

УДК 519.7:004.8

И.С. Творошенко

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков***АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

В данной статье рассмотрены вопросы, посвященные анализу работы интеллектуальной системы принятия решений применительно к моделированию процессов кардиологии человека. Проведен ряд тестовых примеров для определения сложности инструментальных средств, а также показана практическая значимость разработанной системы.

Ключевые слова: логический вывод, моделирование процессов, нечеткая интервальная логика, сетевые модели, коэффициент уверенности.

Введение

Разработанная в [1 – 3] интеллектуальная система принятия решений базируется на знаниях, с помощью которых она высказывает предположения о возможных решениях, выдает рекомендации для уточнения решения, а также принимает решения, уровень компетентности которых не ниже, чем уровень человека-эксперта. Одной из задач такой системы является принятие совокупности формальных и эвристических знаний от специалистов высокого уровня, использование этих знаний другими специалистами данной предметной области или смежных профессий, а также обеспечение консультаций, направленных на повышение уровня принимаемых решений. Как правило, интеллектуальные системы функционируют с помощью следующих компонент [4]: базы знаний (БЗ), в которой включены знания, опыт и интуиция эксперта; базы данных (БД); блока логического вывода; блока объяснений; дружественного интерфейса с пользователем. Представленная в [1 – 3] система работает в условиях неопределенности и жестких ограничений на ресурсы [5], поэтому включает в своей структуре дополнительные модули [1]. К особенностям разработанного механизма анализирующего состояния объекта исследования следует отнести:

- наличие специального аппарата хранения и обработки знаний, представленных символьной информацией;

- способность решать задачи интеллектуально-невычислительного характера, требующего обращения к семантике данных;

- способность объяснять и интерпретировать результат работы системы с определенным коэффициентом уверенности, который был получен посредством многоэтапного моделирования процессов [2].

Для оценки достоинств и недостатков, разработанных в [1, 5] моделей и методов моделирования процессов, была предложена их реализация в медицинской предметной области, а именно – кардиоло-

гии. Кардиология изучает сердечно-сосудистые заболевания и является чрезвычайно важным направлением в развитии современной науки, так как исследует заболевания ставшие основной причиной инвалидности и преждевременной смерти жителей экономически развитых стран. Доля таких заболеваний в структуре смертности составляет от 40 до 60 процентов [6]. Наблюдается постоянный рост показателей по количеству заболеваний, врачи фиксируют молодой возраст пациентов с проблемами сердечно-сосудистой системы, но благодаря постоянному развитию информационных технологий стало возможным полностью справиться с такими заболеваниями сердца, которые еще вчера считались неизлечимыми.

Определение болезни представляет собой сложный творческий процесс. Он требует от врача большой суммы знаний, умения клинически мыслить, неистощимого интереса и внимания к больному. Только профессионалы, имеющие большой опыт работы в такой области, как кардиология, могут своевременно поставить правильный диагноз. Важнейшим приоритетом для врача всегда остается последовательность развития признаков болезни, устанавливаемая при расспросе больного и при динамическом медицинском наблюдении. Как бы значительны ни были обнаруживаемые при лабораторном и инструментальном обследовании изменения, причины их возникновения обычно многообразны. Грубое отклонение любого показателя от нормы имеет большое скрининговое значение для установления болезни.

В данной статье рассматривается вопрос сложности взаимодействия основных модулей системы и проводится анализ преимуществ использования разработок описанных в [1 – 3].

Постановка задачи исследования

Разработанная интеллектуальная система принятия решений [1 – 3] реализует следующие функции:

- поиск пациента в картотеке по номеру медицинской карточки или фамилии;
- возможность ввода или удаления учетной записи пациента;
- возможность просмотра медицинской карточки;
- проводит четырехэтапный анализ состояния объекта исследования;
- выводит множество диагнозов с определенными коэффициентами уверенности на каждом этапе обработки информации;
- дает возможность уточнить полученное множество диагнозов с помощью других этапов анализа состояния объекта;
- дает направление, в виде распечатки, на проведение необходимых лабораторных обследований;
- выводит на печать заключительный диагноз со списком медицинских препаратов и рекомендациями по лечению;
- дает возможность пройти повторный анализ состояния с изменением курса лечения;
- получает отзывы об эффективности системы анализа состояний объекта.

Спроектированная система [3] отвечает следующим требованиям:

- дает рекомендации, не уступающие по качеству эксперту, и является удобной в эксплуатации;
- ориентируемая на приобретение и модификацию знаний;
- умеет вести диалог, в ходе которого может объяснить полученный ею результат;
- является инструментом, помогающим врачу, а не заменяющим его.

В данной статье необходимо описать результаты тестирования разработанной интеллектуальной системы для определения сложности моделирования процессов, а также показать практическую значимость системы.

Подходы к решению поставленной задачи

Одним из перспективных решений поставленной задачи является структура моделирования процессов принятия решений в интеллектуальных системах, практическая реализация которой представлена в [3].

Для определения сложности моделирования процессов, то есть времени обработки входных данных до выдачи результата на экран, целесообразно выбрать несколько тестовых примеров работы системы с различным количеством исходной информации, для каждого из них определим модельное время выполнения процессов моделирования. Приведем некоторые тестовые примеры.

Тестовый пример №1 первого этапа анализа состояния объекта исследования. Пусть в качестве

входных данных будут значения 8 основных симптомов S_j вида: «Пациента беспокоит головокружение очень часто», «Пациента беспокоит потемнение перед глазами иногда». Система выдает перечень возможных сердечно-сосудистых заболеваний с определенными коэффициентами уверенности через 2.97 секунды: {«Стенокардия 0.71», «Гипертония 0.84»}.

Тестовый пример №2 второго этапа анализа состояния объекта исследования. Пусть в качестве входных данных будут значения 8 сопутствующих факторов F_j вида: «Пациент принадлежит к возрастной категории от 30 до 40 лет», «Профессия пациента связана с нервными возбуждениями и перенапряжениями психики». Система выдает перечень возможных сердечно-сосудистых заболеваний с определенными коэффициентами уверенности через 2.99 секунды: {«Гипертония 0.7», «Стенокардия 0.52»}.

Тестовый пример №3 первого этапа анализа состояния объекта исследования. Пусть в качестве входных данных будут значения 12 основных симптомов S_j вида: «Пациента беспокоит потеря сознания очень часто», «Пациента беспокоит шум в ушах часто» «Сердечные боли пациента очень сильные». Система выдает перечень возможных сердечно-сосудистых заболеваний с определенными коэффициентами уверенности через 3.07 секунды: {«Перикардит 0.55», «Гипертония 0.58», «Аритмия 0.72»}.

Тестовый пример №4 второго этапа анализа состояния объекта исследования. Пусть в качестве входных данных будут значения 4 сопутствующих факторов F_j вида: «Пациент принадлежит к возрастной категории от 40 до 50 лет», «Пациент страдает инфекционным заболеванием хронический гайморит». Система выдает перечень возможных сердечно-сосудистых заболеваний с определенными коэффициентами уверенности через 2.88 секунды: {«Порок сердца 0.84», «Гипертония 0.57»}.

Результаты тестирования занесем в табл. 1.

Таблица 1

Результаты тестирования разработанной системы

| Этап анализа состояния объекта исследования | Количество введенных параметров, х | Время обработки данных, τ (с) |
|---|------------------------------------|-------------------------------|
| № 1 | № 2 | № 3 |
| 1 | 8 | 2,97 |
| 2 | 8 | 2,99 |
| 1 | 12 | 3,07 |
| 2 | 4 | 2,88 |
| 3 | 16 | 3,25 |

Окончание табл. 1

| № 1 | № 2 | № 3 |
|-----|-----|------|
| 4 | 23 | 3,74 |
| 3 | 10 | 3,01 |
| 4 | 16 | 3,23 |
| 3 | 6 | 2,94 |
| 1 | 18 | 3,36 |
| 2 | 15 | 3,24 |
| 4 | 20 | 3,54 |

Зависимость сложности программного продукта τ от количества значений входных данных x представим в виде:

$$\tau(x) = ax^2 + bx + c,$$

где a, b, c – некоторые коэффициенты, зависящие от конфигурации технических средств и программной платформы.

Практическая реализация задач в интеллектуальных системах принятия решений

Разработка системы выполнялась в рамках договора о научно-техническом сотрудничестве между Харьковским национальным университетом радиоэлектроники и Зеньковской центральной районной больницей (Полтавская область). Согласно условиям договора необходимо было разработать математическое и инструментальное обеспечение моделирования процессов для использования в лечебном процессе и научном стажерском практикуме в условиях заведения.

Работа была выполнена с применением современных информационных технологий [1] и является эффективным средством принятия решений, моделирования и анализа реальных процессов. Она дает возможность увеличить достоверность принятия решений при допустимом времени анализа состояния объекта исследования, снизить влияние субъективного фактора на результат работы системы. Результаты настройки, тестирования, экспериментальных исследований, механизмы логического вывода базируются на положениях нечеткой интервальной логики, сетевых моделях и методах их использования [5].

В качестве входных данных были рассмотрены основные и дополнительные симптомы, сопутствующие факторы, результаты лабораторных обследований, которые были получены с помощью медицинских источников, врачей-экспертов, а также методики их эффективного использования.

Все исходные данные представлены в виде множества позиций P_j , $j \in J$, $|P_j| \cong 400$. Множество основных симптомов S_j , факторов F_j , результатов лабораторных обследований L_j и дополнительных

симптомов DS_j определяют значения, которые отображают признаки возможных заболеваний.

К основным симптомам S_j можно отнести, например: «Поведение у пациента раздражительное», «Пациента беспокоит головокружение постоянно», «Сердечные боли пациента очень сильные».

Факторы F_j описываются, например, таким образом: «Пациент принадлежит к возрастной категории от 50 до 60 лет», «Пациент страдает сердечно-сосудистым заболеванием гипертония», «У пациента повышена яркость света на рабочем месте».

Результаты лабораторных обследований L_j представлены в виде: «Интервал верхнего значения артериального давления пациента от 110 до 130», «Интервал венозного давления пациента от 50 до 100», «У пациента выявлено изменение глазного дна в виде сужения артерий сетчатки».

Дополнительные симптомы DS_j представлены с помощью таких определений: «Кожный покров у пациента покрыт желтыми пятнами», «У пациента выявлена отечность на фалангах пальцев».

Выбор решения приходится проводить в условиях неопределенности информации о симптоматике, что фактически предполагает рассмотрение более широкого перечня потенциально возможных диагнозов.

Возникает задача ограничения исходного множества потенциальных диагнозов на каждом этапе анализа:

$$\left\{ \left| D_{ij}^{(1)} \right|, \left| D_{fj}^{(2)} \right|, \left| D_{lj}^{(3)} \right|, \left| D_{dj}^{(4)} \right| \right\} = D$$

подмножеством диагнозов, которые являются наиболее предпочтительными:

$$\left\{ \left\{ D_{ij}^{(1)} \right\}, \left\{ D_{fj}^{(2)} \right\}, \left\{ D_{lj}^{(3)} \right\}, \left\{ D_{dj}^{(4)} \right\} \right\} = D'$$

$$\text{при } \left\{ KY_{ij} \geq 0.5 \right\}, \left\{ KY_{fj} \geq 0.5 \right\}, \left\{ KY_{lj} \geq 0.5 \right\},$$

$$\left\{ KY_{dj} \geq 0.5 \right\}$$

соответственно.

После определения предпочтительных подмножеств диагнозов на втором, третьем и четвертом этапах анализа состояния объекта исследования проводится их уточнение, которое приводит к образованию нового подмножества:

$$\left\{ \left\{ \tilde{D}_{ij}^{(1)} \right\}, \left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\}, \left\{ \tilde{D}_{lj}^{(3)} \right\}, \left\{ \tilde{D}_{dj}^{(4)} \right\} \right\} = \tilde{D}.$$

Решение этой задачи состоит в определении необходимого подмножества:

$$\left\{ \tilde{D}_{dj}^{(4)} \right\} \subset \tilde{D} \text{ при } \left\{ KY_{dj} \rightarrow \max \right\}$$

на основе анализа и обработки каждого диагноза по ряду признаков (основные и дополнительные сим-

птомы, сопутствующие факторы, результаты лабораторных обследований).

Алгоритм и стратегия многоэтапного анализа состояния объекта исследования

Шаг 1. Система мониторинга.

Шаг 2. Ввод субъективных данных.

Шаг 3. Формирование базы знаний субъективных данных.

Шаг 4. Логический вывод первого этапа, анализирующего состояние объекта исследования.

Шаг 5. Определение множества возможных диагнозов на первом этапе анализа состояния объекта $\left| D_{ij}^{(1)} \right|$.

Шаг 6. Вычисление множества коэффициентов уверенности $\{КУ_{ij}\}$ соответствующих $\left| D_{ij}^{(1)} \right|$, где i – симптом, j – заболевание.

Шаг 7. Анализ полученных коэффициентов уверенности $\{КУ_{ij}\}$:

Если $\{КУ_{ij}\} \geq 0.5$, то переходим к шагу 10.

Если $\{КУ_{ij}\} < 0.5$, то переходим к шагу 8.

Шаг 8. Для определения предпочтительного множества решений $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\}$ и с учетом аналогии симптоматики при различных заболеваниях, было принято решение не учитывать в дальнейшем анализе множество диагнозов $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\}$, у которых значение $КУ_{ij} < 0.5$:

$$0 \leq \mu \left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \right) < 0,5.$$

Шаг 9. Выдача информации об отсутствии заболевания.

Шаг 10. Определение множества диагнозов $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\}$, у которых значение $КУ_{ij} \geq 0.5$:

$$0,5 \leq \mu \left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \right) \leq 1.$$

Шаг 11. Анализ полученного множества диагнозов $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\}$:

Если $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} = 1$, то переходим к шагу 12 или к шагу 13.

Если $\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} > 1$, то переходим к шагу 13.

Шаг 12. Выдача заключительного диагноза $\tilde{D}_{\text{закл}}$.

Шаг 13. Ввод факторов, влияющих на пациента.

Шаг 14. Формирование базы знаний факторов.

Шаг 15. Логический вывод второго этапа, анализирующего состояние объекта исследования.

Шаг 16. Определение множества возможных диагнозов на втором этапе анализа состояния объекта $\left| D_{fj}^{(2)} \right|$.

Шаг 17. Вычисление множества коэффициентов уверенности $\{КУ_{fj}\}$ соответствующих $\left| D_{fj}^{(2)} \right|$,

где f – фактор, j – заболевание.

Шаг 18. Анализ полученных коэффициентов уверенности $\{КУ_{fj}\}$:

Если $\{КУ_{fj}\} \geq 0.5$, то $\left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \neq 0$ и переходим к шагу 19.

Если $\{КУ_{fj}\} < 0.5$, то $\left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} = 0$ и переходим к шагу 20.

Шаг 19. Определение множества диагнозов $\left\{ D_{fj}^{(2)} \right\}$, у которых значение $КУ_{fj} \geq 0.5$:

$$0,5 \leq \mu \left(\left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \right) \leq 1.$$

Шаг 20. Обработка и анализ полученных результатов после первого и второго этапов анализа состояния объекта исследования:

Если $\left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \cap \left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \right) = \emptyset$, то

$$\left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \cup \left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \right) = \left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\}.$$

Если $\left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \cap \left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \right) \neq \emptyset$, то

$$\left(\left\{ D_{ij}^{(1)} \right\} \cap \left\{ D_{fj}^{(2)} \right\} \right) = \left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\}.$$

Шаг 21. Анализ полученного множества диагнозов $\left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\}$:

Если $\left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\} = 1$, то переходим к шагу 12 или к шагу 22.

Если $\left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\} > 1$, то переходим к шагу 22.

Шаг 22. Выдача направления на лабораторное обследование в соответствии с множеством $\left\{ \tilde{D}_{fj}^{(2)} \right\}$.

Шаг 23. Ввод результатов лабораторных обследований.

Шаг 24. Формирование базы знаний результатов лабораторных обследований.

Шаг 25. Логический вывод третьего этапа, анализирующего состояние объекта исследования.

Шаг 26. Определение множества возможных диагнозов на третьем этапе анализа состояния объекта $\left|D_{lj}^{(3)}\right|$.

Шаг 27. Вычисление множества коэффициентов уверенности $\{KY_{lj}\}$ соответствующих $\left|D_{lj}^{(3)}\right|$, где l – результат лабораторного обследования, j – заболевание.

Шаг 28. Анализ полученных коэффициентов уверенности $\{KY_{lj}\}$:

Если $\{KY_{lj}\} \geq 0.5$, то $\left\{D_{lj}^{(3)}\right\} \neq \emptyset$ и переходим к шагу 29.

Если $\{KY_{lj}\} < 0.5$, то $\left\{D_{lj}^{(3)}\right\} = \emptyset$ и переходим к шагу 30.

Шаг 29. Определение множества диагнозов $\left\{D_{lj}^{(3)}\right\}$, у которых значение $KY_{lj} \geq 0.5$:

$$0,5 \leq \mu\left(\left\{D_{lj}^{(3)}\right\}\right) \leq 1.$$

Шаг 30. Обработка и анализ полученной информации после третьего этапа анализа состояния объекта исследования с учетом результатов выданных после первого и второго этапов моделирования:

Если $\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(2)}\right\} \cap \left\{D_{lj}^{(3)}\right\}\right) = \emptyset$, то

$$\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(2)}\right\} \cup \left\{D_{lj}^{(3)}\right\}\right) = \left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\}.$$

Если $\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(2)}\right\} \cap \left\{D_{lj}^{(3)}\right\}\right) \neq \emptyset$, то

$$\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(2)}\right\} \cap \left\{D_{lj}^{(3)}\right\}\right) = \left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\}.$$

Шаг 31. Анализ полученного множества диагнозов $\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\}$:

Если $\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} = 1$, то переходим к шагу 12 или к шагу 32.

Если $\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} > 1$, то переходим к шагу 32.

Шаг 32. Ввод дополнительных симптомов.

Шаг 33. Формирование базы знаний дополнительных симптомов.

Шаг 34. Логический вывод четвертого этапа, анализирующего состояние объекта исследования.

Шаг 35. Определение множества возможных диагнозов на четвертом этапе анализа состояния объекта $\left|D_{dj}^{(4)}\right|$.

Шаг 36. Вычисление множества коэффициентов уверенности $\{KY_{dj}\}$ соответствующих $\left|D_{dj}^{(4)}\right|$, где d – дополнительный симптом, j – заболевание.

Шаг 37. Анализ полученных коэффициентов уверенности $\{KY_{dj}\}$:

Если $\{KY_{dj}\} \geq 0.5$, то $\left\{D_{dj}^{(4)}\right\} \neq \emptyset$ и переходим к шагу 38.

Если $\{KY_{dj}\} < 0.5$, то $\left\{D_{dj}^{(4)}\right\} = \emptyset$ и переходим к шагу 39.

Шаг 38. Определение множества диагнозов $\left\{D_{dj}^{(4)}\right\}$, у которых значение $KY_{dj} \geq 0.5$:

$$0,5 \leq \mu\left(\left\{D_{dj}^{(4)}\right\}\right) \leq 1.$$

Шаг 39. Обработка и анализ полученных результатов после четвертого этапа анализа состояния объекта исследования с учетом результатов выданных после всех предыдущих этапов моделирования:

Если $\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} \cap \left\{D_{dj}^{(4)}\right\}\right) = \emptyset$, то

$$\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} \cup \left\{D_{dj}^{(4)}\right\}\right) = \left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\}.$$

Если $\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} \cap \left\{D_{dj}^{(4)}\right\}\right) \neq \emptyset$, то

$$\left(\left\{\tilde{D}_{lj}^{(3)}\right\} \cap \left\{D_{dj}^{(4)}\right\}\right) = \left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\}.$$

Шаг 40. Анализ полученного множества диагнозов $\left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\}$:

Если $\left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\} = 1$, то переходим к шагу 12.

Если $\left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\} > 1$, то переходим к шагу 41.

Шаг 41. Выбор диагноза с максимальным коэффициентом уверенности $\mu_{\max}\left\{\tilde{D}_{dj}^{(4)}\right\}$ и переход к шагу 12.

Особенностью данной структуры является многоэтапный анализ состояния объекта исследования, что позволяет уточнить и локализовать возможные диагнозы. В связи с этим возникает задача моделирования процессов принятия решений и обучения средств принятия решений на основе настройки ее параметров. В качестве входных данных для настройки параметров системы являются знания экспертов о предметной области и справочная информация, которые позволяют определить истинность принятых решений при функционировании системы в условиях неопределенности, а также жестких ограничений на ресурсы.

Настройка параметров осуществляется в процессе тестирования работы системы, как разработчиками программного средства, так и экспертами конкретной предметной области путем определения соответствия входных данных полученному результату. Например, если полученный результат, по мнению экспертов, не является результатом обработки данных, полученных на входе системы:

$$\bar{D}_{d6}^{(4)} \neq \left(\left\{ S_{15}^{(1)}, S_{52}^{(1)}, S_{65}^{(1)} \right\}, \left\{ F_{79}^{(2)}, F_{90}^{(2)}, F_{157}^{(2)} \right\}, \right. \\ \left. \left\{ L_{174}^{(3)}, L_{270}^{(3)} \right\}, \left\{ DS_{320}^{(4)}, DS_{384}^{(4)} \right\} \right),$$

то такая система нуждается в пересмотре и настройке входной информации до тех пор, пока результаты работы системы на определенном количестве тестовых примеров и с разными составами экспертов не покажут наиболее точное решение.

Выводы

Предложена интеллектуальная система принятия решений в области кардиологии.

Разработан алгоритм и стратегия многоэтапно-го анализа состояния объекта исследования, которая позволяет работникам кардиологии, несмотря на их стаж и опыт работы, профессионально, с большой степенью достоверности поставить диагноз, заранее предупредить пациента об опасности и определить факторы, которые способствуют устранению болезненного процесса.

Представленная система имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с врачом-экспертом и действующими аналогами. Она позволяет генерировать и анализировать несколько альтернатив при принятии решений, трактовать противоречия, что не допускает и исключает поверхностную интерпретацию зарегистрированных данных, неверное их использование, пренебрежение к некоторым видам данных.

Обоснован верхний предел вычислительной сложности процессов принятия решений, который близок к квадратичному.

Программная реализация системы была осуществлена в среде объектно-ориентированного программирования Borland Delphi.

Опытная эксплуатация технических и программных средств интеллектуальной системы подтвердила высокую достоверность принятия объективных решений по теме исследований.

Список литературы

1. *Интеллектуальные технологии в задачах принятия решений технологических комплексов на основе нечеткой интервальной логики* / Е.И. Кучеренко, В.А. Филатов, И.С. Творошенко, Р.Н. Байдан // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – X., 2005. – № 2. – С. 92-96.
2. *Кучеренко Е.И. Процессы принятия решений в сложных системах на основе нечетких интервальных представлений* / Е.И. Кучеренко, И.С. Творошенко // *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Тематичний випуск: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*. – X.: НТУ "ХПІ", 2003. – Т. 1, № 7. – С. 79-86.
3. *Творошенко И.С. Структура и функции интеллектуальных средств принятия решений в сложных системах* / И.С. Творошенко // *Искусственный интеллект*. – Донецк: ИПШ "Наука і освіта", 2004. – № 4. – С. 462-470.
4. *Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем* / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский – СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
5. *Бодянский Е.В. О синтезе нечетких алгоритмов на основе композиции фрагментов правил и моделей* / Е.В. Бодянский, Е.И. Кучеренко, И.С. Творошенко // *АСУ и приборы автоматизации*, 2004. – Вып. 128. – С. 19-28.
6. *Волков В.С. Экстренная диагностика и лечение в неотложной кардиологии* / В.С. Волков. – М.: МИА, 2010. – 336 с.

Поступила в редколлегию 17.03.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Е.В. Бодянский, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ

І.С. Творошенко

У даній статті розглянуті питання, присвячені аналізу роботи інтелектуальної системи прийняття рішень стосовно моделювання процесів кардіології людини. Проведено низку тестових прикладів для визначення складності інструментальних засобів, а також показана практична значимість розробленої системи.

Ключові слова: логічне виведення, моделювання процесів, нечітка інтервальна логіка, мережеві моделі, коефіцієнт впевненості.

THE ANALYSIS OF DECISION MAKING PROCESSES IN INTELLIGENT SYSTEMS

I.S. Tvoroshenko

The issue is considered analysis of decision making intelligent system work applied to human cardiology processes modeling. The set of testing examples has made for instrumental tools complexity defining and practical significance of developed system has shown.

Keywords: logical inference, process modeling, fuzzy interval logic, set model, coefficient of assurance.