

К. В. МЕЛЬНИК, ассистент НТУ «ХПИ»,
А. Е. ГОЛОСКОКОВ, канд. техн. наук

СИСТЕМА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ЛЕЧЕНИЕМ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

В статті пропонується підхід до управління процесом лікування серцево-судинної системи хворого на прикладі інфаркту міокарду на основі створення та використання нечіткої продукційної бази правил.

В статье предложен подход к управлению процессом лечения сердечно-сосудистой системы пациента на примере инфаркта миокарда на основе создания и использования нечеткой продукционной базы правил.

In the article there have been proposed methods of controlling of the patient cardiovascular system treatment process by cardiac infarction example based on the creation and using of fuzzy productional rule base.

Введение. На сегодняшний день в любом обществе существуют проблемы лечения человеческого организма в связи с увеличением общего количества нарушений и возникновения одних острых нарушений на фоне других. Особенно это касается заболеваний сердечно-сосудистой системы в связи с тем, что они являются тяжело излечиваемыми. Кардиологические заболевания занимают первое место среди других смертных заболеваний на Украине, где половину всего количества составляют инфаркты миокарда различной локализации. Распознавание всех симптомов и выделение конкретного нарушения, а также определение оптимальной стратегии лечения кардиологических заболеваний пациента, подразумевающей под собой принятие пациентом лекарственных препаратов в определенных дозах в определенный временной промежуток – два ключевых момента при постановке диагноза и прогнозировании течения и исхода заболеваний. Лицом, принимающим такие ответственные решения, должен быть квалифицированный специалист с немалым опытом. В силу различных обстоятельств не все медицинские учреждения имеют опытных кардиологов. Поэтому не теряет своей актуальности проблема создания компьютерной советующей системы, осуществляющей поддержку принятия решений врачами-кардиологами на всем этапе работы с пациентом.

Анализ последних публикаций и исследований, существующих на сегодняшний день, показал, что подобные разработки существуют в виде систем диагностирования, поставляющихся вместе с электрокардиографами либо отдельным пакетом. Данные системы производят распознавание болезни, то есть постановку диагноза, некоторые из них оснащены рекомендациями к восстановлению нормального состояния организма. Но

дальнейший процесс лечения сердечно-сосудистой системы находится полностью под контролем врача-кардиолога, то есть область применимости компьютерных советующих систем не распространяется на процесс лечения. Следует также отметить, что характерной особенностью существующих систем диагностирования сердечных инфарктов является тот факт, что они основаны на использовании только электрокардиограммы. При таком подходе существует вероятность ошибочного диагностирования в связи с тем, что на электрокардиограмме могут присутствовать изменения, характерные для инфарктов, но само нарушение в организме не имеет отношения к повреждению миокарда, то есть существует риск принятия ошибочного решения. Поэтому для уменьшения вероятности постановки неправильного диагноза и лечения необходимо проводить и учитывать дополнительные анализы.

Постановка задачи. Для решения обозначенных выше проблем предлагается разработка системы поддержки принятия решений (СППР), которая внедряется в медицинское учреждение для контролирования процесса пребывания пациента в медицинском учреждении и помощи врачам для принятия решений. Под контролем СППР находится весь перечень процедур, манипуляций, анализов, сданных пациентом, также фиксируется в базе данных назначаемое лечение и результаты проведенного лечения. Рассматриваемая СППР предназначена для выявления и лечения инфарктов миокарда.

Использование системы происходит таким образом: определение значений необходимых признаков и синдромов с последующим выделением конкретного заболевания из класса подозрительных нарушений, а затем назначение лечения, то есть восстановление нормальной жизнедеятельности организма пациента в тех ситуациях, когда это возможно. Жизненно важным является этап идентификации состояния сердечно - сосудистой системы (ССС) пациента, от которого зависит назначаемое лечение, поэтому в данной статье предлагается методика принятия решений на этапе определения текущего состояния сердца пациента. Рассматриваемую задачу предлагается решить с использованием механизма нечеткого логического вывода, фундаментом которого является нечеткая продукционная база правил (НПБП). Подход, основанный на использовании НПБП, был выбран в связи с тем, что продукционные модели обладают рядом достоинств[1]: универсальность – любую предметную область можно представить в виде продукции; модульность – каждая продукция представляет собой отдельный элемент знаний, что позволяет независимо производить модификацию базы правил; естественность выводов о заключении, подобная выводам экспертов. Недостатком может рассматриваться проверка непротиворечивости продукции, в связи с тем, что набор правил для базы составляется экспертом, мнение которого может быть весьма субъективно.

Нечеткая база знаний основывается на знаниях врачей-кардиологов, формализованных в виде совокупности нечетких продукционных правил.

Рассмотрим процесс создания НПБП. Для формулирования правил, эксперту необходимо выделить перечень информативных признаков, свидетельствующий о наличии инфаркта миокарда (ИМ). Идентифицированный список синдромов и признаков представляется в виде набора лингвистических переменных (ЛП), что позволяет применить единый математический аппарат нечеткой логики, используемый для признаков различной природы (рис. 1). Каждая ЛП представляет собой терм-множество, состоящее из совокупности нечетких переменных, определенных на том же диапазоне изменения, что и сама ЛП.

<Боль в левой руке; T_1 ; [0,1]>

Терм – множество $T_1 = \{малая, средняя, большая\}$

НП терм-множества:

- <Малая; [0,1]; $\sigma=0.165, c=0$ >
- <Средняя; [0,1]; $\sigma=0.129, c=0.5$ >
- <Большая; [0,1]; $\sigma=0.169, c=1$ >

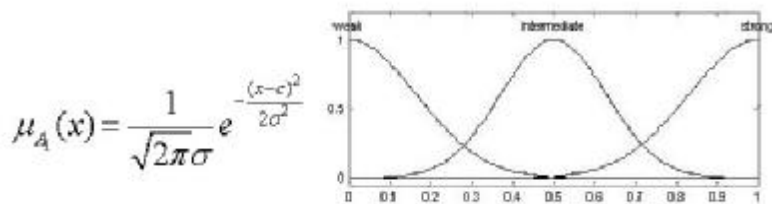


Рис. 1. Определение лингвистической переменной «Боль в левой руке»

Аналогичным образом определяется полный набор признаков и синдромов, позволяющих охарактеризовать состояние ССС пациента. Выделенные признаки формируют словарь признаков, фрагмент которого приведен в таблице ниже.

После задания словаря входных признаков совместно с экспертом врачом-кардиологом происходит формирование словаря эталонных состояний, то есть набора типовых состояний организма человека в период кардиологических нарушений. Набор типовых состояний совместно с перечнем лекарственных препаратов и процедур формирует основу определения стратегии «перевода» пациента из одного состояния в другое с целью стабилизации работы его сердца. Типовое состояние представляется в виде набора значений каждой переменной из словаря заданных ранее медицинских признаков.

Перечень информативных признаков

НАЗВАНИЕ ПРИЗНАКА		ТЕРМ-МНОЖЕСТВО ПРИЗНАКА
Y1	Длительная боль в левой руке, груди, лопатке	{малая, средняя, большая}
Y2	Давление	{малое, норма, большое}
Y3	Частота сердечных сокращений	{малая, норма, большая}
Y41	Патологический зубец Q в I	{присутствует, отсутствует}
Y42	Патологический зубец Q в aVL	{присутствует, отсутствует}
Y43	Патологический зубец Q в V1	{присутствует, отсутствует}
Y44	Патологический зубец Q в V2	{присутствует, отсутствует}
Y45	Патологический зубец Q в V3	{присутствует, отсутствует}
Y46	Патологический зубец Q в V4	{присутствует, отсутствует}
Y5	Уровень холестерина	{малый, средний, большой}
Y6	Уровень нейтрофилов	{малый, средний, большой}
Y7	Уровень тропонина I	{малый, средний, большой}
Y8	Уровень фибриногена	{малый, средний, большой}

Далее составляется нечеткая база знаний, позволяющая идентифицировать состояния пациента и представляемая правилами вида [2]:

$$P_1 : \text{если } y_1 = B \text{ и } y_2 = B \text{ и } y_3 = B \text{ и } y_{41} = P \text{ и } y_{42} = P \text{ и } y_{43} = P \text{ и } y_{44} = P \text{ и } y_{45} = P \text{ и } y_{46} = B \text{ и } y_5 = B \text{ и } y_6 = B \text{ и } y_7 = B \text{ и } y_8 = B \text{ то } x = S_1$$

где y_i - признаки и синдромы состояния ССС пациента,

x - ЛП, определяющая состояние сердца пациента,

S_1 - эталонное значение ЛП x , определяющее состояние ССС пациента.

Зная текущее состояние S_1 и используя заданный ранее набор назначаемых медицинских процедур и лекарственных препаратов, врач определяет стратегию лечения пациента.

Использование подобной базы продукционных правил представляет собой процедуру, состоящую из нескольких этапов:

- фаззификация (введение нечеткости – определение соответствия между четкими значениями входных переменных и их функций принадлежности);
- логический вывод (значение истинности каждого условия применяется к заключениям каждого правила-продукции);
- композиция (объединение в одно нечеткое подмножество значений каждой выходной переменной);
- дефаззификация (приведение к четкости).

Для проведения процедуры нечеткого вывода предлагается использование алгоритма Мамдани (рис.2).

Для проведения корректировки и проверки назначаемого лечения при инфаркте миокарда необходимо использовать нечеткую продукционную базу правил вновь с поступлением проведенных контрольных анализов крови и электрокардиограммы.

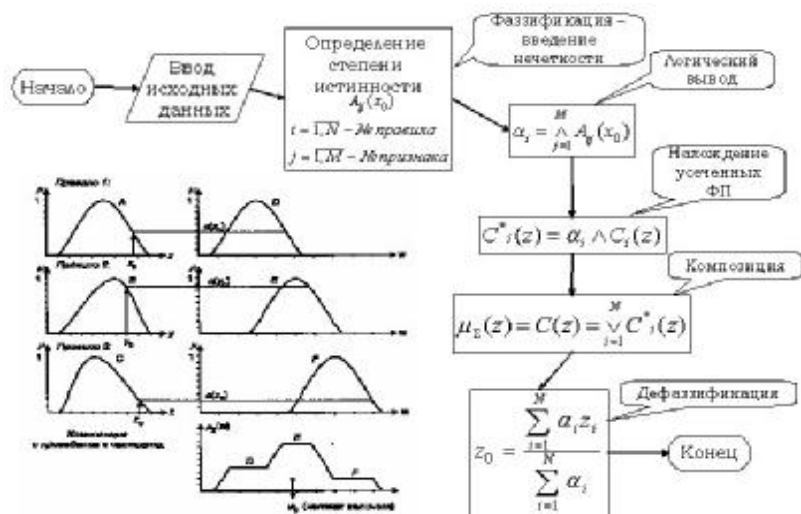


Рис. 2. Алгоритм использования НПБП

Выводы. Исходя из особенностей НПБП, можно заключить, что ее использование при построении системы управления медицинским процессами лечения сердечно-сосудистой системы пациента, поможет сделать выбор при назначении коррективного лечения, а также для увеличения эффективности работы врачей-кардиологов, снизив временные затраты на идентификацию состояния пациента. При этом использование традиционной базы правил не позволяет легко выводить стратегию лечения пациента. Стратегия лечения должна быть либо введена непосредственно в базу правил в виде дополнительного набора ЛП, усложняя базу правил в несколько раз, либо задаваться отдельно в виде простых таблиц соответствия состояний ССС принимаемым препаратам, как было предложено в данной работе.

Список литературы: 1. Мельник К.В., Голоскоков А.Е. Синтез продукционной системы диагностирования состояния пациента // Материалы всеукраинской научно-практической конференции «Системный анализ и управление «Дни науки - 2007». Том 3. – Запорожье, 2007. – С.175-176. 2. Мельник К.В., Голоскоков А.Е. Система управления лечением пациента, основанная на нечеткой продукционной базе правил // Материалы международной научно-практической конференции «Современные информационные и электронные технологии». Том 1. – Одесса, 2008. – С.59.

Поступила в редколлегию 05.03.08

В. П. СЕВЕРИН, д-р техн. наук,
С. М. ДЖАФАРИ, аспирант НТУ «ХПИ»

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ЯДЕРНЫМ РЕАКТОРОМ

В статті розглядаються задачі управління реактором, зв'язані з різними значеннями реактивності при різних режимах роботи реактора, і проводиться математичне моделювання систем автоматичного управління реакторного обладнання з різними типами регулятора. Розроблені лінійні й нелінійні моделі систем управління нейтронною потужністю ядерного реактора з різною кількістю груп запізнюючих нейтронів. Приведені результати оптимізації прямих показників якості систем управління нейтронною потужністю ядерного реактора.

В статье рассматриваются задачи управления реактором, связанные с различными значениями реактивности при разных режимах работы реактора, и проводится математическое моделирование систем автоматического управления реакторного оборудования с различными типами регуляторов. Разработаны линейные и нелинейные модели систем управления нейтронной мощностью ядерного реактора с различным числом групп запаздывающих нейтронов. Приведены результаты оптимизации прямых показателей качества систем управления нейтронной мощностью ядерного реактора.

The tasks of reactor control are considered in the article, related to the different values of reactivity at the different modes of reactor operations, and the mathematical design of the automatic control of reactor equipment systems is conducted with the different types of regulators. The linear and nonlinear models of the neutron power control systems of nuclear reactor are developed with the different groups number of late neutrons. The results of direct indexes quality optimization of the neutron power control systems of nuclear reactor are resulted.

Введение. Сложность решения задач по управлению и защите энергетического ядерного реактора, существенно зависит от активной зоны реактора, которая имеет сложную структуру. На нейтронно-кинетические процессы влияют теплофизические и гидродинамические процессы, происходящие в теплоносителе и замедлителе [1].

Целью статьи является математическое моделирование систем автоматического управления нейтронной мощностью реактора ВВЭР в пространстве состояний с различными законами управления и оптимизация показателей качества систем управления реактором.

Особенности управления реактором. Система автоматического управления мощностью ядерного реактора (САУМ ЯР) включает реактор, датчик плотности потока нейтронов, регулятор мощности (РМ) и привод поглощающих стержней, а система управления и защиты реактора состоит из системы регулирования мощности, системы компенсации реактивности, системы аварийной защиты реактора, а также из пусковой системы [2].