

УДК 004.82, 621.396

А.С. Коваленко, А.А. Смирнов, С.А. Смирнов, А.В. Коваленко

Кировоградский национальный технический университет, Кировоград

## ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К СТРУКТУРЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

*Рассматриваются концепция использования квазиаксиоматических и семиотических систем при создании экспертных систем технической диагностики интегрированной информационной системы. Выдвинуты требования к построению экспертной системы технической диагностики. Определены направления дальнейшего развития.*

**Ключевые слова:** интегрированная информационная система, техническая диагностика.

### Постановка проблемы в общем виде и анализ литературы

Реализация политики интеграции Украины в мировую транспортную и информационную систему [1], обеспечения эффективного функционирования национальной транспортной системы и международных транспортных коридоров через территорию государства обусловили необходимость развития интегрированной информационной системы (далее ИИС) обеспечения управления подвижными объектами.

ИИС представляет собой сложную систему, реализованную с помощью технических средств, телекоммуникационных или компьютерных сетей и соответствующего программного обеспечения. Ввиду того, что программное обеспечение и оборудование сети являются достаточно сложными и функционируют в реальной среде, возникает задача поддержания высокой эффективности функционирования сети.

При создании ИИС [2 – 5] (обеспечение управления подвижными объектами, контроля за использованием воздушного пространства и других) одной из неотъемлемых составляющих должна быть система технической диагностики, которая должна охватывать каждую из подсистем ИИС. Поскольку неисправность ИИС (неспособность выполнять хотя бы одну из нужных функций) приведет к катастрофическим последствиям.

Из-за большого количества объектов диагностики, сложности и некорректности протоколов различных уровней задача технической диагностики ИИС является плохо формализуемой. А значит, традиционные способы технической диагностики (аппаратный и функциональный контроль) будут малоэффективными. Наиболее перспективным подходом к решению этой задачи является разработка и создание экспертной системы (далее ЭС) технической диагностики ИИС.

Такая система должна по поступающей от ИИС информации оценивать текущее состояние сети и ее

объектов, осуществлять поиск неисправностей, прогнозировать дальнейшее развитие ситуации на объектах диагностики, представлять полученные результаты в удобной для понимания оператором форме.

**Цель статьи** сформировать требования к структуре разрабатываемой ЭС технической диагностики ИИС.

### 1. Использование концепции квазиаксиоматических систем при создании ЭС

ЭС представляет собой комплекс программ и аппаратных средств, имитирующих некоторые процессы мыслительной деятельности специалиста при решении круга задач, и является фактически технологическим обеспечением ЭВМ.

Целью ЭС является принятие совокупности формальных и эвристических знаний от специалистов и затем использование их при решении тех же проблем, с которыми обычно сталкиваются специалисты в данной области. Основными особенностями ЭС является осуществление диалога на языке, понятном пользователю, способность системы объяснять и оправдывать свои действия.

Из определения ЭС следует, что она должна обладать следующими основными свойствами:

- компетентностью, т.е. принятые ею решения должны быть такого же высокого уровня, как и у профессионала;
- способностью использовать как общие, так и частные схемы рассуждения;
- способностью решать трудные задачи из сложных предметных областей, способностью к рассуждениям о собственной работе.

Структура традиционной ЭС представлена на рис. 1. Обычная ЭС состоит из пяти основных компонентов [6 – 8]:

1. Интерфейс с пользователем.
2. Подсистема логического вывода.
3. База знаний (далее БЗ), составляющие ядро ЭС.

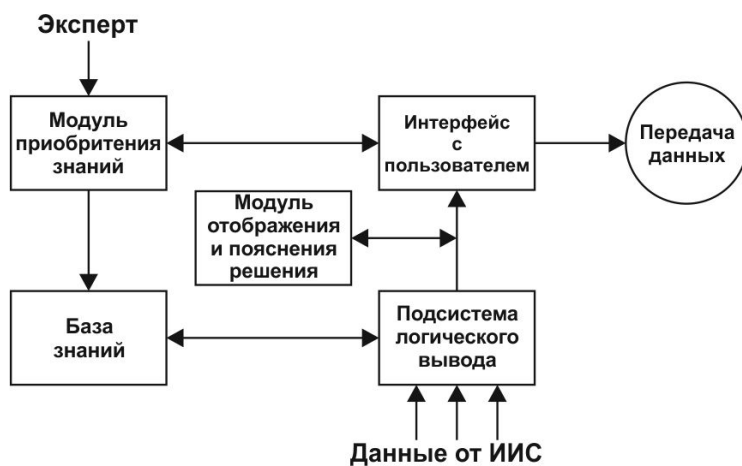


Рис. 1. Традиционная структура ЭС

4. Модуль приобретения знаний.

5. Модуль отображения и пояснения решений.

Взаимодействие пользователя с ЭС осуществляется через интерфейс пользователя на проблемно-ориентированном языке. В интерфейсе пользователя происходит преобразование предложений естественного языка на внутренний язык представления знаний ЭС.

Данные, необходимые для решения поставленных перед ЭС задач, поступают в подсистему логического вывода, которая, используя информацию из БЗ, решает поставленную задачу. Основу БЗ составляют факты и правила, описывающие реально происходящие в данной предметной области процессы.

С помощью модуля отображения и объяснения решения происходит отображение промежуточных и окончательных решений и объяснение пользователю действий ЭС.

Функция модуля приобретения знаний состоит в поддержке процесса извлечения знаний о предметной области. Как правило, эти знания носят эмпирический характер и плохо формализованы. Процесс передачи этих знаний от эксперта системе является наиболее узким местом при проектировании системы. Из приведенного описания структуры традиционной ЭС видно, что в качестве анализа недостатков и достоинств структуры ЭС необходимо провести анализ достоинств и недостатков ее ядра.

С формальной точки зрения ядро ЭС представляет собой квазиаксиоматическую систему  $M_2$ , которую можно представить в виде следующего кортежа

$$M_2 = (M_1, B, K), \quad (1)$$

где  $M_1$  – обычная аксиоматическая система;  $B$  – множество аксиом данной предметной области;  $K$  – множество правил достоверного вывода, используемое при решении задач в данной предметной области.

В свою очередь, аксиоматическую систему можно представить в виде следующего кортежа

$$M_1 = (T, P, A, H), \quad (2)$$

где  $T$  – множество базовых элементов;  $P$  – множество синтаксических правил, применение которых к элементам из  $T$  порождает правильно построенные формулы;  $A$  – множество логических аксиом;  $H$  – множество логических правил вывода.

БЗ представляет собой множество  $B$ , а подсистема логического вывода – программную реализацию правил вывода из множеств  $K$  и  $H$ .

Достоинством аксиоматических систем является высокая эффективность решения задач в небольшой по объему предметной области. В таких ЭС предполагается, что БЗ полна и непротиворечива. Проведенный анализ ИИС как объекта диагностики показал, что знания о характере функционирования ИИС не будут соответствовать данному условию. Следовательно, квазиаксиоматические системы не подходят для формализации знаний о функционировании систем типа ИИС. Для эффективной работы такой ЭС необходимо постоянно вносить дополнения и изменения в отдельные множества системы  $M_2$ .

В ЭС с традиционной структурой модуль приобретения знаний частично реализует функции дополнения БЗ. Однако выявленные этим модулем знания носят правдоподобный характер, а значит, простое добавление выявленных аксиом приведет к появлению противоречий в БЗ.

Таким образом, ЭС с традиционной структурой не подходит для диагностики ИИС из-за плохой формализуемости знаний данной предметной области. Это вызвано следующими причинами:

- функционирование системы осуществляется только на основе знаний, полученных от эксперта;
- модели представления знаний ориентированы на простые и хорошо структурированные области;
- существует большое количество не выраженных явно сведений, "скрытых" в структурах представления знаний. Это обусловлено тем, что не все предложения эксперта нашли отражение в модели предметной области, включенной в систему;

- реализация механизма вывода только при условии полноты и непротиворечивости знаний и данных;
- пополнение знаний и проверка их на непротиворечивость осуществляется человеком;
- несовпадение структуры знаний о предметной области в ЭС и у эксперта. Это приводит к неполноте БЗ.

Все приведенные недостатки свидетельствуют о неэффективности использования традиционных ЭС для решения задач технической диагностики ИИС. Необходима разработка такой структуры ЭС, которая учитывала бы указанные выше недостатки ЭС с традиционной архитектурой, а также особенностей технической диагностики ИИС.

## 2. Использование концепции семиотических систем при создании ЭС

Из проведенного выше анализа достоинств и недостатков использования ЭС с традиционной структурой для решения задач технической диагностики ИИС видно, что использование при создании ЭС концепции квазиаксиоматических систем не позволяет создать эффективные ЭС для решения задач технической диагностики ИИС. В качестве альтернативного подхода предлагается использовать концепцию семиотических систем [9].

Под семиотическими системами будем понимать такие системы, которые можно представить в виде следующего кортежа:

$$M_3 = (M_2, X_1(T), X_2(P), X_3(A), X_4(H), X_5(B), X_6(K)), \quad (3)$$

где  $M_2$  – квазиаксиоматическая система;  $X_i(Z)$  –

множества правил изменения соответствующих элементов в  $M_1, M_2$ .

Как указывалось выше, логический вывод неэффективен при неполной и недостоверной БЗ. Следовательно, встает вопрос об использовании более эффективного механизма поиска решения. В качестве такого механизма предложены процессуальные рассуждения. В ходе процессуального рассуждения рассматриваются различные аспекты знаний, целей и возникающих гипотез.

Другим направлением повышения эффективности работы ЭС технической диагностики ИИС является использование механизма самообучения. Под обучением ЭС будем понимать любое улучшение работы системы, являющееся результатом накопления опыта.

Всякая система, созданная с таким расчетом, чтобы она могла улучшать свою работу, должна содержать следующие компоненты:

- множество информационных структур, в которых кодируется текущий уровень знаний ЭС (база знаний);
- алгоритм задачи (подсистема логического вывода), который использует эти правила для диагностики ИИС;
- модуль обратной связи (модуль определения качества работы ЭС), который сопоставляет достигнутые результаты с желаемыми;
- обучающийся механизм (модуль поиска новых знаний), который использует обратную связь, поступающую от модуля оценки качества работы ЭС для усовершенствования правил.

Эти главные компоненты схематически представлены на рис. 2.

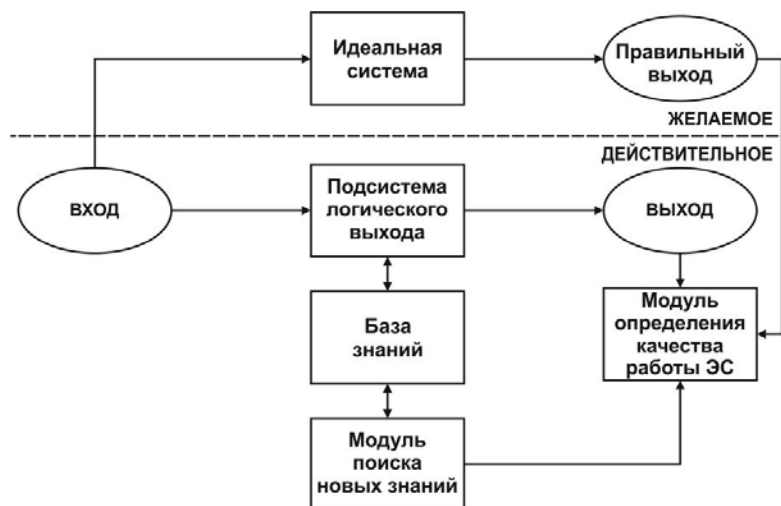


Рис. 2. Примерная структура самообучающейся ЭС

Согласно [9] процесс обучения можно представить как решения следующих двух задач:

- непосредственное решение задач технической диагностики ИИС или данную задачу можно описать как этап работы в фиксированном исчислении;

– повышение эффективности работы ЭС технической диагностики ИИС или этап видоизменения квазиаксиоматической системы  $M_2$ .

Следовательно, появляется возможность разнести решение задач технической диагностики и

задач повышения эффективности ЭС технической диагностики, что положительно скажется на правильности и своевременности диагностики сети.

Однако практическая реализация данной схемы невозможна без изучения ряда важных вопросов. Так, например, неясно на основании какой информации и когда необходимо видоизменять существующую БЗ, каким образом оценивать качество работы ЭС.

## Выводы

На основе проведенного анализа можно выдвигать следующие требования к ЭС технической диагностики:

– ЭС должна уметь работать в условиях неполноты и противоречивости исходной информации;

– при решении задачи необходимо разработки подсистемы пояснений решения, что более свойственно человеческим рассуждениям (процессуальные рассуждения);

– необходимость наличия средств оценки эффективности работы ЭС;

– необходимость разработки средств интеллектуальной обработки данных с целью получения новых знаний на основании имеющихся данных.

ЭС технической диагностики ИИС должна иметь средства для организации процессуальных рассуждений, поиска новых знаний. Структура ЭС технической диагностики должна также содержать механизм управления накоплением знаний, механизм управления эффективностью работы ЭС технической диагностики. Для этого необходимо вести статистику использования знаний из различных участков предметной области.

Необходимо также вести статистику проводимых в БЗ изменений, характер этих изменений, в каких частях БЗ они проводились и к каким результатам эти изменения привели. Включение этих механизмов в структуру ЭС технической диагностики потребует изменений в традиционной структуре ЭС технической диагностики.

## Список литературы

1. *Постанова Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2008 р. N 834 «Про затвердження Державної цільової науково-технічної програми створення державної інтегрованої інформаційної системи забезпечення управління рухомими об'єктами (зв'язок, навігація, спостереження)».*

2. *Смірнов О.А. Обґрунтування необхідності створення систем технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / О.А. Смірнов, А.С. Кожанова, О.В. Коваленко // Системи обробки інформації. – Х.: ХУ ПС, 2013. – Вып. 6(113). – С. 255-257.*

3. *Коваленко А.С. Підсистема технічної діагностики для автоматизації процесів керування в інтегрованих інформаційних системах / А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, О.В. Коваленко // Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 1(37). – С. 86-90.*

4. *Система технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем – обґрунтування необхідності створення, визначення понятійного апарату та напрямів досліджень / А.С. Кожанова, О.А. Смірнов, М.П. Савченко, Д.М. Ізосімов, В.В. Мороз // Тринадцята науково-технічна конф. "Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах", 5-6 вересня 2013 року: тези доповідей. – Феодосія: ДНВЦ, 2013. – С. 21.*

5. *Кожанова А.С. Визначення основних напрямків досліджень щодо створення системи технічної діагностики інтегрованих інформаційних систем / А.С. Кожанова, О.А. Смірнов, А.В. Челпанов // Тези доповідей IV науково-технічної конф. «Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних сил України». – Київ. 16-20 грудня 2013 р. – К.: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. – 2013. – С. 293.*

6. *Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: пер. с англ. под ред. В. Л. Стефанюка / Д. Уотермен. – М.: Мир, 1989. – 388 стр. с ил.*

7. *Питер Джексон. Введение в экспертные системы / Питер Джексон. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – С. 624.*

8. *Джозеф Джарратано. Экспертные системы: принципы разработки и программирование: пер. с англ. / Джозеф Джарратано, Гари Райли. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1152 стр. с ил.*

9. *Поиск вывода как модель эвристического процесса // Кибернетика. – 1972. – № 5. – С. 74-78.*

Поступила в редколлегию 20.02.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. С.Г. Семенов, Национальный технический университет «ХПИ», Харьков.

## ОБґРУНТУВАННЯ ВИМОГ ДО СТРУКТУРИ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ ІНТЕГРОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

А.С. Коваленко, О.А. Смірнов, С.А. Смірнов, О.В. Коваленко

*Розглядаються концепція використання квазіаксіоматичних і семіотичних систем при створенні експертних систем технічної діагностики інтегрованої інформаційної системи. Висунуті вимоги до побудови експертної системи технічної діагностики. Визначено напрями подальшого розвитку.*

**Ключові слова:** інтегрована інформаційна система, технічна діагностика.

## JUSTIFICATION REQUIREMENTS TO STRUCTURE DESIGN EXPERT SYSTEM DIAGNOSTIC INTEGRATED INFORMATION SYSTEM

A.S. Kovalenko, A.A. Smirnov, S.A. Smirnov, A.V. Kovalenko

*Discusses the concept of using a quasi axiomatic and semiotic systems in creating expert systems of technical diagnostics integrated information system. Put forward the requirements for building an expert system of technical diagnostics. Identified areas for further development.*

**Keywords:** integrated information system, technical diagnostics.