

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ВЫБОРА СХЕМ ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТА

А.Е. Колоденкова

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, Самара, Молодогвардейская ул., 244
E-mail: anna82_42@mail.ru

С.Г. Новокщенов

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, Самара, Молодогвардейская ул., 244
E-mail: sergeyn@samgtu.ru

Ключевые слова: медицинская диагностика пациентов, постановка диагноза, база данных, база знаний, методы искусственного интеллекта, нечеткое когнитивное моделирование, принятие решений

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы разработки системы поддержки принятия решений (СППР) для медицинской диагностики пациентов с применением методов искусственного интеллекта (ИИ) и нечеткого когнитивного моделирования. Рассматриваются основные модули СППР, а также классы задач, решаемых системой. Предлагаемая СППР позволит лечащему врачу оценить состояние пациента на основе широкого перечня симптомов и данных различного вида обследований; установить диагноз, получить рекомендации и принять научно обоснованное решение по лечению пациента.

1. Введение

В современной медицинской практике одной из главных задач лечащего врача является точная и правильная постановка диагноза [1] и, соответственно, назначение правильного лечения пациента в условиях многофакторной неопределенности. Зачастую правильная постановка диагноза требуется в сжатые сроки, особенно для экстренных больных. При этом немаловажным является анализ состояния пациента, назначенного лечащим врачом комплекса лечебных мероприятий, а также оперативная корректировка процесса лечения. В силу вышеизложенного первичная диагностика состояния пациента перед началом лечения и оперативная диагностика состояния пациента во время лечения является важнейшим процессом в медицинской практике врача.

В настоящей работе для диагностики состояния пациента, постановки диагноза и формирования рекомендаций по лечению пациента предлагается СППР с применением методов искусственного интеллекта (нейронные сети, теория нечетких множеств, теория Демпстера-Шефера и другие), когнитивного нечеткого моделирования и вероятно-статистических подходов.

Предлагаемая СППР предназначена для непрерывного наблюдения за показателями обследований пациента, его состоянием, выдачи первичной и оперативной информации о состоянии пациента, а также принятия решений по лечению конкретного пациента.

Отметим, что существенными недостатками современных СППР для диагностики состояния пациентов являются: низкий уровень автоматизации процесса обработки диагностической разнородной информации; ограниченность применения технологий ИИ [2-4]; отсутствие возможности оперативного контроля за состоянием пациента и корректирования рекомендованных схем лечения (СЛ).

Основными отличительными особенностями предлагаемой системы от существующих СППР являются возможности: решения задач не только первичного диагностирования состояния пациента с выдачей рекомендаций по основной СЛ, но и прогнозирования результата назначенного лечения; назначения рекомендованных СЛ на основе общей базы знаний о СЛ конкретных заболеваний, а также доступных для лечащего врача и лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ) СЛ; корректировки рекомендованной СЛ лечащим врачом; оперативной корректировки СЛ на основе данных, полученных при обследовании пациента в процессе лечения; универсальности системы, что заключается в возможности ее применения во всех отраслях медицины для любого вида диагностики.

2. Структура и основные модули СППР

На рис. 1 представлена структура СППР для диагностики состояния пациента, постановки диагноза и назначения рекомендованной СЛ, включающая шесть основных модулей.

Модуль сбора и хранения данных (МСД) осуществляет прием информации об обследовании пациентов (лабораторные данные, данные скринингов и обследований). Также МСД осуществляет хранение истории болезни пациентов с исходом лечения для дальнейшего использования этих данных для оценки оптимальности и эффективности лечения пациентов. В базу данных (БД) поступают разнотипные данные о текущем состоянии пациента от лечащего врача, медицинского персонала, осуществляющего обследование пациента, а также от автоматизированных систем, используемых в ЛПУ, хранящих данные обследований. В результате все полученные данные о пациенте находятся в одном месте и приведены к единому формату.

Модуль обработки данных обследования (МОДО) осуществляет обработку (структуризация знаний и нормализация) данных пациента [5], поступающих из БД, базы знаний (БЗ) и модуля выбора и корректировки СЛ с целью корректной работы модуля формирования заключений и постановки диагноза, модуля формирования схемы лечения.

Модуль формирования заключений и постановки диагноза (МПД) осуществляет диагностирование состояния пациента (выявление возможных симптомов заболевания, отклонения параметров обследования и скринингов с выявлением влияния этих отклонений на основной результат диагностики).

База знаний изначально содержит нечеткие когнитивные модели прогнозирования [6], знания о схемах и методах лечения заболеваний, схемах применения медикаментов при различных заболеваниях и состояниях пациентов. База знаний в ходе работы СППР пополняется посредством знаний медицинского персонала ЛПУ, а также адаптации БЗ к условиям ее функционирования (замена правил, состояний, фактов). Результаты диагностики и прогнозирования поступают в модуль формирования схемы лечения.

Под *нечеткой когнитивной моделью* понимается взвешенный ориентированный граф, в которой вершины представляют нечеткие факторы, а ребра – нечеткие причинно-следственные связи между факторами [6]: $G_{\text{неч}} = \langle V, W \rangle$, где V – множество вершин; W – нечеткие причинно-следственные связи между вершинами. Элементы w_{ij} , где $w_{ij} \in W$ ($i, j = 1, \dots, h$, h – количество вершин), характеризуют направление и силу влияния между вершинами v_i и v_j .

Для прогнозирования значений медицинских показателей пациента используется непараметрический метод, позволяющий восстанавливать функциональные зависимости между показателями [7].

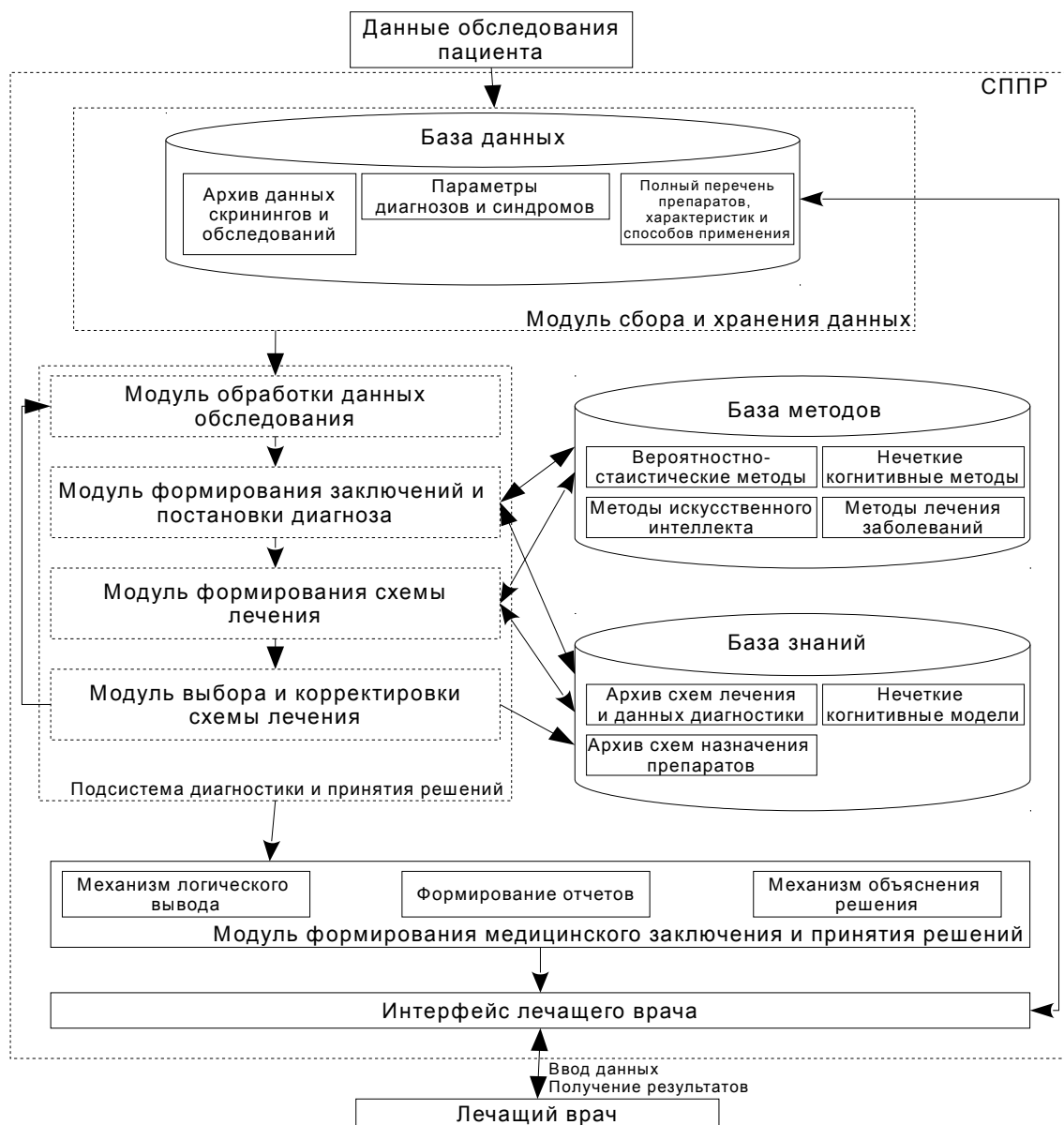


Рис. 1. Структура и модули СППР для диагностики и выбора схем пациента.

Модуль формирования схемы лечения отвечает за формирование оптимальной и эффективной СЛ пациента, используя БЗ и базу методов.

Модуль выбора и корректировки схемы лечения позволяет лечащему врачу скорректировать СЛ. При внесении изменений в схему лечения происходит дополнительная

обработка данных в МОДО и МПД с внесением изменений в БЗ с последующим уточнением исхода лечения.

Модуль формирования медицинского заключения и принятия решений отвечает за выдачу лечащему врачу медицинского заключения и рекомендованного назначения для лечения пациента. В состав данного модуля входит механизм логического вывода, предназначенный для получения новых показателей, а также механизм объяснения решения для запроса объяснения хода постановки диагноза и назначения СЛ (объясняет, как получена СЛ, какие знания при этом были использованы).

Интерфейс лечащего врача позволяет медицинскому работнику вводить данные обследований пациента, проводить скрининги, получать результаты вычислений в виде рекомендованных СЛ, а также вносить корректировки в схемы лечения.

3. Модель базы данных

На рис. 2 представлена модель БД для хранения данных обследования пациента (ОП).

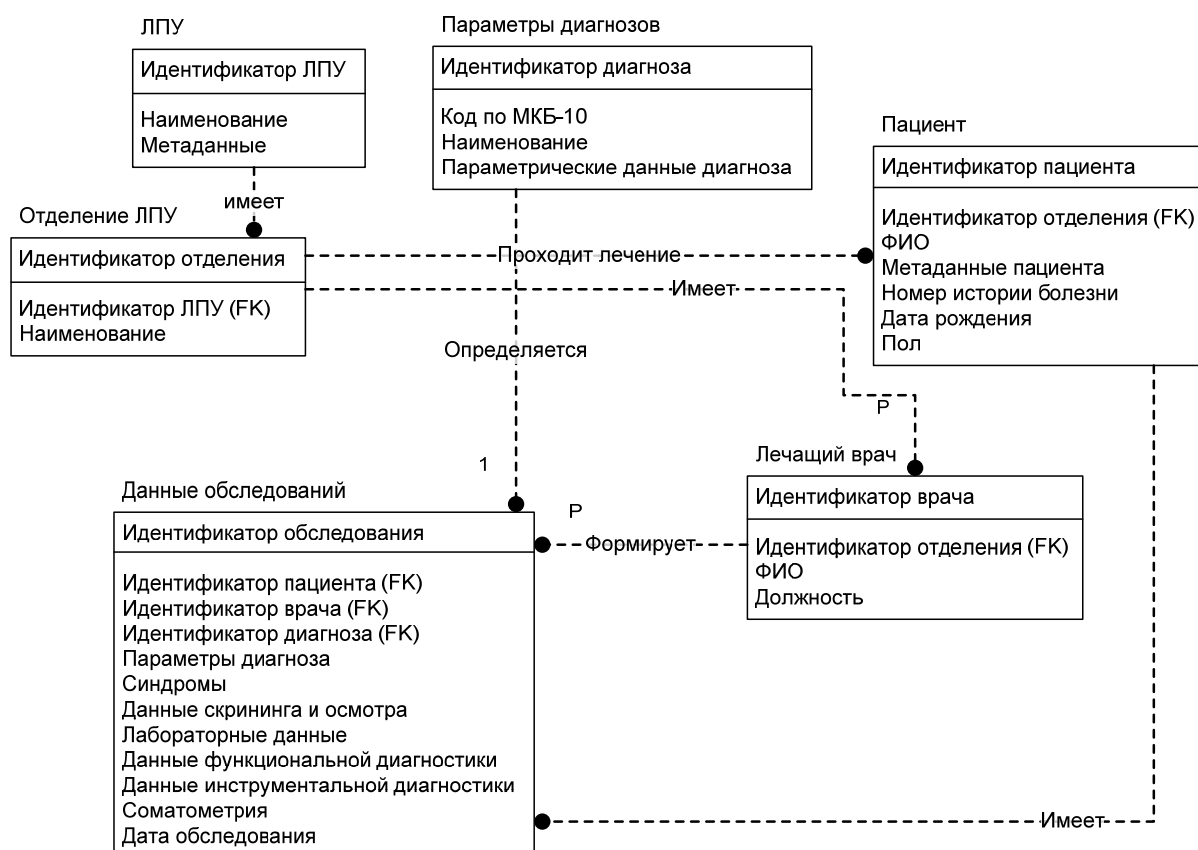


Рис. 2. Модель БД для хранения данных обследования пациента.

ОП осуществляет лечащий врач (ЛВ) отделения ЛПУ и заполняет соответствующие данные обследования (ДО). ДО содержат разнородные данные произвольного размера, которые хранятся в БД в виде *JSON* объектов для атрибутов сущности «Данные обследований»: *Синдромы, Параметры диагноза, Данные скрининга и осмотра, Лабораторные данные, Данные функциональной диагностики, Данные инструментальной диагностики, Соматометрия.*

Хранение данных в формате *JSON* позволяет существенно расширить гибкость системы хранения в случае, когда в БД поступают разнородные, разнотипные данные произвольного размера в зависимости от совокупности обследований, назначенных ЛВ. Аналогично хранятся данные для формирования отчетных форм медицинских заключений: атрибуты «*Метаданные ЛПУ*», «*Метаданные пациента*», что иногда обусловлено различиями форматов отчетов в ряде ЛПУ.

Параметры диагнозов фактически представляют собой модифицированный классификатор МКБ-10, дополнительно содержащий *Параметрические данные диагноза* (Пдд), используемые в СППР для дифференциальной диагностики (ДД) пациента. Расчетные параметры ДД, а также разность между принятыми за эталонные значения Пдд в классификаторе и индивидуальными *Параметрами диагноза* пациента (Пдп) сохраняются в Данных обследования пациента при постановке диагноза с помощью СППР. Наряду с Пдп для уточнения диагноза и сопутствующих заболеваний используются данные *Синдромов*, выявляемых при ОП.

Данные скринингов и осмотров формируются на основе используемых в клинической медицине методов тестирования для выявления признаков предрасположенности пациента к развитию или наличию заболевания. Совокупность данных скринингов и осмотров позволяет уточнить правильную постановку диагноза.

4. Заключение

Рассмотрена принципиально новая СППР для задачи диагностики состояния пациентов и выбора оптимальной схемы лечения с возможностью корректировки выбранной схемы лечения. Предлагаемая система позволяет не только оценить состояние пациента на основе данных его обследования, выбрать оптимальную схему лечения на основе научно обоснованного решения, но и скорректировать эту схему под возможности ЛПУ, набора имеющихся в ЛПУ медикаментов и инструментов.

Данная СППР опробована в стационарах Самарской области.

Список литературы

1. Постовит Ю.Ф. Диагноз и диагностика в клинической медицине. Л.: ЛПМИ, 1991. 96 с.
2. Гриф М. Г., Юмчаа А. Применение экспертных систем пульсовой диагностики // Сборник научных трудов НГТУ. 2015. Вып. 3. С. 114-133.
3. Сумина Ю.Е., Львович И.Я. Разработки логических моделей постановки диагноза заболеваний молочных желез с помощью имитационного моделирования дерева решений // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6, Вып. 10. С. 41-50.
4. Коровин Е.Н., Нехаенко Н.Е., Юрьева К.А. Математическое моделирование процесса постановки диагноза «хронический аднексит» на основе корреляционного и дискриминантного анализа // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8, Вып. 9. С. 47-49.
5. Колоденкова А.Е. Моделирование процесса реализуемости проекта по созданию информационно-управляющих систем с применением нечетких когнитивных моделей // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2016. № 6 (144). С. 10-17.
6. Kolodenkova A.E., Khalikova E.A., Korobkin V.V., Gubanov N.G. A method of project feasibility assessment on creation of information-control systems for complex technical objects on the basis of fuzzy cognitive modelling // International Journal of Control Theory and Applications. 2016. No. 9(30). P. 73-82.
7. Колоденкова А.Е. Статистический подход к оценке реалистичности программных проектов для автоматизированных информационно-управляющих систем // Мехатроника, автоматизация, управление. 2010. № 4. С. 52-60.