

Особенности принятия решений по неполным данным в экспертных диалоговых компьютерных системах

А.Ю. Мещеряков^I, С.Н. Осипов^{II}

^I Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова» Российской академии наук», г. Москва, Россия

^{II} Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы принятия решений по неполным данным в экспертной диалоговой компьютерной медицинской системе. Созданная система является первой и единственной отечественной медицинской экспертной системой с возможностью принятия решений в условиях неопределенности в диалоге пациента с компьютером без участия врача. Основой методологии построения системы являются информационные технологии, системный подход и структурный анализ. При создании системы основное внимание уделено важному принципу – решению конкретной задачи из этически сложной области медицинских знаний (сексопатологии).

Ключевые слова: информационные технологии, системный подход, структурный анализ, экспертная система, диалог, факторы риска, неполные данные, принятие решений.

DOI: 10.14357/20790279220207

Ведение

В области информационных компьютерных технологий особую актуальность представляют научные исследования и прикладные разработки в области искусственного интеллекта, ориентированные на создание экспертных систем с элементами интеллектуализации принятия решений с целью постановки диагнозов и прогнозирования заболеваний [1-4].

Известно, что здоровье человека определяется не только отсутствием болезней или физических дефектов, но также полным физическим, душевным и социальным благополучием [5].

Неотъемлемой частью здоровья человека является состояние эмоционального, соматического, интеллектуального и социального благополучия.

1. Принятие решений по неполным данным

Методология построения экспертных интеллектуальных систем, опирающихся на знания специалистов в определенной медицинской области на основе извлечения знаний из медицинской литературы, способных моделировать решение различных задач, порождать гипотезы на основе правдоподобных рассуждений, достаточно под-

робно рассмотрена в работах профессора Б.А. Кобринского [6, 7].

Принятие решений врачом в процессе постановки диагноза и выбора рекомендаций по итогам реального диалога «врач-пациент» имеет особенности, которые необходимо учитывать при разработке медицинских экспертных диалоговых компьютерных систем. Особую актуальность это приобретает в ситуациях, когда необходимо в реальном времени поставить правильный диагноз, оценить факторы, указывающие на возможный риск ошибочного диагноза, дать рекомендации на основании полученной от пациента не всегда полной и достоверной информации.

В процессе разработки экспертной диалоговой компьютерной системы обследования здоровья, авторы настоящей работы столкнулись с проблемой принятия решений в условиях неопределенности [8]. Неопределенность заключалась в неполноте или недостоверности первичной информации, представляемой пациентом в период предъявления жалоб во время диалога, получаемой и интерпретируемой врачом на этапе предварительной диагностической гипотезы. Это объясняется спецификой области медицинских знаний, которая дополняется знаниями из других сопре-

дельных областей. Для пациента важнейшим итогом диалога с врачом и обследования является постановка диагноза, получение рекомендаций. Для врача основной целью является получение от пациента достоверной и по возможности полной информации в режиме реального «речевого» диалога «врач-пациент» с целью принятия правильного решения (формирования предварительной диагностической гипотезы и направления дальнейшего обследования).

Особенность принятия решений в медицине в том, что без полных и достоверных данных врач часто не может принять правильное решение, что особенно сложно в отношении сексуального здоровья. Врачу нужно иметь возможность справляться с двусмысленностью и неопределенностью ответов пациента и принимать наилучшее решение, в основе которого – данные, которые стали доступны. Здесь важно отметить, что в реальном словесном диалоге «врач-пациент» всегда присутствует неопределенность. Врач никогда не будет обладать всей информацией для принятия решения, поскольку не сможет получить полные и достоверные сведения от пациента в связи со спецификой вопросов, задаваемых врачом в области сексопатологии, и невозможностью или нежеланием пациента правильно ответить на вопросы врача. Отсутствие полной и достоверной информации от пациента в беседе с врачом о проблемах в сексуальной сфере связано с риском принятия ошибочного решения: диагноз не определен или поставлен неправильно. В случае неправильного диагноза, как следствие – неправильное лечение, которое может спровоцировать другие заболевания.

Отсутствие полной и достоверной информации, полученной врачом от пациента в режиме диалога «врач – пациент», как правило, обусловлено следующим причинами:

- умышленным, неправильным ответом на вопрос врача;
- неправильный ответ на вопрос врача, когда у пациента есть желание ответить, однако отсутствует правильное понимание сути вопроса;
- отсутствие ответа (пациент не желает отвечать на вопрос врача, не объясняя причину отказа).

Результатом такого обследования может быть неправильное решение врача (отсутствие или неправильный диагноз).

Известный ученый, основоположник структурного подхода в медицине, профессор Г.С. Васильченко так описывает особенности обследования больных: «Люди, которые являются на прием к врачу, составляют особую группу, и в литературе этим людям и врачебному обследованию это-

го контингента приписывают ряд специфических особенностей, таких как повышенная стыдливость, психическая ранимость, чувствительность пациентов, установка на строжайшую конфиденциальность всего хода исследования и т.п.» [9].

Таким образом, одним из отличительных признаков врача в процессе реального диалога с пациентом, является способность принимать решения в условиях неопределенности. Пациент обращается к врачу за консультацией, врач вынужденно принимает решение по неполным данным.

2. Формирование первоначальной гипотезы

Одним из инструментов принятия решения по неполным данным в рассматриваемой задаче, может быть формирование первоначальной гипотезы со сбором дополнительной информации, позволяющей уточнить гипотезу, как это представлено на рис. 1.

Формирование первичной диагностической гипотезы – это оперирование данными, полученными от пациента в режиме словесного диалога, знаниями, опытом и интуицией врача-сексопатолога. Подход к формированию окончательного решения можно сформулировать следующим образом: первоначальная (основная) гипотеза является основной при формировании текущего решения с возможной коррекцией в результате сбора дополнительных данных и уточнения первой гипотезы.

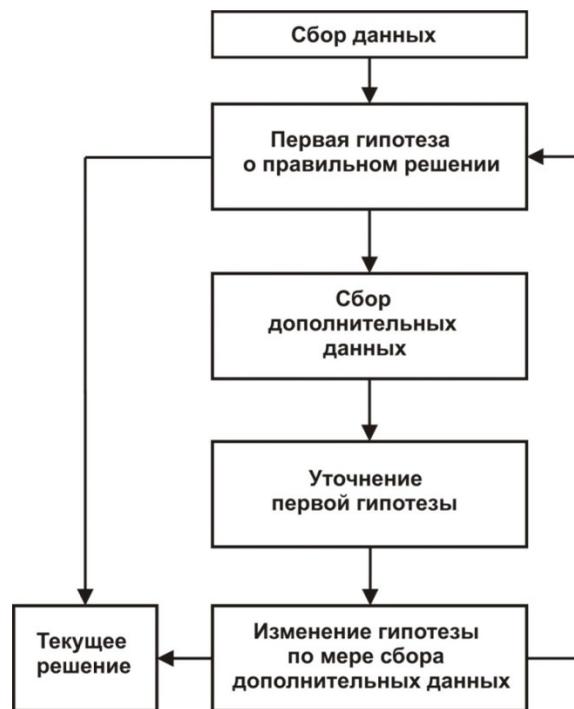


Рис. 1. Формирование диагностической гипотезы

Решения, сформированные на основании уточнения первой гипотезы, должны быть соотнесены с факторами, указывающими на риски других возможных заболеваний. Этот подход полезен, поскольку всегда на первом этапе диалога «врач-пациент» необходимо рассматривать более широкий спектр гипотез. В этом случае врач может собрать дополнительные данные, но только на основании полученных первоначально результатов. Особенность рассмотренного подхода в том, что его целесообразно применять в тех случаях, когда врач не знает, сколько времени у него есть на принятие решения, однако есть необходимость принять его в реальном времени.

3. Минимизации риска при постановке решения

При построении экспертной системы с целью принятия решения, соответствующего достоверному диагнозу, используется принцип минимизации риска при постановке диагноза. С целью реализации этого принципа полностью исключен диалог пациента с врачом, а также присутствие врача во время обследования в режиме «пациент-компьютер». Это позволяет обеспечить полную анонимность процедуры обследования в экспертной компьютерной диалоговой системе путем организации диалога «пациент-компьютер».

С целью исключения риска принятия неправильных решений при постановке окончательного диагноза (диагнозов), нами введено понятие «факторы риска» заболеваний, используемое не в традиционном понимании предикторов болезни. Факторы риска заболеваний определяются нами в том случае, когда нет единого мнения в принятии решения всеми экспертами – медиками.

Знания (механизмы, алгоритмы, особенности построения выводов и постановки диагнозов в конкретной области медицинских знаний врачом в реальных условиях диалога «врач-пациент» в условиях неполной информации), полученные от каждого эксперта-медика, встроены в программу-решатель. Это позволило экспертной системе использовать знания при формировании диагнозов, факторов риска ошибочных диагнозов и рекомендаций.

Классически процесс обследования пациента врачом проходит в режиме диалога «врач-пациент». Основным недостатком такого подхода является отсутствие анонимности. Цель врача – получить полные и достоверные ответы на все вопросы. Цель пациента: с одной стороны, получить правильный диагноз (диагнозы) и рекомендации, а

с другой стороны, не отвечать правильно на вопросы, которые (по мнению пациента) могут негативно характеризовать пациента в лице врача.

Экспертная компьютерная система обеспечивает полную анонимность диалога «пациент-компьютер». Анонимность диалога обеспечивается исключением присутствия врачей в процессе обследования. Это позволило получить достоверную информацию от пациента по многим вопросам.

Окончательное решение – постановка диагнозов, анализ факторов риска предполагаемых заболеваний, рекомендации о лечении и здоровом образе жизни – результат одновременного рассмотрения группой врачей-экспертов, с учетом весовой категории экспертов, как это представлено на рис. 2.



Рис. 2. Принятие решений по результатам диалога

4. Формирование базы знаний

Неотъемлемым элементом экспертной компьютерной системы являются: база данных, база знаний и управляющая структура. Управляющая структура определяет, какое из правил должно быть проверено следующим. Правила, которые содержатся в базе знаний, различимы по своему формату. Используется язык продукционных правил, которые описывают знания в виде взаимосвязей: «причина» –

«следствие», «признак – «факт», что является прямым описанием логических выводов при решении конкретной задачи. База знаний образована набором продукционных правил, которые представлены знаниями в данной области медицины.

Наиболее употребителен и используется в рассматриваемой экспертной системе формат правила: «ЕСЛИ (условие) ТО (действие)». Компонента «ТО» может представлять выводы, утверждения, вероятности, указания.

Предварительная гипотеза в классическом варианте диалога «врач-пациент» строится нередко на основе неопределенных или неполных данных. Это объясняется спецификой предметной области медицины.

5. Методология построения экспертной системы

Рассмотрим методологию построения экспертной компьютерной диалоговой системы в конкретной области медицинских знаний, которая создана при непосредственном участии авторов настоящей статьи.

Созданная экспертная система, получившая название ASEKS, является первой и единственной отечественной медицинской экспертной системой с элементами интеллектуализации, возможностью принятия решений на этапе предварительной диагностики (до проведения специального обследования) в условиях неопределенности в диалоге пациента с компьютерной системой без участия врачей-специалистов.

В основу методологии построения системы были положены информационные технологии, системный подход и структурный анализ. При создании системы авторы основное внимание уделили важному принципу – решение конкретной задачи из конкретной области медицинских знаний – сексопатологии.

Основная цель – оказание помощи врачам при постановке диагнозов, факторов риска ошибки в предполагаемом диагнозе, выборе рекомендаций, последующего лечения и прогноза здоровья в условиях отсутствия полной и достоверной информации.

Работы по созданию экспертной системы проводились в Институте проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН учеными-специалистами в области разработки экспертных компьютерных систем и компьютерного моделирования. Система была построена после многолетней и всесторонней совместной работы с экспертами-медиками из разных областей медицинских знаний. В качестве

экспертов-медиков в работе принимали участие известные в России и за рубежом ученые – высококвалифицированные специалисты: д.м.н., профессор Г.С. Васильченко, д.м.н., профессор, академик Т.Б. Дмитриева, д.м.н., профессор С.Т. Агарков, к.м.н., доцент Т.Е. Агаркова, к.м.н. Г.Д. Елизаров.

Получение («извлечение») из экспертов знаний, необходимых для формирования диалога «пациент-компьютер», диагнозов, факторов риска ошибочного диагноза, рекомендаций – сложный, трудоемкий этап в процессе создания экспертной системы. Не все эксперты могут описать последовательность своих рассуждений при постановке диагнозов. Работы в части получения знаний и формирования всех решений по результатам диалога «пациент-компьютер» проводились под руководством руководителя ВНИИ профессора Г.С. Васильченко.

С целью исключения риска принятия неправильных решений при постановке окончательного диагноза (диагнозов), было введено понятие «факторы риска заболеваний» как факторы ошибочной трактовки фактов, необходимых для постановки правильного диагноза. Результатом принятия окончательного решения, формируемого по окончании анонимного диалога «пациент-компьютер» в экспертной системе ASEKS, являются: диагнозы, факторы риска ошибочного диагноза, рекомендации и прогноз.

Организация анонимности процесса диалога «пациент-компьютер» в экспертной системе позволила значительно снизить риск получения от пациента недостоверной и неполной информации.

Экспертная система ASEKS моделирует стратегии диагностирования, применяемые экспертами-медиками в реальных условиях обследования пациентов. Для каждого пациента система моделирует ход рассуждений врача, предлагает диагноз в сложных ситуациях, когда присутствуют признаки нескольких болезней.

Диагнозы соотносятся с симптомами на основе различного типа ассоциативных связей. Особенность системы заключается в том, что для принятия решения используются знания из смежных областей медицины. Процесс извлечения экспертных знаний осуществлялся с привлечением специалистов-ученых, обладающих большим практическим опытом работы в данных областях медицины.

Одним из важнейших свойств экспертной системы ASEKS является интеллектуализация принятия решения, которое приближается к модели человеческого мыслительного процесса – процесс формирования гипотез без участия человека – врача-сексопатолога.

В экспертной системе ASEKS приняты следующие варианты решений:

- Постановка предварительного диагноза (диагнозов) на основе системных экспертных оценок группы врачей-специалистов.
- Оценка факторов риска проявления возможных заболеваний из рассматриваемой проблемной области.
- Рекомендации в отношении выявленных заболеваний.
- Рекомендации о здоровом образе жизни.

Процесс обследования пациента системой ASEKS представлен на рис. 3.

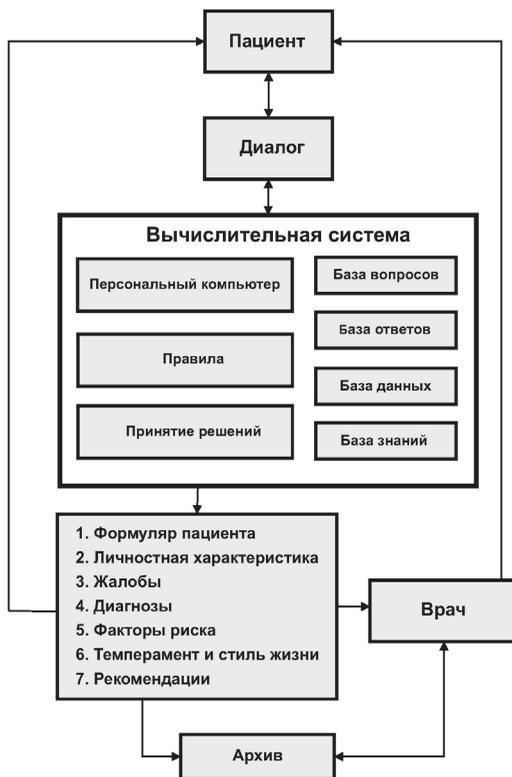


Рис. 3. Процесс обследования пациента экспертной системой

База знаний рассматриваемой экспертной системы имеет значительный запас знаний о причинах, вызывающих более 80 заболеваний в данной области медицины. Система способна поставить диагноз, указать факторы риска других возможных заболеваний данной проблемной области, предсказать развитие болезни во времени, дать рекомендации. Это достигается благодаря тому, что в экспертной системе каждый из 80 диагнозов (заболеваний) представляется не в статическом виде, а как динамический процесс, который моделируется сетью причинно-связанных состояний.

Для организации базы знаний в созданной экспертной системе использовались знания экспертов-медиков – профессионалов в конкретной области медицины. Однако это не означает, что для конкретного пациента мнения всех экспертов будут однозначны при вынесении окончательного решения. Есть риск принятия ошибочного предварительного диагноза, поскольку в режиме реального диалога «врач-пациент» вероятность неполноты информации от пациента всегда присутствует.

6. Используемые научные подходы

Основной задачей построения системы было: создание компьютерной экспертной системы, в основе которой лежит принцип организации анонимного диалога между пациентом и компьютером в реальном времени в условиях неопределенности на основе знаний о проблемной области, «извлеченных» из экспертов-медиков, системного конструирования полученных знаний, постановки вероятностных диагнозов, риска диагностических ошибок и рекомендаций.

Для решения этой сложной междисциплинарной задачи, в качестве основных научных подходов, были выбраны системный подход и структурный анализ.

Известно, что системный подход позволяет не только выявить и раскрыть характер системных противоречий, но также сформировать взаимосвязь разных проблем, выработать правильную стратегию решения задачи [10, 11].

Именно системный подход и современные информационные технологии позволили создать экспертную компьютерную систему с элементами интеллектуализации и минимизацией риска принятия неправильных решений.

Основные предпосылки, которые легли в основу создания экспертной системы, особенности создания и ее использования были рассмотрены ранее [12, 13].

Экспертная компьютерная диалоговая система позволяет в реальном времени в режиме диалога «пациент – компьютер», без участия врача-специалиста в данной области принимать решения: постановка диагнозов, факторы риска ошибочных диагнозов, рекомендации, прогноз сексуального здоровья.

Блоки системы содержат 560 вопросов из разных областей медицинских знаний. Взаимодействие пациента экспертной системы проводится в режиме активного диалога «пациент-компьютер» без участия врача и посторонних лиц. Это создает анонимную среду в процессе диалога и дает воз-

возможность пациенту наиболее объективно ответить на все вопросы, предложенные системой. Такой подход уменьшает риск неправильных ответов на вопросы и позволяет правильно принять окончательное решение по результатам диалога.

Заключение

Использование современных информационных технологий и системного подхода в решении конкретной научно-технической междисциплинарной задачи позволили создать первую и единственную отечественную медицинскую экспертную компьютерную систему, принимающую решения в процессе диалога с пациентом, без участия врача, в условиях неопределенности – по аналогии человеческого мыслительного процесса. Система анализирует возникающие в жизни человека проблемы из области сексологии, определяет методы их разрешения, прогнозирует и решает комплекс задач, связанных с планированием семьи. Создание системы стало возможным в результате совместной научно-исследовательской работы ученых – специалистов в области медицины, кибернетики, систем управления, системного анализа и компьютерного моделирования. Научно-исследовательские работы проводились в Институте проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН с участием Института системного анализа РАН, совместно с Всесоюзным научно-методическим Центром медицинской сексологии и сексопатологии Московского НИИ психиатрии и Федеральным медицинским исследовательским Центром психиатрии и наркологии имени В. П. Сербского.

В процессе создания системы была поставлена и решена сложная междисциплинарная задача: построение анонимного диалога «пациент-компьютер» и формирование решений в условиях неполноты информации по аналогии реального процесса беседы пациента с врачом-сексопатологом. Эта задача была успешно выполнена. Экспертная компьютерная система позволила автоматизировать трудоемкий процесс сбора анамнеза в условиях неопределенности и создания банка данных по опрошенному контингенту населения.

Важнейшим результатом проведенной научно-исследовательской работы является создание базы знаний и алгоритмов принятия решений, в основе которых трудоемкий и длительный процесс извлечения знаний из экспертов-медиков. Результатом применения экспертной диалоговой компьютерной системы ASEKS являются вероятностные диагнозы, факторы риска ошибочных заболеваний, рекомендации и прогноз. Эти решения

принимаются в режиме диалога «пациент – компьютер» без участия врача.

Практическим результатом данной научно-исследовательской работы в области сексопатологии, является возможность проведения массового доврачебного сбора анамнестических сведений и жалоб больных с целью оптимального формирования предварительных диагнозов по основным расстройствам сексуальной сферы и потенциально возможному прогнозу. Создан законченный научно-технический продукт, пригодный для практического использования. Экспертная система внедрена в медицинских организациях и учреждениях России, среди которых: Центральная поликлиника № 1 ОАО «РЖД», РЦ УД Президента РФ, ЦП № 1 МВД РФ, ЦП ВЭС МИД РФ и др. Система демонстрировалась на международных выставках в России, США, Италии и Франции.

Отделением проблем машиностроения, механики и процессов управления РАН экспертная система ASEKS была включена в список лучших законченных работ, имеющих важнейшее значение.

Важно отметить, что созданная экспертная система может использоваться не только в медицинских учреждениях с целью обследования пациентов и оказания помощи врачам. Особенности построения системы, организация анонимного диалога и принятие решений по неполным данным позволяют использовать систему для обучения студентов медицинских специальностей, повышения квалификации медицинских работников.

Литература

1. Геловани В.А., Ковригин О.В. Экспертные системы в медицине / Математика и кибернетика. 1987. № 3. 32 с.
2. Элли Дж., Кумбс М. Экспертные системы: концепции и примеры. М.: Наука. 1987. 191 с.
3. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы. Принципы разработки и программирование. М.: Вильямс. 2007. 1152 с.
4. Kuo R.-J., Huang M.-H., Cheng W.-C., Lin Ch.-Ch., Wu Y.-H. Application of a two-stage fuzzy neural network to a prostate cancer prognosis system // Artificial Intelligence in Medicine. 2015. Vol. 63. Iss. 2. P. 119-133.
5. Протоколы работы комитета по техническим вопросам подготовки Международной конференции по здравоохранению в Париже. Documents officiels. OMS. Geneve. 1946. <http://www.who.int/governance/>.
6. Кобринский Б.А. Подходы к построению когнитивных лингвообразных моделей представле-

- ния знаний для медицинских интеллектуальных систем // Искусственный интеллект и принятие решений. 2015. № 3. С. 10-17.
7. *Кобринский Б.А.* Системы поддержки принятия врачебных решений: история и современные решения // Методология и технология непрерывного профессионального образования. 2020. № 4 (4). С. 22-38.
 8. *Мещеряков А.Ю., Осипов С.Н.* Применение системного подхода и информационных технологий в создании экспертной диалоговой компьютерной системы обследования сексуального здоровья // Труды ИСА РАН. 2020. Т. 70. № 2. С. 43-52.
 9. *Васильченко Г.С.* Методика сексологического обследования // Общая сексопатология / Под ред. Г.С. Васильченко. М.: Медицина. 1977. С. 248-391.
 10. *Прангшвили И.В.* Системный подход, системное мышление и энтропизация фундаментальных знаний / Проблемы управления. 2003. № 1. С. 3-7.
 11. *Прангшвили И.В., Пащенко Ф.Ф., Бусыгин Б.П.* Системные законы и закономерности в электродинамике, природе и обществе. М.: Наука. 2001. 525 с.
 12. *Мещеряков А.Ю.* Предпосылки для создания медицинской экспертной диалоговой компьютерной системы обследования сексуального здоровья // Научный альманах. 2019. № 10-2(60). С. 90-95.
 13. *Мещеряков А.Ю.* Особенности создания и использования медицинской экспертной диалоговой компьютерной системы обследования сексуального здоровья «ASEKS» // Научный альманах. 2019. № 10-2(60). С. 82-89.

Мещеряков Александр Юрьевич. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», Москва, Россия. Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, доцент. Количество печатных работ: более 70. Область научных интересов: информационные технологии, имитационное моделирование и прикладные аспекты управления средой обитания, экспертные компьютерные системы принятия решений, основанные на знаниях. E-Mail: aymesh@inbox.ru

Осипов Сергей Николаевич. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», г. Москва, Россия; Ведущий научный сотрудник, кандидат физико-математических наук, доцент. Количество печатных работ: более 50. Область научных интересов: математическое моделирование социально-экономических процессов. E-Mail: osipov@isa.ru

Features of Information Technology in Decision Making Incomplete Data in the Expert Dialogue Computer Sexual Health Examination System

A.Y. Mestcheryakov^I, S. N. Osipov^{II}

^I V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

^{II} Federal Research Center "Computer Science and Control" of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. The article deals with the issues of decision-making on incomplete data in an expert interactive computer medical system. The created system is the first and only domestic medical expert system with the ability to make decisions in conditions of uncertainty in the patient's dialogue with the computer without the participation of a doctor. The basis of the methodology for building a system is information technology, a system approach and structural analysis. When creating the system, the authors focused on an important principle - the solution of a specific problem from an ethically complex field of medical knowledge (sexopathology).

Keywords: *information technology, systems approach, structural analysis, expert system, computer, dialogue, health, risk factors, incomplete data, decision making.*

DOI: 10.14357/20790279220207

References

1. *Gelovani V.A., Kovrigin O.V.* Ekspertnyye sistemy v meditsine / Matematika i kibernetika. 1987. No 3. 32 p.
2. *Elti Dzh., Kumbe M.* Ekspertnyye sistemy: kontseptsii i primery. M.: Nauka. 1987. 191 p.
3. *Dzhozef Dzharatano, Gari Rayli.* Ekspertnyye sistemy. Printsipy razrabotki i programmirovaniye. M.: Vil'yams. 2007. 1152 p.
4. *Kuo R.-J., Huang M.-H., Cheng W.-C., Lin Ch.-Ch., Wu Y.-H.* Application of a two-stage fuzzy neural network to a prostate cancer prognosis system // Artificial Intelligence in Medicine. 2015. Vol. 63. Iss. 2. P. 119-133.
5. Protokoly raboty komiteta po tekhnicheskim voprosam podgotovki Mezhdunarodnoy konferentsii po zdravookhraneniyu v Parizhe. Documents officiels. OMS. Geneve. 1946. <http://www.who.int/governance/>.
6. *Kobrinskiy B.A.* Podkhody k postroyeniyu kognitivnykh lingvo-obraznykh modeley predstavleniya dlya meditsinskikh intellektual'nykh sistem Iskusstvennyy intellekt i prinyatiye resheniy. 2015. No 3. P. 10-17.
7. *Kobrinskiy B.A.* Sistemy podderzhki prinyatiya vrachebnykh resheniy: istoriya i sovremennyye resheniya. Metodologiya i tekhnologiya nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya. 2020. No 4(4). P. 22-38.
8. *Meshcheryakov A.YU., Osipov S.N.* Primeneniye sistemnogo podkhoda i informatsionnykh tekhnologiy v sozdanii ekspertnoy dialogovoy komp'yuternoy sistemy obsledovaniya seksual'nogo zdorov'ya // Trudy ISA RAN. 2020. T. 70. No 2. P. 43-52.
9. *Vasil'chenko G.S.* Metodika seksologicheskogo obsledovaniya // Obshchaya seksopatologiya / Pod red. G. S. Vasil'chenko. M.: Meditsina. 1977. P. 248-391.
10. *Prangishvili I.V.* Sistemnyy podkhod, sistemnoye myshleniye i entropizatsiya fundamental'nykh znaniy / Problemy upravleniya. No 1. 2003. P. 3-7.
11. *Prangishvili I.V., Pashchenko F.F., Busygin B.P.* Sistemnyye zakony i zakonomernosti v elektrodinamike, prirode i obshchestve. M.: Nauka. 2001. 525 p.
12. *Meshcheryakov A.YU.* Predposylki dlya sozdaniya meditsinskoy ekspertnoy dialogovoy komp'yuternoy sistemy obsledovaniya seksual'nogo zdorov'ya // Nauchnyy al'manakh. 2019. No 10-2 (60). P. 90-95.
13. *Meshcheryakov A.YU.* Osobennosti sozdaniya i ispol'zovaniya meditsinskoy ekspertnoy dialogovoy komp'yuternoy sistemy obsledovaniya seksual'nogo zdorov'ya «ASEKS» // Nauchnyy al'manakh. 2019. No 10-2 (60). P. 82-89.

Meshcheryakov Alexander Yurievich. Federal State Budgetary Institution of Science V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. PhD in Engineering Sciences, leading researcher, associate Professor. The number of printed works: more than 70. Research interests: information technologies, simulation and applied aspects of habitat management, expert medical decision-making systems based on knowledge. E-mail: aymesh@inbox.ru

Osipov Sergey Nikolaevich. Leading researcher of Federal Research Center 'Computer Science and Control' of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia. PhD in Physics and Mathematics-Sciences, senior researcher. The number of printed works: more than 50. Research interests: modelling and forecasting of developing systems. E-mail: isa@isa.ru