов ошибок. Однако, используемый подход (построение и расчет мощностей ансамблей «неразличимых» ошибок) может быть, конечно, использован применительно к другим классам ошибок (пропускам, добавлениям символов) и другим структурам информации, для которых множество  $M_p$  может быть выделено и задано в виде перечня. Следует отметить в связи с этим, что способ задания  $M_p$  в виде перечня является универсальным, и к нему могут быть сведены практически любые ЛАС.

Соответствующий конкретному ЛАС словарь может быть построен путем генерации значений элементов множества  $M$  и проверки выполнения ЛАС для каждого из элементов. Так, приведенный в таблице фрагмент словаря, соответствует фрагменту множества  $M_p$  для ЛАС вида ( $a_3 < 7$ ) and ( $a_{r1} < 20$ ) или, например, полному набору значений  $M_p$  для ЛАС вида ( $a_3 = 0$  and  $a_{r1} = 1, 2, 3, 5, 7, 12, 13, 17, 19$ ) or ( $a_3 = 1$  and  $a_{r1} = 02, 04, 05, \dots$ ) or ( $a_3 = 2$  and  $a_{r1} = 2$ ) or ( $a_3 = 7$  and  $a_{r1} = 01, 02$ ).

Добавим к этому, что для многих методов логического контроля прямое построение множества  $M_p$  является единственной возможностью ориентировочно оценить результативность контроля и по приближенной модели ( $L=1, D=1-Q_p/Q$ ), когда моделирование и более точный расчет по каким-либо причинам будет признан проектантом системы нецелесообразным.

2. Матрицы значений  $d_1^m(ij)$  дают общее представление о “вкладе” групп разрядов в суммарное количество необнаруживаемых ошибок  $N_1^p$ . В частности, из данных таблицы видно, что наибольший вклад в  $N_1^p$  дают два младших разряда.

Наряду с т.н. “кодовым расстоянием” это является дополнительным показателем эффективности кода конструируемого словаря в рамках ограниченной естественной избыточности.

В частности, в приведенном примере для представления 13 значений свойств некоего гипотетического объекта используется диапазон значений кода  $a_1a_2$  от 01 до 19 и среднее кодовое расстояние оказывается менее 1.5, чем (т.е. малым значением) и объясняются высокие значения  $d_1^1(ij)$  для этих разрядов. При замене (подстановке) 02→ 09, 03→ 17, 04→ 25, 05→ 33, 07→ 41, 08→ 49, 10→ 57, 12→ 65, 13→ 73, 14→ 81, 17→ 89, 18→ 97, 19 – 99 среднее кодовое расстояние оказывается близким к 8, и, как нетрудно убедиться в результате построения соответствующей матрицы  $d_1^1(ij)$ , процент необнаруживаемых однократных ошибок для нового словаря составляет 5,5%, что значительно меньше 16,6% (но, все таки, заметно больше исходной приближенной оценки 2%)

Примечание. Разумеется, ценой введения дополнительного избыточного разряда при создании словаря кодовое расстояние можно сделать большим  $q$  и обеспечить тем самым полное обнаружение однократных ошибок. Поэтому приведенные выше соображения относительно улучшения свойств кодов создаваемого словаря уместны лишь, подчеркнем еще раз, для естественной избыточности, заключающейся в неполном использовании значений кодов в рамках заданной ограниченной разрядности. Но это – отдельная побочная задача.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.И. Городецкий. Информационные технологии и многоагентные системы. – Проблемы информатизации, -- - 1998. - №1. - С.3 – 10.
2. С.Мафтик. Механизмы защиты данных в сетях ЭВМ. – Москва, “Мир”, 1993, - С.216.
3. В.А.Литвинов, В.В. Крамаренко. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных системах. – Киев, Техника, 1986. - С.200.
4. Жевлакова В.А., Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Контроль входних даних в СУБД ORACLE.- Математические машины и системы. – 1997. -№1. - С.135.
5. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ступак Н.Б. Некоторые оценки вероятностных характеристик процесса автоматической идентификации ошибок пользователя на основе эталонного словаря. – УсиМ. – 2001. - №2. - С.21-24.
6. Mais P/ Aqent that Reduce Work and Information Overload.- Communication of the ACM, -1994, - Vol 37, - №7, - P.30-40.

## **2.5. Г.Е.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ, Ю.Г.ПИЛИПЕНКО, В.И.ХОДАК**

### **ЗАДАЧА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ АГЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МНОГОУРОВНЕВЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗОВАННЫХ СППР**

#### **Введение**

Как известно, значительную часть проблемной области современных агентно-ориентированных систем ситуационного управления, систем поддержки коллективного принятия решений [ 1] и т.п. составляют так называемые неформализованные (или слабо формализованные) задачи. Для них характерна ошибочность, неоднозначность, неполнота и противоречивость как информации о проблемной области в целом, так и исходных данных для решения конкретных задач. Иными словами, характерно низкое качество информационной базы (ИБ), под которой мы в самом общем случае будем понимать структурированную совокупность данных и знаний, описывающих предметную область системы.

Наряду с созданием методов и «интеллектуальных» алгоритмов поддержки принятия решений, учитывающих "некачественность" ИБ, важную и самостоятельную роль играет повышение качества информации. Задача повышения качества ИБ путем контроля и обеспечения взаимной непротиворечивости, согласованности значений ее элементов (consistency control [5]) является естественным развитием известной задачи обеспечения достоверности (т.е., по сути, непротиворечивости некоторому условному "эталону") входной информации. Теоретическим и экспериментальным исследованиям вопросов контроля достоверности исходной информации на этапе ее ввода в систему в период преимущественного развития EIS- и OLTP-систем было посвящено значительное количество работ [2,3,4 и др.]. На их основе был создан обширный методологический и инструментальный арсенал, вполне удовлетворительный для типовых задач и требований того времени. В настоящее время для новых по характеру проблемных областей, новых информационных технологий и концепций построения аналитических систем требуются и новые подходы к анализу и обеспечению качества ИБ, обобщающие простой контроль достоверности входной информации. Одна из перспективных концепций создания системы поддержки принятия решений (СППР) в управлении сложными многоуровневыми объектами основана на агентно-ориентированных технологиях [11]. Предлагаемый и рассматриваемый подход основан на создании в составе многоуровневой многоагентной СППР специального агента, выполняющего функции контроля и анализа согласованности значений элементов ИБ (далее - АКС ИБ) на всех этапах ее жизненного цикла, начиная от ввода первичной информации и заканчивая передачей устаревших данных в архив.

#### **1. Структура АКС ИБ**

##### **1.1. Исходные предпосылки**

Функции и структура АКС определяются с учетом следующих основных факторов:

1) Основным путем формирования и поддержки ИБ является получение необходимой информации, характеризующей ситуацию на определенном объекте. Направления потоков информации, циркулирующей в СППР, имеют преимущественно центростремительный характер, т.е. от нижних уровней системы к верхним уровням. При этом результатная достоверность, достигнутая в процессе ввода и контроля исходной информации в систему, может заметно ухудшаться. Например, при агрегации элементов информации путем простого суммирования  $k$  показателей вероятность искажения агрегированного показателя увеличивается примерно в  $k$  раз по отношению к вероятности искажения первичных составляющих. К тому же существуют процедуры обработки, "размножающие" ошибочные данные (например, произведение ошибочного значения некоего коэффициента на достоверные данные), не говоря уже о возможной неправильной работе программ.

Это влечет за собой:

- необходимость дополнения входного контроля достоверности входных сообщений процедурами последующей проверки согласованности значений информации в структурах ИБ;
- желательность построения и исследования моделей преобразования информации в потоках СППР с целью оценки ожидаемого уровня достоверности ее элементов на этапах предварительной обработки и формирования ИБ.

2) В зависимости от происхождения, назначения и особенностей появления и контроля явных ошибок и несогласованностей в значениях элементов информации СППР можно выделить 4 основных вида информации: входную, промежуточную, базовую и архивную:

входная первичная информация поступает в ИБ от первоисточников, в качестве которых чаще всего выступает человек (оператор, пользователь), через терминалы ввода. Человеку свойственны, как известно, специфические ошибки, которые имеют значительный удельный вес и борьба с которыми является наиболее важной функцией контроля на этом этапе;

входная вторичная информация поступает в ИБ по каналам связи от других систем (агентов). Здесь основная часть специфических ошибок человека уже выявлена, так что распределение ошибок и, соответственно, методов их контроля уже иное.

Основными причинами искажения информации являются сбои в каналах связи и, возможно, ненадлежащая работа программ информационного обмена;

промежуточная информация ИБ создается на основе входной в результате ее предварительной обработки (аналитики, агрегации и т.п.). Характер и причины появления возможных ошибок упомянуты выше в п.1;

базовая информация - основная "стационарная" составляющая ИБ, необходимая для функционирования СППР и решения поставленных задач. Проявлением несогласованности значений элементов информации могут быть:

- противоречия в значениях данных, полученных от разных первоисточников, в разное время, разными способами;
- невыявленные ранее ошибки, допущенные на этапах возникновения и ввода первичных данных;
- ошибки, возникающие (или "размноженные") на этапах предварительной обработки и

агрегации первичной и вторичной входной информации;

архивная информация - переставшие быть оперативно актуальными данные и значения, потенциально полезные для ретроспективного анализа. В частности, для поиска закономерностей и зависимостей при появлении несогласованных значений элементов ИБ.

3) Мощности современных программно-аппаратных платформ позволяют на практике реализовать в составе функций АКС ИБ элементы концепции интеллектуализации обработки данных. Применительно к рассматриваемой задаче приложение общей концепции интеллектуализации информационных технологий возможно в следующих направлениях:

- автоматическая идентификация обнаруженных ошибок и, возможно, автоматическое исправление наиболее приоритетных из них с приемлемым уровнем достоверности исправления (помощь оператору ввода первичных данных и пользователю);
- оценка результативности конкретных операций проверки согласованности значений элементов ИБ (помощь администраторам ИБ и АКС ИБ);
- оценка ожидаемой итоговой достоверности определенных элементов ИБ (помощь пользователям, экспертам, ЛППР);
- интеллектуальный анализ результатов контрольных проверок несогласованностей в плане источников информации и моментов времени (помощь администратору системы в целом).

## 1.2. Функции и структура

С учетом рассмотренных факторов представляется целесообразной четырехуровневая структура АКС ИБ со следующим распределением функций и особенностями их реализации:

**1-й уровень** - выполнение конкретных контрольных проверок, реализующих определенные методы контроля входной информации ИБ (функция "Входной контроль" ВК). Модули этого уровня только устанавливают факт непротиворечивости значений элементов входной информации по отношению к некоторому "эталону", заданному в явном виде (например, в виде справочника) или в виде некоторого контрольного соотношения. Идентификация возможной ошибки и ее исправление осуществляются вне этого уровня (в частности, оператором ввода, пользователем, Администратором ИБ, модулями 2-го уровня). Таким образом, модули 1-го уровня реализуют исключительно исполнительные функции контроля достоверности входной информации. Классификация и особенности применения методов, реализуемых модулями контроля входной информации, описаны в [4,6].

**2-й уровень** - автоматическая идентификация и исправление некоторых ошибок во входной информации, для которых это возможно и целесообразно (функция "Идентификация и корректировка" - ИК). Состав и назначение модулей этого уровня определяются характером входной информации. В частности, преобладающее большинство методов автоматической корректировки ошибок предназначено для защиты информации, передаваемой по электронным каналам связи. Существует мощный арсенал этих методов, обоснованных теоретически и широко используемых в телекоммуникационных сетях (например, семейства циклических кодов). Однако для защиты от ошибок в первичной информации они практически непригодны. Немногими реально

применимыми для этого случая методами является весовой код Сетхи - Раджарамана -Кеньяла [7] и в большей степени автоматическая идентификация и коррекция данных на основе словаря - эталона [8].

В целом, модули этого уровня реализуют исполнительные функции с привлечением некоторого "интеллектуального" потенциала, необходимого для идентификации и автокоррекции ошибок человека.

**3-й уровень** - периодический контроль согласованности значений базовых элементов ИБ. Модули этого уровня выполняют следующие основные функции:

- контрольные проверки взаимосвязанных элементов ИБ, преимущественно на основе методов логического контроля (функция "Контроль согласованности" КС);
- регистрация и анализ результатов контрольных проверок на основе моделей, подобных [9] (функция "Регистрация и анализ" РА);
- оценка ожидаемой достоверности заданных элементов ИБ на основе специальных моделей анализа преобразований первичной информации в процессе ее ввода и последующей обработки (функция "Оценка достоверности" ОД);
- планирование выполнения процедур контроля и анализа (функция "Планирование и управление" ПУ).

**4-й уровень** - ретроспективный интеллектуальный анализ обнаруженных ошибок с целью выявления на основе известных методов и моделей Data mining скрытых зависимостей между фактами появления несогласованных значений в пространстве и времени.

Укрупненная структура АКС, отражающая взаимосвязи основных ее компонентов с источниками информации и ИБ, показана на рис. 1.

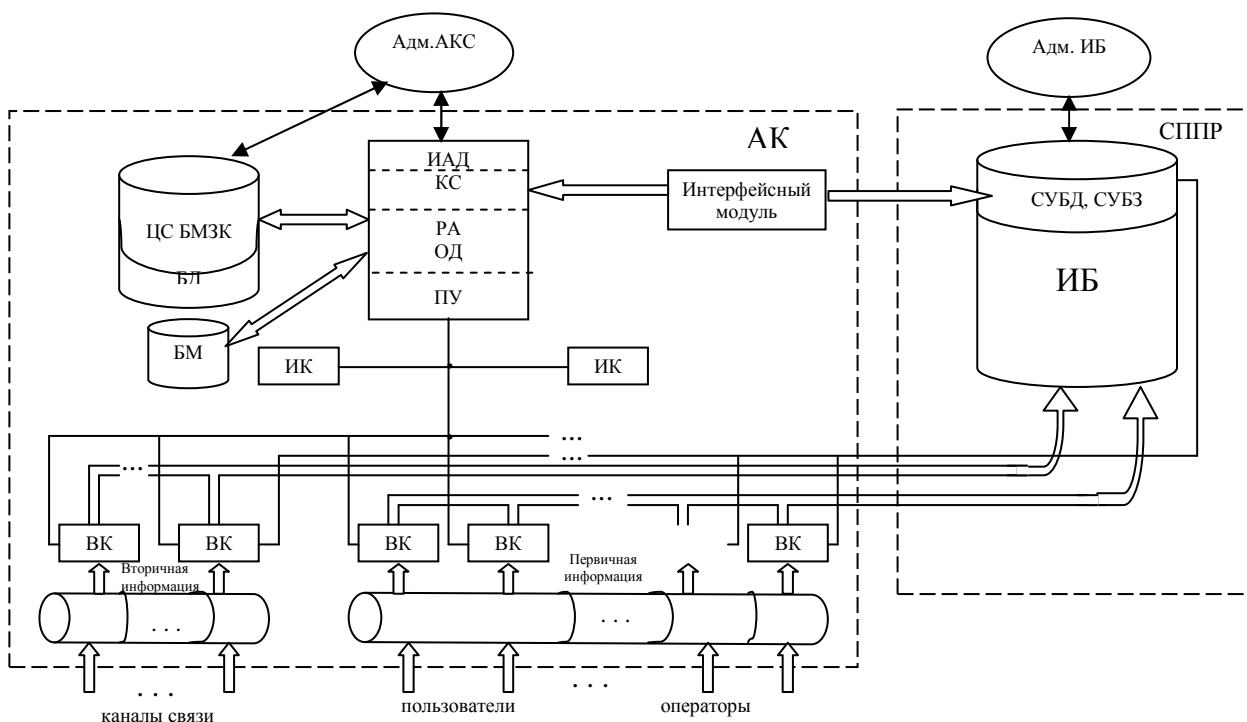


Рис. 1 Укрупненная структура АКС ИБ

## 2. База метазнаний контроля согласованности

Важным, если не главным, компонентом АСК ИБ является база метазнаний контроля (БМЗК), т.е. база знаний о существенных для контроля свойствах элементов ИБ. Из соображений практической целесообразности БМЗК представляется состоящей из двух сегментов: распределенного и централизованного.

Элементы распределенного сегмента рассеяны по специализированным модулям контроля 1 и П уровней, которые привязаны к конкретным локализованным операндам (входным сообщениям, с одной стороны, и к конкретным таблицам БД, фреймам БЗ или другим конструкциям ИБ, с другой стороны). Этими элементами могут быть логические выражения в командах типа CHECK CONSTRAINT [6], программные модули, реализующие вычислительные алгоритмы, справочники, в зависимости от используемых методов контроля, особенностей программных продуктов ввода информации в ИБ и т.п.

Централизованный сегмент ориентирован преимущественно на логический контроль. Основными объектами предметной области сегмента являются взаимосвязанные элементы ИБ, между которыми установлены унифицированные правила непротиворечивости (ПН - правила).

### 2.1. Формы представления и виды ПН – правил

Следует определиться с основными понятиями и терминами, более строго описывающими смысл и формы задания согласованности данных.

Пусть дано некоторое множество кортежей  $A_1, \dots, A_k$ . Отношением  $R$  на множестве  $U$  принято называть подмножество  $U_R$  множества  $U$ . Содержательный смысл такого определения состоит, как известно, в том, что задание подмножества  $U_R$  во множестве  $U$  определяет, какие значения кортежей  $A_1, \dots, A_k$  находятся в отношении  $R$ . Исходя из этого определения, согласованными будем называть те значения элементов ИБ  $A_1, \dots, A_k$  которые находятся в заданном ПН - правилом отношении  $R$ .

Подмножество  $U_R$  (а, значит, и отношение  $R$ ) можно задавать явным образом (перечнем значений) и косвенным - указанием определенного свойства, которым обладают значения  $U_R$ . В первом случае ПН - правило базируется на единственном операторе принадлежности множеству ( $\in$ ), во втором - на более сложных языках, описывающих свойства, которыми должны обладать согласованные элементы кортежей  $A_1, \dots, A_k$ .

Универсальным аппаратом описания свойства различных объектов и отношений между ними является, как известно, логика предикатов. Так,  $K$ -арное отношение  $R$  может быть выражено через  $K$ -местный предикат  $P(A_1, \dots, A_k)$ , для которого справедливо равенство  $P(A_1, \dots, A_k) = 1$ , когда элементы кортежа  $A_1, \dots, A_k$  находятся в отношении  $R$ . В [10] уточняется класс возможных формул исчисления предикатов, удобных для описания существенных свойств элементов кортежей.

В рассматриваемом случае, объединяя оба способа задания  $R$ , нам кажется достаточно наглядным и удобным для последующей обработки представить предикат  $P$  в виде последовательности логико-арифметических соотношений ЛАС [4], состоящих из элементарных



предикатов **p**, определяющих отношения между отдельными элементами кортежа и/или их принадлежность к определенным "эталонным" множествам.

Значения элементов **p** могут подвергаться:

- операциям локализации и преобразования типа **from, of, where, link**;
- логическим операциям типа =, #, >, and, or, € и т.п.;
- арифметическим операциям типа +, -, / и т.п.

Несколько предикатов **p** могут быть объединены в более "экономные" конструкции типа **IF-THEN-ELSE**, уменьшающие общее количество ПН - правил, а операции локализации вынесены из предиката (например, применительно к БД для предварительного выполнения SQL- операций типа SELECT).

Приведем несколько простых примеров ПН-правил с SQL-подобными конструкциями операторов локализации, примеров, иллюстрирующих в некотором смысле каноническую форму задания ПН - правила.

- 1)  $(A_i < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >) \in$   
 $(A_j < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >);$
- 2)  $(A_i < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > (\text{where } A_{oi} = B) \text{of } DB < \text{name} >) +$   
 $+(A_j < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > (\text{where } A_{oj} = B) \text{of } DB < \text{name} >) =$   
 $=(A_k < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > (\text{where } A_{ok} = B) \text{of } DB < \text{name} >);$
- 3)  $(A_i < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >) < C_1 \text{ and}$   
 $(A_j < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >) \geq C_2;$
- 4)  $(A_i < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >) \text{ link}$   
 $(A_j < \text{name} > \text{from } T < \text{name} > \text{of } DB < \text{name} >) \in S < \text{name} >.$   
 Здесь T - таблица БД "DB<name>";  
 B, C-константы;  
**S** - эталонный словарь-справочник.

Операция **link** выполняет объединение нескольких заданных элементов ( в примере 4) - двух) в один кортеж, подвергающийся проверке на прямую совместимость данных [4].

По существу, ПН-правила (и организацию их проверки) можно рассматривать как определенное обобщение стандартных операторов типа CONSTRAINT CHECK SQL - команды CREATE, реализующих табличные ограничения на целостность данных, проверяемые при вводе информации в БД. Обобщение направлено на:

- расширение области определения операндов кортежей на различные структуры ИБ;
- расширение типов логических условий и операций контрольных проверок;
- расширение возможностей планирования процессов выполнения контрольных проверок (по сравнению, например, с механизмами триггеров [6]).

## 2.2. Логическая структура БМЗК

Логическая структура БМЗК представляет для проектантов, а впоследствии и для Администратора АКС ИБ, в наглядном виде правила непротиворечивости и элементы ИБ, с которыми они связаны.

Для этой цели наиболее подходящей представляется комбинированная графово-логическая модель, в которой узлы графа представляют собой укрупненные структурные составляющие ИБ (типы данных, заголовки таблиц, содержание фреймов), а помеченные связи объединяют элементы (атрибуты, домены, слоты), входящие в предикаты, составляющие определенное ПН-правило. Составной частью модели является спецификация, содержащая соответствующий предикат с сокращенной адресной (локализирующей) частью. Таким образом, "графическая" составляющая отражает факт наличия взаимосвязи элементов ИБ в смысле взаимозависимости их значений, а "логическая" - описывает сущность этих взаимозависимостей. По существу, такая модель подобна графовым концептуальным моделям БД и известным ER-диаграммам Чена. Принципиальная разница состоит в том, что в ER-диаграммах отображаются бинарные отношения типа "входит в", "исходит - порожденный" и т.п., а в упомянутой модели - K-арные отношения "значения элементов соответствуют ПН-правилу с номером помеченной связи".

На рис. 2 показан фрагмент модели, соответствующей примеру 3, приведенному в разд. 3.

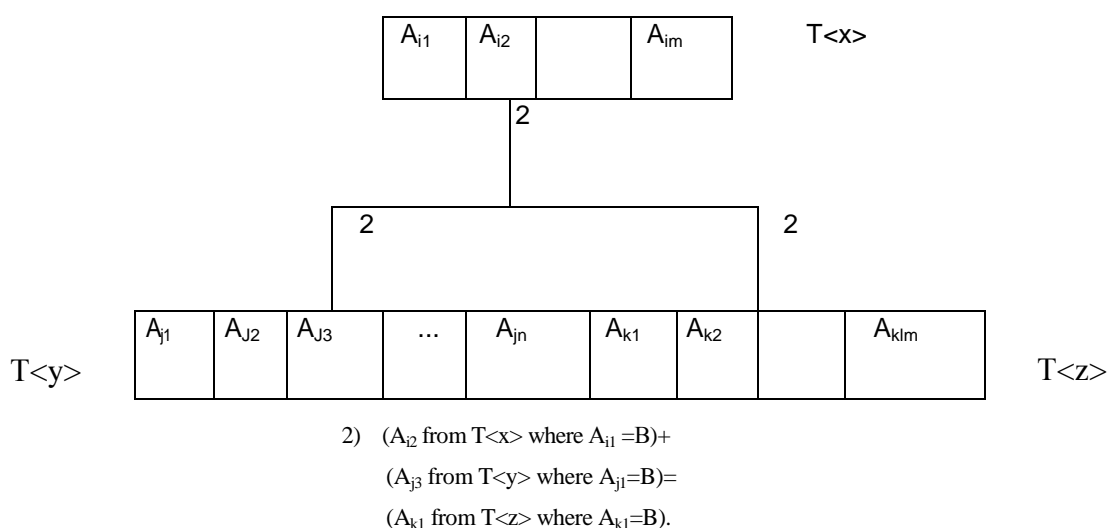


Рис.2. Пример фрагмента логической структуры АКС КБ

### 3. Организация выполнения отдельных процедур проверки ПН-правил

В общем случае проверка некоторого ПН-правила заключается в:

- 1) поиске и извлечении из ИБ составляющих кортежа  $A_1, \dots, A_k$ ;
- 2) вычислении соответствующего предиката.

Первый этап выполняется средствами управления структурами ИБ (в частности, СУБД) по сформированному интерфейсным модулем запросу (в частности, SQL-запросу к БД). Второй этап выполняется собственными средствами АКС ИБ в комплексе с СУБД и/или СУБЗ. Само по себе вычисление предиката не составляет никаких видимых проблем и не связано с какими-либо существенно отличными способами его выполнения. Некоторое разнообразие вариантов возможно, в основном, для реализации операции "Є".

Самое простое решение заключается в том, чтобы воспользоваться готовыми механизмами формирования соответствующих множеств (в частности, в виде таблиц СУБД) и в

поиске в них проверяемых значений. Такие решения в большинстве случаев целесообразны, хотя, возможно, и расточительны по использованию объемно-временных ресурсов. Если последнее обстоятельство имеет существенное значение, возможны специальные решения, направленные на экономию памяти и/или сокращение времени выполнения процедуры. В этом отношении наиболее существенное разнообразие вариантов может быть связано с процедурой проверки прямой совместимости данных.

Отметим вначале, что для всех возможных вариантов должно выполняться условие

$$A_i \in S(A_i) = 1; \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, K.$$

Это условие выражает следующее очевидное правило: согласованные (совместимые) кортежи  $A_1, \dots, A_K$  состоят только из разрешенных (т.е. реально существующих, "правильных") значений компонентов.

Далее, с учетом (1), рассмотрим следующие 3 случая:

1) Определим  $L$  - композицию кортежа  $A_1 \dots A_L \dots A_K$  как последовательную часть его элементов  $A_1, \dots, A_L$ . Пусть в дополнение к условию (1)  $L$  - композиции элементов кортежа удовлетворяют следующему условию:

$$\text{если } P(A_1, \dots, A_{L+1}) = 1, \text{ то } P(A_1, \dots, A_L) = 1. \quad (2)$$

Условие (2) выражает следующее свойство: согласованные  $(L+1)$ -композиции состоят только из совместимых  $L$ -композиций. Следовательно, если  $K$ -композиция (кортеж в целом) является согласованной, то согласованными являются и составляющие её композиции меньшей кратности.

В этом случае возможно представление множества  $U_K$  в виде древовидной структуры, в которой на уровнях  $1, \dots, L, \dots, K$  имеются узлы и дуги, соединяющие каждый узел уровня  $L$  с соответствующим (в смысле согласованности) узлом уровня  $L+1$ . Узлы содержат подмножества  $U_R^{(1)}(L-1), \dots, U_R^{(1)}(1)$ . Процесс контроля согласованности кортежа  $A_1 \dots A_K$  заключается в проверке вхождения очередной компоненты  $A_L$  в множество  $U_R^{(1)}(L)$  и, в случае положительного результата, в переходе к уровню  $L+1$ . Переходы по уровням  $1 \rightarrow 2 \rightarrow \dots \rightarrow L \rightarrow$  продолжают до тех пор, пока на уровне  $K$  анализ множества  $U_R^{(1)}(K)$  не даст положительный результат. В этом и только в этом случае  $P(A_1, \dots, A_K) = 1$ . Если на каком-либо уровне результат проверки оказывается отрицательным, контролируемый кортеж является несогласованным, и процесс переходов завершается.

2) Пусть в дополнение к условию (1) выполняется следующее условие (менее строгое, чем 2):

$$\text{если } P(A_1, \dots, A_{L+1}) = 1, \text{ то } P(A_1, \dots, A_L) \bigwedge_{j=1}^{L+1} P(A_j A_{L+1}) = 1$$

Смысл условия (3) состоит в следующем:  $(L+1)$  - композиция согласована, если согласованной является  $L$ -композиция и элемент  $A_{L+1}$  совместим с каждым из элементов  $A_1, \dots, A_L$  в отдельности. В этом случае множество  $U_R$  может быть представлено  $C_K$  множествами  $U_R$  согласованных пар элементов  $A_1, \dots, A_K$ . Процесс контроля согласованности кортежа  $A_1, \dots, A_K$ , заключается в поиске каждой из пар  $A_i A_j$  в соответствующем множестве до полного успешного завершения.

3) Пусть на правила образования согласованных композиций не накладывается никаких ограничений, кроме (1).

В этом случае единственная возможность заключается в представлении множества  $U$  целиком в виде простого перечня согласованных значений  $A_1, \dots, A_k$ , или, например, бинарного отображения, построенного на трактовке совокупности значений  $A_1, \dots, A_k$ , как соответствующего числа в системе счисления со смешанным основанием.

В случае необходимости приведенные варианты могут быть проанализированы с точки зрения затрат ресурсов более детально, исходя из конкретных условий. Общие же тенденции и методики может проиллюстрировать пример анализа подобных структур, приведенных в [4].

### **Заключение**

Таким образом, реализация предложенного подхода к решению поставленной задачи позволяет выполнять не только классический контроль достоверности на этапе ввода первичной информации, но и осуществлять интеллектуализованный мониторинг согласованности элементов ИБ на всех этапах ее функционирования. При этом функции АКС не ограничиваются текущим контролем, а предусматривают и ретроспективный анализ обнаружения противоречий и ошибок с целью установления связей между фактами появления несогласованных значений соответствующими источниками информации, моментами времени и т.п.

В заключение хотелось бы отметить, что задача носит многогранный, объемный характер, и в рамках настоящей публикации авторы вынуждены ограничиться преимущественно лишь ее концептуальными, постановочными аспектами.

Основные направления развития дальнейших исследований рассмотренной задачи должны, по мнению авторов, состоять в следующем:

организация взаимодействия АКС со штатными средствами типовых "тяжелых" СУБД, обеспечивающими контроль ссылочных и табличных ограничений логической целостности информации и соответствующее "разделение полномочий";

использование методологии, инструментария и результатов проектирования концептуальных моделей данных (типа, например, ER - диаграмм и соответствующих CASE - средств) для разработки и поддержки логической структуры БМЗК;

построение моделей преобразования информации для количественной оценки уровня согласованности ее элементов;

разработка методологии выявления взаимосвязи между значениями элементов ИБ, в частности, и элементов БЗ.

Далее рассмотренная система (АКС ИБ) обладает общими свойствами агента (автономность, активность, реактивность и др.). Однако эти свойства не являются принципиальными сами по себе. Они важны, в первую очередь, для работы в многоагентном комплексе. Система может быть "оформлена" и как подсистема (субагент) некоего агента, выполняющего более общие функции (например, поддержка данных и знаний).

Также не имеет решающего значения и приложение рассмотренной задачи исключительно к СППР - наиболее характерному классу систем с многоуровневой архитектурой системы сбора информации и недостаточно высоким качеством исходных данных. По мнению авторов, рассмотренная задача может и должна решаться и для более "формализованных" EIS - и OLTP - систем. В этом случае процедуры поэтапного преобразования информации в большей степени структурированы и формализованы, что может существенно упростить построение моделей оценки ее достоверности и вообще задачу построения АКС ИБ в целом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений // УСиМ.-1993.-№3.-С.11-21.
2. Пивоваров А.Н. Методы обеспечения достоверности информации в АСУ: (обзор методов и фактические данные) – М.:Радио и связь, 1982.-144 с.
3. Бояринов И.М., Давыдов А.А., Мамедли Э.М., Смеркис Ю.Б. Использование помехоустойчивого кодирования для защиты информации от ошибок оператора //АТ,-1983. - №2. - С.5-48.
4. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных символах - Киев; Техніка, 1986.- 200с.
5. Мафтик С. Механизмы защиты в сетях ЭВМ -М.: Мир. - 1993. -217 с.
6. Жевлакова Л.В., Кузьменко Г.С., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Контроль входних даних в СУБД ORACLE //Математические машины и системы.-1997.-№1.- С.89-94.
7. Sethi A.S., Rajaraman V., Kenjale PS. An error-correcting coding scheme for alphanumeric data// Information Processing Letters.-1988.- V7.- P.72-77.
8. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Стулак Н.Б. Некоторые оценки вероятности // УСиМ. -2001. - №2. -С.21-24.
9. Кузьменко Г.С., Литвинов В.А., Литвинова А.Н., Майстренко С.Я. Модуль анализа и оценки эффективного методологического контроля информации// Математические машины и системы. -2002. - №1. - С.49 - 55.
10. Ходак В.И., Цареградский Л.Е., Тополянский А.Н. О формальном описании семантического контроля и корректировки элементов информационной базы данных АСУП// УСиМ. -1981. - №5.-С.99-103.
11. Walker A., Woodridge M. Understanding the Emergence of Conventions in Multi-Agent Systems Intelligent Agents. ICAI - 1994.-Amsterdam, Netherlands: 1994 - August 8-9.

## 2.6. В.І.В'ЮН, А.С.ДОВГОПОЛИЙ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО

### БАГАТОАГЕНТНІ РИСИ АРХІТЕКТУРИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ

---

#### Вступ

Становлення концептуальних ідей загальної теорії штучного інтелекту має значний вплив на дослідження та впровадження в життя перспективних інформаційних систем (ІС). У міру розвитку цих досліджень з початкової множини задач виділилися проблеми, які вимагають нових засобів структуризації даних для аналітичних та прогнозних ІС [1].

Існуючі підходи до структуризації оперативних баз даних (ОБД) ІС, які орієнтовані на створення систем обробки та ведення даних в системах автоматизації управління повсякденною діяльністю об'єкта або оперативних БД (ОБД), є недостатньо функціональними для аналітично-прогнозних ІС, діяльність яких виходить за межі "проблем дня". Спроби досягти компромісу у співіснуванні цих систем в рамках одного і того ж операційного середовища (операційні системи, СУБД, комплекси функціональних задач, аналітично-прогностні комплекси), як правило, приводять до небажаних перешкод функціонуванню цих систем в операціях доступу та використання спільних даних.

В даній роботі, яка фактично є продовженням [2], більш поглиблено аналізуються архітектурні особливості аналітично-прогнозних процесів, урахування яких може забезпечити досягнення бажаного компромісу.

#### Сховище Даних (СхД) як інформаційна платформа інтелектуалізації

Проблеми інтелектуалізації комп'ютеризованих систем обробки даних супроводжують історію розвитку комп'ютерів від моменту появи першої обчислювальної машини.

Систематизуючи підходи та методи розв'язання цих проблем, можна виділити та окреслити такі періоди (етапи) їх розвитку:

- розробка програм "розв'язувачів" задач логічного виводу та доведення теорем, програм для ігрових задач;
- розробка програм розв'язку задач із застосуванням різноманітних евристичних методів (спроби відтворити процеси мислення людини в аналогічних ситуаціях) ;
- розробка інтегральних роботизованих систем та механізмів;
- створення людино-машинних систем, які інтегрують інтелект людини та обчислювальні здібності машини і забезпечують інтерактивну взаємодію між ними на протязі всього процесу розв'язку задачі.

Системотвірне значення останнього етапу в тому, що центр ваги пошуку розв'язку проблеми інтелектуалізації перемістився з розробки методів програмного відтворення процесу мислення людини на розробку машино-орієнтованих *методів інтерактивного розв'язку задачі*. Тобто змістилися акценти оцінки якості механізмів та процедур системи: від забезпечення "*взаємодії з комп'ютером*" як з рівним партнером до "*взаємодії з проблемою*" за допомогою інтелектуалізованих послуг комп'ютера.

Мова йде про включення в процес функціонування системи автоматизації повсякденної діяльності засобів вилучення необхідних первинних даних (результатів її діяльності) і подальшого представлення їх у вигляді СхД - хронологічно впорядкованих даних минулої діяльності для інформаційної підтримки інтерактивних аналітично-прогнозних процесів отримання нових знань про об'єкт, про відповідність діючої системи автоматизації управління внутрішнім та зовнішнім умовам та вимогам існування, які могли змінитися за час, що пройшов з моменту впровадження системи.

Оскільки в людському, розумовому апараті при розв'язанні подібних задач використовуються не лише конкретні значення тих чи інших атрибутів змінних, а комплекси (агрегати) пов'язаних з ними даних та знань, то, з цієї точки зору, до *інтелектуалізованих послуг комп'ютерної підтримки* слід віднести, в першу чергу, автоматизовані засоби побудови, ведення та забезпечення доступу до сформованих системою тематично- (проблемно) орієнтованих агрегатів даних аналізу. Структуризація, інтеграція та ведення цих агрегатів у вигляді спеціалізованої БД отримала назву побудови Сховища Даних (СхД, Data Warehouse).

Зміст *інтелектуалізованості* комп'ютерних послуг розкривається такими міркуваннями:

1. В процесі функціонування системи автоматизації управління накопичені величезні об'єми фактичних даних, які характеризують її роботу.

2. У цих даних зберігаються в неявному вигляді досвід та потенційні можливості отримання "нових знань" про об'єкт, про тенденції (як негативні, так і позитивні) його розвитку, реальні дані для оцінки недоліків та помилкових рішень діючої системи управління.

3. Представлені стосами паперових регламентованих довідок та звітів результати діяльності (а це один із головних "продуктів" традиційних систем автоматизації), ці "знання" практично були не доступними. На нашу думку, перш за все тому, що не було достатньо потужних засобів маніпулювання величезними об'ємами даних. Оскільки мова йде про дані довготривалої діяльності об'єкта, то це навіть не десятки, не сотні гігабайт, а терабайти (десятки терабайт). В таких умовах паперова звітність традиційних АСУ нічим не могла зарадити потрібній аналітичній роботі. А, отже, і інтуїція користувача як рушійна сила індуктивного процесу пізнання (отримання нових знань) без такого аналізу не могла активно підключатися до аналізу.

Структурною особливістю СхД являється те, що за призначенням вони є багатовимірними БД. Дійсно, вже включення в структуру запису атрибуту "час" визначає додатковий вимір у табличній (двомірній), найбільш вживаній структуризації ОБД. До інших особливостей відноситься статус "довічної незмінності" значень даних, які зберігаються в СхД.

Відмітимо, що СхД в сучасному розумінні не призначене для того, щоб підміняти ОБД повсякденної діяльності об'єкта. Його роль полягає в тому, щоб регулярно збирати в одному місці (так би мовити, супербазі) оперативні дані діяльності об'єкта, а також відповідні та узгоджені з ними змістовно і в часі дані про зовнішні та внутрішні фактори впливу.

Таким чином, логічну модель структуризації СхД складає схема *вилучення, очищення, групування та агрегації даних ОБД з даними зовнішніх джерел* у вигляді хронологічно впорядкованих, проблемно – орієнтованих агрегатів ("*інформаційних згорток*" [3] або "*вітрин даних*" [4]). Отже дані ОБД системи не використовуються безпосередньо засобами підтримки аналітичних процесів. Необхідна для них інформація за допомогою тематично - орієнтованого

Посередника, який виконує роль проміжкового програмного забезпечення, вилучається та розміщується у виділених для кожного аналітичного процесу комірках СхД.

Включення Посередника в роботу з первинними даними надає системі ряд переваг:

- користувач – аналітик працює тільки з тими даними, які йому потрібні;
- підвищується безпека доступу до даних СхД;
- спрощується проектування проблемно та тематично – орієнтованих агрегатів;
- зменшується операційне навантаження на ОБД.

Схематично роль Посередника відображена на рис. 1, на якому відображені інформаційно об'єднані системи різного рівня та призначення:

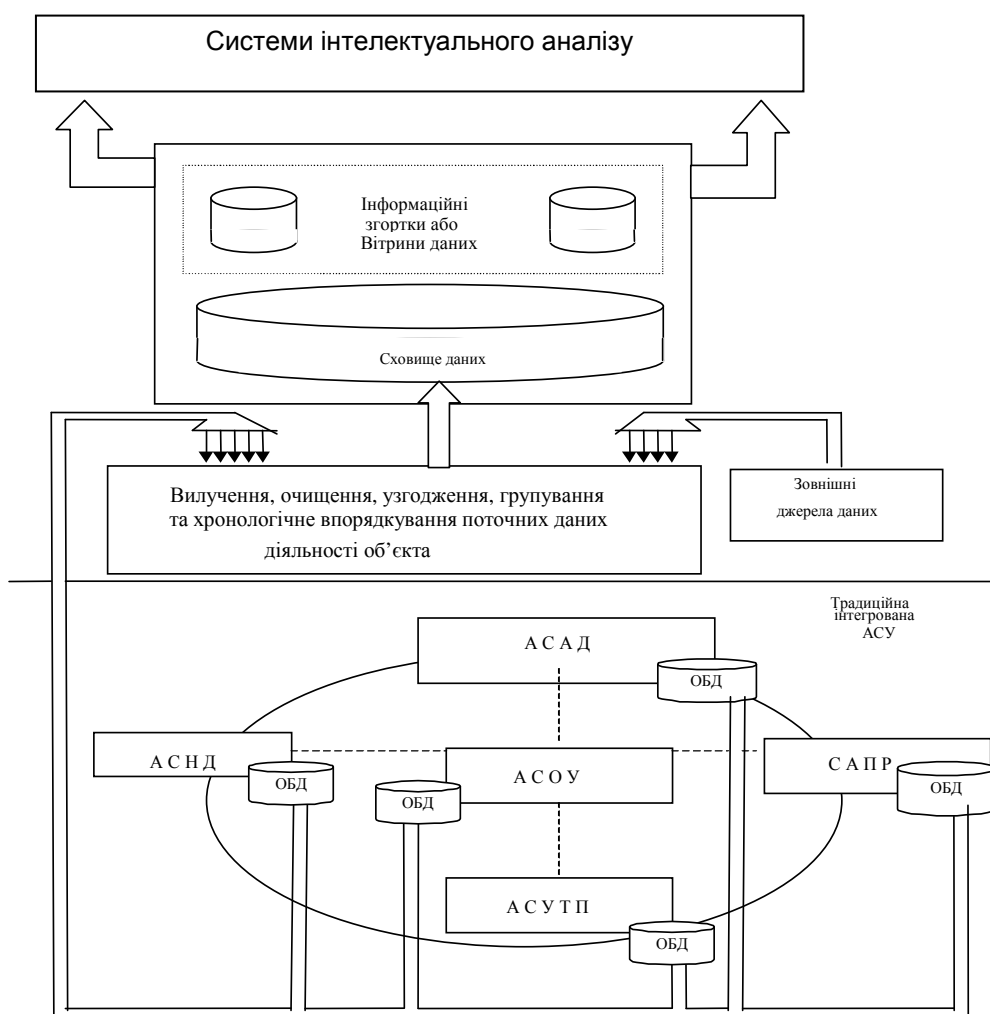


Рис. 1. Інтелектуалізація комплексної системи автоматизації управління

1. Традиційна багаторівнева АСУ (комплексна, корпоративна ІС) у складі автоматизованої системи адміністративної діяльності (АСАД), автоматизованої системи ведення нормативних та розпорядчих документів (АСНД), організаційного управління (АСОУ), систем автоматизованого проектування спеціальних інструментів та оснащення (САПР), систем управління технологічними процесами (АСУТП).



2. ІС аналітичних та прогнозних процесів (верхня частина рисунку), яка операційно відокремлена від повсякденної роботи {АСАД, АСНД, АСУП, САПР, АСУТП}. Відокремлюючий “кордон” – це вилучені з ОБД АС за допомогою Посередників оперативні дані, які трансформуються у структури СхД.

Роль Посередника зображена системою “трубопроводів”, по якій “стікаються” в СхД апіорі визначені комплекти первинних даних як внутрішніх (ОБД АС), так і зовнішніх (АС Державних органів, Міністерств та відомств, електронні ЗМІ та БД наукових установ) джерел.

### **Методологічні та системотехнічні засади багатоагентності процесів створення СхД**

У загальному випадку основи логічного формування СхД викладені в [5]. Ми розглянемо лише архітектурні складові моделі СхД.

Перш за все мова йде про операції **вилучення, очищення, концентрації, узагальнення та змістовного і часового узгодження**, “розпорошеного” в ієрархічній системі ОБД масиву первинних даних. До системотехнічних особливостей цих операцій відноситься те, що вони *повинні* виконуватися в фоновому (найменш пріоритетному) для діючої системи автоматизації режимі. Тобто, не заважаючи її функціонуванню, але, в той же час, не гублячи найбільш суттєві для аналітичних процесів поточні значення характеризуючих цю діяльність показників.

До відомих методів збільшення продуктивності таких операцій відносяться попередні обчислення (precomputation). Його аналог - попереднє агрегування (preaggregation), також дозволяє значно скоротити час трансформаційних процесів на вході до СхД [6].

Таким чином *мережа спеціалізованих (проблемно- та тематично-орієнтованих) агентів*, які взаємодіють з СУБД ОБД (розподілених ОБД), один з одним, з **Системним агентом** або **Менеджером мережі** [7], визначає структурно-функціональний аспект побудови та підтримки СхД.

Спеціалізація самих **агентів** визначається:

- агрегати даних для наповнення СхД є апіорі визначеними підмножинами оперативних даних ОБД, деякі з них взагалі можуть не мати ніякого значення для повсякденної діяльності;
- ОБД різних підсистем можуть підтримуватися різними операційними платформами, а отже можуть бути потрібними засоби інтегрованого вилучення, очищення та узагальнення первинних даних;
- у відповідності зі статусом незмінних даних всі наступні надходження шляхом регулярних, регламентованих вилучень з ОБД мають характер “доповнень”. Це, у свою чергу, вимагає складних процедур лінгвістичного та семантичного узгодження всієї послідовності накопичених даних (маються на увазі історичні дані СхД, що охоплюють минулі періоди, в яких проводилися реструктуризації та реорганізації системи понять та термінів словників ОБД стосовно проблемної області).

З цих міркувань витікають такі системотехнічні особливості формування функціональної структури **Агента**:

1. *Предметна орієнтація*. ОБД, як правило, підтримує декілька взаємопов'язаних характеристик інформаційного об'єкта, кожна з яких може розглядатися як джерело даних для СхД і які, у свою чергу, можуть групуватися в інші інформаційні об'єкти.

2. *Засоби інтеграції.* Один і той же інформаційний об'єкт у різних ОБД корпоративної системи може бути представлений по-різному. Всі ці представлення при побудові СхД повинні бути приведеними до загального (для аналітиків) типу та розглядатися в таких аспектах уніфікованості:

- правила найменувань інформаційних об'єктів та їх атрибутів;
- одиниця виміру для об'єктів одного і того ж типу;
- фізичне представлення об'єктів одного типу.

3. *Хронологізм СхД.* Засоби інтеграції та узагальнення вилучених з різних місць (ОБД, файлові системи та локальні БД, зовнішні БД та Web-сайти) даних у складі **Менеджера**, забезпечують характерний для всього СхД часовий (історичний) аспект даних, що в ньому зберігаються.

4. *Аналіз “до руди” та персоніфікація агрегатів.* Коли користувач-аналітик визначає, що трапилося щось цікаве, він намагається дослідити причини явища, його витoki, аналізуючи більш деталізовані дані агрегату. У цьому випадку у складі **Менеджера** мережі повинні бути спеціальні **Агенти**, які у взаємодії з місцевими **Агентами** зможуть вилучити значення початкових даних, що були об'єднані в агрегаті.

Остання функціональна особливість реалізації наповнення, ведення та доступу до даних СхД вимагає наявності механізмів включення в СхД даних нижчих рівнів деталізації. Оскільки аналітику хотілося б зберегти додатково отримані ним вилучення первинних даних для наступних сеансів своєї роботи з системою, залишаючи сам агрегат в незмінному стані для інших користувачів (інших аналітичних процесів), то внутрішня структура мережі **Агентів** повинна вміти підтримувати персоніфіковані аналітичні розкопки даного користувача.

5. *Очищення даних [7].* Очищення даних – це проблеми якості первинних даних, які при подальшій деталізації функцій доповнюють спеціалізації Агентів: *вилучення, виявлення та видалення помилок і змістовних невідповідностей* у первинних даних.

В аналізі методів очищення слід розрізняти випадки “одного джерела” і “багато джерел” наповнення СхД. А в кожному з цих випадків – операції зі Схемами даних (моделями) та з окремими Елементами даних.

Поглиблення проблем аналізу у випадку “багато джерел” – це розробка незалежних базових ІС інформаційних систем, які вступають в кооперацію. В даному випадку значно поглиблюються конфлікти найменувань, структур даних, відмінності в обмеженнях цілісності.

### **Можливі підходи до побудови багатоагентної мережі**

*Технологія клієнт-сервер.* Реалізація доступу до централізованого SQL-СхД за допомогою засобів ODBC. Таке операційне оточення досить просто реалізує модель “сервер СхД - <n-клієнтів>”. Використання мережевих інтерфейсів дозволяє розширити модель до розподіленого СхД, який у цьому випадку виступає (має агентів) в подвійній ролі – як сервер СхД і як клієнт Розподіленої системи серверів СхД.

*Технологія активних БД.* Механізми даної технології – події, тригери та ін., можуть бути використані для автоматичного виконання дій по вилученню моментних знімків необхідних зрізів

ОБД. Такий же механізм у складі **Менеджера** забезпечує майже повністю автоматичний режим наповнення СхД.

*Технологія гіпертексту.* Корисна в реалізації засобів аналізу “до руди”, забезпечуючи повернення в одну з попередніх точок розгалуження “процесу агрегації” і вибору первинних значень окремих складових агрегату.

*Архітектура з'єднувального програмного забезпечення (ПЗ) Агентів.* До ПЗ Агентів слід віднести: в першу чергу, мережеві та комунікаційні протоколи, драйвери, системи обміну повідомленнями, тобто так зване з'єднувальне програмне забезпечення. Подальша деталізація пов'язана з процедурами:

- очищення, обробки та загрузки первинних та мета даних і підтримки протитоку їх, тобто повернення очищених даних в ОБД;
- доступу до первинних даних – попередня агрегація, побудова Вітрин (кіосків) даних, інформаційних згорток;
- **Менеджера** мережі Агентів – процедури адміністрування мережі.

## Висновки

Запропонована в роботі концепція створення та розробки мережі Агентів як мережі програмних механізмів та засобів створення інформаційної бази підтримки аналітично-прогнозних процесів у системах автоматизації управління базується на розширенні арсеналу засобів традиційних АСУ механізмами регулярних операцій вилучення, очищення, накопичення, аналізу, змістовного та хронологічного впорядкування даних минулої діяльності всіх функціональних складових системи автоматизації.

На цій основі розглянуті об'єктивні витоки природи мультиагентності програмно-процедурної реалізації процесів побудови, організації, ведення та доступу до даних СхД як необхідної і достатньої умови формування та становлення засобів надання комп'ютером інтелектуальних послуг” користувачеві в інтерактивній взаємодії з ним при розв'язанні аналітичних та прогнозних задач системи.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Капитонова Ю.В., Скурихин В.И. О некоторых тенденциях развития и проблемах искусственного интеллекта //Кибернетика и системный анализ. – 1999. - №1. – С.43-50.
2. В'юн В.І. Інтелектуалізація АСУ: проблеми, напрямки досліджень / Г.Є.Кузьменко, А.О.Морозов // Математичні машини і системи. – 2001. - №1,2. - С.21-25.
3. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования // УСиМ. - 1995. - №4. -С.1-5.
4. Кадащук И., Липчинский Е. Обзор технологий хранилищ данных // Компьютер-Пресс.-1998.-№6.-С.98 - 104.
5. Главы из книги А.Simon “Strategy Database Technology: Managment For The Year 2000”// Morgan Kaufman Publishers/, 1998. (Глава 4. Склады данных - <http://www.olap.ru>).
6. Winter R. Databases: Back in the Olap Game //Intelledent Enterprise Magazine. - 1998. – vol1, N 4..
7. Петерсон Т.Б., Іенсен Кр. Технологія багатовимірних баз даних // Відкриті системи. - 2002. - №1. – С.11-15.

**2.7. А.О.МОРОЗОВ, В.Л.КОСОЛАПОВ, Л.В.РОМАШКИНА, В.В.КОЗЛОВ, Р.П.МУРЕНКО**

### **ЗАПРОВАДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ**

Перехід до ринкової економіки, неоднозначне тлумачення законодавчих актів, соціальна напруга, швидка зміна зовнішньої та внутрішньої економічних ситуацій в Україні роблять актуальним питання створення сучасних багаторівневих систем підтримки прийняття рішень для структур державної влади України. Практична реалізація цього завдання потребує проведення комплексу фундаментальних досліджень, що стосуються розвитку, адаптації та впровадження інформаційних та інформаційно-аналітичних технологій ситуаційного управління, методології побудови концептуальних інформаційних моделей, методик ефективного використання мовних засобів тощо. У розвинутих країнах світу протягом останнього часу широким фронтом ведуться роботи в галузі створення систем підтримки прийняття рішень.

Так, у 1987 р. при Європарламенті було створено Управління оцінки науково-технічних пріоритетів та Інформаційне управління досліджень та розробок Євросоюзу. Підтримку прийняття рішень у таких установах здійснюють із застосуванням сучасних інформаційних технологій. За допомогою інформаційно-аналітичної системи Інформаційного управління досліджень і розробок Євросоюзу користувач має змогу отримати новини щодо новітніх досягнень у сфері високих технологій, здійснити пошук у базах даних, знайти інформацію щодо досліджень, які підтримує Євросоюз, в інтерактивному режимі одержати відповідь на свої запитання, календар подій, конференцій, стан грантової системи Євросоюзу, зробити пошук наукових чи бізнес-партнерів. Завдяки такій системі можна одержати стислу інформацію по кожній новій технології та здійснити вибір щодо останніх та найкращих технологій. Інформація може бути представлена у таких сферах: бізнес, наука, суспільство. Дана система сприяє трансферу технологій та найкращих наукових досягнень і результатів. У рамках цієї системи запропонована підтримка різним організаціям світу в інтерактивному режимі. За її допомогою користувач має змогу розповсюдити свої наукові досягнення.

Незважаючи на складну економічну ситуацію, Україна підтримує високий науковий та науково-технічний рівень у галузі інформаційних та інформаційно-аналітичних технологій ситуаційного управління. Українськими вченими було сформовано науковий базис для створення вітчизняних інформаційних та інформаційно-аналітичних систем, зокрема, системи серії "Рада" для Верховної Ради України, системи підтримки виборчого процесу, ситуаційних центрів різного призначення, Центру оперативного реагування на кризові ситуації в Україні тощо.

Крім того, Україна має ще досить значний інтелектуальний потенціал, широкий спектр високих технологій, які є об'єктами інтелектуальної власності, що потребують негайного захисту. Вони є основною складовою вітчизняних конкурентних переваг на міжнародному ринку, надійною базою для реалізації визначеного стратегічного курсу на опанування інноваційного шляху розвитку національної економіки. Актуальність такого завдання полягає в об'єктивній необхідності реалізації моделі випереджаючого розвитку нашої економіки на засадах конкурентоспроможних високих технологій, які стають визначальним фактором для утвердження нашої країни як

високотехнологічної країни світу. Цій стратегічній меті має підпорядковуватися загальна політика подальшого соціально-економічного розвитку нашої держави.

Науково-дослідні та фундаментальні роботи у напрямі "Розробка наукових засад та створення інформаційно-аналітичних технологій підтримки державного управління" мають бути спрямовані на дослідження нових способів для його здійснення. Метою досліджень є розробка наукових засад і принципів створення багаторівневих систем підтримки прийняття рішень на основі семантичних моделей та проблемно-орієнтованих засобів інформаційних технологій.

Науково-дослідні роботи у цій сфері охоплюють такі напрями:

- Розробка для систем підтримки прийняття рішень (СППР) концептуальних моделей інформаційних технологій (ІТ).
- Дослідження різноманітних методів та мовних засобів моделювання інформаційних технологій та розробка рекомендацій щодо їх використання за напрямом дослідження.
- Розробка для СППР методологічних моделей інформаційних технологій.
- Розробка алгоритмів асиміляції даних у прогностичних моделях катастрофічних явищ для умов України.
- Дослідження методів візуалізації даних у системах підтримки прийняття рішень типу "Ситуаційний центр".
- Розробка для систем підтримки прийняття рішень рекомендацій щодо використання новітніх інформаційних технологій.

Перехід від індустріального шляху розвитку суспільства до інформаційного є однією з головних ознак для усіх розвинутих країн світу. Це пов'язано з тим, що інформаційні ресурси набули такого важливого значення, що від них багато в чому залежить рівень економічного стану суспільства і його безпека.

Якщо розглядати інформатизацію суспільства як безперервний процес інтелектуалізації і прискорення обробки інформаційних ресурсів на всіх рівнях інфраструктури суспільства, то стає зрозумілим, що вона оцінюється, по-перше, розвитком у даному суспільстві інформатики, науки, що вивчає структуру і загальні властивості інформації, по-друге, питаннями, пов'язаними зі збором, накопиченням, переробкою, перетворенням, розподіленням і використанням інформації в різних сферах людської діяльності. Як відомо, ці фактори, у свою чергу, оцінюються рівнем обчислювальної техніки та засобів телекомунікації, що використовуються у суспільстві.

Кінцевою метою використання інформаційних ресурсів на всіх рівнях інфраструктури суспільства, як правило, є прийняття рішення. Ця проблема постає особливо гостро у тих сферах діяльності, де задачі управління слабко структуровані і відсутня можливість їх повної формалізації. До цього класу систем можна віднести системи управління великими корпораціями, відомствами, державою.

Для вирішення питань автоматизації управління для систем такого класу була розроблена вперше в Україні технологія ситуаційного керування (Ситуаційні центри державного призначення). Зараз постає нагальна необхідність створення важливих складових мережі СЦ в Україні — державних автоматизованих систем управління, які мають забезпечити умови для підвищення ефективності використання інтелектуальних ресурсів нації, формування та розвитку інтелектуальної

власності, надання державою правовласникам гарантій щодо захисту їх прав, нарощування та підвищення якості сукупного наукового потенціалу як головного фактору інноваційного розвитку країни, підтримки прийняття рішень на державному рівні у цій сфері.

Основна ідея щодо розгортання досліджень у цьому напрямі полягає в поєднанні зусиль кількох колективів дослідників, які працюють у різних предметних галузях над розробкою методологічних аспектів створення систем підтримки прийняття рішень. У результаті виконання комплексних досліджень будуть розроблені принципи взаємодії систем прийняття рішень різного рівня та сформовано методологію побудови багаторівневих інтегрованих інформаційних систем підтримки прийняття рішень.

Зараз актуальним завданням є опрацювання напряму "Розробка для СППР концептуальних моделей ІТ" для створення науково-обґрунтованих засад розробки та впровадження прогресивних технологій прийняття рішень у складних системах (зокрема, державного управління, законотворчості, екологічних тощо), які адаптовані до сучасного стану, потреб та вимог України з урахуванням світової тенденції розвитку інформаційного суспільства.

На цьому етапі має бути опрацьовано завдання конструктивної розробки для СППР низки концептуальних моделей ІТ. Нагальними є проблеми прийняття рішень на рівні управління міністерствами, відомствами та державою в цілому. У цьому випадку ціна наслідків прийнятого рішення є досить високою, а самі задачі управління — слабо структуровані та слабо формалізовані. Тут вихідні дані про об'єкти управління є неоднозначними, неповними та суперечливими, а самі об'єкти багаторівневими та динамічними, що змінюються не тільки за об'єктивними, але й за суб'єктивними законами розвитку.

У ході досліджень планується вирішення теоретичних і практичних проблем щодо технології уніфікованого проектування та моделювання програмних систем СЦ. Буде розглянуто теоретичні основи та практичні аспекти застосування систем підтримки прийняття рішень у сфері державного управління на базі технології Rational Unified Process (RUP) та пов'язаних з нею універсальної мови моделювання UML (Unified Modeling Language) і CASE-технологій (Computer Aided Software Engineering) проектування разом із супутніми програмними продуктами. З'ясовано, що найбільш прийнятною концептуальною моделлю у цьому випадку є ітераційна модель.

Система підтримки прийняття рішень для складних соціальних систем на базі технології ситуаційних оцінок у рамках СЦ базується на проведенні моніторингу трансформаційних процесів соціальної системи, аналізу отриманої інформації та розробці вірогідних прогнозних сценаріїв розвитку.

Концептуальна модель інформаційно-аналітичної та прогнозної підтримки прийняття рішень у СЦ включає такі сім етапів: проектування дослідження, інформаційний, експертного опрацювання, аналітичний, моделювання та створення прогнозних оцінок і сценаріїв, генерування підсумкових документів та пропозицій, прийняття рішень.

Згідно із цією методологією перший етап складається з таких кроків:

1. Формування плану дослідницького завдання, опрацювання пошукових гіпотез, нагальних проблем із урахуванням інтересів і цілей користувача в рамках СЦ.
2. Встановлення й опис основних учасників подій та виявлення їхньої ієрархії.

3. Визначення основних пакетів проблем і можливих альтернатив при прийнятті рішень. Розробка макета прогнозних сценаріїв.

4. Визначення концепцій та вимог до інформаційної структури, яка включає в себе процеси актуалізації, формування та завантаження баз даних і баз знань.

5. Розробка плану проведення експертних робіт, економічного й політологічного аналізу поточного стану ситуації, збір статистичних даних тощо.

Інформаційний етап передбачає такі складові: збір і опрацювання отриманої інформації за допомогою сучасних інформаційних технологій; перевірка достовірності отриманих даних; ведення баз даних; формування багатофункціональних інформаційних середовищ; створення авторських програм і систем; формування розгалуженого середовища інформаційних ресурсних центрів.

Передбачається, що на протязі цього етапу та наприкінці його користувач має можливість одержувати головні результати роботи у вигляді матеріалів стандартної форми, яка використовується у світовій практиці при запровадженні стандартів сучасного менеджменту та підтримці організаційних процесів і спільної розгалуженої роботи в інформаційно-комунікаційних мережах.

На етапі експертного опрацювання проблемної області досліджень створюються проблемно-орієнтовні групи експертів, розробляється інструментарій дослідження, проводяться саме експертні дослідження та здійснюється узагальнення експертних оцінок. У рамках виконання таких робіт передбачено також застосування загальноприйнятих методик добору експертів і оцінки їхньої компетентності.

Аналітичний етап охоплює формування набору актуальної інформації для наступного аналізу; виміру подій, рівня сил і впливів основних учасників подій, виявлення найбільш гострих і актуальних проблем і конфліктів у заданому регіоні; генерацію матеріалу для політичного й економічного прогнозування (визначення найбільш імовірних шляхів розвитку ситуації в регіоні), а також оцінку рівнів прояву небажаних подій у сферах політичного, економічного та соціального життя в країні. Під час виконання аналітичного етапу до дослідження залучаються висококваліфіковані аналітичні групи, провідні фахівці, представники апарату управління, досвідчені політики. Цим досягаються комплексність, мультидисциплінарність при підготовці інформації для прийняття та ухвалення рішень.

Аналітична стадія роботи закінчується формуванням моделей, які дозволяють одержати ймовірні оцінки ступеня ризику під час розвитку ситуації та прийняття рішень відповідно до напрямів діяльності державних установ. Спочатку, якщо це необхідно, визначається ризик щодо окремих проблем, а потім дається узагальнена оцінка ризику. Такі ситуації, наприклад, виникають при проведенні так званих "Country studies", коли спочатку необхідно одержати ситуаційні оцінки внутрішньополітичного стану в країні, стану економіки, суспільної ситуації, зовнішньоекономічної діяльності (експорт, заборгованість по іноземних кредитах і позиках, проблеми інвестиційного процесу тощо), а після цього визначається узагальнена ситуаційна оцінка. Цей індикатор може враховуватися при прийнятті рішень щодо доцільності вкладення інвестицій у вибрану галузь.

Етап моделювання та створення прогнозних оцінок і сценаріїв дає можливість оцінити цілеспрямовані зміни ступеня ризику, з урахуванням яких здійснюється оцінка наслідків прийнятих

рішень. На цьому етапі в автоматичному й інтерактивному режимах генеруються вихідні дані та документи для інформаційної підтримки прийняття рішень, оцінюються різні варіанти зміни ситуації, її напруженості, рівень впливу різних учасників подій, будуються можливі коаліції учасників за інтересами, оцінюється баланс сил і інтересів, аналізується та моделюється з урахуванням можливих змін структура прийнятого рішення. На цьому етапі особливо актуальними є оцінки різних сценаріїв і шляхів нормалізації обстановки, комплексний аналіз впливу та взаємообумовленості економічних і політичних чинників, їх розвиток та прогнози оцінки.

Використання високоефективних технологій, стандартних процедур і бібліотек математичних, кібернетичних, аналітичних методів, сучасних комп'ютерних технологій і каналів телекомунікації та зв'язку відкриває нову можливість для напряму підвищення ефективності організаційної діяльності та прийняття рішень на рівні державного управління. Це дозволяє на високому рівні державного менеджменту використовувати алгоритми формування й аналізу структур підтримки прийняття рішень у сфері державного управління, а також при вирішенні питань нормалізації та стабілізації обстановки, досягнення стану сталого розвитку з урахуванням складного взаємозв'язку економічних і політичних чинників.

Етап генерування підсумкових документів та пропозицій включає регламентні процедури щодо підготування вихідних документів і проектів рішень для підтримки й прийняття політичних та економічних рішень; оцінку стабільності або критичності ситуації та визначення можливих шляхів її нормалізації; комплексну оцінку чинників напруженості; оцінку ступеня ризику взаємодії з основними учасниками подій, шляхів рішення найбільш актуальних проблем в інтересах нормалізації обстановки в країні чи конкретному регіоні. Основу концептуальних моделей ІТ складають програмно-технічні комплекси автоматизованих СППР, що у процесі формування рішень на останньому етапі забезпечують:

- координацію дій між множиною користувачів, які працюють як в індивідуальному, так і в колективному режимі;
- доступ усіх учасників процесу вироблення рішень до баз знань та даних, що стосуються даного об'єкта як безпосередньо, так і опосередковано, тобто через навколишнє середовище;
- інтеграцію та максимальне використання як загальних знань, які є в базі знань СЦ, так і індивідуальних знань кожного учасника;
- максимальне сприяння розумовій діяльності учасників, використання сучасних форм і методів надання інформації за допомогою засобів відображення індивідуального та колективного використання;
- розгляд у єдиному, дружньому інтерфейсі користувача різноманітних проблемних ситуацій, що належать до різних об'єктів управління;
- підвищення компетентності та рівня знань осіб, що приймають рішення, експертів, які залучаються до обговорення альтернативних варіантів рішень.

Існуючі системи підтримки прийняття рішень в основному використовують OLTP-технології (On-Line Transaction Processing), тобто технології вводу, обробки та реагування на повідомлення щодо події. Практика показала, що такі технології погано справляються з підтримкою аналітично-прогнозних процесів. Для цього більш придатні OLAP-технології (On-Line Analytical Processing), які



забезпечують взаємодію користувача з проблемою, а не з комп'ютером. Співіснування OLTP та OLAP-технологій у рамках одного й того ж операційного середовища викликає серйозні проблеми. Розв'язання їх можливе шляхом застосування технології сховищ даних. У рамках роботи планується дослідження методологічних та системотехнічних засад інтеграції OLTP та OLAP - технологій, принципів побудови сховищ даних, а також ефективних та ергономічних шляхів забезпечення й підтримки людино-машинних аналітичних процесів.

Таким чином, у ході виконання науково-дослідних робіт щодо створення інтелектуальних інформаційних технологій для систем підтримки прийняття рішень необхідно:

1) створити концептуальні засади розробки інтелектуальних інформаційних технологій, моделей та мовних засобів для систем підтримки прийняття рішень, визначити складові інформаційної, аналітичної та експертної систем СЦ;

2) опрацювати 7-рівневу концептуальну схему моделі інформаційно-аналітичної та прогнозної підтримки прийняття рішень у СЦ;

3) розробити концептуальні моделі ІТ для СППР;

4) сформулювати сучасну концептуальну методологію створення СЦ на базі проектування ІТ за допомогою CASE-технологій;

5) дослідити методологічні та системотехнічні засади інтеграції OLTP та OLAP-технологій, принципи побудови сховищ даних, а також шляхи забезпечення та підтримки людино-машинних аналітичних процесів у рамках СППР типу СЦ.

На сучасному рівні розвитку інформаційних технологій одним з найбільш дієвих засобів підвищення якості і наукової обґрунтованості управління реальними і функціонуючими системами (економічними, правовими, соціальними) є завдання формування моделей систем управління, функціонування яких базується на широкому застосуванні принципів інтеграції інформації, математичних методів і комплексному використанні сучасних засобів інформаційних технологій, зв'язку, обчислювальної, офісної та іншої техніки. Проектування, створення, впровадження інформаційного комплексу такого типу систем різних рівнів державного управління являє собою складний, трудомісткий і тривалий процес, який вимагає проведення цілеспрямованого комплексу науково-дослідних, проектних та експериментальних робіт тощо.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Глушков В.М. Кибернетика, вычислительная техника, информатика. — К.: Наукова думка, 1990. — 224 с.
2. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. - К.: Наукова думка, 2002. — 230 с.
3. Розробка системи моніторингу національних інтересів в економічній сфері / А.О.Морозов, В.Л.Косолапов, В.Є. Колосов та інш. // Науково-технічна інформація. – 2001. - № 1/2. - С. 16-20.
4. Проблеми застосування правових і математичних методів у галузі державного управління в юридичній сфері /А.О.Морозов , В.Л.Косолапов , В.І.Суперсон та інш. // Наука та наукознавство. – 2001.- №2. – С.31-43.
5. Соціально-економічні наслідки техногенних катастроф: експертне оцінювання /Морозов А.О., Саєнко Ю.І., Косолапов В.Л. та інш. –К: Стилос, 2001. – 260с.
6. Оцінка якості та ефективності соціально-економічного моніторингу у складних системах /А.О.Морозов, В.Л.Косолапов , В.І.Суперсон та інш. // Математичні машини і системи. – 2001. - № 1/2. - С.169-185.

## 2.8. Г.Є.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ

### ПРАГМАТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ РІВНЯ ІНТЕЛЕКТУ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМ

---

#### Вступ

Актуальність проблеми оцінки інтелектуальних властивостей систем штучного інтелекту визначається відсутністю на теперішній час сформованої загальної концепції таких систем і загальноновизнаних методів оцінки їх рівня.

В численних літературних джерелах, присвячених системам, що наділені штучним інтелектом, звичайно використовується термін "інтелектуальні системи". Проте очевидно, що такі системи відрізняються одна від одної (як і людина від людини) чимось, що можна вважати рівнем інтелекту, а системи, наділені тільки "елементами" штучного інтелекту, взагалі важко сприймати як "інтелектуальні" у повному розумінні. З цієї точки зору уявляється доцільним використання поряд з традиційним поняттям "інтелектуальні системи" і терміна "інтелектуалізовані системи" як такого, що потенційно має більш загальну область визначення. Хоча у відповідному словнику цей термін відсутній, окремі приклади його застосування існують ([1], [2] в інформаційних повідомленнях конференції "Інтелектуалізація обробки інформації IOI 2002" та ін.).

Перш ніж обґрунтувати та визначити зміст цього терміна та зв'язані з ним відповідні кількісні оцінки, відзначимо, що поряд із численними фундаментальними, близькими до суто філософських, підходами до оцінки рівня штучного інтелекту (наприклад, заснованому на аналізі співвідношення "креативність -автоматизм" [3] та ін. [4]), можливе і, на думку авторів, корисне застосування і більш поверхових прагматичних підходів, що мають на меті орієнтовну порівняльну оцінку інтелектуальних властивостей подібних систем між собою (або по відношенню до деякого "еталону"), а також виявлення "слабких ланцюжків" та перспективних напрямків підвищення інтелекту інтелектуалізованих систем. Іншими словами, мова йде про оцінки, подібні до оцінок природного інтелекту людини за допомогою, наприклад, відомих тестів Айзенка.

Наділення систем "потужним" штучним інтелектом потрібне, у першу чергу, для вирішення так званих неформалізованих задач, що характеризуються відомими ознаками та властивостями:

- вони не можуть бути сформульовані у числовому вигляді у термінах точно визначеної цільової функції;
- алгоритмічне рішення або не існує, або його не можна реалізувати завдяки великій розмірності та обмеженості ресурсів (час, пам'ять тощо);
- знання про проблемну область неповні, неоднозначні, протирічні.

Основою стратегій рішення таких задач здебільшого є методи спрямованого евристичного пошуку, для ефективної реалізації якого власне і потрібен штучний інтелект.

#### Рівень інтелекту інтелектуалізованих систем

Взявши до уваги останні зауваження та використовуючи давні пропозиції Мічі (Michie) щодо визначення штучного інтелекту [5], що вважалися найбільш операціональними [6], рівень

інтелектуальності системи можна оцінити на основі дещо модифікованого (відносно Мічі) комплексу базових тестових питань (показників):

- 1) у якій мірі система використовує модель навколишнього середовища (проблемної області) для формування планів власних дій;
- 2) у якій мірі при плануванні дій розглядаються альтернативні варіанти планів;
- 3) у якій мірі система може під час виконання плану реконструювати його, якщо подальше виконання призведе до небажаних наслідків;
- 4) у якій мірі система може використовувати накопичений досвід для розширення та корегування моделі проблемної області;
- 5) у якій мірі система може спілкуватися з користувачем на природній мові;
- 6) у якій мірі є прийнятною тривалість виконання сформованого плану вирішення задачі.

Якщо відповіді на всі базові питання у повній мірі позитивні, то система інтелектуальна (надалі будемо розуміти як "ідеалізовано інтелектуальна" ІІС) і може самостійно розв'язувати неформалізовані задачі і нештатні проблемні ситуації, які виникають у процесі функціонування. Якщо ж відповіді частково позитивні (або повністю позитивні лише для обмеженої частки проблемної області), то система є частково інтелектуальною, або інтелектуалізованою (надалі ІС).

Рівень інтелектуальності ІС визначається тим, наскільки:

- великою є відносна частка загальної проблемної області системи (підсистеми, агента тощо), яка для вирішення задач потребує інтелектуальних засобів, що повинні забезпечити якусь міру позитивності відповідей на тестові питання;
- повною є міра позитивності на тестові питання.

Відзначимо, що інтелектуальні системи, близькі до ІІС, створюються у теперішній час лише для вузьких проблемних областей. Зокрема, прикладами таких систем можна вважати розвинуті експертні системи, системи керування поведінкою роботів тощо. Управління великими багаторівневими організаційними об'єктами з широкою проблемною областю поки що можливе лише на основі ІС.

Інтелектуалізованими, як здається авторам, слід також вважати спеціалізовані проблемно-орієнтовані системи з елементами штучного інтелекту, рівень якого повинен визначатися з урахуванням додаткових специфічних тестових показників.

Простою формалізацією викладених якісних міркувань могло б бути визначення рівня інтелектуальності ІС кількісними показниками, що враховують такі характеристики:

$Z_i$  - відносна вага  $i$ -ої задачі області ІС

$$(Z_i = 0 \dots 1.0, \quad \sum_i z_i = 1.0, \quad i = 1, \dots, n);$$

$W_j^{(a)}$  - абсолютна вага  $j$ -го тестового питання для ІІС

$$(W_j^{(a)} = 0, \dots, 1.0, \quad \sum_i w_j^{(a)} = 1.0, \quad j = 1, \dots, k);$$

$W_{ij}$  - відносна вага  $j$ -ого тестового питання для задачі класу  $i$

$$(W_{ij} = 0 \dots 1.0, \sum_j w_{ij} = 1.0, j = 1, \dots, k);$$

$V_{ij}$  - значення  $j$ -го тестового показника для  $i$ -ої задачі

$$(V_{ij} = 0 \dots 1.0).$$

Значення коефіцієнта штучної інтелектуальності (AIQ) можна визначити як деяку нормовану функцію  $F$  від перелічених характеристик. Характер функції  $F$  має бути таким, що для вирішення повністю формалізованих задач з нульовими значеннями тестових показників ( $\sum_j v_{ij} = 0$ ) значення

$AIQ_i = 0$ , для вирішення неформалізованих або слабо формалізованих задач значення  $AIQ_i$  знаходяться в межах 0-1.0, загальний рівень інтелектуальності  $0 \leq AIQ \leq 1.0$ .

Відзначимо, якщо прийняти адекватну функцію  $F$  можна побудувати аналітичним шляхом, то значення показників  $z$ ,  $W_j^{(a)}$ ,  $w_{ij}$ ,  $v_{ij}$  можуть бути одержані переважно шляхом експертних або, в кращому разі, експертно-аналітичних оцінок. При цьому для зручності роботи з експертами оцінки можуть бути представлені в умовних балах (по деяких оціночних шкалах) з наступним нормуванням.

Перше наближення до достатньо прийнятого рішення полягає у використанні для орієнтовних оцінок простих лінійних функцій, за допомогою яких оцінюються два значення коефіцієнта інтелектуальності: відносний **RAIQ** та абсолютний **AAIQ**.

Показник **RAIQ** визначає рівень інтелектуальності системи по відношенню до потреб та можливостей деякого  $i$ -го класу задач:

$$RAIQ_i = \sum_{j=1}^k w_{ij} \cdot v_{ij}; \quad RAIQ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k z_i \cdot w_{ij} \cdot v_{ij}. \quad (1)$$

Показник **AAIQ** визначає рівень інтелектуальності ІС по відношенню до ІІС:

$$AAIQ_i = \sum_{j=1}^k w_j^{(a)} \cdot v_{ij}; \quad AAIQ = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k z_i \cdot w_j^{(a)} \cdot v_{ij}. \quad (2)$$

Відзначимо, що для одержання інтуїтивно більш адекватних оцінок в областях малих та великих значень **AIQ** можливе застосування і нелінійних функцій  $F$ .

Як простий схематичний приклад використання (1), (2) розглянемо гіпотетичну спеціалізовану систему, що вирішує задачі статистичного аналізу даних, та наділену елементами інтелекту. Для оцінки **RAIQ** додатково до 6-ти базових тестових показників введемо показник №7 - здатності таких систем здійснювати консультації користувача по вибору конкретних методів та інтерпретації результатів [7].

Припустимо, що показники оцінені гіпотетичними значеннями, наведеними нижче у таблиці.

Таблиця. Гіпотетичні значення показників

J	1	2	3	4	5	6	7
$w_j^{(a)}$	0,18	0,18	0,18	0,18	0,15	0,13	0
$W_{ij}$	0	0	0	0	0,1	0,3	0,5
$v_{ij}$	0	0	0	0	0	0,5	0,8

Результатом розрахунку по (1) та (2) є такі значення:

**RAIQ**= 0,55;    **AAIQ** = 0,065.

## Висновки

Таким чином, запропонований підхід може, на думку авторів, бути корисним для порівняльних оцінок конкретних ІС та їх класів на підставі розрахунку відповідних значень **RAIQ** та **AAIQ**. Зокрема, прикладення результатів оцінки **RAIQ** інтелектуалізованих систем могло б поряд з [7] доповнити відому методику NSTL (National Soft Testing Laboratory, USA) по тестуванню програмних продуктів.

Проте для практичного застосування розглянутого підходу необхідно, в першу чергу, визначитись з тим, які функції та можливості систем слід вважати інтелектуальними та побудувати відповідні шкали значень  $W_{ij}$ .

Потребують ґрунтовних оцінок і базові значення  $W_j(a)$ .

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубина Д.А., Ямпольский Л.С. Использование интеллектуализованных компонент в иерархических моделях сложных систем // Адаптивні системи автоматичного управління. -1999. - № 2. - С. 88 - 95.
2. Айвазян С.А. Интеллектуализированные инструментальные системы в статистике и их роль в построении проблемно-ориентированных систем поддержки принятия решений // Обзорные проблемы прикладной математики. - 1997. - Т. 4. - № 2.-С. 47-58.
3. Суворов В.В. К оцениванию интеллекта систем ИИ // Труды Международной конференции «Интеллектуальное управление: новые интеллектуальные технологии в задачах управления» (ICIT). - Переяславль-Залесский: - 1999. - 6-9 декабря. - С. 36-42.
4. Искусственный интеллект. - М.: Радио и связь, 1990. – 464 с.
5. Michie D., Sibert E.E. Formation and Execution of Plans by Machine // Artificial Intelligence and Heuristic Programming, Findler N.V. and Meltzer B. (eds), Edinburgh University Press. - P.101-124 (Интеллектуальные роботы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. - Вып. 2. - С. 378 -405).
6. Попов З.В., Фирдман Г.Р. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. - М.: Наука, 1976. -С.455.
7. Айвазян С.А., Степанов В.С. Инструменты статистического анализа данных // Мир ПК. – 1997. - №8. –С.76 - 88.

**2.9. Г.Є.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ, С.Я.МАЙСТРЕНКО, В.І.ХОДАК****АЛГОРИТМИ І МОДЕЛІ АВТОМАТИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА КОРЕКЦІЇ ТИПОВИХ ПОМИЛОК КОРИСТУВАЧА НА ОСНОВІ ПРИРОДНОЇ НАДМІРНОСТІ****1. Вступ**

Одним із загальних напрямків підвищення якості інформаційної бази систем є забезпечення погодженості значень її елементів на всіх етапах життєвого циклу, починаючи з вводу даних. В рамках цього напрямку істотну роль відіграє автоматична ідентифікація і коректування (АІК) типових помилок користувача при вводі інформації (2-й рівень системи контролю погодженості інформації, запропонованої в [1]).

Огляд методів протиперешкодного кодування для захисту інформації від помилок оператора вводу - методів, заснованих на „цілеспрямованій” надмірності, що спеціально вводиться в інформацію, наведено в [2]. Розглянуті в [2] методи потребують попереднього спеціального кодування, порівняно високої додаткової надмірності і не кращим чином пристосовані до більшості специфічних помилок людини, зокрема, до транспозицій, пропусків, доповнень символів (частковим виключенням можна вважати метод Сетхі [3]). Це пояснюється значною мірою тим, що відзначені методи більшою частиною призначені для автокорекції помилок в електронних пристроях та телекомунікаційних каналах зв'язку (і саме в цьому призначенні вони широко і успішно використовуються).

В [4] і [5] розглянуті два часткових варіанти методу АІК помилок користувача на основі так званої „природної” надмірності, що у даному випадку описується словником дозволених слів. Цей метод, не дивлячись на свою явну концептуальну простоту, уявляється цілком перспективним для ідентифікації і корекції специфічних помилок користувача. Потенціальна перспективність методу обумовлена:

- нульовою додатковою інформаційною надмірністю;
- відсутністю необхідності у попередньому розрахунку кодів;
- можливістю ідентифікації і корекції всіх основних видів специфічних помилок людини.

Мета даної роботи полягає в істотному доповненні і узагальненні часткових результатів [4] і [5] у напрямку порівняльного аналізу всіх можливих стратегій (алгоритмів) вибору слова словника, що є „найближчим” до спотвореного, а також розширенні набору помилок, що коригуються, у деякому сенсі, до повного.

**2. Загальні положення****2.1. Вирішуючі правила АІК за словником**

Загальна сутність методу АІК, що розглядається, полягає у варіюванні „зворотних” спотворень помилкового слова передбачуваними помилками, пошуку відповідних найближчих слів у словнику, прийнятті рішення відносно помилки, що відбулася, та у виборі слова для корекції. Уточнимо для даного методу поняття „найближче” слово та пов'язане з ним поняття „відстань”, що загалом є основою введення метрики у просторі помилок.

Як відомо, метрика являє собою правило визначення відстані  $d(AB)$  між точками простору  $A$  і  $B$  з координатами (признаками) відповідно  $a_1 \dots a_n$  та  $b_1 \dots b_n$ , що задовольняють відомим аксіомам. З багатьох різних відомих метрик для рішення традиційних задач автокорекції найбільше значення має метрика з відстанню Хеммінга, яка визначає сумарну кількість розрядів (символів), що не збігаються. Зокрема, для двійкових признаков

$$d_2^x(AB) = \sum_i a_i \oplus b_i,$$

де  $\oplus$  означає додавання по модулю 2.

Для довільних  $q$ -ічних слів ця відстань може бути записана в узагальненому вигляді:

$$d_q^x(AB) = \sum_i \frac{|a_i - b_i|}{|b_i - a_i|},$$

$$\text{де } \frac{0}{0} = 0.$$

Як відомо, практичний сенс ефективного вибору міри відстані для контролю-корекції помилок полягає в тому, щоб помилки, які найчастіше зустрічаються, приводили до переходів  $A \rightarrow B$  з меншою відстанню, ніж більш рідкі помилки. Це унеможливорює появу різних за типом помилок з однаковою відстанню та забезпечує упевнену корекцію з мінімальними хибними "виправленнями" (а вони принципово можливі практично для будь-яких методів автокорекції). У зв'язку з цим відстань типа Хеммінговської доцільно використовувати для пошуку найближчого слова, коли кратність помилок зворотно залежить від імовірності їх появи, та різниця в значеннях імовірності помилок різної кратності суттєво велика. Саме ці умови мають місце для статистики випадкових помилок у каналах зв'язку.

У нашому ж випадку для специфічних помилок людини (транскрипцій, транспозицій, доповнень, випадінь тощо) згадані закономірності відсутні. Так, помилки типу пропусків і доповнень символів мають кратність від „1” до „n” в залежності від позиції хибного символу, а імовірність появи такої помилки близька до імовірності появи транспозиції (подвійна помилка) і не на багато менше імовірності одиночної транскрипції [6]. З цієї причини для вирішуючого правила відносно найближчого слова в методі АК, що розглядається, класичне поняття „відстань” неприйнятне і практично може використовуватися лише одне „крайне” значення  $d_q^x(AB) = 0$ , тобто повний збіг двох слів.

## 2.2. Основні поняття та визначення

Прийmemo такі позначення, визначення та припущення:

$A_x, A_y, B_x$  - відповідно правильне слово вхідного повідомлення, спотворене слово  $A$ , в якому викрита помилка, і деяке з еталонних слів словника, для якого  $d_q^x(A_x B_x) = 0$ . Будемо вважати, що значення  $N$  слів словника в алфавіті  $q$  довжиною  $n_x$  символів випадково-рівномірно

розподілені в інтервалі  $0 \div q^{n_{\max}}$ . Це припущення дозволяє при оцінці імовірності збігу довільного слова із словником слова змінної довжини  $n_x$  інтерпретувати як слова постійної довжини, у яких відкинуті старі незначущі символи (зокрема, для цифрових значень - нулі), доформовуються до максимальної довжини  $n_{\max} = n$ ;

$w_k$  - ранг помилки класу  $E_k$ , що відповідає імовірності появи помилки. Значення імовірностей [6] та рангів для основних класів помилок користувача наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Класи помилок

Клас помилки	Характер помилки	Кратність	Імовірність	Ранг $w_k$
$E_1$	Однократна транскрипція	1	$P_1 = 0,5557$	1
$E_2$	Транспозиція	2	$P_2 = 0,0664$	4
$E_3$	Вставка символу	1...n	$P_3 = 0,1567$	2
$E_4$	Пропуск символу	1...n	$P_4 = 0,1204$	3
$E_5$	Двократна транскрипція	2	$P_5 = 0,0322$	5
$E_6$	Багатократна транскрипція	3...n	$P_6 = 0,0686$	6

Варіація  $\tilde{A}^k$  - деяка зміна слова  $A$  в межах  $k$ -го класу помилок. Наприклад, в класі  $E_1$  варіаціями слова 5731 є слова 0731, 1731, ..., 5031, 5131 ... і т.д. Кількість варіацій  $V_k^y$  слова  $A_y$  з довжиною  $n_y$  символів визначається, як легко показати, таким чином:

$$\begin{aligned} V_1^y &= (q-1)n_y; & V_4^y &= q(n_y+1); \\ V_2^y &= n_y-1; & V_5^y &= (q-1)^2 C_{n_y}^2 - n_y + 1; \\ V_3^y &= qn_y; & V_6^y &= \sum_{t=3}^{n_y} (q-1)^t C_{n_y}^t. \end{aligned}$$

Для довільного слова з довжиною в діапазоні  $n_{\min} \div n$ , кількість варіацій  $V_k$  визначимо як  $V_k = V_k^y$  при умові  $n_y = \text{ent}[n_{\text{cp}}]$ , де  $\text{ent}[\cdot]$  означає ціле, найближче до середнього значення  $n_{\text{cp}}$ .

Ансамбль  $K(k_j)$  – сукупність класів помилок, що коригуються і для яких генеруються варіації  $\tilde{A}^k$ .

Значність помилок  $Z$  – кількість слів словника, для яких виконується  $d_q^x(\tilde{A}^k B_x) = 0$ .

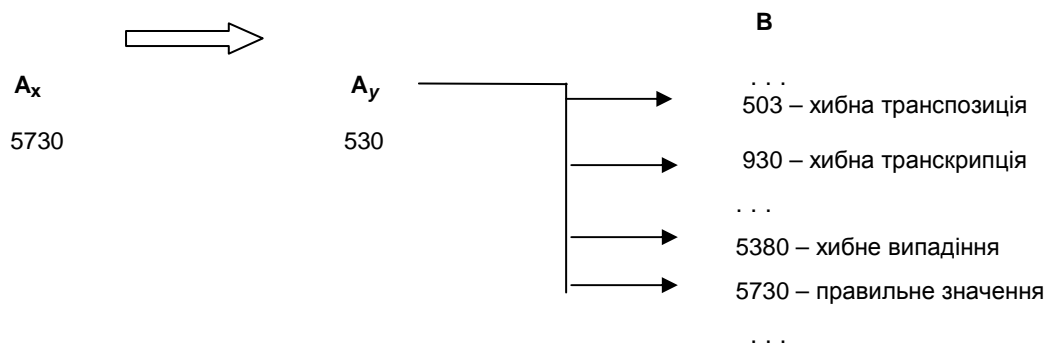
Справедливі такі твердження.

Твердження 1. Для будь-якої помилки  $A_x \rightarrow A_y$ , що належить ансамблю  $K(k_j)$ , значність  $z > 0$ . Це означає, що для такої помилки існує по меншій мірі одне слово  $B_x$ , для якого  $d_q^x(A^k B_x) = 0$ . Для помилки, що не належить  $K(k_j)$ , цього може і не бути. Твердження цілком



очевидне: якщо відбувся помилковий перехід  $A_x \rightarrow A_y$  з класу  $k$ , для якого генерується  $\tilde{A}^k$ , то одне із зворотних спотворень  $A_y$  обов'язково збігається з істинним  $A_x$ , що, природно, має бути в словнику.

Твердження 2. Для будь-якої помилки  $A_x \rightarrow A_y$  можливі значення  $z > 1$  і, відповідно, хибна ідентифікація. Твердження легко доводиться від супротивного шляхом побудови контрприкладів для кожної пари класів помилок: істинної та хибної. Як ілюстрацію наведено такий контрприклад для  $k = (1,2,3)$ .



### 3. Алгоритми, моделі і оцінки характеристик процесу АІК

Загальний алгоритм ідентифікації – корекції помилки, що була виявлена на етапі контролю, полягає в послідовній генерації варіацій  $\tilde{A}^k$  ансамблю  $K(k_j)$  у порядку збільшення рангу помилок, перевірки виконання для кожної з них умови  $d_q^x(A^k B_x) = 0$  для кожного із слів словника  $i$ , у випадку позитивного результату, прийняття відповідного рішення щодо подальших дій. Конкретні алгоритми визначаються саме цими рішеннями, проте незалежно від них у кінцевому підсумку ми маємо один із наступних загальних результатів – подій:

$R_{AK}$ ,  $R_{PAK}$  - помилка правильно ідентифікована і автоматично (імовірність  $P_{AK}$ ) або напівавтоматично (імовірність  $P_{PAK}$ ) виправлена;

$R_{PK}$  - ідентифікувати помилку не вдається і вона виправляється „вручну” (імовірність  $P_{PK}$ );

$R_{HK}$  - помилка ідентифікована невірно і виправлена хибно (імовірність  $P_{HK}$ ).

Повна група всіляких подій включає ще випадок, коли на етапі контролю слова  $A_x$  по словнику, що передуює етапу ідентифікації - корекції, помилка не виявляється (імовірність  $P_{HB}$ ).

Розглянемо рішення, що можуть прийматися при збігу чергової варіації з деяким словом словника.

#### 3.1. Алгоритм 1

При першому ж збігу однієї з  $V = \sum_k V_k$  варіацій  $\tilde{A}^k$  із словом  $B_x$  процес генерації і порівнянь припиняється, здійснюється автоматичне виправлення слова  $A_y$  по слову  $B_x$ . Граф зв'язку варіантів часткових подій з загальними результатами наведено на рис.1.

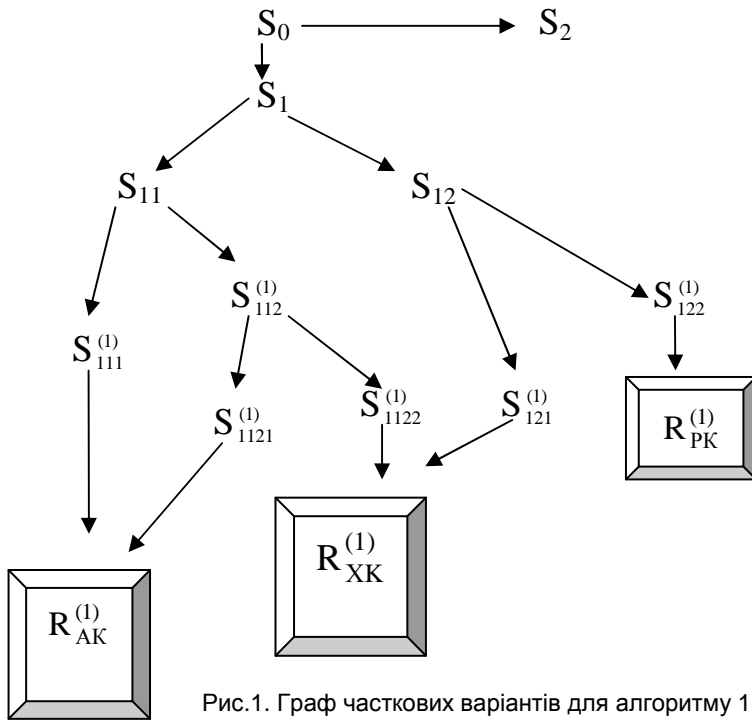


Рис.1. Граф часткових варіантів для алгоритму 1

Прийняті такі позначення подій:

$S_0$  - помилка відбулася;

$S_1$  - помилка виявлена;

$S_2 = \bar{S}_1$  - помилка не виявлена;

$S_{11}$  - помилка належить ансамблю  $K(k_j)$ ;

$S_{12} = \bar{S}_{11}$  - помилка не належить ансамблю  $K(k_j)$ ;

$S_{111}^{(1)}$  - помилка однозначна ( $z = 1$ );

$S_{112}^{(1)} = \bar{S}_{111}^{(1)}$  - помилка

багатозначна ( $z > 1$ );

$S_{122}^{(1)}$  - для помилки, що не

належить ансамблю  $K(k_j)$ , не відбулося жодного випадкового збігу варіацій із словом словника ( $z = 0$ );

$S_{121}^{(1)} = \bar{S}_{122}^{(1)}$  - для помилки, що не належить ансамблю  $K(k_j)$ , значність  $z \geq 1$ ;

$S_{1121}^{(1)}$  - фактичній багатозначній помилці відповідає перше з  $g$  додаткових випадкових збігів ( $g = z - 1$ );

$S_{1122}^{(1)} = \bar{S}_{1121}^{(1)}$ .

З урахуванням наведених означень і вигляду графу рис.1 можна записати такі логічні вирази:

$$R_{AK}^{(1)} = (S_1 \wedge S_{11} \wedge S_{111}^{(1)}) \vee (S_1 \wedge S_{11} \wedge \bar{S}_{111}^{(1)} \wedge S_{1121}^{(1)}) = [S_1 \wedge S_{11}] \wedge [S_{111}^{(1)} \vee (\bar{S}_{111}^{(1)} \wedge S_{1121}^{(1)})];$$

$$R_{PK}^{(1)} = S_1 \wedge \bar{S}_{11} \wedge S_{122}^{(1)};$$

$$R_{XK}^{(1)} = S_1 \wedge [(\bar{S}_{11} \wedge \bar{S}_{122}^{(1)}) \vee (S_{11} \wedge \bar{S}_{111}^{(1)} \wedge \bar{S}_{1121}^{(1)})].$$

Вважаючи чисто випадковим характер процесу збігу варіацій із словами словника і враховуючи у зв'язку з цим, що імовірність  $P(g, r, V)$  в точності  $g$  випадкових збігів  $V$  варіацій визначається відомою формулою біноміального розподілу:

$$P(g, r, V) = C_V^g r^g (1-r)^{V-g}, \text{ де } r - \text{імовірність збігу довільної варіації,}$$

для значень  $P_{AK}^{(1)}, P_{PK}^{(1)}, P_{XK}^{(1)}$ , можемо записати такі остаточні вирази:

$$P_{AK} = \left[ (1-r) \cdot \sum_j P_j \right] \cdot \left\{ (1-r)^{V-1} + [1 - (1-r)^{V-1}] \cdot \frac{\sum_{g=1}^{V-1} \frac{1}{g+1} P(g, r, V-1)}{\sum_{g=1}^{V-1} P(g, r, V-1)} \right\}, \quad (1)$$

$$P_{PK} = (1-r) \cdot \left( 1 - \sum_j P_j \right) (1-r)^V, \quad (2)$$

$$P_{PK} = (1-r) \cdot \left\{ \left( 1 - \sum_j P_j \right) [1 - (1-r)^V] + \sum_j P_j [1 - (1-r)^{V-1}] \cdot \left[ 1 - \frac{\sum_{g=1}^{V-1} \frac{1}{g+1} P(g, r, V-1)}{\sum_{g=1}^{V-1} P(g, r, V-1)} \right] \right\}, \quad (3)$$

де  $\sum_j P_j$  - сумарна імовірність появи помилок ансамблю  $K(k_j)$ .

При одержанні останніх рівнянь враховано, що, якщо помилка належить до ансамблю  $K(k_j)$ , то, у відповідності з Твердженням 1, одна з  $V$  варіацій цілком визначено збігається із словником. При цьому ще  $g$  варіацій ( $g=1, \dots, V-1$ ) можуть дати хибні збіги. Якщо помилка не належить до ансамблю  $K(k_j)$ , то, у відповідності з Твердженням 2, можливі  $1, \dots, V$  випадкових хибних збігів.

З урахуванням припущення п.2.2 відносно рівномірного розподілу  $N$  слів словника в інтервалі  $0 \div q^n$  величина  $r$  дорівнює  $r = \frac{N}{q^n}$ .

В табл. 2 наведено розрахункові значення  $P_{AK}, P_{PK}, P_{PK}$  для ансамблів  $K_1(k_j) = (1,4)$ ,  $K_2(k_j) = (1,2,3,4)$ ,  $K_3(k_j) = (1,2,3,4,5)$ . Значення розраховано для  $q = 10$ ,  $n_{cp} = 6$ ; при цьому  $V(1,4) = V_1 + V_4 = 59$ ,  $V(1,2,3,4) = 135$ ,  $V(1,2,3,4,5) = 1345$ . Відповідно  $P_{\Sigma} = 0,6221$ ,  $0,8992$  та  $0,9314$ .

Таблиця 2. Результати розрахунків для алгоритму 1

$K(k_j)$	$r$	$P_{AK}$	$P_{PK}$	$P_{PK}$	$\delta$	$\frac{P_{PK}}{r}$
$K_1$	$10^{-2}$	$4,6694 \cdot 10^{-1}$	$2,0677 \cdot 10^{-1}$	$3,1629 \cdot 10^{-1}$	$3,6228 \cdot 10^{+1}$	$3,1629 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-3}$	$6,0379 \cdot 10^{-1}$	$3,5588 \cdot 10^{-1}$	$3,9325 \cdot 10^{-2}$	$4,7942 \cdot 10^{+0}$	$3,9325 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-4}$	$6,2024 \cdot 10^{-1}$	$3,7564 \cdot 10^{-1}$	$4,0234 \cdot 10^{-3}$	$8,2932 \cdot 10^{-1}$	$4,0234 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-5}$	$6,2191 \cdot 10^{-1}$	$3,7767 \cdot 10^{-1}$	$4,0327 \cdot 10^{-4}$	$4,2314 \cdot 10^{-1}$	$4,0327 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-6}$	$6,2208 \cdot 10^{-1}$	$3,7788 \cdot 10^{-1}$	$4,0336 \cdot 10^{-5}$	$3,8243 \cdot 10^{-1}$	$4,0336 \cdot 10^{+1}$
$K_2$	$10^{-2}$	$3,8680 \cdot 10^{-1}$	$1,3505 \cdot 10^{-2}$	$5,8969 \cdot 10^{-1}$	$6,7167 \cdot 10^{+1}$	$5,8969 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-3}$	$8,1493 \cdot 10^{-1}$	$8,2520 \cdot 10^{-2}$	$1,0155 \cdot 10^{-1}$	$1,1542 \cdot 10^{+1}$	$1,0155 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-4}$	$8,9027 \cdot 10^{-1}$	$9,8804 \cdot 10^{-2}$	$1,0829 \cdot 10^{-2}$	$1,3198 \cdot 10^{+0}$	$1,0829 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-5}$	$8,9830 \cdot 10^{-1}$	$1,0060 \cdot 10^{-1}$	$1,0900 \cdot 10^{-3}$	$2,2349 \cdot 10^{-1}$	$1,0900 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-6}$	$8,9911 \cdot 10^{-1}$	$1,0078 \cdot 10^{-1}$	$1,0907 \cdot 10^{-4}$	$1,1308 \cdot 10^{-1}$	$1,0907 \cdot 10^{+2}$
$K_3$	$10^{-2}$	$5,4919 \cdot 10^{-2}$	$3,1875 \cdot 10^{-9}$	$9,3508 \cdot 10^{-1}$	$1,0649 \cdot 10^{+2}$	$9,3508 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-3}$	$4,5088 \cdot 10^{-1}$	$1,2775 \cdot 10^{-2}$	$5,3535 \cdot 10^{-1}$	$6,0428 \cdot 10^{+1}$	$5,3535 \cdot 10^{+2}$

$K(k_j)$	$r$	$P_{AK}$	$P_{PK}$	$P_{XK}$	$\delta$	$\frac{P_{XK}}{r}$
	$10^{-4}$	$8,5736 \cdot 10^{-1}$	$5,7991 \cdot 10^{-2}$	$8,4548 \cdot 10^{-2}$	$9,5909 \cdot 10^{+0}$	$8,4548 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-5}$	$9,2362 \cdot 10^{-1}$	$6,7457 \cdot 10^{-2}$	$8,9130 \cdot 10^{-3}$	$1,0723 \cdot 10^{+0}$	$8,9130 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-6}$	$9,3062 \cdot 10^{-1}$	$6,8485 \cdot 10^{-2}$	$8,9609 \cdot 10^{-4}$	$1,6951 \cdot 10^{-1}$	$8,9609 \cdot 10^{+2}$

Оцінюючи характеристики алгоритмів (того, що розглядається, і наступних) додатково приймемо до уваги, що окрім імовірності хибної корекції  $P_{XK}$ , притаманної власне алгоритму, існує також імовірність хибного виправлення користувачем помилки і при „ручній” корекції. Позначимо відносну кількість хибних ручних корекцій через  $\pi_{XPK}$ . Для  $K_1(k_j) = 1,4$  при  $r = 10^{-5}$  відносна кількість помилок, що правильно автоматично виправляється, складає, як видно з табл.2,  $P_{AK} = 0,6220$ . Відповідна кількість помилок, що виправлялися б вручну без АК, дали б внесок у загальну кількість невиправлених помилок, який дорівнює  $\pi_{XPK} \cdot 0,6220$ . Якщо припустити, що при ручному коректуванні виправляється 1 символ і імовірність викривити цей символ дорівнює статистичній імовірності викривлення символу при вводі інформації  $\pi_c = 8,87 \cdot 10^{-3}$  [6], то при відмові від застосування АК додаткова імовірність проникнення помилок через „бар’єр” контролю склала б  $8,87 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6220 = 55 \cdot 10^{-4}$ . В той же час імовірність хибної корекції, що супроводить згадане значення  $P_{AK}$ , дорівнює всього  $4 \cdot 10^{-4}$ , тобто на порядок менше.

Узагальнюючи ці міркування, введемо до розгляду такий показник:

$$\delta = \frac{P_{XK} + \pi_{XPK} \cdot P_{PK}}{\pi_{XPK} \cdot (1 - r)} \quad (4)$$

Чисельник відношення (4) являє собою апостеріорну імовірність проникнення помилки через систему АК, а знаменник - імовірність такої ж події при звичайному контролі і ручній корекції. Значення  $r_0$ , що відповідає рівності  $\delta = 1$ , назовемо точкою рівноваги. З наведених міркувань можна зробити висновок, що для  $r < r_0$  і відповідно  $\delta < 1$  застосування методу АК не тільки зменшує трудомісткість вводу, а й підвищує підсумкову достовірність.

В табл. 2 наведено значення  $\delta$ , отримані в припущенні  $\pi_{XPK} = 8,87 \cdot 10^{-3}$ . Значення точки рівноваги для ансамблів  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ , одержані сумісним чисельним рішенням (2) - (4), складають відповідно  $1,36 \cdot 10^{-4}$ ;  $7,4 \cdot 10^{-5}$ ;  $9,25 \cdot 10^{-6}$ .

З формул (1), (2), (3), що проілюстровані даними табл.2, видно, що всі залежності  $P(r)$  монотонні, причому для  $r \rightarrow 0$   $P_{AK} \rightarrow P_{\Sigma}$ ,  $P_{PR} \rightarrow (1 - P_{\Sigma})$ ,  $P_{HB} \rightarrow 0$ .

Величина  $P_{XK}$  також  $\rightarrow 0$ , але повільніше, ніж  $P_{HB}$ . Так,  $\lim_{r \rightarrow 0} \frac{P_{XK}}{r}$  для ансамблю

$K_1 \approx 40,5$ , для ансамблю  $K_2 \approx 109$ , для ансамблю  $K_3 \approx 8,96 \cdot 10^2$ . Аналізуючи сукупність часткових подій  $S$  для розглянутого алгоритму, можна відзначити, що сумарна частка помилок, що хибно коригуються, містить дві складові:

- частина помилок, що не коригуються і не належать ансамблю  $K_1(k_j)$  і які дають випадкові збіги варіацій із словником;

- частина помилок ансамблю  $K_1(k_j)$  при наявності власної багатозначності ( $z > 1$ ), що приводить до хибних збігів по визначенню.

Позбутися від першої складової принципово неможливо. Зменшення ж частки помилок, що не коригуються (перехід до ансамблів  $K_2$  і  $K_3$ ), дає у підсумку, як видно з табл.2, всупереч можливим очікуванням, зворотний результат за рахунок ще більшого підвищення другої складової.

На повне виключення другої складової спрямований наступний алгоритм (для часткового випадку  $K_1(k_j) = K_1$  і  $n_x = \text{const}$ , розглянутий в [4], на жаль, з деякими допущеними неточностями).

### 3.2 Алгоритм 2

Процес генерації варіацій ансамблю  $K_1(k_j)$  та сканування словника не зупиняється при першому ж збігу, а продовжується до встановлення факту наявності або ж відсутності однозначності. У випадку  $z = 1$  здійснюється автоматична корекція слова **A** по відповідній варіації, якщо  $z = 0$  або  $z > 1$ , то автоматична корекція не виконується і спотворене слово виправляється вручну.

Граф варіантів часткових подій подано на рис.2.

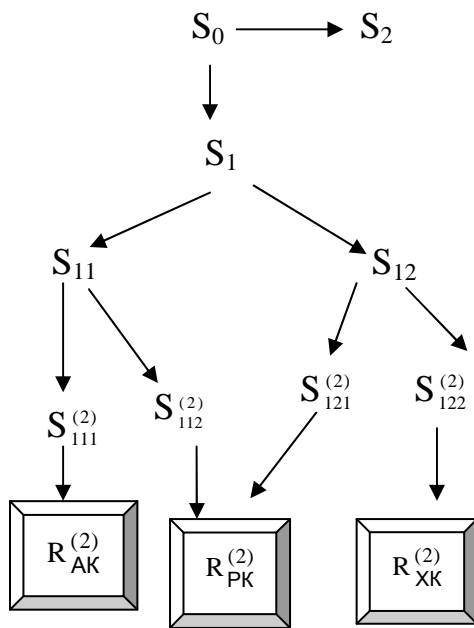


Рис.2. Граф часткових варіантів для алгоритму 2

У доповнення до загальних для всіх алгоритмів позначень подій  $S_1 S_2 = \overline{\overline{S}}_1, S_{11}, S_{12} = \overline{\overline{S}}_{11}$  прийняті такі позначення:

$S_{111}^{(2)}$  - помилка з ансамблю  $K_1(k_j)$  однозначна;

$S_{112}^{(2)} = \overline{\overline{S}}_{111}^{(2)}$  ;

$\overline{\overline{S}}_{122}^{(2)}$  - помилка, що не належить ансамблю  $K(k_j)$ , однозначна;

$S_{121}^{(2)} = \overline{\overline{S}}_{122}^{(2)}$  .

Як впливає з рис.2,

$R_{AK}^{(2)} = S_1 \wedge S_{11} \wedge S_{111}^{(2)}$  ;

$R_{PK}^{(2)} = S_1 \wedge [(S_{11} \wedge \overline{\overline{S}}_{111}^{(2)}) \vee (\overline{\overline{S}}_{11} \wedge \overline{\overline{S}}_{122}^{(2)})]$  ;

$R_{XK}^{(2)} = S_1 \wedge \overline{\overline{S}}_{11} \wedge \overline{\overline{S}}_{122}^{(2)}$  .

Звідси, з урахуванням колишніх припущень,

$$P_{AK}^{(2)} = (1-r) \cdot P_{\Sigma} \cdot (1-r)^{V-1}; \tag{5}$$

$$P_{PK}^{(2)} = (1-r) \cdot \left\{ P_{\Sigma} \left[ 1 - (1-r)^{V-1} + (1-P_{\Sigma}) \cdot \left[ 1 - V r (1-r)^V \right] \right] \right\}; \tag{6}$$

$$P_{\text{ХК}}^{(2)} = (1-r)(1-P_{\Sigma}) \cdot V_r(1-r)^V. \quad (7)$$

Таблиця 3 Результати розрахунків для алгоритму 2

$K(k_j)$	$r$	$P_{\text{АК}}$	$P_{\text{РК}}$	$P_{\text{ХК}}$	$\delta$	$P_{\text{ХК}}/r$
$K_1$	$10^{-2}$	$3,4382 \cdot 10^{-1}$	$5,2418 \cdot 10^{-1}$	$1,2199 \cdot 10^{-1}$	$1,4422 \cdot 10^{+1}$	$1,2199 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-3}$	$5,8644 \cdot 10^{-1}$	$3,9156 \cdot 10^{-1}$	$2,0997 \cdot 10^{-2}$	$2,7615 \cdot 10^{+0}$	$2,0997 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-4}$	$6,1844 \cdot 10^{-1}$	$3,7924 \cdot 10^{-1}$	$2,2163 \cdot 10^{-3}$	$6,2917 \cdot 10^{-1}$	$2,2163 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-5}$	$6,2173 \cdot 10^{-1}$	$3,7803 \cdot 10^{-1}$	$2,2283 \cdot 10^{-4}$	$4,0316 \cdot 10^{-1}$	$2,2283 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-6}$	$6,2206 \cdot 10^{-1}$	$3,7791 \cdot 10^{-1}$	$2,2295 \cdot 10^{-5}$	$3,8043 \cdot 10^{-1}$	$2,2295 \cdot 10^{+1}$
$K_2$	$10^{-2}$	$1,2169 \cdot 10^{-1}$	$8,4143 \cdot 10^{-1}$	$2,6875 \cdot 10^{-2}$	$3,9104 \cdot 10^{+0}$	$2,6875 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-3}$	$7,3687 \cdot 10^{-1}$	$2,4571 \cdot 10^{-1}$	$1,6421 \cdot 10^{-2}$	$2,0992 \cdot 10^{+0}$	$1,6421 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-4}$	$8,8148 \cdot 10^{-1}$	$1,1645 \cdot 10^{-1}$	$1,9662 \cdot 10^{-3}$	$3,3815 \cdot 10^{-1}$	$1,9662 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-5}$	$8,9741 \cdot 10^{-1}$	$1,0238 \cdot 10^{-1}$	$2,0019 \cdot 10^{-4}$	$1,2495 \cdot 10^{-1}$	$2,0019 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-6}$	$8,9902 \cdot 10^{-1}$	$1,0096 \cdot 10^{-1}$	$2,0055 \cdot 10^{-5}$	$1,0322 \cdot 10^{-1}$	$2,0055 \cdot 10^{+1}$
$K_3$	$10^{-2}$	$4,3715 \cdot 10^{-8}$	$9,9000 \cdot 10^{-1}$	$5,3518 \cdot 10^{-8}$	$1,0000 \cdot 10^{+0}$	$5,3518 \cdot 10^{-6}$
	$10^{-3}$	$1,7362 \cdot 10^{-1}$	$8,0394 \cdot 10^{-1}$	$2,1448 \cdot 10^{-2}$	$3,2252 \cdot 10^{+0}$	$2,1448 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-4}$	$7,8743 \cdot 10^{-1}$	$2,0273 \cdot 10^{-1}$	$9,7367 \cdot 10^{-3}$	$1,3006 \cdot 10^{+0}$	$9,7367 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-5}$	$9,1589 \cdot 10^{-1}$	$8,2965 \cdot 10^{-2}$	$1,1326 \cdot 10^{-3}$	$2,1066 \cdot 10^{-1}$	$1,1326 \cdot 10^{+2}$
	$10^{-6}$	$9,2984 \cdot 10^{-1}$	$7,0047 \cdot 10^{-2}$	$1,1499 \cdot 10^{-4}$	$8,3010 \cdot 10^{-2}$	$1,1499 \cdot 10^{+2}$

Як можна бачити з даних табл.3, що відбиває результати розрахунків для умов, визначених в п.3.1, значення  $R_{\text{ХК}}^{(2)}$  менше, а  $R_{\text{АК}}^{(2)}$  більше, ніж відповідні значення табл.2 (як і потрібно було чекати). Зокрема, для  $r \rightarrow 0$  відношення  $\frac{P_{\text{ХК}}}{r} \rightarrow 22,3$  для  $K_1$ ,  $\rightarrow 20$  для  $K_2$  та  $\rightarrow 114$  для  $K_3$  (має місце деякий оптимум, що, втім, не має суттєвого значення). В загальному випадку

$$\lim_{r \rightarrow 0} \frac{P_{\text{ХК}}}{r} = \frac{(1-r)(1-P_{\Sigma})Vr(1-r)^V}{r} = V(1-P_{\Sigma}).$$

Меншими для зіставних значень  $r \in i$  відповідні значення  $\delta$ . Що стосується значень  $r_0$ , то для  $K_1$   $r_0 = 2,49 \cdot 10^{-4}$ , для  $K_2$   $r_0 = 4,01 \cdot 10^{-4}$ , для  $K_3$   $r_0 = 7,2 \cdot 10^{-5}$ , тобто точки рівноваги досягаються при більших значеннях  $r$  (і це є, безумовно, позитивним моментом, бо більшим значенням  $r$  відповідає менша потрібна інформаційна надмірність). Разом з тим слід відзначити, що переваги, які одержуються у порівнянні з алгоритмом 1, дістаються ціною приблизно подвійного (у середньому) збільшення кількості варіацій, що генеруються і аналізуються.

### 3.3. Алгоритм 3

Даний алгоритм спрямований на використання можливостей діалогового режиму вводу, а саме можливості напівавтоматичної корекції, в процесі якої користувач підтверджує або не підтверджує корекцію, що йому пропонується (характеристики алгоритму для часткового випадку  $K(k_j) = K_1$ ,  $n_x = \text{const}$  розглянуті в [5]). В цьому випадку, при умові цілком безпомилкових дій користувача, можливість появи випадків хибної корекції була б виключена зовсім, хоча і ціною додаткового

навантаження на користувача у порівнянні з алгоритмами 1,2. Граф варіантів часткових подій подано на рис.3.

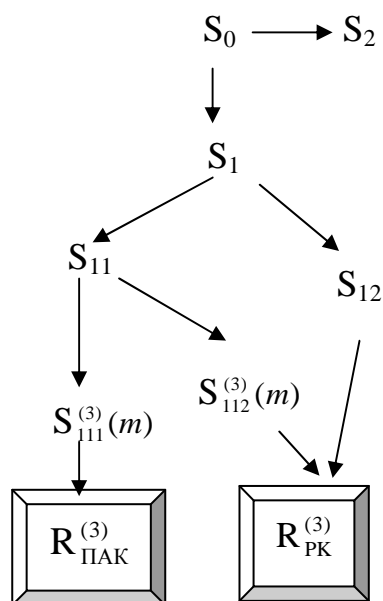


Рис.3. Граф часткових варіантів для алгоритму 3

Прийняті такі позначення:

$S_{111}^{(3)}$  - помилку ідентифіковано користувачем за  $m$  спроб;

$$S_{112}^{(3)} = \bar{S}_{111}^{(3)}(m).$$

Для підсумкових результатів маємо:

$$R_{\text{ПАК}}^{(3)} = S_1 \wedge S_{11} \wedge S_{111}^{(3)}(m),$$

$$R_{\text{ПК}}^{(3)} = S_1 \wedge \bar{S}_{11} \wedge \bar{S}_{111}^{(3)}(m).$$

Звідси

$$P_{\text{ПАК}}^{(3)} = (1-r) \cdot P_{\Sigma} \cdot \pi(m), \quad (8)$$

$$P_{\text{ПК}}^3 = (1-r)(1-P_{\Sigma})[1-\pi(m)], \quad (9)$$

де  $\pi(m)$  дорівнює [5]:

$$\pi(m) = \sum_{g=0}^{m-1} C_{V-1}^g r^g (1-r)^{V-g-1} + \sum_{g=m}^{V-1} \frac{m}{g+1} C_{V-1}^g r^g (1-r)^{V-g-1}. \quad (10)$$

Результати відповідних розрахунків для  $m=2$  наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Результати розрахунків для алгоритму 3

$K(k_j)$	$r$	$P_{\text{ПАК}}$	$P_{\text{ПК}}$	$\delta(0,5)$	$\delta(0,167)$
$K_1$	$10^{-2}$	$5,900 \cdot 10^{-1}$	$3,9995 \cdot 10^{-1}$	$7,0200 \cdot 10^{-1}$	$5,0352 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-3}$	$6,2114 \cdot 10^{-1}$	$3,7786 \cdot 10^{-1}$	$6,8912 \cdot 10^{-1}$	$4,8207 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-4}$	$6,2203 \cdot 10^{-1}$	$3,7787 \cdot 10^{-1}$	$6,8895 \cdot 10^{-1}$	$4,8179 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-5}$	$6,2209 \cdot 10^{-1}$	$3,7790 \cdot 10^{-1}$	$6,8895 \cdot 10^{-1}$	$4,8179 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$6,2210 \cdot 10^{-1}$	$3,7790 \cdot 10^{-1}$	$6,8895 \cdot 10^{-1}$	$4,8179 \cdot 10^{-1}$
$K_2$	$10^{-2}$	$6,5191 \cdot 10^{-1}$	$3,3809 \cdot 10^{-1}$	$6,7075 \cdot 10^{-1}$	$4,5147 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-3}$	$8,9300 \cdot 10^{-1}$	$1,0600 \cdot 10^{-1}$	$5,5305 \cdot 10^{-1}$	$2,5539 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-4}$	$8,9905 \cdot 10^{-1}$	$1,0085 \cdot 10^{-1}$	$5,5043 \cdot 10^{-1}$	$2,5101 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-5}$	$8,9919 \cdot 10^{-1}$	$1,0080 \cdot 10^{-1}$	$5,5040 \cdot 10^{-1}$	$2,5097 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$8,9920 \cdot 10^{-1}$	$1,0080 \cdot 10^{-1}$	$5,5040 \cdot 10^{-1}$	$2,5097 \cdot 10^{-1}$
$K_3$	$10^{-2}$	$1,0984 \cdot 10^{-1}$	$8,8016 \cdot 10^{-1}$	$9,4453 \cdot 10^{-1}$	$9,0758 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-3}$	$7,2814 \cdot 10^{-1}$	$2,7086 \cdot 10^{-1}$	$6,3556 \cdot 10^{-1}$	$3,9285 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-4}$	$9,2729 \cdot 10^{-1}$	$7,2613 \cdot 10^{-2}$	$5,3631 \cdot 10^{-1}$	$2,2749 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-5}$	$9,3135 \cdot 10^{-1}$	$6,8643 \cdot 10^{-2}$	$5,343 \cdot 10^{-1}$	$2,2418 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$9,3140 \cdot 10^{-1}$	$6,8600 \cdot 10^{-2}$	$5,3430 \cdot 10^{-1}$	$2,2414 \cdot 10^{-1}$

При визначенні  $\delta$  враховано, що виправлення ідентифікованих помилок підтверджується користувачем, і поява „вторинних” помилок принципово можлива, як і при чисто ручному виправленні, хоча і з меншою імовірністю. У зв'язку з цим для  $\delta$  можна записати вираз, що узагальнює (4):

$$\delta = \frac{P_{\text{ЛК}} + \pi_{\text{ХРК}} (P_{\text{rk}} + \alpha \cdot P_{\text{ПАК}})}{\pi_{\text{ХРК}} (1 - r)}. \quad (11)$$

Коефіцієнт  $\alpha$  визначає, наскільки напівавтоматична корекція менше схильна до вторинних помилок, ніж чисто ручна. У зв'язку з відсутністю в літературі прямих даних для  $\delta$  у розрахунках прийнято два гіпотетичних значення: 0,5 та 0,167. Перше значення враховує міркування відносно механізмів виникнення транскрипційних помилок людини [6], а друге впливає з гіпотетичного припущення, що імовірність вторинної помилки в режимі підтвердження в  $n_x$  разів менше, ніж в режимі чисто ручного коригування. Отже, в табл.4 наведено дві групи значень  $\delta$ , зокрема,  $\delta(0,5)$  та  $\delta(0,167)$ .

Що стосується значень точок рівноваги, то навіть для найбільших значень  $r$ , що розглядаються ( $r = 10^{-2}$ ), ми маємо, як видно з табл.4,  $\delta < 1$ , тобто  $r_0 < 10^{-2}$ . Теоретично тут значення  $r_0$  близьке до 1, а практично це означає, що алгоритм 3 завжди забезпечує більш достовірні результати, ніж чисто ручна корекція без АІК. Вважати цей алгоритм, безумовно, кращим, ніж алгоритми 1, 2, заважає та обставина, що  $\delta_3$  по мірі зменшення  $r$  залишається практично незмінним, в той час, як  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  зменшуються також. Тобто існують (і це видно з табл.2, 3, 4) такі значення  $r$ , для яких алгоритми 1, 2 дають кращі результати з точки зору результативної достовірності.

### 3.4. Алгоритм 4

Даний алгоритм є комбінацією алгоритмів 2,3, що спрямована на підвищення значень  $P_{\text{AK}}$  і зменшення  $P_{\text{ПАК}}$ ,  $P_{\text{РК}}$  у порівнянні з алгоритмом 3 за рахунок перебору **всіх** варіацій ансамблю, що коригується. Якщо в результаті цього перебору з'ясується, що помилка однозначна, здійснюється її **автоматичне** виправлення. При багатозначній помилці користувачу пропонується, як і в алгоритмі 3, до  $m$  варіантів корекції, після чого помилка виправляється напівавтоматично або цілком вручну.

Граф варіантів подій наведено на рис.4.

$S_{111}^{(4)}$  - помилка ансамблю  $K(k_j)$  однозначна;

$S_{112}^{(4)} = \overline{S}_{111}^{(4)}$ ;

$S_{122}^{(4)}$  - помилка, що не належить ансамблю  $K(k_j)$ , однозначна;

$S_{121}^{(4)} = \overline{S}_{122}^{(4)}$ ;

$S_{1121}^{(4)}(m)$  - помилка ідентифікована користувачем за  $m$  спроб;

$S_{1122}^{(4)} = \overline{S}_{1121}^{(4)}(m)$ .



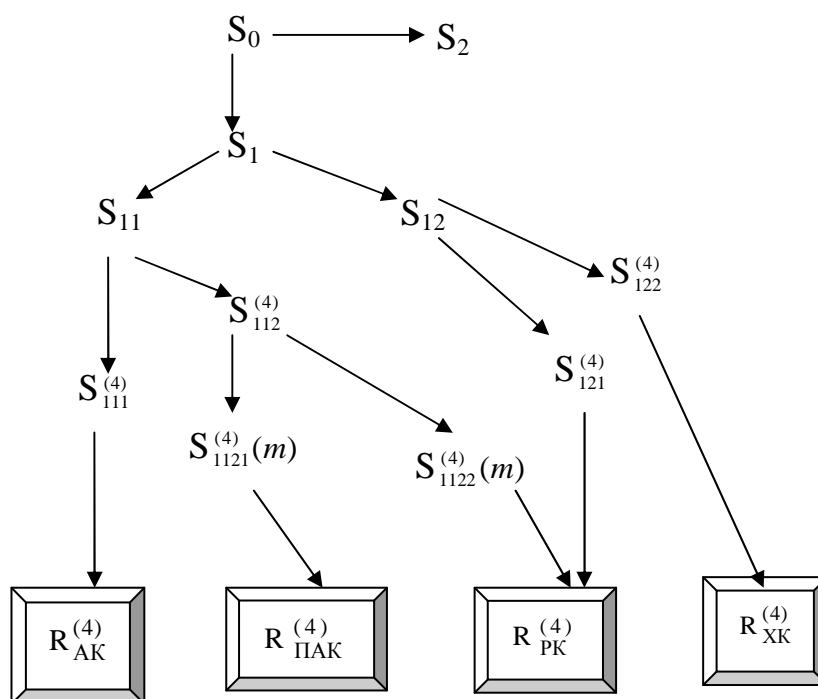


Рис.4. Граф часткових варіантів для алгоритму 4

Пропускаючи запис загальних результатів, досить ясний з рис.4 і опису алгоритмів 2, 3, наведемо остаточні вирази для підсумкових імовірностей:

$$P_{AK}^{(4)} = (1-r) \cdot P_{\Sigma} \cdot (1-r)^{V-1}; \quad (12)$$

$$P_{ПАК}^{(4)} = (1-r) \cdot P_{\Sigma} \cdot [1 - (1-r)^{V-1}] \cdot \pi(m); \quad (13)$$

$$P_{ПК}^{(4)} = (1-r) \cdot \left\{ (1-P_{\Sigma}) \cdot [1 - Vr(1-r)^V] + P_{\Sigma} [1 - (1-r)^{V-1}] [1 - \pi(m)] \right\}; \quad (14)$$

$$P_{ХК}^{(4)} = (1-r) \cdot (1-P_{\Sigma}) \cdot V_r(1-r)^V. \quad (15)$$

Результати розрахунків для  $m=2$  наведено у табл. 5.

Таблиця 5. Результати розрахунків для алгоритму 4

$K(k_j)$	$r$	$P_{AK}$	$P_{ПАК}$	$P_{ПК}$	$P_{ХК}$	$\delta(0.5)$	$\delta(0.167)$
$K_1$	$10^{-2}$	$3,4382 \cdot 10^{-1}$	$2,6064 \cdot 10^{-1}$	$2,6354 \cdot 10^{-1}$	$1,2199 \cdot 10^{-1}$	$1,4290 \cdot 10^{+1}$	$1,4203 \cdot 10^{+1}$
	$10^{-3}$	$5,8644 \cdot 10^{-1}$	$3,5019 \cdot 10^{-2}$	$3,5654 \cdot 10^{-1}$	$2,0997 \cdot 10^{-2}$	$2,7440 \cdot 10^{+0}$	$2,7323 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-4}$	$6,1844 \cdot 10^{-1}$	$3,5975 \cdot 10^{-3}$	$3,7565 \cdot 10^{-1}$	$2,2163 \cdot 10^{-3}$	$6,2737 \cdot 10^{-1}$	$6,2617 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-5}$	$6,2173 \cdot 10^{-1}$	$3,6071 \cdot 10^{-4}$	$3,7767 \cdot 10^{-1}$	$2,2283 \cdot 10^{-4}$	$4,0298 \cdot 10^{-1}$	$4,0286 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$6,2206 \cdot 10^{-1}$	$3,6081 \cdot 10^{-5}$	$3,7788 \cdot 10^{-1}$	$2,2295 \cdot 10^{-5}$	$3,8041 \cdot 10^{-1}$	$3,8040 \cdot 10^{-1}$
$K_2$	$10^{-2}$	$1,2169 \cdot 10^{-1}$	$5,6279 \cdot 10^{-1}$	$2,7864 \cdot 10^{-1}$	$2,6875 \cdot 10^{-2}$	$3,6262 \cdot 10^{+0}$	$3,4369 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-3}$	$7,3687 \cdot 10^{-1}$	$1,6048 \cdot 10^{-1}$	$8,5230 \cdot 10^{-2}$	$1,6421 \cdot 10^{-2}$	$2,0188 \cdot 10^{+0}$	$1,9653 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-4}$	$8,8148 \cdot 10^{-1}$	$1,7627 \cdot 10^{-2}$	$9,8825 \cdot 10^{-2}$	$1,9662 \cdot 10^{-3}$	$3,2934 \cdot 10^{-1}$	$3,2347 \cdot 10^{-1}$

$K(k_j)$	$r$	$P_{AK}$	$P_{пак}$	$P_{PK}$	$P_{XK}$	$\delta(0.5)$	$\delta(0.167)$
	$10^{-5}$	$8,9741 \cdot 10^{-1}$	$1,7786 \cdot 10^{-3}$	$1,0060 \cdot 10^{-1}$	$2,0019 \cdot 10^{-4}$	$1,2406 \cdot 10^{-1}$	$1,2347 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$8,9902 \cdot 10^{-1}$	$1,7802 \cdot 10^{-4}$	$1,0078 \cdot 10^{-1}$	$2,0055 \cdot 10^{-5}$	$1,0313 \cdot 10^{-1}$	$1,0307 \cdot 10^{-1}$
$K_3$	$10^{-2}$	$4,3715 \cdot 10^{-1}$	$1,0984 \cdot 10^{-1}$	$8,8016 \cdot 10^{-1}$	$5,3518 \cdot 10^{-8}$	$9,4453 \cdot 10^{-1}$	$9,0759 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-3}$	$1,7362 \cdot 10^{-1}$	$5,9228 \cdot 10^{-1}$	$2,1166 \cdot 10^{-1}$	$2,1448 \cdot 10^{-2}$	$2,9288 \cdot 10^{+0}$	$2,7314 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-4}$	$7,8743 \cdot 10^{-1}$	$1,4325 \cdot 10^{-1}$	$5,9477 \cdot 10^{-2}$	$9,7367 \cdot 10^{-3}$	$1,2289 \cdot 10^{+0}$	$1,1812 \cdot 10^{+0}$
	$10^{-5}$	$9,1589 \cdot 10^{-1}$	$1,5498 \cdot 10^{-2}$	$6,7467 \cdot 10^{-2}$	$1,1326 \cdot 10^{-3}$	$2,0291 \cdot 10^{-1}$	$1,9775 \cdot 10^{-1}$
	$10^{-6}$	$9,2984 \cdot 10^{-1}$	$1,5616 \cdot 10^{-3}$	$6,8485 \cdot 10^{-2}$	$1,1499 \cdot 10^{-4}$	$8,2229 \cdot 10^{-2}$	$8,1709 \cdot 10^{-2}$

З порівняння даних табл. 3, 4, 5 видно, що алгоритм 4 об'єднує позитивні риси алгоритмів, у певній мірі зменшуючи визначені недоліки. Значення точок рівноваги досягаються при  $r_0 = 2,5162 \cdot 10^{-4}$  для  $K_1$ ,  $r_0 = 4,1868 \cdot 10^{-4}$  для  $K_2$ ,  $r_0 = 7,7380 \cdot 10^{-4}$  для  $K_3$ , а значення  $\delta$  зменшується при подальшому зменшенні  $r$ , досягаючи менших співставних значень, ніж для алгоритмів 1, 2, 3.

#### 4. Загальні висновки

Таким чином, нами розглянуті всі модифікації загального методу автоматичної ідентифікації та корекції помилок (АІК), що представляють практичний інтерес. Одержані вирази (1) – (15) та ілюстративні дані табл. 2-5 дають інформацію до прийняття рішення про доцільність використання АІК у конкретному випадку, про вибір ансамблю помилок, що коригуються, та алгоритму. Зробимо такі висновки на основі викладеного.

1) Розглянутий метод і конкретні алгоритми його реалізації можуть бути використані для зниження загальної трудомісткості підготовки та вводу інформації в ЕОМ. Використання методу дозволяє автоматично або з мінімальною участю користувача виправляти від 62% до 93% помилок, в залежності від обраного ансамблю помилок, що коригуються. Більше того, для  $r < r_0$  метод забезпечує і підвищення результативної достовірності. Зокрема, наприклад, для алгоритму 2 і ансамблю  $K_1$ , що містить помилки з сумарною імовірністю більше 0,62,  $r_0 = 2,49 \cdot 10^{-4}$ . Якщо врахувати, що величина  $r$  для багатьох інформаційних об'єктів сягає значень  $10^{-5}$  -  $10^{-6}$ , а часто і менше, то підвищення достовірності АІК можна вважати скоріше правилом, ніж виключенням.

2) Всі розглянуті алгоритми за відповідних умов мають право на існування і застосування, тобто вони є прийнятними у сенсі Парето. Так, алгоритми 3 і 4 не застосовні у режимі off-line. Алгоритм 1 має найгіршу коректуючу спроможність, проте потребує перебору приблизно вдвічі меншої кількості варіацій, ніж алгоритм 2. Відзначимо також, що при досить малих  $r$  ( $10^{-5} \div 10^{-6}$ ) різниця між значеннями  $P_{AK}$  для обох алгоритмів взагалі майже відсутня.

Алгоритм 4 краще ніж 3 (обидва потребують режиму on-line) по коректуючій спроможності і обсягу ручних коректувань, проте, як і алгоритм 2 у порівнянні з алгоритмом 1, потребує приблизно вдвічі більшого обсягу перебору. А в режимі on-line це особливо суттєво, тим більше, якщо  $N$  і  $V$  мають великі значення.

При малих значеннях розширення ансамблю для всіх алгоритмів підвищує коректуючу спроможність та результативну достовірність методу. Так, неважко показати, що для всіх алгоритмів

$$\lim_{r \rightarrow 0} \delta = \delta(0) \approx P_{PK} + \alpha P_{ПАК}.$$

Для алгоритмів 1, 2, 4  $\delta(0) \approx 0,378; 0,1; 0,068$  відповідно для  $K_1, K_2, K_3$ . Для алгоритму 3 і  $\alpha=0,167$   $\delta(0)$  відповідно дорівнює близько 0,48; 0,25; 0,22.

4) Як впливає з попередніх зауважень, практичне застосування методу АІК і, зокрема, доцільний вибір алгоритму і ансамблю  $K(k_j)$  залежить від багатьох факторів. Серед них характеристики інформації, тобто словника (значення  $N, r, n_x, n$ ), обчислювальні потужності ЕОМ, режим вводу і контролю – корекції (on-line, off-line) тощо. У зв'язку з цим, доцільним може бути таке рішення по програмній реалізації АІК. Програма АІК має включати:

- ядро з функцією генерації варіацій та сканування словника (з можливістю налаштування на ансамбль помилок, що коригуються);
- блок реалізації алгоритму прийняття рішення при співпадінні варіацій із словником;
- інтерфейсний блок, що забезпечує взаємодію з користувачем і комплексування з базовими засобами вводу СУБД.

5) Наприкінці відзначимо, що при наявних обмеженнях з боку обчислювальних потужностей суттєве значення може мати оптимізація організації і обробки словника (генерації варіацій і сканування). Це задача, що потребує окремого дослідження в рамках подальшого розвитку даного напрямку роботи.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Задача повышения качества информационной базы агентно- ориентированных интеллектуализованных СППР /Г.Е.Кузьменко, В.А.Литвинов, Ю.Г.Пилипенко и др. // Математические машины системы.-2002.-№3.- С.53-61.
2. Использование помехоустойчивого кодирования для защиты информации от ошибок оператора / И.М.Бояринов, А.А.Давыдов, Э.М.Мамедли и др. - М.: АТ, 1983.-№3.-С. 5-49.
3. Sethi A.S., Rajaraman V., Kenjaie P.S. An error-correcting coding scheme for alphanumeric data // Information Processing Letters.- 1988.- V.7.-P.72-77.
4. Дремов И.В., Литвинов В.А. Автоматическая коррекция ошибок на основе словаря-эталона //УСиМ.-1989.- №3. -С.77-80.
5. Литвинов В.А., Некоторые оценки вероятностных характеристик процесса автоматической идентификации ошибок пользователя на основе эталонного словаря /С.Я.Майстренко, Н.Б.Ступак //УСиМ.-2001.-№2. -С.21-24.
6. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных системах. – Киев: Техніка, 1988.- 200 с.

## 2.10. Л.В.БЕЛОУС, В.А.ЛИТВИНОВ, С.Я.МАЙСТРЕНКО

### МОДЕЛЬ УПРЕЖДАЮЩЕЙ ПОДСКАЗКИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗОВАННОМ ИНТЕРФЕЙСЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

---

#### 1. Введение

Одним из общих направлений повышения уровня «малой интеллектуализации» интерфейса пользователя является совершенствование методов и технологических средств диалога пользователя с системой (сценария, меню, сообщений об ошибках, подсказок и т.п.). К подобным методам можно отнести, например, автоматическую идентификацию и коррекцию (АИК) ошибок пользователя [1,2]. Наряду с методами [1,2] существует и другая возможность помощи пользователю, заключающаяся в оперативном посимвольном анализе вводимых данных, их идентификации и подсказке (или автоматической подстановке) символов незавершенного слова в тех случаях, когда становится однозначно ясна последовательность недовведенных символов. Возможность таких ситуаций и реализацию подобной функции иллюстрируют, например, Интернет-браузеры при наборе пользователем ранее использовавшегося адреса, сохраненного в специальном справочнике.

Ставится задача анализа существенных свойств и оценки характеристик упомянутого метода, который в дальнейшем будем называть методом автоматической идентификации и восстановления (АИВ).

#### 2. Постановка задачи

Содержательная постановка задачи заключается в построении и анализе модели процесса АИВ - модели, позволяющей сформулировать критерии и получить оценки результативности подсказки. Так же, как и для автоматической коррекции, информационной основой подсказки является естественная информационная избыточность, определяемая некоторым словарем – эталоном  $S$ , содержащим множество "разрешенных" слов, некоторое подмножество которого подлежит последующему вводу. Параметры словаря в целом и содержащихся в нем слов определяют искомые характеристики метода.

Для изложения формальной постановки задачи введем следующие исходные понятия и обозначения.

Без потери общности мы можем считать каждое из слов словаря  $A_j$  в алфавите  $q$  – целым числом в позиционной системе счисления с основанием  $q$ . Обозначим через  $a_{ij}$  значения  $i$ -го, начиная с младшего, символа слова  $A_j$  ( $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, N$ ).

Примем следующие допущения:

- значения слов  $A_j$  распределены случайно-равномерно среди всевозможных комбинаций символов  $a_1 \dots a_n$  в диапазоне  $0 \div q^n - 1$ ;
- словарь  $S$  упорядочен по возрастанию значений  $A_j$ .

Назовем комбинацию  $A_j(k)$  значений  $k$  старших символов  $a_n \dots a_{n-i+1} \dots a_k$  **детерминантом** слова  $A_j$ , если в словаре отсутствуют дополнительные слова с совпадающей комбинацией

значений данных символов. Это означает, что детерминант полностью идентифицирует конкретное полное слово.

Задача заключается в определении:

- зависимости между ожидаемой длиной детерминанта  $\bar{k}$  и существенными характеристиками  $S$  (параметрами  $q, n, M$ );
- влияния сокращения вводимой длины слова с  $n$  до  $k$  на результатную достоверность ввода.

### 3. Алгоритм и модель АИВ

#### 3.1. Алгоритм восстановления

Формальная схема алгоритма поиска  $A_j(k)$  и восстановления  $A_j$  включает следующие этапы:

1.  $i := n$ .
2. Ввод (прием)  $i$ -го символа  $a_i^g$  очередного вводимого слова  $A^g$ .
3. Поиск в  $S$  ближайшего (в порядке возрастания значений) слова  $A_j$ , для которого
 
$$a_{nj} a_{(n-1)j} \dots a_{(n-i+1)j} = a_n^g a_{n-1}^g \dots a_{n-i+1}^g$$
 Если такого слова не существует, то переход к п.5. Иначе переход к п.4.
4. Если  $a_{nj} a_{(n-1)j} \dots a_{(n-i+1)j} \neq a_{n(j+1)} a_{(n-1)(j+1)} \dots a_{(n-i+1)(j+1)}$ , то  $k := n - i + 1$ , комбинация символов  $a_{nj} a_{(n-1)j} \dots a_{(n-i+1)j} = A_j^g(k)$  и остальные символы  $a_{(n-i)j} \dots a_{1j}$  восстанавливаются автоматически. Иначе  $i := i + 1$ , переход к п.2.
5. Вывод пользователю сообщения о наличии допущенной в  $A^g$  ошибки.

Пример фрагмента гипотетического словаря, содержащийся в табл. 1, иллюстрирует результаты работы алгоритма для приведенных слов.

Таблица 1. Пример фрагмента словаря

$A_j$	$A_j(k)$	$k$
...	...	...
700125	70	2
712501	71	2
723627	72	2
745680	745	3
747560	747	3
761313	761	3
769053	769	3
773131	77	2
...	...	...

Содержательный смысл алгоритма заключается, как видно из его формального описания, в постепенном последовательном сужении области поиска детерминанта вводимого слова ( $a_n \rightarrow a_n a_{n-1} \rightarrow a_n a_{n-1} a_{n-2} \rightarrow \dots$ ) до достижения искомого результата. После определения  $A_j^g(k)$  восстановление слова  $A_j^g$  может быть зафиксировано автоматически или предложено пользователю для подтверждения, в зависимости от избранной технологии восстановления. П.5 алгоритма означает, что искомым детерминант, а, значит, и полное слово, в словаре-эталоне отсутствует.

### 3.2. Модель анализа и оценки $\bar{k}$

Определим величину  $l_j = A_{j+1} - A_j = \sum_{i=1}^n a_{i(j+1)} q^{i-1} - \sum_{i=1}^n a_{ij} q^{i-1}$  как текущий интервал между двумя произвольными значениями слов  $S$ . Очевидно, что  $A_N = A_1 + \sum_{j=1}^{N-1} l_j$ , а среднее значение  $\bar{l} = \frac{A_N}{N-1}$ . С учетом допущения о равномерном распределении  $N$  значений словаря среди  $q^n$  значений возможных комбинаций  $a_1 \dots a_n$ , пренебрегая разностями  $[(q^n - 1) - A_N]$  и  $(A_1 - 0)$ , положим  $\bar{l} \approx \frac{q^n}{N} = \frac{1}{r}$ .

Легко показать, что в случае регулярной структуры словаря  $S$  с постоянным интервалом  $l_0$  значения  $\bar{k} = k_0$  были бы одинаковыми для всех слов и определялись бы неравенством  $q^{n-k_0} \leq l_0 < q^{n-k_0+1}$ .

При этом для  $l_0 = q^m$  ( $m = 0, 1, \dots, n-1$ ) мы имеем  $\bar{k} = k_0 = n - m$ .

Для получения приближенных оценок  $\bar{k}$  при равномерном распределении рассмотрим непрерывную аппроксимацию словаря и процесса поиска детерминанта. Сопоставим с диапазоном всевозможных значений слов словаря отрезок прямой  $0 \div q^n$  с текущей координатой  $x$ , а с каждым реально существующим словом  $A_j$  - точку с координатой  $X_j$ . Будем интерпретировать распределение значений текущих интервалов как распределение интервалов ожидания  $l$  в случайном пуассоновском потоке событий с интенсивностью  $1/\bar{l} = \frac{N}{q^n} = r$ . Иными словами, дискретным значением  $l_j$  поставим в соответствие непрерывные значения  $l$  с распределением  $P(l) = cr \exp(-rl)$ , где  $c$  - нормирующий множитель. Поставленную задачу поиска  $\bar{k}$  в терминах принятой аппроксимации можно трактовать следующим образом.

По дороге мимо наблюдателя проезжают автомобили, распределение которых во времени подчиняется закону Пуассона, следовательно, интервалы времени между последовательными проездами двух автомобилей распределены экспоненциально.

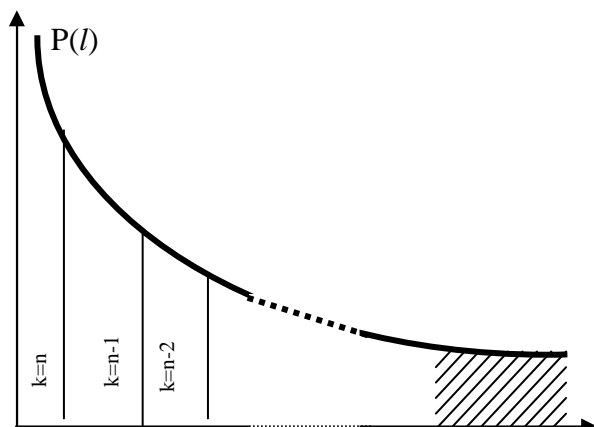


Рис.1. Распределение интервалов времени между последовательными проездами двух автомобилей

Водителю автомобиля, время ожидания которого находится в диапазоне  $(l_{t-1} = q^{t-1}) \div (l_t = q^t)$ , наблюдателем выдается  $k=n-t+1$  единиц “вознаграждения” ( $t=1 \dots n$ ). Водителям, время ожидания которых превышает  $l_n = q^n$ , не выдается ничего. Необходимо найти среднее значение вознаграждения.

Из рисунка, иллюстрирующего эти положения, видно, что относительное количество водителей, получающих вознаграждение в  $(n-t+1)$  единиц, соответствует вероятности

$$P\{l_{t-1} \leq l \leq l_t\} = P_t = \int_{l_{t-1}}^{l_t} P(l) dl = cr \int_{l_{t-1}}^{l_t} \exp(-rl) dl.$$

Нормирующий множитель  $C$  определяет вероятность события  $l < q^n$  (т.е. относительную часть водителей, которые получают хоть какие-то вознаграждения). Следовательно, после интегрирования получим

$$P_t = \frac{\exp(-rq^t) - \exp(-rq^{t-1})}{1 - \exp(-rq^n)} \quad \text{и} \quad (1)$$

$$\bar{k} = \sum_{t=1}^n (n-t+1) \cdot P_t. \quad (2)$$

После некоторых промежуточных преобразований (1), (2), в частности, перегруппировок слагаемых в порядке увеличения “вознаграждения”, получим :

$$\bar{k} = \frac{\sum_{t=1}^n t [\exp(-rq^{n-t}) - \exp(-rq^{n-t+1})]}{1 - \exp(-rq^n)}. \quad (3)$$

В выражении (3) величина в квадратных скобках числителя определяет вероятность того, что некоторый текущий интервал попадает в диапазон  $(q^{n-t} \div q^{n-t+1})$ , в этом случае  $k = t$ .

Нормирующий знаменатель учитывает тот факт, что  $l < q^n$  и, следовательно, “хвост” теоретической кривой  $P(l) = r \exp(-rl)$ , лежащий правее точки  $l = q^n$ , определяет вероятность нереальных событий.

В табл. 2 приведены значения  $\bar{k}$ , рассчитанные по выражению (3) для  $q=10$ ,  $n=8,6$ .

Таблица 2. Значения  $\bar{k}$  для  $q=10$ ,  $n=8,6$

n \ r	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-5}$	$10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-6}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$
8	5,7292	4,7374	4,4406	3,7382	3,4410	2,7383·10	1,7384
6	3,7312	2,7376	2,4407	1,7383	1,4508	1,1680·10	1,1162

#### 4. Оценка достоверности ввода информации

Устанавливая зависимость достоверности ввода информации от параметра  $k$ , примем во внимание следующее. С одной стороны, при вводе неполного слова уменьшается количество ошибок, допущенных пользователем, за счет меньшего количества вводимых символов. Это уменьшение пропорционально отношению  $n/k$ . С другой стороны, при контроле сравнением неполных слов уменьшается количество обнаруживаемых ошибок (п.5 алгоритма) за счет уменьшения интервала между разрешенными усеченными словами и соответствующего уменьшения относительного количества разрешенных значений неполных слов. Для оценки совместного действия противоположно направленных тенденций рассмотрим параметр

$$\eta = \frac{n[1-d(n)]}{k[1-d(k)]},$$

где  $d(n)$  и  $d(k)$  – соответственно достоверность информации при контроле по полному  $n$ -символьному слову и усеченному  $k$ -символьному слову.

Значение  $\eta$  определяет относительное количество ошибок на выходе контроля по полному  $n$ -символьному слову по сравнению с усеченным  $k$ -символьным.

При принятом допущении о равномерном распределении  $N$  значений слов словаря в интервале  $0 \div q^n$  величина  $d(n) = 1 - \frac{N}{q^n} = 1 - r$ . Для получения зависимости  $d(k)$  воспользуемся соотношениями известной задачи о размещении [3]. Как известно, вероятность  $P[x, y, c(0)]$  того, что при случайных бросаниях  $X$  шаров («дробинок» [4]) в  $Y$  ящиков  $c(0)$  ящиков останутся пустыми, равна

$$P[x, y, c(0)] = \exp(-\phi) \cdot \phi^{c(0)} / c(0)!,$$

где

$$\phi = y \exp(-x/y).$$

Для оценки приближенного значения математического ожидания  $\bar{c}(0)$  воспользуемся результатами [4]:

$$\bar{c}(0) \approx \exp(-x/y) \cdot (y - x/2y).$$

Поставим в соответствие  $x$  шарам  $N$  слов словаря, а  $y$  ящикам -  $q^k$  потенциальных всевозможных значений усеченных  $k$ -символьных слов. В этом случае, с учетом прежнего предположения о равномерном характере распределения значений  $k$  символов  $N$  слов словаря, для относительного количества обнаруженных ошибок  $d(k)$  можно записать следующее достаточно очевидное выражение:

$$d(k) = \frac{\bar{c}(0)}{q^k}.$$



Действительно, обнаружению ошибки в усеченном слове соответствует ситуация, когда после бросания  $x$  шаров наугад выбранный ящик оказывается пустым. При этом величина  $\bar{c}(0)/q^k$

представляет собой относительное количество таких ситуаций.

Окончательно

$$\eta = \frac{nr}{k \left\{ 1 - \frac{1}{q^k} \cdot \left[ \exp(-r(k)) \cdot \left( q^k - \frac{r(k)}{2} \right) \right] \right\}}, \quad (4)$$

где  $r(k) = \frac{N}{q^k}$ .

В табл. 3 в качестве примера приведены значения  $\eta$  для  $q=10$ ;  $N=1000$ ;  $r=10^{-3}; 10^{-5}$ .

Таблица 3. Значение  $\eta$  для выбранных значений параметров  $q, N, r$

$k$	2	3	4	5	6	7	8
$\eta$ ( $r=10^{-3}$ , $n=6$ )	$3.000 \cdot 10^{-3}$	$3.163 \cdot 10^{-3}$	$1.576 \cdot 10^{-2}$	$1.206 \cdot 10^{-1}$	1.000	-	-
$\eta$ ( $r=10^{-5}$ , $n=8$ )	$4.000 \cdot 10^{-5}$	$4.217 \cdot 10^{-5}$	$2.101 \cdot 10^{-4}$	$1.608 \cdot 10^{-3}$	$1.334 \cdot 10^{-2}$	$1.142 \cdot 10^{-1}$	1.000

## 5. Выводы

Анализ выражений (3), (4) и данных табл.2, 3 позволяет сделать следующие выводы:

1. Упреждающая подсказка в режиме АИВ позволяет получить существенное сокращение трудозатрат при вводе данных. Например, при вводе последовательности слов с характеристиками словаря  $n=8, N=1000$  в среднем достаточно ввести меньше 4-х символов для идентификации и автоматического восстановления каждого 8-символьного слова, т.е. трудозатраты в этом случае сокращаются более, чем в 2 раза. Для конкретного случая относительное снижение трудоемкости, равное  $\bar{k}/n$ , определяется выражением (3).

2. Величина  $\bar{k}$  по мере уменьшения  $r$  уменьшается при фиксированном  $n$  в логарифмическом масштабе практически линейно, стремясь к величине  $\log_q N$  при  $r \rightarrow 0$ . Это свойство интуитивно очевидно: чем ближе  $r$  к нулю (т.е. чем больше избыточность и чем больше текущий интервал  $l$  между реальными словами), тем меньше требуется символов для идентификации всего слова - вплоть до минимально необходимого количества символов для представления  $N$  слов в алфавите  $q$ . При этом, как можно видеть из табл.2, значения  $\bar{k}$  близки к значениям  $k_0$ , присущим регулярной структуре. Поэтому простое соотношение для  $k_0$  может быть

использовано для ориентировочной оценки  $\bar{k}$  при аппроксимации реальной равномерной структуры словаря некоторой «близкой» регулярной структурной.

3) И восстановление полного слова, вводимого в компьютер по детерминанту, и контроль информации по словарю-этalonу используют одну и ту же избыточность и один и тот же базовый инструмент (т.е. словарь) Поэтому ввод в режиме АИВ в значительной мере снижает эффективность контроля по словарю. Как следует из анализа выражения (4), иллюстрированного данными табл.3, чем выше результативность подсказки (чем меньше  $r$  и, следовательно,  $\bar{k}$ ), тем хуже характеристики достоверности выходной информации (больше ошибок на выходе). Поэтому режим АИВ целесообразно применять в сочетании с иными способами контроля.

В заключение отметим, что в перспективе изложенный подход к оценке  $\bar{k}$  может оказаться полезным и в некоторых других приложениях, - например, при автоматическом определении языка текста по анализу начальных символов вводимого слова, автоматическом восстановлении искаженного слова по словарю и т.п.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дремов И.В., Литвинов В.А. Автоматическая коррекция ошибок оператора на основе словаря-этalonа // УСиМ.- 1989.- №3.-С.77-80.
2. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ступак Н.Б. Некоторые оценки вероятностных характеристик процесса автоматической идентификации ошибок пользователя на основе этalonного словаря // УСиМ.- 2001.- №2.-, С.21-24.
3. Феллер В. Введение в теорию вероятности и ее приложения. М.: Мир, 1967.-Т.1. - С.109-110.
4. Севастьянов Б.А., Чистяков В.П. Асимптотическая нормальность в классической задаче о дробинках // Теория вероятностей и ее применение.- 1964. Т.9, Вып.2.- С.233-237.

## 2.11. В.І.В'ЮН

### **ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ – МЕХАНІЗМИ ТА ІНСТРУМЕНТАРІЇ ІНТЕРАКТИВНОГО СИТУАТИВНОГО АНАЛІЗУ**

---

“...майбутнє належить тому, хто зможе його передбачити та першим до нього наблизитися”  
(К. Парсей)

#### 1. Вступ

У порівнянні з бумом 70-90-х рр. сьогодні, на початку XXI ст., змінюється парадигма досліджень з проблем інтелектуалізації комп'ютерів та інформаційних систем на їх основі, а саме - *не вважаються фундаментальними проблеми пошуку антропоморфних методів та алгоритмів виводу знань, оскільки їх місце займають дослідження методів представлення існуючих знань про об'єкт (предметну область використання комп'ютерів) та результатів інтелектуального аналізу даних його фактичної діяльності та інтерактивного виводу нових знань* [1-6].

Тому довгостроковою метою сучасних досліджень проблеми інтелектуалізації інформаційних систем є створення такого інструментарію їх використання, який був би здатним сприймати „вказівки” користувача стосовно того, які дані, в яких вузлах збирати та зберігати, як забезпечувати та підтримувати їх високу якість.

Саме тому в програмах розробки сучасних предметно (проблемно) – орієнтованих інформаційних систем все більше уваги, поряд зі створенням засобів підтримки та забезпечення виконання формалізованих задач повсякденної діяльності, приділяється концепціям та засобам, орієнтованим на інтерактивний ситуативний аналіз реальних можливостей системи по забезпеченню та підтримці достатнього рівня своєї життєздатності в умовах високої динаміки змін внутрішніх та зовнішніх вимог до її існування. Розширений таким чином арсенал засобів надає системі рис “розумної” (інтелектуалізованої) системи, яка здатна на основі аналізу накопичених фактів своєї діяльності передбачати небажаний розвиток подій та розробляти запобіжні заходи.

Метою даної роботи є концептуальне формування можливого варіанту операційного розширення організаційно-функціональної структури інформаційної системи необхідними засобами такого типу.

#### 2. Постановка проблеми

Почнемо з постулату інформаційної взаємодії [5], у відповідності з яким **Інформація** є “третім китом підтримки Всесвіту” (два перших – це **Матерія** та **Енергія**). Згідно з постулатами - “Інформація є творчою, стимулюючою процеси пізнання світу, управляючою силою розвитку та занепаду природних та штучних систем діяльності людини”. Інформація, яка запам'ятовується в цих системах, здатна відтворювати накопичений досвід, тенденції та закономірності становлення нових залежностей між показниками-параметрами діяльності, її складовими та породженими ними знань, а отже може бути використана в процесах формування та розробки (або адаптації) засобів підтримки та забезпечення *необхідного рівня власної життєздатності* як однієї з ознак “розумної

поведінки” [3]. Проблеми, які при цьому виникають, розглянемо на прикладах практики створення вузько спеціалізованих інформаційних систем типу АСУ.

Традиційні платформи таких систем - це Oltp-технології (on-line transaction processing – системи оперативної обробки транзакцій), які мають більш як 40-річну історію розвитку й становлення. Методологія періоду народження АСУ базувалася на засадах класичної теорії організації управління (Ф.Тейлор, Г.Форд), згідно з якою “виробничий” комплекс – це сукупність механізмів, ефективність функціонування яких задається в термінах продуктивності. Організаційна структура управління таким комплексом будується шляхом розбиття процесу функціонування на мережу інформаційно та технологічно зв'язаних робіт та на апріорному програмуванні задач кожного вузла, включаючи й людей. Тобто в системотвірному плані основу практики формування системи управління “виробничим” об'єктом складали засади довготривалої функціонально-організаційної та технологічної його стабільності.

Така орієнтація системи на повсякденне виконання незмінних у часі “виробничих” процесів обумовила і відповідні методичні та технологічні засади формування результатів обстеження об'єкта автоматизації (виявлення та використання існуючих на момент створення системи знань про *матеріальні, енергетичні та інформаційні* особливості існування) та їх відображення в регламентованих “мовах” інтерактивної взаємодії “користувач - система”.

При цьому, результати реальної життєдіяльності системи, які, безсумнівно, є найоб'єктивнішими носіями нової інформації та нових знань про об'єкт та його місце “у світі, що змінюється”, не охоплювалися цими схемами взаємодії. Тобто, поза можливостями традиційної практики використання комп'ютерів у складі АСУ залишалися важливі для аналізу життєстійкості системи управління пласти даних, які зберігають інформацію, що *не виявляється і не висвітлюється* діючою структурно-функціональною організацією системи. Додамо, що такі засоби “висвітлення” і не могли бути спроектовані та реалізовані під час розробки системи, оскільки мова повинна була йти про майбутні події, пов'язані з невідомим станом середовища існування, змінами умов та вимог до існування системи.

Виходячи з того, що реально існуюче минуле має безпосереднє відношення до визначення проблем сьогодення, засоби додаткової детермінації системи, включаючи часткову або повну її реорганізацію (реінжиніринг), стають вкрай необхідними в інформаційних процесах забезпечення її життєздатності. Саме можливості такої самоідентифікації системи з точки зору поточних проблем існування і визначаються нами як методологічна платформа розширення “інтелекту” системи за рахунок забезпечення її механізмами та інструментарієм “інтерактивного ситуативного аналізу минулого” в контексті змін оточуючого середовища існування.

Терміном “інтерактивний ситуативний аналіз” пропонується користуватись, підкреслюючи таку специфічну рису такої взаємодії користувач – система як *необхідність орієнтації на аналіз всіх аспектів минулої діяльності, на “відкриття” та формування нових знань про себе в змінених умовах існування, а також на розробку та опрацювання заходів забезпечення та підтримки адекватної поведінки системи.*

### 3. Стан проблеми

Починаючи з 90-х років (Inmon 1990 [7], Codd 1993 [8]), методи інтеграції традиційних інформаційних систем управління „засобами інтерактивного ситуативного аналізу” розробляються на платформі побудови *багатовимірних БД (БМБД) “історії життя”* об’єкта, які отримали назву *Сховищ Даних (СхД)* як “спеціалізованої БД минулої діяльності об’єкта” і відповідних їм *СУБД (СУБМБД)*, які *орієнтовані саме на інтерактивну аналітичну роботу користувача в операціях “проявлення непрямої інформації”* [5,9,10].

Основні засади узгодженості інтеграції традиційно організованих оперативних процесів (ОП) та процесів ситуативного аналізу (СИТА) розглянемо, порівнюючи їх методичні та системотехнічні особливості:

1. *Основні джерела інформації ОП* – діяльність організації. Для підтримки СИТА потрібно залучати також і відповідні (у часі) дані зовнішніх джерел, які визначають поточні значення зовнішніх факторів впливу.

2. У багатьох корпоративних структурах *одночасно функціонує декілька проблемно – орієнтованих підсистем ОП з власними оперативними БД (ОБД, сукупністю розподілених ОБД)*, які можуть зберігати однорідну інформацію, але яка, з різних причин, відрізняється організаційною структурою – формати, часові відмітки надходження та актуалізації, домени. Інформаційна підтримка СИТА повинна передбачати однаково форматовану, узгоджену змістовно та в часі інформацію, яка адекватно відображає фактичні результати діяльності системи в цілому. Тобто, вилучені дані ОБД перед їх включенням в БД СИТА повинні пройти процедури “очищення” та змістовного узгодження (консолідації) [10].

3. *ОП розраховані на підтримку конкретних задач*. Сукупність запитів до ОБД, як правило, визначається (регламентується) ще на етапі проектування системи. Механізми інформаційного обслуговування користувачів СИТА орієнтуються, головним чином, на непередбачені (нерегламентовані) запити.

4. ОБД за своїм призначенням *повинні бути пристосованими до частих змін даних*. Це і враховується існуючими СУБД (нормалізація структури, невпорядкованість записів, В-дерево індексації, транзакційність). При відсутності змін в СхД(БМБД) СИТА в їх структурній організації більш доцільним є саме ненормалізованість даних, використання апріорі впорядкованих записів, методів швидкої індексації, зберігання агрегованих даних.

5. *Актуальність даних ОП з часом зменшується* і тому такі дані регулярно видаляються з ОБД (в кращому випадку архівуються). СхД СИТА повинні зберігати свої записи на протязі десятків років.

Таким чином, у складі традиційної системи об’єктивно відсутні „внутрішні носії інформації” про наростання загроз регламентованому існуванню, а, отже, і відчуття необхідності підготовки та планування необхідних запобіжних заходів стосовно можливого реінжинірингу системи. На нашу думку, ініціаторами цих процесів могли б стати доповнюючі на платформі СхД структурно-функціональну організацію інтерактивної взаємодії механізми та інструментарій - *Olap(on-line analytical processing)-систем та Інтелектуального аналізу даних (ІАД)* [9-11,14].

Розглянемо більш детально інтелектуалізуючі можливості запропонованої нами тріади СхД&Olap&IAD засобів інтерактивного ситуативного аналізу.

СхД – платформа аналітичних досліджень “історії життя”. Розробка СхД має свою специфіку в порівнянні з проектуванням та створенням ОБД. Це, перш за все, змістовна узгодженість даних різних джерел. Різних з точки зору визначення та інтерпретації ключових понять спільних інформаційних об’єктів, можливих структурних конфліктів та аномалій.

Ще однією особливістю, яка не проявлялася так гостро у практиці традиційних систем, є забезпечення сумісної навігації в єдиному інформаційному просторі. Відомий інструментарій та механізми метаданих системи в даному випадку повинні виступати в ролі навігаційної карти операцій доступу, яка повинна підтримувати паралельність та персоніфікованість обслуговування запитів. При цьому необхідно також забезпечувати формування однакового розуміння історичних фактів різними групами аналітиків. Адже виявлення протиріч в досягненні такого розуміння є очевидним наслідком того, що даний інформаційний об’єкт характеризується більшою сукупністю параметрів-показників, ніж ті, з якими він використовується діючими функціональними підсистемами.

Системотехнічні засади реалізації СхД визначаються відомими [9] проблемами вибору між віртуальним СхД як Вітрина даних і глобальним СхД.

*Віртуальне СхД.* Його основу складають: репозиторій метаданих, який описує джерела первинної інформації (ОБД, зовнішні БД ,файли та ін.), SQL-форми регламентованих запитів, процедури обробки та представлення результатів. При цьому дані ОБД не вилучаються, а використовуються на місцях зберігання. Користувачі - аналітики фактично працюють з ОБД і повинні мати мережевий доступ до них, а також до зовнішніх даних.

До негативних наслідків застосування такої інформаційної підтримки інтерактивних процесів аналітика відноситься те, що доступ до "живих" даних в оперативному режимі та велика інтенсивність трафіка ситуативного аналізу приводять до зменшення продуктивності регламентованої діяльності АСУ і, взагалі, до загрози втрати нею працездатності при невдалих діях користувачів - аналітиків.

*Вітрина даних (Data Mart).* Це набір тематично (проблемно) узгоджених вилучень з ОБД, який містить інформацію, що відноситься до конкретних задач аналізу. По суті, Вітрина даних – це вузько спеціалізоване на тематику аналізу мініСхД. Відмітимо, що Вітрина даних не обов’язково повинна бути повністю сформованою. Вона може зберігати посилання на ОБД, за допомогою яких, в разі потреби, слід вилучати дані для обслуговування додаткових запитів.

*Глобальне СхД.* Це спроби інтегрувати всі Вітрини Даних, розглядаючи СхД як єдине джерело даних для всіх можливих тематичних напрямків аналізу.

### **Механізми Olap**

Це інструментарій та процедури підтримки інтерактивних аналітичних процесів, пов’язаних з операціями над багатовимірними структурами даних СхД [9]. Використовуючи гнучкі механізми маніпулювання та відображення багатовимірних даних, користувач Olap-системи в умовах явних чи неявних загроз життєздатності об’єкта розглядає різні інформаційні зрізи СхД, маючи на меті

визначити - “що могло б бути причиною цих загроз”. При цьому у нього спочатку може навіть не бути ніякої конструктивної ідеї - “як взагалі підходити до пошуку відповіді”. Зацікавившись якоюсь комбінацією даних, він може розглянути їх більш поглиблено, розклавши впорядковані у часі складові, згрупувавши їх по інших вимірах СхД. Або, навпаки, ще більш узагальнити даний зріз даних, вилучаючи з нього несуттєві подробиці.

Отримані таким чином результати можуть і не привести безпосередньо до готової відповіді, але вони можуть стимулювати інтуїцію аналітика, яка здатна підказати певні асоціації та зв'язки для нових напрямків пошуку, включаючи і пропозиції стосовно змін у процесах збору первинних даних та наповнення ними СхД.

Відмітимо, що механізми та процедури Олар не намагаються моделювати природний інтелект людини, а лише підсилюють його можливості, спираючись на потужність сучасних методів візуалізації та графічного відображення результатів аналізу.

До системотвірних ознак використання Олар-технологій відносяться [8]:

- розподіл даних СхД як БМБД, які визначають історію життя об'єкта, на *показники* та *виміри*;
- логічне представлення значень *показників* у вигляді багатовимірних кубів (полікубів), впорядкованих за рівноправними *вимірами*;
- забезпечення необмеженої кількості *вимірів* та ієрархій зв'язків між ними;
- забезпечення можливості побудови підмножини значень *показників* (зрізів) за будь-яким дискримінуючим правилом та логічних операцій над цими зрізами;
- можливості он-лайн агрегування значень зрізів, графічного та табличного їх представлення.

### **Методи та механізми ІАД**

Виникнення терміну ІАД, а також його синонімів „Data Mining (Розкопки даних)”, „Knowledge Discovery (Відкриття нових знань)”, пов'язане з розв'язанням проблеми інтуїтивного проявлення непрявленої інформації діяльності, визначення та обґрунтування на основі її аналізу необхідності та змісту реорганізації діючої системи. Дзвоник продзвенів, коли стало ясно, що для знаходження стратегії розумної поведінки необхідно мати змогу вдумливого перегляду як єдиного цілого великих об'ємів показників історичної діяльності з метою виявлення нових залежностей між значеннями параметрів-показників, тенденцій та закономірностей розвитку та занепаду зв'язків між ними. І на цій основі відбувається опрацювання (проектування та тестування) заходів реінжинірингу.

В основі сучасних методів ІАД лежить концепція шаблонів або інформаційних згорток [2,11-13], які відображають окремі фрагменти багатоаспектних взаємовідносин між показниками даної вибірки із СхД. Інтерактивний аналіз впорядкованої в часі послідовності таких інформаційних згорток може підштовхнути аналітика до відкриття нового знання про об'єкт. До речі, зауважимо, що класична матстатистика, як основний інструмент аналізу експериментальних даних, спираючись на парадигму визначення та оперування з середніми значеннями вибірки виявилася неспроможною в розв'язанні цих задач. Зміну парадигми аналізу проілюструємо прикладом із [14]:

Традиційна прикладна статистика – „*Які середні показники травматизму для курців і некурців?*”.

Інтелектуальний аналіз даних – „Чи зустрічаються точні шаблони описів людей, що характеризують їх здатність до підвищеного травматизму?”.

Легко побачити, що інтелектуалізуючою ознакою нової парадигми є нетривіальність вибірки. В даному випадку ми маємо на увазі саме несподіваність, неочікуваність даного групування показників, замаскований характер нових фактів, які стимулюють процеси відкриття нових знань.

#### 4. Висновки

Запропонований в даній роботі підхід до інтеграції системотвірних засобів традиційних інформаційних систем управління та інтелектуалізуючих їх засобів СхД&Olap&IAD дає підстави стверджувати, що таке поєднання забезпечує систему повнофункціональними механізмами, інструментами підтримки процесів ситуативного визначення можливих загроз її існуванню та шляхів їх попередження.

Підсумовуючи вищесказане, відмітимо, що цей висновок обумовлений таким:

- СхД вилучають і окремо зберігають для подальшого аналізу (Olap&IAD) інформацію змістовно зв'язаних різномірних джерел первинних даних, які в сукупності характеризують “історію” діяльності об'єкта;

- механізми Olap дозволяють виконувати інтерактивні операції над багатовимірними зрізами СхД в пошуках гіпотез-припущень щодо виявлення та опрацювання нових залежностей між параметрами-показниками діяльності, тенденцій (як негативних, так і позитивних) їх розвитку;

- методи IAD допомагають виявляти та формувати нові знання на базі результатів інтерактивного ситуативного аналізу, тестувати їх на різних часових зрізах СхД.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Капитонова Ю.В., Скурихин В.И. О некоторых тенденциях развития и проблемах Искусственного Интеллекта //Кибернетика и системный анализ. – 1999. - №1.
2. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования //УСИМ.-1995.-№5.-С.1-5.
3. Морозов А.О., В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація АСУ: проблеми, напрямки досліджень // Математичні машини і системи . – 2001. - №1-2. – С. 21-25.
4. Вейценбаум Дж. Возможности ЭВМ и человеческий разум. -М.: Радио и связь. -1982. – 367 с.
5. Теслер Г.С. Информация – феномен природы: роль информации в естественной и искусственной природе //Математичні машини і системи . – 2003. - №1. - С.152-165.
6. В'юн В.І, Довгополий А.С, Кузьменко Г.Є. Багатоагентні риси інтелектуалізації систем управління // Математичні машини і системи. - 2002. - №4. – С. 52-56.
7. В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Багатоагентні риси інтелектуалізації систем управління //Математичні машини і системи.-2002.-№4. –С. 52-56.
8. Inmon W.H. Building the Data Warehouse (second edition) -NY, NY:John Wiley, 1993.Codd E.F., Codd S.B., Salley C.D. Providing Olap to User-Analysts: An IT Mandate - E.F// Codd&Associates, 1993.
9. Codd E.F., Codd S.B., Salley C.D. Providing Olap to User-Analysts: An IT Mandate - E.F// Codd&Associates, 1993.
10. Сахаров А.А. Концепция построения и реализации информационных систем, ориентированных на анализ данных //СУБД. - 1996. - №3. - С.44-53.
11. Parsaye K. Surveying Decission Support: New Realms of Analysis //Database Programming and Design. - 1995. - №4. – С.15-20.
12. Raden N. Star Schema /Santa Barbara, CA: Archer Decissions Sciences, Inc., 1995-1996. (<http://members.aol.com/raden/str/oi.htm>)
13. Андон Ф.И., Балабанов А.С. Выявление знаний и изыскания в БД: подходы, модели, методы и системы (обзор) // Проблемы программирования. - 2000. - № 1-2. – С. 513-525.
14. Балабанов А.С. Проблема вывода знаний о структуре зависимостей между переменными из данных Больших объемов в условиях помех // Проблемы программирования. -2000. - № 1-2. – С. 527-535.
15. Дюк В., Самойленко А. Data Mining – интеллектуальный анализ данных. - Санкт-Петербург: Питер, 2001. – 365 с.



## 2.12. З.М.АСЕЛЬДЕРОВ, В.І.В'ЮН, А.О.МОРОЗОВ

### “КОНТИНУУМ РОЗУМНОСТІ” СИТУАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ

“Forewarned is forearmed”  
(хто знає про біду, той  
приймає запобіжні заходи).

#### **Вступ**

Результати “життєдіяльності” проблемно-орієнтованих інформаційних систем типу Ситуаційні центри (СЦ) є носіями надзвичайно важливої інформації та знань, які існують в непрявленому стані в регламентованих звітах, відображаючи цю діяльність. Одним із основних досягнень [1,2] слід вважати наступні якісні оцінки технологій “розкопок” цих прихованих знань (data mining) :

(1) накопичені інформаційною системою масиви фактографічних даних діяльності СЦ можуть бути корисними для отримання глибоких відомостей про його функціонування в поточних умовах існування, враховуючи стан очуючого середовища, яке і визначає ці умови;

(2) звичайною практикою стає виділення транзакційної та аналітичної складових СЦ і застосування для другої Olap (on-line analytical processing) технологій з використанням методів інтелектуального аналізу даних.

В даній роботі деталізується база досліджень механізмів та інструментальних засобів цих технологій за напрямком “Інтеграція на платформі Сховищ Даних (СхД) методів Інтелектуального Аналізу Даних (ІАД) та Olap [2,3,4] як задача створення та розвитку „континууму розумності” (КР) ситуаційного центру, тобто перманентно зростаючої множини знань про предметну область, системотехнічний інструментарій підтримки „розумної” (адекватної поточним вимогам та умовам існування) поведінки системи.

На думку авторів, користувачі-аналітики в процесах інтерактивної взаємодії з даними СхД як спеціалізованої бази даних хронологічно впорядкованих „інформаційних згорток”[1] результатів її діяльності мають змогу оцінити ефективність та результативність виконання прийнятих системою рішень, фіксувати зародження та становлення нових (не відомих під час розробки та впровадження системи) залежностей між параметрами–показниками діяльності, уточнювати склад та нові порогові значення внутрішніх та зовнішніх факторів впливу. Результати такого аналізу дозволяють вчасно (“передбачаючи біду”) сформулювати пропозиції стосовно можливої реорганізації (реінжинірингу) системи та скласти відповідний план її реалізації.

В даному випадку мова йде не тільки про негативні тенденції розвитку подій. Це можуть бути і позитивні зміни, а заходи реінжинірингу, у цьому разі, спрямовуються на їх підсилення, на більш ефективне використання їх наслідків.

Отже виходячи з положення, що людина і ситуаційні центри повинні об'єднувати свої зусилля на спільній „платформі знань”, деталізацію досліджень ми бачимо у пошуку ефективних схем розподілу повноважень між людиною і комп'ютерами центру з метою ефективної операціональної підтримки „розумної” поведінки [5].

### Системотвірні засади “континууму розумності”

Процеси, які ми розглядаємо, це діяльність аналітичної складової інформаційної системи як організованої сукупності інтерактивних взаємодій користувач-система з метою оцінки поточного стану предметної області, релевантності вхідних даних та критеріїв самої релевантності, ідентифікації проблемної ситуації, яка склалася або складається, з використанням процедур інформаційно-довідкового обслуговування з природномовними нерегламентованими конструкціями запитів. Багато з того, що людина знає про можливі “виробничі” ситуації та їх динаміку, складає її фахові знання (компетентність), які в більшості не можуть бути формалізовані, а отже і не можуть бути безпосередньо запрограмовані. Людина веде себе адекватно ситуації тому, що вона знаходиться в її контексті, який формується на основі найближчого минулого і актуалізується поточними значеннями параметрів-показників подій, які сталися і які їй здаються суттєвими в даний момент часу [6].

Саме цю „залежність від контексту” автори пропонують використати як основний системотвірний орієнтир „розумності” (інтелектуалізації) взаємодії користувача з системою, маючи на увазі інтерактивне формування та виконання на платформі СхД, яке і виконує роль бази контексту подій, що мали місце, саморегулюючих (адаптивних) процесів. Цьому орієнтиру повинні бути підпорядковані також засоби реалізації операцій наповнення СхД або операцій вилучення необхідних даних оперативної діяльності системи, структуризації поточних значень параметрів-показників, “розпорошених” в ієрархічній структурі функціональних та інформаційних її підсистем [4].

Системотвірна роль операцій “вилучення” - це загальносистемна і одномоментна фіксація та копіювання поточних значень апіорі визначеної сукупності показників, яку будемо позначати як множину  $\{A_i | i=1, m\}$ . Час  $t_j$  виконання операції утворює ряд часових відміток “історичного” періоду  $[t_0, T] = (t_0=t_1 < t_2 < \dots < t_n=T)$  діяльності. Таким чином, на кожний момент часу ( $t_n$ ) СхД це “зібрання”  $m$  послідовностей  $A_i(t) = (a_{i1}(t_1), \dots, a_{in}(t_n))$ , кожна з яких зберігає предметний зріз СхД - поведінки показника  $A_i$  як  $i$ -го виміру уявлення про “життя” системи в цілому. Звідси видно, що СхД являє собою  $m + 1$  - вимірну базу даних ( $m$  вимірів  $\{A_i\}$  і часовий вимір  $T$ ). На рис.1 наочно відображається 4-мірне СхД =  $\{A_1, A_2, A_3; T\}$ .

Оскільки для наповнення СхД вилучаються великі об’єми даних з різних джерел і ймовірність отримання “різночасових” даних досить велика, то функціонування системи автоматичного “вилучення та наповнення СхД” вимагає розробки додаткових процедур їх змістовного та часового узгодження. Ці процедури (data cleaning, scrubbing [9]- очищення та консолідація даних) – це операції виявлення та видалення невідповідностей поточних значень атрибутів одних і тих же інформаційних об’єктів, які отримані з різних підсистем або джерел.

Подальше перетворення вилучених даних пов’язане з трансляцією схем даних, їх інтеграцією, а також з фільтрацією та адресуванням. Не дивлячись на те, що наведений в [7] перелік підходів та засобів є досить повним, вони не розв’язують всіх проблем і потребують додаткового втручання людини. Основні проблеми при узгодженні схем даних різних джерел – це конфлікти найменувань та структурні конфлікти. Конфлікти найменувань – це аноніми та синоніми найменувань інформаційних об’єктів в різних підсистемах. Структурні конфлікти проявляються по-різному: різні

представлення об'єкту (атрибутивне проти табличного), різна структура компонент, типів, обмежень цілісності, т. ін. Додатково до конфліктів на рівні схеми значна їх кількість проявляється на рівні елементів даних. Всі проблеми окремих джерел для елементів даних в різних пропорціях та співвідношеннях проявляються і для множини джерел. До того ж, інформація різних джерел може бути представленою на різних рівнях агрегації або відноситися до різних часових періодів.

Методологічний аспект цих операцій розглянемо через “призму” багатовимірної “природи” СхД [8,9].

### Алгоритмічні та логічні основи “континууму розумності”

#### 1) Формалізми та моделі інтелектуалізації.

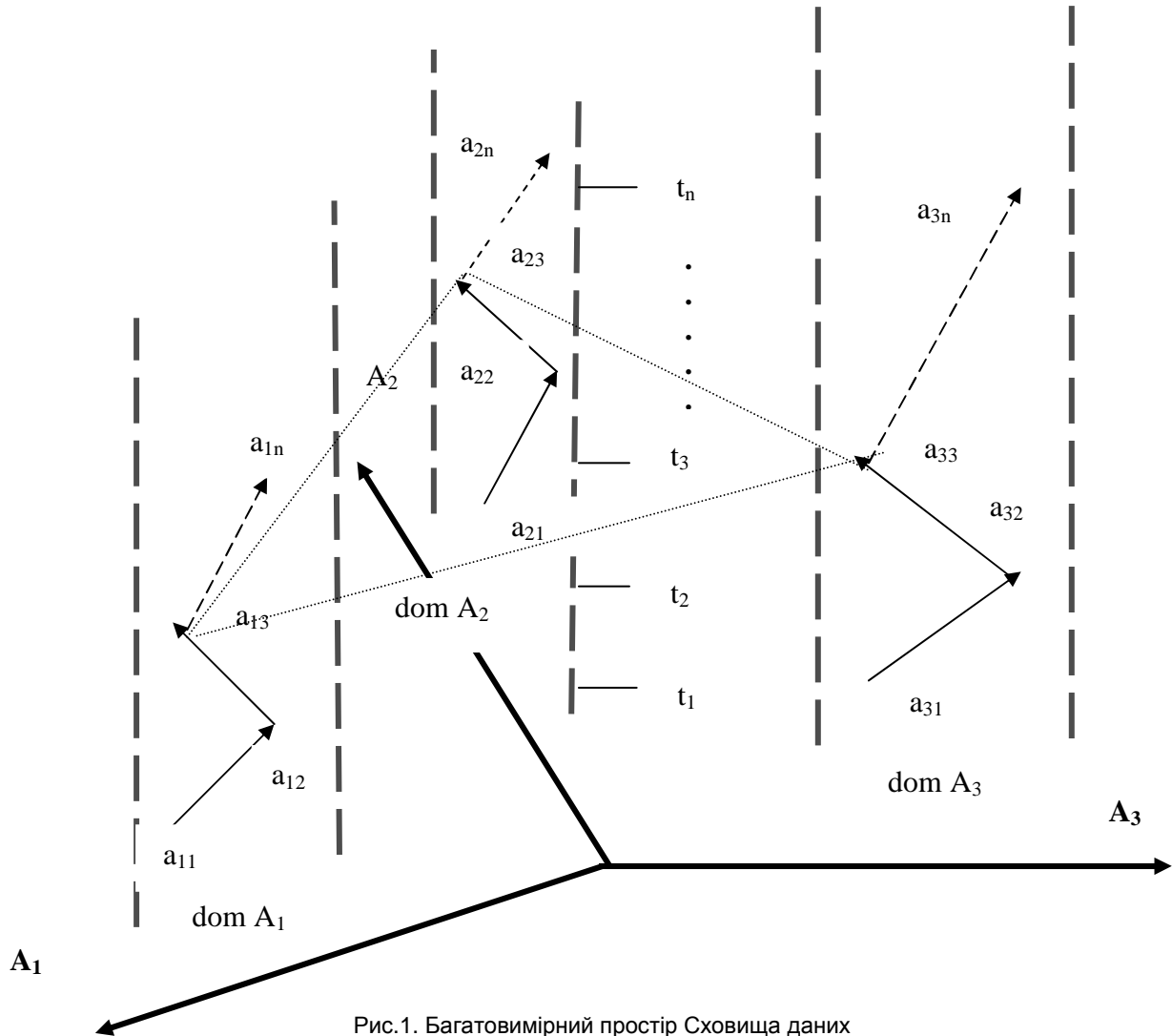


Рис.1. Багатовимірний простір Сховища даних

Примітка:

- 1) Через  $\text{dom}(A_i)$  позначені інтервали можливих значень  $A_i$ .
- 2) Трикутник, якому належать точки  $(a_{13}, a_{23}, a_{33}, t_3)$  визначає  $t_3$  – інформаційну згортку в контексті  $\text{СхД} = (A_1, A_2, A_3; T)$ .
- 3) До речі,  $t_j$  – це момент вилучення поточних значень множини  $\{A_i\}$ , в якій системою зафіксована зміна значень хоча б одного параметра. Це означає, що підінтервали  $(t_i, t_{i+1})$  інтервалу  $[t_0, T]$  мають різні  $i$ , взагалі кажучи, випадкові значення довжин.

Формальна модель інтелектуалізованої систем ситуативного управління (ІССУ) – це кортеж

$$ІССУ = (СІАД (КР=(СхД \times БЗн), ОП_{ІАД}), ССУ),$$

де СІАД – організована система базових операцій та процедур інтелектуального аналізу даних на платформі КР та ОП<sub>ІАД</sub> = (ОП<sub>ПОД</sub>, ОП<sub>ІОД</sub>, ОП<sub>ФУП</sub>, ОП<sub>ВКУП</sub>), який визначає замкнений ланцюг операцій накопичення нових знань:

ОП<sub>ПОД</sub> - попереднього опрацювання даних;

ОП<sub>ІОД</sub> - інтелектуального опрацювання даних;

ОП<sub>ФУП</sub> – формування нових узагальнень та правил виводу;

ОП<sub>ВКУП</sub> – верифікації і консолідації (взаємна узгодженість) нових узагальнень та правил виводу як передумова формування нових знань системи.

Якщо позначити через ІСхД(t<sub>i</sub>) – одномоментний зріз СхД, то

$$ОП_{ПОД} : ІСхД(t_i) \xrightarrow{S(\text{об'єкта})} \text{<доповнення до>} СхД(t_{i-1})$$

S(об'єкта) - структура об'єкта або  $S(\text{об}) = (\{A_i\}, D, \text{dom}, \{R\})$ , де D - множина їх доменів; dom – функція відповідності  $(\{A_i\}, D); \{R\}$  – множина інформаційних відношень між атрибутами та подіями

Примітка: {R} – предметна основа БЗн, яка входить до складу КР і являється

організованою сукупністю „узагальнень” та „правил виводу”, де (узг(r)) – це

deskриптивні (описові) знання типу (X=x), (прв(r)) – прогностичні знання типу (X=x)

(A=a), де  $X \in R, A \in R \setminus X, x \in \text{dom}X, a \in \text{dom}A$ .

$$ОП_{ІОД} : \text{<доповнення до>} СхД(t_{i-1}) \xrightarrow{КР} СхД(t_i)$$

$$ОП_{ФУП} : СхД(t_i) \times БЗн(t_{i-1}) \xrightarrow{\quad} \text{<доповнення до>} БЗн(t_{i-1})$$

$$ОП_{ВКУП} : СхД(t_i) \times \text{<доповнення до>} БЗн(t_{i-1}) \xrightarrow{\quad} БЗн(t_i)$$

## 2) Дослідження нових залежностей між показниками діяльності.

Розглянута модель зростання “інтелекту” ССУ базується на використанні здобутих в інтерактивних процесах взаємодії з аналітиками знань, що допомагає останнім вивчати та аналізувати зміни умов існування, планувати та проводити запобіжні заходи стосовно часткової або повної реорганізації (реінжинірингу) системи

Таке розуміння „інтелектуалізованості системи управління” наближається до поняття „емергентного інтелекту”, тобто такого, який виникає спонтанно, базуючись на інтуїції аналітика в процесі його знайомства з результатами її діяльності. Сучасний філософ Міраб Мамардашвілі, вияснюючи природу „живого людського мислення”, звернув увагу саме на таку його особливість – „щоб народився процес мислення, говорить філософ, повинна скластися якась комбінація значень зовнішніх та внутрішніх факторів впливу, яка пояснює певний зв'язок (залежність) між параметрами-показниками діяльності і яка, тим самим, проявляє приховані до цього часу причини та передумови формування даного зв'язку”.

СхД як база фактографічних значень даних „історичної” діяльності системи, і являє собою „емергентне” середовище, в якому можлива випадкова або керована поява таких комбінацій–відкриттів, використання яких дозволяє адекватно оцінити поточний стан об’єкту і на цій базі сформувавши рішення, які б забезпечували підвищення його рівня життєздатності.

В процедурах пошуку нових залежностей між однорідними групами параметрів-показників виділимо наступні дві мети:

1. Встановлення самого факту наявності (відсутності) зв’язку між  $Y$  та  $X$ . При цьому вибір виду зв’язку (тобто класу допустимих функціональних залежностей  $Y=f(X)$ ) має другорядне значення.

2. Виявлення причинності зв’язку між показниками шляхом варіації значень вхідних змінних, які аналізуються. В цьому випадку на перший план виходить задача визначення структури функції (моделі) залежності, тобто вибору загального виду  $f(X)$ , використання якої забезпечує можливість прогнозування та кількісного виміру ефекту взаємовпливу кожної з вхідних змінних  $Y$  та  $X$ .

На рис.2 на прикладі 3-мірного СхД  $(A_1, A_2, T)$  наводиться приклад графічного відображення залежності параметрів  $(A_1, A_2)$  або  $A_2=f(A_1)$ .

Отже, пропонується наступна схема виявлення залежностей між впорядкованими у часі даними СхД - перш за все пари різних параметрів, апріорі визначених аналітиком, перевіряються на „схожість” своєї „поведінки”. (Широкий ряд послідовних, змістовно узгоджених процедур виявлення „схожості” для парних відношень розглядається в роботах [1,10-12]). У випадку, коли „схожість” є, робиться припущення про можливість існування певної функціональної залежності між відповідними показниками одномоментних явищ (подій). Після цього, ініціалізується процедура співставлення цієї можливої залежності з набором типових функцій.

### **Інтелектуальний аналіз даних - „логіка” визначення можливої залежності**

Сховища інформації предметних областей бізнесу як платформа КР компаній існують вже давно. За цей час (з 1990х) компанії накопичили значний досвід по їх використанню. Мова вже йде про запровадження штатної посади „Директор по знанням” як ключового провідника структуризації знань про організацію, здатного вилучати необхідну первинну інформацію з „виробничого” процесу, групувати її, очищувати та впорядковувати в часі, представляти її у вигляді доступному для фахівців всіх рівнів системи управління, відмічаючи при цьому появу „цікавих залежностей” між групами первинних даних, редагувати та вносити зміни в знання системи.

Основними етапами цих процесів є:

- безпосереднє сприйняття ситуації (первинний її опис), що забезпечується формуванням визначаючих її „інформаційних згорток”;

- співставлення первинного опису з існуючими знаннями системи, результатом чого є інтегрований (вторинний) опис ситуації. Цей процес може розглядатися як процес „розуміння” ситуації, яка формується. При цьому, можуть бути запропоновані декілька вторинних описів (= неоднозначність розуміння);

- розробка пропозицій стосовно задач реінжинірингу системи, аналіз можливих наслідків, вибір формування плану реалізації пропозицій;

- зворотна інтерпретація запропонованої програми дій (перевірка або тестування пропозицій на інших сукупностях даних СхД) і формування алгоритму її виконання.

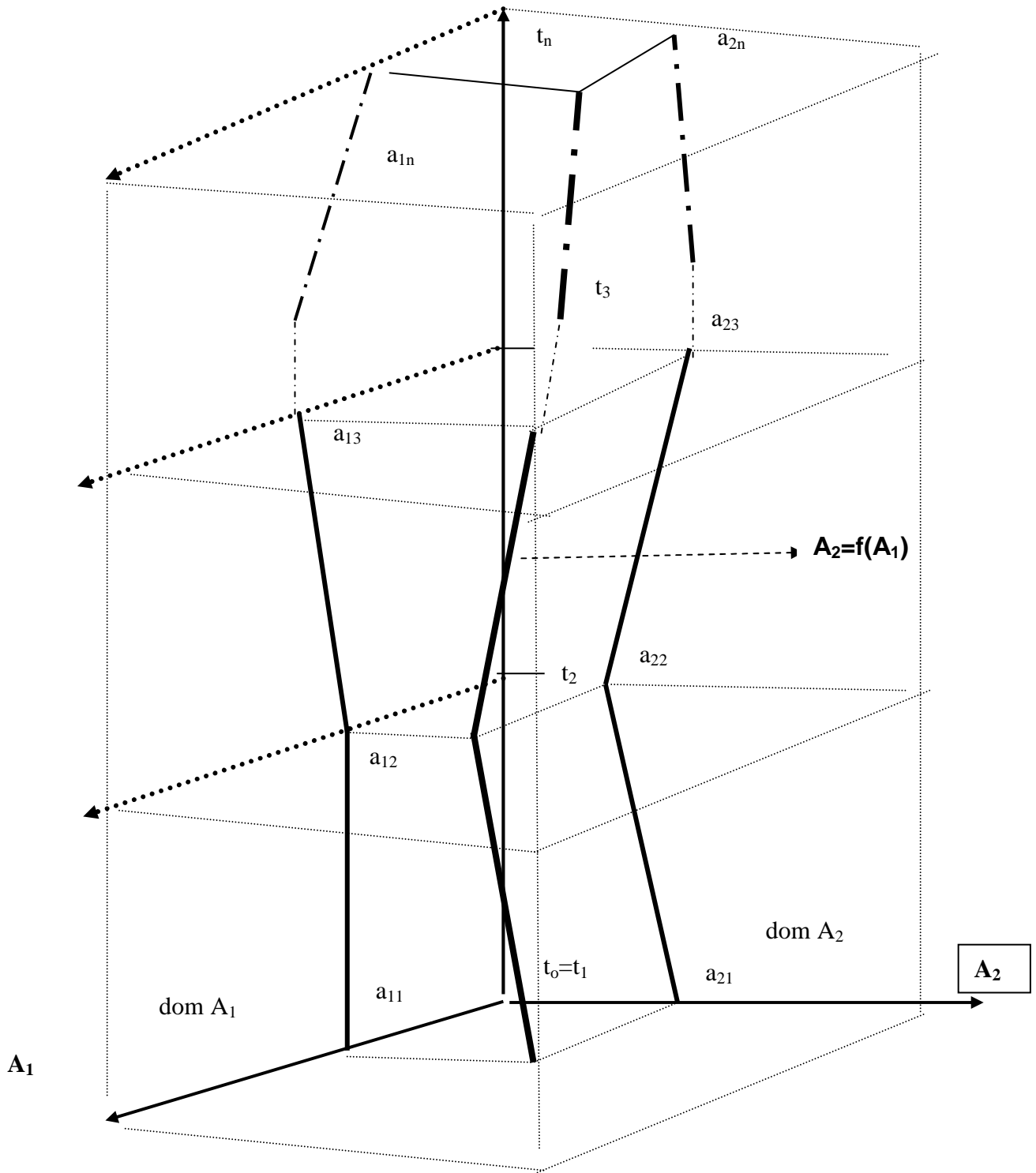


Рис.2 Часовий зріз  $A_2 = f(A_1)$

Не слід вважати, що перераховані етапи повністю розділені і виконуються строго послідовно. Навпаки, найбільш характерним є їх взаємне проникнення на засадах використання зворотного зв'язку. Більш того, ситуативний аналіз діяльності системи на платформі КР дозволяє „м'яко” впливати на функціонально-структурну організацію об'єкта управління. Нові механізми аналізу агрегованих оперативних даних можуть досить тривалий час співіснувати з „старими” як відкрите сховище накопичених знань з метою інформаційно-довідкової підтримки різних рівнів управління у складі діючої системи в процесах виконання програми реінжиніренгу.

### **Постулати та формалізми практики індуктивного виводу**

Мета, яку поставили перед собою автори, полягає в побудові деякого формалізму індуктивного відкриття, бо тільки формально точні поняття та результати можуть бути використані як основа для ефективних процедур інтелектуалізації системи.

На практиці ми стикаємося з новими фактами, які не можна пояснити на основі відомих закономірностей, оскільки причини або закони, яким вони підпорядковуються не відомі. Постає запитання: „як на основі емпіричних даних або статистичної інформації щодо описів скінченої кількості об'єктів побудувати процедуру, яка дасть змогу оцінити потрібні нам характеристики будь-якого іншого об'єкта і показати, що достовірність виводу або ефективність цієї процедури, зростає із зростанням накопиченої інформації?”

У цьому запитанні суть проблеми індукції. В індуктивних виводах, на відміну від дедуктивних, істинність посилок і правильний логічний хід міркувань не можуть забезпечити повну достовірність виводу. Багато фахівців зазначають, що вся складність проблеми індукції полягає саме в неможливості сформулювати однозначний алгоритм її розв'язання.

Індуктивна логіка відрізняється від класичної [13] – в ній логічний вивід одержують абсолютно інакше, ніж в дедуктивних системах. Крім того, тут не виконується закон виключеного третього. Це пов'язане з тим, що один і той же опис об'єкта може одночасно набирати істинного та хибного значень.

Особливість процедур індуктивного виводу полягає в тому, що вони визначаються на основі емпіричної інформації, яка міститься в усіх класах навчальної вибірки. Ще раз підкреслимо (саме це міркування є вирішальним) – усі досить сильні дедуктивні системи є неповними, оскільки будуються на основі лише істинних тверджень. На відміну від дедуктивних систем, обробка емпіричних даних в індуктивних процедурах здійснюється паралельно для всіх класів навчальної вибірки.

Розглянемо наступну схему процесу міркувань аналітика:

- (а) спостерігається ланцюжок минулих явищ або впорядкована сукупність інформаційних згорток;
- (в) аналітик звертає увагу на певні характеристики (інваріанти) явищ або показників діяльності об'єкта;
- (с) аналітик висуває апіорну гіпотезу (припущення) про наявність таких характеристик (інваріантів) у всіх подібних випадках;

(d) на основі припущення формуються нові (модифікуються існуючі) правила виводу з метою використання їх в прогностичних та управляючих процесах.

Отримані за такою схемою „початки нових знань” можуть бути на перших порах і не коректними з точки зору точного логічного виводу. Такі елементи знань будемо називати раціональними, структуруючи їх наступним чином:

1) Нехай визначена певна проблемна область, для якої побудована теорія  $T$ , яка, звичайно, не є повною для даної області, бо в протилежному випадку ця теорія могла би скласти основу деякої формальної дедуктивної логічної системи, яка описувала б всі явища в їх взаємозв'язку в даній предметній області.

2) Нехай  $F$  – це сукупність фактів спостереження, а  $S_T$  та  $S_F$  відповідні теоретичні пояснення із  $T$  та  $F$ .

3) Тоді правило  $\frac{S_T, S_F}{Q_{T,F}}$  або  $<$  із  $S_T$  і  $S_F$  слідує  $Q_{T,F}$  (взагалі кажучи, таке, яке не

выводиться із  $T$   $>$ , будемо називати раціональним правилом виводу.

Додамо ще, що правило виводу раціональне в змістовному значенні, якщо воно задовольняє двом змістовним вимогам:

а) якщо  $Q_{T,F}$  є хибним, а теоретичні пояснення  $S_T$  витримані, то імовірність виводу  $Q_{T,F}$  на основі  $S_F$  є досить малою;

б) якщо  $Q_{T,F}$  є істинним і виконуються  $S_T$ , то імовірність виводу  $Q_{T,F}$  на основі  $S_F$  є великою. Таким чином, подвійна (двоїста) інтерпретація процесу виводу (на основі  $T$ , спостережень  $F$ , математичної логіки та теорії імовірностей) приводить до наявності двох мов:  $L_T$  та  $L_F$  – відповідно описи явищ на базі теорії та описи на базі спостережень.

Звичайно, що не можуть існувати універсальні правила раціонального індуктивного виводу теоретичних положень з емпіричних узагальнень. Але, з іншого боку, ніхто не заперечує, що мають місце нетривіальні правила індуктивного виводу, що можуть бути використані при певних, добре описаних умовах, і, таким чином, бути корисними в процесах інтерактивної взаємодії аналітик – система.

## Висновки

Управління об'єктом в традиційному розумінні – це цілеспрямований процес апріорі визначених реакцій системи типу „якщо ... – то...” . Практика часто демонструвала, що кінцевий результат ефективності прийнятих на такій платформі управляючих рішень (а також, їх наслідків), для об'єкта в цілому з часом стає все більш неадекватними поточним вимогам та умовам існування.

Саме цей недолік традиційних систем автоматизації в умовах високодинамічних змін стає об'єктом аналізу та „пошуку об'єктивних витоків процесу інтелектуалізації системи”, які б забезпечували її довготривалу життєздатність.

Методологічну та системотехнічну підтримку розробки та створення цих витоків автори пропонують формувати на платформі „континууму розумності” або платформі „знаю як працює & знаю як перебудувати”.



## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.О. Ситуаційні центри – основа керування організаційними системами //Математические машины и системы. - 1997. - №1. - С.7-10.
2. Дослідження базових засад та методів створення інтелектуалізованих систем автоматизації управління на основі методології ситуативного управління/ Підсумковий звіт за темою фундаментальних досліджень. – ІПММС, 2003.
3. В'юн В.І, Кузьменко Г.Є, Морозов А.О. Інтелектуалізація АСУ: проблеми, напрямки досліджень // Математические машины и системы. – 2001. - №1,2. – С.21-25.
4. В'юн В.І, Довгополий А.С, Кузьменко Г.Є. Багатоагентні риси інтелектуалізації систем управління // Математические машины и системы. – 2002. - №4. – С. 52-56.
5. Бирюков Б.В., Гушин И.Б. Машина и творчество. - М.: Радио и связь. – 1982. – 150 с.
6. Бирюков Б.В. Жар холодных чисел и пафос бесстрастной логики. Формальное мышление от античных времен до эпохи кибернетики. - М: Знание. –1985.-192с.
- 7 Саймон Н.А. Склады данных // В журн. СУБД (Из-во "Открытые системы").-1997.-№3. -С.5-15.
- 8 Петерсон Т.Б., Йенсен Кр. Технологія багатовимірних баз даних //Відкриті системи.- 2002.- №1.– С.11-15.
9. Erhard Ram, Hong Hai Do. Очистка данных: проблемы и актуальные подходы / Web-сайт компании Intersoft Lab. –2002.
10. Ф.И. Андон, А.С. Балабанов Выявление знаний и изыскания в БД: подходы, модели, методы и системы (обзор) // Проблемы программирования. -2000. -№ 1-2. –С. 513-525.
11. Балабанов А.С. Проблема вывода знаний о структуре зависимостей между переменными из данных Больших объемов в условиях помех // Проблемы программирования. -2000. -№ 1-2. – С. 527-535.
12. Балабанов А.С. Выделение знаний из БД - передовые компьютерные технологии интеллектуального анализа данных // Математические машины и системы. – 2001. - №1-2. – С. 40-54.
13. Сергієнко І.В., Гупал А.М. Сучасна математика – поєднання дедуктивних та індуктивних підходів // Вісник НАН України. – 2003. - №1. - С. 18-23.

2.13. А.О.МОРОЗОВ, В.І.В'ЮН, Г.Є.КУЗЬМЕНКО

## **ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ: ОРІЄНТАЦІЯ НА ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ В ПРОЦЕСАХ АНАЛІЗУ “ІНФОРМАЦІЙНИХ ЗГОРТОК”**

---

### **1. Вступ**

Однією з ознак інтелектуальності інформаційної системи (ІС) є її здатність адаптуватися до змін як внутрішніх, так і зовнішніх умов та вимог до результатів діяльності. У роботах [1-3] були окреслені системотвірні механізми та інструментарій відповідного, інтелектуалізуючого систему оснащення ІС. До них відносяться: Сховище даних (СхД) або просторово-часова база впорядкованої сукупності “інформаційних згорток” [4], що характеризують стан системи у вигляді проблемно-орієнтованих груп параметрів-показників, які тематично зв'язані; Олар (онлайніві аналітичні) та ІАД (інтелектуального аналізу даних) – технології.

У даній роботі ми зупинимося на методичних та технологічних засадах формування нових знань та вмінь системи (складових її “континууму розумності” [3]) з використанням схем інтерактивного ситуативного аналізу та індуктивного виводу (узагальнення) на платформі СхД.

### **2. Постановка проблеми**

Необхідність в новій методології та інструментах обумовлена наявністю ряду важливих але нерозв'язаних на засадах традиційних підходів до організації інформаційних систем (ІС) з використанням комп'ютерної підтримки діяльності задач [5]. Перш за все, це задачі самоорганізації та адаптації системи до швидкоплинних змін в умовах існування, які визначають нові вимоги до результатів діяльності, нові відносно часу формування та впровадження ІС.

В даному контексті проблемою є надання системі здатності до людино-машинної самоорганізації й адаптації, маючи на увазі включення в її функціонально-організаційну структуру “розумних” механізмів та інструментів, які в інтерактивних процесах ситуативного аналізу діяльності спираються на засади, що допускають можливість часткової або повної реорганізації системи в порівнянні “з першими днями” її експлуатації. Надання ІС таких можливостей забезпечує далекоглядні її переваги, пов'язані саме з наявністю засобів самонавчання, самоорганізації та реорганізації (реінжинірингу).

Процес накопичення знань протягом багатьох століть, включаючи останні 50 років, коли почали говорити про накопичення знань комп'ютерами, підтримувався з використанням схем дедуктивного аналізу та умовиводу, що базувалися на логічно зв'язаній послідовності операцій, які, у свою чергу, визначались вже здобутими знаннями: скінченною множиною сформованих апіорі та виведених у процесі розробки системи аксіом аналізу та правил виводу. Оскільки логічні початки та наслідки дедуктивних систем – це множина лише істинних тверджень, то, по суті, такі схеми прийняття рішень *були логічно неповними..* Більш того, процес розширення системи додатковою кількістю нових аксіом, залишаючись на базі логіки дедуктивного виводу, не збільшує її логічної повноти, оскільки потужність множини правдоподібних (можливих) умовиводів від цього розширення аксіом не зменшується. Отже збільшення діапазону вірогідності рішень за рахунок правдоподібних умовиводів можливе лише на платформі використання *систем індуктивного узагальнення.*

Виходячи з того, що “істина” одна, а “не зовсім істин” багато, Розробник ІС при формуванні орієнтованого на аналіз діяльності СхД змушений вибирати певну базову модель підтримки та забезпечення правдоподібних умовиводів. Задача, яка при цьому розв’язується, це – “вибрати адекватну ПрО модель, що забезпечує необхідну вірогідність виводу”. Найбільш широкий огляд існуючих моделей приводиться в [6].

Отже, процес аналізу результатів діяльності нетрадиційної ІС пропонується розглядати як паралельний процесу функціонування системи процес неперервного, інтерактивного, ситуативного аналізу результатів та проблемних ситуацій минулої діяльності, тенденцій їх розвитку, формування та прийняття на цій основі запобіжних заходів стосовно адаптації та самоорганізації системи в цілому.

Основними етапами цього процесу є:

- безпосереднє сприйняття проблемних ситуацій (подій, явищ );
- співставлення фактографічного опису їх характеристичних показників з існуючими знаннями про предметну область. Цей етап може розглядатися як етап „розуміння” проблемної ситуації, що склалася. При цьому можуть бути сформовані декілька уточнюючих описів (тобто, має місце певна неоднозначність розуміння), можуть пропонуватися варіанти змін та доповнень до функціонально-організаційної структури, а також пропозиції стосовно розширення бази знань;
- планування відповідних операцій реінжинірингу, аналіз та тестування на базі фактографічних записів СхД можливих наслідків;
- вибір цілеспрямованої послідовності операцій, яка найкраще узгоджується з метою реорганізації і забезпечує достатній рівень життєздатності ІС.

Відмітимо, що сьогоденне успішне застосування ІС тісно пов’язане з задачами, в яких чітко визначені й формалізовані критерії оптимізації та обмежень впливу оточуючого середовища. Але разом з цим існує досить широкий пласт проблем-задач, в яких не завжди вдається апріорі перерахувати всі як внутрішні, так і зовнішні фактори впливу тому, що цьому заважає множина об’єктивно протирічних критеріїв, які повинні бути врахованими і які в той же час не можуть одночасно задовольнятися.

До розширення функціонального наповнення ІС, яке повинно скласти операційну базу саморозвитку та проблемної (об’єктної) орієнтації методів аналізу життєздатності системи в цілому, повинні належати механізми і інструментарій, які реалізують:

- ідентифікацію проблемної ситуації (ПрС) або початкові кроки її розуміння (визначення причин та факту виникнення, тенденцій розвитку, формування додаткових задач, які потребують розв’язку);
- використання системи не тільки для фіксації та відображення ПрС, а для проектування та реалізації засобів підтримки, подальшої ефективної діяльності;
- опис (планування) послідовності операцій стосовно адаптації та самоорганізації системи з урахуванням таких методичних засад: *“гасіння пожеж”* – це процеси, якими можна керувати та планувати; *“ігнорування дрібниць”*, не звертаючи увагу на те, що “компанії гублять дрібниці”; *“штопання дірок”* – з’їдає ресурси, час, але не взмозі розв’язати проблеми адаптації; *“неперервні зміни”* – стиль життя організації; *“тління”* – пульс організації, тому не зупиняйте його.

Інформаційна підтримка цих процесів забезпечується операціями вилучення поточних (узгоджених в часі) значень певних сукупностей оперативних атрибутів  $(a, b, c, \dots)$ , характеризуючих стан системи формування тематично або предметно-орієнтованих інформаційних згорток  $A_i(t_j)$  та веденням на їх основі "історії" діяльності – Сховища даних (СхД).

Отже, кожний запис СхД - це  $t_j$  - часовий зріз  $\{A_{ij}\} = \{A_i(t_j) \mid i = 1, n; j = 1, m\}$ .

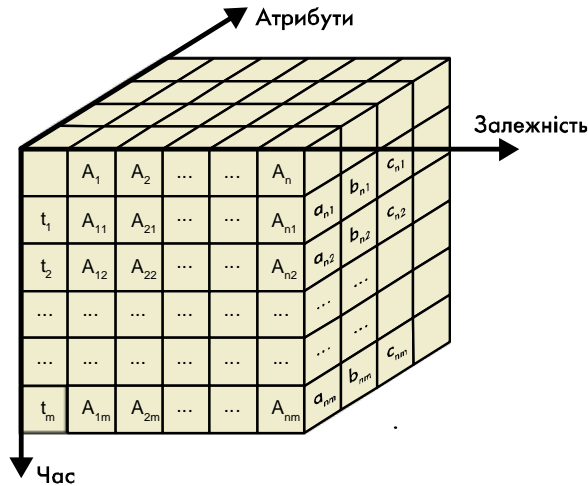


Рис.1. Сховище даних

Примітка:

1)  $A_{ij}$  – в більш вузькому розумінні, певна функціональна залежність від атрибутів  $(a, b, c, \dots)$  або  $A_{ij} = f_i(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, \dots)$ .

2) Деякі атрибути можуть входити в різні інформаційні згортки, тобто, для незалежних  $A_k$  і  $A_l$  перетин використаних для їх ідентифікації атрибутів  $A_k \cap A_l$ ,

Кожному з елементів  $A_{ij}$  відповідає домен  $[A_{ij} - \varepsilon, A_{ij} + \varepsilon]$ . З урахуванням цього будемо говорити, що стовпчик  $A_i$  матриці (рис.1) складається з рівних з точністю  $\varepsilon$  значень  $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{im}$ . Вихід одного із значень за межі  $\varepsilon$ -інтервалу підключає в підсистемі, яка "веде" цей показник, механізми регулювання. Для аналізу життєздатності системи інтерес представляють ті показники, які у зв'язку з змінами в умовах існування не регулюються існуючими механізмами, що і потребує їх реорганізації. Крім того, СхД може зберігати факти, які не були відомі Розробникам системи. Наприклад, факт існування прихованої залежності пари інформаційних згорток  $A_k$  та  $A_l$  не зважаючи на їх різну тематичну спрямованість. Виявлення таких фактів може стимулювати роботи стосовно більш масштабної реорганізації, пов'язаної, наприклад, з перерозподілом функцій між підсистемами та ін.

І в першому, і у другому випадках "ідеї реорганізації" підказує аналіз поведінки  $\{A_i\}$  або аналіз часових рядів  $\{A_i\}$  – стовпчиків матриці " $t_j$  – зріз СхД". Їх розкопки (data mining) у процесах

“роздумів” над записами СхД дозволяють аналітику виявити факти - моменти істини як не відомі раніше причини або закономірності, яким вони підпорядковуються.

Представимо схему роздумів аналітика в умовах момента істини у вигляді такої послідовності міркувань:

(а) спостерігається ланцюжок минулих явищ та подій діяльності системи або часовий ряд інформаційних згорток  $\{A_i\}$  та відповідних часових рядів базових атрибутів  $(a_{n2}, b_{n2}, c_{n2}, \dots)$ ;

(в) звертається увага на певні сталі характеристики (інваріанти) явищ або значень показників;

(с) висувається апіорна *гіпотеза* про наявність таких же інваріантів у всіх подібних випадках і встановлюється прототип функціональної залежності між відповідними показниками;

(d) на цій основі формуються (модифікуються існуючі) та тестуються на накопиченому фактичному в СхД матеріалі [7,8] нові *правила виводу та узагальнення даних діяльності* з метою використання їх у подальших прогнозних та управляючих процесах.

Отже вся інформація, яка необхідна для процедури розкопок  $A_i(t_j)$ , представлена в неявному виді в сукупності  $m$  – спостережень. Ключовим моментом обґрунтування процесу індуктивного виводу є структура навчальної вибірки та її імовірнісні розподіли.

Засади індуктивного виводу та пошуку нових функціональних залежностей.

СхД (у більш широкому розумінні, просторово-часовий образ ІС) – множина інформаційних згорток  $A_i(t_j)$ , які можуть належати певному класу проблемних ситуацій  $X$ .

З використанням типових схем індуктивного узагальнення [8]: (1) подібності, (2) відміни, (3) залишків в табл. 1 представлені приклади логіки можливих індуктивних висновків за результатами аналізу записів СхД.

Таблиця 1. Схеми індуктивного виводу

№з/п	Вхідні дані спостережень	Індуктивне узагальнення
1	$\{a, b, c\} \subseteq A_1$	Для всіх $A$ з властивостями $a \subseteq A_i \rightarrow \{A_i\} \subseteq X$ Примітка: Значення $n$ не визначає “точності” виводу. Інтуїтивно відчувається, що $n$ повинно бути великим
	$\{a, e, d\} \subseteq A_2$	
	$\{a, f, g\} \subseteq A_3$	
	$\{a, h, j\} \subseteq A_n$	
2	$\{a, b, c\} \subseteq A_1$	$a \subseteq A_k \rightarrow \{A_k\} \subseteq X$ ( $1 \leq k \leq n$ ) (інформаційні згортки без властивостей $b$ і $c$ не належать класу $X$ )
	$\{a, e, d\} \subseteq A_k$	
	$\neg\{b, c\} \subseteq A_{k-1} \rightarrow A_{k-1} \notin X$	
3	$\{a, b, c\} \subseteq A_1 \rightarrow A_1 \subseteq X_1 \cap X_2 \cap X_3$	$c \subseteq A_i \rightarrow \{A_i\} \subseteq X_3$
	$\{a\} \subseteq A_2 \rightarrow A_2 \subseteq X_2$	
	$\{b\} \subseteq A_3 \rightarrow A_3 \subseteq X_3$	

Для визначення виду (з певною мірою вірогідності  $\mu(t)$ ) функціональної залежності аналізуються на “схожість поведінки” часові ряди  $A_k(t)$  та  $A_i(t)$  або їх відповідні похідні (перші,

другі різниці). Для оцінки “схожості” пропонується багатоетапна процедура, на кожному з етапів якої виконується оцінка певних характеристик поведінки часових рядів.

Як приклад розглянемо наступні етапи аналізу емпіричних даних спостережень:

- виявлення тенденцій або тренду поточного середнього та дисперсії рядів, пов'язаних з аналізом  $A_k(t)$  та  $A_l(t)$ . Якщо один з них є з виявленим трендом, а другий - ні, робиться висновок про “несхожість їх поведінки”, і процедури порівняння продовжуються на наступних етапах;

- знаходження числа локальних екстремумів - при виявленні певних закономірностей в поведінці точок локального екстремуму показників вхідних рядів  $A_k(t)$  та  $A_l(t)$ , що змістовно характеризує їх “схожість” в розподілі “вершин” та “низин”, робиться висновок - “часові ряди схожі”;

- розподіл інтервалів між локальними екстремумами - ряди з однаковими характеристиками розподілу фаз монотонності розвитку показників визначаються як ряди зі “схожістю поведінки”.

За оцінкою “схожості” часових рядів  $A_k(t)$  та  $A_l(t)$  або їх похідних визначається вид можливої функціональної залежності між ними (табл. 2).

Таблиця 2. Приклади функціональних залежностей

Вид функціональної залежності	Оцінюється схожість для вхідних рядів	Обчисл. коефіцієнтів
Лінійна $A_k(t) = \alpha_0 + \alpha_l A_l(t)$	$(\Delta^1 A_k(t), \Delta^1 A_l(t))$ , де $\Delta^1$ - ряд перших різниць	$\alpha_0 - \alpha_l A_{kl1} = A_{kl1}$ $\alpha_0 - \alpha_l A_{kl2} = A_{kl2}$
Квадратична $A_k(t) = \alpha_0 + \alpha_l A_l^2(t)$ або $A_k(t) = \alpha_0 + \alpha_l A_l(t) + \alpha_2 A_l^2(t)$	$(\Delta^1 A_k(t) / \Delta^1 A_l(t))$ , $\alpha \sum (A_l(t), A_k(t))$ $(\Delta^1 (\Delta^1 Y(t) / \Delta^1 A_l(t)), (\alpha_2 \Delta^2 A_l(t)))$ , де $\Delta^2$ ряд других різниць відповідного ряду	$\alpha_0 + \alpha_l A_{kl1} + \alpha_2 A_{kl1}^2 = A_{kl1}$ $\alpha_0 + \alpha_l A_{kl2} + \alpha_2 A_{kl2}^2 = A_{kl2}$ $\alpha_0 + \alpha_l A_{kl3} + \alpha_2 A_{kl3}^2 = A_{kl3}$
Гіперболічна $A_k(t) = \alpha_l^{-1} A_l(t)$	$(A_k(t), A_l^{-1}(t))$ , де $A_l^{-1}(t) = (A_{l1}^{-1}, A_{l2}^{-1}, \dots)$	
Експоненціальна $A_k(t) = \alpha_l^{A_l(t)}$	$(\ln A_k(t), A_l(t))$	

Примітка:

1. Під функціональною залежністю двох проблемних ситуацій ми розуміємо можливі взаємні переходи між ними.
2.  $\alpha_l$  - дорівнює з певною мірою вірогідності  $\mu(t)$ , яка вибирається для кожного ПрО.
3. Змістовно “інтегральна” та “диференціальна” залежності визначають зв'язок швидкостей змін значень показників відповідних часових рядів.

### 3. Висновки

Відмітимо, що не можуть існувати універсальні правила отримання раціональних знань з емпіричних узагальнень. Але, на нашу думку, мають місце нетривіальні, проблемно(предметно) - орієнтовані правила, які можуть бути використані при певних, добре описаних умовах і можуть бути корисними в процесах інтерактивних “суб’єктивних роздумів”.

Отримані за розглянутими в роботі схемами індуктивного узагальнення та визначення і подальшого тестування можливих функціональних залежностей „раціональні елементи нових знань” можуть бути на перших порах і некоректними з точки зору *точного логічного виводу*, але арбітром, як завжди, може виступати лише практика\_ їх використання.

Викладене можна розглядати як пропозиції до реалізації у складі ІС інтелектуалізуючих її механізмів та інструментів ситуативного аналізу виробничих процесів ПрО та пов’язаних з ними певних показників оточуючого середовища з використанням накопиченого емпіричного матеріалу діяльності з метою виявлення можливих проблем поточної самоорганізації, адекватної зміненим умовам існування.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.О. Ситуаційні центри – основа керування організаційними системами //Математичні машини і системи. - 1997. - №1. - С.7-10.
2. Асельдеров З.М., В’юн В.І., Морозов А.О. “Континуум розумності” інформаційних систем //Матеріали конференції “Искусственный интеллект”.- Донецьк, Казивелі-2004. 2004-вересень.
3. В’юн В.І. Інтелектуалізація ІС – механізми та інструментарій інтерактивного ситуативного аналізу //Математичні машини і системи. – 2004. - №3. – С. 125-131.
- 4.Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования //УСиМ. - 1995. - №4/5. - С. 91- 95.
5. А.С.Балабанов. Выделение знаний из баз данных – передовые компьютерные технологии интеллектуального анализа данных // Математичні машини і системи. - 2001. - №1-2. – С. 40-54.
6. Саймон Н.А. Склады данных //“Открытые системы”. – 1997. -№3. –С. 5-15.
7. Спирли Э. Корпоративные хранилища данных. – Москва: Изд. Дом “Вильямс”. – 2001. – 396с.
8. Ивашко В.Г., Финн В.К. Экспертные системы и некоторые проблемы их интеллектуализации // Семиотика и информатика. – 1986. – Вып.27. – 164с.

## 2.14. В.І.В'ЮН

### **ПРО ДЕЯКІ АСПЕКТИ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ ПРОБЛЕМНО-ОРІЄНТОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ІС)**

---

Сьогодні потужний вплив на “життєздатність” сучасних (діючих та тих, що розробляються) Інформаційних систем (ІС), орієнтованих на підтримку діяльності суб'єктів певної предметної області (ПрО), мають високодинамічні зміни в стратегії та тактиці їх проектування та використання. До системотвірних факторів як внутрішнього, так і зовнішнього впливів, відносяться: глобалізація економіки, розширення кооперації, перехід від масового та серійного виробництва до індивідуалізації товарів та послуг.

На порядку денному створення систем, які здатні “on-line саморозвиватися”, тобто в процесі функціонування проводити перебудову та реформування (реінжиніринг) самої себе за рахунок модифікації та модернізації інформаційних технологій, що використовуються, з метою адаптації та самоорганізації у змінених умовах існування.

До перших висновків щодо забезпечення таких можливостей, на нашу думку, слід віднести наступні доповнення до функціональної організації ІС [1,2,3,4]:

- механізми та інструментарій формування та ведення “історії” діяльності, що дає змогу користувачеві в процесах її аналізу вилучати та тестувати об'єктивно обумовлені причини та задачі реінжинірингу;

- більш гнучкі та “on-line відкриті” програмні системи, які здатні засвоювати нові знання та підстроювати свою функціональну організацію.

Примітка:

Таке розуміння відкритості виходить за рамки класичного розуміння (= програмна система відкрита тому, що принципово допускається можливість змін в текстах програм, які можуть бути внесеними їх Розробником) і наближається до поняття “емергентного (виникаючого спонтанно) інтелекту”.

Автор пропонує наявність в організаційно – функціональній структурі ІС зазначених механізмів, які забезпечують певні рівні “on-line відкритості”, включаючи засоби підтримки їх еволюційного розвитку, розглядати як досягнуті рівні інтелектуалізації системи в цілому.

В даній роботі ми зупинимося на методичних засадах формування інформаційної підтримки інтерактивних “роздумів” користувача-аналітика стосовно поточних завдань реінжиніринга системи, а отже і необхідності формування нових складових її “континууму розумності”[3].

Традиційні підходи до створення ІС в методичному та системотехнічному плані визначаються “постулатами Творця (Розробника)”[5], якими формується обґрунтованість та своєчасність проектування, розробки та впровадження системи..

До постулатів відносяться наступні системотвірні засади:

- *об'єктивна необхідність інформатизації предметної області (ПрО):*
- *категоричність проектних рішень – знаю або не знаю;*
- *безпомилковість прийнятих рішень – істинність та хибність висновків не викликає сумнівів;*
- *всебачення – з точки зору сформульованої задачі інформатизації Творець повністю ознайомився з ПрО і не допускає, що існує ще щось, що йому потрібно було б знати.*



Практика використання ІС наочно демонструє, що така база знань Творця призводить в процесі експлуатації до системи з не зовсім адекватною поведінкою в нових, змінених умовах існування, що вона приводить, з часом, до не гнучкої, “не дуже розумної” системи.

Процес накопичення (розширення) знань протягом багатьох століть, включаючи останні 50 років, коли почали говорити про накопичення знань комп'ютерами, підтримувався з використанням схем дедуктивного аналізу та умовиводу, що базувалися на логічно зв'язаній послідовності операцій, які, в свою чергу, визначались вже здобутими знаннями - скінченною множиною сформованих апріорі та виведених у процесі оцінювання майбутньої діяльності об'єкта, аксіом (постулатів, засад) виводу. Оскільки логічні початки та наслідки дедуктивних систем – це множина лише істинних тверджень, то, по суті, такі схеми прийняття рішень є *логічно неповними*.. Більш того, процес розширення системи додатковою кількістю нових аксіом, залишаючись на базі логіки дедуктивного виводу, не збільшує її логічної повноти, оскільки потужність множини правдоподібних (можливих) умовиводів від цього не зменшується. Розширення діапазону вірогідності рішень можливе на платформі використання *систем індуктивного виводу (узагальнення)*[6].

Таким чином, процес аналізу функціонування нетрадиційної ІС пропонується розглядати як паралельний процесу функціонування системи процес неперервного, інтерактивного, ситуативного аналізу проблемних ситуацій, які мали місце, тенденцій їх розвитку, інтерактивного формування та прийняття на цій основі запобіжних заходів стосовно адаптації до нових (змінених) умов існування.

Основними етапами цього процесу є:

- безпосереднє сприйняття проблемних ситуацій (подій, явищ), зафіксованих в “історії” або Сховищі даних (СхД) [2,3];

- співставлення фактографічного опису їх характеристичних показників з існуючими знаннями про предметну область (ПрО). Цей етап може розглядатися як етап „розуміння” проблемної ситуації, що склалася або складається. При цьому можуть бути сформовані декілька уточнюючих описів (тобто, має місце певна неоднозначність розуміння), можуть пропонуватися альтернативні варіанти змін та доповнень до функціонально-організаційної структури, а також пропозиції стосовно розширення бази знань;

- планування відповідних операцій часткової або повної реорганізації системи (її реінжинірингу), аналіз можливих наслідків, вибору цілеспрямованої послідовності операцій, яка найкраще узгоджується з метою підвищення (забезпечення достатнього) рівня життєздатності ІС.

На практиці, в процесах “роздумів” над питаннями типу “як ми дійшли до такого життя”, спираючись на аналіз сукупності впорядкованих в часі інформаційних згорток [4], які зосереджені в СхД, ми можемо стикатися з фактами, які важко пояснити на основі існуючих знань. Часто-густо фахівцю (в такі “моменти істини”) не відомі причини або закони, яким ці нестандартні факти підпорядковуються.

Введемо ряд понятійних та термінологічних ознак можливої базової технології виводу в умовах “моменту істини”. Представимо схему „роздумів” аналітика у вигляді наступної послідовності міркувань:

- (а) спостерігається ланцюжок минулих явищ та подій діяльності системи або впорядкована у часі сукупність його параметрів–показників;

(в) звертається увага на певні сталі характеристики (інваріанти) явищ або показників;

(с) висувається апріорна *гіпотеза* (припущення) про наявність таких же інваріантів у всіх подібних випадках і встановлюються нові функціональні залежності між відповідними показниками;

(d) на основі припущення формуються (модифікуються існуючі) та тестуються на накопиченому фактичному в СхД матеріалі нові *правила виводу* з метою використання їх в подальших прогнозних та управляючих процесах.

Отримані за розглянутими схемами індуктивного узагальнення та визначення можливих нових функціональних залежностей „раціональні елементи нових знань” можуть бути на перших порах і не коректними з точки зору *точного логічного виводу*, але арбітром, як завжди, може виступати лише ПРАКТИКА їх використання.

Відмітимо також, що не можуть існувати універсальні правила отримання раціональних знань з емпіричних узагальнень. Але, на нашу думку, в кожній ПрО мають місце нетривіальні, проблемно(предметно) - орієнтовані правила, які можуть бути використані при певних, добре описаних умовах і можуть бути корисними в процесах інтерактивного пошуку правдоподібних рішень.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.О. Ситуаційні центри – основа керування організаційними системами //Математичні машини і системи. - 1997. - №1. - С.7-10.
2. Асельдеров З.М., В'юн В.І., Морозов А.О. Континуум розумності інформаційних систем // Матеріали конференції "Искусственный интеллект".- Донецк, Кацивели:2004, 2004, сентябрь.
3. В'юн В.І. Інтелектуалізація ІС – механізми та інструментарій інтерактивного ситуативного аналізу // Математичні машини і системи. – 2004. - №3. – С. 125-131.
- 4.Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования //УСиМ. - 1995. - №4/5. - С. 91- 95.
5. Андон Ф.И., Яшунин А.Е., Резниченко В.А. Логические модели интеллектуальных информационных систем. – Киев: Наукова думка, 1999. – 396с.
6. Ивашко В.Г., Финн В.К. Экспертные системы и некоторые проблемы их интеллектуализации // Семіотика и інформатика. – 1986. –Вып. 27. – 164с.

## 2.15. В.А.ЛИТВИНОВ, С.Я.МАЙСТРЕНКО, В.И.ХОДАК

### ОБНАРУЖЕНИЕ И ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПО СЛОВАРЯМ ДОПУСТИМЫХ СЛОВ И СЛОВСОЧЕТАНИЙ

#### 1. Введение

Автоматическое обнаружение, идентификация и исправление ошибок пользователя является важным фактором повышения уровня интеллектуализации интерфейса человек-компьютер. В [1] исследуются модели и характеристики общих методов и алгоритмов автоматической идентификации и исправления типовых ошибок пользователя на основе словаря допустимых слов. В теоретических моделях [1] и практических коммерческих программных продуктах подобного назначения [2-4] в качестве словарей подразумеваются и используются орфографические словари соответствующих языков, т.е. словари, определяющие правильное написание (представление) отдельных слов. Целью настоящей работы является обобщение и распространение методов и подходов [1] на ошибки, имеющие более сложную грамматическую и смысловую структуру, и построение моделей оценки вероятностных характеристик, определяющих возможности их обнаружения, автоматической идентификации и исправления.

#### 2. Основные понятия и определения

Нами рассматривается система ввода, контроля достоверности, идентификации и исправления обнаруженных ошибок.

Для основных понятий и компонентов системы примем следующие определения и обозначения:

$A_k^l$  - входное  $l$ -е слово (атрибут некоего информационного объекта) длиной  $n_k$  символов в алфавите  $q_k$ ;

$A^l = (A_1^l \dots A_k^l \dots A_K^l)$  - входное словосочетание (кортеж из  $K$  атрибутов);

$T_k^i$  - словарь допустимых значений  $k$ -го слова ( $i = 1, \dots, N_k$ );

$TT^j$  - словарь допустимых значений словосочетаний ( $j = 1, \dots, N$ ).

Примечание. Словари могут быть как реальными, так и виртуальными. Во втором случае виртуальный словарь может быть задан некоторым логико-арифметическим соотношением, определяющим правило построения допустимых слов и словосочетаний (например, избыточным кодом контроля по модулю и т.п.).

Орфографическую ошибку определим как переход  $A_k^l \rightarrow \bar{A}_k^l$ , в результате которого образуется значение, отсутствующее в словаре  $T_k^i$ . Такая ошибка обнаруживается в результате проверки допустимости отдельного взятого слова.

Смысловую ошибку определим как переход  $A_k^l \rightarrow \bar{A}_k^l$ , в результате которого образуется допустимое значение, *разрешенное* словарем  $T_k^i$ . Смысловая ошибка может быть обнаружена (или нет) только в результате проверки допустимости словосочетания в целом.

Примечание. Смысловая ошибка в приведенной трактовке может иметь двойное происхождение:

- 1) как результат неумышленного искажения отдельных символов слова при формировании документа (сообщения) или его вводе;
- 2) как результат неправильного истолкования формируемого словосочетания и замены одного значения атрибута другим, тоже формально допустимым.

В качестве наглядного иллюстративного примера рассмотрим правильное словосочетание русского языка "кот бежит". Орфографическая ошибка "кот  $\rightarrow$  крт" может быть обнаружена путем проверки допустимости значения "крт", отсутствующего в словаре. Смысловая ошибка "кот  $\rightarrow$  кит" не обнаруживается на уровне орфографического контроля, но ошибка в словосочетании "кит бежит" – налицо. И, наконец, смысловая ошибка "бежит  $\rightarrow$  лежит" не обнаруживается вообще (без более широкого контекстного анализа, но этот уровень контроля мы здесь не рассматриваем).

Статическая структура рассматриваемой системы приведена на рис. 1.

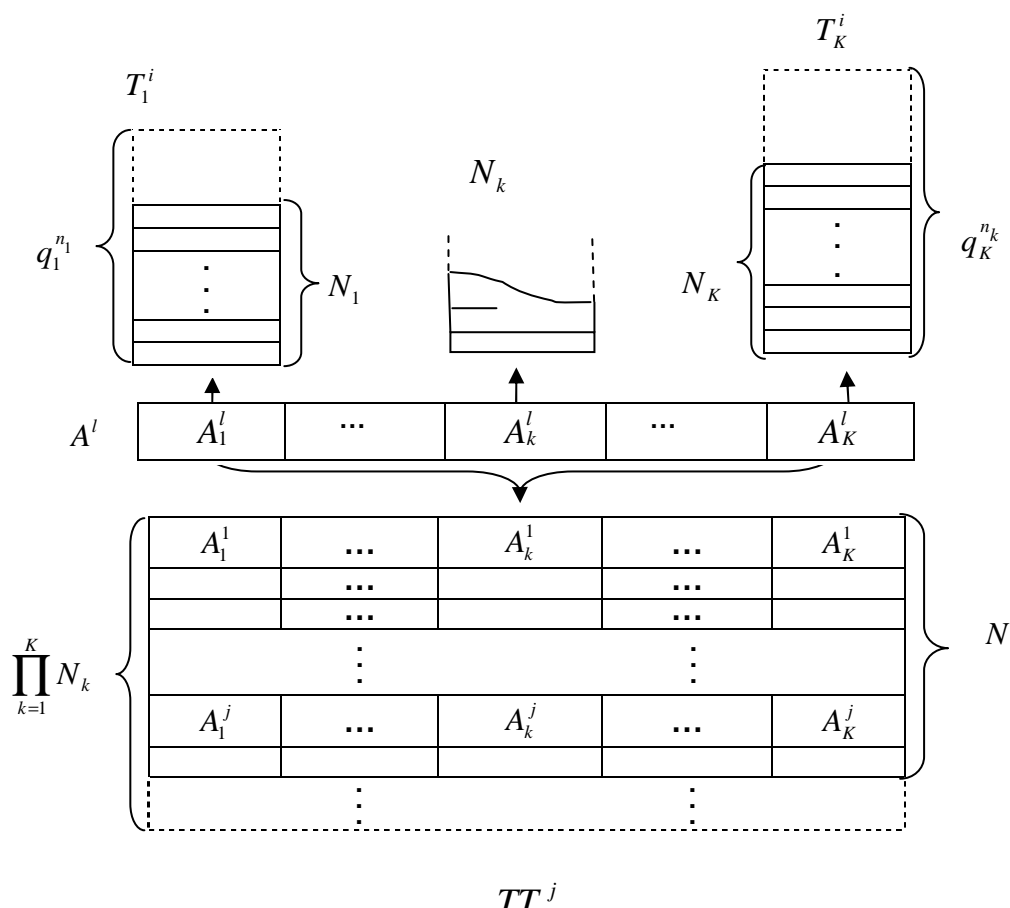


Рис. 1. Структура рассматриваемой системы

Сформулируем исходное правило построения  $TT^j$ :

если  $A_1^i \dots A_k^i \dots A_K^i \in TT^j$ , то

$$\forall A_k^i \in T_k^i \quad (i = 1, \dots, N_k; k = 1, \dots, K). \quad (1)$$

Суть правила заключается в том, что допустимые словосочетания состоят исключительно из допустимых слов.

Примечание. Правило не носит абсолютного характера, а лишь ограничивает область рассматриваемых ситуаций случаями, наиболее типичными для представления данных. Для более сложных случаев, которые теоретически могут быть свойственны в, частности, отношениям между элементами знаний, это правило может и не выполняться. Например, некие лица  $X, Y, Z$  вместе  $(XYZ)$  могут быть совместимыми, а попарно  $(XY, XZ, YZ)$  - нет.

Из (1) вытекают следующие свойства проверяемых словосочетаний  $A_1^l \dots A_k^l \dots A_K^l$  по отношению к возможным ошибкам.

1. Если  $A_1^i \dots A_K^i \notin TT^j$  и  $\exists A_k^l \notin T_k^i$ , то произошла орфографическая ошибка в слове  $A_k^l$ .
2. Если  $A_1^i \dots A_K^i \notin TT^j$  и  $\forall A_k^l \in T_k^i$ , то произошла смысловая ошибка из-за формально допустимого искажения неизвестного слова.
3. Если  $A_1^i \dots A_K^i \in TT^j$ , то  $\forall A_k^l \in T_k^i$ , и ошибка в словосочетании отсутствует (или не обнаружена).

### 3. Общая схема контроля-коррекции словосочетания

Возможны два варианта этапности контроля-коррекции словосочетания.

В первом варианте вначале проверяются отдельные слова на наличие орфографических ошибок. Ошибки (при их наличии) обнаруживаются, идентифицируются и исправляются по алгоритмам моделей [1]. Затем выполняется контроль совместимости слов словосочетания, идентификации и коррекции смысловых ошибок.

Во втором варианте вначале производится контроль совместимости, а затем, в зависимости от результата, контроль отдельных слов и далее - идентификация и исправление орфографических, а затем смысловых ошибок.

Явная предпочтительность второго варианта определяется тем фактором, что ошибок следует ожидать далеко не в каждом словосочетании. Следовательно, во втором варианте большая часть контрольных проверок ограничится проверкой «группового» условия  $A_1^l \dots A_K^l \in TT^j$ .

Общая схема алгоритма контроля-коррекции на основе второго варианта включает следующие этапы:

1. Проверка  $A_1^l \dots A_k^l \in TT^j$ . Если результат положительный, то словосочетание считается безошибочным. Иначе – в словосочетании имеется ошибка; переход к п.2.

2. Проверка условия  $\forall A_k^l \in T_k^i$ . Если результат отрицательный и  $\exists A_k^l \notin T_k^i$ , то произошла орфографическая ошибка в слове  $A_k^l$ . Она обрабатывается схемой АИК [1] с последующим переходом к п.1. ( $l := l + 1$ ). Иначе в словосочетании имеется смысловая ошибка. Переход к п.3.

3. Идентификация смысловой ошибки и ее исправление (с участием или без участия пользователя). Переход к п.1.

Граф, отображающий структуру частных исходов-событий алгоритма, приведен на рис.2.

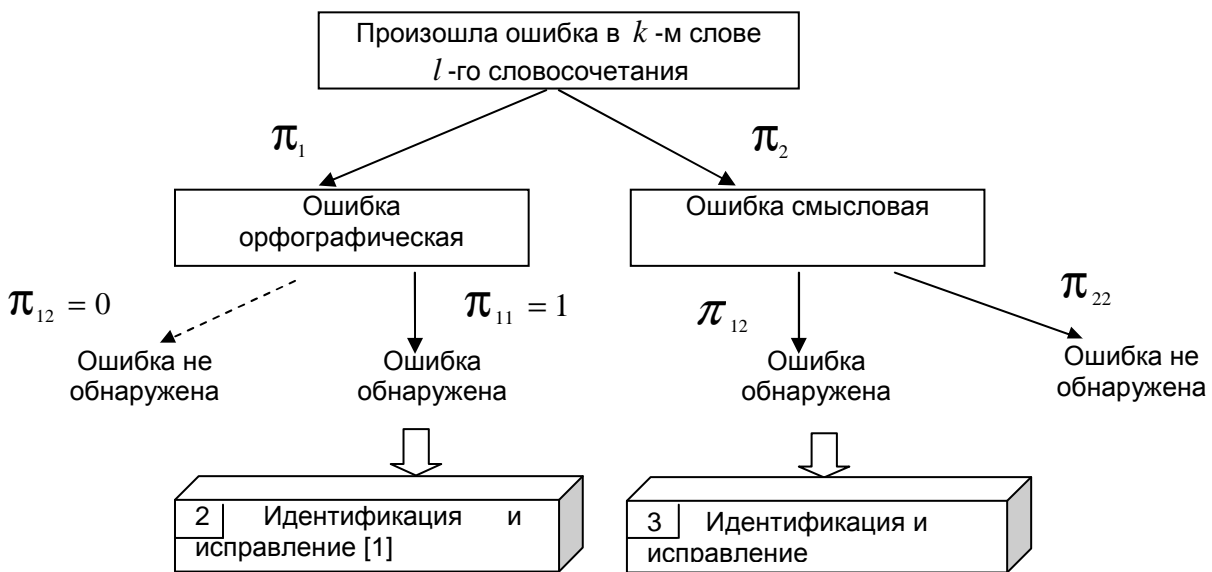


Рис.2. Структура событий

При оценке вероятностей  $\pi_1, \pi_2, \pi_{21}, \pi_{22}$  будем исходить из следующего допущения о их распределении:

а) множества допустимых значений слов  $A_k^i$  мощностью  $N_k$  среди множества их всевозможных значений мощностью  $q_k^{n_k}$ ;

б) множества допустимых значений словосочетаний  $A_k^j \dots A_K^j$  мощностью  $N$  среди множества их всевозможных значений мощностью  $\prod_{k=1}^K N_k$ .

С учетом определения типов ошибок, принятого допущения о распределении вероятностей и свойств 1-2 получим

$$\pi_1 = 1 - \frac{N_k}{q_k^{n_k}}; \quad \pi_2 = \frac{N_k}{q_k^{n_k}}; \quad \pi_{21} = 1 - \frac{N}{\prod_{k=1}^K N_k}; \quad \pi_{22} = \frac{N}{\prod_{k=1}^K N_k}. \quad (2)$$

Из приведенных соотношений видно, что контролирующая способность (относительное количество обнаруженных ошибок) для орфографического контроля равна:

$$D_{орф} = \pi_1 = 1 - \frac{N_k}{q_k^{n_k}},$$

а для совокупности орфографического и смыслового контролирующая способность будет равна:

$$D_{орф,см} = \pi_1 + \pi_2 \cdot \pi_{21} = \left(1 - \frac{N_k}{q_k^{n_k}}\right) + \frac{N_k}{q_k^{n_k}} \left(1 - \frac{N}{\prod_{k=1}^K N_k}\right) = 1 - \frac{N_k}{q_k^{n_k}} \cdot \frac{N}{\prod_{k=1}^K N_k}.$$

Примем для всех  $k = 1, \dots, K$  отношение  $r = \frac{N_k}{q_k^{n_k}} = const$ ,  $R = \frac{N}{\prod_{k=1}^K N_k}$ .

Тогда  $D_{орф,см} = 1 - rR$ .

При  $r < 1$  и  $R < 1$  (а эти неравенства практически всегда достаточно глубоки) величина  $D_{орф,см} \gg D_{орф}$ . Например, для  $r = 10^{-2}$  и  $R = 10^{-2}$  только орфографический контроль теоретически позволяет обнаружить 99% ошибок, а орфографический + смысловой – 99,99%.

#### 4. Идентификация и исправление смысловых ошибок

Идентификация смысловых ошибок и оценка вероятностных характеристик этого процесса возможны на основе применения и исследования механизма [1] генерации обратных искажений ошибочного слова по словарям  $T_k^i$ .

Будем интерпретировать  $K$ -кратное словосочетание как  $K$ -символьное гиперслово в смешанном алфавите  $N_1, \dots, N_k, \dots, N_K$ , а смысловую ошибку в гиперслове – как однократную транскрипцию  $k$ -го гиперсимвола. Под гипервариацией будем понимать замену текущего значения слова  $A_k^l$  на очередное из словаря  $T_k^i$ . В контексте этих определений процесс автоматической (полуавтоматической) идентификации заключается в генерации гипервариаций в классе однократных транскрипций и проверке допустимости образованного гиперслова по словарю  $TT^j$ .

Полное количество генерируемых гипервариаций  $V_K$  определяется простым выражением:

В зависимости от используемого алгоритма разрешения возможной неоднозначности совпавшее гиперслово словаря  $TT^j$  может предлагаться пользователю для подтверждения коррективы либо исправляться автоматически. При условии сохранения допущения о случайном распределении значений словосочетаний в словаре  $TT^j$  и применении соотношений общей модели испытаний Бернулли вероятность  $P(g, R, V_K)$  в точности  $g$  случайных совпадений определяется выражением

$$P(g, R, V_K) = C_{V_K}^g \cdot R^g \cdot (1 - R)^{V_K - g}.$$

Вероятность одновременного искажения более одного слова будем считать пренебрежимо малой. В этом случае в терминах [1] "корректируемой" ошибкой является однократная транскрипция, и вероятность ее появления (при условии, что в словосочетании обнаружена смысловая ошибка) равна 1, так что все выражения [1] для вероятностей правильной  $P_{AK}$ , ложной  $P_{ЛК}$  и ручной  $P_{ПК}$  коррекции соответственно упрощаются. Например, для наиболее простого (в смысле анализа) и перспективного для применения в рассматриваемом приложении алгоритма 3, требующего подтверждения предлагаемой корректировки пользователем,

$$P_{AK} = \pi(m) ,$$

$$P_{ЛК} \approx 0 ,$$

$$P_{ПК} = 1 - \pi(m) ,$$

где  $\pi(m)$  определяет вероятность того, что среди  $m$  предложенных вариантов корректировки содержится правильный вариант. Как показано в [5],

$$\pi(m) = \sum_{g=0}^{m-1} C_{V_K}^g R^g (1-R)^{V_K-g-1} + \sum_{g=m}^{V_K-1} \frac{m}{g+1} C_{V_K}^g R^g (1-R)^{V_K-g-1} .$$

В таблице приведены иллюстративные результаты расчета значений  $P_{AK} = \pi(m)$  для следующих данных:

$$K = 3, N_1 = 10^2; N_2 = 5 \cdot 10^2; N_3 = 10^3; N = 5 \cdot 10^4, 5 \cdot 10^3, 5 \cdot 10^2 .$$

$$\text{В этом случае, как следует из (1) и (2) } V_k = 1597, R = 10^{-3}, 10^{-4}, 10^{-5} .$$

Таблица. Иллюстративные результаты расчета значений  $P_{AK}$

$R$	$m$				
	1	2	3	4	5
$10^{-3}$	0,4994	0,7964	0,9315	0,9857	0,9953
$10^{-4}$	0,9242	0,9960	0,9998	1,0000	1,0000
$10^{-5}$	0,9920	0,9999	1,0000	1,0000	1,0000

Как видно из таблицы для данных значений  $K, N_k, N$ , результаты полуавтоматической идентификации смысловой ошибки, допущенной при вводе, можно считать вполне приемлемыми – правильное значение атрибута находится среди 3-5 альтернатив с вероятностью, весьма близкой к 1 (с точностью в пределах 5 знаков). Для ошибки, допущенной при формировании первичного документа, возможно только автоматическое исправление (алгоритмы 1, 2 [1]) или возврат документа на проверку и исправление к первоисточнику. Уверенное автоматическое исправление возможно только в случае таких сочетаний значений  $N_k, N$ , при которых  $m \approx 1$ .

Поскольку, как известно, среднее число "удачных" исходов для испытаний Бернулли равно  $RV_K$  (в наших обозначениях), то обобщенным ориентировочным критерием оценки применимости метода автоматической идентификации и исправления смысловых ошибок может служить неравенство  $RV_k < \varepsilon$ . Выражая левую часть через "первичные" параметры словарей  $N_k, N$ , получим



$$\frac{N \cdot \sum_{k=1}^K N_k}{\prod_{k=1}^K N_k} < \varepsilon,$$

где  $\varepsilon$  - принятое допустимое относительное количество "ручных" (или ложных) исправлений.

Например, значение  $\varepsilon = 0,01$  означает, что примерно на 100 случаев идентификации смысловой ошибки в 1 случае в дополнение к правильной вариации со словарем  $TT^j$  произойдет еще одно случайное ложное совпадение. В этом случае алгоритм 1 [1] выполнит правильную автоматическую коррекцию с вероятностью 0,5, а алгоритмы 2, 4 предложат идентифицировать и исправить ошибку "вручную".

## 5. Выводы

Совместный контроль орфографических и смысловых ошибок позволяет существенно повысить достоверность вводимой информации.

Для автоматической идентификации и исправления смысловых ошибок может быть использован метод генерации обратных искажений словосочетания и проверки их допустимости. Полученные в работе [1] соотношения вместе с выражениями (1)-(3) позволяют получить ориентировочные оценки результативности метода. В перспективе применение описанного подхода возможно и для более сложных ошибок, в частности, сочетания кортежей таблицы (экземпляров входных форм). Это случай нуждается в отдельном исследовании.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Алгоритми і моделі автоматичної ідентифікації та корекції типових помилок користувача на основі природної надмірності //Математичні машини і системи. – 2004.- №.2 –С.134-148.
2. AfterScan. <http://www.afterscan.com/ru>.
3. [http://www.abbyy.ru/products/handprint/WP\\_form\\_processing\\_65.pdf](http://www.abbyy.ru/products/handprint/WP_form_processing_65.pdf).
4. Редактор 1ДФ. <http://octant.com.ua>.
5. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ступак Н.Б. Некоторые оценки вероятностных характеристик процесса автоматической идентификации ошибок пользователя на основе эталонного словаря // УСиМ.-2001.-№2.- С.21-24.

## 2.16. В.А.ЛИТВИНОВ, С.Я.МАЙСТРЕНКО, Ю.Г.ПИЛИПЕНКО

### ИСПРАВЛЕНИЕ ОШИБОК ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ СОВМЕСТНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИТНЫХ КОДОВ И ВИРТУАЛЬНОГО СЛОВАРЯ ДОПУСТИМЫХ СЛОВ

---

#### 1. Введение

Известны и описаны в литературе методы помехозащитного кодирования, предназначенные для повышения достоверности входной алфавитно-цифровой информации путем автоматического исправления ошибок пользователя. Наиболее полный обзор таких методов приведен в [1]. Большинство этих методов ориентировано на автоматическое исправление однократных ошибок типа замены значения одного символа и обнаружение с последующим «ручным» исправлением ошибок иных классов.

Помехозащитные коды с исправлением ошибок (КИО) применяются для защиты информации в каналах связи, где вероятность появления ошибок, кратности более 1, значительно, на несколько порядков меньше вероятности однократной ошибки. Поэтому относительное количество не автоматически исправленных ошибок сравнительно невелико. Для информации, вводимой пользователем, положение иное. Здесь, как известно, ошибки типа, например, пропуска символа имеют кратность от 1 до  $n$  в зависимости от позиции пропущенного символа, а вероятность такой ошибки не намного меньше вероятности однократной транскрипции. По этим причинам относительное количество вручную исправляемых ошибок здесь может быть значительным.

Метод, позволяющий в этих случаях уменьшить долю ошибок, исправляемых вручную, и снизить тем самым общую трудоемкость ввода и корректировки информации, заключается в расширении штатной процедуры декодирования КИО за счет привлечения метода обратных искажений («вариаций» ошибочного слова) и проверки корректности значения вариации по словарю допустимых слов [2]. При отсутствии реального словаря в качестве такового может быть использован *виртуальный* словарь (см. далее).

В статье решается задача построения модели и оценки существенных характеристик метода.

#### 2. Постановка задачи и алгоритм декодирования и исправления ошибок

Введем следующие обозначения и допущения:

$q, n_u, n_k$  – соответственно алфавит, количество информационных символов, количество контрольных символов входного слова,  $n_u + n_k = n$ ;

$\mathbf{E} = \{E_i\}$  – множество классов возможных ошибок;

$p_i$  – относительное количество ошибок класса  $E_i$  в потоке вводимых слов;

$E_k^1$  – подмножество классов ошибок, на автоматическое исправление которых ориентирован конкретный КИО, и назовем их первично корректируемыми ошибками;

$E_k^2$  – подмножество классов ошибок, идентифицируемых виртуальным словарем (вторично корректируемые ошибки);

$T$  – виртуальный словарь – множество слов, удовлетворяющих условию отсутствия ошибки, определенному контрольным соотношением (алгоритмом кодирования-декодирования) используемого КИО. Мощность  $T$  не превышает  $q^n$ ;

$r = \frac{1}{q^{n_k}}$  – коэффициент избыточности кода, определяющий относительное количество

всевозможных комбинаций значений  $n$  символов, не удовлетворяющих условию вхождения в  $T$ .

Примем допущение, что значения вариаций ошибочного слова случайно распределены среди  $q^n$  всевозможных значений слов. В этом случае процесс генерации вариаций и их сравнения с  $T$  мы можем описать моделью испытаний Бернулли, для которой вероятность  $P(g, r, V)$  случайного совпадения в точности  $g$  вариаций из  $V$  проверяемых, при условии, что вероятность одного случайного совпадения равна  $r$ , определяется известной формулой биномиального распределения:

$$P(g, r, V) = C_V^g r^g V^{V-g}.$$

Общая схема комбинированной процедуры включает два этапа.

1. Декодирование слова (кода) стандартной процедурой, присущей используемому КИО.

1.1. Идентификация слова как правильного или ошибочного.

1.2. Если в слове имеется ошибка, принадлежащая множеству  $E_k^1$ , то она обнаруживается и автоматически исправляется. Иначе, слово идентифицируется как неисправимо ошибочное (в смысле возможностей кода). Переход к этапу 2.

2. Генерация  $V$  вариаций в классах ошибок, принадлежащих множеству  $E_k^2$ , и проверка каждой вариации слова на принадлежность  $T$  (т.е., по сути, многократное повторение этапа 1 для генерируемых вариаций). В зависимости от результатов проверки возможно автоматическое или полуавтоматическое исправление в соответствии с алгоритмами, описанными в [2].

При этом возможны следующие финальные исходы.

$R_{AK}$ ,  $R_{PAK}$  – ошибка правильно идентифицирована и исправлена автоматически (вероятность  $P_{AK}$ ) или полуавтоматически, т.е. с подтверждением пользователя (вероятность  $P_{PAK}$ );

$R_{PK}$  – идентифицировать ошибку не удается и она исправляется полностью „вручную” (вероятность  $P_{PK}$ );

$R_{LK}$  – ошибка идентифицирована неверно и исправлена ложно (вероятность  $P_{LK}$ ).

Определение этих вероятностей и является целью построения следующих моделей. Под вероятностями здесь и далее понимается относительное количество исходов, “благоприятных” в определенном конкретном смысле.

### 3. Общая модель

3.1. Вероятностные характеристики метода (значения  $P_{AK}$ ,  $P_{PK}$ ,  $P_{ЛК}$ ) для автоматической вторичной корректировки (алгоритм А) определяет вероятностно-логический граф, приведенный на рис. 1. За основу принят алгоритм однозначной корректировки вторично корректируемой ошибки [2]. В этом случае автоматическое исправление ошибок  $E_k^2$  производится только при единственном совпадении вариации со словарем (т.е. при отсутствии синонимов).

Последовательность  $x$  дуг графа означает совместное наступление  $x$  независимых событий; финальная вероятность последнего события равна произведению вероятностей, приписанных каждой дуге; разветвление  $y$  дуг означает наступление одного из  $y$  несовместных событий; суммарная вероятность событий по  $y$  разветвляющимся дугам, равная сумме соответствующих вероятностей, должна быть равна 1, как полная группа событий. Сумма финальных вероятностей по листьям дерева должна быть равна 1, а для искомым вероятностей  $P$  должны выполняться условия:

$$P_{AK} + P_{PK} + P_{ЛК} + P_{НО} = 1;$$

$$P_{AK}, P_{PK}, P_{ЛК}, P_{НО} \in [0,1].$$

Таким образом, приведенный граф отражает структуру финальных вероятностей независимых событий.

На рис. 1 приняты следующие обозначения событий и их вероятностей:

$S_0$  – ошибка произошла;

$S_1$  – ошибка  $\in E_k^1$ , вероятность этого события  $\pi_1$  равна относительному количеству первично обнаруживаемых ошибок  $P_1$ ;

$S_2 = \bar{S}_1$  – ошибка  $\notin E_k^1$  с вероятностью  $\pi_2 = 1 - P_1$ ;

$S_{21}$  – ошибка обнаружена с вероятностью  $\pi_{21} = 1 - r$ ;

$S_{22} = \bar{S}_{21}$  – ошибка не обнаружена с вероятностью  $\pi_{22} = r$ ;

$S_{211}$  – ошибка принята для идентификации и исправления с вероятностью  $\pi_{211} = 1 - \beta$ ;

$S_{212} = \bar{S}_{211}$  – ошибка ложно исправлена кодом с вероятностью  $\pi_{212} = \beta$ ;

$S_{2111}$  – ошибка  $\in E_k^2$  с вероятностью  $\pi_{2111} = P_2$ ;

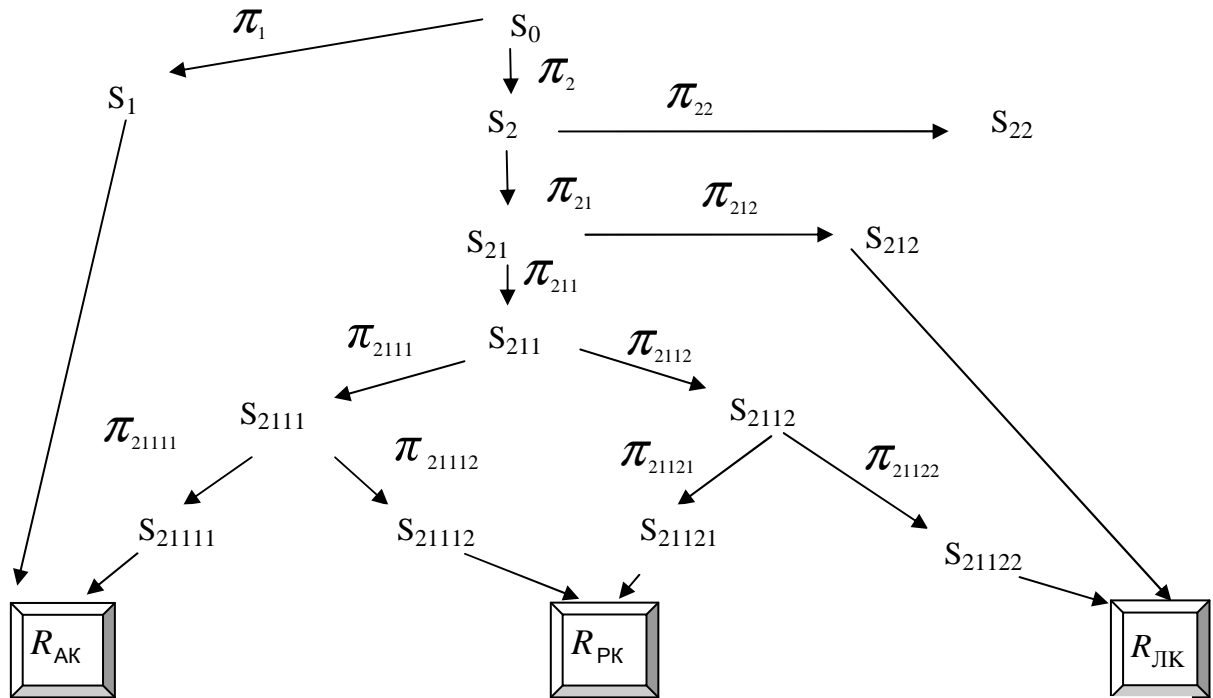


Рис. 1. Граф частных событий для алгоритма автоматического исправления

$S_{2112} = \bar{S}_{2111}$  – ошибка  $\notin \mathbf{E}_k^2$  с вероятностью  $\pi_{2112} = 1 - P_2$ ;

$S_{21111}$  – ошибка однозначна ( $z = 1$ ) с вероятностью  $\pi_{21111} = P(0, r, V - 1) = (1 - r)^{V-1}$ ;

$S_{21112} = \bar{S}_{21111}$  – ошибка многозначна ( $z > 1$ ) с вероятностью

$$\pi_{21112} = \sum_{g=1}^{V-1} P(g, r, V - 1) = 1 - P(0, r, V - 1);$$

$S_{21121}$  – для ошибки, которая не принадлежит  $\mathbf{E}_k^2$ , не состоялось ни одного случайного совпадения вариаций со словом словаря ( $z = 0$ ) с вероятностью

$$\pi_{21121} = 1 - P(1, r, V) = 1 - rV(1 - r)^V;$$

$S_{21122} = \bar{S}_{21121}$  – ошибка, которая не принадлежит  $\mathbf{E}_k^2$ , однозначна ( $z = 1$ ) с вероятностью

$$\pi_{21122} = P(1, r, V) = rV(1 - r)^V.$$

С учетом приведенных обозначений и вида графа рис. 1 можно записать такие логические выражения:

$$\begin{aligned} R_{AK} &= S_1 \vee (S_2 \wedge S_{21} \wedge S_{211} \wedge S_{2111} \wedge S_{21111}); \\ R_{PK} &= (S_2 \wedge S_{21} \wedge S_{211}) \wedge ((S_{2111} \wedge S_{21112}) \vee (S_{2112} \wedge S_{21121})); \\ R_{LK} &= (S_2 \wedge S_{21} \wedge S_{211}) \wedge ((S_{2112} \wedge S_{21122}) \vee S_{212}). \end{aligned}$$

С учетом того, что все события на рис. 1 взаимно независимы, для вероятностей  $P_{AK}$ ,  $P_{PK}$ ,  $P_{LK}$  можно записать

$$P_{AK} = \pi_1 + \pi_2 \cdot \pi_{21} \cdot \pi_{211} \cdot \pi_{2111} \cdot \pi_{21111};$$

$$P_{PK} = \pi_2 \cdot \pi_{21} \cdot \pi_{211} \cdot (\pi_{2111} \cdot \pi_{21112} + \pi_{2112} \cdot \pi_{21121});$$

$$P_{JK} = \pi_2 \cdot \pi_{21} \cdot (\pi_{211} \cdot \pi_{2112} \cdot \pi_{21122} + \pi_{212}).$$

Окончательно имеем

$$P_{AK}^{(1)} = P_1 + (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot (1 - \beta) \cdot P_2 (1 - r)^{V-1}; \quad (1)$$

$$P_{PK}^{(1)} = (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot (1 - \beta) \cdot \left\{ P_2 \left[ 1 - (1 - r)^{V-1} \right] + (1 - P_2) \cdot \left[ 1 - r \cdot V \cdot (1 - r)^V \right] \right\}; \quad (2)$$

$$P_{JK}^{(1)} = (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot (1 - \beta) \cdot (1 - P_2) \cdot r \cdot V \cdot (1 - r)^V + (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot \beta. \quad (3)$$

Легко показать, что  $P_{AK}^{(1)} + P_{PK}^{(1)} + P_{JK}^{(1)} + P_{HO}^{(1)} = 1$ .

3.2. Полуавтоматическое исправление ошибок (алгоритм В) внешне (в смысле интерфейса с пользователем) подобно алгоритму Spell-Checker'a текстового редактора (например, Word'a). При отсутствии однозначности корректировки пользователю предлагается для подтверждения до  $m$  вариантов исправлений. Если среди них нет правильного варианта, ошибка исправляется вручную. В Word'e предлагаются все установленные возможные варианты исправления, что, впрочем, для определенных классов ошибок тоже не освобождает от полностью ручного исправления.

На рис. 2 приведен фрагмент вероятностно-логического графа алгоритма В, который содержит отличия от алгоритма А.

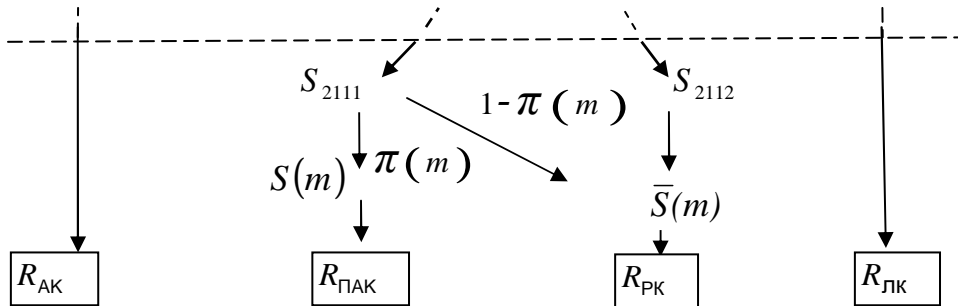


Рис. 2. Фрагмент графа алгоритма полуавтоматического исправления

Здесь приняты следующие дополнительные обозначения:

$S_m$  и  $\bar{S}_m$  – соответственно ошибка идентифицирована и не идентифицирована среди  $m$  синонимов.

Таким образом, имеем следующие вероятностные оценки:

$$P_{AK}^{(2)} = P_1; \quad (4)$$

$$P_{ПАК}^{(2)} = (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot (1 - \beta) \cdot P_2 \pi(m); \quad (5)$$

$$P_{PK}^{(2)} = (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot (1 - \beta) \cdot \left\{ P_2 (1 - \pi(m)) + (1 - P_2) \right\}; \quad (6)$$

$$P_{ЛК}^{(2)} = (1 - P_1) \cdot (1 - r) \cdot \beta \quad (7)$$

и соответственно  $P_{AK}^{(2)} + P_{ПАК}^{(2)} + P_{PK}^{(2)} + P_{ЛК}^{(2)} + P_{HO}^{(2)} = 1$ .

Вероятность  $\pi(m)$  равна [3]:

$$\pi(m) = \sum_{g=0}^{m-1} C_{V-1}^g \cdot r^g \cdot (1-r)^{V-g-1} + \sum_{g=m}^{V-1} \frac{m}{g+1} C_{V-1}^g \cdot r^g (1-r)^{V-g-1}. \quad (8)$$

3.3. Для дополнительной оценки эффективности алгоритмов автоматического и полуавтоматического исправления введем понятие ориентировочной трудоемкости исправления ошибок  $F_{AK}$ ,  $F_{ПАК}$ ,  $F_{PK}$  и определим ее как среднее количество операций сравнения и нажатий на клавиши, которые выполняет пользователь при соответствующих финальных исходах. Среднюю трудоемкость  $F$  определим как взвешенную сумму:

$$F = P_{AK} F_{AK} + P_{ПАК} F_{ПАК} + P_{PK} F_{PK}. \quad (9)$$

#### Алгоритм А

Очевидно,  $F_{AK}^{(A)} = 0$ . Далее, предполагая, что при полностью ручном исправлении пользователь в среднем «обрабатывает» половину символов слова, положим  $F_{PK}^{(A)} = n/2$ .

#### Алгоритм В

Оценим величины  $F_{PK}^{(B)}$  и  $F_{ПАК}^{(B)}$  для максимального значения  $m = z$ , где  $z$  – полное количество синонимов. При ручном исправлении пользователю приходится отвергнуть все  $z$  синонимов и в среднем обработать  $n/2$  символов, т.е.  $F_{PK}^{(B)} = z + n/2$ , так как в этом случае все синонимы образуются в результате исключительно случайных совпадений:

$$F_{PK}^{(B)} = \sum_{g=0}^V gP(g, r, V) + \frac{n}{2} = rV + \frac{n}{2}. \quad (10)$$

При полуавтоматическом исправлении ошибка принадлежит  $\mathbf{E}_k^2$ , и, следовательно, один из синонимов заведомо совпадает с  $T$ , т.е. является не случайным. Поэтому, с учетом предыдущих рассуждений,

$$F_{ПАК}^{(B)} = 1 + \sum_{g=0}^{V-1} \frac{g+2}{2} P(g, r, V) = 1 + \frac{1}{2} r(V-1). \quad (11)$$

## 4. Пример приложения моделей

Рассмотрим результаты приложения моделей к совместному использованию помехоустойчивого удлинённого кода Рида-Соломона [1] и метода анализа обратных вариаций.

Рассматриваемый код является одним из кодов над полем Галуа  $GF(p^m)$ , где  $p$  – целое.

Длина кода  $n_u + n_k = p + 1$ ,  $n_k = 2$ .

В примере, приведенном в [1] для иллюстрации алгоритмов формирования и декодирования кода,  $p = 11$ , исходное информационное слово  $A_n = 2500000001$ ; контрольные

символы  $a_{01} = 3, a_{02} = 0$ ; закодированное слово  $A_{n=nk} = 25000000130$ . Здесь значения информационных символов подобраны так, чтобы при вычислении избыточных символов не выйти за пределы десятичного алфавита. В общем случае, конечно, избыточные символы могут принимать одно из  $p$  значений и, следовательно, должны представляться (или могут интерпретироваться) как числа в системе счисления с основанием  $p$ . В данном примере это должно быть 11-ричное (или 16-ричное) основание. В связи с этим отметим, что двухразрядное число в системе счисления с основанием  $p \leq 33$  можно представить трехразрядным десятичным числом, т.к.  $33^2 < 10^3 < 34^2$ . Поэтому для  $p \leq 33$  два избыточных символа в алфавите  $p$  можно заменить тремя десятичными цифрами. Например, для  $p=11$ , пару значений  $\alpha_{01} = 10$  и  $\alpha_{02} = 07$  можно интерпретировать как двухразрядное 11-ричное число 10/07, десятичный эквивалент которого равен 117. Таким образом, для цифрового кода ( $q = 10$ ) может быть принято  $p = 31$  при трех реальных избыточных символах и двух виртуальных (при соответствующем усложнении алгоритмов декодирования). Аналогичные рассуждения применимы и к другим  $q, p$ .

Описанный код полностью обнаруживает и исправляет однократные транскрипции.

Примем  $E = \{E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6\}$ ; смысл классов ошибок и значений связанных с ними параметров приведен в табл. 1.

Таблица 1. Классы ошибок

Класс ошибок $E_i$	Характер ошибок	Вероятность появления, $p_i$ [4]	Количество генерируемых вариаций
$E_1$	Однократные транскрипции	0,5557	$(q-1) \cdot n$
$E_2$	Вставка символа	0,1567	$n$
$E_3$	Выпадение символа	0,1204	$q \cdot (n+1)$
$E_4$	Транспозиция соседних символов	0,0664	$n-1$
$E_5$	Двукратные транскрипции	0,0322	$(q-1)^2 \cdot C_n^2 - n + 1$
$E_6$	Множественные ошибки	0,0686	–

Для рассматриваемого кода  $\mathbf{E}_k^1 = \{E_1\}, \mathbf{E}_k^2 = \{E_i\}$ .

Результаты иллюстративных расчетов для моделей автоматического (алгоритм А) и полуавтоматического (алгоритм В) исправления приведены в табл. 2 и 3 соответственно. Сводная таблица результатов, отражающая вероятностные характеристики вариантов декодирования и соответствующие показатели трудоемкости для значения  $r = 0,001, q = 37, n = 10$ , приведена в табл. 4. В данных табл. 4 учтено, что для варианта декодирования, ограниченного рассматриваемым кодом, как видно из рис. 1,  $P_{AK} = P_1$ ;  $P_{PK} = 1 - P_1$ ;  $P_{PK} = (1 - P_1)(1 - r)(1 - \beta)$ ;

$$P_{JK} = (1 - P_1)(1 - r)\beta; F = P_{PK} \frac{n}{2}.$$



При расчетах принято  $\mathbf{E}_k^{21} = \{E_4\}$ ;  $\mathbf{E}_k^{22} = \{E_2, E_3, E_4\}$ ;  $\beta = r$  при допущении о псевдослучайном характере распределения результатов декодирования кода, искаженного ошибкой, не принадлежащей к  $\mathbf{E}_k^1 = \{E_1\}$ .

Таблица 2. Иллюстративные расчеты для алгоритма А

$\mathbf{E}_k^2$	$r = 0,001, q = 10, n = 10$			$r = 0,001, q = 37, n = 10$		
	$P_{AK}$	$P_{PK}$	$P_{ЛК}$	$P_{AK}$	$P_{PK}$	$P_{ЛК}$
$\mathbf{E}_k^{21}$	0,62144	0,37431	0,0038077	0,62144	0,37431	0,0038077
$\mathbf{E}_k^{22}$	0,85731	0,13040	0,011850	0,77977	0,19136	0,028427

Таблица 3. Иллюстративные расчеты для алгоритма В

$m$	$\mathbf{E}_k^2$	$P_{AK} = 0,55570, P_{ЛК} = 0,001,$ $r = 0,001, q = 10, n = 10$			$P_{AK} = 0,55570, P_{ЛК} = 0,001,$ $r = 0,001, q = 37, n = 10$		
		$P_{ПАК}$	$P_{PK}$	$\pi(m)$	$P_{ПАК}$	$P_{PK}$	$\pi(m)$
1	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,066003	0,37741	0,99601	0,066003	0,37741	0,99601
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,32177	0,12164	0,93863	0,27926	0,16415	0,81461
2	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,066267	0,37715	0,99999	0,066267	0,37715	0,99999
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,34194	0,10147	0,99746	0,33444	0,10897	0,97558
4	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,066267	0,37714	1,0000	0,066267	0,37714	1,0000
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,34281	0,10060	1,0000	0,34274	0,10067	0,99980
Z	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,066267	0,37714	1,0000	0,066267	0,37714	1,0000
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,34289	0,10060	1,0000	0,34282	0,10060	1,0000

Таблица 4. Сводные характеристики алгоритмов

Алгоритм декодирования	$\mathbf{E}_k^2$	$P_{AK}$	$P_{ПАК}$	$P_{PK}$	$P_{ЛК}$	$F$
Код		0,5557	–	0,4434	0,0004	2,22
Код+ алгоритм А	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,6214	–	0,3743	0,0038	1,87
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,7797	–	0,1913	0,0284	0,96
Код+алгоритм В	$\mathbf{E}_k^{21}$	0,5557	0,6626	0,3771	0,0004	1,95
	$\mathbf{E}_k^{22}$	0,5557	0,3428	0,1006	0,0004	0,96

## 5. Анализ данных

1. Как видно из данных табл. 2, 4, комбинированная процедура декодирования анализом вариаций ошибочного слова и автоматическим исправлением по виртуальному словарю позволяет повысить относительное количество исправляемых ошибок и снизить трудоемкость ввода. Так, в зависимости от выбранного множества  $\mathbf{E}_k^2$ , значение  $P_{AK}$  может быть повышено от 0,5557 до 0,7797 и более.

Соответственно значение показателя трудоемкости  $F$  может быть уменьшено с 2,22 до 0,96. Однако при этом повышается относительное количество ложно корректируемых ошибок. Хотя окончательное решение относительно приемлемости цены (увеличение  $P_{ЛК}$ ), которую стоит платить за снижение  $F$ , остается за проектировщиком, можно предположить, что практически использование алгоритма А может иметь смысл лишь для режима off-line, когда подтверждение исправления затруднено.

2. Для полуавтоматического исправления (табл. 3, 4) доля ложно корректируемых ошибок не увеличивается, а значение показателя суммарной трудоемкости  $F$  существенно снижается по сравнению с чисто кодовой процедурой декодирования и исправления. При этом снижение трудоемкости тем больше, чем больше классов ошибок включено в  $E_k^2$ . Поэтому может оказаться целесообразным дополнение  $\mathbf{E}_k^2$  двукратными транскрипциями и/или специфическими ошибками иных классов, выходящих за рамки упрощенного перечня табл. 1.

3. Сделанные заключения базируются на количественных результатах применения кода Рида-Соломона ( $\mathbf{E}_k^1 = \{E_1\}$ ), однако они качественно не меняются и при применении других кодов, например, [5] ( $\mathbf{E}_k^1 = \{E_1, E_4\}$ ).

## 6. Выводы

Дополнение помехозащитного кода с исправлением ошибок методом корректировки по виртуальному словарю допустимых слов позволяет улучшить корректирующие и трудоемкостные характеристики кода. Полученные соотношения (1) – (3) и (4) – (7) позволяют получить ориентировочные оценки, характеризующие результаты применения метода в зависимости от заданных условий и используемого алгоритма и принять соответствующие решения.

Рассмотренный подход может оказаться полезным при выборе решения о корректировке ошибок каналов связи и носителей информации.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Бояринов И.М., Давыдов А.А. Мамедли Э.М., Смеркис Ю.Б. Использование помехоустойчивого кодирования для защиты информации от ошибок оператора // АТ. – 1983. – № 2. – С. 5–48.
2. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Алгоритми і моделі автоматичної ідентифікації та корекції типових помилок користувача на основі природної надмірності // Математичні машини і системи. – 2004. – № 2. – С. 134–148.
3. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ступак Н.Б. Некоторые оценки вероятностных характеристик процесса автоматической идентификации ошибок пользователя на основе эталонного словаря // УСиМ. – 2001. – № 2. – С. 21–24.
4. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановления информации в человеко-машинных системах. – Киев: Техніка, 1986. – 200 с.
5. Sethi A.S., Rajaraman V., Kenjale P.S. An error-correcting coding scheme for alphanumeric data // Information Processing Letters. – 1988. – Vol. 7. – P. 72–77.

## 2.17. В.І.В'ЮН, Ю.А.МІХНЕНКО

### СХОВИЩЕ ДАНИХ ЯК МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДІЯЛЬНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ (ПРОЦЕДУРИ І АЛГОРИТМИ ФОРМУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ)

---

*Майбутнє вже не те, що було раніше*

П.Валері

#### 1. Вступ

Слова епіграфа, на нашу думку, можна розглядати як передбачення недостатньої життєстійкості традиційних інформаційних систем управління (ІСУ), яке демонструє, що ці системи виявилися не зовсім готовими підтримувати процеси аналізу поточних результатів своєї діяльності (прийняті рішення та наслідки їх виконання) з метою оновлення знань про себе, обґрунтування адекватності рекомендованих системою рішень реальним потребам об'єкта управління, необхідності адаптації системи до змінених умов існування [1,2,3].

Майже піввіковий досвід багатопланового використання традиційних ІСУ показує, що в дійсності більшість адаптаційних процесів час від часу виконується, але тільки при виникненні проблем, які заважають продуктивній діяльності системи, хоча головне завдання цих процесів є *попередження та запобігання виникненню таких ситуацій з можливими варіантами перебудови системи, або її реорганізації (реінжинірингу)*. Саме тому сучасні технології адаптації ІСУ повинні мати більш складний, людино-машинний характер, який визначається тим, що інтерактивні (людино-машинні) моделі ситуаційного аналізу повинні бути вбудовані безпосередньо у процеси функціонування системи на протязі всього життєвого циклу "об'єднання" Об'єкт&ІСУ, підтримуючи та забезпечуючи необхідний і достатній рівень його "розумної", адекватної поведінки в умовах існування, які динамічно змінюються.

Основні системотвірні засади моделей абстрагування від проблем "сьогодення" з метою виявлення відкриття тенденцій впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на формування задач "дня завтрашнього" сформулюємо, виходячи з трактування "постулатів бачення майбутнього" ІСУ [6]:

- 1) *Майбутнє базується на історії існуючого* – тому необхідно зосереджуватися на аналізі динаміки отриманих результатів діяльності.
- 2) *"Важливо не бути абсолютно правим"*- слід пам'ятати про відносність правоти.
- 3) Для досягнення бажаного рівня життєздатності системи не слід використовувати лише закладені Розробником (регламентовані ним) алгоритми та процедури, а слід шукати, відкривати й використовувати нові, більш адекватні поточним умовам.

У даній роботі автори розглядають операційну наповненість моделі "розумної" поведінки системи на базі використання апарата часових рядів [8].

#### 2. Постановка проблеми

Отже методологія "розумного" характеру функціонування ІСУ як системи ситуаційного управління (ССУ) повинна базуватися на засадах, що аналіз минулої діяльності спирається на інформаційно-

логічні моделі, які більш ефективно представляються в термінах “впорядкованих послідовностей (потоків) минулих значень ключових параметрів-показників (ПП)”, а ніж в термінах “поточних їх значень (як оперативних даних виконання регламентованих функцій та задач)”. Спрямованість на потокову структуру моделей вхідних даних дозволяє аналітику в процесах одночасного аналізу тематичних сукупностей ПП різних підсистем (або “інформаційних згорток” [1]) природним чином обминати внутрішні функціонально-організаційні кордони системи, а отже аналізувати стан системи як єдиного цілого з метою виявлення нових (невідомих під час створення системи) залежностей та закономірностей у поведінці ПП (груп ПП).

Наведена вище оцінка функціональної неповноти процесів адаптації традиційних ІСУ стосовно ситуативного забезпечення та підтримки власного рівня життєздатності й життєстійкості ініціювала подальший розвиток додаткових можливостей ССУ за рахунок системотехнічних механізмів та інструментів її “континууму розумності” – організованої сукупності операційних засобів, орієнтованих на формування, ведення та ситуативний аналіз результатів фактичної діяльності системи, зафіксованих у Сховищі Даних (СхД) [4] як історії діяльності.

В інтеграції з технологіями Olap (онлайніві аналітичні процеси) та Інтелектуального Аналізу Даних, або Data Mining (= “розкопки даних”) використання механізмів СхД розширює можливості інтерактивних процесів взаємодії аналітик-система засобами інформаційної підтримки більш повного та поглибленого аналізу стану за рахунок співставлення “поведінки” сукупностей ПП з метою пошуку та обґрунтування на цій платформі шляхів реорганізації та подальшого вдосконалення базової ІСУ [5,8].

Отже функціональність нових складових визначається так (рис.1):

**СхД** – консолідовані (узгоджені в часі) значення послідовності значень (часові ряди) ПП та зовнішніх факторів впливу;

**Olap** – знаходження тенденцій та закономірностей у поведінці ПП (груп ПП);

**ІАД** – відкриття (розкопки) нових знань або невідомих раніше (на момент розробки системи) залежностей між ПП.

### 3. Операційне наповнення “ситуаційних роздумів”

#### 3.1. Інформаційна платформа “роздумів”

1) Вибір та оцінка стратегічних альтернатив самовдосконалення та саморозвитку системи базується на дослідженні потоків ПП, зафіксованих у СхД як інформаційної бази відображення подій, явищ, що фактично мали місце. Ці дослідження мають на меті *не знаходження “єдиної вірної” стратегії, а формування з урахуванням результатів фактичної діяльності її актуальних (осучаснених) засад.*

2) Кожний запис СхД - це  $t_j$  часовий зріз множини ключових ПП, або сукупність

$\{ PPP_{ij} \} = \{ PPP_i(t_j) \mid i = \bar{1}, \bar{n}, j = \bar{1}, \bar{m} \}$ .  $PPP_{ij}$  – у більш широкому розумінні, певна функціональна залежність від первинних атрибутів  $(x_i, y_i, z_i)$ , або  $PPP_{ij} = f_i(x_i(t_j), y_i(t_j), z_i(t_j), \dots)$ .

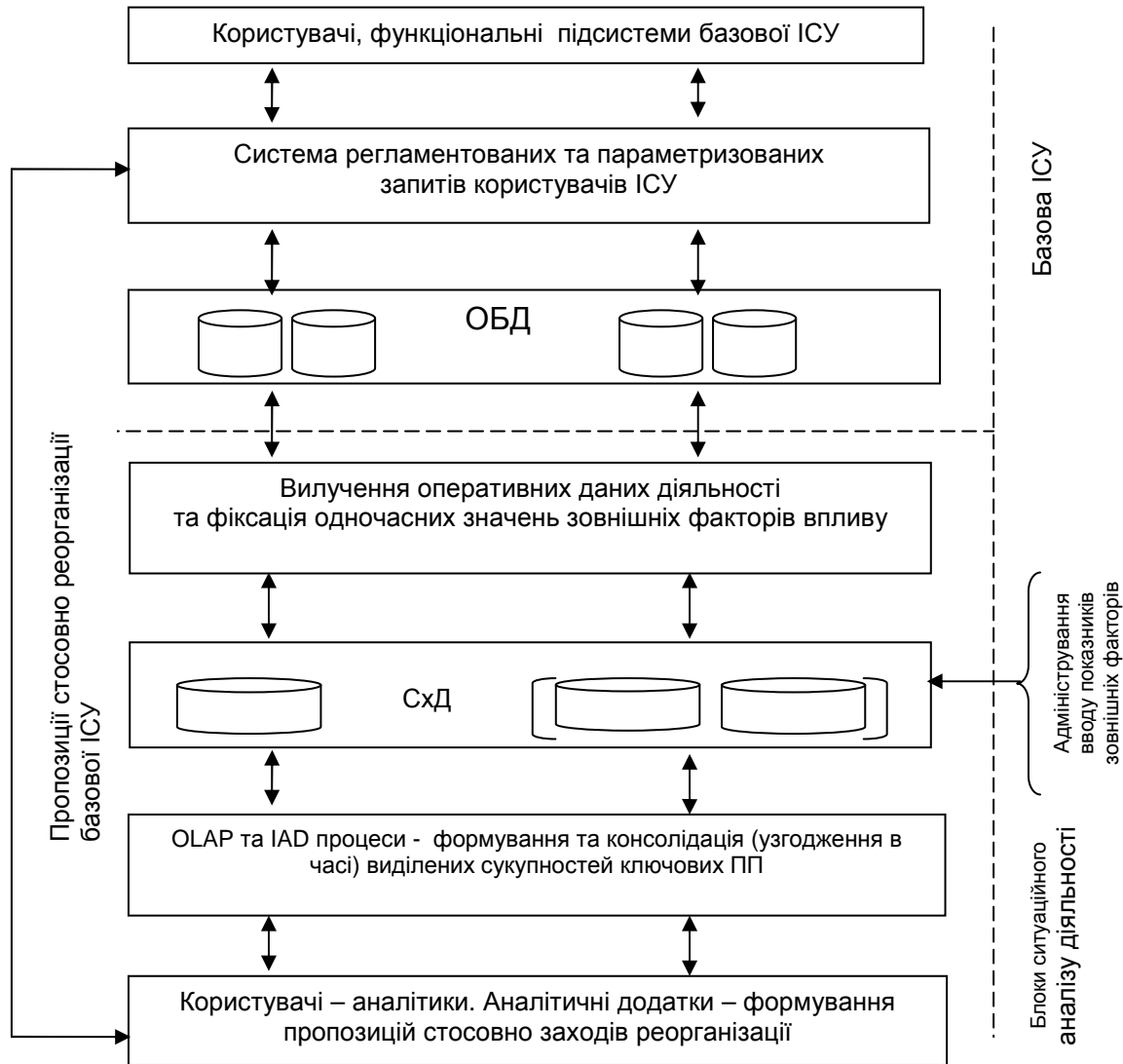


Рис.1. Інтеграційна схема взаємодії ССУ та базової ІСУ

Формалізовану операційну наповненість тріади (СхД&Оlap&ІАД) представимо у вигляді [10]

$$ССУ \equiv ( \text{базова ІСУ} \cup \text{додатки}(( \text{СхД} \times \text{БЗн} ), \text{ОП}_{ІАД} ) ),$$

де  $( \text{СхД} \times \text{БЗн} )$  – інформаційна платформа аналізу;

$\text{ОП}_{ІАД}$  - сукупність процедур-операцій ІАД у складі  $\{ \text{ОП}_{ДД}, \text{ОП}_{ВЗн}, \text{ОП}_{РЕІН} ; \}$ :

$\text{ОП}_{ДД}$  – “добування даних”, їх часове та змістове узгодження;

$\text{ОП}_{ВЗн}$  - інтелектуальне опрацювання вилучених даних, відкриття нових знань та правил виводу;

$\text{ОП}_{РЕІН}$  – формування та планування заходів реорганізації (реінжинірингу), верифікація та консолідація (взаємна узгодженість) узагальнень і правил виводу.

3) Для визначення виду (з певною мірою вірогідності  $\mu(t)$ ) можливої функціональної залежності між довільною парою (трійкою, ...)  $\text{ПП}_k(t) = \mu(t) f(\text{ПП}_1(t))$  аналізуються на “схожість поведінки”

синхронізовані в часі (з однаковим періодом дискретизації) ряди  $ПП_k(t)$  та  $ПП_l(t)$  або їх відповідні перші чи другі різниці. Для оцінки "схожості" використовується багатокрокова процедура, на кожному етапі якої виконується оцінка певних ознак "поведінки" ПП як ЧР [9] - *тренд*, або стійкої закономірності змін певної ознаки; *число поворотних точок*, або *довжина проміжків монотонності* та ін.

Наприклад, порівняльний аналіз пари  $(ПП_l, ПП_k)$ , який виконується на часовому проміжку  $[t_0, T]$ , полягає у співставленні значень рядів  $(ПП_l, ПП_k)$ , які задовольняють умовам  $(t_0 \leq t_i^l \leq T)$  та  $(t_0 \leq t_j^k \leq T)$  відповідно. Мета аналізу – "відкриття" невідомої раніше залежності між цими ПП. Тобто "відкриття", яке може покласти початок процесам "народження" нової організаційної структури за рахунок перерозподілу або заміні діючих функцій.

Вважаючи, що  $ПП_l$  – незалежна змінна, а  $ПП_k$  – залежна і у випадку різних значень періодів дискретизації аналіз на схожість поведінки необхідно провести для відкоригованого (з вирівненим періодом дискретизації) ряду  $ПП_l(t)$ , який отримується за допомогою інтерполяційного многочлена  $ПП_l$  операціями обчислення нових значень  $ПП_l(t_i^k)$  за відмітками часу  $(t_i^k)$ .

#### 4. Висновки

Перехід від регламентованого (в рамках традиційних ІСУ) "аналізу результатів діяльності лише в розрізі поточних значень ОБД" до "системного (ситуаційного) аналізу минулої діяльності об'єкта інформатизації в цілому", тобто до дослідження зв'язків між ключовими ПП різних підсистем на спільних проміжках часу, зафіксованих в СхД, та пошуку з використанням операцій  $ОП_{дд}$  нових залежностей між ними, визначає методологічні засади інформаційної підтримки та стимулювання "роздумів" (інтелектуального аналізу) аналітика у процесах обґрунтування можливої модифікації базової ІСУ і її бази знань на сформуваннях пропозицій стосовно планів та заходів їх реорганізації.

Переваги людино-машинної інтелектуалізації не обмежуються наданням аналітикам наочної і актуальної картинки різних аспектів діяльності об'єкта інформатизації на основі виявленої динаміки ПП. До переваг слід віднести нові операційні можливості стосовно пошуку прихованих в СхД об'єктивно існуючих закономірностей поведінки ПП (груп ПП) та виявлення вірогідних тенденцій їх розвитку та становлення.

Встановлюючи порогові значення ключових ПП та фіксуючи тенденції погіршення діяльності системи в цілому до того, як вона стане проблемною, аналітикам вдається обґрунтувати запобіжні заходи аварійного розвитку подій, які передбачають перерозподіл ресурсів (задач, функцій).

Серед відкритої множини типових ІТ у складі базових ІСУ, які потребують такої інтелектуалізації, а отже і запропонованих в роботі процедур аналізу минулої діяльності, можна назвати [12]:

- фінанси, банки, банківська діяльність – *внутрішня звітність, бюджет, активи, пасиви, база клієнтів, робота філіалів;*
- торговельні організації – *продаж товарів в розрізі номенклатури, тенденції розвитку динаміки продаж;*

- промислові підприємства – *контроль відправки товарів, податкова звітність, аналітика відношень з клієнтами та конкурентами, аналітика власного персоналу;*
- державні органи – *аналіз надвеликих СхД з інформацією про населення, житлово-комунальні послуги, кадастри землі та підприємств;*
- т. ін.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.О. Ситуаційні центри – основа керування організаційними системами // Математические машины и системы. – 1997. - №1. – С.1-10.
2. Тарасов В.Б., Тектология А.А.Богданова и неоклассические теории организации // Программные продукты и системы. -1998. -№2. -с.43-47.
3. Теслер Г.С. Нова кібернетика. – Киев: Из-во Логос, 2004.- 396с.
4. Асельдеров З.М., Морозов А.О., В'юн В.І. “Континуум розумності”інформаційних систем // Матеріали конференції “Искусственный интеллект”. – Донецьк - Кацивелі. –2004, вересень.
5. Банасевич А., Гурленко А. Хранилище Данных и OLAP // Корпоративные системы. – 2002. - №4. – С.44-51.
6. Нэсбитт Джон Установка ума: Препринт, изд-во МГУ, 2003. – с. 145.
7. Морозов А.О., В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація інформаційних систем: орієнтація на формування знань в процесах аналізу “інформаційних згорток” // Математичні машини і системи. – 2005. - №2. – С.140-146.
8. Бідюк П.І. Савенков О.І. Баклан.І.В. Часові ряди: моделювання та прогнозування. - Київ: Екмо, 2003. - 144с.
9. Балабанов А.С. Проблема вывода знаний о структуре зависимостей между переменными из данных больших объемов в условиях помех // Проблемы программирования. -2000. - № 1-2. – С. 527-535.
10. В'юн В.І. “Нова кібернетика” та сучасні інформаційні системи управління // Математичні машини і системи. – 2006. - №4. – С.
11. Берштейн Л.С., Ильягуев П.М., Мелехин В.Б. Интеллектуальные системы. – Махачкала:Дагкнигоиздат, 1996. – 67с.
12. Андрусенко Т. Современный анализ данных: общие вопросы Business Intelligence // Корпоративные системы. – 2005. - №2. – С. 59-63.



**2.18. Б.О.БІЛЕЦЬКИЙ, О.В.ГАМБАЛЬ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО****ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ КОРИСТУВАЧА З СИСТЕМОЮ НА ОСНОВІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ**

---

**1. Вступ**

Важливим напрямком інтелектуалізації інформаційних технологій є використання методів, засобів і систем, що знижують інтелектуальне навантаження на користувача у порівнянні з аналогічними системами відповідного функціонального призначення. Одним із шляхів у цьому напрямку є вдосконалення інтерфейсу користувача.

Проблема взаємодії користувача з комп'ютерною системою існує від моменту появи таких систем; її вирішення пройшло шлях від команд вводу, виводу даних до спеціалізованих інструментальних засобів розроблення інтерфейсів.

У загальному визначенні поняття "інтерфейс користувача" розглядається як сукупність методів і засобів забезпечення зв'язку користувача з процесом вирішення задачі або прийняття рішення. Основою побудови такого інтерфейсу є можливість адаптації його до різної кваліфікації користувачів, до змінних умов використання, представлення інформації у зручному для користувача вигляді і, взагалі, перетворення системи в партнера користувача при вирішенні проблем, що виникають у його професійній діяльності. Інтерфейс користувача часто визначається [1, 2,] як підсистема спілкування користувача з системою, тобто ширше, ніж просто інтерфейс. Правомірність останнього підходу стає все більше обґрунтованою у зв'язку із поступовим розширенням принципових методів, засобів і технологій спілкування за рахунок використання новітніх технологій [3-5] .

Загальну мету інтелектуалізації інтерфейсу користувача можна визначити як зменшення обсягу спеціальних знань і умінь користувача щодо засобів спілкування з системою (наближення до природномовних засобів) та зменшення трудомісткості операцій із вводу даних та інтерпретації вихідних повідомлень [6]).

В останні роки багато фахівців зі створення корпоративних систем та систем підтримки прийняття рішень звертають увагу на необхідність просторового підходу до оброблення, аналізу та візуалізації інформації з використанням технологій ГІС.

На сьогоднішній день ГІС широко використовуються в усіх сферах життєдіяльності держави, суспільства, науки, при реагуванні на надзвичайні ситуації, у військовій сфері, в органах влади, в нафтогазовій галузі, в геології, екології, соціології. Особливо необхідні ГІС-технології при різного роду надзвичайних ситуаціях (НС): повенях, лісових пожежах, розливах нафти на морі і на суші, вибухах, терактах та інш. ГІС дозволяє оперативно створювати карту місцевості, на якій відбулася НС, оптимізувати використання сил та засобів з ліквідації наслідків НС, забезпечувати надання необхідної просторової інформації для проведення рятувальних та реабілітаційних робіт, моделювати наслідки НС.

Не менш важливе значення ГІС має для адміністративного управління міста, області, регіону, держави в цілому. В середовищі ГІС можна контролювати оперативну обстановку,

життєдіяльність об'єкта за обраними показниками, які визначають тематичні шари карти. Наприклад, санітарно-епідеміологічна обстановка; екологічна обстановка; надзвичайні ситуації; об'єктове господарство; суспільний порядок та безпека громадян; дорожньо-транспортна обстановка; протипожежна безпека; торгівля, побутове обслуговування та інші питання, за якими на керованому об'єкті можуть виникнути проблеми.

Інтеграція ГІС-технологій з сучасними системами управління базами даних, технологією сховищ даних значно підвищує якість систем підтримки прийняття рішень в усіх сферах діяльності. Така інтеграція дає можливість створювати потужні аналітичні інструменти для роботи як з просторовими, так і непросторовими даними.

Візуальне подання просторових даних на електронній карті дає можливість відразу побачити цілісну картину, сформовану за даними із бази даних чи сховища даних. Та якщо ми маємо сукупність взаємозв'язаних об'єктів, то відображення цих об'єктів на карті, надання по кожному з об'єктів в реальному часі інформації з бази даних за різними показниками у вигляді діаграм, таблиць, графіків миттєво дає можливість оцінити ефективність роботи цих об'єктів. Більше того, на базі інформації, яка зберігається в сховищах даних, ГІС дає можливість оперативно виявити тенденції змін цих показників в часі, визначити динаміку розвитку цих об'єктів. При такому підході ГІС не зберігає сама предметно-орієнтовану інформацію, а є лише процесором щодо централізованого зберігання і управління просторовою інформацією, що дозволяє досягти гармонійного використання двох систем – СУБД і ГІС, усунути надлишок інформації та запобігти конфліктним ситуаціям, пов'язаним з невідповідністю даних. Таким чином, використання ГІС в системах підтримки прийняття рішень, в тому числі, і в СЦ, надає нові можливості, що зменшують інтелектуальне навантаження на користувача, і внаслідок цього, підвищують ефективність роботи системи.

Користувачі систем все ясніше розуміють, що ГІС – це не лише засоби відображення інформації на цифрових картах, а технологія, що дозволяє підвищити ефективність процесу прийняття рішень.

## **2. Проектування інтелектуалізованого інтерфейсу користувача з використанням ГІС-технологій**

Перспективність застосування ГІС-технологій для побудови спеціалізованих інтерфейсів користувачів СЦ визначається такими їх можливостями:

- ГІС на сьогоднішній день є достатньо новим напрямком інформаційних технологій і досвід їх використання не має негативних наслідків;
- ГІС дозволяє в наглядній формі відобразити стан та поведінку об'єктів;
- ГІС надає інформацію та засоби її обробки в доступній природній формі у вигляді схем, карт, зображень з можливістю виконувати просторовий вибір об'єктів та використовувати оригінальні методи аналізу;

- ГІС надає унікальну можливість в зручному для користувача вигляді показати просторовий розподіл об'єктів, ситуацію на об'єкті чи місцевості в різних масштабах, максимально наближених до реального світу;

- ГІС надає нові можливості інтерпретації інформації через візуальне зображення (подання);
- ГІС підтримує всі сучасні інформаційні інновації: розподілені обчислення, високу інтерактивність, відкриті системи[7, 8].

Таким чином, ГІС додає нову якість опису об'єктів і надає користувачу нові функції для роботи з ними, а саме:

- інформацію про просторове положення об'єктів;
- просторові зв'язки об'єктів, які відображаються через їх топологічні зв'язки;
- віддалене подання об'єктів, яке може змінюватися у залежності від зміни параметрів об'єктів;
- просторовий аналіз;
- облік і паспортизацію об'єктів – опис їх точного місцезнаходження, просторових, технологічних та інших характеристик;
- оцінку стану об'єктів;
- швидкий пошук об'єктів по карті і швидкий доступ до інформації про них.

На наш погляд, найбільш важливим з точки зору зниження навантаження на користувача в процесі роботи з системою є вирішення наступних питань:

- надання користувачу в процесі діалогу з системою образного просторового представлення об'єктів, їх атрибутів та навколишнього середовища, яке може впливати на прийняття рішень;

- ведення діалогу в термінах (об'єкти, операції, атрибути, процеси), орієнтованих на конкретну проблематику, в середовищі якої працює користувач.

Обидва ці питання пропонується вирішити шляхом створення спеціалізованих засобів ГІС (Спец-ГІС) для конкретних проектів на основі узагальненого емпіричного підходу. Основа узагальнення полягає в створенні і використанні єдиних методів ГІС-технологій для цілого класу задач, які потребують обробки і відображення просторової обстановки, а Спец-ГІС є результатом адаптації цих засобів з орієнтацією на конкретні проекти. Створення спеціалізованих засобів ГІС у складі інтерфейсу користувача базується на наступних типових функціях:

- Створення цифрових карт з довільним набором шарів картографічної інформації.
- Створення тематичних карт з довільним набором шарів атрибутивної інформації.
- Збереження атрибутивної інформації для тематичних карт в базі даних.
- Виконання запитів на карті і отримання будь-якої інформації у різних форматах представлення за обраним об'єктом з бази даних.
- Збереження запитів користувачів до карти та забезпечення їх повторного виконання при наступних запитах.
- Забезпечення друку карт, вивантаження карт у вигляді шейп-файлів для подальшої роботи в аналітичних додатках.
- Відображення на карті обраних об'єктів і отримання інформації по ним із бази даних.

- Відображення результатів запитів із бази на карті.
- Організація вибору об'єктів, які відображені на карті, для подальшої роботи з ними.
- Відображення на карті будь-якого регіону з нанесенням на неї усіх обраних типів об'єктів, які є в базі даних, та наявної інформації по кожному з них.
- Адаптація інтерфейсу користувача до проблеми чи до потреб користувача.

Авторами розроблена наступна технологія створення СпецГІС для будь-яких ГІС-проектів (Білецький).

Така технологія була апробована авторами на кількох ГІС-проектах, які базувалися на стандартних засобах ArcGIS та доповнялися предметно-орієнтованими панелями інструментів, вбудованими в стандартну панель інструментів ArcGIS і надавали можливість адаптувати інтерфейс користувача під його професійні поняття і термінологію [9-11].

1. В середовищі ГІС були розроблені:

- модель прогнозування наслідків НС, пов'язаної з виливом (витоком) хімічно-небезпечних речовин [12, 13] (рис. 1-2).

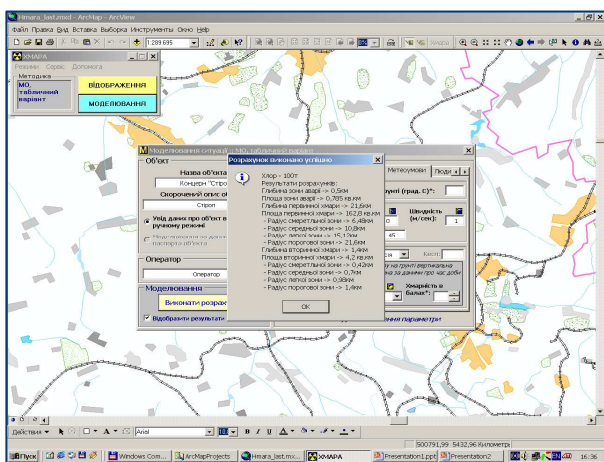


Рис.1. Розрахункові результати моделювання

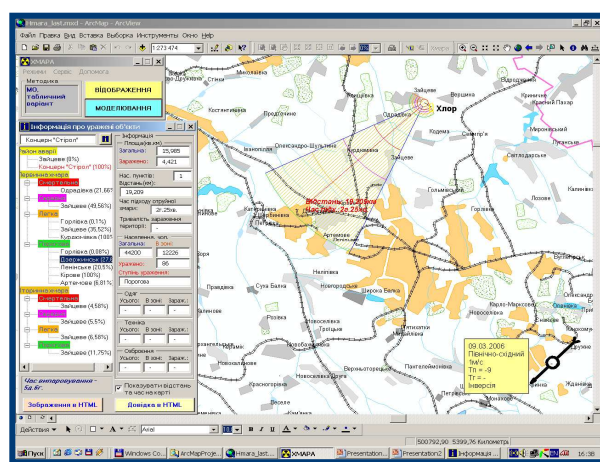


Рис.2. Картографічні результати моделювання

Діалоговий інтерфейс користувача моделі включає всі стандартні засоби діалогового інтерфейсу ArcMap-ArcView та додатково розроблені спеціалізовані засоби у вигляді панелі інструментів для моделювання надзвичайної події, вбудованої в панель інструментів ArcMap-ArcView:

- інформаційно-аналітична система «Надзвичайні ситуації», яка дозволяє оптимізувати і відображати в картографічній формі маршрути руху сил та засобів для ліквідації наслідків НС, оцінювати стан зовнішнього середовища навколо об'єкта, де відбулася НС; враховувати наявність транспортних ліній, ліній зв'язку, місцевість, наявність поблизу місця НС населених пунктів, особливих об'єктів державного значення, військових частин, стратегічних об'єктів. Були розроблені спеціалізовані інструментальні засоби інтерфейсу користувача для роботи експертів-аналітиків з розрахунку сил та засобів, які необхідно залучити для ліквідації наслідків НС у залежності від її типу та розмірів, для уточнення обстановки, яка може скластися в навколишньому середовищі (рис. 3-5);

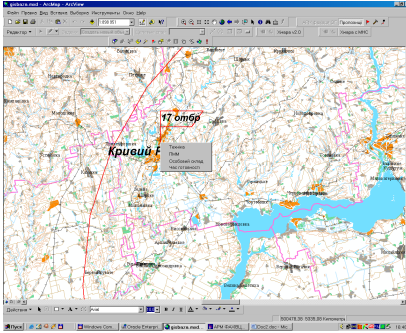


Рис. 3. Сили та засоби конкретної в/ч

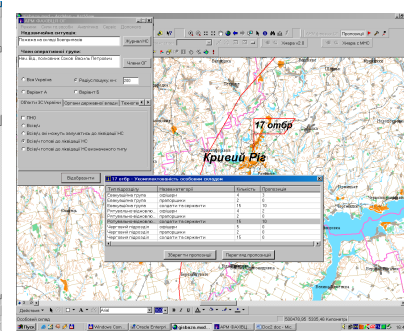


Рис. 4. Розрахунок сил та засобів (пропозиції)

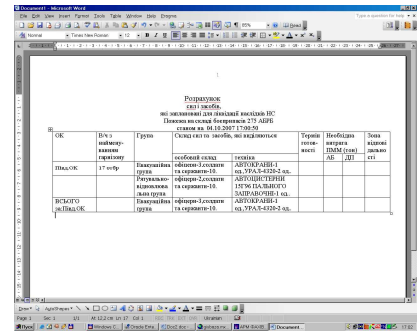


Рис. 5. Формування документа

- в процесі виконання робіт в інтересах Збройних Сил України були розроблені діалогові інструментальні засоби нанесення оперативної обстановки на цифрові карти [14]. Приклад цифрової карти з нанесеною оперативною обстановкою наведений на рис. 6

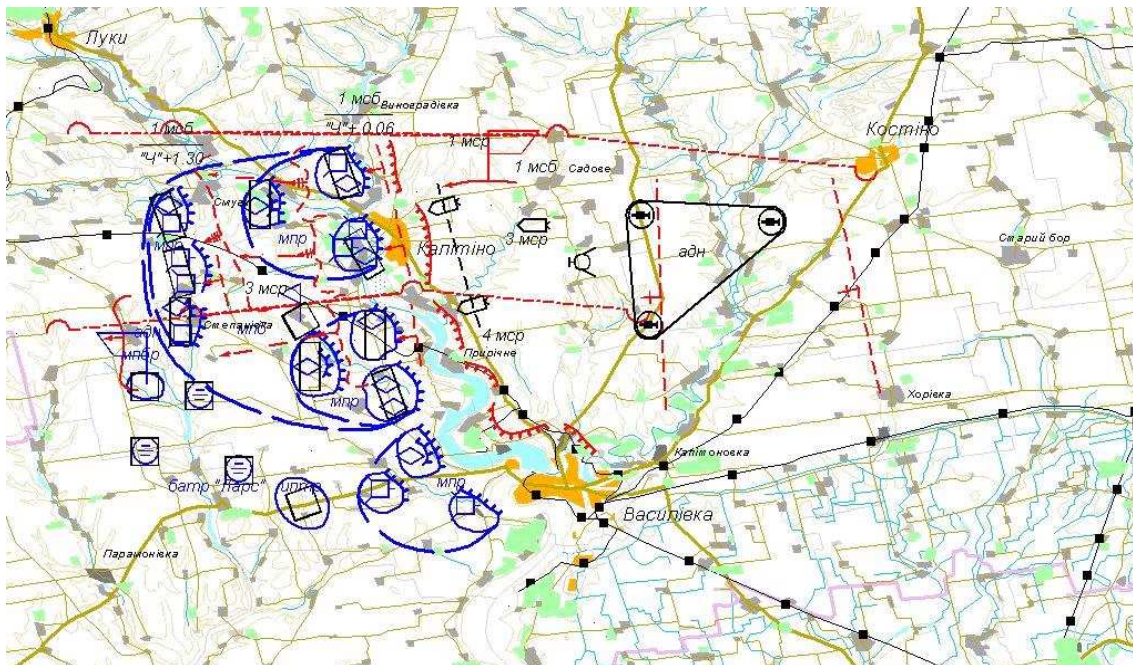


Рис. 6. Оперативна обстановка на бойову операцію

Інтерфейс користувача цього інструментарію був розроблений також на стандартних засобах інтерфейсу ArcMap-ArcView із вбудованою спеціалізованою панеллю інструментів.

### 3. Висновки

Створення інтерфейсу користувача в середовищі ГІС знімає з нього навантаження щодо пошуку необхідного об'єкта в базі даних та інформації про об'єкт. Користувачу достатньо вибрати регіон, який його цікавить, тип об'єкта, і всі об'єкти обраного типу відобразяться на карті; обрати об'єкт на карті та тип (шар) інформації про об'єкт, що його цікавить, і на карті у вигляді винесення він отримає

всю необхідну йому інформацію. Крім того, він тут же може отримати уже стандартними засобами ГІС всі топографічні шари території, просторові дані, що стосуються об'єкта.

Забезпечення виконання цих функцій перетворює ГІС в деякий загальний інтерфейс для спільної роботи з різними додатками, стає інтерфейсом взаємодії з іншими системами за рахунок розширення типових ГІС, наприклад, ArcGIS, спеціалізованими проблемно-орієнтованими інструментами – панелями як спеціалізованими діалоговими засобами користувача, які надають можливість вирішити поставлені вище питання за рахунок розширення стандартних можливостей ГІС.

Запропонована технологія проектування інтерфейсу користувача з використанням спеціальних засобів ГІС дозволить розробникам систем скоротити час на проектування інтерфейсу системи.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.И.Дракин, Э.В.Попов, А.Б.Преображенский. Общение конечных пользователей с системами обработки данных. – Москва: Радио и связь, 1988. – С.
2. Искусственный интеллект. - М.: Радио и связь, 1995. – С.
3. Ray E. Ebers Purdue University "User Interfase Desigi" PRENTISE HALL "INTERNATIONAL". - 1985, INC.64. – P.
4. Вэн Дам Эндрю «Пользовательские интерфейсы нового поколения» // Открытые системы. – 1997. - №6. - С.34-37.
5. Замаруєва І.В. Комп'ютерна модель розуміння природномовної текстової інформації // Проблеми програмування. – 1990. - №2.-с. 96-100
6. Жарков С.«Shareware: профессиональная разработка и продвижение программ»,WWW.interffse.ru.
7. Мартыненко А.И., Бугаевский Ю.Л., Шибалов С.Н. Основы ГИС: теория і практика. - М.: 1995. – С.
8. Getting to Know Arc/View. Enviromental system Reserch Institute, Inc. Allrights reserved. ISBN 0-470-23609-4 (Americas only) , Arc/Info.
9. Білецький Б.О., Використання ГІС-технології для обробки графічних даних "паспортів" ПНО, Теоретичні та практичні аспекти геоінформатики: Збірник наукових праць. – Київ,2005. - С.311-314.
10. Білецький Б.О. , Качан Є.В., Кудря А.В., СитниченкоО.В. Використання засобів ГІС в системах підтримки прийняття рішень (прикладі реалізації). Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика: Збірник доповідей науково-практичної конференції. – Київ, 2005. – С.10-14.
11. Білецький Б.О. Деякі аспекти інтеграції ГІС- додатків для систем підтримки прийняття рішень. ГІС-ФОРУМ. – Київ, 2006. – С.235-239.
12. Білецький Б.О., Беспалов В.П., Коваль Ю.Х., Сивенюк В.В. Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах стаціонарного типу // Математичні машини і системи. - 2003. - № 3,4. -С.124-129.
13. Білецький Б.О., Коваль Ю.Х., Беспалов В.П. Система моделювання наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах з використанням стандартних методик // IV міжнародна конференція "Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти" . - Київ, 2005, 30 березня – 1 квітня.
14. Білецький Б.О., Качан Є.В. Про створення програмних засобів для нанесення оперативної обстановки на цифрові карти. Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку: Збірник наукових праць. - Київ, 2005. – С. 185-187.



## 2.19. В.А.ЛИТВИНОВ, И.Н.ОКСАНИЧ

### ОЦЕНКА УРОВНЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОСТИ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭРГОНОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

---

#### 1. Введение

Идея количественной оценки уровня «естественного» интеллекта человека с помощью системы тестов и определяемого на их основе коэффициента интеллектуальности IQ впервые была предложена и методически развита еще в начале прошлого века. С тех пор IQ успешно используется в мире для разнообразных целей, включая отбор в армию, специализацию и профориентацию, оценку степени подготовленности обучаемых, формирование критериев социологических исследований и т.п.

Вопросы оценки уровня интеллектуальности компьютерных систем и информационных технологий (ИТ) пока остаются мало исследованной областью. Сами понятия и термины «интеллектуальная», «интеллектуализированная», «интеллектуализация» применительно к ИТ используются в большом количестве работ по теории и практике создания информационных и информационно-аналитических систем разных классов и назначений. Однако единого толкования этих терминов в контексте количественных оценок меры интеллектуальности (интеллектуализированности) пока что не сложилось. Общим недостатком ряда предлагаемых определений [1-6] является использование терминов, связанных с интеллектуализацией, исключительно в интуитивном, неоперационном понимании.

#### 2. Постановка задачи

Один из возможных подходов к количественной оценке интеллекта программно-технических систем заключается в развитии и приложении идеологии IQ к определению понятия «интеллектуализированные системы» и оценке уровня их интеллектуальности.

В частности, подход, предложенный авторами в [7], заключается в использовании оценок, основанных на:

- сравнении характеристик рассматриваемой системы с общим набором базовых показателей некоторой идеализированной интеллектуальной системы (ИИС), по своим характеристикам отвечающей нашим теперешним представлениям про таковую. Результатом такого сравнения должно быть значение абсолютного коэффициента интеллектуальности AAIQ;
- определении степени соответствия значений выбранных проблемно-ориентированных показателей интеллектуальности, характеризующих системы заданного класса, заданным (желаемым) значениям. В результате такого сравнения оценивается относительный коэффициент интеллектуальности RAIQ.

В качестве основы предложенного набора  $W^{(A)}$  из 6 базовых показателей использованы предложения Мичи (Mitchi) относительно определения искусственного интеллекта [8], которые считались наиболее операциональными [9]; набор  $W^{(R)}$  проблемно-ориентированных показателей формируется в зависимости от класса и функций оцениваемых систем.

Подход [7] и некоторые близкие частные проблемно-ориентированные решения [12] имеют тот общий недостаток, что они базируются на экспертных оценках. Если для AAIQ экспертные оценки пока единственно возможны (в частности, из-за значительного разнообразия и незначительного количества экземпляров однотипных систем, близких к ИИС), то для оценки интеллектуальных свойств прикладных проблемно-ориентированных систем возможны более объективные оценки. Предлагаемое решение, дополняющее экспертные оценки [7], основано на том очевидном положении, что основным назначением элементов «интеллектуальности», вводимых в прикладную компьютерную систему, является снижение интеллектуальной нагрузки на пользователя системы (так же, как для робототехнических систем и физической нагрузки). Поэтому степень снижения интеллектуальной нагрузки может быть использована в качестве критерия кажущейся виртуальной интеллектуальности прикладной программно-технической системы, независимо от ее структуры и внутренних свойств.

### 3. Оценка интеллектуальной нагрузки

Определим интеллектуальную нагрузку  $IИ(R_x)$  на пользователя в реализации  $R_x$  некоторой задачи (системы, технологического этапа) как сумму

$$IИ(R_x) = \sum_{s(x)} \sum_{g(x)} m_{s(x), g(x)} r_{s(x), g(x)}, \quad (1)$$

где  $m_{s(x), g(x)}$  - количество операций класса  $g(x)$ , которые должны выполняться человеком в функции (процедуре)  $s(x)$  реализации  $R_x$ ;

$r_{s(x), g(x)}$  - интеллектуальная трудоемкость операции класса  $g(x)$  функции  $s(x)$  реализации  $R_x$  при ее выполнении человеком (в выбранных адекватных единицах).

Значение показателя CAIQ представим в виде

$$CAIQ = \frac{IИ(R_0) - IИ(R_x)}{IИ(R_0)}, \quad (2)$$

где  $R_0$  - некоторая базовая реализация, с которой производится сравнение.

Как можно видеть из (2), для  $IИ(R_x) = 0$  значение  $CAIQ = 1$ , для  $IИ(R_0) = IИ(R_x)$  значение  $CAIQ = 0$ , для  $IИ(R_x) > IИ(R_0)$  значение  $CAIQ < 0$ . Последнее означает, что оцениваемая реализация  $R_x$  хуже базовой (в рассматриваемом смысле).

Для выбора функций  $s(x)$ , классов операций  $g(x)$  и оценок трудоемкостей  $g(x)$  целесообразно построение эргономических моделей выполнения операций человеком при решении рассматриваемой задачи.

Относительно выбора модели можно сделать следующие замечания.

Существует много методов количественного анализа интерфейса «человек-компьютер» [10]. В качестве прототипа модели для поставленных нами целей целесообразно использование модели типа GOMS [10, 11]. Моделирование GOMS позволяет оценить затраты времени



пользователя на выполнение отдельных базовых операций взаимодействия с компьютером. Поскольку речь идет о сравнительных оценках реализаций  $R_0, R_x$ , представляется возможным ограничиться упрощенной моделью, в которой оценки  $g(x)$  производятся не через абсолютные значения затрат времени, а через количество типовых операций, «нагружающих» пользователя, и их теоретическую трудоемкость.

Рассмотрим в качестве примера, иллюстрирующего использование упрощенных моделей когнитивной эргономики человека, оценку значений CAIQ для задачи клавиатурно-ориентированного ввода и корректировки данных. Решение задачи заключается в том, чтобы:

- а) установить факт отсутствия или наличия ошибки для каждого вводимого слова ( $s1$ );
- б) идентифицировать и исправить ошибку в ошибочном слове ( $s2$ ).

В качестве оцениваемого варианта примем использование системы автоматического (программного) контроля и «ручного» исправления ошибок с помощью клавиатуры. В качестве базового варианта – визуальный контроль и ручное исправление. В таблице 1 приведены сводные варианты реализации функций рассматриваемой задачи.

Таблица 1. Функции для сравнения

$R$	$s$	
	( $s1$ )	( $s2$ )
$R_0$	Визуально (монитор – исходный текст)	Визуально – вручную (монитор – исходный текст – клавиатура)
$R_x$	Программно	Визуально – вручную (монитор – исходный текст – клавиатура)

Процедура визуального контроля очередного слова (функция  $s1$  реализации  $R_0$ ) заключается в визуальном сравнении контролируемого слова с соответствующим словом исходного текста (документом) группами по  $\alpha$  символов, где  $\alpha$  - объем в символах «буферной» памяти человека при посимвольном сравнении двух слов.

Процедура «ручного» исправления ошибок (функция  $s2$ ) состоит из следующих операций:

- подвод курсора к ошибочному символу в исправляемом слове;
- «стирание» ошибочного символа;
- выбор на клавиатуре символа замены;
- вставка нового символа;
- повторение предыдущих операций в соответствии с кратностью ошибки;
- подтверждение завершения исправления.

Приняв для упрощенной эргономической модели в качестве единицы измерения трудоемкость сравнения символов (по траекториям «монитор-документ», «документ-клавиатура») и опуская промежуточные оценки отдельных операций для ориентированных значений  $G_0, G_1$ , получим

$$IH(R_0) = N[F_{конт.} + \sigma F_{испр.}] \quad (3)$$

$$IH(R_x) = N[(1 - \beta) \cdot F_{\text{конт.}} + \sigma F_{\text{испр.}}], \quad (4)$$

где  $F_{\text{конт.}} = n / \alpha + 1$ ;  $\sigma = n \cdot \pi_c$ ;

$$F_{\text{испр.}} = \left( \frac{n+1}{2} + \log_2 q + 3 \right).$$

В (3), (4) приняты следующие обозначения и основные упрощающие допущения:

$N$  - общее количество обрабатываемых слов;

$n$  - количество символов в слове;

$q$  - алфавит;

$\pi_c$  - статистическая вероятность искажения символа;

$\alpha$  - объем группы символов в процессе визуального сравнения двух слов.

$\beta$  - относительное количество слов, поддающихся автоматическому обнаружению.

Учитываются только однократные транскрипции, пропуски и добавления одиночных символов, т.е. наиболее вероятные ошибки, искажающие один символ.

Из (2), (3) вытекает

$$CAIQ = \frac{N \beta F_{\text{конт.}}}{N(F_{\text{конт.}} + \sigma F_{\text{испр.}})} = \frac{\beta(n + \alpha)}{n + \alpha(\sigma F_{\text{испр.}} + 1)}.$$

Приняв эмпирическое значение  $\alpha = 3 \div 4$ ,  $n = 10$ ,  $\pi_c = 8,8 \cdot 10^{-3}$  [11], для значения CAIQ при  $\beta = 1$  получим  $CAIQ_{\text{max}} \approx 0,78 \div 0,75$ .

Полученное значение имеет тот смысл, что для принятых данных оцениваемый вариант по сравнению с базовым снижает интеллектуальную трудоемкость на 75%-78%. Принятое значение  $\beta = 1$  соответствует потенциальному (т.е. максимально возможному) значению CAIQ. Реальное значение CAIQ линейно зависит от  $\beta$  и равно 0 для  $\beta = 0$  (т.е. в этом случае функция  $s1$  для  $R_x$  "не работает"). Последняя ситуация имеет место, например, при вводе исключительно числовых неконтролируемых данных.

Кажущаяся парадоксальной зависимость интеллектуальности от значения  $\beta$  находит свое объяснение в концепции «востребованности» интеллекта: для  $\beta < 1$  потенциально – интеллектуальная система ввода и контроля применяется там, где ее возможности не могут быть использованы в полной мере, а лишь частично.

Примечание. Последнее замечание в совокупности с аналогичными рассуждениями относительно зависимости от значений  $\pi_c$  приводит к естественной постановке задачи о приемлемости цены, т.е. затрат на повышение CAIQ. Это – отдельный вопрос, общий для всех способов оценки степени интеллектуальности программно-технических систем. Однако расчетные значения именно CAIQ вносят объективную составляющую в решение задачи.

#### 4. Заключение

В целом, показатели интеллектуальности AIQ имеют следующий смысл:

- значение AAIQ определяет, насколько рассматриваемая интеллектуализированная система близка к ИИС;
- значение RAIQ определяет, в какой степени система отвечает конкретным проблемно-ориентированным требованиям, предъявляемым к ее интеллектуальным возможностям;
- значение CAIQ определяет, в какой мере рассматриваемая система снижает интеллектуальную нагрузку на пользователя в сравнении с аналогичными системами соответствующего функционального назначения.

Такие оценки, особенно RAIQ и CAIQ, дают потенциальную возможность выявления «слабых звеньев» и перспективных направлений повышения уровня интеллекта прикладных программно-технических систем и, соответственно, основанных на их использовании ИТ. В частности, приложение результатов оценки RAIQ, CAIQ могло бы, наряду с [12], дополнить известную методику NSTL (National Software Testing Laboratory, USA) по тестированию программных продуктов. Термин « виртуальная интеллектуальность» применим ко всем приведенным коэффициентам, т.к. оценки производятся по прагматическим внешним кажущимся проявлениям интеллектуальности, вне зависимости от внутренней структуры (например, наличия «развитой» базы знаний) и используемых алгоритмов. Примерно таким же подходом мы пользуемся, когда оцениваем ум человека по его материальной обеспеченности («если ты такой умный, то почему ты такой бедный»).

Приведенный пример основан на упрощенной, более или менее грубой эргономической модели. Для иллюстраций предлагаемого подхода это обстоятельство не имеет принципиального значения, тем более, что при сравнительных оценках оба варианта находятся в примерно одинаковых условиях. Для других задач и реализаций (например, автоматического исправления ошибок по словарю допустимых слов [14]) эргономические модели могут быть более точными, в частности, могут учитывать различные классы типовых ошибок пользователя, особенности языка вводимых сообщений и т.п.

В заключение авторы хотели бы выразить надежду, что изложенные подходы, при всем их осознанном несовершенстве, создают мотивы для дальнейших исследований в этом направлении и получения более удачных решений относительно методов и критериев количественной оценки уровня интеллекта ИС и ИТ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толковый словарь по искусственному интеллекту. Авторы-составители: А.Н.Аверкин, М.Г.Гаазе-Рапопорт, Д.А.Поспелов.-М.: Радио и связь, 1999. -256 с.
2. Великий тлумачний словник сучасної української мови. - К. - Ірпінь: ВТФ «Перун», 2004. – 1440 с.
3. Суворов В.В. К оцениванию интеллекта систем// Труды Международной конференции «Интеллектуальное управление: новые интеллектуальные технологии в задачах управления (ICIT). – Переяславль – Залесский. – 1999. – 6-9 декабря. – С.36-42.
4. [http://chemphys.edy.ru/pdf\(2003-12-29-001.pdf\)](http://chemphys.edy.ru/pdf(2003-12-29-001.pdf)).
5. <http://www.dvags.ru/uk/4.6.html>.
6. <http://www.informag.ru/journals/j082r/25422.html>.

7. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А. Прагматичний підхід до оцінки рівня інтелекту інтелектуалізованих систем // Математичні машини і системи. – 2003.- №3,4. –С.75-79.
8. Michie D., Sibert E.E. Formation and Execution of Plans by Machine // Artificial Intelligence and Heuristic Programming, Findler N.V. and Meltzer B. (eds), Edinburgh University Press. - P.101-124, «Интеллектуальные роботы»: Пер. с англ. - М.: Мир, 1975. –Вып.2 – С.378 – 405.
9. Попов Э.В., Фирдман Г.Р. Алгоритмические основы интеллектуальных роботов и искусственного интеллекта. - М.: Наука, 1976. - 455 с.
10. Раскин Д. Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем.- Санкт-Петербург - Москва: Символ, 2006. – 268 с.
11. John, Bonnie E. "Why GOMS?" Interaction. - 1995.-October – P.80-89.
12. Айвазян С.А. Интеллектуализированные инструментальные системы в статистике и их роль в построении проблемно – ориентированных систем поддержки принятия решений // Обозрение проблем прикладной математики. - М.: Наука, из-во «ТВП», 1997. - Т.4. - №2. -С.47-58.
13. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных системах. – Киев: Техніка, 1986. – 200 с.
14. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Алгоритми і моделі автоматичної ідентифікації на критерії типових помилок користувача на основі природної надмірності//Математичні машини і системи. – 2004. - №2. – С.134.148.

### Розділ 3. ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ СЦ

3.1. А.А.МОРОЗОВ, Б.А.БИЛЕЦКИЙ, В.В.ВИШНЕВСКИЙ, Г.Е.КУЗЬМЕНКО,  
Ю.Г.ПИЛИПЕНКО

#### **СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ “ПРЕС-ЦЕНТР ВЫБОРЫ 98”**

---

В результате развития средств вычислительной техники и использования новых информационных технологий появилась возможность коренным образом изменить представление о возможностях информационного обслуживания средств масс-медиа.

Пресса, которая всегда была потребителем и генератором информации, получила возможность оперативного реагирования на события, происходящие в мире, возможность непосредственной работы с источником информации, в каком месте мира он бы ни располагался.

Особое значение приобретают системы информационного обслуживания в моменты экстремальных ситуаций, когда необходимо быстро и точно оценить развитие ситуации и дать информацию для принятия решения [1].

Владение информацией во многом способствует управлению ситуацией.

С целью повышения оперативности и наглядности подачи информации представителями средств масс-медиа была создана система представления информации для Пресс-центра Центральной избирательной комиссии Украины, которая повышает уровень информированности общества через средства массовой информации.

При создании Пресс-центра были использованы современные методы и средства представления информации:

- средства сетевого взаимодействия для создания локальной сети Пресс-центра, интегрированной с локальной сетью аналитического центра, куда по каналам связи поступала информация о ходе голосования из регионов;

- средства multimedia;

- ГИС-технология [2];

- средство отображения информации коллективного пользования – цветное табло размером 2450мм\*1650мм\*100мм, которое воспринимает компьютерную информацию во всех режимах SVGA и имеет разрешение до 800\*600 пикселей с 256 цветами через разъемы FEATURE connector. Табло воспринимает видеоинформацию в системах PAL, SECAM, NTSC по низкочастотным сигналам COMPOSITE-VIDEO и S-video. Табло имеет режимы отображения компьютерной, видео и смешанной информации;

- средства Internet для оперативного представления оглашенной Председателем ЦИК информации о ходе выборов для мирового сообщества, используя узел INTERNET. При этом сыграл большое значение опыт разработчика, полученный в период создания системы отображения информации в Советском центре Космических полетов, при создании систем поддержки законотворческих процессов в Верховных Советах Украины, Узбекистана и автономной республики Крым (1991-1997г.г.).

Система отображения оперативно-статистической информации Пресс-центра Центральной избирательной комиссии Украины имеет следующие пять уровней:

**Первый уровень** – это уровень отображения информации в процессе проведения Пресс-конференций на средства отображения коллективного пользования, которая становится доступной всем журналистам, находящимся в Пресс-центре, и всем телезрителям, для которых ведется прямая трансляция Пресс-конференции; одновременно в очень доступной форме – это графики, таблицы, диаграммы на фоне карт округов, регионов, группы регионов Украины, карты Украины с соответственно подсвеченными регионами и округами и наложенными на компьютерную информацию видеосюжетами с места событий (избирательных участков, окружных комиссий, заседаний ЦИК, интервью политических деятелей и т.д.).

Поскольку в Украине 27 регионов, 225 избирательных округов, пять групп регионов – Восточная группа, Западная группа, Северная группа, Южная группа, Центральная группа регионов, а выборы проводились по смешанной системе по одномандатным округам и по общегосударственному многомандатному округу по партийным спискам, председатель ЦИК во время своего выступления не в состоянии охарактеризовать все аспекты хода выборов. Председателем выбирается и доводится до представителей средств масс-медиа наиболее интересная, с его точки зрения, информация. А каждого отдельного журналиста может интересовать свой, специфический вопрос: как идет ход голосования в конкретном округе, области, группе областей, какие результаты голосования по конкретному кандидату в депутаты (их было более четырех тысяч человек в одномандатных округах); как проголосовали за ту или иную партию (блок) (их 30) в конкретном округе (их 225), области или группе областей и т.д.

**Второй уровень** – предназначен для подачи полной информации в режиме коллективного пользования в более детализированном виде не только на большой экран коллективного пользования, но и на большие мониторы ПЭВМ, расставленные в зале пресс-конференций, в холле пресс-центра, откуда журналисты могли сразу вести передачу по телефону, прямые телепередачи, а также воспринимать подаваемую им информацию за чашечкой кофе. Информация в полном объеме по всем округам и обо всех кандидатах в депутаты, о результатах подсчета голосов выдавалась на все средства отображения и в периоды между пресс-конференциями.

**Третий уровень** – это уровень представления информации по индивидуальным запросам журналистов во время пресс-конференций как ответы на вопросы журналистов. На монитор АРМ Председателя ЦИК выдается информация о журналисте, задавшем вопрос: имя, фамилия и агентство (газета, телекомпания), которую он представляет. Информация о нем сохраняется все время, пока Председатель ЦИК отвечает на его вопрос.

Ответы на вопросы журналиста сначала подаются (если ответ на них имеется в базе данных пресс-центра) на монитор Председателя ЦИК, а затем на средства отображения коллективного пользования.

**Четвертый уровень** – уровень представления информации для международного сообщества. Сразу же после проведения пресс-конференции вся информация о ходе голосования или результаты подсчета голосов на данный момент времени размещаются на WEB-сервере ЦИК в сети Internet и становятся доступными всем пользователям сети во всех уголках мира.

**Пятый уровень** – уровень обеспечения информацией, опубликованной в средствах масс-медиа и относящейся к событиям выборной кампании, членам Центральной избирательной комиссии. Эта информация поступает по каналам связи на WEB-сервер ЦИК, где выполняется фильтрация поступившей информации в соответствии с запросами каждого члена ЦИК, т.е. формируются «тематические папки» членов ЦИК по их интересам.

Структурно-функциональная схема программно-технического комплекса Пресс-центра ЦИК Украины представлена на рис. 1.

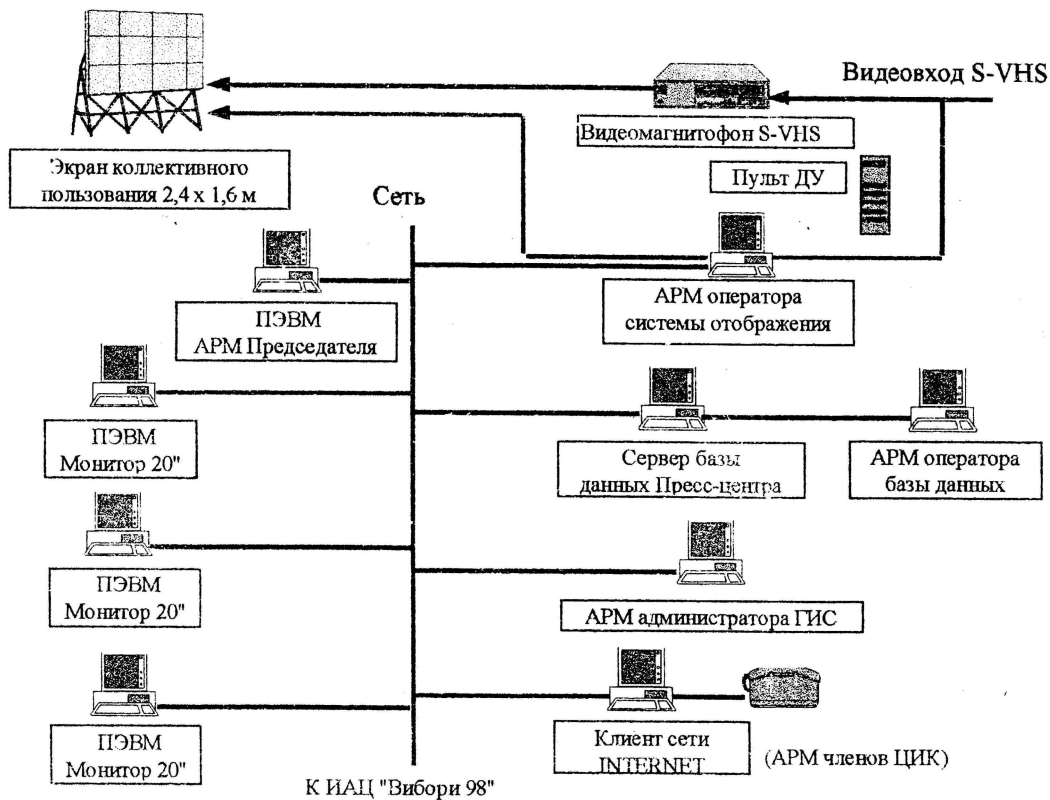


Рис.1. Структурная схема программно-технического комплекса "Пресс-центр ЦИК"

Опишем основные блоки программно-технического комплекса Пресс-центра.

**В центре системы расположен сервер** базы данных Пресс-центра, на котором находятся предварительно разработанные и сформированные макеты типов сценариев представления информации:

- сценарии представления информации до получения данных о ходе голосования. Это, как правило, информация познавательного характера – о регионах, округах, партиях, партийных списках и т.д.;

- сценарии представления информации, которые сопровождают Пресс-конференции Председателя ЦИК о ходе голосования – по округам, регионам, группе регионов;

- сценарии представления информации между Пресс-конференциями по отображению хода голосования для представителей средств масс-медиа;

- сценарии представления информации, которые сопровождают Пресс-конференцию Председателя ЦИК о результатах подсчета голосов по тем избирательным округам, от которых поступили данные по округу, региону, группе регионов, каждой партии, одному округу, региону, группе регионов, сравнительные данные в виде диаграмм по партиям, по кандидатам в депутаты;

- сценарий представления информации по результатам подсчета голосов, которая выдается на средства коллективного пользования для журналистов между Пресс-конференциями Председателя ЦИК;

- сценарий представления информации для сопровождения заключительной Пресс-конференции Председателя ЦИК;

- заготовки-сценарии для подготовки ответов на запросы журналистов во время Пресс-конференций.

На сервер базы данных Пресс-центра поступает оперативная информация из информационно-аналитического центра о ходе голосования, о результатах подсчета голосов по округам и создается собственная база данных Пресс-центра, которая обеспечивает работу Пресс-центра независимо от информационно-аналитического центра. Кроме того, на сервере базы данных создается база данных о журналистах, аккредитованных в Пресс-центре. При нарушении поступления информации из ИАЦ система обеспечивает ввод информации, полученной по телетайпу, телеграфу или на дискете.

Основной единицей информации в Пресс-центре является комплексный документ (КД), обеспечивающий выдачу на средства отображения совмещенной компьютерной (текст, графики, картография) и видеоинформации.

**АРМ администратора базы данных** выполняет функции:

- приема и контроля входной информации;
- формирование базы данных Пресс-центра ЦИК;
- проведение необходимых расчетов (% проголосовавших по округу, региону, группе регионов, % набранных голосов кандидатами в депутаты, партиями по округам, регионам, группам регионов, определение партий, перешагнувших 4% барьер, количество мандатов, полученных каждой партией, и т.д.);
- формирование интерфейсных таблиц для создания комплексных документов;
- подготовка ответов на вопросы журналистов;
- подготовка информации для выдачи на монитор АРМ Председателя ЦИК и выдача ее в реальном масштабе времени.

**АРМ Председателя ЦИК** является пассивным АРМом и выполняет как бы функции суфлера. Вся информация на монитор АРМ выдается по мере необходимости в процессе проведения пресс-конференции: как во время выступления Председателя ЦИК, так и во время ответов на вопросы журналистов.

**АРМ администратора ГИС** обеспечивает:

- формирование базы данных картооснов для округов, регионов, группы регионов;
- формирование библиотеки условных знаков;
- формирование тематических баз данных;



- нанесение данных на картооснову из тематических баз данных (географические данные);
- нанесение оперативных данных из интерфейсных таблиц, подготовленных на АРМ оператора базы данных;
- «наезд» на выбранный регион на карте;
- формирование BMP файлов или метафайлов;
- визуализация сформированных BMP файлов (слайдов) или метафайлов на мониторе АРМ для контроля;
- передача слайдов или метафайлов на АРМ оператора системы отображения (визуализация).

**АРМ оператора системы отображения обеспечивает:**

- разработку макета комплексного документа для выдачи на средства отображения коллективного пользования;
- создание комплексного документа на экране монитора АРМ (верстка КД);
- редактирование комплексного документа по его фрагментам (текстовым и графическим, т.е. компьютерной информации). В процессе редактирования фрагмента текста обеспечивается:
  - а) заполнение текстового фрагмента содержимым файла, созданного в одной из операционных сред: DOS, Windows или UNIX;
  - б) выбор режима работы с текстом: просмотр или редактирование;
  - в) выбор режима размещения текста: ручной или автоматический;
  - г) выбор любого типа, стиля и размера шрифта при ручном режиме размещения текста;
  - д) установка, при автоматическом режиме размещения текста, возможности подбора размера шрифта и (или) размера фрагмента:
    - очистка фрагмента от предыдущей информации;
    - использование возможностей предоставляемого операционной системой простейшего редактора текста, а именно: редактирование, поиск, вставка;
    - сохранение отредактированного (созданного вновь) текста;
    - задание вертикального и (или) горизонтального скроллинга;
    - автоматическое (в соответствии с выбранными опциями) заполнение фрагмента при изменении его размера или расположения.

В процессе редактирования фрагмента графики обеспечивается:

- заполнение фрагмента содержимым файлов одного из стандартов: bmp, gif, psx, wmf;
- очистка фрагмента от предыдущей информации;
- установка вертикального и ((или) горизонтального скроллинга);
- задание одного из режимов заполнения фрагмента:
  - а) масштабирование, при котором происходит автоматическое увеличение или уменьшение исходного изображения для его размещения в пределах размера фрагмента;
  - б) сохранение пропорций, при которых исходное изображение размещается во фрагменте, размеры которого выдерживаются в отношении 4:3 (ширина : высота);

в) сохранение натурального размера, при котором сохраняются исходные размеры изображения, заданные в файле, а само изображение размещается, начиная с верхнего левого угла фрагмента:

- автоматическое (в соответствии с выбранными опциями) заполнение фрагмента при изменении его размера или расположения;

- сохранение комплексного документа, т.е. создание файла атрибутов, в котором для каждого фрагмента этого КД запоминаются признаки, необходимые для последующего восстановления этого фрагмента, а также количество фрагментов каждого типа. За счет использования стандартных диалоговых панелей пользователю предоставляется возможность выбора имени файла атрибутов и пути к нему;

- воспроизведение комплексного документа на экране монитора АРМ, исходя из содержимого файла атрибутов;

- преобразование комплексного документа перед отображением его на табло (удаление служебных элементов, присутствующих на экране монитора, а именно меню, заголовков, рамок). Такое преобразование приводит к увеличению размера фрагментов;

- отображение комплексного документа на средство отображения коллективного пользования;

- управление синхронной выдачей комплексного документа или ролика КД на средства отображения коллективного пользования (табло и три больших монитора ПЭВМ);

- управление со смещенной во времени выдачей КД или ролика на средства отображения коллективного пользования;

- поиск и выдача произвольного КД на средства отображения коллективного пользования (по обращению Председателя ЦИК). Поиск выполняется по контексту названия, номеру избирательного округа, номеру комплексного документа;

- формирование сценариев представления КД (роликов для демонстрации);

- запуск демонстрации ролика;

- остановка демонстрации ролика;

- переход на КД вперед;

- переход на КД назад.

АРМ оператора системы отображения информации удален от средств отображения, которые рассредоточены по помещению Пресс-центра.

Часть функций этого АРМ выполняются предварительно, например, формирование пакета КД, формирование сценариев выдачи комплексных документов, редактирование КД, обеспечение скроллинга, формирование слайдов и т.д.

Часть функций, а именно: заполнение фрагментов КД, сохранение и воспроизведение КД, отображение КД, управление выдачей на средства отображения коллективного пользования – выполняются в реальном масштабе времени.

**Клиент сети Internet** предназначен для:

- оперативной подачи информации на WEB-сервер после проведения Пресс-конференции;

- доступа журналистов в сеть Internet.

Функционально-технологическая схема программно-технического комплекса Пресс-центра ЦИК показана на рис.2.

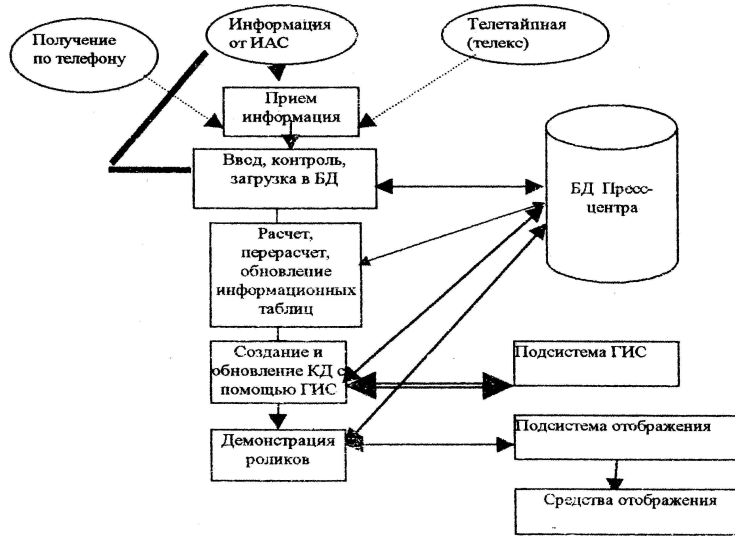


Рис. 2. Технологическая схема обновления и выдачи информации в промежутках между пресс-конференциями

Функционально-технологическая схема сопровождения Пресс-конференций показана на рис.3.

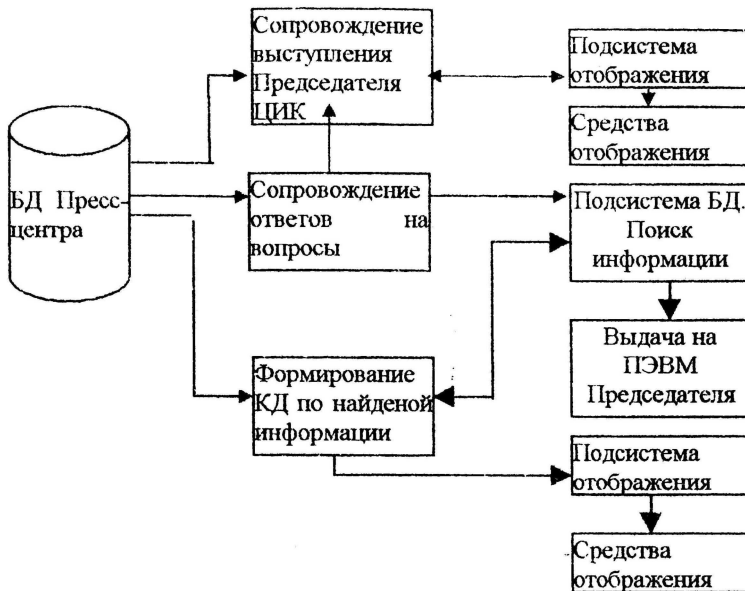


Рис.3. Технологическая схема сопровождения пресс-конференций

Система отображения информации для Пресс-центра ЦИК Украины была разработана и внедрена коллективом сотрудников Института проблем математических машин и систем Национальной академии наук Украины.

При выборе программного обеспечения разработчики исходили из следующих положений:

- все компьютеры системы должны работать в единой информационной среде;
- максимальное использование имеющегося у разработчиков задела и опыта, учитывая сжатость сроков разработки.

В качестве операционной среды была выбрана ОС Windows NT, в качестве СУБД - Fox PRO Visual 5.0, программное обеспечение систем ГИС и системы отображения написаны на языке С, С++.

## **Выводы**

Программно-технический комплекс "Пресс-центр Выборы 98" для Пресс-центра ЦИК Украины был разработан и введен в действие за 3 месяца. При этом объем выполняемых функций и качество обслуживания представителей средств масс-медиа были не хуже, чем в аналогичных по назначению системах стран СНГ.

Программно-технический комплекс позволяет при изменении настройки проводить пресс-конференции по любой тематике и освещать выборы любого уровня.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Морозов А.А. Новые информационные технологии в системах принятия решений. –УСиМ. -1993. - №3. – С.13-32.
2. Билецкий Б.А. Специализированная ГИС "Выборы-98" / А.В.Кудря, А.Е.Трутьев //Материалы 4-й Всеукраинской конференции по геоинформационным технологиям "Теория, технология, внедрение ГИС". – Киев, 1998. –С.78-79.

**3.2. А.О.МОРОЗОВ, А.Д.ЯРОВИЙ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО, В.А.ЛИТВИНОВ, Ю.Г.ПИЛИПЕНКО,  
В.А.КОСС, О.В.ТРАЦЕВСЬКИЙ**

## **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ КОНЦЕПЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОГО ІНТЕГРОВАНОГО БАНКУ ДАНИХ У СКЛАДІ ЄАСУ ЗСУ**

### **Загальні передумови та мета створення РІБнД**

Однією із основних проблем розробки єдиної автоматизованої системи управління Збройними силами України (ЄАСУ ЗСУ) є створення єдиного інформаційного середовища для забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень військовим керівництвом держави на усіх рівнях управління.

Це означає, по суті, необхідність інтеграції в єдиний банк даних як баз даних складових підсистем ЄАСУ, потрібних для вирішення поточних та стратегічних задач управління військами та підтримки прийняття військових, військово-політичних, військово-соціальних рішень, так і засобів зберігання інформації, її поповнення та використання (доступу).

В ЄАСУ поняття інтеграції розглядається у таких напрямках [1]:

- інформаційна інтеграція спрямована на формування для користувачів єдиного уявлення стосовно побудови складових розподіленої БД;
- лінгвістична інтеграція спрямована на використання узгоджених форм представлення даних, узгоджених мов їх, опису та доступу до них, єдиного інтерфейсу користувача та єдиного словника термінів;
- технічна інтеграція спрямована на створення єдиного телекомунікаційного середовища для обміну даними між функціональними компонентами ЄАСУ;
- програмна інтеграція спрямована на об'єднання інформаційних ресурсів ЗСУ єдиною технологією їх, обробки та між системними інтерфейсами;
- функціональна інтеграція спрямована на урахування функціональних інтересів глобальних користувачів інформації: Адміністрації МО, Генерального штабу ЗС України, штабів видів ЗС, Озброєння, Тилу, головних управлінь ЦАМО. Їх інтереси полягають в необхідності своєчасно мати достовірну інформацію про підпорядковані об'єкти і процеси; про об'єкти і процеси, із якими здійснюється взаємодія;
- організаційна інтеграція спрямована на розробку нормативних актів, в яких мають бути закріплені права й відповідальність кожного користувача РІБнД за достовірність, актуальність, цільність і захищеність інформації від руйнації та несанкціонованого доступу.

Інтеграція існуючих у складі Міноборони інформаційних ресурсів і створення нових повинні відбуватися поступово, з забезпеченням поетапного переходу від d-base стандартів БД (які є в значній частині існуючих систем) до SQL-сумісних БД та Web-технологій.

Загальна мета створення РІБнД ЄАСУ підпорядкована різним конкретним цілям. Зокрема, у функціональному аспекті вона визначається необхідністю забезпечити "стійкість" та ефективність функціонування ЄАСУ, що, в свою чергу, забезпечується наявністю необхідних інформаційних

ресурсів та можливістю надання їх користувачам засобів притаманних сучасним інформаційним технологіям. В інформаційному аспекті мета створення РІБНД визначається необхідністю забезпечення повноти та достовірності інформації, її своєчасного оновлення, виключення дублювання вводу та мінімізації дублювання зберігання. У технологічному аспекті переслідуються цілі типізації програмно-технологічних рішень та уніфікації відповідного інструментарію роботи з даними у масштабі ЄАСУ ЗСУ.

Головним завданням при розробці РІБНД є урахування інформаційних інтересів усіх головних “глобальних” користувачів, які виходять із таких потреб:

1) Потреба ефективної якісної підготовки аналітичних довідок та проектів рішень для керівництва МО, для чого необхідно:

- володіння інформацією аналітичного плану за своїм напрямком роботи;
- володіння інформацією по об’єктах держави і галузі державного управління, з якими здійснюється взаємодія;
- особисте володіння методикою аналітичної обробки інформації.

2) Потреба ефективного впливу на об’єкти і процеси при здійсненні своєї керівної діяльності через:

- достовірну та своєчасну інформацію про стан об’єктів і процесів, що входять до їх компетенції;
- термінову інформацію про загрозу надзвичайних подій або самі надзвичайні події в стані об’єктів і процесів, що входять до їх компетенції.

Щодо загальних шляхів досягнення головного завдання, принципове значення мають такі суттєві положення:

- вибір єдиного типу об’єкта МО, відносно якого будуються масиви даних у РІБНД. Цим об’єктом повинна бути “військова частина”;
- застосування єдиної методики побудови масивів даних про кількісні та якісні характеристики складових частини об’єктів МО, здійснення процесів функціонування об’єктів МО та їх взаємодія з іншими об’єктами ЗС і навколишнім середовищем;
- застосування єдиної методики первинної, статистичної та аналітичної обробки інформації.

На рис. 1 наведено основні етапи стратегії інтеграції інформаційних ресурсів у РІБНД ЄАСУ ЗС.

Структура РІБНД та загальна технологія роботи

Структура РІБНД повинна відображати рішення щодо структури ЄАСУ в цілому, тобто: наявність стратегічного, оперативного-стратегічного, оперативного та оперативного-тактичного рівнів управління та відповідних автоматизованих підсистем (АСУ стратегічного рівня, АСУ видами Збройних сил, родами військ тощо). З практичної точки зору ця вимога означає наявність у складі РІБНД таких чотирьох рівнів інформаційних компонентів:

1) Ядро РІБНД ЄАСУ, що містить загальносистемну інформацію, - відомості про зміст, структуру та стан інформаційних ресурсів РІБНД, бази даних загального користування, державні та відомчі класифікатори, каталоги та словники. Виконує функції керуючого центру РІБНД.

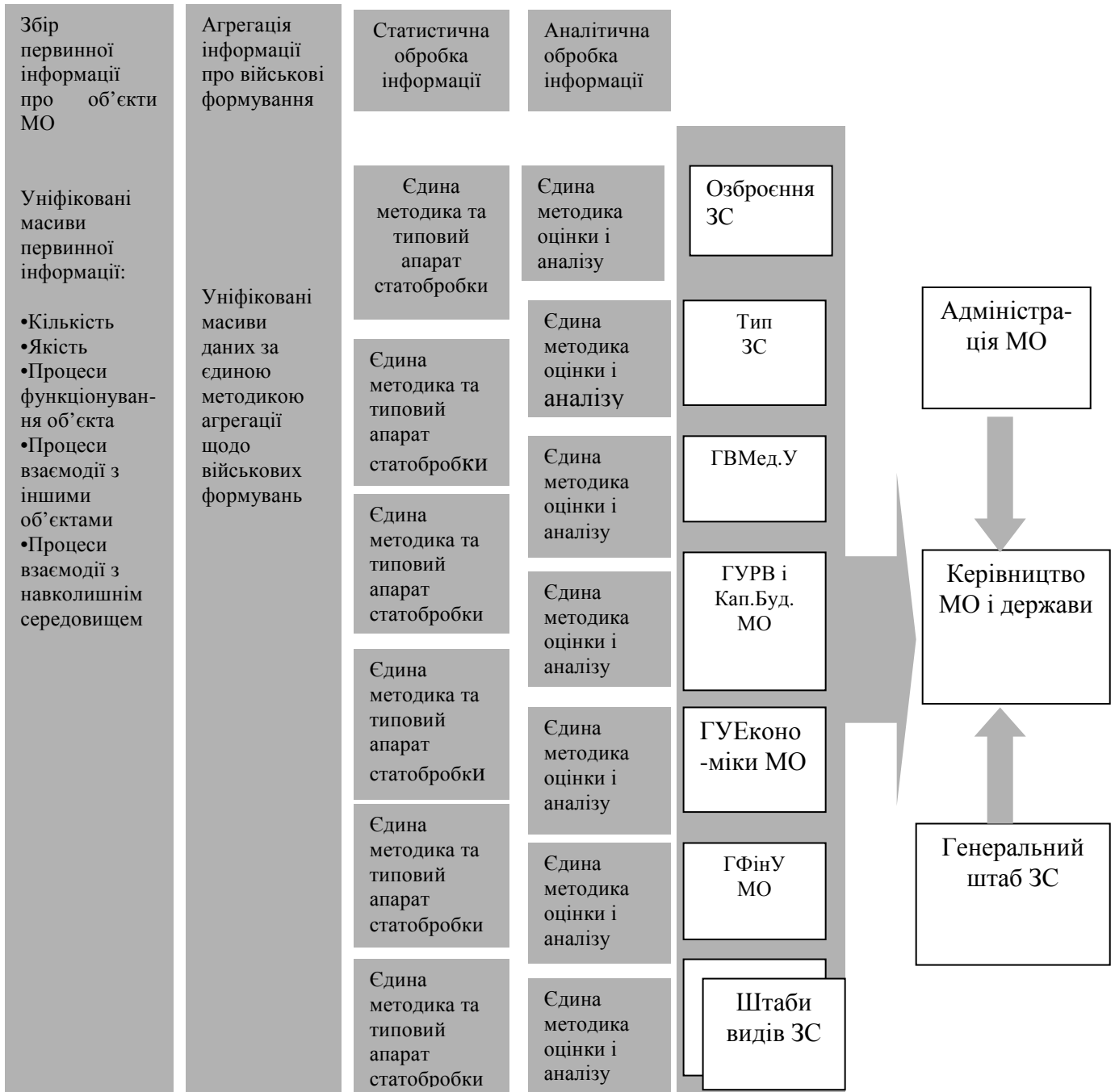


Рис. 1 Основні етапи стратегії інформаційних ресурсів в РІБнд ЄАСУ ЗСУ

2) Банк даних ЦАМО та Генштабу ЗСУ, який інтегрує у своєму складі інформаційні ресурси підрозділів ЦАМО та ГШ. Забезпечує інформаційну підтримку поточної діяльності та підтримку прийняття стратегічних (військово-політичних, військово-соціальних, суто військових) та оперативного-стратегічних рішень як на рівні Головних управлінь ГШ, структур ЦАМО, так і на рівні ГШ та вищого військового керівництва держави в цілому.

3) Локальні банки даних у складі АСУ видами ЗС та АСУ родами військ.

4) Бази даних первинної інформації у складі АСУ військовими структурами нижнього рівня управління (військовими округами, з'єднаннями, окремими частинами).

Структура РІБнд ЄАСУ ЗСУ України показана на рис.2.

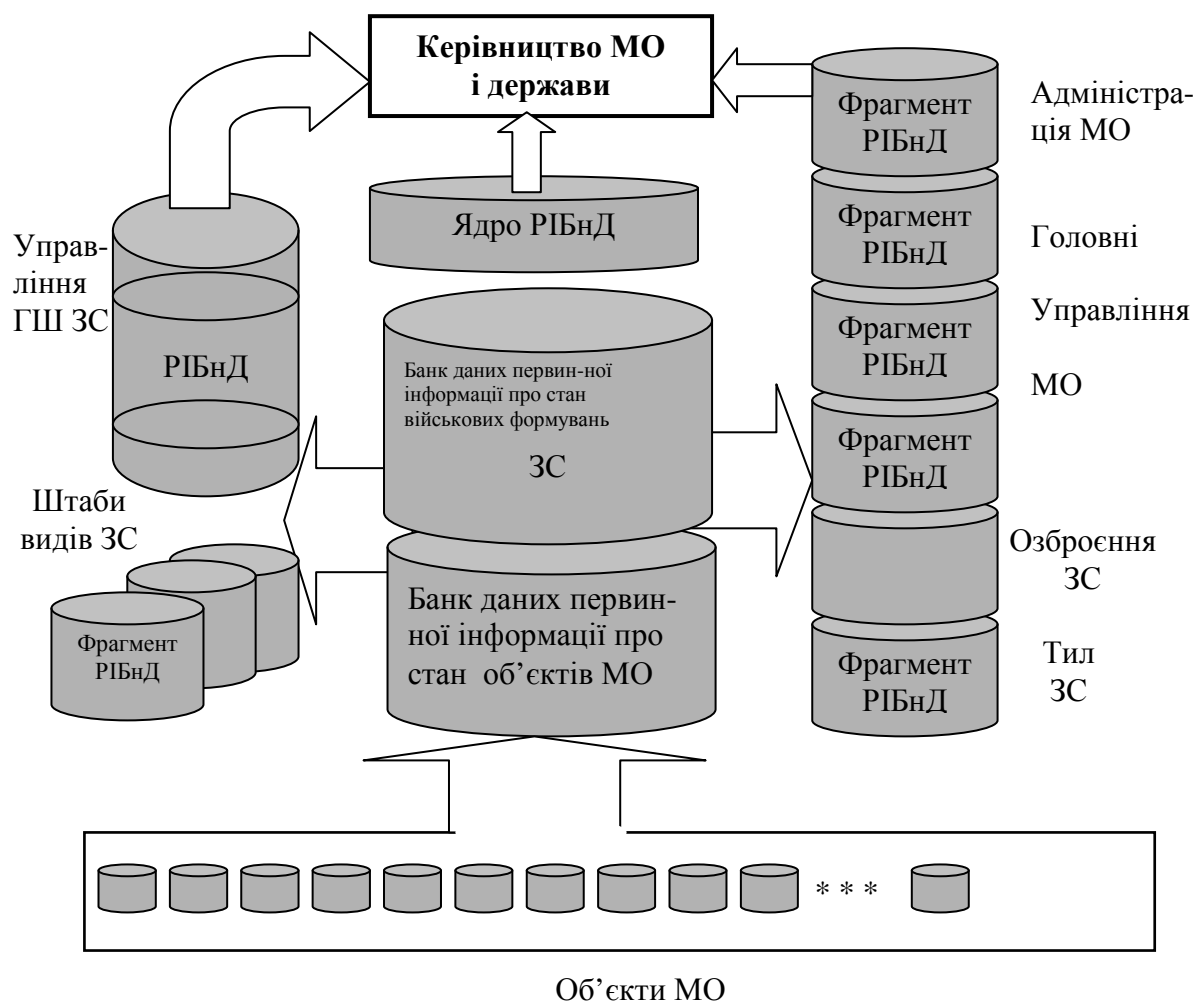


Рис.2 Структура РІБнД ЄАСУ ЗС України

Основні принципи побудови програмно-апаратних засобів РІБнД ЄАСУ базуються на доцільності використання технології Intranet. Таке рішення дозволяє використати засоби Internet для доступу до інформаційних ресурсів і тим самим досягти значної економії ресурсів за рахунок використання мережі на основі відкритих стандартів, протоколів мережевої взаємодії TCPP, мовних засобів представлення файлів HTML, передачі файлів HTTP. Разом з тим використовуються найпотужніші можливості забезпечення інформаційної безпеки та керованого глобального доступу до інформаційних ресурсів. Загалом, основні переваги, які надає рішення щодо використання технології Intranet:

- використовуються готові стандартні протоколи обміну даними;
- мінімізується загальний обсяг робіт щодо розробки програмного забезпечення клієнтських автоматизованих робочих місць. Значну частину їх функцій бере на себе одна уніфікована програма (browser);
- досягається значна економія витрат на навчання персоналу за рахунок уніфікації інтерфейсу;
- надаються необмежені можливості по модифікації та підключенню нових додатків (наприклад, створенню нових баз даних) без заміни клієнтських програм. Спектр технічних засобів,



які ефективно підтримують технологію Internet, пропонуваній фірмою SUN, HP та INTEL, охоплює всі ступені потрібної продуктивності і дозволяє використовувати обладнання різної потужності. Незалежно від типу обладнання та його призначення пропонується використовувати єдину операційну систему як для побудови БД (СКБД), так і для розробки потрібних додатків. При цьому зберігається можливість доступу до баз даних, що функціонують на інших програмно-технічних платформах (на технічній платформі Intel, у ОС Windows, СКБД FoxPro та ін.).

Використання технології Intranet забезпечує можливості контрольованого обмеження доступу до баз даних. Проте питання забезпечення конфіденційності та/або таємності інформації потребують окремого ґрунтовного розгляду.

Послідовність роботи в Інтрамережі ілюструє рис.3.

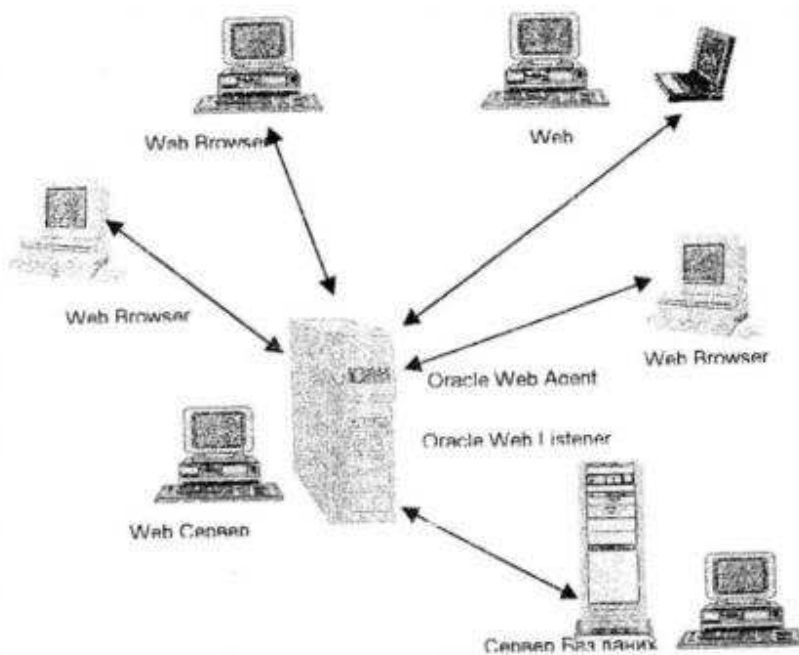


Рис.3. Схема роботи в Інтрамережі

1) На робочому місці користувача запускається програма-браузер (типу Netscape або Microsoft Explorer) для відповідного операційного середовища.

2) Користувач надсилає запит на WEB-сервер на отримання потрібної сторінки інформації за вказаним універсальним покажчиком ресурсів (URL).

3) На WEB-сервері запити клієнтів приймає Oracle Web Listener. Обмін даними між клієнтом та Listenerом проходить за протоколом HTTP.

4) Запити до файлів, статичних сторінок обробляються самим Listenerом без звертання до СКБД Oracle 8. При звертанні до динамічних сторінок, які генеруються за допомогою PL/SQL – програм, використовуються дані, що зберігаються в БД Oracle 8. Для цього Listener викликає Oracle Web Agent. Обмін даними проходить за протоколом CGI.

5) Для обслуговування звернень клієнтів до динамічних сторінок, які програмно генеруються з БД Oracle 8, використовується PL/SQL-процедура, що безпосередньо генерує HTML-документ, відповідає за виклик процедури Oracle Web Agent, який приєднується до сервера БД Oracle 8 та

викликає процедуру, що генерує HTML-документ. Після завершення процедури результати її роботи повертаються Oracle Web Agenty.

б) Oracle Web Agent передає сформовану HTML-сторінку на Oracle Web Listener, який доставляє її тому клієнту, який зробив запит.

Сервер Oracle 8 інтегрується з сервером Oracle Web Application Server, який може бути використаний для повної інтеграції додатків Oracle 8 з технологією Web, а також для їх захищеного розгортання до або після захисного брандмауера (firewall).

Виконання Oracle Web Application Server дає користувачам, які використовують стандартні браузери Web, можливість викликати процедури для генерації динамічних документів Web, що забезпечують можливість демонстрації на Web-сторінках інформації не тільки статичних файлів, а й динамічної інформації з бази даних.

Крім того, у Oracle 8 є новий, відносно до попередніх версій Oracle, тип даних – файл, який також може використовуватись для подання мультимедійної інформації.

Сервер Oracle 8 підтримує розгортання гетерогенних середовищ клієнт-сервер і розподілених конфігурацій баз даних, автоматично та прозоро для користувачів забезпечує всі необхідні перетворення наборів символів.

Основною процедурою обслуговування (крім актуалізації) РІБНД є створення резервних копій окремих таблиць та БД для забезпечення надійності зберігання, тобто захисту від фізичного руйнування, помилок користувачів при актуалізації, вірусів тощо. Процедура створення копій виконується автоматично за допомогою штатних засобів СКБД ORACLE. За користувачем лишаються питання вибору інформаційних об'єктів та часу їх копіювання. Щодо цього прийнятні такі рішення.

Як критерій оптимальності вибору періодичності резервного копіювання  $T$  доцільно прийняти доступність об'єктів (БД, окремих таблиць), яка оцінюється відносною кількістю транзакцій (у актуалізуючих повідомлень, запитів на обслуговування), що поступають на обробку без чекання, через зайнятість системи черговим копіюванням або відновленням. В основу аналітичної моделі для вибору  $T_{opt}$  стосовно конкретних інформаційних об'єктів покладено такі припущення:

помилки у роботі системи (відмови), що обумовлені помилками у вхідній інформації, програмах, невірними діями людини, відмовами технічних засобів, виникають у довільні моменти часу, а розподіл моментів підкоряється закону Пуассона;

час обробки однієї транзакції достатньо малий у порівнянні із середнім часом між відмовами, а сумарний час обробки усіх транзакцій у процесі відновлення – пропорціональний кількості транзакцій;

відмови наступають досить рідко, тобто доступність загалом є достатньо високою (близько до одиниці);

відмови не виникають упродовж створення резервних копій та відновлення (це припущення є, деякою мірою, наслідком попереднього);

процес виникнення транзакцій – стаціонарний.

Дослідження моделі дає таке рішення для вибору значення  $T_{opt}$ :

$$T_{opt} = \left[ \frac{2t}{lk} \right]^{1/2},$$

де  $t$  – затрати часу на резервне копіювання інформаційного об'єкта;

$l$  - інтенсивність відмов;

$k$  – відношення інтенсивностей приходу транзакцій та їх обробки.

Таким чином, загальні технічні рішення вибору періодичності резервного копіювання компонентів інформаційного забезпечення полягають у:

- розподілі інформаційних об'єктів на деякі групи у відповідності до значень інтенсивностей процесу приходу транзакцій;

- розрахунках та експериментальних даних досліджень значень  $t$ ,  $l$  та  $k$  для кожної групи;

- визначенні  $T_{opt}$  для кожної групи у відповідності з приведеною вище формулою.

Конкретні рішення для кожних інформаційних об'єктів приймаються на етапі дослідної експлуатації після визначення  $t$ ,  $l$ ,  $k$ .

Викладені вище підходи до структури РІБНД та технології його функціонування забезпечують реалізацію таких основних принципів створення РІБНД:

- принцип територіальної розподіленості та логічної інтегрованості інформаційних ресурсів;

- принцип функціональності, тісно пов'язаний з функціями ЄАСУ в цілому та її функціональною структурою;

- принцип децентралізованості ієрархії управління інформаційними ресурсами (особлива роль ядра РІБНД, який виконує функції централізованої регуляції при досить високому рівні децентралізації управління розподіленими інформаційними ресурсами, що входять до складу АСУ різного призначення і є функціональними компонентами ЄАСУ);

- принцип типовості проектних рішень щодо створення РІБНД ЄАСУ;

- принцип відкритості;

- принцип спадковості;

- принцип одноразового вводу інформації та її багаторазового використання;

- принцип захищеності інформації від руйнуючих зовнішніх дій.

Основні типи інформаційних компонентів РІБНД

До складу бази даних входять:

- метабаза даних (МБД);

- тематичні бази даних (ТБД);

- проблемно-орієнтовані бази даних (ПО БД);

- службові бази даних (СБД);

- бази даних первинної інформації (БДПІ).

МБД виконує функції загальногалузевого реєстру інформаційних ресурсів, що забезпечують одержання відповідей на запитання:

- де міститься інформація, зміст якої цікавить користувача;

- у якому вигляді зберігається інформація;

- якими шляхами та засобами може бути одержана потрібна інформація.

Таким чином, МБД має бути основою пошукового механізму для одержання інформації про інформацію. “Обслуговування” користувачів відбувається як сеанс його роботи з Web-сервером МБД, що повинен надавати декілька можливостей пошуку, зокрема:

- можливість прямого пошуку, який дозволяє знаходити описи потрібної інформації за один крок, без уточнення (пошук за значенням реквізитів, що описують інформаційний ресурс, за значенням визначених ключових слів тощо);

- можливість пошуку за контекстом назв інформаційного ресурсу, змісту ресурсу, опису окремих складових;

- можливість ієрархічного пошуку за рубрикатором із поступовим звуженням області пошуку.

ТБД містять інформацію загального призначення, необхідну для рішення багатьох задач підтримки інформаційно-аналітичної діяльності відповідних структур. Прикладами даних баз даних є:

- картографічна БД, що містить графічні образи карт місцевості та супутню символічну інформацію до них (опис рельєфів, населених пунктів, цивільних та військових об'єктів, шляхів тощо);

- нормативно-довідкова БД, що містить тактико-технічні характеристики систем озброєння та військової техніки, норми забезпечення військ (озброєнням, технікою, паливно-мастильними матеріалами, оперативно-тактичним продовольством тощо), оперативно-тактичні нормативи бойового застосування озброєння та техніки і т.ін.;

- нормативно-правова БД, що містить інформацію, необхідну для підтримки правомірності рішень, що приймаються (готуються) в процесі роботи фахівців інформаційно-аналітичних служб та керівних осіб МО (правомірність розуміється як відповідність рішень законодавству України, міжнародним угодам, а також внутрішнім керуючим та нормативним документам МО);

- БД про технічні та функціональні можливості військово-промислового комплексу;

- БД різноманітної текстової інформації, що потрібна для поточної роботи військових аналітиків.

ПОБД призначені для забезпечення окремих спеціалізованих функціональних задач додатковою інформацією, яка відсутня у складі ТБД.

Дані для вирішення такого класу задач не завжди можна передбачити в ТБД. Вони носять специфічний, суцільно функціональний або проблемно-орієнтований характер. Це, наприклад, фактори виникнення можливих надзвичайних подій на об'єктах МО, набори заходів щодо запобігання їх виникнення; стадії життєвого циклу нових зразків озброєння та заходи, що забезпечують їх реалізацію, шкали експертних оцінок з різних напрямків діяльності об'єктів МО та багато інших. Сюди ж відносяться і проміжні (тимчасові) бази даних та бази вихідних даних кожної задачі чи комплексу задач. Ці бази даних є власністю функціональних задач: вони там створюються, актуалізуються, використовуються і при необхідності зберігаються чи знищуються.

СБД містять допоміжну інформацію про об'єкти РІБНД, зокрема, кодифікатори, довідники, загальносистемні класифікатори, словники базових військово-технічних термінів тощо.

Кодифікатори пов'язують текстові неформалізовані найменування атрибутів, що є елементами інтерфейсу користувача, із кодами, які фігурують як значення полів у таблицях БД.

Загальносистемні класифікатори забезпечують формалізоване подання якісних характеристик об'єктів, які є єдиним як для БД, так і для зовнішніх документів. Найбільш важливими є класифікатори:

- військових частин, з'єднань;
- організаційно-штатних структур;
- кадрового складу;
- зразків озброєння, військової техніки та їх тактико-технічні характеристики;
- підприємств та науково-виробничих об'єднань, Мінпромполітики, МО, інших галузей та наукових організацій НАНУ;
- держав світу та міжнародних організацій тощо.

БДПІ є, з одного боку, джерелом для формування окремих розділів ТБД та ПОБД, а з іншого – самостійним інформаційним ресурсом для підтримки прийняття рішень, вирішення окремих інформаційно-аналітичних задач. Основою формування змісту БДПІ є регламентні документи, що існують у МО і формуються на об'єктах МО, документ табелів строкових донесень (ТСД).

Слід відзначити, що хоча наведений розподіл інформаційних компонентів на тематичні, проблемно-орієнтовані та первинні є деякою мірою умовним, він є водночас і основою для рішень щодо розподілу робіт між розробниками по проектуванню відповідних БД та для категоризації доступу до них.

Інформаційна сумісність усіх компонентів РІБнД забезпечується за рахунок:

- вибору такої техніки та мережевого програмного забезпечення, в якому підтримуються сучасні стандарти взаємодії систем (протоколи та інтерфейси передачі даних через мережі зв'язку, функції та протоколи типових мережевих служб – пересилка файлів, віддалений запуск завдання тощо);
- створення на основі СКБД ORACLE єдиного програмно-технологічного середовища для проектування, ведення та використання різних баз даних (зокрема, і уже існуючих БД на відмінних від ORACLE платформах);
- використання узгодженої системи класифікації та кодування, що базується, в першу чергу, на діючих загальнодержавних та відомчих класифікаторах;
- розробки та використання базових словників термінів, що забезпечують однозначне трактування термінів та скорочень ділової мови користувачів РІБнД.

Механізми інформаційної взаємодії джерел інформації, функціональних підсистем, користувачів РІБнД базуються на таких основних типах потоків інформації:

- регламентовані повідомлення, що циркулюють між функціональними компонентами ЄАСУ;
- регламентовані запити користувачів до інформаційних ресурсів РІБнД;
- нерегламентовані запити користувачів.

Регламентовані повідомлення являють собою інформацію із заздалегідь визначеним змістом та структурою, що у визначений час поступає із функціональних підсистем ЄАСУ у складові підсистеми РІБнД. Основним призначенням таких повідомлень є локалізація (поповнення) інформаційних компонентів РІБнД; типовий приклад – це документи табелів строкових донесень.

Регламентовані запити користувачів мають заздалегідь визначене джерело та визначений загальний зміст. Структура та конкретний зміст запиту можуть уточнюватися у процесі його формування користувачем. Можуть бути передбачені кілька категорій регламентованих запитів (та відповідних інтерфейсів користувача) – від найпростішого для користувача “кнопкового” запиту до запиту з параметрами, що визначаються у процесі діалогу.

Для нерегламентованих запитів заздалегідь не визначені а ні джерело інформації, а ні структура запиту. Все це специфікується під час формування запиту за допомогою МБД та виконується програмно-апаратними засобами функціональних компонентів РІБнД двома шляхами:

- шляхом формування відповіді на конкретний сформований запит;
- шляхом організації доступу до потрібної БД (або Web-сайту) та роботи з ними.

Враховуючи особливості військового характеру взаємодії функціональних компонентів ЄАСУ для управління ЗСУ в повсякденній діяльності, переважну роль відіграватимуть саме регламентовані потоки інформації. Ця обставина деякою мірою спрощує використання існуючих БД на відмінних від ORACLE платформах на основі програмних засобів ODBC.

#### Етапність створення РІБнД

Зрозуміло, що у теперішній час немає коштів та можливостей проводити роботи по створенню РІБнД широким фронтом. У зв'язку з цим необхідно зосередити зусилля на першочергових головних напрямках, що забезпечують:

- виконання розробок, які створюють фундамент РІБнД, фундамент, на якому можна будувати майбутні “поверхи” (стратегічний напрямок);
- одержання конкретних практичних результатів вже у близькому майбутньому для розвитку можливостей інформаційної підтримки поточної діяльності фахівців структур ЦАМО, ГШ ЗСУ (тактичний напрямок).

Враховуючи ці вимоги, першочерговими, на думку авторів, мають бути такі роботи.

#### I етап

1.1 Створення пілотного проекту розподіленого інтегрованого банку даних для одного з головних управлінь ЦАМО чи ГШ ЗСУ, що забезпечуватиме:

- прийом інформації від підпорядкованих структур по електронних каналах зв'язку на магнітних та оптичних носіях, реєстрація та включення її до відповідних баз даних;
- створення та ведення баз даних первинної інформації у підпорядкованих структурах;
- надання користувачам інформації про наявні інформаційні ресурси;
- ведення баз даних (актуалізація, контроль цілісності та непротиворічності даних, архівація, захист від руйнування та відновлення даних і т.ін);
- реалізація регламентованих та нерегламентованих запитів користувачів до баз даних;
- доступ до баз даних з боку користувачів (у режимі браузера) та програм, що реалізують першочергові оптимізаційні, розрахунково-логічні та інші моделі, потрібні для аналітичного опрацювання інформації, підготовки рішень та документів.

1.2 Створення МБД МО.

1.3 Забезпечення одержання первинної інформації структурами ЦАМО та ГШ ЗСУ (зокрема, документів ТСД) у формалізованому вигляді на машинних носіях:

- розробка (уточнення) форм первинних документів;
- розробка типового ПЗ для заповнення форм і контролю достовірності;
- адаптація типового ПЗ та його впровадження в конкретних джерелах первинної інформації;
- формування баз даних первинної інформації;
- створення фрагментів ядра РІБнД (централізованого ведення схем баз даних, створення бібліотеки процедур імпорту-експорту баз даних).

II етап

Створення банку даних ГШ

2.1 Розробка структури ТБД, необхідних для ГШ, - структури, що інтегрує вже зроблені напрацювання в існуючих в ГШ інформаційних системах.

2.2 Узгодження систем класифікації та кодування.

2.3 Розробка та впровадження ПЗ для створення та ведення ТБД.

2.4 Розробка та впровадження ПЗ для реалізації регламентованих та нерегламентованих запитів, включаючи відповідні інтерфейси, орієнтовані на користувача – військову посадову особу.

III етап

Створення інтегрованого розподіленого банку даних ЗСУ та МО

На завершення автори хотіли б підкреслити, що запропоновані загальні рішення щодо концепції створення РІБнД ЄАСУ ЗСУ, безумовно, в цілому не є оригінальними і базуються на відомих положеннях. Суттєвим є застосування цих положень до специфіки воєнної предметної області. Основними моментами такого застосування є:

- виділення атомарного інформаційного об'єкта для інформаційного забезпечення - військової частини;
- врахування значною мірою детермінованих інформаційних потоків та особливостей функціональних задач МО;
- врахування реального стану інформаційного забезпечення МО при визначенні етапності впровадження.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бояршин Н. Распределенные базы данных и базы знаний в инфраструктуре информации Украины // Інформація та нові технології. –1993. - №2. – С. 2-4.
2. В.А.Литвинов, В.В.Крамаренко. Контроль достоверности и восстановления информации в человеко-машинных системах. –К: Техника, 1986. – С.
3. Іваненко П.І. Класифікація, основні принципи та задачі побудови інтегрованих комп'ютерних систем з розподіленими базами даних //Реєстрація, зберігання і обробка даних. –1999. - №1. – С.50-57.

### 3.3. А.Н.СЕРЕБРОВСКИЙ

## **ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО АНАЛИЗА БЕЗОПАСНОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ**

---

### **Введение**

Проблема анализа ситуаций на потенциально опасных объектах (ПОО) с целью своевременного предотвращения на них чрезвычайных происшествий (ЧП) остается одной из важнейших в ряду проблем повышения безопасности населения, хозяйственных объектов и окружающей природной среды.

Особая роль в решении этой проблемы отводится современным информационным технологиям. В [1,2] предлагается одна из концепций создания автоматизированной системы контроля, анализа и предотвращения чрезвычайных происшествий на потенциально опасных объектах (АС КАП ЧП). Данная работа является развитием работы [1] в той ее части, которая касается анализа текущих ситуаций, возникающих на ПОО.

Задачи анализа и прогноза безопасности на ПОО успешно решаются применением метода дерева отказов [3-6]. Дерево отказов изображает логическую взаимосвязь между отказами различных элементов ПОО, приводящих к возникновению ЧП. При этом вероятность ЧП (конечного узла дерева отказов) вычисляется по вероятности отказов его промежуточных и начальных узлов. Вероятности базисных событий (начальных узлов дерева) определяются на основе данных статистики. Вычисленная же вероятность ЧП, характеризующая оценку безопасности объекта, не учитывает специфики ситуации, сложившейся в текущий момент. В данной работе предлагается подход к оценке вероятности ЧП с учетом конкретной обстановки, в которой находится объект. Подход основан на том, что ситуации, возникающие на ПОО, описываются набором значений независимых факторов, обуславливающих вероятность возникновения базисных событий. В работе [1] предлагается метод формализации экспертных знаний о факторах и их влияниях на возникновение опасности, позволяющий описывать каждую ситуацию набором значений независимых факторов и получивший название метода экспертных оценочных шкал (МЭОШ). Сформированные на этапе предварительной подготовки с помощью МЭОШ и зафиксированные в информационной базе экспертные знания о факторах затем многократно используются для расчета вероятностей базисных событий в различных ситуациях, когда факторы принимают конкретные текущие значения. Вычисленные таким образом вероятности базисных событий являются входной информацией для расчета вероятностей минимальных сечений (комбинаций наименьшего числа базисных событий, достаточных для возникновения ЧП), а затем и вероятности ЧП.

Таким образом, предлагается метод вероятностного анализа безопасности, основанный на комбинации метода дерева отказов и метода экспертных оценочных шкал, который позволяет получать оценки вероятностей различных типов ЧП в конкретных текущих ситуациях, возникающих на ПОО.



### Описание методики анализа текущих ситуаций

Исходной информацией для анализа являются:

- условно постоянные данные, описывающие особенности данного объекта;
- оперативные данные о текущей ситуации.

Условно постоянные данные формируются на этапе предварительной подготовки АС КАП ЧП и включают в себя:

- описание возможных значений факторов, обуславливающих ситуации на объекте данного типа и функции влияния факторов на вероятность возникновения различных видов опасности;
- описание минимальных сечений, приводящих к различным ЧП, в виде табл.1 и 2;
- описание оценочных (диагностических) шкал, устанавливающих соответствие между степенью опасности ситуации и возможными значениями вероятности возникновения ЧП.

Оперативные данные о текущей ситуации представляют собой актуализированные текущие значения факторов, обуславливающих вероятность возникновения опасности.

Результатом анализа являются ответы на следующие вопросы:

- какие ЧП являются наиболее вероятными в текущей ситуации;
- насколько опасна сложившаяся ситуация (по критерию вероятности ЧП);
- какие базисные события, вызывающие возникновение и развитие опасности, наиболее вероятны в данной ситуации;
- какие причины вызвали сложившуюся ситуацию.

Таблица 1. Соответствие между типами ЧП и минимальными сечениями, приводящими к ЧП

Сечения \ Тип ЧП	$S_1$	$S_2$	$S_3$	...	$S_q$
$A_1$		X		...	X
$A_2$	X	X		...	
$A_3$	X		X	...	
$A_4$		X	X	...	
⋮				...	

Таблица 2. Состав минимальных сечений, приводящих к ЧП конкретного типа

Сечения \ Базисные события	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	...	$a_l$
$S_1$	X		X	X	...	X
$S_2$		X	X		...	
$S_3$	X	X		X	...	
$S_4$		X	X		...	
⋮					...	
$S_q$			X	X	...	X

Методика анализа в кратком изложении может быть представлена в виде последовательности приведенных ниже этапов.

Этап 1. Выявление ЧП, наиболее вероятных в текущей ситуации

Пусть  $\{A_n\}$  ( $n = \overline{1, N}$ ) - есть множество ЧП, возможных на объекте.

Проведем расчет вероятности возникновения произвольного ЧП  $A$  из множества  $\{A_n\}$ .

Пусть на этапе предварительной подготовки АС КАП ЧП для  $A$  были выявлены минимальные сечения  $S_1, S_2, \dots, S_k$  так, что

$$A = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_k \quad (1)$$

В [7] показано, что для случаев, когда значения вероятностей возникновения базисных событий меньше или равны  $10^{-3}$ , а число базисных событий не менее чем 2, вероятность возникновения события  $A$  на дереве отказов, с некоторым приближением, может быть вычислена согласно выражению

$$P(A) = \sum_{q=1}^k p(S_q) \quad (2)$$

Пусть сечение  $S_q$  состоит из базисных событий  $\{a_{gl}\}$  ( $l = \overline{1, l_q}$ ),

$$\text{т.е. } S_q = a_{q1} \cap a_{q2} \cap \dots \cap a_{ql_q} \quad (3)$$

В связи с тем, что минимальное сечение будет реализовано только тогда, когда одновременно выполняются базисные события  $\{a_{gl}\}$  ( $l = \overline{1, l_q}$ ), вероятность сечения  $S_q$  вычисляется согласно выражению

$$P(S_q) = \prod_{l=1}^{l_q} P(a_{gl}), \quad (4)$$

где  $P(a_{gl})$  - вероятность возникновения базисного события  $a_{gl}$  в сечении  $S_q$ .

Замечание. Выражение (4) справедливо при условии, что базисные события из сечения  $S_q$  независимы. Данное условие вытекает из определения базисных событий как начальных узлов дерева отказов.

Пусть  $\{F^j\}$   $j \in J_{gl}$  есть множество факторов, обуславливающих вероятность события  $a_{gl}$ . В [1] показано, что вероятность события  $a_{gl}$  вычисляется согласно выражению

$$P(a_{gl}) = 1 - \prod_{j \in J_{gl}} (1 - f_{gl}^j), \quad (5)$$

где  $f_{gl}^j$  значение функции влияния фактора  $F^j$  на вероятность возникновения события  $a_{gl}$  при текущем значении фактора  $F^j$ .

Выражения (2), (4), (5) образуют правило расчета вероятности ЧП как конечного события на дереве отказов с учетом влияния текущих значений факторов на вероятность возникновения ЧП.

Выражения (2), (4), (5) можно объединить в следующую формулу:

$$P(A) = \sum_{q=1}^k \prod_{l=1}^{l_q} (1 - \prod_{j \in J_{ql}} (1 - f_{ql}^j)). \quad (6)$$

Проведем процедуру расчета вероятности ЧП согласно выражению (6) для всех  $A \in \{A_n\}$  ( $n = \overline{1, N}$ ). Результаты обозначим  $P(A_n)$  ( $n = \overline{1, N}$ ). Простое ранжирование значений величины  $P(A_n)$  дает пользователю первое представление о характере наиболее вероятной потенциальной опасности, возникающей в данной ситуации.

Пронормируем значения величины  $P(A_n)$  для  $n = \overline{1, N}$ .

$$\bar{P}(A_n) = P(A_n) / \sum_{i=1}^N P(A_i). \quad (7)$$

Нормированная величина  $\bar{P}(A_n)$  позволяет видеть относительную роль (по критерию вероятности) отдельных ЧП, возможных на объекте в текущей ситуации.

### Этап 2.

Оценка степени опасности (по критерию вероятности ЧП)

Полученные на этапе 1 значения вероятностей ЧП используются для оценки текущей ситуации. Границы допустимых значений вероятности возникновения различных типов ЧП установлены заранее и узаконены стандартами.

Сравнивая текущие значения вероятностей ЧП с их допустимыми границами, можно судить об уровне критичности или безопасности ситуации.

Для облегчения этой процедуры целесообразно использовать заранее подготовленную шкалу оценок ситуаций, которую будем называть также диагностической шкалой.

Диагностические шкалы формируются экспертами на этапе подготовки информационной базы АС КАП ЧП. Для каждого возможного типа ЧП готовится отдельная шкала, которая представляет собой упорядоченную совокупность диапазонов возможных значений вероятности ЧП. Каждому диапазону, заданному своими границами, ставится в соответствие экспертная оценка степени опасности ситуации. Оценки выражаются качественно (лингвистическими терминами) и количественно (в виде баллов опасности).

Формирование диагностических шкал не является догмой. В зависимости от типа ЧП и типа объектов, количество диапазонов, их границы, термы качественных оценок и оценки в баллах могут быть различными. На рис. 1 приведен пример подобной диагностической шкалы.

При наличии подобной шкалы оценка степени опасности ситуации по критерию вероятности ЧП сводится к установлению диапазона, в границах которого содержится вычисленное значение вероятности ЧП. Соответствующий диапазону лингвистический терм является качественной характеристикой степени опасности (безопасности) ситуации. Если в результате оценки оказалось, что вероятность ЧП в текущей ситуации находится в диапазонах, не вызывающих опасений, то можно закончить оперативный анализ текущей обстановки и выдать пользователю оптимистическое сообщение о том, что нет оснований для опасений.

Если же оценка относится к крайне опасным диапазонам "критическая зона" или "явная угроза", необходимо выдать пользователю срочное сообщение о принятии мер предотвращения ЧП, не дожидаясь окончания процедуры анализа.

Для промежуточных случаев следует выполнить все этапы анализа.

Примечание.

Если допустить, что степень опасности ситуации изменяется линейно при изменении вероятности ЧП, то оценка степени опасности может быть сделана без использования диагностических шкал.

Для этого применяется следующее выражение:

$$O_p = ENT\left(\frac{P(A) - B_p}{E_p - B_p} * n\right) + 1, \quad (8)$$

где  $O_p$  - оценка ситуации по критерию вероятности возникновения ЧП (в баллах);

$P(A)$  - вероятность возникновения ЧП типа  $A$ , вычисленная на этапе 1;

$B_p$  и  $E_p$  - левая и правая границы возможных значений вероятности возникновения ЧП типа  $A$ , установленные экспертом на предварительном этапе;

$n$  - максимальное количество баллов, принятое для оценки;

$ENT(X)$  - целая часть  $X$ .

### Этап 3.

Выявление базисных событий, наиболее опасных с точки зрения возникновения и развития ЧП. Допустим, что к ЧП приводят сечения  $S_1, S_2, \dots, S_k$

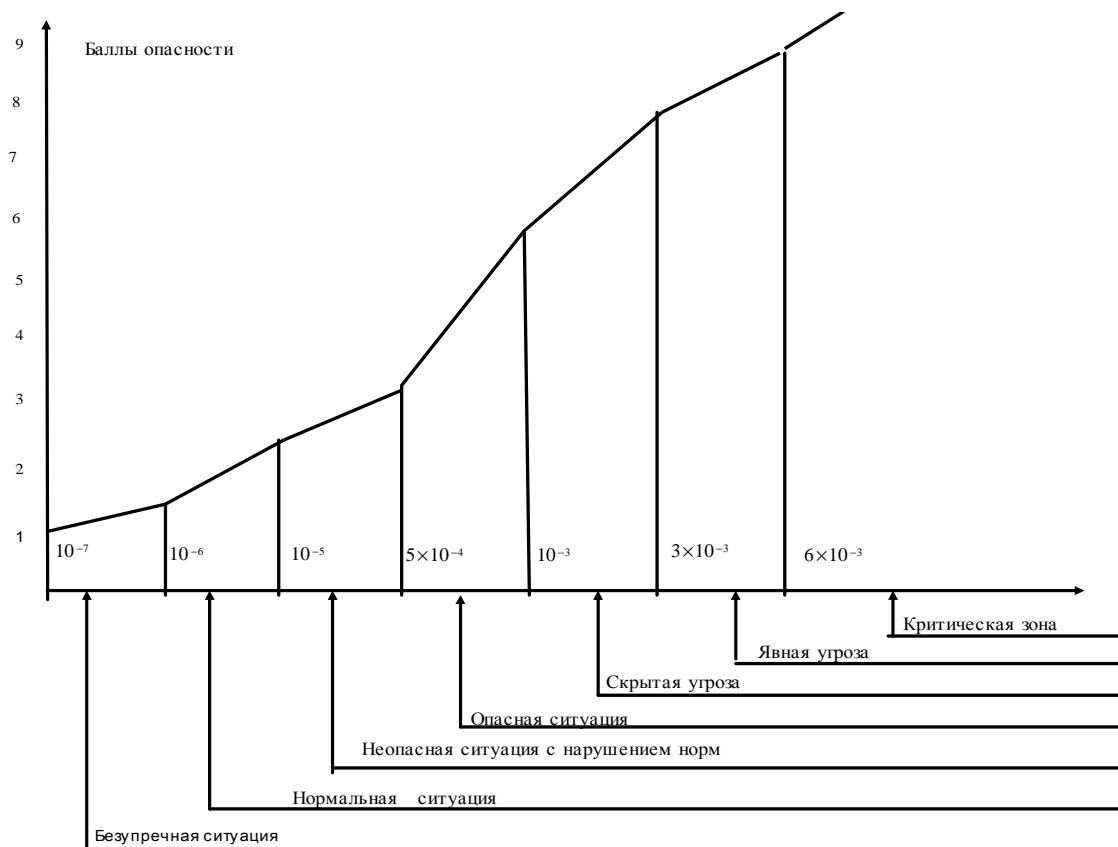


Рис. 1. Пример диагностической шкалы

Назовем сечение  $S_c$  критическим, если вероятность его реализации максимальна среди всех сечений, приводящих к данному ЧП, т.е. если

$$P(S_c) = \max_{q=1,k} P(S_q), \quad (9)$$

где  $P(S_q)$  вычислены согласно выражениям (4) и (5).

Пусть сечение  $S_c$  состоит из базисных событий  $a_{c_1}, a_{c_2}, \dots, a_{c_l}$ .

Выявим наиболее вероятное из них ( $a_{c_m}$ ):

$$P(a_{c_m}) = \max_{l=1,l_c} P(a_{c_l}). \quad (10)$$

События, подобные  $a_{c_m}$ , характеризуют наиболее вероятные потенциальные источники опасности для текущей ситуации.

#### Этап 4.

Определение критических факторов, вызвавших сложившуюся ситуацию.

Пусть  $a_{c_1}, a_{c_2}, \dots, a_{c_l}$  - события критического сечения.

Для выявления факторов, которые играют наибольшую роль в развитии опасности, сделаем естественное предположение, что роль фактора в вероятности возникновения ЧП на объекте зависит от:

- априорной относительной значимости фактора в возникновении опасности при условиях, когда факторы принимают значения своих норм;
- отклонения текущего значения фактора от нормального.

Тогда оценка роли фактора  $F^j$  в возникновении события  $a_{c_i}$  ( $i = \overline{1, l}$ ) может быть получена с помощью выражения

$$V_{c_i}^j = \left( |f_{c_i}^j - f_{c_i}^{jN}| / |f_{c_i}^{jE} - f_{c_i}^{jB}| \right) * k_{c_i}^j, \quad (11)$$

где  $f_{c_i}^j, f_{c_i}^{jN}, f_{c_i}^{jE}, f_{c_i}^{jB}$  - значения функции влияния фактора  $F^j$  на вероятность возникновения события  $a_{c_i}$  при значениях фактора  $F^j$  текущем, нормальном, максимальном и минимальном соответственно;

$k_{c_i}^j$  - априорная относительная значимость фактора  $F^j$  в возникновении события  $a_{c_i}$  при условиях, когда факторы принимают значения своих норм.

Применим выражение (11) для оценки роли факторов  $F^j$  ( $j \in J_{cM}$ ) в возникновении наиболее вероятного события  $a_{c_m}$  из состава критического сечения. Полученные значения оценок обозначим  $V_{cM}^j$  ( $j \in J_{cM}$ ), где  $J_{cM}$  множество индексов, соответствующих факторам, обуславливающим вероятность возникновения события  $a_{c_m}$ . Для большей наглядности результатов пронормируем величины оценок  $V_{cM}^j$ :

$$\bar{V}_c^j = V_{cM}^j / \sum_{j=J_{cM}} V_{cM}^j. \quad (12)$$

Проранжировав величины  $\bar{V}_{cM}^j$  и построив круговую диаграмму, получим наглядную картину сравнительной роли факторов в возникновении наиболее вероятного базисного события из критического сечения, приводящего к конкретному ЧП.

Оценку роли факторов можно получить и для всего критического сечения в целом. Для этого, используя выражение (11), рассчитаем оценки роли факторов  $F^j$  ( $j = \overline{1, d}$ ) для всех событий критического сечения  $a_{c1}, a_{c2}, \dots, a_{cl}$ . Результаты можно представить в виде табл.3.

Просуммируем по столбцам значения полученных оценок:

$$V_c^j = \sum_{i=1}^l V_{ci}^j. \quad (13)$$

Величины  $V_c^j$  являются обобщенными оценками роли факторов в реализации критического сечения. Для удобства интерпретации целесообразно нормировать и ранжировать величины  $v_c^j$ .

Таблица 3. Оценка роли факторов в вероятности возникновения базисных событий

Факторы \ События	$F^1$	$F^2$	...	$F^d$
$a_{c1}$	$V_{c1}^1$	$V_{c1}^2$	...	$V_{c1}^d$
$a_{c2}$	$V_{c2}^1$	$V_{c2}^2$	...	$V_{c2}^d$
$\vdots$			$\vdots$	
$a_{cl}$	$V_{cl}^1$	$V_{cl}^2$	...	$V_{cl}^d$

### Заключение

1. Предлагаемый метод оперативного анализа текущих ситуаций является развитием концепции создания автоматизированных систем контроля, анализа и предотвращения чрезвычайных происшествий (АС КАП ЧП) на потенциально опасных объектах.

2. В основе метода лежат:

- метод дерева отказов, позволяющий выделять базисные события и минимальные сечения базисных событий, приводящих к ЧП [5,6].

- метод экспертных оценочных шкал, позволяющий формализовать экспертные знания о факторах, влияющих на вероятность возникновения базисных событий [1].

В результате создается возможность рассчитывать вероятностные оценки отдельных ЧП, исходя не только из особенностей конфигурации потенциально опасных объектов, но и из конкретных значений факторов, обуславливающих текущую ситуацию, сложившуюся на объекте.

3. Метод позволяет рассчитывать вероятностные оценки ЧП различных типов, возможных на анализируемом объекте, оценки вероятности отдельных сечений, приводящих к ЧП, оценки вероятности базисных событий, формирующих различные сечения. Это дает возможность

прогнозировать наиболее вероятные ЧП, определять наиболее вероятные (критические) сечения, выделять наиболее вероятные базисные события, из которых состоят сечения.

4. Метод включает в себя процедуру качественной оценки степени опасности ситуации, которая состоит в том, что полученные вероятностные оценки "взвешиваются" с помощью априорных диагностических шкал.

Это позволяет.

- автоматически отсеивать ситуации, не вызывающие опасений, и выделять те, на которые необходимо обратить внимание;

- интерпретировать возникшую степень опасности на языке предметной области пользователя; в случае критической ситуации и близких к ней выдавать пользователю экстренные сообщения о необходимости принятия срочных мер по предотвращению ЧП.

Данная особенность метода анализа позволяет использовать его как средство мониторинга ситуаций на ПОО.

5. В предлагаемой методике предусмотрена функция выявления причин возникающей опасности (выявление роли отдельных факторов, влияющих на ситуацию).

Таким образом, предлагаемый метод дает возможность пользователю АС КАП ЧП одновременно (до возникновения ЧП) оценивать ситуацию с точки зрения:

- характера и степени потенциальной опасности, возникающей в текущей ситуации;
- наиболее вероятных источников возникновения опасности и путей ее развития;
- наиболее влиятельных причин возникших ситуаций и может стать основой для создания автоматизированных средств анализа, необходимого для поддержки принятия решений по мерам предотвращения ЧП на потенциально опасных объектах.

Примечание. Принятие решений по результатам оперативного анализа будет рассмотрено в дальнейших работах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серебровский А.Н. О контроле и анализе ситуаций на потенциально опасных объектах // Математические машины и системы. - 1999. - №1. - С. 98-117.
2. Серебровский А.Н. Об оценках ситуаций на потенциально опасных объектах на этапе превентивного мониторинга // Математические машины и системы. - 2000. - №1 - С. 57-65.
3. Берлау Р., Прошан Ф. Статистическая теория надежности и испытания на безотказность. - М.: Наука, 1984. - 328с.
4. Хэнли Э.Дж., Кунамото Х. Надежность технических систем и оценка риска / Под ред. В.С.Сыромятникова. - М.: Машиностроение, 1984. - 528с
5. Roberts N.Jc, Vesely W.E., Laasl D.F., Goldberg F.F. Fault tree handbook - US Nuclear Regulatory Commision, NUREG -0492, 1979. -321с.
6. Вероятностный анализ безопасности атомных станции (ВАБ) / В.В.Бегун, О.В.Горбунов, И.Н.Каденко и др. - НТУУ "КПИ", 2000. -568с
7. Михалевич В.С., Кнопов П.С., Голодников А.Н. Математические модели и методы оценки риска на экологически опасных производствах // Кибернетика и системный анализ. - 1994. - №2. – С.121 -139.

**3.4. А.О.МОРОЗОВ, В.Л.КОСОЛАПОВ, В.Є.КОЛОСОВ, С.І.СУПЕРСОН,  
В.В. КОПЕЙЧИКОВ**

### **ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГНОЗНО-АНАЛІТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

---

Розбудова в Україні нової економічної, політичної, а також законодавчої системи, яка базується на ідеях демократичного розвинутого суспільства, викликає необхідність створення прогресивних інформаційно-аналітичних і прогнозних технологій підтримки прийняття рішень, потужних інформаційних ресурсних центрів, комплексних систем опрацювання інформації як одного з найважливіших чинників досягнення у країні рівня сталого розвитку суспільства за рахунок запровадження стратегій випереджаючого розвитку. Нестача та катастрофічно різке подорожчання енергоносіїв, сировини, відсутність відповідних людських ресурсів, перманентна економічна та фінансова криза, інформаційно-організаційна недосконалість систем державного управління усе це наше сьогодення. Одним із способів виходу з цього становища повинні стати розробка й реалізація стратегії прогресивних автоматизованих інформаційно-аналітичних і прогнозних технологій у процесі розбудови державності України, розробка наукових основ створення та реалізації прогнозних та аналітичних технологій і систем інформаційної підтримки прийняття рішень у системі державного управління. Система підтримки прийняття рішень для складних соціальних об'єктів на базі технології ситуаційних оцінок створюється на науково-технологічних засадах моніторингу трансформаційних процесів соціальної системи, аналізу отриманої інформації та розробки вірогідних прогнозних сценаріїв розвитку [1,2].

Концептуальна модель інформаційно-аналітичної та прогнозної підтримки прийняття рішень системного геополітичного й економічного моніторингу включає такі п'ять етапів: проектування дослідження, інформаційний, аналітичний, моделювання та створення прогнозних оцінок і сценаріїв, генерування підсумкових документів і пропозицій.

Відповідно до запропонованої методології перший етап складається з таких фаз:

- генерування дослідницького завдання, пошукових гіпотез, проблем із врахуванням інтересів і цілей користувача;
- встановлення й опис основних учасників подій та встановлення їхньої ієрархії;
- визначення основних пакетів проблем і можливих альтернатив при прийнятті рішень у політичній і економічній сферах. Розробка макета прогнозних сценаріїв;
- встановлення концепцій та вимог до інформаційної структури, до якої входять актуалізація, формування та завантаження баз даних і баз знань, проведення соціологічних і експертних опитів, економічного й політологічного аналізу поточного стану ситуації, збір статистичних даних тощо.

Інформаційний етап включає збір і опрацювання отриманої інформації за допомогою сучасних інформаційних технологій; перевірку достовірності отриманих даних, узагальнення експертних оцінок; ведення баз даних, формування багатофункціональних інформаційних середовищ, створення авторських програм і систем, формування розгалуженого середовища інформаційних ресурсних центрів. Передбачається, що на цьому етапі користувач має можливість одержувати основні результати роботи у вигляді матеріалів стандартної форми, яка



використовується у світовій практиці при запровадженні стандартів сучасного менеджменту та підтримки організаційних процесів і роботи у інформаційно-комунікаційних мережах.

Аналітичний етап включає генерування масиву актуальної інформації для подальшого аналізу; вимір подій, рівня сил і впливів основних учасників подій, виявлення найбільш гострих і актуальних проблем та конфліктів у заданому регіоні; генерацію матеріалу для політичного й економічного прогнозування (визначення найбільш імовірних шляхів розвитку ситуації в регіоні), а також оцінку рівнів прояву небажаних подій у політичній і економічній сферах [3]. До виконання досліджень на цьому етапі залучаються висококваліфіковані експертні групи, провідні фахівці, представники апарату управління, досвідчені політики. Це дозволяє досягти комплексності, мультидисциплінарності при підготовці інформації для прийняття та ухвалення рішень. Передбачено також застосування загальноприйнятих методик відбирання експертів і оцінки їхньої компетентності.

Аналітична стадія роботи закінчується обчисленнями, які дозволяють одержати ймовірні оцінки ступеня ризику розвитку ситуації та прийняття відповідних рішень за напрямами діяльності відповідних державних установ. Спочатку, якщо це необхідно, визначається ризик по окремих проблемах, а потім дається узагальнена оцінка ризику. Наприклад, таке становище має місце у разі проведення так званих "Country studies", коли спочатку необхідно одержати ситуаційні оцінки внутрішньополітичних умов у країні, стану економіки, суспільної ситуації, зовнішньоекономічної діяльності (експорту, заборгованості по іноземних кредитах і позиках, визначити проблеми інвестиційного процесу тощо), а після цього визначається узагальнена ситуаційна оцінка. Цей індикатор може відігравати важливу роль і враховуватися у разі прийняття рішень щодо доцільності вкладення інвестицій у вибрану галузь.

Етап моделювання та створення прогнозних оцінок та сценаріїв дає можливість оцінити цілеспрямовані зміни ступеня ризику, за якими відбувається оцінка наслідків прийнятих рішень. На цьому етапі в автоматичному й інтерактивному режимах генеруються вихідні дані та документи для інформаційної підтримки прийняття рішень, оцінюються перспективи зміни ситуації, її напруженості, рівні впливу учасників подій, утворюються можливі коаліції учасників, оцінюються баланс сил і інтересів, аналізується та моделюється з урахуванням можливих змін структура прийнятого рішення. На цьому етапі є особливо актуальними оцінки різних сценаріїв і шляхів нормалізації обстановки, комплексний аналіз впливу та взаємообумовленості економічних і політичних чинників, їх розвиток та прогнозні оцінки.

Відзначимо, що використання високоефективних технологій, стандартних процедур і бібліотек математичних і кібернетичних, аналітичних методів, сучасних комп'ютерних технологій та каналів телекомунікації й зв'язку відкриває новий напрям у підвищенні ефективності організаційної діяльності та прийнятті рішень на рівні державного управління. Це дозволяє використовувати алгоритми формування й аналізу структур підтримки прийняття рішень у сфері державного управління, а також при вирішенні питань нормалізації та стабілізації ситуації, досягнення сталого розвитку з урахуванням складного взаємозв'язку економічних і політичних чинників. Питанням розробки методології підготування рішень для багаторівневої ієрархії осіб, відповідальних за прийняття рішень, присвячено ряд робіт як вітчизняних, так і закордонних авторів [4-7].

Етап генерування підсумкових результатів містить регламентні процедури щодо підготування вихідних документів і проектів рішень для підтримки й прийняття політичних і економічних рішень; оцінку стабільності або критичності ситуації та визначення можливих шляхів її нормалізації; комплексну оцінку чинників напруженості; оцінку ступеня ризику взаємодії з основними учасниками подій, шляхів вирішення найбільш актуальних проблем щодо нормалізації обстановки в країні чи конкретному регіоні.

Додатки для підсумкових матеріалів готуються у вигляді таких конструктів для ухвалення рішення:

- < Рівні сил, впливи учасників подій >
- < Лінії інтересів учасників подій >
- < Основні пріоритети та проблеми >
- < Баланс інтересів >
- < Структура рішення >
- < Оцінка ризику >

Ці конструкти дозволяють сформувати й підготувати структуру рішення, яка визначає розподіл сил у даній ситуації з урахуванням рівня впливу кожного учасника подій та балансу його інтересів. На підставі цієї інформації готується оцінка ризику ухвалення рішення як співвідношення позитивної підтримки обраного рішення й протидії йому.

Концептуальна модель інформаційно-аналітичної та прогнозної підтримки прийняття рішень реалізується в автоматизованій системі, яка базується на принципах системного підходу до аналізу соціально-політичних ситуацій. Така модель ґрунтується на "вимірі" подій як продуктів політичної та соціальної діяльності, методології планування і прийняття соціально-політичних рішень, які узагальнюють сучасні досягнення в цій галузі [8]. Приклад вимірювання впливу основних учасників подій наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Приклад табличного розподілу ваги впливу учасників подій

Показники	Вага	Соціальні групи						
		Робітники	Пенсіонери	Апарат управління	Сільгосп-працівники	Інтелекція	Працівники торгівлі	інш.
1-Чисельність	200	65	50	15	30	10	10	20
2-Культура (освітній рівень)	50	5	8	7	5	13	6	6
3- Дохід (реальний)	200	30	15	35	30	25	45	20
4- Інформованість	50	7	9	8	5	10	5	6
5- Зв'язок	100	10	10	16	20	18	14	12
6-Єдність (згуртованість)	50	4	6	8	12	9	7	4
7- Роль в органах влади	150	20	6	70	14	24	6	10
8- Роль в економіці	150	60	20	6	24	5	25	10
9-Роль в управлінні економікою	50	10	4	24	5	3	2	5
Усього	1000	211	128	189	145	115	120	91
Рівень впливу	100	21	13	19	14	12	12	9

У випадку розробки сценаріїв імовірного розвитку на етапі підведення результатів помітно полегшиться підготування необхідної документації. Замість текстів, що містять велику кількість сторінок, для осіб, які не завжди мають змогу детально з ними ознайомитися, існує можливість використовувати довідку (звіт) із мінімальним об'ємом тексту, додатком до якого служить стандартний набір графічних матеріалів: співвідношення сил, лінії інтересів, структури рішень, які можуть бути оперативно візуалізовані при проведенні наради у ситуаційному центрі. Такі матеріали швидко й легко сприймаються, що має позитивне значення для ефективності прийняття рішень. Розробка й освоєння в Україні новітніх інформаційно-аналітичних та прогнозних технологій у сфері державного управління забезпечить вагомий внесок у процес формування менеджменту на вищому рівні прийняття рішень. У разі несвоєчасного одержання, опрацювання й аналізу інформації та розробки на її основі прогнозних оцінок у системі державного управління мають місце величезні збитки та втрати. Тому необхідно просуватися в напрямі розробки й освоєння нових інформаційно-аналітичних технологій, щоб уникнути небажаних наслідків від неефективних рішень на державному рівні.

Технології ці важливі завдяки тому впливу, який вони можуть справити на життя суспільства. Основна мета їх впровадження – гуманізація процесу суспільного виробництва, нарощування суспільного капіталу, інформаційна та комп'ютерна підтримка вироблення й прийняття відповідальних рішень, звільнення людини від рутинної, механічної роботи при вирішенні завдань сучасного менеджменту – завдань щодо вибору й ухвалення рішення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Розробка системи моніторингу національних інтересів в економічній сфері / А.О.Морозов, В.Л.Косолапов, В.Є.Колосов и др. // Науково-технічна інформація. – 2001. - №1-2. –С.16-20.
2. Кістерський Л.Л. Економічна безпека України // Наука і оборона. – 1999. - №2. –С.30-43.
3. Проблеми застосування правових та математичних методів у галузі державного управління у юридичній сфері / А.О.Морозов, В.Л.Косолапов, В.І.Суперсон и др. // Наука та наукознавство. – 2001. - №2. – С.31-43.
4. Дністрянський М.С. Перспективи вдосконалення територіального політико-адміністративного устрою України: методологічні і прикладні аспекти. // Регіональна економіка. - №2. –1997. –С.92-101.
5. Соціально-економічні наслідки техногенних катастроф: експертне оцінювання. / А.О.Морозов, Ю.І.Саєнко, В.Л. Косолапов та ін. –К.: Стило, 2001. – 260 с.
6. Оцінка якості та ефективності соціально-економічного моніторингу у складних системах / А.О.Морозов, В.Л.Косолапов, В.І.Суперсон и др. // Математичні машини і системи. – 2001. -№1-2.
7. Tedstrom J.E., McGlenn J.G. Planning America's Security: Lesson from the National Defence Panel / A Rand Corporation Research Study, 1999. –22 p.
8. Budge I., Robertson D. Comparative Party Strategies: An Analysis of Party Manifestos and their Equivalents in Seventeen Democracies. –London: Sage, 1994. – 168 p.

**3.5. А.А.МОРОЗОВ, В.В.ВИШНЕВСКИЙ, Д.И.МАСОЛ, Т.М.ВЛАСОВА****МОДЕЛИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА ОТОБРАЖЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

---

Предоставление информации в наиболее удобной и приемлемой для восприятия форме является одной из главных задач, решаемых в процессе взаимодействия пользователя с информационной системой любого уровня сложности [2]. Современный уровень вычислительной техники предоставляет широкий спектр технических и программных средств, позволяющих отображать различную информацию (текст, графику, мультимедийный комплексный документ). При этом информация может предоставляться в виде, пригодном для индивидуального, группового (локального) или коллективного пользования. Сегодня трудно представить конференцию или совещание, где бы не использовались презентационные системы, обычно состоящие из LCD-проектора, подключенного к дисплею ПК, и программы подготовки презентаций, например "MS PowerPoint". Такие презентационные системы реализуют обычный подход к созданию автоматизированной системы отображения информации (АСОИ) коллективного или локального пользования. Однако такой подход не полностью удовлетворяет потребности информационных систем высокого уровня сложности (ситуационные центры, системы поддержки принятия решения, центры оперативного реагирования на критические ситуации, пресс-центры и т.п.). Такие системы обычно представляют собой группу ПК (рабочих станций), объединенных в локальную сеть. Каждый ПК такой системы предназначен для решения в реальном времени конкретной функциональной задачи, результаты которой могут предоставляться для коллективного, локального и индивидуального пользования, причем распределением информации, подлежащей отображению, управляет один пользователь (лицо, участвующее в функционировании системы) – администратор системы, а моментом ее подачи – один из нескольких пользователей. Таким образом, для систем такого класса характерно управление как распределением, так и моментом подачи потребителям (лицам, использующим результат функционирования системы) отображаемой информации, т.е. в системах высокого уровня сложности обязательно присутствуют функции взаимодействия между всеми элементами системы. Введение в структуру элементов АСОИ унифицированных функций взаимодействия является сутью предлагаемого подхода и представляет предмет рассмотрения данной статьи.

Рассмотрение этого вопроса начнем с определения единиц информации, с которыми оперирует АСОИ. За базовую единицу информации, называемую в дальнейшем слайд, примем отображаемый на дисплее документ, который может быть представлен в виде текста, графики или комплексного документа, причем каждый вид может быть представлен в любом формате. Единицей информации более высокого уровня является ролик, который представляет совокупность слайдов, каждый из которых снабжен необходимыми атрибутами, например, временем отображения слайда на дисплее. Для создания и визуализации слайда и ролика используются известные или специально разработанные программы.

Для уяснения сути предлагаемого подхода рассмотрим организацию АСОИ для одной из систем коллективного информирования. В этом простейшем примере к дисплею ПК подключен

LCD-проектор, управляемый посредством пульта дистанционного управления, что представляет программно-технический комплекс отображения информации (в дальнейшем комплекс отображения информации (КОИ)). В функциональном отношении АСОИ представляет совокупность программного компонента, отображающего слайд на дисплее, и технического компонента, передающего представленную на дисплее информацию на экран коллективного пользования (ЭКП). Программный компонент состоит из одной программы визуализации изображения, которая может представлять известную программу подготовки презентации, например, "MS PowerPoint" или любую другую программу просмотра (viewer).

В программах типа "MS PowerPoint" можно выделить следующие основные функции:

- «Создать слайд» - функция, с помощью которой создается слайд;
- «Создать ролик» - функция, которая предназначена для создания ролика;
- «Отобразить слайд» - функция, которая обеспечивает представление слайда на дисплее.
- «Отобразить ролик» - функция, которая позволяет отобразить на дисплее последовательность слайдов.

Программа типа viewer обеспечивает выполнение только функций «Отобразить слайд» и «Отобразить ролик».

При рассмотрении моделей этой и последующих АСОИ воспользуемся возможностями унифицированного языка моделирования (Unified Modeling Language, UML) [1].

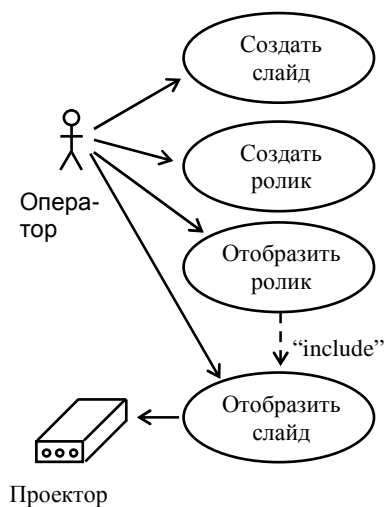


Рис.1. Диаграмма прецедентов АСОИ

Модель рассматриваемой АСОИ может быть описана с помощью диаграммы прецедентов (рис.1), на которой показано взаимодействие между прецедентами (use case), представляющими функции системы, и актерами (actor), представляющими людей, автоматизированные системы или оборудование.

Диаграмма показывает, что действующее лицо оператор (актер) инициирует все прецеденты, а ЭКП (актер) получает информацию от прецедента «Отобразить слайд», который может выполняться самостоятельно или при реализации прецедента «Отобразить ролик», что показано через отношение включения ("include").

Для этого примера характерно следующее:

- работа в автоматизированном режиме;
- выбором слайда и моментом его показа на ЭКП управляет один пользователь;
- всем потребителям предоставляется один и тот же слайд;
- не исключено попадание на ЭКП различной служебной информации, отображаемой на дисплее.

Специфика функционирования информационных систем высокого уровня сложности предъявляет к АСОИ новые требования, которые сводятся к «... предоставлению ... необходимой

информации в удобной для коллективного восприятия форме» [2]. Для выяснения таких требований рассмотрим архитектуру одной из систем поддержки принятия решений [3], которая представляет группу взаимодействующих посредством локальной сети ПК, на каждом из которых с помощью соответствующего программного обеспечения создано функционально-ориентированное автоматизированное рабочее место (АРМ) (рис. 2).

- Из анализа архитектуры следует:

- система работает только в автоматизированном режиме под управлением администратора;

- выбором слайда и моментом его показа управляют два пользователя (администратор и докладчик);

- попадание на дисплеи АРМ какой-либо служебной информации нежелательно;

- потребителям (руководитель, участники и эксперты) могут предоставляться разные слайды;

- поскольку эксперты находятся в другом помещении, для них должно быть предусмотрено автоматическое синхронное дублирование слайда, отображаемого на ЭКП.

Обобщая эти особенности, можно констатировать, что АСОИ, предназначенная для интеграции в информационные системы высокого уровня сложности, должна:

- иметь многокомпонентную структуру, включающую все необходимые АРМ;

- обеспечивать режим функционирования программного компонента, соответствующий назначению АРМ, например, для системы, изображенной на рис. 2:

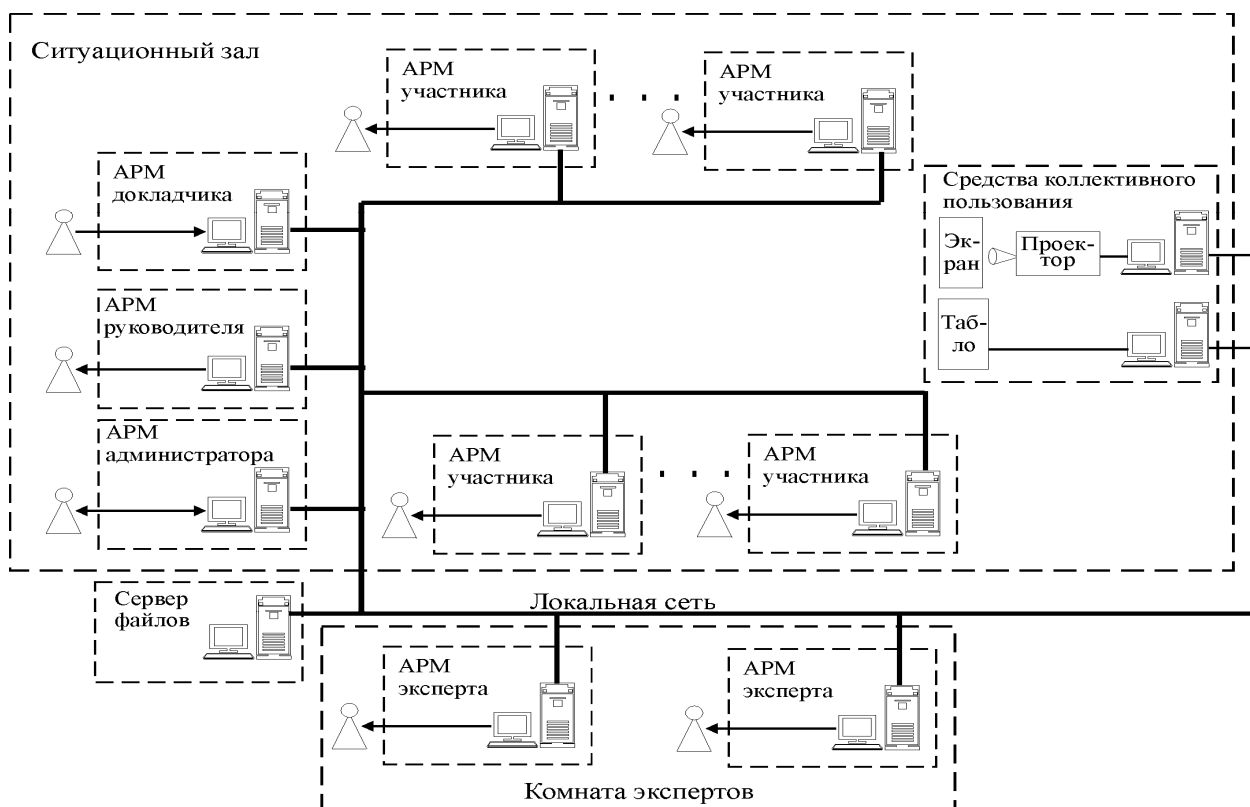


Рис.2. Функциональная схема специализированной системы поддержки принятия решений

- активный («Управляющий»), т. е. выступать в роли источника слайдов и (или) команд (АРМ администратора и АРМ докладчика);
- пассивный («Подчиненный»), т. е. выступать в роли приёмника слайдов и команд (АРМ участника и АРМ эксперта);
- подготовительный («Независимый»), который позволяет готовить слайды и ролики, не влияя на работу АСОИ (АРМ эксперта);
- обеспечивать в процессе работы АСОИ переход из режима «Подчиненный» в режим «Независимый» и обратно.

Таким образом, если предположить что программный компонент АСОИ реализуется совокупностью одинаковых программ визуализации изображения, то в его модель прецедентов необходимо включить два новых прецедента «Выдать команду» и «Выполнить команду», предназначенных для создания интерфейса, обеспечивающего передачу и прием команд

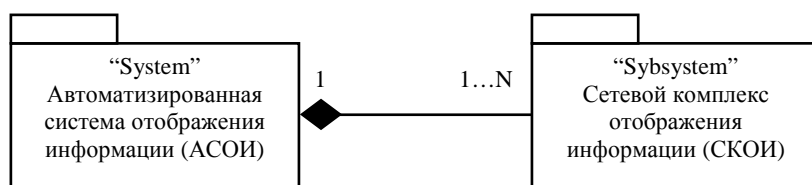


Рис.3. Архитектура АСОИ

управления, реализация которых определяется в каждом конкретном случае использования АРМ. А это означает, что на каждом АРМ системы (см. рис.2) должны функционировать новые системные элементы, сетевые КОИ (СКОИ), создающие на правах подсистем требуемую АСОИ.

Графически архитектура такой АСОИ (рис. 3) изображается в виде пиктограмм двух стереотипных пакетов, связанных отношением агрегирования, а указанная при этом кратность означает, что в состав одной АСОИ входят от 1 до N СКОИ.

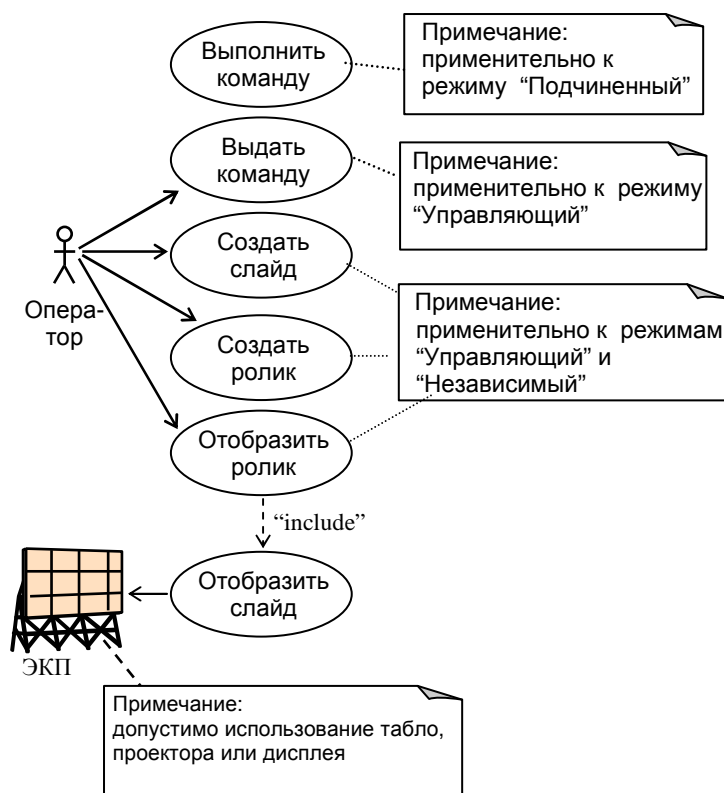


Рис.4. Модель прецедентов СКОИ

управления, реализация которых определяется в каждом конкретном случае использования АРМ. А это означает, что на каждом АРМ системы (см. рис.2) должны функционировать новые системные элементы, сетевые КОИ (СКОИ), создающие на правах подсистем требуемую АСОИ.

Графически архитектура такой АСОИ (рис. 3) изображается в виде пиктограмм двух стереотипных пакетов, связанных отношением агрегирования, а указанная при этом кратность означает, что в состав одной АСОИ входят от 1 до N СКОИ. Модель прецедентов СКОИ описывается диаграммой прецедентов, представленной на рис.4, откуда видно, что если СКОИ функционирует в режиме «Управляющий», то оператор может, используя прецедент «Выдать команду», управлять работой СКОИ, функционирующих в режиме «Подчиненный», и инициировать у них выполнение прецедента «Выполнить команду».

Заложенные в СКОИ идеи нашли свое воплощение при разработке структуры АСОИ,

интегрированной в программно-технический комплекс «Пресс-центр ЦИК» (рис. 5), обеспечивающий информационное обслуживание средств масс-медиа при проведении пресс-конференций, проводимых Центральной избирательной комиссией в ходе проведения выборов в Верховный Совет Украины 14-го созыва [4].

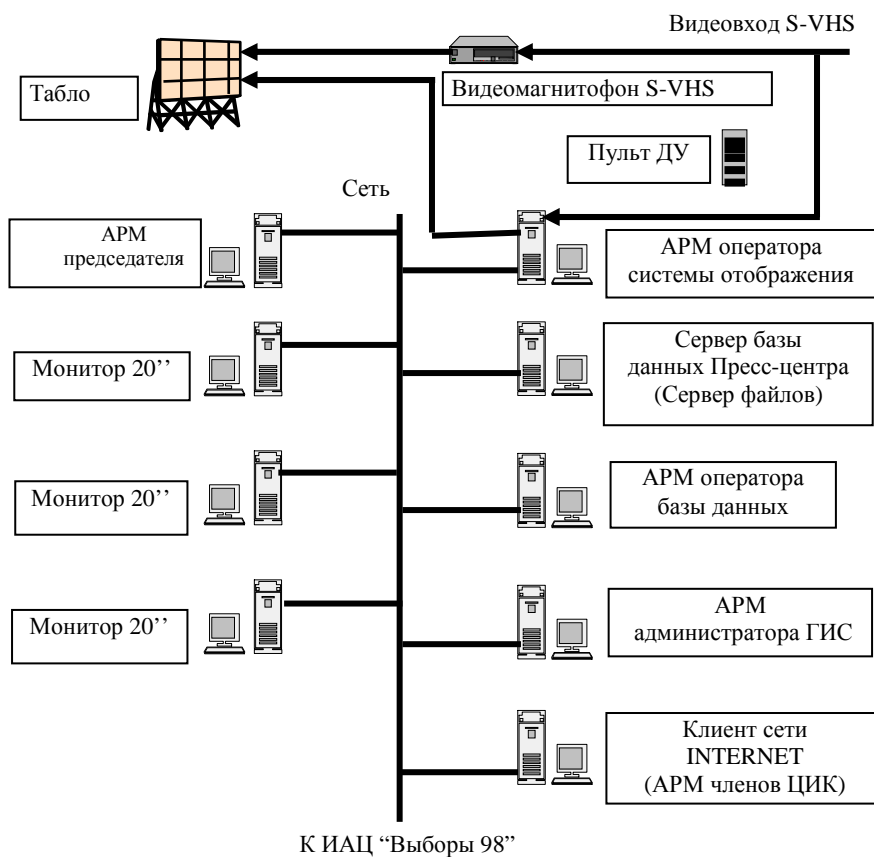


Рис.5. Структурная схема программно-технического комплекса «Пресс-центр ЦИК»

Требования, предъявляемые к рассматриваемой системе, заключаются в следующем. Система должна обеспечить отображение информации на первом и втором уровнях информационного обслуживания средств масс-медиа [4]. На первом уровне, который охватывает процесс проведения пресс-конференций, слайды в ручном или автоматическом режиме должны синхронно отображаться на ЭКП (цветное табло) и на трех экранах локального пользования (ЭЛП), в качестве которых используются дисплеи 20". На втором уровне, охватывающем периоды между пресс-конференциями, на табло и дисплеях 20" в автоматическом режиме отображаются слайды из разных роликов. Слайды и ролики оперативно готовятся накануне проведения пресс-конференции. До начала проведения пресс-конференции на дисплеях 20" (и, при желании, на табло) автоматически показывается заранее подготовленный ролик. Работой системы должен управлять оператор, в функции которого входят оперативная подготовка слайда, быстрый поиск слайда в ролике большой размерности (более 225 слайдов), отображение слайдов в ручном режиме, создание и отображение ролика, а также работа с видеоинформацией. Необходимо учесть



ограничение на выбор рабочего места оператора, которое должно находиться там, где установлен адаптер табло, к которому подключен видеомagneтофон, обслуживаемый оператором.

Программный компонент АСОИ должен быть реализован в виде одной программы визуализации изображений, которая устанавливается на каждом СКОИ. Используя меню этой программы, оператор задает следующие режимы работы:

1) "Управляющий" (только для одного СКОИ), для которого разрешено создание, редактирование и отображение слайда и ролика, а также управление работой других СКОИ, работающих в режиме "Подчиненный";

2) "Подчиненный", который предусматривает только выполнение команд управления, поступающих от СКОИ, работающего в режиме "Управляющий", и задающих один из следующих режимов работы:

- "Начальный", в котором осуществляется отображение в автоматическом режиме ролика, принятого по умолчанию;

- "Асинхронный", который обеспечивает отображение в автоматическом режиме заданного ролика;

- "Синхронный",

предназначенный для дублирования слайда, который отображается на СКОИ, работающем в режиме "Управляющий";

3) "Независимый", позволяющий создание, редактирование и отображение слайда и ролика.

Исходя из этих требований, архитектуру АСОИ можно рассматривать в виде 4-х подсистем, каждая из которых представляет СКОИ (см. рис. 3).

Для представления архитектуры АСОИ (рис. 6) воспользуемся двумя из предлагаемых в UML видов,

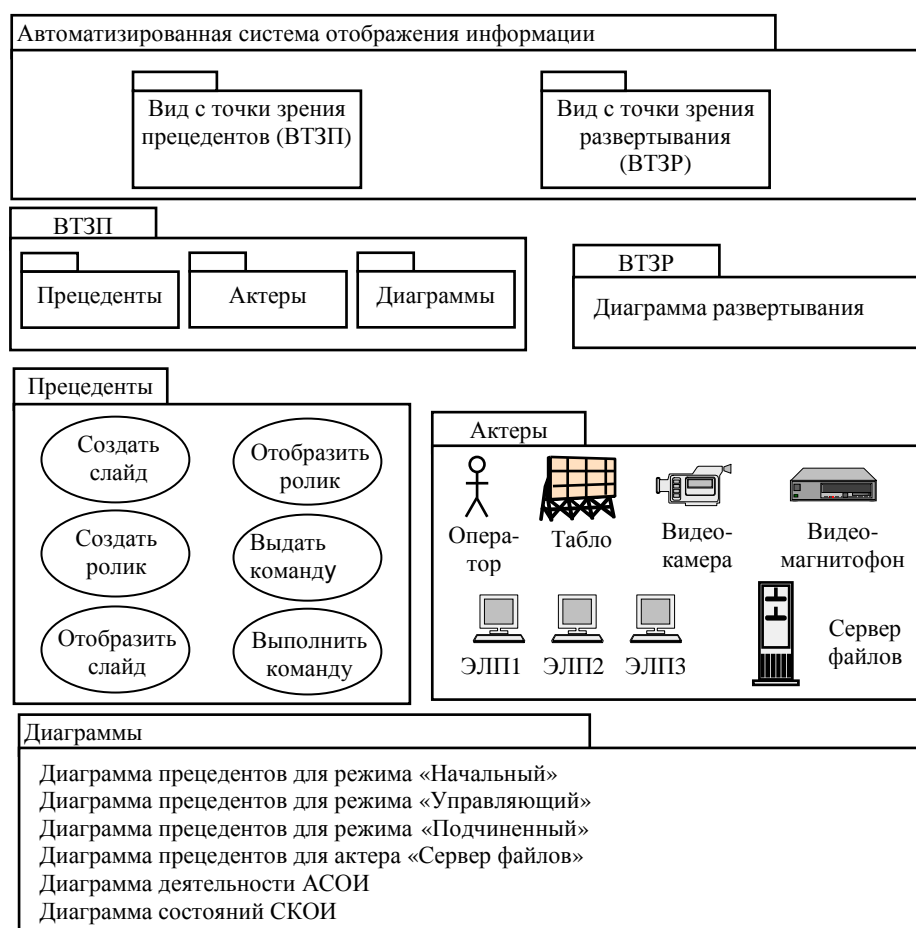


Рис.6. Моделирование АСОИ с помощью пакетов и их декомпозиции

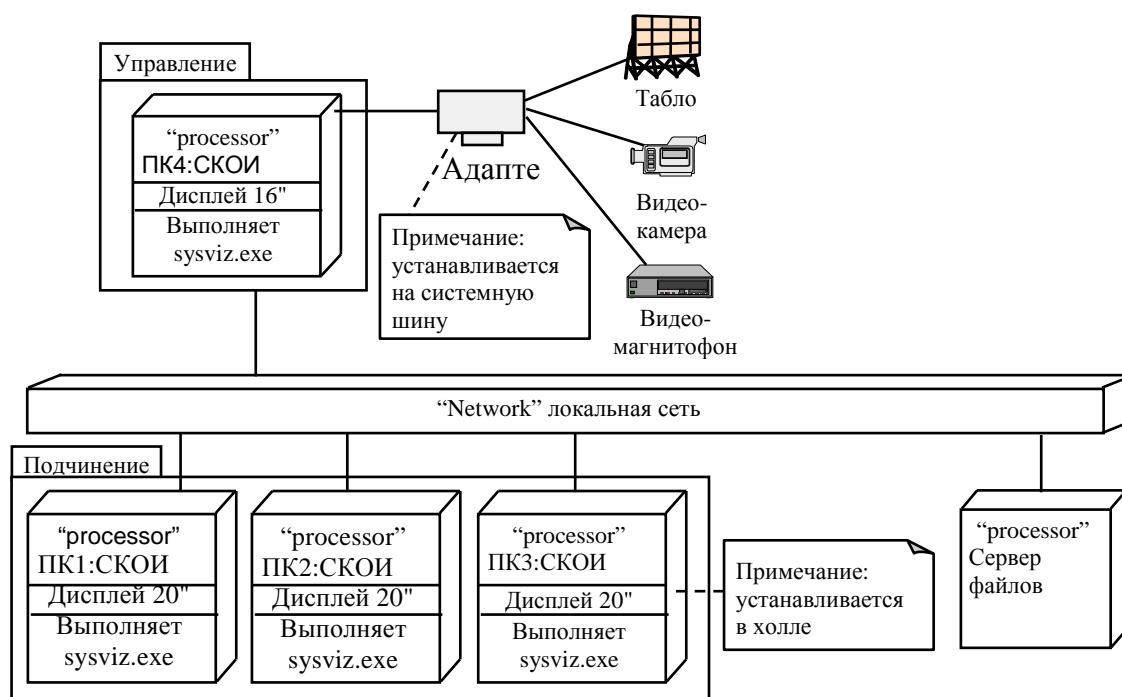
предназначенных для моделирования архитектуры:

- видом с точки зрения прецедентов (ВТЗП), с помощью которого описывается поведение системы с точки зрения конечных пользователей;

- видом с точки зрения развертывания (ВТЗР), с помощью которого описывается топология аппаратных средств.

Моделирование этих архитектурных видов с помощью пакетов и декомпозиция этих пакетов представлена на рис. 6.

На диаграмме развертывания (рис.7), используемой для моделирования статических



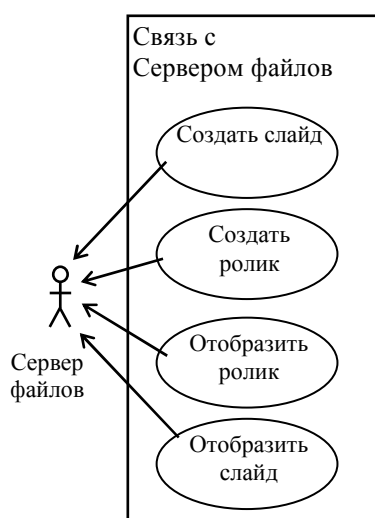
Условные обозначения:

ПКN – персональный компьютер с номером N;

СКОИ – сетевой комплекс отображения информации

Рис.7. Диаграмма развертывания АСОИ

аспектов ВТЗР, представлена конфигурация рассматриваемой АСОИ, которая включает четыре



узла, объединенных локальной сетью. Узлы, на которых находятся ПК, помечены стереотипом "processor" и, кроме того, снабжены дополнительными разделами, в которых указываются размер дисплея и имя развернутого на нем компонента (программы). Для указания функционального назначения экземпляров узлов они распределены по двум пакетам. Пакет «Управление» содержит именованный экземпляр ПК4:СКОИ, а пакет «Подчинение» – ПК1:СКОИ - ПК3:СКОИ. С помощью примечаний указаны установка адаптера табло и место нахождения экземпляра ПК3:СКОИ. Для изображения локальной сети используется узел со стереотипом "network". Сервер файлов со стереотипом "processor" используется для хранения сюжетов слайдов и роликов.

Рис.8. Диаграмма прецедентов для актера "Сервер файлов"

Диаграмма прецедентов для актера «Сервер файлов» представлена на рис. 8.

На рис. 9 - рис.11 изображены диаграммы прецедентов для режимов «Начальный», «Управляющий» и «Подчиненный», соответственно, где с помощью отношения расширения (“extend”) моделируются команды, необходимые для управления экземпляром СКОИ, работающим в режиме «Подчиненный».

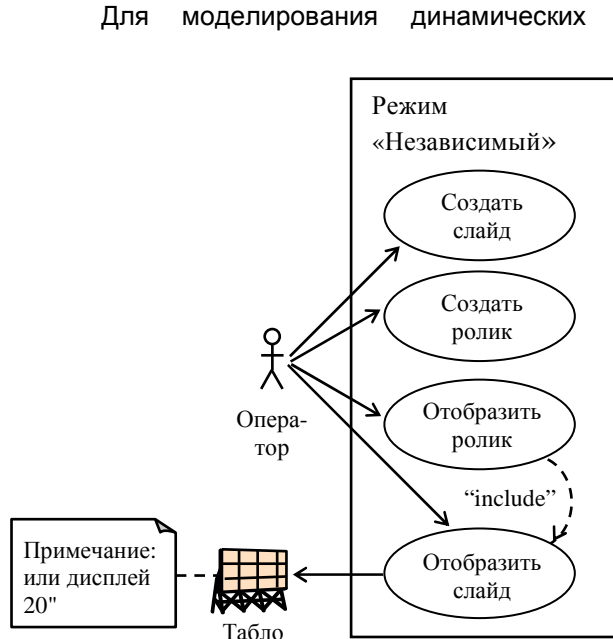


Рис.9. Диаграмма прецедентов СКОИ в режиме "Независимый"

Для моделирования динамических аспектов АСОИ воспользуемся диаграммами деятельности (рис. 12 - рис. 14) и состояний. Рабочий процесс данной системы рассмотрим с момента запуска программы визуализации изображения, которая по умолчанию устанавливает режим работы “Независимый”. В этом режиме оператор и, по необходимости, помогающие ему лица, используя встроенные редакторы слайда и ролика, подготавливают информацию, необходимую для проведения пресс-конференции. Диаграмма деятельности (см. рис. 12) иллюстрирует протекание рабочего процесса на этом этапе.

Для обеспечения работы на первом уровне информационного обслуживания до начала пресс-конференции оператор вручную задает следующие режимы работы:

- ПК1:СКОИ – “Подчиненный”;
- ПК2:СКОИ – “Подчиненный”;
- ПК3:СКОИ – “Подчиненный”;
- ПК4:СКОИ – “Управляющий”.

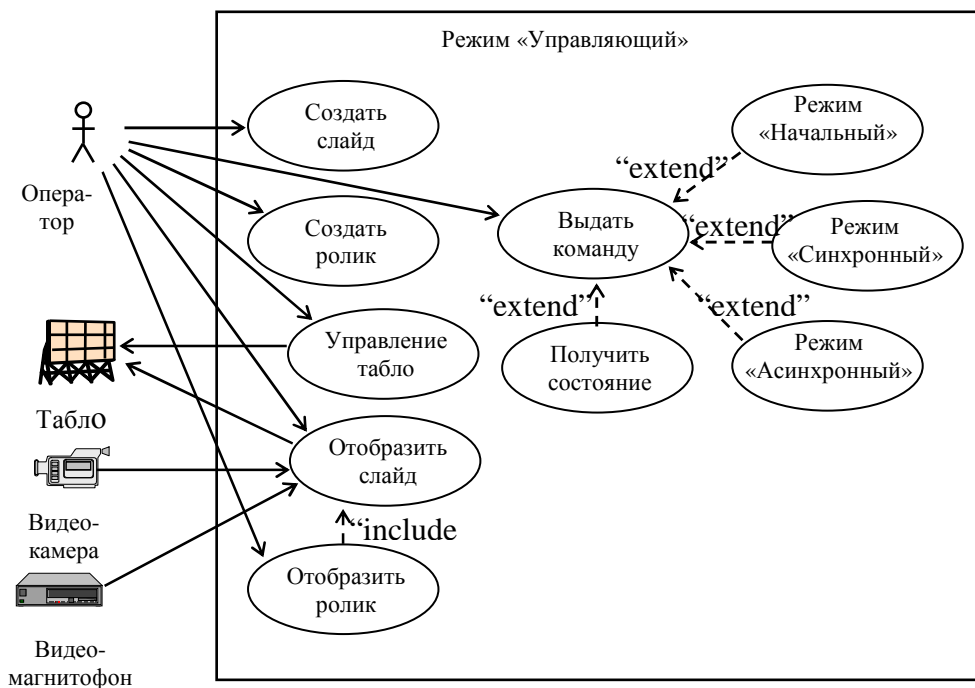


Рис.10. Диаграмма прецедентов СКОИ в режиме "Управляющий"

С этого момента ПК1:СКОИ - ПК3:СКОИ автоматически переходят в режим «Начальный» и демонстрируют слайды из ролика, принятого по умолчанию. Отображением информации на табло управляет оператор. С помощью программного обеспечения табло он может показать компьютерную информацию, представленную на дисплее, или видеoinформацию, поступающую от видеомагнитофона или видеокамеры, или информацию, представляющую комбинацию компьютерной информации с видеoinформацией.

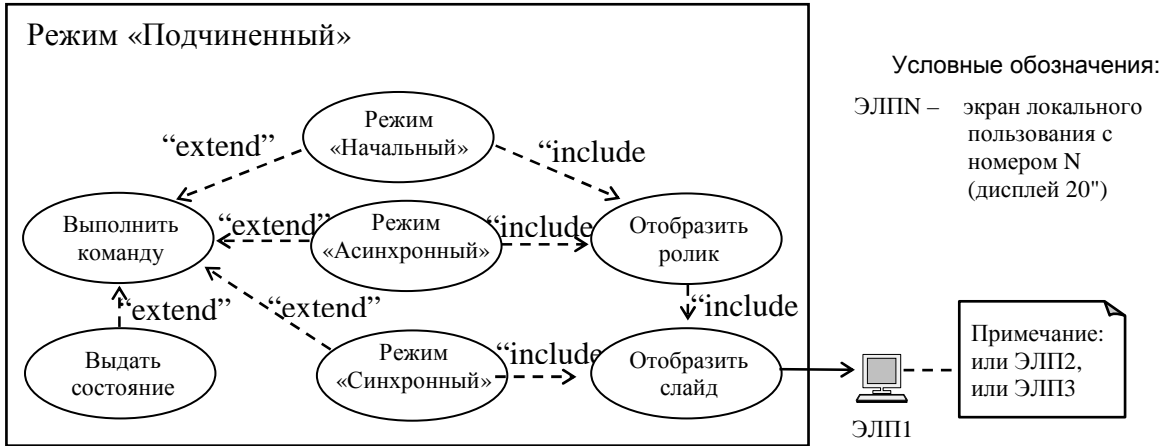
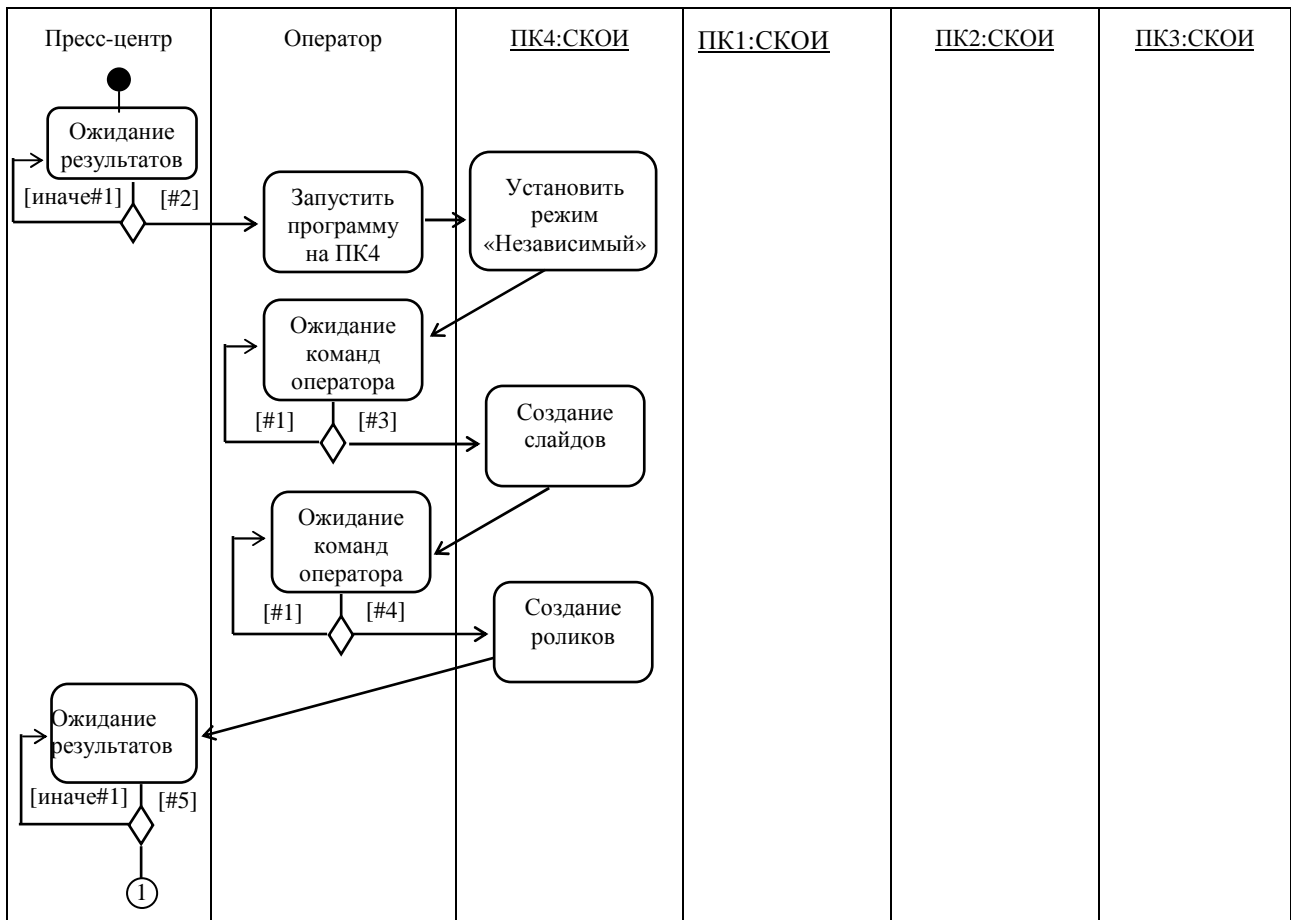


Рис.11. Диаграмма прецедентов СКОИ в режиме "Подчиненный"



Условные обозначения:

- #1 – иначе;
- #2 – сюжеты готовы;
- #3 – подготовить слайды;
- #4 – подготовить ролики;
- #5 – начать пресс-конференцию.

Рис.12. Диаграмма деятельности АСОИ (часть 1)

После открытия пресс-конференции оператор с помощью программных средств задает ПК1:СКОИ - ПК3:СКОИ режим работы «Синхронный», который начинается только после отображения первого слайда на табло. В дальнейшем при выдаче каждого нового слайда на табло он сразу же автоматически будет повторяться на ПК1:СКОИ - ПК3:СКОИ, которые могут быть установлены как в зале, где проводятся пресс-конференции, так и за его пределами (например, ПК1:СКОИ). Следует обратить внимание на отсутствие служебной информации при смене слайда на табло, что достигается чисто программными средствами, то есть без вмешательства оператора. Для достижения этой цели используются специальные команды из программного обеспечения табло, которые выдаются в момент смены слайда. Протекание рабочего процесса этого этапа представлено диаграммой деятельности, изображенной на рис. 13.

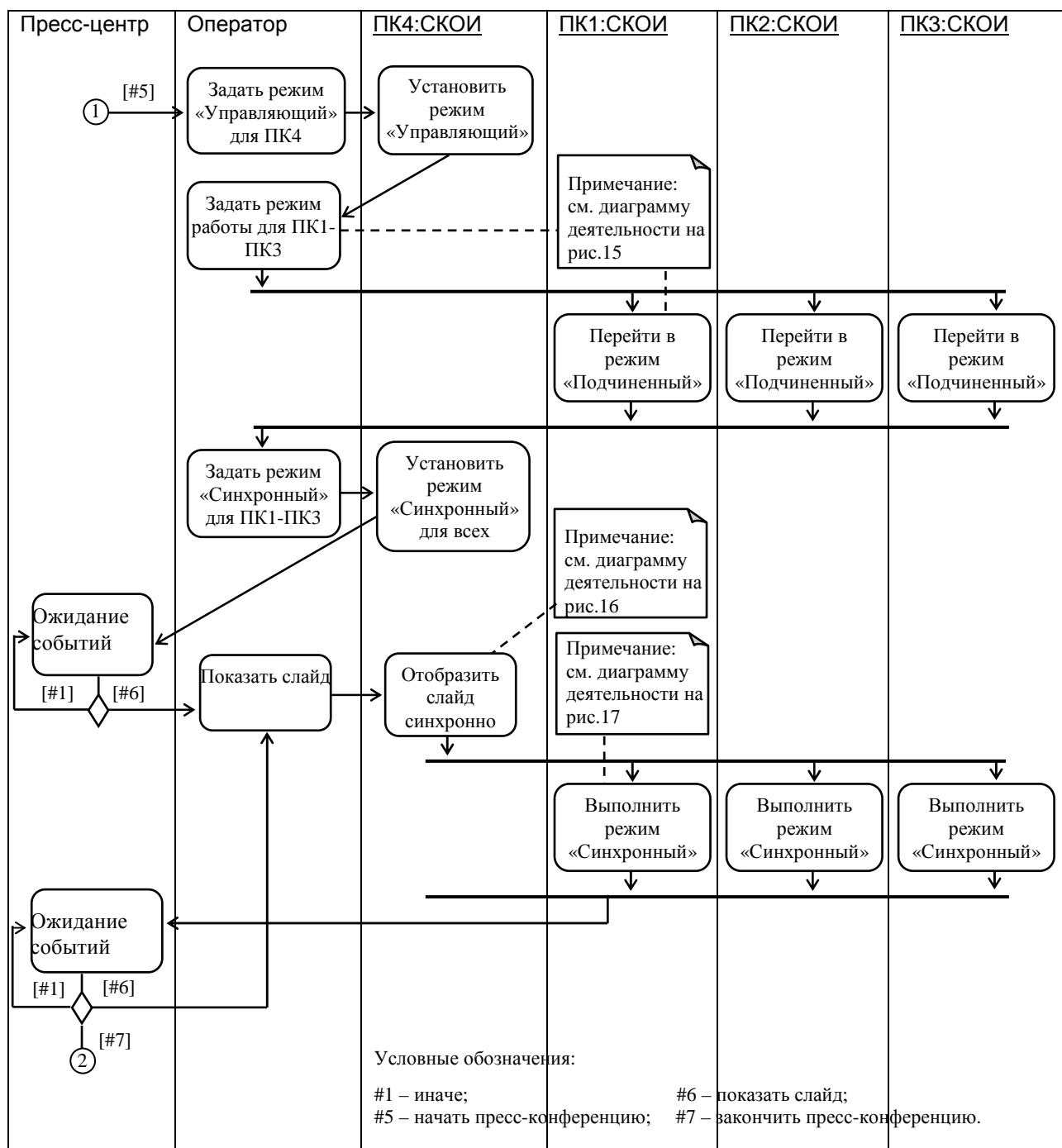
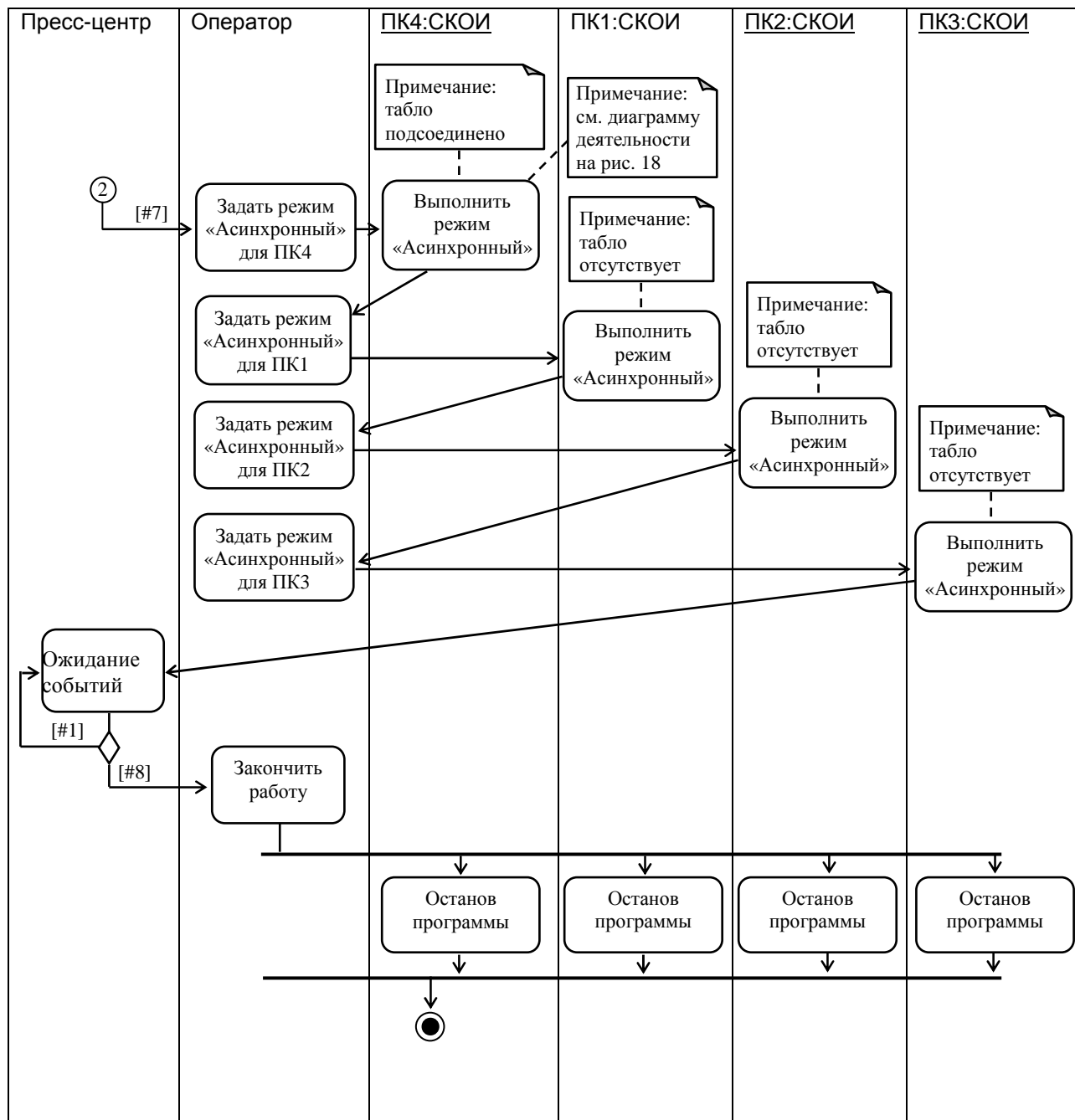


Рис.13. Диаграмма деятельности АСОИ (часть 2)

Для перехода ко второму уровню обслуживания масс-медиа оператору достаточно с помощью программных средств задать каждому из ПК1:СКОИ-ПК3:СКОИ режим работы «Асинхронный» с одновременным указанием отображаемого ролика. После установки этого режима происходит последовательное отображение слайдов ролика в автоматическом режиме с заданным для каждого слайда временем отображения, а после отображения последнего слайда ролика - переход к его первому слайду. Третья часть диаграммы деятельности (см. рис.14) отображает протекание рабочего процесса на этом этапе.

Составные состояния, отмеченные на диаграммах деятельности (см. рис.12 - рис.14) с помощью примечаний, раскрыты на рис. 15 - рис.19.



Условные обозначения:

#1 – иначе;

#8 - закончить работу.

#7 – закончить пресс-конференцию;

Рис.14. Диаграмма деятельности АСОИ (часть 3)

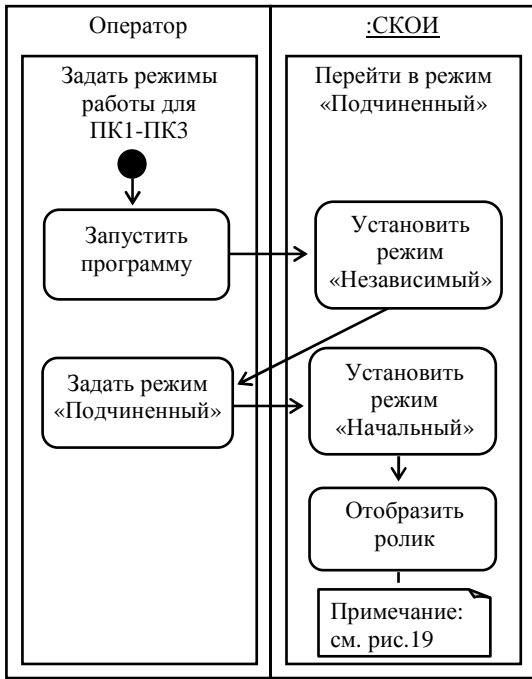


Рис.15. Примечание 1 к рис. 13

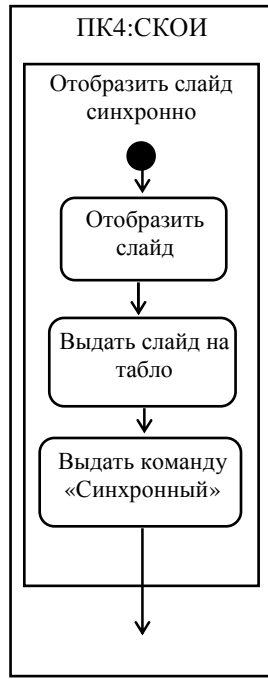


Рис.16. Примечание 2 к рис. 13



Рис.17. Примечание 3 к рис. 13

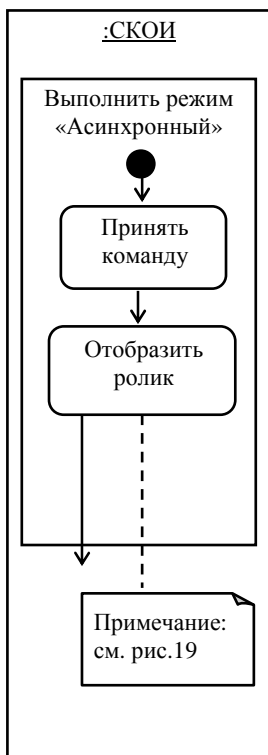
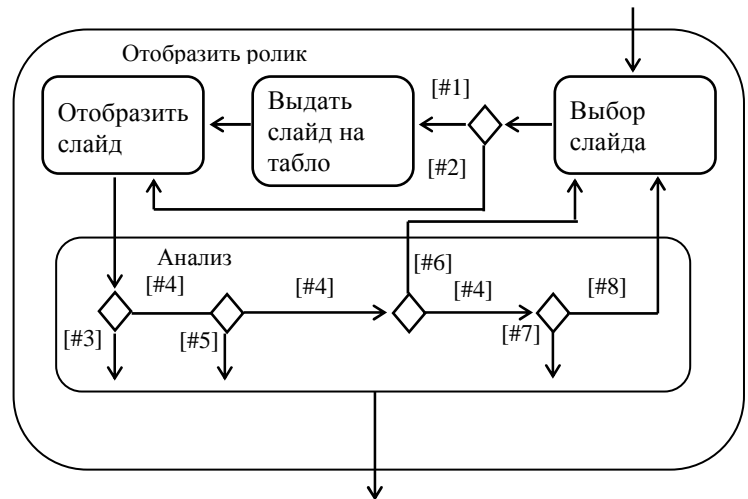


Рис.18. Примечание 1 к рис. 14



Условные обозначения:

- #1 – табло есть;
- #2 – табло нет;
- #3 – прекратить / установить режим «Независимый»;
- #4 – иначе;
- #5 – команда/принять команду;
- #6 – не последний / следующий слайд;
- #7 – иначе / ожидание команды;
- #8 – цикл / на первый слайд.

Рис.19. Примечание 2 к рис. 14

На диаграмме состояний СКОИ (рис.20) представлены простые и составные состояния и переходы вместе с ассоциированными событиями (указаны в квадратных скобках).

Еще одним примером использования этого подхода может служить создание АСОИ, предназначенной для системы информационного обслуживания, обеспечивающей альтернативный подсчет голосов при проведении выборов Президента Украины в 1999 году. Эта АСОИ была оперативно размещена в зале заседаний Верховного Совета Украины, с учетом ограничений, связанных с существующей планировкой помещения.

При создании данной АСОИ учитывались следующие требования. Программный компонент АСОИ реализуется в виде одной программы визуализации изображения, которая устанавливается на всех СКОИ и выполняет задачу отображения информации в процессе проведения пресс-конференций, используя те же режимы работы, что и в предыдущем примере. Выбор места работы оператора и места подключения проектора определялось существующей планировкой помещения.

Модель этой АСОИ аналогична модели АСОИ, рассмотренной в первом примере, вследствие совпадения в обоих примерах требований к АСОИ. Однако из-за отличия в топологии аппаратных средств диаграмма разворачивания имеет вид, представленный на рис. 21.

Рассмотрим протекание рабочего процесса этой АСОИ с учетом диаграммы деятельности и диаграммы состояний АСОИ, представленной в предыдущем примере (см. рис.12, рис.13 и рис.20).

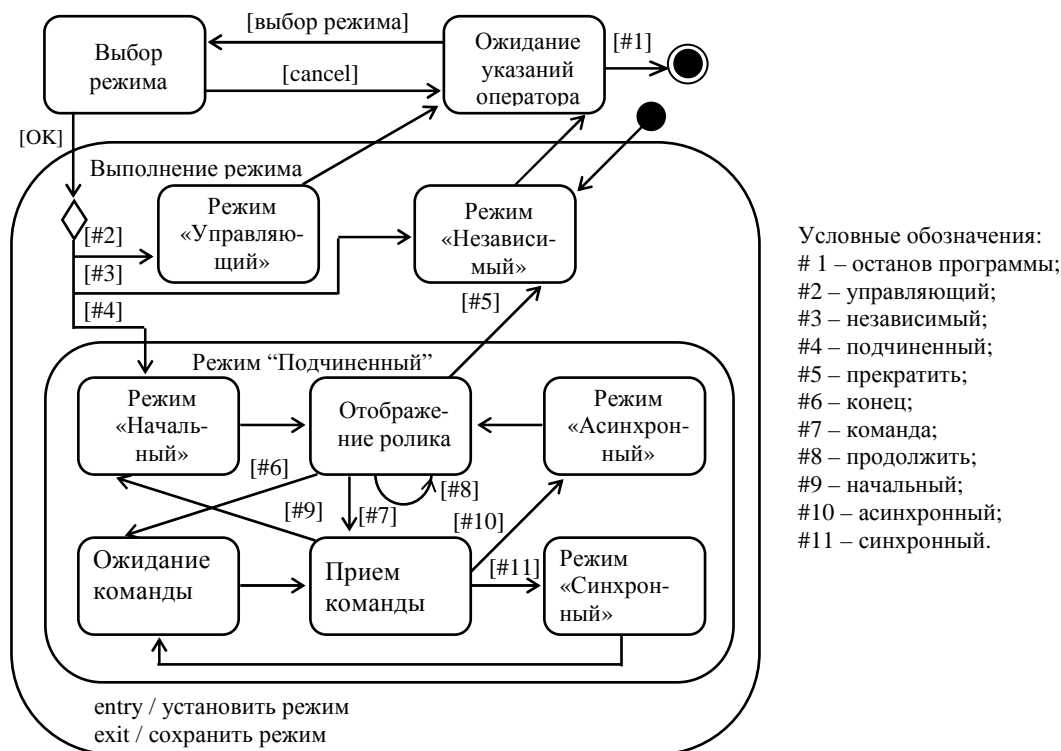


Рис.20. Диаграмма состояний СКОИ

Накануне проведения пресс-конференции на всех СКОИ, работающих в режиме «Независимый», создавались слайды и ролики, необходимые для проведения пресс-конференции.

Перед началом пресс-конференции оператор устанавливал режим «Управляющий» для ПК2:СКОИ, за которым он работал, а для остальных СКОИ - «Подчиненный», который автоматически переходил в режим «Начальный». После начала пресс-конференции оператор с



помощью программных средств устанавливал для ПК1:СКОИ и ПК3:СКОИ режим работы «Синхронный». В процессе проведения пресс-конференции слайд, выбранный оператором на свой дисплей, автоматически и синхронно передавался на ПК1:СКОИ и ПК3:СКОИ, откуда он с помощью проектора отображался на проекционный экран без какой-либо служебной информации, поскольку в режиме «Начальный» или «Синхронный» она не отображается на дисплее.

Рассмотренные выше примеры реализации АСОИ не исчерпывают всех возможных режимов работы СКОИ, которые зависят от конкретного применения, а скорее демонстрируют подход к решению задачи интегрирования АСОИ в различные информационные системы. На основании этих примеров можно сделать следующее заключение. Наличие общих прецедентов указывает на то, что между различными вариантами реализации СКОИ существует отношение обобщения, с помощью которого можно моделировать семейство СКОИ, что и представлено на рис. 22, где в качестве СКОИ-базовый взят СКОИ, модель прецедентов которого изображена на рис. 4.

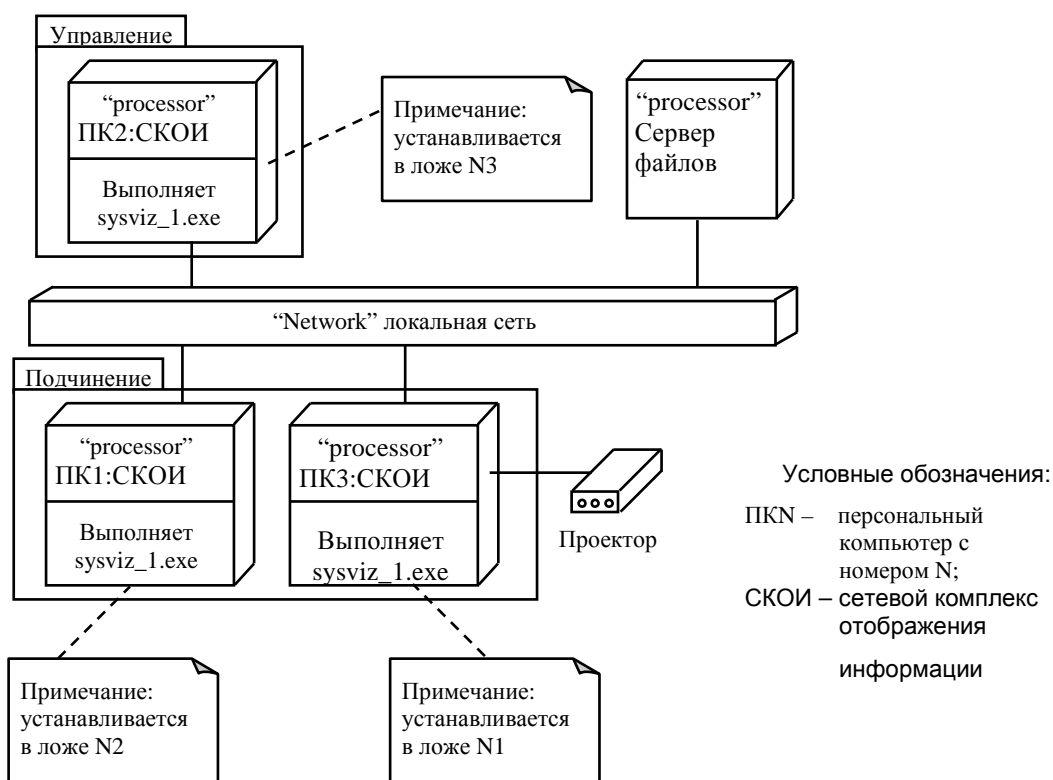


Рис.21. Модель развертывания для АСОИ "Альтернативный подсчет голосов"

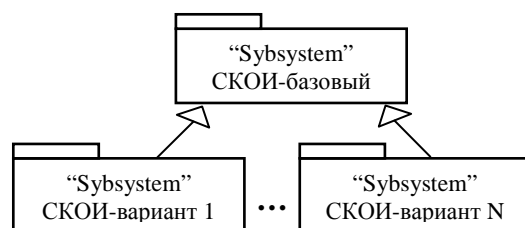


Рис.22. Отклонения обобщения между вариантами СКОИ

Рассмотренный подход, основанный на включении в программный компонент СКОИ унифицированных функций взаимодействия, дает возможность разработки универсальной АСОИ, которая может быть мобильно интегрирована в информационные системы различного уровня сложности.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Буч Г., Рамбо Д., Джекобсон А., Язык UML. Руководство пользователя: Пер. с англ. – М.: ДМК, 2000. - 432 с.
2. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. – 1997. – №2. – С.7-10.
3. Кузьменко Г.Е., Плиш В.Е. Функциональная архитектура интегрированной системы поддержки принятия решений // Математические машины и системы. – 1997. – №1. – С.56-63.
4. Морозов А.А., Билецкий Б.А., Вишневский В.В., Кузьменко Г.Е., Пилипенко Ю.Г. Системная интеграция новых технологий в программно-техническом комплексе «Пресс-центр Выборы 98» // Математические машины и системы. – 1998. – №2. – С.86-91.

### 3.6. В.А.КОСС

## **ВАРІАНТ СТРУКТУРИ АКТИВНОГО ОБ'ЄКТА З ТОЧКИ ЗОРУ ФУНКЦІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В СИСТЕМАХ ТИПУ «СИТУАЦІЙНИЙ ЦЕНТР»**

### **Вступ**

У сучасних поглядах на проектування автоматизованих систем управління об'єктами можна виділити два основних підходи. Перший відокремлює систему управління від самого об'єкта, що керується [1–4]. Другий – розглядає систему управління у сукупності з об'єктом як частину його ресурсів і функцій [5–8]. З точки зору практики проектування АСУ об'єктами, використовують ці два підходи окремо.

Найбільш розповсюдженим є перший підхід. Він дає можливість при проектуванні не враховувати можливі зміни об'єкта управління у процесі його існування, тому що АСУ розглядається як незмінна за структурою і функціями на тривалому терміні існування об'єкта. Суттєвою властивістю цього погляду є те, що АСУ відбиває погляд на об'єкт, що був актуальним на момент проектування. Далі за умови еволюції чи інволюції об'єкта АСУ починає швидко морально старіти і потребує перебудови.

Другий підхід використовується частіше у теоретичних працях за умов складності проектування таких АСУ, які змінюються разом з об'єктом управління. Найбільш розповсюдженою практичною реалізацією таких АСУ є системи підтримки прийняття рішень (СППР) або системи типу “Ситуаційний центр” (СЦ). Ці системи будуються на принципах систем, що поповнюють свій досвід і розширюють свої функції у процесі експлуатації. Основним інтелектуальним інструментом у цих системах використовують математичні моделі та експертні системи, системи колективного прийняття рішень.

Є ще важливе протиріччя в сучасній практиці будівництва АСУ об'єктами: набула чинності практика відокремлення проектування систем кризового управління від загальної системи управління об'єктом. Емпіричний досвід не дає підстави для прийняття таких технічних рішень у проектах, але за умови відсутності системного обґрунтування проектних рішень створюються прецеденти відриву кризового управління від загального управління або прецеденти притягання систем кризового управління до завдань планового управління в разі її найбільш досконалого рівня автоматизації. Основною підставою цих недосконалостей є саме ситуативний характер прийняття технічних рішень в умовах недосконалої фінансування розробок та ігнорування з боку замовника розробкою системного проекту.

### **Структура активного об'єкта**

У статті розглядається варіант структури активного об'єкта з точки зору процесу управління об'єктом. Структура активного об'єкта може стати основою для функціонального проектування системи підтримки прийняття рішень типу “Ситуаційний центр” в АСУ об'єктом, а також може бути використана в системному проекті.

Для розв'язання вищезгаданих протиріч є необхідність ввести в поняття “об’єкт управління” його властивості, які суттєво впливають на прийняття основних технічних рішень при проектуванні АСУ об’єктом. У практиці використання поняття “об’єкт” (з точки зору управління) об’єктами вважають і такі, як споруда, і такі, як підприємство, що розташоване в цій споруді. Для АСУ спорудою правомірно при проектуванні відокремити АСУ від самої споруди, тому що функції споруди на протязі її життєвого циклу не матимуть суттєвих змін. Навіть сумісне розташування АСУ в споруді, якою вона керує, не вносить докорінних змін у взаємній залежності об’єкта і АСУ. Для АСУ об’єктами такого класу, як підприємство, повинна виконуватись умова органічного поєднання функцій АСУ з об’єктом управління на протязі його життєвого циклу. Але якщо проектується система управління спорудою в загальній системі управління підприємством, то вимоги до неї від цього не змінюються. Тому в [6, 7] для об’єктів класу, до якого належить підприємство, пропонується використовувати термін “активний об’єкт управління” (АОУ), а для об’єктів класу, до якого належить споруда, – “пасивний об’єкт управління”.

Далі будемо розглядати активні об’єкти управління, а пасивні об’єкти управління віднесемо до ресурсів або до інфраструктури АОУ. З точки зору проектування АСУ АОУ, в його складі треба виділити як структурні, так і функціональні складові (рис.1).



Рис. 1. Структурні та функціональні складові ОАУ, що виділені для проектування АСУ

Система управління АОУ є його ресурсом. Персонал системи управління входить до складу персоналу АОУ, базується на інфраструктурі об’єкта і функціонує за технологією, що вимагає інформаційно взаємодіяти з системою моніторингу навколишнього середовища, з системою управління великої системи та системами управління об’єктів функціональної взаємодії АОУ. Як частина великого цілого система управління відбиває властивості АОУ, а як функція управління складається з окремих процесів, що входять до загального процесу управління.

З точки зору процесу проектування АСУ, в загальному процесі управління АОУ треба виділити окремі процеси, що складають суть технології управління. Найбільш функціонально процес прийняття рішення відбивають процеси, що доведені на схемі (рис. 2).

Кожна з процедур технології управління має бути забезпеченою певною інформацією, яка необхідна для досконалого виконання процедури. Сукупність інформації, що забезпечує персонал системи управління в технології управління АОУ, складає інформаційну основу загальної системи управління об’єктом. При проектуванні АСУ інформаційну основу управління АОУ можна поділити за ознаками належності до процедур управління (рис. 3). Система, що виконує функції постачання інформації в систему управління об’єктом, є загальною підсистемою моніторингу і може вважатись складовою “Системи підтримки прийняття рішень” (СППР).

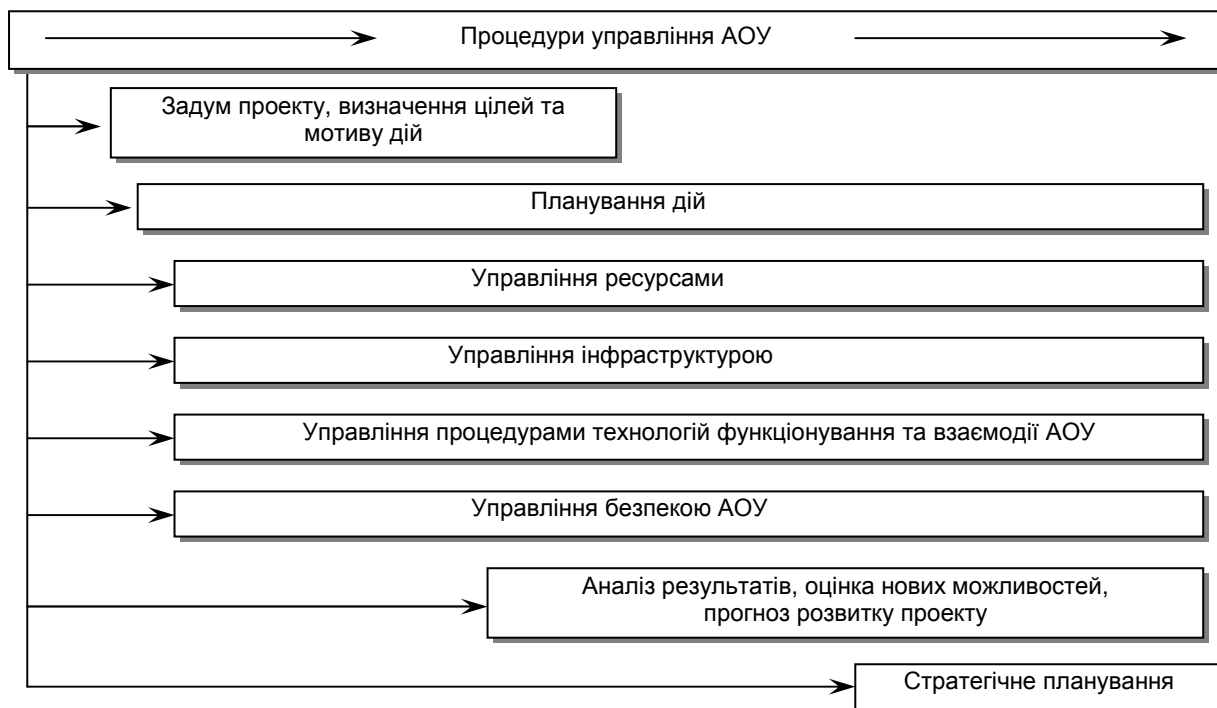


Рис. 2. Складові процеси технології управління АОУ

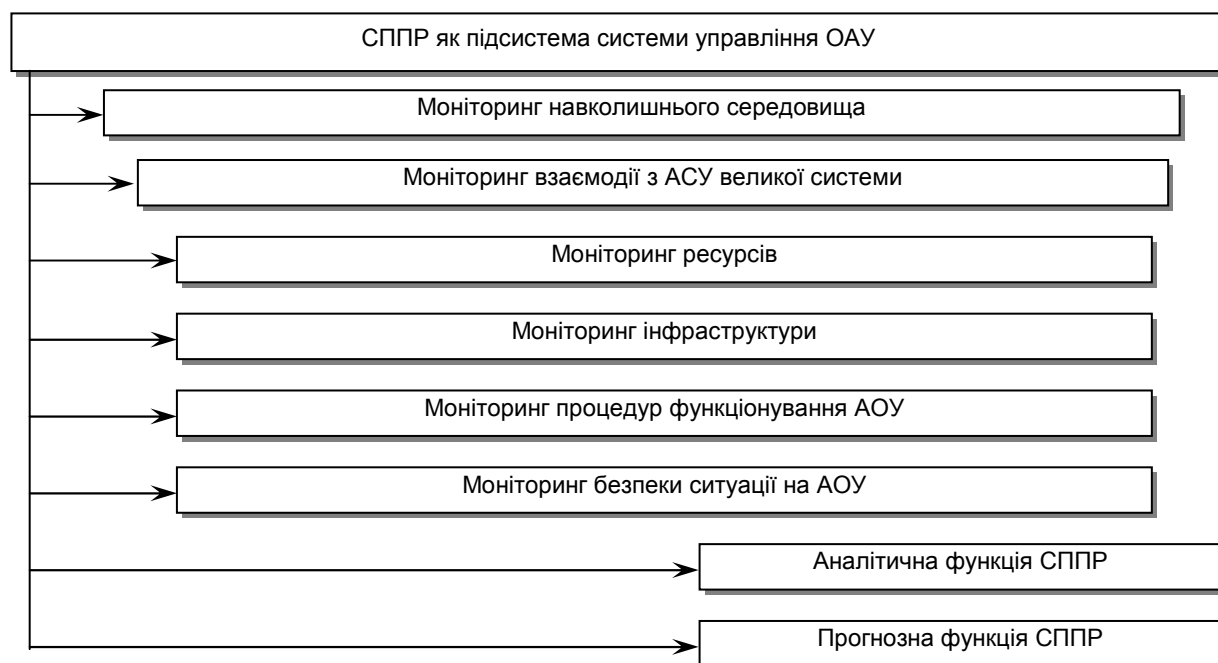


Рис. 3. Складові системи підтримки прийняття рішень

СПДР у складі АСУ АОУ виконує інтелектуальну функцію, тобто допомагає персоналу системи управління автоматизувати функції моніторингу ресурсів, інфраструктури та процедур технологій функціонування АОУ. А для осіб, які вповноважені приймати рішення (ОПР) на своєму рівні відповідальності, СПДР надає допомогу у виконанні аналітичної та прогнозної функцій.

Самі рішення кожної посадової особи системи управління регламентуються функціональними обов'язками та технологіями функціонування АОУ. Якщо об'єкт функціонує за визначеним регламентом, то рішення, що приймаються ОПР в системі управління, як правило,

суворо регламентовані. Тому СППР має автоматично примушувати ОПР діяти за регламентом. На цьому принципі основані проекти командно-сигнальних підсистем у складі АСУ.

Інша річ, коли ситуація на об'єкті позаштатна і в системі управління виникає потреба приймати рішення в режимі кризового управління. Персонал системи управління починає функціонувати не тільки за ознаками інтелектуальної функції людини, а додатково включає функції передчуття, інтуїції людини, напружено працює асоціативний апарат розуму.

Штучний інтелект, що реалізує СППР у складі АСУ АОУ, має бути доповнений системою, яка реалізує принципи кризового управління. Такі системи в практиці проектування АСУ набули назви "Ситуаційні центри" (СЦ), або СППР типу СЦ.

У штатній ситуації на об'єкті СППР СЦ працює в фоновому режимі до СППР загальної системи управління. Її персонал складає визначена чергова зміна, до функцій якої належить збір основного персоналу СЦ при загрозі виникнення надзвичайної ситуації (НС). З моменту прибуття до ситуаційного центру осіб, що входять до основного складу кризового управління, СЦ бере управління на себе. Основна система управління стає підпорядкованою складовою кризової системи управління. До основної інтелектуальної функції СППР у Ситуаційному центрі додаються спеціальні функції, що реалізують процеси підтримки прийняття рішень в режимі кризового управління (рис. 4).



Рис. 4. Функції СППР типу СЦ

Штучний інтелект АСУ, який реалізує асоціативну функцію розуму людини, проектується як властивість АСУ з часом самовдосконалювати пропозиції асоціативних рішень на основі набутого досвіду попередніх ситуацій і рішень. Основні структурні складові частини СППР СЦ, що реалізує асоціативну функцію, визначені на схемі (рис. 5).

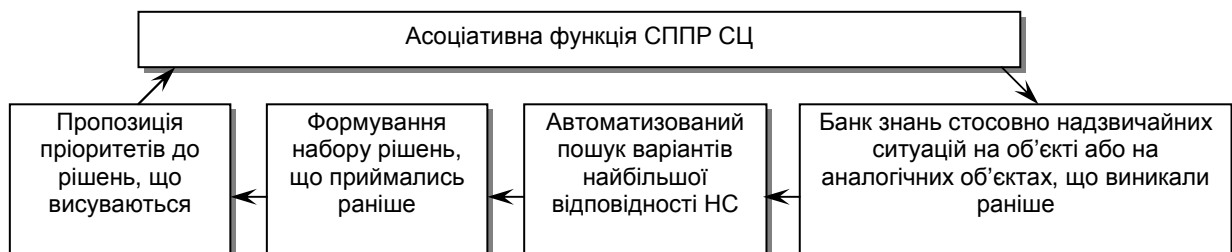


Рис. 5. Структурні складові асоціативної функції СППР СЦ

Практика проектування СППР типу СЦ найбільш дієва в галузі реалізації функції, яка в штучному інтелекті відбиває інтуїтивну функцію розуму людини. Загалом такі підсистеми в проектах СППР визначені як експертні системи (рис. 6). Їх основне завдання – скористатися інтуїцією групи експертів, які є певними фахівцями в кризовому управлінні.



Рис. 6. Структурні складові інтуїтивної функції СППР СЦ

Реалізації передчуттєвої функції (рис. 7) в проектах СППР для осіб, що уповноважені приймати рішення, практично немає. Хоча реально ця функція існує і суттєво впливає на ефективність кризового управління. Є спроби поєднати цю функцію з функцією інтуїтивною в експертних системах, але це в більшості випадків не відповідає реальному розподілу персональної та колективної відповідальності. Особливо це актуально для державної системи управління.

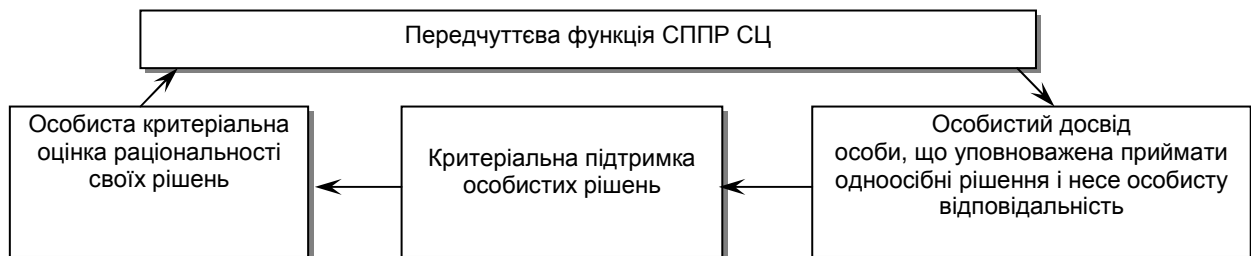


Рис. 7. Структурні складові передчуттєвої функції СППР СЦ

СППР СЦ повинна надавати ОПР всіх рівнів можливість порівняння особистих рішень, пропозицій експертів і досвіду минулих ситуацій. З цією метою у проектуванні СППР СЦ важливим є надання критеріальної підтримки в реалізації всіх функцій кризового управління (рис. 8).

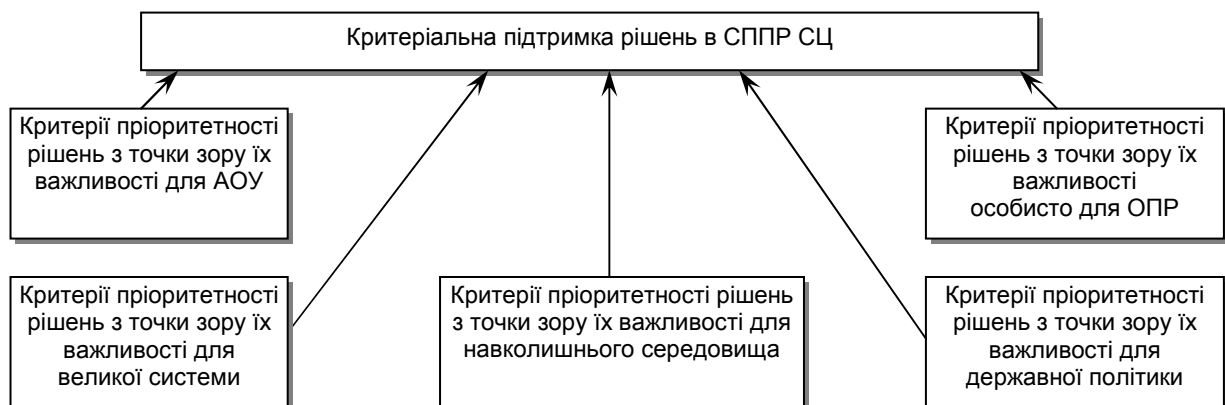


Рис. 8. Складові критеріальної підтримки рішень в СППР СЦ

Найбільш вагомим інтегральним критерієм пріоритетності рішень, що пропонуються, є модель можливих наслідків від втілених рішень. Моделювання можливих наслідків рішень дозволяє нейтралізувати в штучному інтелекті СППР СЦ латентну функцію самозбереження з боку ОПР або експертів на всіх структурних рівнях АСУ. Схема прийняття рішень при проектуванні систем кризового управління має вигляд схеми зі зворотним зв'язком (рис. 9).

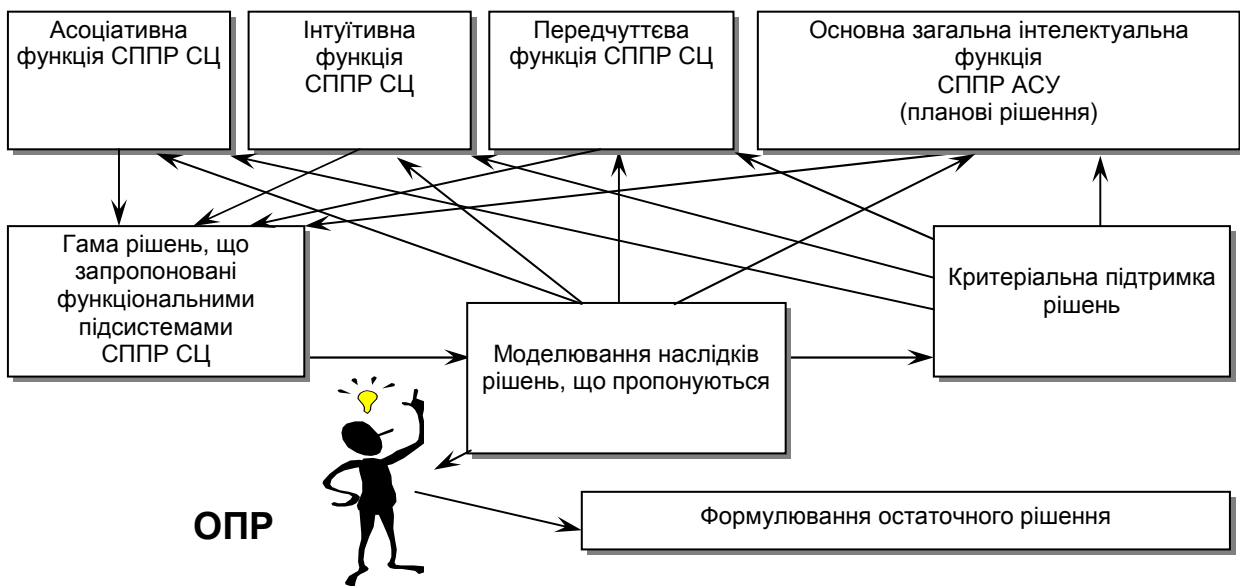


Рис. 9. Схема прийняття рішень в СППР СЦ

## Висновок

Наведені структурні та функціональні класифікації розроблені з позицій наукового напрямку “штучний інтелект”. Метою пошуків при проектуванні АСУ стала потреба у визначенні тих аспектів діяльності людини у складі СППР типу Ситуаційний центр, які підтримуються засобами автоматизації управлінської діяльності загалом і у кризовому управлінні тощо.

Перспективними напрямками подальших досліджень є дослідження на стику двох наукових напрямів: “штучний інтелект” і “когнітивна графіка”. Предметом досліджень є типологія мислення експерта та особи, яка приймає рішення з метою вибору при проектуванні СППР СЦ доцільних технічних рішень, що забезпечують когнітивність сприйняття інформації на засобах її візуалізації.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. – 2003. – № 1. – С. 3–14.
2. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. – К.: Наукова думка, 2002. – 250 с.
3. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа управления организационными системами большой размерности // Математичні машини і системи. – 1997. – № 2. – С. 7–10.
4. Бекренев В. Ситуационные центры и социально-экономическое моделирование // Управление персоналом. – 2000. – № 12. – С. 5–7.
5. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений. – Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. – 280 с.
6. Симанков В.С., Луценко Е.В. Моделирование принятия решений в адаптивных АСУ сложными системами на основе теории информации // Информационные технологии. – 1999. – № 2. – С. 8–14.
7. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования // УСИМ. – 1995. – № 4–5. – С. 91–96.
8. Основні положення концепції інтегрованого банку даних у складі ЄАСУ ЗСУ / Морозов А.О., Яровий А.Д., Кузьменко Г.Є., Пилипенко Ю.Г., Косс В.А., Трацевський О.В. // ММіС. – 1999. – № 2. – С. 143–152.
9. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Ходак В.І. Створення баз знань в системах колективного прийняття рішень типу Ситуаційних центрів // Математичні машини і системи. – 2000. – № 1. – С. 71–80.
10. Росс Эшби У. Конструкция мозга. Происхождение адаптивного поведения. – М.: Издательство иностранной литературы, 1962. – 392 с.
11. Физиология человека: Учебник для институтов физической культуры / Под ред. Н.В. Зимикина. – 5-е изд. – М.: Физкультура и спорт. – 1975. – 496 с.



**3.7. Т.К. ЕРЕМЕНКО, И.Н.ОКСАНИЧ, Ю.Г.ПИЛИПЕНКО****МОНИТОРИНГ ОБЪЕКТОВ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ РЕСУРСОМ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В РАБОТЕ КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИОННЫХ ЦЕНТРОВ**

Создание ситуационных центров в последние несколько лет приобрело массовый характер. Этот факт обусловлен целым рядом причин, среди которых можно выделить две основные. Первая причина – это необходимость повысить эффективность процессов управления и осознание высшим руководством данной необходимости. Добиться этого можно посредством применения новейших технологий, в первую очередь, информационных.

В качестве второй причины можно выделить изменение отношения к достижениям науки и техники, что и обуславливает внедрение многих интересных решений, в частности, ситуационных центров.

Если учесть обилие обрушившихся катаклизмов, а также возросшую опасность техногенных катастроф в связи с повышенной изношенностью основных фондов в ряде жизненно важных отраслей народного хозяйства, можно прийти к выводу о том, что «чрезвычайность» становится постоянным фактором.

Для того, чтобы принимать в условиях чрезвычайности оптимальные решения с минимальными затратами времени, служит такой инструмент, как ситуационный центр.

Одной из основных задач обеспечения деятельности ситуационных центров является мониторинг состояния объекта управления. Мониторинг необходим для обеспечения любых информационных срезов по состоянию объекта управления, агрегированию, сортировке и фильтрации информации и ее экспресс анализа.

Особое значение мониторинг имеет для так называемых кризисных СЦ, которые активно работают только при возникновении кризисных (чрезвычайных) ситуаций, а в остальной период времени работает сравнительно немногочисленный оперативный персонал.

Мы рассматриваем мониторинг объектов, представляющих собой ресурс для органов власти, организующих ведение борьбы с последствиями чрезвычайных ситуаций (ЧС). Такими объектами для органов государственной власти являются подразделения Министерства по чрезвычайным ситуациям, Министерства внутренних дел, Министерства обороны и подразделения других ведомств, имеющих возможность и обязанных по решениям руководящих органов принимать участие в ликвидации последствий ЧС. Информация о состоянии таких объектов используется при принятии решений в СЦ по организации устранения последствий ЧС.

Мониторинг вышеупомянутых объектов распадается на две части :

- мониторинг условно-постоянных данных про объект;
- мониторинг оперативных данных про объект.

Мониторинг условно-постоянных данных можно рассматривать как знания про объект, т.е. его общие характеристики, место постоянной дислокации, историю участия в ликвидации различных чрезвычайных ситуаций, виды работ, которые могут быть выполнены личным составом и техническими средствами. Условно-постоянные данные позволяют эффективно в автоматическом

или автоматизированном режиме находить объекты, которые оптимально подходят по своим характеристикам к выполнению работ по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. Аналогично по этим же данным можно установить географическое удаление объекта от места ЧС, возможности доступа к путям сообщений, время движения от места постоянной дислокации до места нахождения ЧС.

Мониторинг оперативных данных про объект включает данные о текущем состоянии личного состава, состоянии техники, состоянии необходимых материальных ресурсов. Эти данные позволяют, применяя различные методы оценки, оценивать интегральный показатель текущей готовности объекта к выполнению своих функций предназначения. В качестве алгоритмов оценки показателя можно использовать как простейшие типы средневзвешенных оценок, методы DATA Mining , так и более сложные, как метод анализа иерархий Саати и т.п. Для эффективного использования метода Саати необходимо представить оперативные данные в виде иерархии и указать экспертные оценки данных на элементы верхнего уровня.

Для использования методов DATA Mining необходимо иметь накопленную БД за несколько временных срезов по каждому объекту. При настройке методов оценки показателя готовности очень важно участие квалифицированного эксперта (группы экспертов) для установления значений настроечных параметров. Это этап обучения системы, на основе результатов которого будет работать система оценок показателя готовности.

Таким образом, для использования в работе кризисного ситуационного центра данные о возможностях (знания) и данные о готовности объекта (факты) должны быть представлены в комплексе для выбора необходимых и готовых к выполнению заданий объектов.

В качестве информационной базы для ведения мониторинга предлагается использовать документ «Паспорт объекта», который должен содержать все необходимые графы. Заполнение документа (вручную или в соответствующей системе на ПЭВМ) производится на объекте, а затем он передается службам (оперативному персоналу) ситуационного центра для ввода в БД. Регламент пополнения и актуализации данных должен обрабатываться скрупулезно, иначе мониторинг теряет смысл.

### **3.8. Б.О.БІЛЕЦЬКИЙ, Є.В.КАЧАН, А.В.КУДРЯ, О.В.СИТНИЧЕНКО**

#### **ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ГІС В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (ПРИКЛАДИ РЕАЛІЗАЦІЇ)**

---

При розробленні будь-яких автоматизованих систем підтримки прийняття рішень (АСППР) дуже важливим є подання та форма представлення як вхідної, так і вихідної інформації. Від зручності сприйняття, наочності та зрозумілості поданої інформації значним чином залежить повнота розуміння задачі, що вирішується, та прийняття оптимального рішення.

При вирішенні багатьох задач існує потреба в картографічному поданні інформації. В АСППР, що потребують саме такого подання інформації, дуже корисним є використання ГІС-технологій. При цьому спектр використання ГІС-технологій може бути дуже широким: починаючи від уведення вхідної інформації та отримання допоміжної інформації безпосередньо з цифрової карти до різноманітних форм подання вихідної інформації на растрових або цифрових картах. При цьому наочність і зручність сприйняття інформації у такому вигляді є дуже високою. Стандартні засоби ГІС (MAPInfo, ArcView, ПАНОРАМА, ArcMap,...) виконують багато функцій і можуть бути використані як складова АСППР. Але засоби цих систем дуже стандартизовані і в багатьох випадках не відповідають у повному обсязі потребам конкретної АСППР (час реагування, складність діалогового інтерфейсу, відсутність стандартних засобів швидкої побудови тематичних карт, відсутність спеціалізованих умовних позначень та інше). З метою подолання цих проблем і недоліків розроблюються спеціалізовані ГІС, які реалізують конкретні функції під конкретну задачу.

Далі наведено декілька напрямків використання ГІС-технологій в АСППР, які були реалізовані в ІПММС НАНУ.

#### **1. Супровід доповідей в процесі колективного обговорення проблем в АСППР типу Ситуаційні центри**

При підготовці до проведення нарад в Ситуаційному центрі заздалегідь визначаються порядок денний та відповідний сценарій. Для супроводу наради в Ситуаційному центрі розроблено спеціалізований ГІС-додаток, який послідовно (або у довільній послідовності) відпрацьовує пункти сценарію. Кожному пункту сценарію наради відповідає певна дія діалогового інтерфейсу зі створення тематичних карт в автоматизованому режимі. Фактично, пункт сценарію - це один запис в таблиці сценарію, який містить інформацію про необхідні фактичні дані, притаманні даному пункту. Розроблені засоби налагодження сценарію, що дають можливість відпрацьовувати сценарії різної тематики і виконувати генерацію та вивід на екрани колективного та індивідуального користування супровідної інформації у вигляді тематичних карт. Генерація цих карт виконується в реальному часі проведення нарад, використовуючи актуальні дані з семантичною інформацією для відповідного пункту сценарію.

На рис.1-4 наведено приклади тематичних карт.

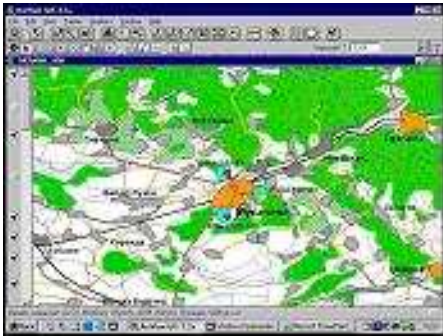


Рис. 1. Вивід на карту інформації про об'єкти у вигляді стовпчастих або кругових гістограм



Рис. 3. Вивід на карту інформації про об'єкти у вигляді "тексту на полиці"



Рис. 2. Вивід у спливаюче вікно інформації про об'єкти у вигляді таблиці або гістограм



Рис. 4. Вивід у спливаюче вікно інформації про окремий об'єкт

## 2. Відображення стану потенційно небезпечних об'єктів

З метою надання можливості своєчасно отримувати достовірну інформацію про стан потенційно небезпечних об'єктів були розроблені програмні засоби зі створення і ведення бази даних паспортів потенційно небезпечних об'єктів (БД ПНО). Ці засоби забезпечують автоматизацію технологічних процесів уводу, передачі, накопичення і зберігання інформації про поточний стан ПНО в БД. В БД ПНО зберігається також графічна інформація про ПНО. Для ідентифікації підоб'єктів, які представлені на растрових графічних схемах ПНО різних типів (генеральних планів, схем електро-, водопостачання тощо) була створена і реалізована технологія формування та використання векторних файлів ідентифікації (ВФІ).

Згідно з цією технологією, на етапі завантаження даних в БД ПНО виконуються дії із уводу в ВФІ як графічних даних (прямокутник, еліпс,...), які "покривають" підоб'єкти схеми ПНО, так і відповідних узагальнених (табличних) даних про підоб'єкт.

Таким чином виконуються такі основні функції:

- 1) Вивід растрової схеми (із паспорта ПНО) та вивід таблиць з узагальненими характеристиками підоб'єктів схеми.
- 2) Формування ВФІ (інтерактивний послідовний увід графічних примітивів, які "покривають" підоб'єкти схеми).
- 3) Збереження ВФІ для даної схеми у БД ПНО.

Головне вікно наведено на рис. 5 і складається з панелі кнопок керування та кнопок-інструментів, таблиці змісту та вікна відображення растрової схеми об'єкта (що складається з підоб'єктів - складових ВФІ).



Рис. 5. Головне вікно

На етапі використання даних БД ПНО в момент проведення нарад у Ситуаційному центрі засоби ГІС виконують геоінформаційну підтримку щодо відображення стану ПНО.

Після отримання переліку ПНО у відповідності з зовнішньою системою запитів виконується така сукупність функцій:

- вивід даних паспорта ПНО;
- вивід дислокації ПНО на цифрову карту, "наїзд" на визначену групу ПНО та вивід умовних знаків дислокації ПНО з відтінченням (у залежності від ступеня небезпеки) (рис. 6);
- вивід зони ураження вибраних ПНО на цифрову карту у вигляді кола визначеного радіусу;
- вивід растрової схеми ПНО і відповідного ВФІ, після вибору підоб'єкта схеми - вивід узагальнених даних про підоб'єкт схеми ПНО (рис. 7).

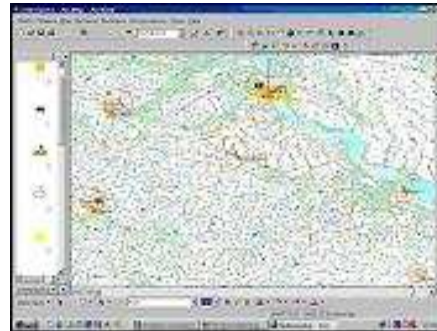


Рис. 6. Дислокація ПНО

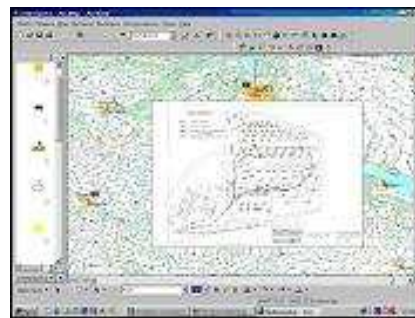


Рис. 7. Растрова схема ПНО та ВФІ

Таким чином, технологія формування та обробки ВФІ дозволяє в процесі проведення наради висвітлювати інформацію на цифрових картах не тільки про дислокацію ПНО та його схеми, й про підоб'єкт схеми ПНО.

### 3. Створення та відображення оперативної обстановки на цифрових картах

Цей напрямок ГІС-технології орієнтований на використання у складі програмно-технічного комплексу АСППР Ситуаційного центру і призначений для створення, відображення та збереження у базі даних оперативної обстановки з використанням ГІС-технології. Він виконує прив'язку графічного зображення умовного знака оперативної обстановки до відповідного об'єкта ЗС, виконує координатну прив'язку умовних знаків до координат карти за рахунок фіксації координат характерних точок кожного умовного знака.

Реалізуються такі функції:

1. Створення і нанесення оперативної обстановки на цифрову карту та її редагування, що включає створення (налагодження) спеціалізованих діалогових засобів Користувача, визначення учасників оперативної обстановки, нанесення та редагування умовних знаків тощо.
2. Ведення бази даних оперативних обстановок в СУБД ORACLE та збереження оперативних обстановок у вигляді файлів.
3. Компіляцію обстановки з декількох існуючих оперативних обстановок.
4. Друк оперативної обстановки та представлення її у форматі HTML..

До стандартних засобів ArcMap-ArcGis додається спеціалізована панель інструментів (рис.8):



Рис. 8. Спеціалізована панель інструментів

На рисунках 9-14 наведені приклади основних діалогових вікон:



Рис. 9. Визначення складу учасників оперативної обстановки



Рис. 10. Вибір умовного знака для нанесення на карту





Рис. 11. Редагування атрибутів відображення умовного знака

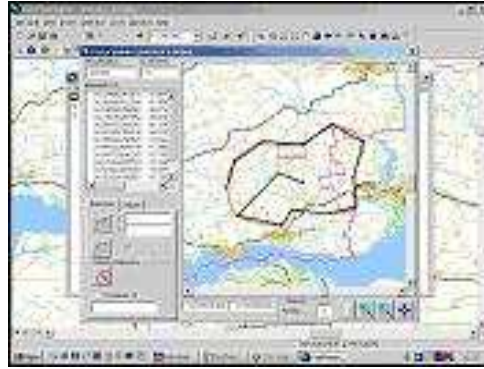


Рис. 12. Редагування координат Характерних точок умовного знака

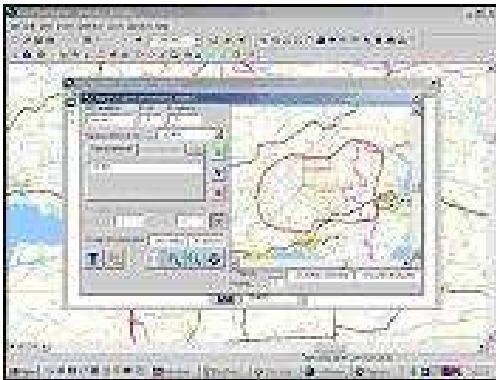


Рис. 13. Створення і редагування підпису умовного знака



Рис. 14. Вихідним документом є цифрова карта з нанесеною оперативною обстановкою

#### 4. Відображення прогнозування наслідків надзвичайних подій (аварій) на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО)

Прогнозування наслідків аварій на хімічно небезпечних об'єктах здійснюється заздалегідь або за оперативними даними з місця аварії.

Для представлення результатів розрахунків на електронних картах використовується підхід формування тематичних карт. При цьому Користувачу надаються такі можливості:

- вивід умовного знака ХНО на цифрову карту у відповідності з координатами його розміщення та відображення зони зараження (первинної, вторинної хмар);
- визначення переліку населених пунктів, які опинилися в зоні ураження. З урахуванням ступеня ураження і відсотку ураженої території населених пунктів (за наявності відповідних даних) виконується розрахунок кількості ураженого та загиблого населення;
- визначення відстані від місця аварії до будь-якого населеного пункту, що опинився в зоні ураження, а також визначення приблизного часу підходу отруйної хмари до населеного пункту;
- відображення на карті інформації про зони ураження у вигляді виноски з поличкою;
- формування та вивід тематичних карт на паперові носії та у формат HTML.

На рис. 15 наведено панель інструментів з відповідною графічною інформацією.

Вихідна тематична карта може включати умовний знак СДОР, зони розповсюдження первинної і вторинної хмар, відстань і час підходу отруйної хмари до певного населеного пункту, інформацію про постраждалі об'єкти (перелік уражених населених пунктів, відсоток і площа забрудненої території населеного пункту, кількість постраждалого населення), дані про погодні умови в районі аварії тощо.



Рис. 15. Панель інструментів та тематична карта

Кожний з цих напрямків знайшов своє застосування в конкретних програмних виробках, розроблених ІП ММС НАНУ. Крім цього, при розробленні цих програмних виробів були впроваджені різні методологічні засади і кожна з них має свої особливості.

Так, напрямок “Супровід доповідей в процесі колективного обговорення проблем в АСППР типу Ситуаційні центри” базується на інтерактивних засобах обробки сценаріїв проведення наради, які дають змогу швидко та ефективно змінювати та налагоджувати сценарії.

Напрямок “Відображення стану потенційно небезпечних об'єктів” інтерактивно взаємодіє з БД ПНО та генерує векторні файли ідентифікації, які забезпечують одночасну роботу як з векторною, так і растровою інформацією схем ПНО.

Для реалізації напрямку “Створення та відображення оперативної обстановки на цифрових картах” було розроблено прототип класифікатора основних умовних знаків обстановки (виділені ознаки класифікації оперативної обстановки, визначені їх характерні точки тощо). Виконана прив'язка графічного зображення умовного знака до об'єктів ЗС України, що в свою чергу надає широкі можливості для моделювання бойових операцій. Важливим аспектом також є використання реальних координат розташування умовних знаків обстановки.

“Відображення прогнозування наслідків надзвичайних подій (аварій) на хімічно небезпечних об'єктах” надає можливість використання різних методик проведення розрахунків параметрів аварій на хімічно небезпечних об'єктах і їх порівняння. Крім цього, надається можливість отримання даних безпосередньо з карти (наприклад, інформацію про об'єкти, що опинилися в зоні ураження, визначення кількості постраждалого населення та інше).

Усі ці напрямки реалізовані як проекти в середовищі ArcMap-ArcGis, ArcView3/2a із застосуванням мов програмування VisualBasic, Delphi та Avenue. До стандартних ГІС-засобів додаються спеціалізовані панелі кнопок керування та кнопок-інструментів, системи допомоги і засоби формування вихідних тематичних карт на екрани колективного користування Ситуаційних центрів АСППР.



### 3.9. В.С.ХОМІНІЧ

## СИТУАЦІЙНИЙ ЦЕНТР РЕГІОНАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ, КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ГОТОВНОСТІ ПНО ПРОТИСТОЯТИ ТЕРОРИСТИЧНИМ ЗАГРОЗАМ

Оцінка терористичних загроз для ПНО є однією з задач системи підтримки прийняття рішень (СППР), яка входить до складу програмного забезпечення Ситуаційних центрів (СЦ).

Задача формулюється таким чином: є декілька альтернатив рішень, організація кожної альтернативи характеризується множиною деяких наслідків, аналіз і оцінювання яких по набору показників ефективності характеризує альтернативи.

Потрібно, вивчити перевагу персони, яка приймає рішення, побудувати модель вибору альтернативи, яка є найкращою в деякому конкретному сенсі.

Якщо ситуацію формалізувати важко: чи це терористичний випадок, чи це технологічні негаразди, чи це чоловічий фактор, чи це сукупність факторів, які мають випадковий характер і не завжди можуть бути адекватно відображені в алгоритмі оцінки явища, використовують методи нечіткої логіки. Використання нечіткої логіки в СППР має такі переваги: простота методів у порівнянні з статистичними методами, для яких потрібен великий статистичний матеріал і складні обчислення для отримання величин ймовірності різних подій; адитивне наближення при збереженні потрібної точності. При цьому потрібним є питання побудови функцій належності (F-функцій), на базі яких формується нечітка множина **A** на множині **V** як сукупність пар

$$A = \{\mu_A(u), u\}, \quad (1)$$

де  $\mu_A: V \rightarrow [0,1]$  - відображення множини **V** в одиничний відрізок  $[0,1]$ , чи функція належності нечіткої множини **A**,

$$u \in U.$$

Функція належності є суб'єктивна міра того, наскільки елемент  $u \in U$  відповідає поняттю, сенс якого визначається нечіткою множиною **A**. Таким чином, головним недоліком нечіткої логіки у СППР є нечіткість визначення мети, пов'язана з невизначеністю дій.

Крім того, при обробці нечіткої інформації використовується лінгвістичний підхід, в рамках якого як змінні припускаються не тільки слова, але і речення [1,2]. Людина в скрутних обставинах частіше використовує апріорний досвід, який виражений у числовій формі.

Для деяких галузей безпеки можна запропонувати такий спосіб оцінки ризику настання небезпечних подій (терористичних загроз). Для цього треба визначити, наприклад, за допомогою експертів, ймовірність виникнення аварійної події **p** тієї чи іншої небезпечної ситуації (НС) і доповнити її оцінкою потенційних збитків **D** від виникнення цієї події. Тоді ризик **r** можна визначити:

$$r = pD, \quad (2)$$

який слід розуміти як міру безпеки цієї негативної події.

У виразі (2) враховано взаємозалежність між даними, які використовуються, та подіями за рахунок економічних оцінок. Наявність чіткого алгоритму оцінки терористичних загроз дозволяє персоні, яка приймає рішення, діяти чітко і впевнено в умовах обмеженого часу на прийняття рішення.

Таким чином, однією з найважливіших концепцій безпеки функціонування ПНО є його готовність протистояти терористичним загрозам. Системний підхід до організації безпеки функціонування в умовах терористичних загроз полягає, перш за все, у виборі показників кількісної оцінки цих загроз і оцінки рівня безпеки.

Ці показники повинні відображати потенційну небезпеку з урахуванням:

- привабливості для терористів (маловитратність, безпечність);
- можливі наслідки теракту (місцевий, регіональний, обласний, загальнодержавний, міжнародний);
- кількісні наслідки теракту (малі, середні, великі).

Тоді повний ризик від сукупності перелічених показників можна визначи

$$r = \sum_{i=1}^N PD_i, \quad (3)$$

де  $i=1, N$ ,  $N$  - загальна кількість показників.

Відмітимо, що термін "ризик" частіше за все використовують для збитків випадкового характеру, обумовлених аномальними процесами. Для оцінки ризику подій від терористичних загроз, які відбуваються чи можуть відбуватися за життєвий цикл (ЖЦ) ПНО, існує поняття інтегрального ризику [1,2], що оцінюється добутком ймовірної міри виникнення найбільш небажаного результату на збиток від його виникнення:

$$R_i = \sum_j P_{ji} \left( \sum_h U_{hij} \right), \quad (4)$$

де  $j \in J$  - множина небезпечних подій, які відбуваються (можливо, відбудуться) за ЖЦ ПНО:

$i \in I$  - множина етапів ЖЦ;

$h \in H$  - множина видів збитків від  $(i, j)$  виду подій;

$P, U$  - ймовірність і збитки від  $(i, j)$  виду подій.

З усіх стадій ЖЦ найбільш відповідальними є експлуатаційна стадія. Для деяких ПНО (склади, сховища та ін.) експлуатаційна стадія ЖЦ є головною. Її основні етапи (постачання, підтримання готовності до застосування, цільове застосування, утилізація) складається з різних технологічних операцій, виконання яких пов'язано з певним рівнем ризику виникнення НС, що можуть мати дуже важкі наслідки.

Ймовірність  $p$  настання події можна визначити також за допомогою тимчасових рядів спостережень за достатньо довгий термін. При цьому, потенційний збиток  $D$  можна підрахувати як вартість тих заходів, які треба провести для приведення ПНО до нормативних вимог.

Після оцінки терористичних загроз потрібно сформулювати пропозиції по удосконаленню системи боротьби з тероризмом. Відмітимо, що ситуаційний центр регіонального управління охоплює декілька ПНО з усіма сферами соціально-економічної і політичної діяльності. До цих сфер слід віднести інформаційну протидію терористам. Для боротьби з тероризмом потрібне комплексне використання усіх силових структур держави в рамках їх функціонального призначення.

Тому в СЦ повинні бути:

- підсистема моніторингу ризиків по усіх ПНО, які знаходяться на його території;
- єдина система керівництва антитерористичними заходами;

- заздалегідь визначені сили і засоби анти терористичної боротьби, адаптовані до умов боротьби з тероризмом і які несуть відповідальність за ведення антитерористичної діяльності;
- заздалегідь визначені сили і засоби усунення наслідків аварій на ПНО.

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Быченко Н.Н. Об управлении защиты региона в чрезвычайных ситуациях. //Управляющие машины и системы. –1996. - №4-5. –С.45-47.
2. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности ПНО. //Математичні машини і системи. –2002.- №1. –С.41-48.

### 3.10. В.П.БЕСПАЛОВ, Ю.Х.КОВАЛЬ

## **АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА “ОЦІНКА ХАРАКТЕРУ І НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНОЇ ПОДІЇ НА ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ’ЄКТАХ”**

---

### 1. Цільове призначення

Автоматизована система “Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об’єктах” (далі АС) розроблена з використанням стандартних методик і призначена для екологічного моніторингу. Реалізована на базі сучасних геоінформаційних технологій (ГІС).

АС реалізує одну з найбільш актуальних задач: оперативне моделювання полів (зон) концентрації хімічно небезпечних речовин (ХНР) та визначає кількісну оцінку ризику аварії на хімічно небезпечних об’єктах (ХНО). АС на основі наявної інформації про ХНО і оточуюче середовище надає можливість спрогнозувати можливі наслідки аварії і провести оцінку їх впливу на людей і оточуюче середовище.

АС базується на математичній моделі динаміки поширення хмари ХНР із використанням картографічної підтримки.

АС призначена для розв’язання таких задач:

- 1) Моделювання процесу поширення ХНР (у випадку викиду або виливу), який може мати місце на об’єкті і прилеглий території, з метою визначення параметрів аварії:
  - величини радіуса аварії і концентрації (густини) ХНР в районі аварії;
  - сектора поширення ХНР у напрямку вітру (величини кута сектора, глибини й площі поширення, часу поширення ХНР);
  - радіусів зон поширення ХНР і величини концентрації у них;
  - кількість та перелік населених пунктів, які повністю або частково опинилися у секторі зараження;
  - кількості людей, уражених у районі аварії і в населених пунктах, які попадають у зону можливого поширення ХНР.
- 2) Визначення величини ризику можливої аварії на ХНО.
- 3) Збереження інформації про об’єкт, оточуючу територію і метеорологічні умови в системному журналі.
- 4) Відображення результатів прогнозування на цифрових картах.
- 5) Формування інформаційного повідомлення, вихідних паперових документів та документів формату HTML.

Масштаби наслідків при викиді (виліві) небезпечних речовин можуть коливатись в широких діапазонах у залежності від таких взаємопов’язаних факторів [1-3]:

- фізико-хімічних і токсикологічних властивостей ХНР;
- умов, при яких зберігається ХНР;
- кількості ХНР, що попадає в оточуючий простір;
- частки ХНР, що утворюють первинну та вторинну хмари;

- погодних умов, при яких має місце процес розсіювання ХНР;
- характеристик місцевості та населених пунктів.

При цьому основним параметром, який визначає масштаби наслідків надзвичайної події, є кількість людських втрат як серед персоналу, так і в оточуючих населених пунктах.

Саме тому проблеми:

- забезпечення захисту виключенням можливості аварії на хімічно небезпечному об'єкті з ХНР;
- забезпечення захисту "недопущенням переростання" первинної аварії у надзвичайну ситуацію;
- забезпечення захисту "пом'якшенням ефективності" ліквідації її наслідків, що викладені в [4], були і будуть актуальними завжди.

Для вирішення цих проблем необхідна завчасна інформація про:

- місце можливого виникнення аварії, можливу величину ризику виникнення і ряд інших ознак, характерних для аварії на ХНО;
- геометричні розміри зон можливого ураження (ЗМУ) для кожного з чинників, які можуть привести до такої аварії;
- можливу величину людських втрат при аварії на ХНО як серед персоналу, так і цивільного населення;
- можливу величину збитків, обумовлених аварією;
- можливий перелік невідкладних рятувальних робіт як під час аварії, так і при ліквідації її наслідків, а також перелік сил, засобів, матеріальних і фінансових ресурсів для виконання цих робіт.

Технологія завчасного та оперативного вводу інформації, необхідної для моделювання процесу аварії і послідовного прийняття рішень щодо запобігання виникнення та ліквідації наслідків аварії на ХНО, наведена нижче і передбачає:

- почергове дослідження кожного з елементів зазначеного об'єкта з метою визначення можливості виникнення аварії на кожному з них і його складових частин;
- визначення та відображення можливої величини ризику виникнення надзвичайної ситуації;
- прогнозування, перш за все, кількості людських втрат у разі виникнення аварії і інших параметрів прогнозу;
- формування варіантів прогнозів щодо упередження виникнення НС на ХНО;
- збереження в системному журналі вхідних даних прогнозування та відповідних результатів розрахунків.

Системний журнал може використовуватись для відображення параметрів прогнозу аварії (див. рис. 1) і друкування вихідних паперових документів.

Ці операції можуть виконуватися окремими експертами індивідуально, але, якщо ризик виникнення НС великий, слід виносити розгляд цієї проблеми на більш високий рівень. Необхідно залучати до колективного обговорення проблеми широкий загал керівництва, яке має відношення до забезпечення безпечного функціонування об'єкту, о ліквідації наслідків НС, а

також регіональні органи державної влади. В такому випадку всі раніш виконані моделювання використовуються як інформаційно-алгоритмічні та підтримка прийняття рішень в інформаційно-аналітичних системах, ситуаційних центрах різного рівня, де будуть розглянуті напрацьовані заходи щодо упередження виникнення НС, формуватися нові варіанти та прийматись відповідні рішення. Якщо ж НС виникла, то тоді результати попереднього моделювання будуть використані при обговорення та прийнятті рішень щодо ліквідації НС.

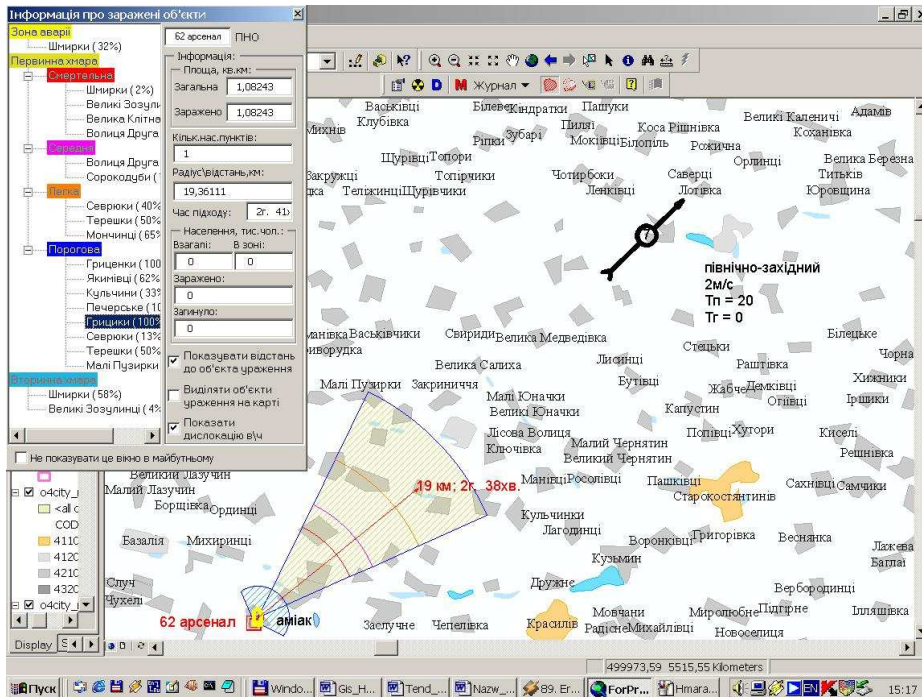


Рис. 1. Відображення результатів прогнозування на цифровій карті

## 2. Оцінка ризику можливої аварії на ХНО

Задача оцінки ризику можливої аварії на ХНО проводиться у відповідності з досить оригінальною модифікованою моделлю імовірнісної кількісної оцінки ризику, наведено у роботі [5]. Згідно [5], імовірність  $P_j$  виникнення  $j$ -ї аварійної ситуації ( $S_j$ ) від  $u$ -ї відмови визначається співвідношенням

$$P_j = 1 - \prod_{u=1}^V (1 - P_{ju}),$$

де  $u = \{1, U\}, i = \{1, N\}, j = \{1, M\}$ ,

$P_{ju}$  – імовірність виникнення  $U$ -х відмов, які призводять до  $j$ -ї ситуації,  $M$ - число ситуацій;  $U$ -число відмов, які призводять до  $j$ -ї ситуації.

Імовірність  $F_{ij}$  того, що  $j$ -а аварійна ситуація призведе до одного з  $i$ -х факторів ризику, буде наступна:

$$F_{ij} = (1 - \sum_{l=1}^{N-1} F_{il}), \quad l \neq i$$

Імовірність виникнення ризику  $R_{ij}$  від  $j$ -ої аварійної ситуації і  $i$ -го фактору ризику буде

$$R_{ij} = P_l \cdot F_{ij}$$

В найпростішому випадку при втраті герметичності одиничного ХНО ризик отруєння визначається залежністю

$$R_0 = P_{11} P_{12}, \text{ де}$$

$P_{11}$  – імовірність втрати герметичності сховищ ХНО,

$P_{12}$  – умовна імовірність отруєння при умові втрати герметичності сховища ХНО.

#### Висновки:

- У статті наведена інформація про АС, яка дає можливість:
  - визначити параметри поширення ХНР, зони зображення і концентрації ХНР в цих зонах, і число потерпілих від аварії;
  - провести оцінку ризику надзвичайної події (НП) на ХНО;
  - на основі ГІС-технологій дати наглядну картину прогнозованої (чи реальної) НП.
- Наведена методика визначення кількісної величини ризику можливої аварії на ХНО.
- Моделювання процесу НС із варіацією різних вхідних умов дає можливість визначити рівень вірогідної НС (для досліджуваного ХНО) і відповідні цій НС значення параметрів, що призводять до цієї НС, а, отже і прийняти відповідні заходи щодо упередження НС.
- Проста в експлуатації система вигідна тим, що дає досить чітку, ясну і наочну картину можливого або реального процесу поширення ХНР у випадку аварії на ХНО. Система може бути ефективно використана в ситуаційних центрах міністерств, які мають у своєму підпорядкуванні ХНО, для визначення прогнозу аварії.

Така система розроблена в ІПММС НАНУ в середовищі ArcGis-ArcMap (ESRI). В основу системи покладені методики МНС та МО України. Система відкрита для включення нових методик прогнозування наслідків НС та до підключення до БД, які описують ХНО.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Ананьев С. Цифровые модели рельефа как элемент базовых моделей территориальных систем: Збірник міжнародної конференції "Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходи у надзвичайних ситуаціях". - Київ-Харків-Крим: 2002. - С.25-27.
- Азімов О. Про основні концептуальні вимоги до інформаційно-аналітичної системи аналізу ризику виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру: Збірник міжнародної конференції "Інформаційні технології управління екологічною безпекою, ресурсами та заходами у надзвичайних ситуаціях". - Київ-Харків-Крим: 2002. - С.55-60.
- Губин С.А. и др. Верификация методик для оценки последствий химических аварий // Химическая промышленность. – М: 1999. - №10. – С.1.
- Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечному об'єкті стаціонарного типу / В.П.Беспалов, Б.О.Білецький, Ю.Х.Коваль та інш. - УСиМ. - 2003. - №3, 4. - С.124-129.
- Егоров А.Ф., Савицкая Т.В. Системный анализ, оценка риска и управления безопасностью производств химической и смежных отраслей промышленности // Химическая технология. - 2002. - №10. - С.14-22.

## 3.11. С.Я.МАЙСТРЕНКО

**ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ АГРЕГИРОВАННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В МНОГОУРОВНЕВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ****1. Введение**

В теории и практике обработки данных достоверность элементов информации обычно оценивается вероятностью их искажения [1, 2]. По отношению к атрибутам, отражающим качественные характеристики объектов предметной области, такая оценка вполне адекватна, т.к. ошибка даже в одном символе атрибута приводит к неправильной интерпретации записи (кортежа) в целом. Для количественных показателей существенным является не только факт их искажения, но и степень отклонения от истинного значения, т.е. точность представления.

Существуют две основные причины возможной неточности количественных показателей. Первая из них носит случайный характер и связана с возможной приблизительностью некоторых оценок при формировании и регистрации первичной информации. В этом случае наиболее вероятно, что могут быть искажены младшие разряды количественного показателя, т.е. результирующая неточность не должна быть высокой. Для оценки случайных искажений в конкретных случаях возможно применение аппарата математической статистики, а именно теории ошибок в измеряемых величинах [3, 4]. Вторая причина связана с возможными «грубыми» ошибками при подготовке и вводе первичной информации в компьютер. В этом случае пользователь может сделать ошибку в любой цифре, в том числе и самой старшей, практически с одинаковой вероятностью, в результате чего неточность представления отдельных показателей может оказаться значительной.

Процесс решения многих задач в многоуровневых информационных системах связан со сбором первичных количественных показателей, их последовательной агрегацией (в частности, суммированием), накоплением и последующей обработкой. В связи с возможностью появления грубых ошибок в отдельных первичных показателях представляет интерес оценка ожидаемой точности агрегированных показателей.

Процесс накопления ошибок в агрегированном показателе с истинным значением  $S_0^{(m)}$  схематически показан на рис.1.

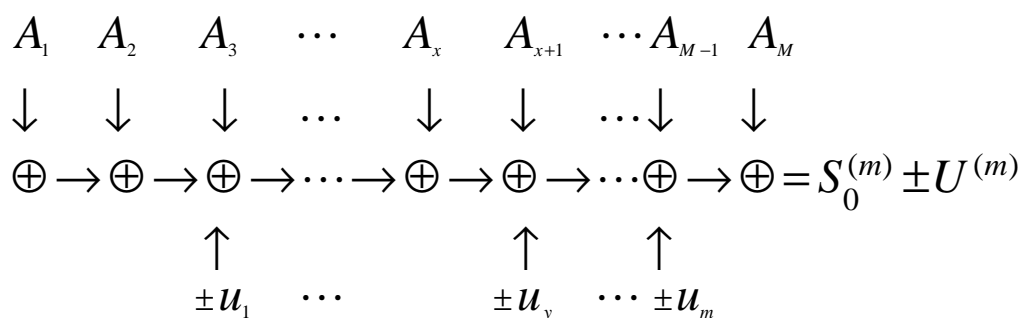


Рис.1. Схема процесса накопления ошибок



Обозначим через  $q$  основание системы счисления показателя, а через  $n$  - количество разрядов. Задача оценки ожидаемой точности агрегированного показателя (будем говорить «оценки ожидаемого смещения значения агрегата») ставится следующим образом. Суммируется  $M$  независимых  $n$ -разрядных случайных величин,  $m$  из которых искажены статистически одинаковыми грубыми ошибками с математическим ожиданием  $u_y$  (единичным смещением) и дисперсией  $d_y$  (единичной дисперсией). Задача заключается в построении модели и определении:

1. модуля математического ожидания суммы  $m$  ошибок 
$$U^{(m)} = \left| \sum_{y=1}^m u_y \right|$$

и дисперсии суммы  $m$  ошибок 
$$D^{(m)} = \sum_{y=1}^m d_y ;$$

2. значений  $u_y$ ,  $d_y$  для наиболее типичных ошибок пользователя.

Поставленная задача, адекватно отражающая процесс искажения грубыми ошибками агрегируемых данных, не типична для теории измерений [3, 4] и решить ее на основе известных результатов [3] не представляется возможным. В связи с этим необходимы построение и исследование соответствующих моделей.

Примем следующие обозначения и допущения:

$M$  – количество составляющих слагаемых агрегированного показателя (агрегата);

$m$  - количество ошибочных значений в агрегате, искаженных на случайную величину с математическим ожиданием  $\pm u^{(1)}$  и дисперсией  $d^{(1)}$  (единичное смещение и дисперсия);

$n$  - количество разрядов суммируемых первичных показателей (будем считать его постоянным);

$q$  - основание системы счисления в представлении показателя;

$U^{(m)}$  и  $D^{(m)}$  – математическое ожидание и дисперсия модуля смещения суммы  $m$  искаженных показателей (смещение и дисперсия агрегата).

С учетом принятых обозначений расчетное значение агрегата  $S(M)$  представляет собой случайную величину с математическим ожиданием  $S(M) = S_0(M) \pm U^{(m)}$  и среднеквадратичным отклонением  $\sigma^{(m)} = \sqrt{D^{(m)}}$ , где  $S_0(M)$  – истинное значение агрегата.

Задача заключается в построении модели и определении значений  $U^{(m)}$ ,  $D^{(m)}$ ,  $\sigma^{(m)}$ .

## 2. Оценка ожидаемого смещения значения агрегата

Рассмотрим возможные результаты ожидаемых смещений суммы двух показателей ( $m = 2$ ), каждый из которых искажен в среднем на величину  $\pm u^{(1)}$ . Поскольку математическое ожидание суммы равно сумме математических ожиданий, ожидаемое суммарное смещение  $U_2$  равно

$$U_2 = \pm u^{(1)} \pm u^{(1)} .$$

В зависимости от сочетания знаков единичных смещений возможны 4 варианта значений

$U_2$ :

$$U_{21} = |-u^{(1)} - u^{(1)}| = 2u^{(1)} ;$$

$$U_{23} = |+u^{(1)} - u^{(1)}| = 0 ;$$

$$U_{22} = |-u^{(1)} + u^{(1)}| = 0 ;$$

$$U_{24} = |+u^{(1)} + u^{(1)}| = 2u^{(1)} .$$

Поскольку все варианты равновероятны, то

$$u^2 = \frac{4u^{(1)}}{4} = u^{(1)} .$$

В свою очередь, дисперсия в силу известных положений теории вероятности равна сумме единичных дисперсий, т.е.  $D^{(2)} = 2d^{(1)}$ .

Обобщая приведенный пример на случай суммы  $m$  искаженных показателей, поставим в соответствие  $m$  показателям  $m$ - разрядное двоичное число. Припишем  $k$ -му разряду следующий смысл: если значение разряда равно 0, единичное смещение соответствующего показателя имеет знак "+", в противном случае единичное смещение имеет знак "-". В такой интерпретации, например, для  $m=8$  двоичному числу 01110111 соответствует случайное смещение

$$U_s = |+2u^{(1)} - 6u^{(1)}| = |-4u^{(1)}| = 4u^{(1)} .$$

Дальнейшее рассуждение иллюстрирует табл.1, в которой через  $m(1)$  обозначено количество единиц в некотором  $m$ - разрядном двоичном числе, а через  $m(0)$  – количество нулей.

Таблица 1. Характеристики модуля суммарного смещения

$C(1)$	$C(0)$	Количество чисел, соответствующих данной комбинации $m(1)$ , $m(0)$	Модуль суммарного смещения
0	$m$	1	$mu^{(1)}$
1	$m-1$	$C_m^1$	$(m-2)u^{(1)}$
2	$m-2$	$C_m^2$	$(m-4)u^{(1)}$
...	...	...	...
$m-1$	1	$C_m^1$	$(m-2)u^{(1)}$
$m$	0	1	$mu^{(1)}$

С учетом того, что общее количество всевозможных  $m$  - разрядных двоичных чисел равно  $2^m$ , из табл. 1 следует, что

$$U^{(m)} = k^{(m)}u^{(1)}, \quad (1)$$

где

$$k^{(m)} = \begin{cases} \frac{2}{2^m} \sum_{i=1}^{\frac{m}{2}} C_m^i (m-2i) & \text{для четных } m ; \\ \frac{2}{2^m} \sum_{i=1}^{\frac{m-1}{2}} C_m^i (m-2i) & \text{для нечетных } m . \end{cases} \quad (2)$$

Соответственно

$$D^{(m)} = m d^{(1)}. \quad (3)$$

В табл. 2 приведены значения  $k^{(m)}$ , рассчитанные для  $m = 1 - 101$ . Как видно из табл.2, с ростом  $m$  значение  $U^{(m)}$  тоже растет, но значительно медленнее, чем  $m$ , примерно в логарифмическом масштабе  $\log_2 m$  (в очень грубом приближении). Так, например, увеличение  $m$  в 100 раз (с 1 до 100) вызывает увеличение  $k^{(m)}$  только примерно в 8 раз.

Таблица 2 Зависимость  $k^{(m)}$  от  $m$

m	1	2	3	4	7	8	10	50	100	101
$k^{(m)}$	1,00	1,00	1,50	1,50	2,19	2,19	2,46	5,61	7,96	8,04

### 3. Оценка единичного смещения и дисперсии

Определяя значение  $u^{(1)}$ , ограничимся предположением, что ошибочное значение  $n$ -разрядного показателя возникло в результате искажения истинного значения однократной ошибкой. Это допущение хорошо согласуется с результатами ввода информации сканером и близко к реальности при вводе с клавиатуры [2].

Рассмотрим вначале случай  $n = 1$ . Определим возможные смещения значения одного разряда, представленного в системе счисления с основанием  $q$ .

В квадратной матрице табл. 3 приведены значения модуля смещения, соответствующего переходу каждого из истинных значений  $a_x$  из множества  $\{0, 1, \dots, q-1\}$  любое ложное  $a_y$  из того же множества.

Таблица 3. Значения модуля смещения

$a_y \backslash a_x$	0	1	2	...	$q-3$	$q-2$	$q-1$
0	0	1	2	...	$q-3$	$q-2$	$q-1$
1	1	0	1		$q-4$	$q-3$	$q-2$
2	2	1	0		$q-5$	$q-4$	$q-3$
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮	⋮	⋮
$q-3$	$q-3$	$q-4$	$q-5$		0	1	2
$q-2$	$q-2$	$q-3$	$q-4$		1	0	1
$q-1$	$q-1$	$q-2$	$q-3$		2	1	0

Из табл.3 вытекает, что возможное случайное отклонение составляет  $(q-i)$  с вероятностью  $\frac{2i}{q(q-1)}$ . Здесь  $i = 1, \dots, q-1$ . В  $n$ -разрядном показателе может быть искажен

любой из  $n$  разрядов с вероятностью  $\frac{1}{n}$ . С учетом того, что вклад разряда с позицией

$j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) в значение  $n$ -разрядного числа составляет  $q^{j-1}$ , значение  $u^{(1)}$  определяется следующим образом:

$$u^{(1)} = \frac{2 \sum_{i=1}^{q-1} \sum_{j=1}^n i(q-i)q^{j-1}}{nq(q-1)}. \quad (4)$$

Соответственно

$$d^{(1)} = \frac{2 \sum_{i=1}^{q-1} \sum_{j=1}^n [(q-i)q^{j-1} - u^{(1)}]^2 \cdot i}{nq(q-1)}. \quad (5)$$

В табл.4 приведены расчетные данные для  $u^{(1)}$ ,  $d^{(1)}$  и среднеквадратичного отклонения  $\sigma^{(1)} = \sqrt{d^{(1)}}$  для  $q = 10$ .

Таблица 4. Расчетные данные

$n$	1	4	6	8	10	12
$u^{(1)}$	3,67	$1,02 \cdot 10^3$	$6,79 \cdot 10^4$	$5,09 \cdot 10^6$	$4,07 \cdot 10^8$	$3,39 \cdot 10^{10}$
$d^{(1)}$	4,89	$3,59 \cdot 10^6$	$2,62 \cdot 10^{10}$	$2,05 \cdot 10^{14}$	$1,68 \cdot 10^{18}$	$1,42 \cdot 10^{22}$
$\sigma^{(1)}$	2,21	$1,89 \cdot 10^3$	$1,62 \cdot 10^5$	$1,43 \cdot 10^7$	$1,29 \cdot 10^9$	$1,19 \cdot 10^{11}$

#### 4. Анализ полученных зависимостей

Для адекватной и наглядной интерпретации выражений (1) – (5) и иллюстрирующих их данных табл. 2, 4 рассмотрим оценки относительных значений  $U^{(m)}$  и  $\sigma^{(m)}$  по отношению к среднему значению агрегата  $\bar{S}(M)$ .

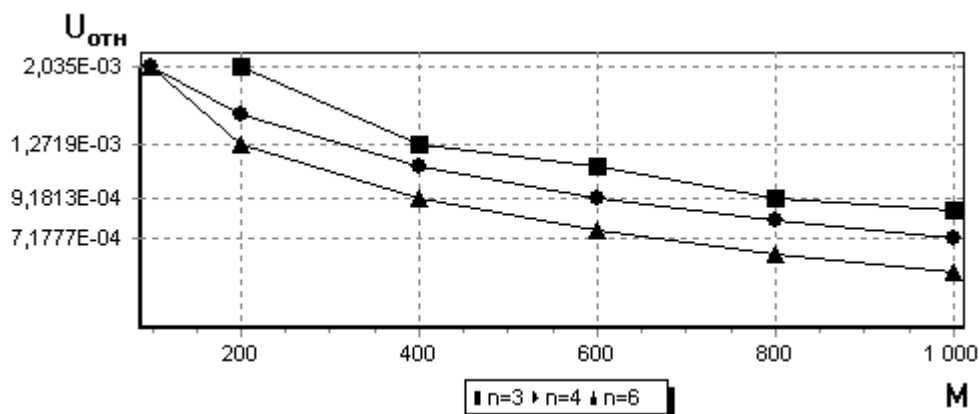
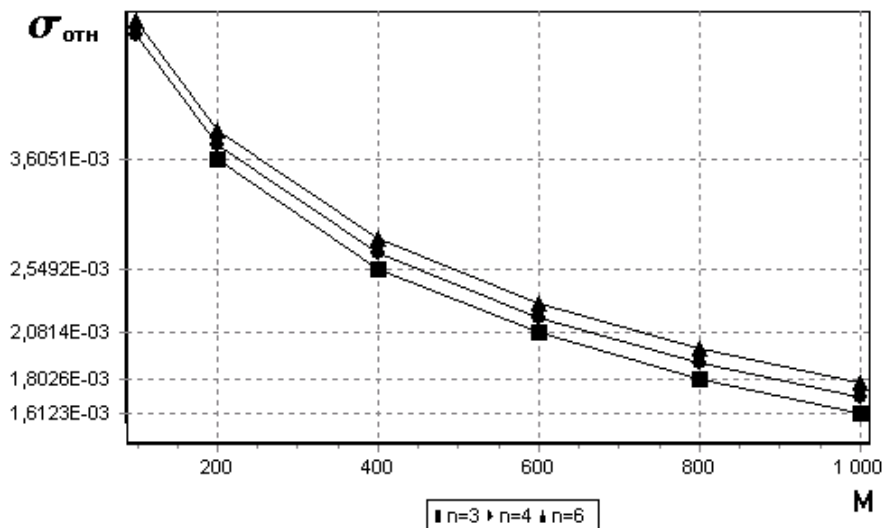
Примем среднее значение агрегата равным половине его максимального значения, т.е.  $\bar{S}(M) = 0,5Mq^n$ . Тогда

$$U_{\text{отн}}^{(m)} = \frac{U^{(m)}}{0,5 \cdot M \cdot q^n} = \frac{k^{(m)} \cdot u^{(1)}}{0,5 \cdot M \cdot 10^n}; \quad (6)$$

$$\sigma_{\text{отн}}^{(m)} = \frac{\sqrt{D^{(m)}}}{0,5 \cdot M \cdot q^n} = \frac{\sqrt{m d^{(1)}}}{0,5 \cdot M \cdot 10^n}. \quad (7)$$

Возьмем  $m = \gamma M$ . Основываясь на экспериментальных данных [2], можно показать, что при определенных предположениях относительно возможностей возникновения и обнаружения первичных ошибок, допущенных на этапе формирования исходных данных, и вторичных ошибок,

возникающих на этапе ввода в ЭВМ, ориентировочное значение  $\frac{\gamma}{n}$  находится в диапазоне  $10^{-2} \div 10^{-3}$ . Для ориентировочных оценок ожидаемых значений  $U_{отн}^{(m)}$  и  $\sigma_{отн}^{(m)}$  и их трендов положим  $\frac{\gamma}{n} = 5 \cdot 10^{-3}$ . На рис.2,3 приведены группы зависимостей  $U_{отн}^{(m)}$  и  $\sigma_{отн}^{(m)}$  от  $M$  для  $q = 10$ ,  $n = 3, 4, 6$ ,  $\frac{\gamma}{n} = 5 \cdot 10^{-3}$ .

Рис.2. Зависимости  $U_{отн}$  от  $M$ Рис.3. Зависимости  $\sigma_{отн}$  от  $M$ 

Анализ выражений (1) ÷ (7), данных таблиц 2, 4 и рисунков 2, 3 позволяет сделать следующие общие выводы:

1. Ожидаемое относительное смещение значения агрегата медленно убывает с ростом  $n$  и  $M$ , оставаясь при этом весьма небольшим. Так, для  $n = 6, M = 100 - 1000$ ,  $m = 3 - 30$  значение  $U_{отн}^{(m)}$  составляет всего  $0,2\% \div 0,059\%$ .

Для сравнения отметим, что сторонние экспертные интуитивные оценки для этих случаев оказывались следующими: " $< 3\%$ ", " $1 \div 2\%$ " и близкими к ним.

2. Относительное среднеквадратичное отклонение также убывает с ростом  $M, n$  (как видно из (3) и (7), пропорционально  $\sqrt{m}$ ) и, как и следовало бы ожидать, сравнительно велико. Оценки предельных величин фактических значений смещения агрегата относительно математического ожидания могут быть получены на основе известного неравенства Чебышева [3]:

$$p(t) \leq \frac{\sigma^2}{t^2}, \quad (8)$$

где  $p(t)$  - вероятность отклонения значения случайной величины (в данном случае, смещения) от математического ожидания более чем на  $t$  единиц;  
 $\sigma$  - среднеквадратическое отклонение.

Так, например, на основе (8) можно показать, что для  $n = 6$ ,  $M = 600$  вероятность смещения в  $7,5\%$  относительно  $\bar{S}(M)$  меньше  $0,09$ . При этом следует оговориться, что универсальная оценка (8), не учитывающая распределения случайных величин, является весьма грубой и, чаще всего, завышенной.

## Заключение

1. В работе построена модель процесса искажения грубыми ошибками (на примере однократных транскрипций) агрегируемых показателей.
2. Полученные соотношения и иллюстрирующие их данные позволяют ориентировочно оценить ожидаемое значение отклонения агрегата от истинного значения в зависимости от количества суммируемых показателей и числа ошибок.
3. Полученные в работе оценки ожидаемого отклонения могут быть полезны в системах поддержки принятия решений, ориентированных на различные проблемные области (вооруженные силы, экономика, социология и др.). Уточнение этих оценок возможно за счет учета различных типов ошибок при определении единичного смещения.
4. В перспективе предложенный подход может быть распространен на оценку точности количественных показателей и для других алгоритмов их обработки, выходящих за рамки простого суммирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пивоваров А.Н. Методы обеспечения достоверности информации в АСУ: Обзор методов и фактические данные. — М.: Радио и связь, 1982. — 144 с.
2. Литвинов В.А., Крамаренко В.В. Контроль достоверности и восстановление информации в человеко-машинных системах. — К.: Техника, 1988. — 200 с.
3. Феллер В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения. — Москва: Мир, 1967. — 498 с.
4. Горбань І.І. Теорія ймовірностей і математична статистика. — К.: Інститут проблем математичних машин та систем, 2003. — 244 с.

### 3.12. А.А.МОРОЗОВ, В.В.ВИШНЕВСКИЙ

#### РЕГЛАМЕНТНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ СИТУАЦИОННОГО ЗАЛА

Как известно, концепция применения Ситуационных центров (СЦ) в качестве систем поддержки принятия решений (СППР) начала широко использоваться в конце 70-х, начале 80-х годов. СЦ использовались тогда в областях деятельности, которые характеризовались высокими затратами и большими рисками (оборона, космос, атомная индустрия). В настоящее время, когда цена возможных последствий от неправильных решений, принимаемых руководством разного уровня, значительно увеличилась, СЦ могут широко использоваться в государственных и коммерческих организациях [1,2].

Под Ситуационным центром обычно понимают комплекс специальных программно-аппаратных решений для автоматизации персональной и коллективной аналитической работы группы руководителей [1].

Одной из основных задач СЦ является поддержка стратегических решений на основе визуализации и углубленной аналитической обработки оперативной информации. В состав таких СЦ входит специальный Ситуационный зал (СЗ), оснащенный средствами отображения информации индивидуального и коллективного пользования. СЗ находится на верхнем уровне иерархии в архитектуре Ситуационного центра. Именно здесь интегрируются технологии моделирования, аналитической обработки с технологиями принятия решения.

Информационные технологии, которые используются в СЗ, можно условно разделить на

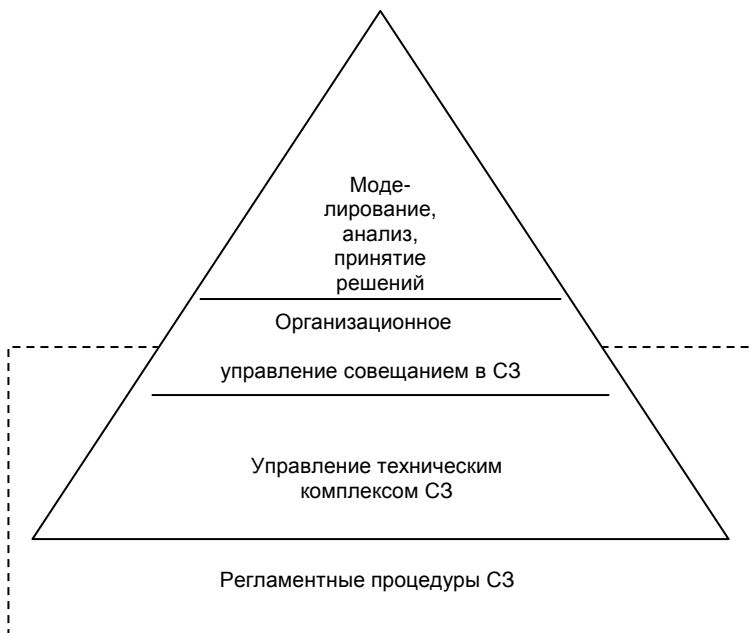


Рис.1 Иерархия информационных технологий в СЗ

три группы (рис.1). Верхний уровень иерархии занимают технологии моделирования ситуаций, функциональные задачи управления объектом, технологии поддержки принятия решений в режиме off-line или on-line. Средний уровень иерархии можно отнести к технологиям организационного управления совещанием в СЗ. Нижний уровень занимают информационные технологии управления техническим комплексом Ситуационного зала.

В настоящем докладе обсуждаются информационные процедуры, которые реализуются на нижнем уровне иерархии и, частично, на среднем уровне архитектуры всей информационной системы СЗ. Благодаря этим процедурам создается основной информационный фундамент СЗ.

Система управления техническим комплексом СЗ, как правило, состоит из трех подсистем: подсистемы управления средствами индивидуального и коллективного отображения информации, подсистемы управления звуком, подсистемы диагностики.

Будем называть регламентными (или утилитарными) такие информационные процедуры Ситуационного зала, которые обеспечивают управление всем техническим комплексом СЗ, понятны на интуитивном уровне и не требуют решения сложных модельных задач. К таким регламентным процедурам могут быть отнесены:

- аутентификация участника совещания с любого рабочего места СЗ;
- регистрация участников совещания;
- централизованное управление микрофонами участников совещания;
- управление отображением информации на экраны коллективного и индивидуального пользования;
- процедуры всевозможных типов голосования участников совещания;
- управление синхронным переводом;
- звуковая связь между участниками совещания и их консультантами;
- управление презентационными материалами доклада с любого рабочего места;
- информационное сопровождение совещания данными об участниках, повестке дня и некоторые другие служебные операции.

Все эти процедуры должны реализовываться под управлением администратора СЗ.

Вполне очевидно, что для реализации этих процедур в СЗ должны применяться как специальные аппаратные решения, так и специализированное программное обеспечение. Почему это необходимо?

Ситуационный центр в целом и его составная часть - Ситуационный зал представляют собой сложные информационные системы. И, следовательно, в соответствии с теорией системного анализа, должны быть спроектированы так, чтобы обладать свойством эмерджентности (несводимостью к сумме своих элементов) [3,4].

Поэтому было бы ошибочным полагать, что перечисленные подсистемы СЗ могут быть механически скомплексированы из готовых и никак не связанных между собой элементов. Другими словами, в СЗ неэффективно использовать не взаимодействующие между собой проекторы, экраны, табло разных типов и конференц-системы, применяемые в обычных залах совещаний. Такое механическое объединение не способно дать эффект эмерджентности.

Как это не удивительно, но именно простые и понятные *регламентные процедуры в СЗ позволяют объединить все «информационные элементы» в «целое» с новым информационным качеством.*

Для моделирования этих процедур и демонстрации современных возможностей Ситуационных центров в ИПММС НАНУ создается новый Ситуационный зал (рис. 2).

Ситуационный зал ИПММС НАНУ представляет собой два помещения общей площадью 100м<sup>2</sup>, рассчитан на 17 рабочих мест для участников совещания, имеет 2 рабочих места для администраторов СЗ и трибуну для докладчика.

Каждое рабочее место оборудуется специальным пультом, который в совокупности с персональным компьютером и LCD-монитором создает рабочее место участника совещания. Рабочее место председателя совещания оборудуется специальным пультом, двумя компьютерами и



системой для видеоконференцсвязи. В качестве экрана коллективного пользования используется мультимедийный проектор.



Рис. 2. Внешний вид действующей модели СЗ ИПММС НАН Украины

Во вспомогательном помещении располагаются рабочие места для администратора звука, синхронного перевода и рабочие места системных аналитиков (консультантов).

### **Выводы**

Технический комплекс Ситуационного зала нельзя комплексовать только на основе готовых подсистем простым заимствованием их из других залов совещаний. Такое объединение элементов СЗ не позволит создать систему, обладающую свойством эмерджентности.

Необходимое системное взаимодействие между подсистемами ситуационного зала может быть организовано путем введения специального класса регламентных (или утилитарных) процедур СЗ.

Регламентные процедуры могут быть реализованы за счет дополнительных аппаратных решений и специального программного обеспечения.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Морозов А.А. Ситуационные центры - основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. - 1997. - №2. - С.7-10.
2. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры - основа стратегического управления // Математические машины и системы. - 2003. - № 1. - С. 3-14.
3. Згуровский М.З., Панкратова Н.Д. Системный анализ: проблемы, методология, приложения // Киев: Наукова думка, 2005.- 745 с.
4. Хомяков П.М. Системный анализ в 10 лекциях. - Москва: КомКнига, 2007. -216 с

### 3.13. А.Н. СЕРЕБРОВСКИЙ

## ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ

---

### 1. Введение

Предотвращение чрезвычайных происшествий (аварий) на потенциально опасных объектах является одной из самых актуальных проблем современного производства. Эффективным средством решения проблемы снижения техногенной опасности являются специализированные системы прогноза и минимизации риска. Теоретической основой оценки опасности является Вероятностный анализ безопасности (ВАБ), который получил доскональное развитие применительно к объектам атомной энергетики. Передовые технологии ВАБ распространяются Международным агентством по атомной энергетике (МАГАТЭ) во все заинтересованные страны бесплатно. Наиболее известным является пакет программ «Интегрированная система анализа надежности и риска» «Integrated Reliability and Risk Analysis» (IRRAS) [1].

Основными моделями, используемыми в ВАБ, являются логико-вероятностные модели «Дерево отказов» (ДО) и «Дерево событий» (ДС) [2]. Выходной информацией, полученной в результате применения этих моделей, является оценка вероятности возникновения аварии, которая сравнивается с ее допустимым значением, и по результатам сравнения делается заключение о степени возникшей опасности. Входной информацией для ДО и ДС являются вероятности элементарных нежелательных событий (базисных событий), т.е. базисные события (БС) являются основным источником данных для вероятностных оценок техногенной опасности на потенциально опасных объектах (ПОО).

Базисные события (БС) представляют собой:

- отказы отдельных функционально-структурных элементов опасных объектов;
- ошибки персонала;
- события, источниками которых являются различные влияния окружающей среды.

В традиционном ВАБ вероятности БС определяются на основе усредненных данных. Они являются удовлетворительными для оценок опасности проектируемых, новых и модернизируемых объектов, но бесполезны для определения оценок текущих ситуаций, т.к. для того, чтобы оценивать вероятности БС в различных конкретных ситуациях, необходимо установить формализованную связь между ситуациями, возможными на объекте, и вероятностями БС [3]. Одним из путей установления подобных связей могут быть специализированные экспертные системы.

Данная работа посвящена конкретному методу построения и использования экспертных систем для определения вероятностей БС. Метод, получивший название «Метод экспертных оценочных шкал» (МЭОШ) [4–6], включает в себя две составляющие:

- методику формирования информационной основы экспертной системы, состоящей из формализованных знаний экспертов о возможных ситуациях и степени их влияния на вероятность БС;
- правила оценки вероятностей БС в различных текущих ситуациях, возникающих на ПОО.

## 2. Описание информационной основы

Информационная основа включает в себя описание ситуаций, которые могут возникнуть на ПОО, и описание влияний ситуаций на вероятности БС.

### *Описание ситуаций*

Каждая ситуация описывается набором значений причинных факторов, которые влияют на опасность. Факторы могут быть качественными и количественными. Качественный фактор описывается перечнем всех его возможных значений. Количественный – указанием его минимального и максимального значений. Кроме того, область возможных значений факторов разделяется на диапазоны. Диапазоны устанавливаются так, что (с точки зрения эксперта) в пределах каждого диапазона влияние фактора на опасность постоянно. В результате область возможных значений фактора принимает вид экспертной шкалы. Для каждой шкалы устанавливается значение нормы и критическое значение.

Таким образом, каждая ситуация может быть описана вектором

$$(x_1, x_2, \dots, x_k),$$

где  $x_j$  – одно из возможных значений фактора  $X_j (j = \overline{1, k})$ ;

$k$  – количество факторов, которые влияют на опасность.

В дальнейших рассуждениях будем исходить из следующих ограничений:

- все факторы, которые используются для описания ситуаций, независимы;
- область значения каждого фактора упорядочивается так, что влияние фактора на опасность носит монотонный характер.

### *Описание влияния ситуаций на вероятность БС*

Функцией влияния фактора на вероятность БС называется соответствие между возможными значениями фактора и вероятностями БС при условии, когда остальные факторы не влияют на возникновение БС. Возможными значениями функции влияния фактора являются вероятности БС. Формирование функций влияния может выполняться на основании экспертных оценок; применением моделей отказов [7]; комплексным использованием данных статистики и Метода анализа иерархий [8]. Функции влияния монотонны. Они могут иметь табличную или аналитическую форму.

Основными структурными элементами информационной основы являются:

- справочник базисных событий  $a_r (r \in R)$ , где  $R$  – множество индексов возможных БС;
- справочник причинных факторов опасности  $X_j (j = \overline{1, k})$ , каждый из которых задается множеством своих возможных значений  $(x_j^1, x_j^2, \dots, x_j^{n_j})$ , где  $n_j$  – количество возможных значений фактора  $X_j$ ;

– справочник соответствий базисных событий и факторов опасности, с помощью которого каждому базисному событию с индексом  $r$  ставится в соответствие кортеж типа  $(r, J_r)$ , где  $J_r$  – множество индексов факторов, влияющих на возникновение  $a_r$ ;

– база знаний о функциях влияния причинных факторов на вероятности возникновения БС  $f_j^r(X_j)$ .

Описание влияния факторов на возникновение базисных событий может быть представлено продукциями следующего типа.

«Если [ситуация представлена условием:  $(X_{j_0} = x_{j_0}^t)$  и для всех  $j \neq j_0$   $(X_j = x_j^N)$ ], то вероятность возникновения базисного события  $a_r$  определяется значением функции влияния фактора  $X_{j_0}$  на  $a_r$ , когда фактор равен  $x_{j_0}^t$ ». Здесь  $x_j^N$  – нормальные значения факторов  $X_j (j \neq j_0)$ .

Таким образом, для каждого причинного фактора  $X_j$  в БЗ формируется  $n_j$  кортежей следующего типа  $(r, j, x^t, f_j^r(x^t))$ , где  $x^t$  – одно из  $n_j$  возможных значений фактора  $X_j, j \in J_r, f_j^r(x^t)$  – значение функции влияния фактора  $X_j$  на БС  $a_r$ , когда  $X_j = x^t$ .

### 3. Оценка агрегированного влияния совокупности факторов

Рассмотрим некоторое базисное событие " $a$ " и допустим, что на его возникновение влияют факторы  $X_j (j = \overline{1, k})$ . При этом для каждого фактора  $X_j$  описаны область возможных значений  $(x_j^1, x_j^2, \dots, x_j^{n_j})$  и его функция влияния  $f_j^a(X_j)$ . Пусть значения факторов для текущей ситуации равны  $x_j^t$ , т.е. текущая ситуация описана вектором  $(x_1^t, \dots, x_k^t)$ . Задача оценки агрегированного влияния совокупности факторов на вероятность БС может быть поставлена в следующей формулировке.

Определить вероятность БС " $a$ ", которое возникает под одновременным влиянием факторов  $X_j$ , когда эти факторы принимают значения  $x_j^t$ .

Вероятность БС можно оценить [5] с помощью выражения

$$P(a) = 1 - \prod_{j=1}^k [1 - f_j^a(x_j^t)]. \quad (1)$$

Таким образом, наблюдая за ситуациями ПОО, можно оценивать текущие значения вероятностей БС.

Результаты, полученные с помощью МЭОШ, могут быть использованы как входные данные для традиционных методов ВАБ. Комплекс методов ДО, ДС и МЭОШ может быть модельно-

алгоритмическим базисом для систем прогноза и анализа техногенных аварий. При этом опасность (по критерию вероятности нежелательных событий) моделируется, начиная с этапа ее «зарождения» до реализации аварии.

#### 4. Методика расчета показателей опасности

Исходными данными для расчета показателей опасности ситуаций являются конкретные значения причинных факторов, которые они принимают в оцениваемой ситуации. Авария является результатом случайного процесса развития опасности. При этом имеют место случаи:

- авария является «верхним» событием ДО;
- авария является «конечным» событием одной цепочки опасных событий;
- авария возникает в результате нескольких цепочек опасных событий.

Рассмотрим процесс расчета оценки вероятности аварии, когда она является «верхним» событием ДО.

ДО устанавливает связь между результирующим («верхним») событием и БС, которые на него влияют. Эти БС соединены логическими элементами в определенные параллельные или последовательные сочетания. Существенным понятием является понятие минимального сечения (или просто сечения). Сечение есть комбинация наименьшего числа БС, которая может привести к «верхнему» событию. «Верхнее» событие может быть представлено дизъюнкцией минимальных сечений, то есть

$$A = S_1 \cup S_2 \cup \dots \cup S_Q, \quad (2)$$

где

$$S_q = a_{q1} \cap a_{q2} \dots \cap a_{qL_q}; \quad (3)$$

$$q = 1, \dots, Q;$$

$a_{ql} (l = 1, \dots, L_q)$  – базисные события, составляющие сечение  $S_q$ ;

$L_q$  – количество БС в сечении  $S_q$ .

Вероятность верхнего события определяется выражением

$$P(A) = \sum_{q=1}^Q P(S_q). \quad (4)$$

Вероятность сечения определяется выражением

$$P(S_q) = \prod_{l=1}^{L_q} P(a_{ql}). \quad (5)$$

Подставим (5) в (4) и получим

$$P(A) = \sum_{q=1}^Q \prod_{l=1}^{L_q} P(a_{ql}). \quad (6)$$

Оценку вероятности БС  $a_{ql}$  можно получить из выражения (1). Для этого внесем в него необходимые индексы:

$$P(a_{ql}) = 1 - \prod_{j \in J_{ql}} [1 - f_j^{ql}(x_j)], \quad (7)$$

где  $J_{ql}$  – множество индексов тех факторов, которые влияют на вероятность  $a_{ql}$ ;

$f_j^{ql}(x_j)$  – значение функции влияния фактора с индексом  $j$  на БС  $a_{ql}$ , когда значение фактора равно  $x_j$ .

Подставив (7) в (6), получим выражение для оценки вероятности «верхнего» события ДО:

$$P(A) = \sum_{q=1}^Q \prod_{l=1}^{L_q} \left\{ 1 - \prod_{j \in J_{ql}} [1 - f_j^{ql}(x_j)] \right\}. \quad (8)$$

Правило вывода состоит из следующих шагов.

- Определение текущих значений причинных факторов  $-x_1^t, x_2^t, \dots, x_k^t$ . (Выполняется на основании мониторинга текущих ситуаций).
- Определение значений функций влияния  $f_1^r(x_1^t), f_2^r(x_2^t), \dots, f_k^r(x_k^t)$ , соответствующих текущим значениям факторов. Выполняется на основе базы знаний для всех базисных событий  $a_r (r \in R)$ , включенных в дерево отказов анализируемой аварии.
- Вычисление оценки вероятностей базисных событий  $a_r (r \in R)$  с помощью выражения (7)

$$P(a_r) = 1 - \prod_{j=1}^K [1 - f_j^r(x_j^t)].$$

- Расчет оценки вероятности аварии с помощью выражения (8).
- Сравнение полученного значения вероятности аварии с допустимым значением для формирования вывода о степени опасности оцениваемой ситуации.

## 5. Заключение

Предложен подход к созданию экспертных систем, позволяющих оценивать вероятности возникновения элементарных нежелательных (базисных) событий на потенциально опасных объектах.

База знаний подобных экспертных систем хранит и использует формализованные экспертные знания о возможных ситуациях на объектах и о степени влияния ситуаций на вероятности возникновения базисных событий.

Правило вывода является исключительно простым вследствие специфических особенностей элементов базы знаний. Эти особенности заключаются в независимости причинных факторов опасности и монотонности их влияния на вероятности возникновения базисных событий.

Средством создания подобных экспертных систем является Метод экспертных оценочных шкал (МЭОШ).

Созданная экспертная система включается в контур мониторинга и оперативного анализа безопасности.

Особенность данной технологии – наблюдение не за отдельными параметрами, а за ситуацией (совокупностью причинных факторов, влияющих на опасность). Данная технология не является альтернативой традиционному вероятностному анализу безопасности, а дополняет и расширяет его возможности.

Практическая значимость заключается в возможности автоматических расчетов оценок текущей техногенной опасности на основании данных, полученных в результате мониторинга причинных факторов опасности.

Теоретическая значимость – в возможности формирования количественной меры (по критерию вероятности аварии) на пространстве ситуаций, возможных на потенциально опасных объектах.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Integrated Reliability and Risk Analysis System (IRRAS). Basic Training Course. NRC. – Washington, 1995. – 720 p.
2. Вероятностный анализ безопасности атомных станций (ВАБ) / В.В. Бегун, О.В. Горбунов, И.Н. Каденко и др. – К.: НТУУ "КПИ", 2000. – 568 с.
3. Серебровский А.Н. О создании интеллектуализированных систем оценки и анализа техногенной опасности // VII-я международная конференция "Интеллектуальный анализ информации". – Киев, 2007. – 15–18 мая.
4. Серебровский А.Н., Рогач В.Д. О формировании информационной основы систем оценки и анализа ситуаций на потенциально опасных объектах // Математичні машини і системи. – 2002. – № 3. – С. 62 – 70.
5. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математичні машини і системи. – 2002. – № 1. – С. 41 – 48.
6. Serebrovsky A.N. Models and algorithms of probabilistic safety assessment of potentially hazardous objects // Вестник национального технического университета "ХПИ". – 2007. – № 6. – С. 127 – 134.
7. Серебровский А.Н. Методы оценки вероятностей отказов в процессах прогнозирования техногенных чрезвычайных происшествий // Математичні машини і системи. – 2007. – № 2. – С. 111 – 116.
8. Саати Т.Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М: Радио и связь. 1993. – 305 с.

**3.14. А.О.МОРОЗОВ, Г.Є.КУЗЬМЕНКО, Б.О.БІЛЕЦЬКИЙ, А.Д.ЯРОВИЙ,  
О.В.ТРАЦЕВСЬКИЙ**

**ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРАКТИЦІ МОНІТОРИНГУ  
ПРОТІКАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТА ТЕХНОГЕННОГО  
ТА ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРУ**

---

Враховуючи велику кількість надзвичайних подій (НП) техногенного та природного характеру, що відбуваються за останні роки в Україні і у світі в цілому, велике значення набуває проблема оперативного реагування на них, моніторингу протікання НП та управління ресурсами в процесі їх ліквідації.

Для прийняття об'єктивних та виважених рішень з питань управління процесом ліквідації наслідків НП, розподілу ресурсів необхідно мати оперативну та достовірну інформацію щодо:

- розмірів надзвичайної події;
- об'ємів людських та матеріальних втрат (скільки людей загинуло, травмовано, госпіталізовано, переселено, втратило життя і т.ін.; скільки зруйновано населених пунктів, будинків, доріг, дамб, залізничних колій, ліній електропередач, телефонних ліній, підприємств і т.ін.);
- наявності ресурсів, які можуть бути використані в процесі ліквідації НП (людських, технічних засобів, засобів пересування, спеціальних засобів та інших), та їх дислокації;
- стану навколишнього середовища;
- досвіду ліквідації НП аналогічного типу (об'єкти НП, стратегії ліквідації НП, які приймалися, та результати реалізації цих стратегій);
- стану об'єкта, на якому відбулася НП, до початку її та базу знань моделей щодо прогнозування наслідків НП, визначення зони ураження, втрат, можливості виникнення ланцюга НП.

Крім того, важливу роль відіграють засоби подання інформації щодо протікання НП, наявності та дислокації ресурсів, стану об'єкта, де відбулася НП, та тих об'єктів, що знаходяться в радіусі дії НП.

Для вирішення таких проблем в Міністерстві оборони України створюється автоматизована система підтримки прийняття рішень Центру оперативного реагування на кризові ситуації.

Ядром системи є розподілений Банк даних і знань [1], технологія колективного обговорення та прийняття рішень [2,3] з використанням засобів відображення інформації колективного користування (ЗВІКК), електронних карт та ГІС-технологій.

В Банку даних та знань зберігаються дані про стан потенційно небезпечних об'єктів та територій Міністерства оборони; всі повідомлення, які надходять від МНС, регіональних держадміністрацій та інших міністерств та відомств щодо НП, що виникають; дані щодо протікання та ліквідації попередніх НП (втрати, об'єм пошкоджень, задіяні ресурси, плани щоденних робіт по ліквідації), елементи знань у вигляді аналітичних висновків по закінченні ліквідації НП, стратегій прийняття рішень – прецедентів НП, окремих моделей прогнозування наслідків НП [4-6].

Бази фактографічних даних формуються на основі оперативних повідомлень, які надходять різноманітними каналами зв'язку безпосередньо з місця подій.



Крім того, в Банку даних зберігається інформація щодо наявних ресурсів як людських, так і матеріально-технічних, ЗСУ, які можуть бути задіяні у залежності від типу НП.

Для відображення інформації на електронну карту використовуються спеціальні ГІС-проекти, розроблені на основі ArcView під різні типи НП.

Перша черга АСППР ЦОРКС складається з таких складових:

Розподілений банк даних;

Підсистема оперативного реагування на НП;

Підсистема моніторингу протікання НП;

Підсистема оцінки стану потенційно небезпечних об'єктів;

Спеціалізована ГІС;

Підсистема запитів;

Підсистема відображення інформації на ЗВІКК;

Підсистема оцінки альтернативних варіантів рішень;

База знань;

Підсистема оцінки якості виконання прийнятих рішень;

Локальна мережа;

АРМи учасників наради;

АРМи експертів учасників наради;

Технологія колективного обговорення і прийняття рішень.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основні положення концепції розподіленого інтегрованого банку даних у складі ЕА АСУ ЗСУ/ Морозов А.О., Яровий А.Д., Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Пилипенко Ю.Г., Косс В.А., Трацевський О.В. // Математичні машини і системи. – 1999. - №2. - С.143-152
2. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления. //УСМ. – 1995. - №4/5. – С.91-95.
3. Кузьменко Г.Є. Створення баз знань в системах колективного прийняття рішень типу ситуаційних центрів / Литвинов В.А., Ходак В.І. // Математичні машини і системи. – 2000. - №1. -с. 71-80.
4. Серебровский А.Н. О контроле и анализе ситуаций на потенциально опасных объектах // Математические машины и системы. – 1999. - №1. – С.98-117.
5. Серебровский А.Н. Об оценках ситуаций на потенциально опасных объектах на этапе привативного мониторинга //Математические машины и системы. – 2000. - №1. – С.57-65.
6. Серебровский А.Н. О комбинированном подходе моделирования техногенной опасности / Рогач В.Д. , Хоминич В.С. // International Conference on inductive modeling. Lviv. - May, – P.80-84.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є. Шлях від АСУП до Ситуаційних центрів // Математичні машини і системи. – 2008. - №3. – С. 82-107.
2. Морозов А.А. Системы принятия решений: проблемы и перспективы // INT (Інформація та нові технології). - 1995. - №1. - С.6-10.
3. Морозов А.А. . Новые информационные технологии в системах принятия решений // Управляющие системы и машины. – 1993. - №3. - С.13-22.
4. Морозов А.А. Ситуационные центры – основа управления организационными системами большой размерности // Математические машины и системы. – 1997. - №2. - С.7-10.
5. Морозов А.А., Яценко В.А. Ситуационные центры – основа стратегического управления // Математичні машини і системи. – 2003. - №1. – С. 3 -14.
6. Морозов А.А., Теслер Г.С. Ситуационное управление и системы поддержки принятия решений // Системы підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. – м.Київ, червень, 2005. - С.5-9.
7. Морозов А.А., Кузьменко Г.Є., В'юн В.І., Литвинов В.А. Ситуационные центры. Основные принципы конструирования // Математичні машини і системи. – 2006. - №3. – С. 73-79.
8. Морозов А.А., Кузьменко Г.Є. Ситуационные центры – технология принятия управленческих решений // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Построение общества, ресурсы и технологии». Киев. - 2005.
9. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є. Побудова сценаріїв розвитку подій – основа функціонування інформаційно-аналітичних систем типу ситуаційні центри // Системы підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. м.Київ, червень, 2005. - С. 41-44.
10. Морозов А.А., Кузьменко Г.Є., В'юн В.І., Яровой А.Д. Об одном подходе к подготовке и принятию управленческих решений // III Международная научно-практическая конференция «Информация, анализ, прогноз – стратегические рычаги эффективного государственного управления». – Киев. – 2002. - С.81-86.
11. Г.Є. Кузьменко, В.Є. Плиш. Функциональная архитектура интегрированной системы поддержки принятия решений в условиях Ситуационных центров // Математические машины и системы . – 1997. - №1. - С.56 -63.
12. Морозов А.О., Баран Л.Б., Копейчиков В.В., Косолапов В.Л. «Рада-3» - система підтримки прийняття рішень для законотворчого процесу Верховної Ради України та Рад інших рівнів // Математичні машини і системи. – 2008. - №1. – С.3-22.
13. Морозов А.А. Базы знаний в системах ситуационного управления коллективного пользования // Управляющие системы и машины. – 1995. - №4/5. - С.91-96.
14. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Ходак В.І. Створення баз знань в системах колективного прийняття рішень типу Ситуаційних центрів // Математичні машини і системи. – 2000. - №1. – С. 71-80.
15. В'юн В.І., Кузьменко Г.Є., Морозов А.О. Інтелектуалізація АСУ: проблеми, напрямки досліджень // Математичні машини і системи. – 2001. - №1,2. – С. 21-24.
16. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Литвинова А.Н., Майстренко С.Я. Модель анализа и оценки эффективности методов логического контроля информации // Математичні машини і системи. – 2002. - №1. – С. 49-55.
17. Г.Є.Кузьменко, В.А.Литвинов, Ю.Г.Пилипенко, В.І.Ходак. Задачи повышения качества информационной базы агентно-ориентированных интеллектуализованных СППР // Математичні машини і системи. – 2002. - №3. – С. 53-61.
18. В'юн В.І., Довгополий А.С., Кузьменко Г.Є. Багатоагентні риси архітектури інтелектуалізованих систем автоматизації управління // Математичні машини і системи. – 2003. - №1. – С. 52-56.
19. Морозов А.О., Косолапов В.Л., Ромашкина Л.В., Козлов В.В., Муренко Р.П. Запровадження інтелектуальних інформаційних технологій для систем підтримки прийняття рішень // Науково-практичний інформаційний журнал « Науково-технічна інформація». – 2003. - №3. - С. 36-41.
20. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А. Прагматичний підхід до оцінки рівня інтелекту інтелектуалізованих систем // Математичні машини і системи. – 2003. - №3,4. – С. 75-78.
21. Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Алгоритми і моделі автоматичної ідентифікації та корекції типових помилок користувача на основі природної надмірності // Математичні машини і системи. – 2004. - №2. – С.134-148.
22. Белоус Л.В., Литвинов В.А., Майстренко С.Я. Модель упереджающей подсказки в интеллектуализованном интерфейсе пользователя // Математичні машини і системи. – 2004. - №3. – С. 156-163.
23. В'юн В.І. Інтелектуалізація інформаційних систем – механізми та інструментарії інтерактивного ситуативного аналізу // Математичні машини і системи. – 2004. - №3. – С. 125-131.
24. Асельдеров З.М., В'юн В.І., Морозов А.О. «Континуум розумності» ситуаційних центрів // Штучний інтелект. Матер. конференції. – 2004. - №4. - С. 245-251.
25. Морозов А.О., В'юн В.І., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація інформаційних систем: орієнтація на формування знань в процесах аналізу «інформаційних згорток» // Математичні машини і системи. – 2005. - №2. – С. 140-146.
26. В'юн В.І. Про деякі аспекти інтелектуалізації проблемно-орієнтованих інформаційних систем (ІС) // Системы підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. - м.Київ, червень, 2005. - С. 19-21.
27. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Ходак В.І. Обнаружение и исправление ошибок пользователя по словарям допустимых слов и словосочетаний // Математичні машини і системи. – 2006. - №2. – С. 80-86.
28. Литвинов В.А., Майстренко С.Я., Пилипенко Ю.Г. Исправление ошибок пользователя на основе совместного использования помехозащитных кодов и виртуального словаря допустимых слов // Математичні машини і системи. – 2007. - №1. – С. 67-76.

29. В'юн В.І., Міхненко Ю.А. Сховище даних як модель ситуаційного аналізу діяльності інформаційної системи // Математичні машини і системи. – 2007. - №3,4. – С. 145-149.
30. Білецький Б.О., Гамбаль О.В., Кузьменко Г.Є. Інтелектуалізація взаємодії користувача з системою на основі геоінформаційних технологій // Математичні машини і системи. – 2008. - №2. – С. 63-69.
31. Литвинов В.А., Оксанич І.Н. Оценка уровня виртуальной интеллектуальности прикладной программно-технической системы на основе анализа эргономической модели // Математичні машини і системи. – 2008. - №2. – С. 100-105.
32. Морозов А.А., Білецький Б.А., Вишневський В.В., Кузьменко Г.Є., Пилипенко Ю.Г. Системная интеграция новых технологий в программно-техническом комплексе «Пресс-центр выборы 98» // Математические машины и системы. – 1998. - №2. - С.86 -91.
33. Морозов А.О., Яровий А.Д., Кузьменко Г.Є., Литвинов В.А., Пилипенко Ю.Г., Косс В.А., Трацевський О.В. Основні положення концепції розподіленого інтегрованого банку даних у складі ЄАСУ ЗСУ // Математичні машини і системи. – 1999. - №2. – С. 143-152.
34. Серебровский А.Н. Об одном методе вероятностного анализа безопасности потенциально опасных объектов // Математичні машини і системи. – 2002. - №1. – С. 41-48.
35. Морозов А.О., Косолапов В.Л., Колосов В.Є., Суперсон С.І., Копейчиков В.В. Підтримка прийняття рішень із використанням прогнозно-аналітичних технологій // Науково-практичний інформаційний журнал: «Науково-технічна інформація» – 2002. - №2. – С.32-34.
36. Морозов А.А., Вишневський В.В., Масол Д.И., Власова Т.М. Моделирование и реализация сетевого комплекса отображения визуальной информации // Математичні машини і системи. – 2003. - №1. – С. 82-94.
37. Косс В.А. Вариант структуры активного объекта з точки зору функцій підтримки прийняття рішень в системах типу «Ситуаційний центр» // Математичні машини і системи. – 2004. - №2. – С. 73-78.
38. Еременко Т.К., Оксанич І.Н., Пилипенко Ю.Г. Мониторинг объектов, являющихся ресурсом для использования в работе кризисных ситуационных центров // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. - м.Київ, червень, 2005. - С. 70-71.
39. Білецький Б.О., Качан Є.В., Кудря А.В., Ситниченко О.В. Використання засобів ГІС в системах підтримки прийняття рішень (приклад реалізації) // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. - м.Київ, червень, 2005. - С. 10-14.
40. Хомініч В.С. Ситуаційний центр регіонального управління, кількісна оцінка готовності ПНО протистояти терористичним загрозам // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. - м.Київ, червень, 2005. - С. 76-77.
41. Беспалов В.П., Коваль Ю.Х. Автоматизована система «Оцінка характеру і наслідків надзвичайної події на хімічно небезпечних об'єктах» // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. -м.Київ, червень, - 2005. - С. 82-85.
42. Майстренко С.Я. Ориентировочные оценки точности агрегированных показателей в многоуровневых агрегированных показателей в многоуровневых информационных системах // Математичні машини і системи. – 2005. - №2. – С. 96-103.
43. Морозов А.А., Вишневський В.В. Регламентные процедуры ситуационного зала // Системи підтримки прийняття рішень. Теорія і практика. - м.Київ, червень, 2007. - С. 5-7.
44. Серебровский А.Н. Экспертные системы оперативной оценки техногенной опасности // Математичні машини і системи. – 2007. - №3,4. – С. 139-144.
45. Морозов А.О., Кузьменко Г.Є., Білецький Б.О., Яровий А.Д., Трацевський О.В. Застосування інформаційних технологій в практиці моніторингу протікання та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ**

**СИТУАЦІЙНІ ЦЕНТРИ  
ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА**

---

Підписано до друку 12.02.09. Формат 60х94/16. Папір офс. Друк офс.  
Умов.друк. л. 24,3 Ум.-вид.л. 27. Тираж 300 екз. Заказ № 1/022

---

**Київ 2009**

2009, Видавництво СП "Інтертехнодрук"