

Опыт применения интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре

ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н.А. Семашко», г. Москва.

Berseneva E. A., Mikhaylov D. Y.

The experience of using intelligent diagnostic decision support systems in a multidisciplinary hospital

Резюме

В современной медицинской практике одной из главных задач лечащего врача в многопрофильном стационаре является точная и правильная постановка диагноза. Зачастую правильная постановка диагноза требуется в сжатые сроки, особенно для экстренных больных, поступающих в многопрофильный стационар. В целях диагностики пациентов в многопрофильном стационаре разрабатываются интеллектуальные системы поддержки принятия диагностических решений, способные накапливать, обрабатывать и применять на практике экспертные знания в определенной предметной области.

Целью настоящей работы является обзор и анализ применения интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре.

Результаты. Обоснованно, что эффективной интеллектуальной системой, наиболее полно решающей, в том числе, задачу диагностики пациентов в многопрофильном стационаре, является Система Поддержки Принятия Решений. Рассмотрена их сущность и виды. Проведен обзор современных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре. Рассмотрены основные модули СППР в многопрофильном стационаре, а также классы задач, решаемых системой.

Выводы. Применяемые системы поддержки принятия решений являются удобным интеллектуальным средством, направленным, в том числе, на решение задач диагностики в многопрофильном стационаре. Развитие подобных систем приведет к повышению эффективности работы врачей в многопрофильном стационаре на всех этапах диагностирования и лечения. Рассмотренная в настоящей статье 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

Ключевые слова: медицинская диагностика в многопрофильном стационаре, системы поддержки принятия решений в многопрофильном стационаре, интеллектуальные системы в диагностике, МОДИС, ДИН, ДИАГЕН, MDX, ABEL, MYCIN, нейлоровская диагностическая система, методы искусственного интеллекта

Для цитирования: Берсенева Е.А., Михайлов Д.Ю., Опыт применения интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре, Уральский медицинский журнал, №05 (188) 2020, с. 147 - 180 , DOI 10.25694/URMJ.2020.05.08

Summary

In modern medical practice, one of the main tasks of the attending physician in a multidisciplinary hospital is the accurate and correct diagnosis. Often the correct diagnosis is required in a short time, especially for emergency patients arriving in a multidisciplinary hospital. In order to diagnose patients in a multidisciplinary hospital, intelligent diagnostic decision support systems are being developed that can accumulate, process and put into practice expert knowledge in a specific subject area. The aim of this work is to review and analyze the use of intelligent diagnostic decision support systems in a multidisciplinary hospital.

Results. It is proved that an effective intellectual system that most fully solves, including the task of diagnosing patients in a multidisciplinary hospital, is the Decision Support System. Their essence and types are considered. A review of modern diagnostic decision support systems in a multidisciplinary hospital. The main DSS modules in a multidisciplinary hospital, as well as the classes of tasks solved by the system are considered.

Conclusions. The applied decision support systems are a convenient intellectual tool aimed, inter alia, at solving diagnostic problems in a multidisciplinary hospital. The development of such systems will increase the efficiency of doctors in a multidisciplinary hospital at all stages of diagnosis and treatment. The DSS considered in this article will allow the attending physician to assess the patient's condition on the basis of a wide range of symptoms and data of various types of examinations; establish a diagnosis, receive recommendations and make a scientifically based decision on the treatment of the patient

Keywords: medical diagnostics in a multidisciplinary hospital, decision support systems in a multidisciplinary hospital, intelligent systems in diagnostics, MODIS, DIN, DIAGEN, MDX, ABEL, MYCIN, neural diagnostic system, artificial intelligence methods

For citation: Berseneva E. A., Mikhaylov D.Y., The experience of using intelligent diagnostic decision support systems in a multidisciplinary hospital, Ural Medical Journal, No. 05 (188) 2020, p. 174 - 180, DOI 10.25694/URMJ.2020.05.08

Введение

В современной медицинской практике одной из главных задач лечащего врача в многопрофильном стационаре является точная и правильная постановка диагноза. Зачастую правильная постановка диагноза требуется в сжатые сроки, особенно для экстренных больных, поступающих в многопрофильный стационар. При этом немаловажным является анализ состояния пациента, назначенного лечащим врачом комплекса лечебных мероприятий, а также оперативная корректировка процесса лечения.

В процессе медицинского обследования регистрируется большое количество информации, анализ которой позволяет ставить пациенту правильный диагноз. В связи с чем, использование системы искусственного интеллекта в составе системы поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре помогает преодолеть обозначенную проблему, основываясь на современных информационных и компьютерных технологиях.

Предлагаемые в настоящей статье системы поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре предназначены 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 в многопрофильном стационаре.

Целью настоящей работы является обзор и анализ

применения интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре.

Результаты и обсуждение

Одним из эффективных программных средств, наиболее полно решающим, в том числе, задачу диагностики в многопрофильном стационаре, являются системы поддержки принятия решений (далее - СППР).

Виды СППР представлены на рисунке 1 [1].

Под СППР понимаются системы, ориентированные на разрешение вопросов ежедневной управленческой деятельности, выступающие инструментом, оказывающим поддержку субъектам, принимающим решения. При помощи данных систем осуществляется выбор одной из нескольких неструктурированных и слабоструктурированных задач, в том числе и многокритериальных.

Главной миссией автоматизированных СППР в медицинских системах выступает классификация биообъекта и прогноз его поведения [2], в зависимости от разных обстоятельств [3].

Обратим внимание, что большинство современных автоматизированных систем, в том числе, диагностики в многопрофильном стационаре представлены интеллектуальными системами поддержки принятия решений. Они базируются на знаниях экспертов или знаниях, полученных из научных источников и из историй болезней. При их формировании в максимальном объеме принимаются во

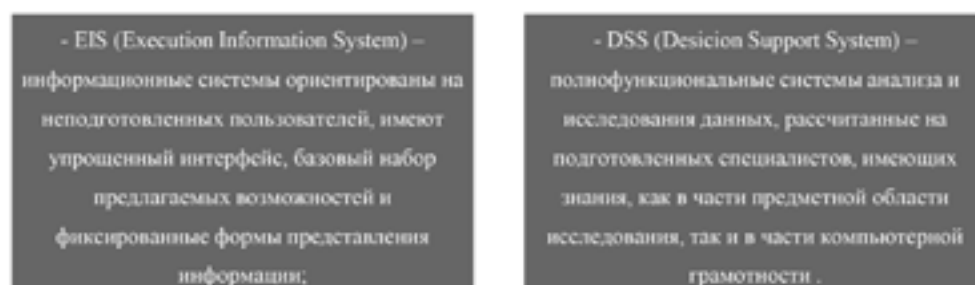


Рисунок 1. Виды СППР

- «маски» болезней;	- «симптоматические портреты» заболеваний;	- «ударные свойства» (типа табу);
- нечеткие сведения или вербальные характеристики состояния больного;	- ассоциативные отношения, возникающие у врача;	- сведения о болезнях (синдромах, состояниях);
- неопределенность, содержащаяся в медицинском диагнозе;	- альтернативные матрицы (режимы) принятия диагностических решений;	- сформированные объяснения о риске принятого решения в соответствии с мнениями различных научных школ.

Рисунок 2. Особенности проявления и представления клинической информации

- 1. МОДИС (диагностика форм артериальной гипертонии) – процесс генерации гипотез и их проверки сопровождается сообщениями об активизации конкретного фрейма, а также об отклонении рассматриваемой гипотезы и переходе к работе с другим фреймом, что дает эксперту возможность следить за ходом «рассуждений» системы в зависимости от вводимой информации. Система отвечает на вопрос, какие гипотезы рассматривались в процессе вывода решения, почему был поставлен именно такой диагноз.
- ДИАГЕН (дифференциальная диагностика наследственных болезней) – возможность проверить свое представление о диагностической значимости отдельных признаков путем последовательной переоценки их «весов» (коэффициентов).
- ДИН (диагностика неотложных состояний) – с одной стороны, проверка правильности предполагаемого врачом диагноза при движении от гипотетического диагноза к симптомам (обратный вывод), с другой стороны, по «лишним» для данного заболевания симптомам осуществляется выход на другие патологические состояния, в описании которых полученные данные играют известную роль, что расширяет представление обучаемого о круге сходных по клиническим проявлениям заболеваний.
- MDX (диагностика холестеаза) – действует как сообщество консультантов разных специальностей, которые «вызывают» друг друга для рассмотрения различных аспектов заболевания; их «сотрудничество» осуществляется с использованием «доски объявлений» («blackboard»).
- MYCIN (выбор антибактериальной терапии) – информация о взглядах научных школ, предоставляемая в режиме запроса.
- ABEL (диагностика и выбор лечения нарушений равновесия кислот и оснований) – формирование альтернативных объяснений, соответствующих различным научным школам. Наряду с приведенными особенностями отдельных систем, нужно отметить, что все интеллектуальные системы принятия решений включают блок объяснения, позволяющий получить представление о том, на основе какой информации был поставлен диагноз или принято решение о выборе предложенного способа лечения.

Рисунок 3. Обзор интеллектуальных систем (систем поддержки принятия диагностических решений)



Рисунок 4. Общий алгоритм работы нейлоровских систем

- IndiGO (Archimedes) – обеспечивает обработку данных клинической, физиологической природы и сведений об управлении процессом лечения и формирует индивидуализированные протоколы диагностики и лечения;
- Luminence – система дифференциальной диагностики, анализирует сведения о симптомах и др. информацию, формирует диагностический план;
- DiagnosisOne – система использует данные об оказанных медицинских услугах и другие сведения для поиска упущений и формирования планов лечения;
- СППВР Isabel Healthcare – система поддержки принятия диагностических решений на основе сведений о симптомах;
- Problem-Knowledge Couplers (Sharecare) – информационно-аналитическая система в сфере здоровья с широким функционалом;
- VisualDx – система поддержки диагностических решений с использованием принципов дифференциальной диагностики;
- СППВР Siemens – системы Protis - интерпретация результатов обследования на основе сведений о большом числе пациентов;
- Nuance – системы поддержки принятия решений для радиологии;
- система IBM Watson - суперкомпьютер фирмы IBM, оснащенный вопросно-ответной системой искусственного интеллекта.

Рисунок 5. Интеллектуальные системы поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре

внимание особенности проявления и представления клинической информации, представленной на рисунке 2 [4]:

В качестве примеров принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре с помощью интеллектуальных систем (систем поддержки принятия диагностических решений) проведем обзор некоторых интеллектуальных систем [5, 6, 7, 8, 9] (рисунок 3).

Также большое распространение получила такая интеллектуальная система как нейлоровская диагностическая система, которая используется для диагностики общих заболеваний на основе данных клинических исследований уевитов. Она базируется на вероятностном подходе, суть которого составляет формула Байеса для определения условной вероятности: вероятности возникновения события А при условии возникновения события В.

Также особую значимость данных систем имеет цепочка рассуждений, определяющая сценарий диалога с

пользователем [10].

Блок-схема, показывающая общий алгоритм работы механизма нейлоровских систем изображена на рисунке 4.

В ходе проведенных исследований данной системы в ее базу данных были заложены результаты клинических исследований 100 пациентов с различными диагнозами. Итоги тестирования этой системы продемонстрировали адекватность ее выводов диагнозам, поставленным врачом-экспертом [10].

На сегодняшний день успешно развиваются следующие интеллектуальные системы поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре [11].

В направлении интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре развиваются и более простые программы, такие как симптом-чекеры и другие программы для



Рисунок 6. Модель базы данных многопрофильного стационара для хранения данных обследования пациента

конечного пользователя. Примеры: WebMD Symptom Checker, DrNow, iPharmacy, EasyDiagnosis и др.

Отметим, что существенными недостатками современных СППР для диагностики состояния пациентов в многопрофильном стационаре являются [12,13]:

- низкий уровень автоматизации процесса обработки диагностической разнородной информации;
- ограниченность применения технологий ИИ;
- отсутствие возможности оперативного контроля за состоянием пациента и корректирования рекомендованных схем лечения (СЛ).

Интерес представляет предлагаемая А.Е. Колоденковой интеллектуальная система поддержки принятия диагностических решений, которую также можно использовать в многопрофильном стационаре [14].

Данная система обладает преимуществами по сравнению с вышерассмотренными. Например, она предоставляет 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 многопрофильного стационара; корректировки рекомендованной СЛ лечащим врачом; универсальности системы, и.т.п.

Структура СППР для диагностики состояния пациента, постановки диагноза и назначения рекомендованной СЛ, которую возможно использовать в многопрофильном стационаре, включает шесть основных модулей.

1. Модуль сбора и хранения данных (МСД) осу-

ществляет прием информации об обследовании пациентов. Также МСД осуществляет хранение истории болезни пациентов с исходом лечения для дальнейшего использования этих данных для оценки оптимальности и эффективности лечения пациентов в многопрофильном стационаре.

2. Модуль обработки данных обследования (МОДО) осуществляет обработку 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.

3. Модуль формирования заключений и постановки диагноза (МПД) осуществляет диагностирование состояния пациента многопрофильного стационара.

Отметим, что база знаний изначально содержит нечеткие модели прогнозирования [6], знания о схемах и методах лечения заболеваний, схемах применения медикаментов при различных заболеваниях и состояниях пациентов. Между тем, она в ходе работы СППР пополняется посредством знаний медицинского персонала многопрофильного стационара, а также адаптации БЗ к условиям ее функционирования. Результаты диагностики и прогнозирования поступают в модуль формирования схемы лечения.

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

5. Модуль выбора и корректировки схемы лечения позволяет лечащему врачу многопрофильного стационара 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.

6. 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.

Модель базы данных для хранения данных обследования пациента в многопрофильном стационаре представлена на рисунке 6.

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.

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 Синдро-

мов, 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.

Заключение

Анализ, проведенный в настоящей статье, позволяет прийти к выводу, что используемые СППР представляют собой эффективный интеллектуальный инструмент, ориентированный, в том числе, на решение задач диагностики пациентов многопрофильного стационара. Развитие данных систем приведет к увеличению результативности работы врачей на всех этапах диагностирования и лечения в многопрофильном стационаре.

Рассмотрена принципиально новая СППР для задачи диагностики состояния пациентов и выбора оптимальной схемы лечения с возможностью корректировки выбранной схемы лечения. Проанализированная в настоящей статье система поддержки принятия диагностических решений в многопрофильном стационаре 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 многопрофильного стационара, набора имеющихся в многопрофильном стационаре медикаментов и инструментов. Развитие подобных систем приведет к повышению эффективности работы врачей в многопрофильном стационаре на всех этапах диагностирования и лечения. ■

Берсенева Е.А., Михайлов Д.Ю. ФГБНУ «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья им. Н.А. Семашко», г. Москва.

Литература:

1. Тараник М.А. Анализ задач и методов построения интеллектуальных медицинских систем. *Врач и информационные технологии.* 2014; 3: 6-12.
2. Артеменко М. В. Индикаторы дифференциальной диагностики в системах принятия классификационных решений с использованием метода анализа иерархий. *Фундаментальные исследования.* 2016; 11-1: 15- 22.
3. Олейников Д.П. Методология системного синтеза методов принятия решений. *Целепологание. Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. Научн. Конф. Г. Пермь, апрель 2015. Пермь: Зебра; 2015: 29-33.*
4. *Интеллектуальные и информационные системы в медицине: мониторинг и поддержка принятия решений: сборник статей.* М.-Берлин: Директор-медиа; 2016.
5. Гриф М.Г. Применение экспертных систем пульсовой диагностики. *Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета.* 2015; 3(81): 114-133.
6. Тараник М.А. Анализ задач и методов построения интеллектуальных медицинских систем. *Врач и информационные технологии.* 2014; 3: С. 6-12.
7. Токарев А.Р. Возможности современных отечественных интерактивных аппаратно-программных медицинских комплексов (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий.* 2016; Т. 23; №4: 316-327.
8. Akula V.S.G. Rule-based systems for medical diagnosis. *Fuzzy Expert Systems for Disease Diagnosis.* 2014: 21-44.
9. Pyatakovich F.A. Biotechnical system of automatic classification scattergrams and evaluation of atrial fibrillation outcomes. *International Journal of Pharmacy and Technology.* 2016; 8 – 2: 14129-14136.
10. Бояришинова И.Н., Беляев И.Н. Нейлоровская систе-

- ма поддержки принятия диагностических решений. Научно—технический вестник Поволжья. 2019; 7: 25-27.
11. Фролов С. В. Медицинские системы поддержки принятия решений // *Аллея Науки : научно-практ. электрон. журн.* – 2018. – № 11 (27).- С.11-19.
 12. Гриф М. Г., Юмчама А. Применение экспертных систем пульсовой диагностики // *Сборник научных трудов НГТУ.* - 2015.- Вып. 3. - С. 114-133.
 13. 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.
 14. Колоденкова А. Е. Интеллектуальная система поддержки принятия решений для диагностики и выбора схем лечения пациента // *XIII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2019, Москва 17-20 июня 2019 г. : сб. тр. / Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН.* – Москва, 2019. – С. 1879-1883.