

САФАРОВ ТОШИҚУЛ

УРАКОВ ШОЖИР

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ  
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА  
ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

---

---

**САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ**

**САФАРОВ Т.С., УРАКОВ Ш.У.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ  
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА  
ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**Sam DTI  
axborot-resurs markazi**

Ташкент  
«TAMADDUN»  
2020

УДК 004.891

КБК 5с51

М 35

**Сафаров, Ташпулат, Ураков, Шокир**

**Моделирование и исследование процесса принятия медицинских диагностических решений на основе гибридной технологии. Монография, Т, TURON-IQBOL. 2020, - 152 с.**

**Рецензенты:**

**Х.Н.Зайнидинов** – заведующий кафедры «Информационной технологии» ТАТУ, д.т.н., профессор.

**Абдуллаева Н.Н** – д.м.н., профессор кафедры «Неврологии» Самаркандского Государственного медицинского института

В монографии рассматриваются вопросы развития услуг в области здравоохранения на основе информационных-коммуникационных технологий, проводятся системный анализ форм, методов, принципов и специфической особенности установления медицинской диагностики. Разрабатывается структуры системного подхода, комплекса моделей, алгоритмов и программное обеспечение гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия медицинских диагностических решений (на примерах кардиологических и неврологических болезней).

Монография предназначена для специалистов, занимающихся системным анализом и разработкой медицинских информационных систем. Также программное обеспечение могут использовать врачи общей практики, невропатологи, кардиологи, резиденты магистратуры и студенты медицинских ВУЗов.

Рекомендовано к печати на заседании научно-методического совета СамМИ (протокол собрание №6 от 16.07.2019г)

ISBN 978-9943-5118-9-7

© «TAMADDUN», 2020.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
<b>ГЛАВА I. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ВЫБОР СТРУКТУР СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Развитие услуг в области здравоохранения на основе информационных технологий.....	10
1.2. Системный анализ форм, методов, принципов и специфической особенности установления медицинской диагностики .....	15
1.3. Анализ тенденции развития медицинской диагностики на основе коммуникационной технологии .....	52
1.4. Выбор структуры системного подхода к созданию гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений .....	64
<b>ГЛАВА 2. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕГИАЛЬНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>73</b>
2.1. Формирование основных принципов принятия коллегиальных диагностических решений.....	73
2.2. Интегральный показатель отбора экспертов для принятия коллегиальных диагностических решений.....	83
2.3. Классификация и выбор приоритетных симптомов для принятия диагностических решений .....	89
<b>ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>91</b>
3.1. Разработка многомерной матричной вероятностной модели обработки информации для принятия диагностических решений .....	91
3.2. Разработка базы знаний для логического рассуждения процесса принятия диагностических решений.....	93

3.3. Разработка логической модели для принятия диагностического решения .....	104
<b>ГЛАВА IV. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>110</b>
4.1. Общая структура комплекса алгоритма гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений .....	110
4.2. Алгоритм принятия коллегиальных диагностических решений по матричным вероятностным моделям .....	112
4.3. Алгоритмы квазиоптимизации процесса принятия диагностических решений .....	126
<b>ГЛАВА V. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>130</b>
5.1. Разработка программного обеспечения гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений .....	130
5.2. Разработка информационного обеспечения гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений .....	133
5.3. Реализация программных средств на примере кардиологических и неврологических болезней .....	134
5.4. Выработка методических рекомендаций к применению интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений для другого класса болезней.....	136
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>138</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>139</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящая время в мире уделяется большое внимание к внедрению информационных систем в разные отрасли народного хозяйства, в том числе в области здравоохранения. По прогнозу компания Marketsand Markets к 2020 году объем мирового рынка аналитических информационных систем, используемых в медицинских учреждениях превысит 21 млрд долларов. В ближайшие шесть лет среднегодовые темпы роста этого рынка составляет 25%” ([http://aksimed.ru/company/news\\_1/iz.php?ELEMENT\\_ID=2023](http://aksimed.ru/company/news_1/iz.php?ELEMENT_ID=2023)). По данным компаний GlobalData развитие медицинских информационных систем (МИС) ([http://www.aksimed.ru/services/test.php?ELEMENT\\_ID=705](http://www.aksimed.ru/services/test.php?ELEMENT_ID=705)) показывает, что объем рынка МИС в 2009 году составил \$7,8 млрд, а в 2016 году достиг \$18 млрд. То есть рост развития за данный период составляет 13%. По прогнозам компаний GlobalData на внедрение МИС в период 2009–2016 годов первое место занимает сегмент электронной медицинской карты (ЭМК), объем данного сегмента составляет в 2009 году \$3,4 млрд и рост годового развития достиг до 15,3%. Второе место занимает сегмент управляющий лечебно-профилактическими учреждениям (ЛПУ), объем данного сегмента в 2009 году составляет \$1,2 млрд и рост годового развития достигает 10,8%. Следующее место занимает сегмент диагностики и лечебного процесса. Рост годового развития данного сегмента достигает 12,1%<sup>1</sup>.

По данным экспертов компании GlobalData в США объем расходов для развития МИС в 2009 году составил 2,6 млрд долларов, по их прогнозу рост годового развития в следующие семь лет достигнет 19,3%. Также по их прогнозу 2016 году в США 90% врачей и более 70% ЛПУ используют преимущество МИС.

По данным департамента информационной технологии и связи министерства здравоохранения Российской Федерации (<http://www.snews.ru/reviews/publichealth2015>) в регионах России на информатизации здравоохранения в 2014 году использовано 15,8 млрд.руб<sup>2</sup>.

По данным министерства здравоохранения Российской Федерации (<http://mitllc.nichost.ru>) в традиционной системе медицинской службы врачами 39% времени тратится на документацию, и ещё 50% времени на поиск информации. Применение информационной

технологии позволяет повысить поток пациентов на 10–20%, уменьшить затраты времени на диагностирование на 25%, время ожидания пациентов следующей процедуры в 2 раза и время поиска информации в 4 раза<sup>3</sup>. Эти данные подтверждают более эффективное применение информационной коммуникационной технологии в области здравоохранения.

В Республике Узбекистан проводятся широкомасштабные мероприятия по развитию автоматизированных систем управления и созданию единой информационной среды (ЕИС) здравоохранения. В данной сфере имеются ряд работ по созданию и внедрению информационных систем, основанных преимущественно на современных информационных коммуникационных технологиях.

Развитие ЕИС имеющих иерархические структуры здравоохранения республики является важным для развития медицинских услуг. В этой области проводится целовое исследование, в том числе по следующему направлению является важным: разработать МИС с учетом разных направлений и иерархических уровней ЕИС ЛПУ; создание разных систем поддержки принятия диагностических решений (СППДР); разработка гибридных интеллектуальных СППДР имеющей иерархическую структуру и основанной на последовательном рассуждении о состоянии больного по традиционным, лабораторным, инструментальным и компьютерным методам (ТЛИК технологии) в виде оболочки.

По разработки МИС, в частности по созданию интеллектуальных диагностических систем широко и активно ведутся научно-исследовательские работы в ряде крупных научных центрах и фирмах, технических и медицинских университетах, в частности в Стэнфордский университете, фирме Lisp Machine Inc, частной фирме Gensym, фирме Candle, COGSYS (SC – США), фирме Talarian (США), COMDALE/C (Comdale Techn. – Канада), ILOG Rules (ILOG – Франция), медицинском центре новых информационных технологий Московского НИИ педиатрии и детской хирургии (МЦНИТ МНИИПиДХ), ЦИТО им. Н. Н. Приорова при участии НТЦ «Новые медицинские технологии», американском институте медицинских записей (Medical Records Institute, USA), Уфимском государственном авиационном техническом университете, медицинском центре Банка России, Институте системного анализа РАН, НИИ Нейро-

хирургии им. академика Н.Н. Бурденко, компании «АБ Систем» (Россия), Кокрановского Сотрудничества, (Москва), ПО ВИДАР, (Москва), СБМАПО, С.-Петербург), научно-медицинском центре «РАДИКС» (Москва), Компании АМИКО (Москва) НПО «Неотложная педиатрия», (Екатеринбург), Центре Искусственного интеллекта Cranfield University (Англия), University of Sanderland (Англия), медико-генетическом научном центре РАМН и др.

Интеллектуальная система (ИС) для создания экспертных систем (ЭС) реального времени создана в 1985 г., когда фирма Lisp Machine Inc. выпустила систему Picon для символьных ЭВМ Symbolics. Успех этого ИС привел к тому, что группа ведущих разработчиков Picon в 1986 г. учредила частную фирму Gensym, вышла на рынок с ИС под названием G2, версия 1.0. В настоящее время функционирует версия 4.2 и 5.0.

С отставанием от Gensym на 2–3 года другие фирмы начали создавать свои ИС для ЭС реального времени. С точки зрения независимых экспертов NASA, проводивших комплексное исследование характеристик и возможностей некоторых из перечисленных систем, в настоящее время наиболее продвинутым ИС, безусловно, остается G2 (Gensym, США); следующие места со значительным отставанием занимают RTWorks – фирма Talarian (США), COMDALE/C (Comdale Techn. – Канада), COGSYS (SC – США), ILOG Rules (ILOG – Франция).

Вопросы разработки медицинских диагностических систем широко изучаются в МЦНИТ МНИИПиДХ и в результате разработан ряд медицинских интеллектуальных систем. Примером таких разработок являются экспертная система **ДИАГЕН**, представляющая на сегодня интерес для диагностики наследственных болезней. Активная работа ведется сотрудниками американского института медицинских записей (Medical Records Institute, USA).

В Уфимском государственном авиационном техническом университете ведутся работы по проектированию экспертных систем медицинской диагностики. Предлагается использование при проектировании экспертных систем математического аппарата нечеткой логики, позволяющего формализовать нечеткие понятия и отношения, предоставленные экспертом.

Вопросы разработки интеллектуальных систем в клинической медицине и синтез плана лечения на основе прецедентов изучает-



ся в ряде научных центров РФ, таких как медицинский центр Банка России, Институт системного анализа РАН и НИИ Нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко.

Программные продукты, разработанные компанией «АБ Систем» (Россия) в области медицины, представляют собой надежные, детально проработанные, многофункциональные программные комплексы, предназначенные для решения учетных и экспертных задач.

При построении ИС наблюдается тенденция перехода от централизованных систем к распределенным ИС и базам данных (на уровне учреждения, города, региона) в рамках создания ЕИС, создание интегрированных системы для диагностики, прогнозирования и мониторинга; «гибридную интегрированную систему» как систему, использующую более чем одну компьютерную технологию; «гибридные информационные системы» как большие, сложные системы, которые целено интегрируют знания и традиционную обработку.

К числу принципиальных проблем, накопившихся для медицинских диагностических и информационных систем в целом, следует отнести: отставание методологии и технологии разработки программного обеспечения гибридных диагностических ЭС путем ТЛК технологии и МИС ЛПУ с учетом ЕИС здравоохранения.

Исследования по разработке средств автоматизации в области здравоохранения и обработки медицинской информации с учетом особенностей медицинской службы ведутся интенсивно и достигнуты определенные успехи учеными США, Великобритании, России, Германии, Австрии, Канады и др.

Значительный вклад в разработку систем медицинской диагностики и МИС внесли зарубежные ученые: Н.Н. Амосов, И.П. Быховский, А.А. Вишневский, И.М. Гельфанд, Е.В. Гублер, А.С. Клещев, Б.А. Кобринский, Г.А. Хай, М.Ю. Черняховская, В. Chandrasekaran, С.А. Kulikowski, R.S. Ledley, L.B. Lusted, F. Mizoguchi., S.G. Pauker, E.H. Shortliffe, P. Szolovits и другие.

Были разработаны модели медицинской диагностики, описывающие знания в форме правил, фреймов, патофизиологических моделей, а также модели онтологии медицинской диагностики; предложены методы решения задачи диагностики, которые либо моделируют рассуждения врача, либо обрабатывают заданные экспертами правила, либо проверяют соответствие состояния больного и клинических

картин заболеваний, описанных врачом. Также разработаны методы оптимизации алгоритмов диагностики, состоящие в использовании извлекаемой из баз знаний дополнительной информации или в использовании специальных сред разработки. Также имеется ряд работ, посвященных решению вопросов диагностики заболеваний, на основе которых является статическая обработка информации и применение методов теории вероятности. В работах Н.М. Амасова, Г.И. Назаренко, С. Кульбака, В.М. Тавравской, М.Л. Жмудяка, Ю.И. Журавлева, Н.Бейли, С. Вальда, С.А. Айвазяна и других широко применяются методы моделирования и на основе математических моделей разрабатываются программные средства, которые используются в конкретных классах болезни. Созданию интеллектуальных систем, по принятию решению в неопределенных условиях, а также по моделирование диагностического процесса посвящены ряд разработок ученых нашей республики М.М.Камилова, Т.Ф. Бекмуратова, Ф.Т.Адиловой, Х.Туракулова и др.

Однако, несмотря на отдельные успехи, проблемы создания медицинских диагностических систем основанное на ТЛК технологии до сих пор остаются малоизученными, как по постановке, так и по научно обоснованным методами решения.

Исходя, из этого данная монография посвящена изучению выше изложенных проблем на основах ТЛК технологии.

# **ГЛАВА I. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ВЫБОР СТРУКТУР СИСТЕМНОГО ПОДХОДА К СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

---

---

## **1.1. Развитие услуг в области здравоохранения на основе информационных технологий**

В последнее время комплексное исследование социальной сферы, в частности в области здравоохранения с применением преимуществ информационной технологии является важным. Это связано с признанием необходимости государственного регулирования рыночных отношений в одной из значимых для общества сфер – здравоохранении.

В связи с этим усиливается актуальность полноценного профессионального участия специалистов – информатиков, математиков, философов и экономистов в управлении сферы здравоохранения [11,24-26,37-40,42,50-52,70,73,77,78,81,112,146,157,165]. Это позволяет при определении приоритетов и экономичности направлений ее развития. При обеспечении информационных потребностей на основе применения информационных, коммуникационных технологий.

Эффективность и качество управления сферой здравоохранения и ее подсистемами связаны не только с тем, как управляющая подсистема соответствует управляемой в функциональном и структурном отношении, но и с тем, насколько она повторяет ее в информационном отношении. Управление сферой здравоохранения в условиях информатизации общества приобретает новые черты, которые находят выражения прежде всего в изменении субъекта управления. Данный процесс подтверждает один из законов управления о соответствии разнообразия субъектов управления объектами управления. В условиях информатизации общества увеличивается разнообразие субъекта управления и возрастает его роль в управлении.

Информация высокого качества позволяет руководителям ЛПУ принимать обоснованные и своевременные решения, быстрая и точная передача информации способствует лучшей координации дея-

тельности учреждений, их подразделений и отдельных сотрудников.

Учитывая свойства социальной сферы, можно сделать процесс управления ею более продуктивным, поскольку это позволит сконцентрировать внимание на самых важных моментах, на совокупности воздействий на сферу здравоохранения в целом и ее подсистем в отдельности. Это создает возможность для своевременного изучения ситуации, предвидеть события, принимать правильные управленческие решения [16,27,30,48,53,61,119].

В управление ЛПУ важно учитывать совокупность целей, чтобы не нарушался принцип медицинской деонтологии и этики, чтобы не было взаимоисключающих целей и направлений. Все это возможно только при использовании полной, достоверной информации.

Управление функционированием и развитием сферы здравоохранения невозможно без прямой и обратной связи, без обмена информацией, поскольку весь управленческий цикл начинается и заканчивается анализом информации разного уровня, объема, содержания, качества [16,23,69,83,145,155,162]. Поиск информации предшествует разработке управленческих решений, принятие самого управленческого решения субъектом управления невозможно без соответствующей информации о состоянии, функционировании, развитии объекта управления, окружающей его среды.

Управление как информационный процесс состоит из обмена информацией между органами управления, управляемым объектом и «внешней средой». Без информации невозможна совместная работа, поэтому управленческая деятельность начинается со сбора, накопления, переработки и осмысления информации о состоянии управляемого объекта и передачи ему управляющих команд. Следовательно, с помощью информации реализуется связь между субъектом и объектом, т.е. между управляющей и управляемой частями системы управления.

Эффективность обмена информацией зависит от решения ряда сложных задач связанных с оснащением медицинских учреждений компьютерной техникой и средствами коммуникации, программного и информационного обеспечения, также и организационных.

Информационные технологии могут с успехом применяться в различных областях современной медицины [16,23-25,29,31,47,59,71,80,84,111,138,158]. Например, в сфере обеспечения без-

опасности пациентов современные автоматизированные системы способны усилить контроль качества и безопасность лекарственных средств и медицинских услуг, снизить вероятность врачебных ошибок, предоставить скорой помощи средства оперативной связи и доступа к жизненно важной информации о пациенте. Современные технологические решения в состоянии обеспечить свободный доступ к службам здравоохранения вне зависимости от места проживания пациента, значительно повысить доступность высокотехнологичных медицинских услуг. Без ИКТ практически невозможно решить задачу обеспечения доступа населения к достоверной медицинской информации.

Информационные технологии могут найти себе применение и в области предупреждения болезней и других угрожающих жизни и здоровью состояний.

Повышению эффективности здравоохранения будут способствовать внедрение безбумажного документооборота; разработка и внедрение типовых автоматизированных информационных систем для государственных лечебно-профилактических и других медицинских учреждений; создание единой информационной системы органов государственной власти, уполномоченных в сфере здравоохранения.

Управление сферой здравоохранения [4,33-37, 36, 53, 59, 120, 133, 135, 140, 150-153] связано с большой по объему, сложной по структуре информацией. В условиях рыночной конкуренции необходимость постоянного наращивания объема информации повышается. В этой связи возникают проблемы информационной перегрузки руководителей, селекции и перераспределения потоков информации, потери ценной информации в огромном количестве сведений. Принципиальная возможность решения подобных вопросов связана с совершенствованием научно-информационного обеспечения здравоохранения и отдельных его подсистем. Возникает постоянная необходимость обновления информационного обеспечения министерств, департаментов, отделов, учреждений, организаций, которые решаются путем создания МИС разного уровня.

Для создания единого МИС здравоохранения необходимо разработать электронные паспорта медицинских учреждений, их персонала, медицинской техники и лекарственных средств, поставщиков медицинского оборудования и лекарственных средств. Необходимо

создать новые или использовать существующие международные классификаторы заболеваний и симптомов, медицинской техники и лекарственных средств, процедур, результатов лабораторных исследований, донорских материалов. Кроме того, необходимо сформировать вычислительную и телекоммуникационную инфраструктуру, унифицировать форматы обмена данными, разработать необходимое программное обеспечение.

Создание ЕИС здравоохранения позволит наладить учет, лицензирование и сертификацию в области медицины, а также процесс сбора и обработки статистических данных; контролировать взаиморасчеты между ЛПУ и страховыми компаниями, а также финансирование в области социального обеспечения граждан; ввести электронный документооборот и упорядочить с его помощью обмен информацией между ведомствами. Работники системы здравоохранения получат возможность выписывать направления на лабораторные обследования в online-режиме, результаты которых будут возвращаться также в электронном виде; предоставлять необходимые выписки пациентам в электронном виде; выписывать электронные рецепты и оперативно выявлять имеющиеся противопоказания; проводить дистанционные консультации и консилиумы.

МИС позволяет выявлять диагнозы заболеваний, представляя собой совокупность исследований направленных на установление точной причины заболевания, а также изменений внутренней среды организма, сопутствующих тем или иным заболеваниям.

В методах распознавания многих заболеваний часто применяется так называемое комплексное исследование, которое подразумевает совокупность различных методов исследований, которые помогают установить точную причину (этиологию) заболевания и составить представление о нарушениях имеющих место в организме при данном типе заболевания. Особенно часто комплексную диагностику применяют при наличии у больного сложного заболевания с невыясненной этиологией, которое сопровождается значительными нарушениями обмена веществ и функционированием различных систем организма. Эти нарушения можно рассматривать как сопутствующие заболевания. Комплексное исследование позволяют определить не только состояние больного органа или системы, но и помогают оценить функциональность других органов и системе находящихся

в физиологической или анатомической связи с очагом заболевания. Эта последняя особенность комплексного исследования помогает врачам правильно оценить состояние больного и назначить адекватное лечение с поправкой на общее состояние организма. Комплексные меры по выявлению заболеваний применяются также для установления причин заболеваний с комплексной этиологией. В этом случае основной задачей МИС является повышение оперативности поиска и быстрая обработка необходимой информации.

В большинстве случаев комплексная диагностика включает в себя методы лабораторного и инструментального исследования. В последнее время все большую популярность приобретают методы исследования с использованием сложной компьютерной техники: компьютерная томография, магнитно-ядерный резонанс и др. Растущая популярность этих методов объясняется их высокой информативностью в исследованиях многих заболеваний.

Обобщая вышеизложенное можно утверждать, что «комплексная диагностика» остается собирательным понятием и подразумевает параллельное использование различных методов обследований. Разнообразие используемых методов зависят от функциональной способности МИС.

Разработка и применение МИС в ЛПУ позволяет проведения дистанционного консилиума с подключением высококвалифицированных специалистов, находящихся в отдаленных местах в online-режиме.

Изложенное показывает, что современное состояние ИКТ позволит создать более эффективные МИС здравоохранения, которые экономят время и средства, будут способствовать улучшению качества предоставляемых медицинских услуг. И, в конечном итоге, это может привести к повышению уровня здоровья населения, снижению уровня смертности, увеличению продолжительности жизни населения нашей страны.

ЕИС в сфере здравоохранения как отдельных регионов, так и всей страны позволит лучше контролировать все процессы, ресурсы, а также позволит внедрить новые информационные технологии, которые будут облегчать работу медикам и жизнь пациентам.

## 1.2. Системный анализ форм, методов, принципов и специфической особенности установления медицинской диагностики

Рассмотрим процесс принятия диагностических решений в медицине и распространенность некоторых болезней. В настоящее время в среде сердечно-сосудочных болезней по распространенностью и опасностью отличается инфаркт миокарда [2,17,19,141,159]. Также очень распространены неврологические болезни, среди них особо отличается головная боль. Поэтому в этом параграфе рассмотрим вопросы принятия диагностических решений на примере инфаркта миокарда и головной боли.

В Северной Америке ишемическая болезнь сердца (ИБС) – основная причина смерти. Коронарный атеросклероз может протекать бессимптомно, но чаще проявляется стенокардией, инфарктом миокарда или сердечной недостаточностью. Примерно у трети больных ИБС первый инфаркт миокарда оказывается смертельным. Очевидно, что первичная профилактика ИБС путем воздействия на факторы риска атеросклероза играет важнейшую роль в увеличении продолжительности жизни.

Инфаркт миокарда – это неотложное состояние, чаще всего вызванное тромбозом коронарной артерии. Риск смерти особенно велик в первые 2 часа. Теперь по литературным данным проанализируем специфические особенности инфаркта миокарда [2,19,58,79,115,116,141,159]. Различают инфаркт миокарда с патологическими зубцами Q и без них: площадь поражения, как правило, больше в первом случае, но риск повторного инфаркта миокарда больше во втором, поэтому долгосрочный прогноз примерно одинаковый.

**Инфаркт миокарда с патологическими зубцами Q.** Тромботическая окклюзия коронарной артерии возникает у 80% больных с инфарктом миокарда и ведет к трансмуральному некрозу миокарда и появлению зубца Q на ЭКГ.

**Инфаркт миокарда без патологических зубцов Q.** Чаще всего возникает при спонтанном восстановлении перфузии или хорошо развитых коллатералях. В результате размер инфаркта – меньше, функция левого желудочка страдает не столь сильно, больничная



летальность – ниже. Однако в связи с тем, что такие инфаркты миокарда – «незавершенные», частота повторных инфарктов миокарда больше, чем при инфаркте миокарда с патологическими зубцами Q; к концу первого года летальность уравнивается. Поэтому при инфаркте миокарда без патологических зубцов Q придерживаются более активной лечебно-диагностической тактики.

Анализ существующих литератур[17,19,58,79,141,159] показывает, что около 15–20% больных инфарктом миокарда погибают до госпитального этапа, еще 15% – в больнице; общая летальность при инфаркте миокарда – 30–35%. Большая часть больничной летальности приходится на первые двое суток, поэтому основные лечебные мероприятия проводят именно в этот период. Контролируемые испытания показали, что восстановление перфузии в течение первых 4–6 ч инфаркта миокарда способствует ограничению его размеров, улучшению локальной и общей сократимости левого желудочка, снижению частоты больничных осложнений (сердечной недостаточности, ТЭЛА, аритмий) и летальности; восстановление перфузии в течение первых 1–2 ч инфаркта миокарда особенно благоприятно. Позднее восстановление перфузии также сопровождается увеличением выживаемости, что связывают с улучшением заживления миокарда и уменьшением частоты аритмий. Диагноз ставят при наличии, по крайней мере, двух из приведенных признаков: 1) длительный приступ боли в груди, 2) изменения ЭКГ, характерные для ишемии или некроза миокарда, и 3) повышение активности сердечных изоферментов в крови.

Боль в груди при инфаркте миокарда и стенокардия имеют много общего, но при инфаркте миокарда боль сильнее, продолжается дольше и не проходит от нитроглицерина. Кроме боли при инфаркте миокарда часто наблюдаются тошнота, рвота, слабость, профузный пот, сердцебиение. Иногда, особенно в послеоперационном периоде у пожилых и у больных сахарным диабетом или артериальной гипертонией инфаркт миокарда протекает в безболевой форме и проявляется только одышкой, нарастанием сердечной недостаточности или нарушениями сознания.

Диагноз инфаркта миокарда устанавливается на основе следующие информации.

**А. Жалобы.** Неприятные ощущения в груди, в области шеи или нижней челюсти (тяжесть, жжение, давление) длительностью 30 мин

и более. Атипичные проявления (слабость, одышка, сердечная недостаточность) чаще встречаются в пожилом возрасте и при сахарном диабете. У 20% инфаркт миокарда протекает бессимптомно.

**Б. ЭКГ.** Поначалу единственным признаком могут быть высокие остроконечные зубцы Т: ЭКГ повторять через 20–30 мин; для решения вопроса о тромболизисе оценивают сегмент ST. Подъем ST  $\geq 1$  мм в двух и более смежных отведениях подтверждает диагноз, хотя следует помнить, что при гипертрофии левого желудочка, синдроме WPW и перикардите бывает «псевдоинфарктная кривая». При блокаде левой ножки пучка Гиса и типичных симптомах инфаркта миокарда тактика – как при инфаркте миокарда. Если подъема ST нет или если интерпретация ЭКГ затруднена, используют задние грудные отведения – иногда только таким образом удастся распознать задний инфаркт миокарда, возникающий вследствие окклюзии огибающей артерии. Если проводится ЭКГ, стимулятор временно перепрограммируют на меньшую частоту; это позволяет оценить ЭКГ на фоне собственного ритма.

**В. Ферменты.** Активность MB-фракции КФК обычно повышается через 8–10 ч от начала инфаркта миокарда и возвращается к норме через 48 ч. Определение активности проводят каждые 6–8 ч; для исключения инфаркта миокарда необходимо по меньшей мере три отрицательных результата.

**Г. ЭхоКГ** проводят при затяжном болевом синдроме и отсутствии типичных изменений ЭКГ. Нарушения локальной сократимости указывают на ишемию или инфаркт миокарда (перенесенный или острый). Истончение стенки левого желудочка указывает на перенесенный инфаркт миокарда. При хорошей визуализации (когда виден весь эндокард) нормальная сократимость левого желудочка почти исключает инфаркт миокарда.

**Д. Экстренная коронарная ангиография** проводится при наличии факторов риска ИБС и затяжном болевом синдроме, когда изменения ЭКГ не дают полной уверенности в диагнозе. Нарушения локальной сократимости левого желудочка и тромботическая окклюзия коронарной артерии подтверждают диагноз инфаркта миокарда. Для восстановления перфузии можно быстро провести баллонную коронарную ангиопластику.

Активность сердечных изоферментов возрастает по мере развития некроза миокарда. КФК имеет три изофермента (фракции):

ММ, МВ и ВВ, они обнаруживаются главным образом в скелетных мышцах, сердце и головном мозге, соответственно. **Активность МВ-фракции КФК** при инфаркте миокарда начинает возрастать через 3–12 часов после появления боли, достигает пика через 24 часов и возвращается к норме через 48–72 часов. Повышение активности МВ-фракции КФК в первые 24–36 часов — это признак инфаркта миокарда, имеющий чувствительность и специфичность, равные 95%.

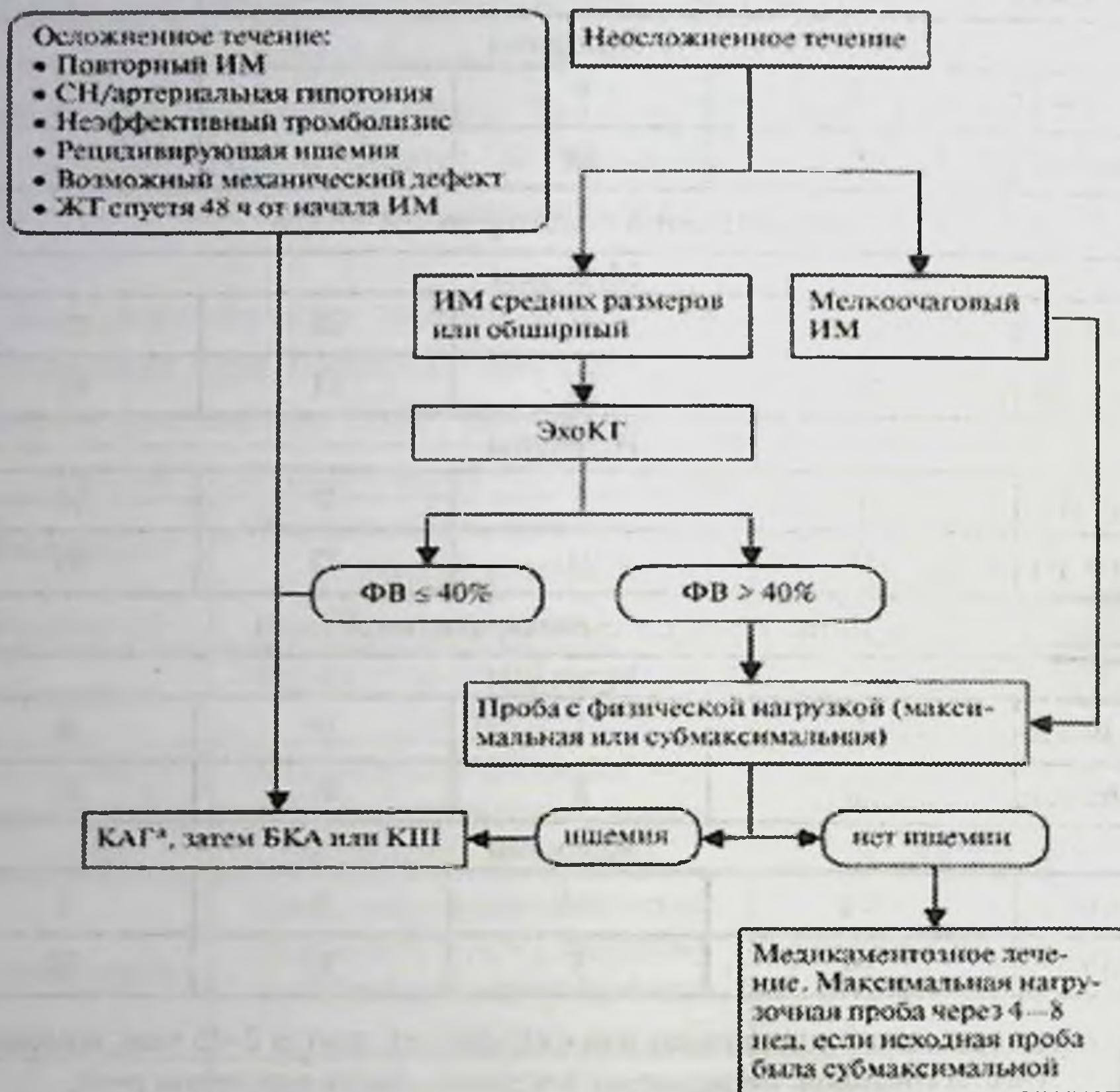
На основании этих данных устанавливается дифференциальная диагностика при инфаркте миокарда (Табл.1.1.). Вероятностный анализ в диагностике ИБС приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.1. Дифференциальная диагностика при инфаркте миокарда		
Заблевание	Изменения ЭКГ, имитирующие инфаркт миокарда	Дополнительные исследования
Перикардит	Подъем сегмента ST	ЭхоКГ
Миокардит	Подъем сегмента ST, появление зубцов Q	ЭхоКГ
Расслаивающая аневризма аорты	Подъем или депрессия сегмента ST, неспецифические изменения сегмента ST и зубцов T	Чреспищеводная ЭхоКГ, КТ или МРТ грудной клетки, аортография
Пневмоторакс	Слабое нарастание амплитуды зубцов R от V <sub>1</sub> к V <sub>6</sub> , внезапное изменение электрической оси сердца	Рентгенография грудной клетки
ТЭЛА	Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF, инверсия зубца T в V <sub>1</sub> –V <sub>3</sub>	Вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия
Острый холецистит	Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF	Абдоминальное УЗИ или холесцинтиграфия

Таблица 1.2. Вероятностный анализ в диагностике ИБС				
Характер боли	Априорная вероятность ИБС, %	Апостериорная вероятность ИБС в зависимости от величины депрессии сегмента ST во время нагрузки		
		0–0,5 мм	1–1,5 мм	2–2,5 мм
Типичная для стенокардии (А и Б)				
Мужчины				

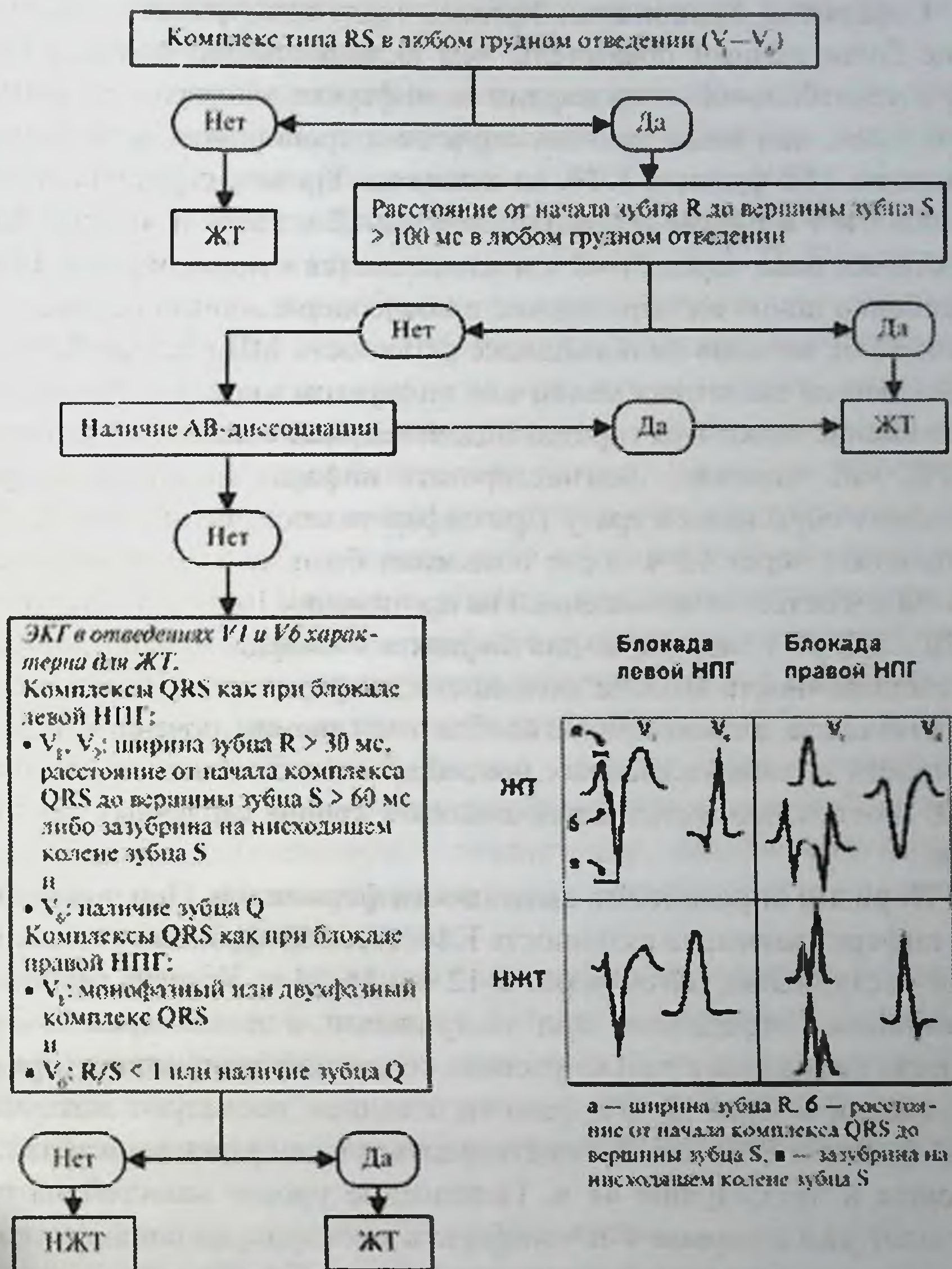
30–39 лет	70	25	83	96
60–69 лет	94	80	97	> 99
<b>Женщины</b>				
30–39 лет	26	7	42	79
60–69 лет	90	69	93	99
<b>Напоминающая стенокардию (А или Б)</b>				
<b>Мужчины</b>				
30–39 лет	22	6	38	76
60–69 лет	67	32	81	96
<b>Женщины</b>				
3–39 лет	4	1	9	33
60–69 лет	54	21	72	93
<b>Нетипичная для стенокардии (ни А ни Б)</b>				
<b>Мужчины</b>				
30–39 лет	5	1	10	38
60–69 лет	28	8	45	81
<b>Женщины</b>				
30–39 лет	< 1	< 1	2	8
60–69 лет	19	5	33	72
<p>А – характеристика боли: давящая или сжимающая, длится 2–15 мин. локализуется за грудиной, иррадирует в челюсть, спину или левую руку.</p> <p>Б – условия возникновения: боль возникает при физической или эмоциональной нагрузке, прекращается в покое.</p>				

**Диагностических алгоритмов ИБС  
изложена в рисунках 1.1. и 1.2.**



<sup>а</sup> Некоторые рекомендуют более широкое проведение КАГ, чтобы избежать повторных дорогостоящих неинвазивных исследований.

**Рисунок 1.1. ЧСС <math>< 100 \text{ мин}^{-1}</math>: диагностический алгоритм. НППГ – ножка пучка Гиса, ЭС – экстрасистолы**



**Рисунок 1.2.** Диагностический алгоритм при тахикардиях с широкими комплексами QRS. ЖТ – желудочковая тахикардия, НПГ – ножка пучка Гиса, НЖТ – наджелудочковая тахикардия. Чувствительность данного алгоритма для диагностики желудочковой тахикардии – 99%, специфичность – 96%.

**Сердечные тропонины.** Уровень сердечных тропонинов I и T — еще более ценный показатель, чем активность МВ-фракции КФК. При нестабильной стенокардии и инфаркте миокарда смертность тем выше, чем выше уровень сердечных тропонинов, даже если активность МВ-фракции КФК не изменена. Уровень сердечных тропонинов I и T в плазме возрастает через 3–12 ч после появления боли, достигает пика через 24–48 ч и возвращается к норме через 5–14 сут. Особенно ценно их определение в послеоперационном периоде, когда неясно, вызвано ли повышение активности МВ-фракции КФК повреждением скелетных мышц или инфарктом миокарда. Кроме того, тропонины выводятся гораздо медленнее, чем снижается активность КФК, что позволяет диагностировать инфаркт миокарда в случае позднего обращения к врачу. При инфаркте миокарда активность ЛДГ возрастает через 12 ч после появления боли, достигает пика через 24–48 ч и остается повышенной на протяжении 10–14 сут. Отношение  $LDG_1/LDG_2 > 1$  характерно для инфаркта миокарда. Чувствительность и специфичность анализа активности изоферментов ЛДГ снижается при гемолизе, а также при мегалобластной анемии, почечной недостаточности и злокачественных новообразованиях. Анализ активности ЛДГ постепенно вытесняется анализом уровня сердечных тропонинов.

**Порядок определения активности ферментов.** При подозрении на инфаркт миокарда активность КФК и ее МВ-фракции определяют при поступлении, затем через 8–12 ч и 16–24 ч. Уровень сердечных тропонинов определяют при поступлении, а затем через 12–24 ч. Иногда определяют только уровень сердечных тропонинов (при поступлении и через 12 ч) и, если он повышен, исследуют активность МВ-фракции КФК, чтобы подтвердить, что инфаркт миокарда произошел в предыдущие 48 ч. Повышение уровня миоглобина происходит уже в первые 4–6 ч инфаркта миокарда, но специфичность данного анализа низка; кроме того, миоглобин быстро (в течение 24 ч) выводится с мочой.

Анализы по применению ЭВМ для автоматизации процесса диагностирования инфаркта миокарда показывает, что большое значение имеет расчет энтропии по показателям ритмограммы. Это способ успешно использован начиная с 1980-х годов, а также часто используется и в настоящее время. Результаты анализа расчета эн-

тропии показывают, что энтропия сердечного ритма уменьшается у больных инфаркта миокарда.

Все выше изложенное показывает, что в процессе диагностирования немаловажную роль играют и расчетные показатели, энтропия вместе симптомами и признаками.

В настоящее время головная боль – одна из самых частых жалоб в амбулаторной практике терапевта и невропатолога [117]. В то же время большинство людей не обращают внимания на эпизодическую головную боль. К врачу обычно обращаются лишь при особо сильной или упорной боли, либо тогда, когда меняется её характер, приступы становятся сильнее и чаще. Реже приходят с жалобами на остро возникшую и не стихающую боль или на ее неуклонное прогрессирование. Если боль хроническая или рецидивирующая, то в большинстве случаев выявляют либо мигрень, либо хортоновскую или психогенную головную боль. Напротив, впервые возникшая интенсивная головная боль может указывать на более опасное заболевание. Теперь по статистическим и литературным анализам (табл. 1.3, 1.4) рассмотрим общие принципы диагностики головной боли [117]:

**А.** Тщательно собранный анамнез – основа точного диагноза и успешного лечения. Важно определить характер головной боли, ее периодичность, длительность и локализацию, наличие сопутствующих симптомов. Имеют значение психосоциальные аспекты жизни больного и семейный анамнез.

**Б.** При жалобах на головную боль необходимо тщательное неврологическое и общее обследование. Иногда оно позволяет установить этиологию головной боли, хотя чаще лишь позволяет убедиться (как врачу, так и больному) в отсутствии опасного заболевания.

**В.** Дополнительные методы исследования показаны в следующих ситуациях:

1. Имеется неврологическая симптоматика.

2. Неврологической симптоматики нет, но:

а) в анамнезе имеются указания на возможное неврологическое заболевание (например, эпилепсию или опухоль мозга);

б) изменился характер боли, она стала более тяжелой или устойчивой к лечению;

в) имеются атипичные проявления (например, невралгия тройничного нерва у больного моложе 30 лет).



Мигрень – рецидивирующая головная боль пульсирующего характера. Обычно она бывает односторонней, однако от приступа к приступу сторона боли может меняться. У детей головная боль чаще двусторонняя и локализуется в лобной области. В большинстве случаев мигрень впервые возникает в возрасте от 10 до 30 лет. Больные нередко сообщают, что в детстве (иногда уже в грудном возрасте) у них часто возникали приступы схваткообразных болей в животе; примерно у 25% в детстве отмечались также приступы рвоты и склонность к укачиванию. Около 60–75% больных составляют женщины, приступы мигрени у них часто возникают перед менструацией.

При классической мигрени за 10–20 мин до начала пульсирующей головной боли возникает зрительная аура в виде мерцательной скотомы, искажения предметов или затуманивания зрения. Вслед за продромальным периодом следует односторонняя пульсирующая головная боль, нарастающая в течение 1–6 ч. Затем боль ослабевает и полностью исчезает в течение 6–24 ч, однако иногда она длится дольше. Часто наблюдаются тошнота, рвота, свето- и звукобоязнь, раздражительность и недомогание.

#### **Другие формы мигрени:**

а) при простой мигрени характерная пульсирующая головная боль возникает без продромальных зрительных расстройств, а приступ продолжается несколько дольше, чем при классической;

б) при ассоциированной мигрени головная боль сочетается с проходящими неврологическими нарушениями. К этой форме относят офтальмоплегическую и гемиплегическую мигрень, а также мигрень с афазией. Неврологические нарушения обычно предшествуют головной боли, но могут возникнуть вслед за ней и даже в ее отсутствие (диссоциированная мигрень);

в) изредка неврологические нарушения сохраняются длительно, что обычно бывает связано с развитием инфаркта мозга (осложненная мигрень). В этом случае сосудосуживающие средства (в частности, эрготамин) могут привести к увеличению размеров инфаркта, поэтому их следует применять крайне осторожно, а лучше вообще отказаться от них;

г) лицевая мигрень проявляется односторонней болью в нижней половине лица (нос, небо, щека и ухо), часто сопровождающейся

тошнотой и рвотой. Боль может уменьшаться под действием эрготамина, бета-адреноблокаторов, трициклических антидепрессантов;

д) иногда приступы мигрени могут следовать один за другим без перерыва в течение нескольких дней. Интенсивная боль часто сочетается с непрекращающейся тошнотой и рвотой, которая может привести к дегидратации. В этом случае ставится диагноз мигренозного статуса;

е) у некоторых больных с мигренью головные боли становятся практически постоянными (хроническая ежедневная головная боль). Боль более тупая и диффузная, чем при обычных приступах мигрени, и редко сопровождается тошнотой и рвотой. Это состояние может быть обусловлено как естественным течением заболевания, так и злоупотреблением транквилизаторами, наркотическими анальгетиками, барбитуратами и алкалоидами спорыньи. В последнем случае эти препараты постепенно отменяют под наблюдением врача.

У больных с мигренью возможны приступы внезапной и сразу же достигающей максимальной интенсивности («громоподобной») головной боли. Приступ может возникать в определенных ситуациях (например, при оргазме или физической нагрузке) или без видимых причин. Чтобы исключить субарахноидальное кровоизлияние, проводят КТ, МРТ или люмбальную пункцию. У больных с мигренью иногда отмечается кратковременная «раскалывающая

### **Хортоновская головная боль**

**А. Общие сведения.** Хортоновская головная боль (гистаминовая цефалгия) проявляется периодическими кратковременными (от 15 мин до 2 ч) пароксизмами чрезвычайно сильной односторонней головной боли, которая возникает без продромальных явлений и локализуется чаще всего в области глазницы. Приступы возникают ежедневно на протяжении от 3 недель до 3 месяцев, затем следуют многомесячные или многолетние ремиссии. Боль имеет жгучий, пронизывающий, сверлящий характер и не сопровождается ни тошнотой, ни рвотой. Как правило, приступы возникают поздно ночью или рано утром. Хортоновская головная боль принадлежит к числу тех немногих видов головной боли, от которых больной просыпается. На стороне головной боли могут отмечаться гиперемия лица, синдром Горнера, заложенность носа и слезотечение. Мужчины бо-

леют в 5 раз чаще; первый приступ обычно возникает в 20–40 лет. Обострение часто возникает после употребления алкоголя. Патогенез хортоновской головной боли неизвестен, но предполагается, что в основе лежат сосудистые механизмы.

## **Психогенная головная боль**

### **А. Общие сведения.**

Психогенной головной болью называют группу синдромов, в том числе головную боль психического напряжения, головную боль физического напряжения и головную боль при тревожных состояниях и депрессии. К врачу редко обращаются с эпизодической головной болью, которую легко можно снять аспирином или парацетамолом, либо по поводу периодического напряжения мышц шеи и волосистой части головы, устраняемого массажем. Психогенная головная боль в большинстве случаев заставляет прибегнуть к врачебной помощи лишь тогда, когда она возникает ежедневно, длится месяцами или даже годами и не поддается лечению даже наркотическими анальгетиками (в отличие от головной боли при внутричерепных объемных образованиях).

Практика показывает, что у многих таких больных наблюдается депрессия (чувство безнадежности, слезливость, бессонница, отсутствие аппетита, постоянное подавленное настроение).

3. Больные с трудом описывают свои ощущения, жалуются на ноющую или давящую головную боль, обычно диффузную или локализованную в затылочной, височной или лобной области и почти всегда двустороннюю. Характерная для мигрени односторонняя пульсирующая боль встречается редко.

## **Идиопатическая внутричерепная гипертензия**

**Общие сведения.** Идиопатическая (доброкачественная) внутричерепная гипертензия характеризуется повышением ВЧД в отсутствие признаков объемного образования или гидроцефалии. Типичные симптомы – головная боль и отек дисков зрительных нервов. Изредка глазное дно не изменено. Около 90% больных составляют женщины с ожирением. Заболевание редко возникает после 45 лет. В большинстве случаев этиология остается неизвестной, хотя иногда отмечается связь с передозировкой витамина А,

приемом тетрациклинов, назначением или отменой кортикостероидов, тромбозом мозговых синусов. Примерно у 5% больных на фоне отека диска зрительных нервов происходит снижение остроты зрения, которое при длительно сохраняющейся внутричерепной гипертензии может стать необратимым. Очаговые неврологические симптомы отсутствуют, за исключением редких случаев одно- или двустороннего поражения отводящего нерва, проявляющегося двоением в глазах.

**Диагностика. 1.** Сочетание головной боли и отека дисков зрительных нервов требует тщательного обследования для исключения объемного образования и гидроцефалии.

**2.** КТ позволяет выявить большинство супратенториальных и часть инфратенториальных поражений, способных вызвать отек дисков зрительных нервов. Особенно важно оценить состояние мозговых синусов. Размеры желудочков мозга уменьшены или нормальны. Увеличение желудочков указывает на гидроцефалию и тем самым исключает диагноз идиопатической внутричерепной гипертензии.

**3.** МРТ особенно полезно в диагностике обструкции венозных синусов, с которой можно спутать идиопатическую внутричерепную гипертензию.

**4.** Если перечисленные методы не выявили патологии и отсутствуют очаговые неврологические симптомы, то, несмотря на отек дисков зрительных нервов, люмбальная пункция безопасна. Диагноз идиопатической внутричерепной гипертензии подтверждается, если давление СМЖ повышено (обычно до 25–50 см вод. ст.), но ее состав нормален. Любые изменения в СМЖ (клеточный состав, содержание белка или глюкозы) служат показанием для дополнительного обследования.

**5.** Если КТ или МРТ выявляют изменения, при проведении люмбальной пункции необходима крайняя осторожность.

Таблица 1.3. Характерные особенности различных типов хронической и рецидивирующей головной боли

Тип	Характер	Локализация	Длительность приступа	Периодичность	Сопутствующие симптомы
Простая мигрень	Пульсирующая	Одно- или двусторонняя	6–48 ч	Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц)	Тошнота, рвота, недомогание, светобоязнь
Классическая мигрень	Пульсирующая	Односторонняя	3–12 ч	Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц)	Зрительная аура, тошнота, рвота, недомогание, светобоязнь
Лицевая мигрень	Тупая или пульсирующая	Односторонняя, в нижней половине лица	6–48 ч	Спорадические приступы	Тошнота, рвота
Хортоновская головная боль	Острая, сверлящая	Односторонняя (преимущественно в области глазницы)	15–120 мин	Чередование периодов ежедневных приступов и длительных ремиссий	На стороне боли — слезотечение, гиперемия лица, заложенность носа и синдром Горнера
Психогенная головная боль	Тупая, сжимающая	Диффузная двусторонняя	Часто постоянная	Часто постоянная	Депрессия, тревожность
Невралгия тройничного нерва	Стреляющая	В зоне иннервации тройничного нерва	Кратковременная (15–60 с)	Много раз в день	Выявляются триггерные зоны

Атипичная лицевая боль	Тупая	Одно- или двусторонняя	Часто постоянная	Часто постоянная	Депрессия, иногда психоз
Головная боль при синуситах	Тупая или острая	Одно- или двусторонняя в области придаточной пазухи	Варьирует	Спорадическая или постоянная	Выделения из носа

Таблица 1.4. Симптомы некоторых заболеваний, сопровождающихся головной болью

Симптомы	Этиология
Атрофия зрительного нерва, отек диска зрительного нерва	Внутричерепное объемное образование, гидроцефалия, идиопатическая внутричерепная гипертензия
Очаговые неврологические нарушения (гемипарез, афазия)	Внутричерепное объемное образование
Ригидность затылочных мышц	Субарахноидальное кровоизлияние, менингиты, патология шейного отдела позвоночника
Кровоизлияние в сетчатку	Разрыв аневризмы церебральной артерии, злокачественная гипертензия
Шумы над сосудами головы	Артериовенозная мальформация
Уплотнение, болезненность височных артерий	Височный артериит
Наличие триггерных точек	Невралгия тройничного нерва
Птоз, поражение глазодвигательного нерва, расширение зрачка	Аневризма церебральной артерии

Медицинские методы выявления заболеваний представляют собой совокупность исследований направленных на установление точной причины заболевания, а также изменений внутренней среды организма, сопутствующих тем или иным заболеваниям. Методы диагностики развиваются параллельно с развитием медицины и также разделяются на две основные подгруппы: традиционные и нетрадиционные методы распознавания заболеваний. В настоящее время разработано большое количество различных методов, применение которых

значительно повышает качество медицинского обслуживания. В традиционной медицине исследование любого заболевания начинается со сбора анамнестических данных (жалобы со стороны больного, эволюция развития заболевания, наличие подобного заболевания у родственников, другие заболевания перенесенные на протяжении жизни и пр.) и общего осмотра больного. Эти два метода исследования исторически являются наиболее ранними и в некоторых случаях позволяют установить точную причину заболевания; в других случаях данные полученные при сборе анамнеза и общем осмотре больного помогают врачу составить схему дальнейшего исследования больного и значительно сужают круг возможных исследований.

В методах распознавания многих заболеваний часто применяется так называемое комплексное исследование, которая подразумевает совокупность различных методов исследования, которые помогают установить точную причину (этиологию) заболевания и составить представление о нарушениях имеющих место в организме при данном типе заболевания.

Особенно часто комплексную диагностику применяют при наличии у больного сложного заболевания с невыясненной этиологией, которое сопровождается значительными нарушениями обмена веществ и функционирования различных систем организма. Эти нарушения можно рассматривать как сопутствующие заболевания.

Комплексное исследование позволяет определить не только состояние больного органа или системы, но и помогает оценить функциональность других органов и систем находящихся в физиологической или анатомической связи с очагом заболевания. Эта последняя особенность комплексного исследования помогает врачам правильно оценить состояние больного и назначить адекватное лечение с поправкой на общее состояние организма. Комплексные меры по выявлению заболеваний применяется также для установления причины заболеваний с комплексной этиологии (т.е. заболеваний которые могут быть вызваны различными факторами).

В большинстве случаев, комплексная диагностика включает методы лабораторного исследования и методы инструментального исследования. В последнее время все большую популярность приобретают методы исследования с использованием сложной компьютерной техники: компьютерная томография, магнитно-ядерный ре-

зонанс и др. Растущая популярность этих методов объясняется их высокой информативностью в исследованиях многих заболеваний.

Для различных заболеваний существуют различные схемы комплексной диагностики.

В соответствии с современными нормами медицинского обслуживания, весь комплекс методов исследования назначается лечащим врачом в строгой зависимости от конкретного клинического случая. Схема обследования должна быть заранее оговорена (за исключением случаев крайней срочности, в которых жизнь пациента находится под угрозой) с самим пациентом или его родными. Пациент имеет права отказаться от того или иного обследования. В любом случае, в обязанности врача входит полностью проинформировать больного в отношении рисков связанных с проведением или отказом от проведения того или иного обследования.

Большое количество современных медицинских центров предлагают услуги по комплексной (общей) диагностике организма. Как правило, такие центры оснащены всем необходимым оборудованием для проведения исследований различного типа. Несмотря на доступность услуг в сфере медицинского распознавания заболеваний стоит отметить, что любое медицинское обследование должно быть обоснованным и преследовать конкретную цель (определение или исключение того или иного заболевания или нарушения).

Нетрадиционная медицина предлагает целый спектр услуг в области комплексных исследований. Одним из новейших достижений в этой области является разработка метода Нелинейной компьютерного обследования (NLS), который позволяет изучать функционирование систем организма на уровне органов, тканей и клеток. В основу метода легла теория квантовой энтропийной логики разработанная Теодором Ван Хоуэном в конце XX века. С помощью специальной аппаратуры регистрируется NLS-спектр организма. Компьютерная обработка NLS-спектра преобразует полученную информацию в специальные графики и диаграммы, которые позволяют судить о состоянии органа и об особенностях обмена веществ на клеточном уровне. По некоторым данным чувствительность метода NLS превышает 80%. В последнее время появилась возможность осуществления NLS-исследования заболеваний различных органов и систем, то есть осуществление комплексных исследований состо-



яния организма. Однако стоит отметить, что порой результаты NLS-исследование являются сомнительными и требуют дополнительных исследований с применением традиционных методов. С точки зрения официальной медицины NLS-исследование не имеет достаточного научного обоснования и требует дальнейшего изучения.

Помимо NLS-диагностики нетрадиционная медицина предлагает и другие методы комплексного обследования. Одним из наиболее распространенных методов является компьютерная электропунктурное обследование, которая совмещает в себе традиции древней китайской медицины и вычислительные возможности современной компьютерной аппаратуры.

Метод компьютерного электропунктурного обследования позволяет регистрировать напряженность биопотенциала различных точек на поверхности тела исследуемого пациента. Полученные результаты обрабатываются специальной компьютерной программой. Метод электропунктурного обследования позволяет судить о состоянии организма в целом и каждого органа в отдельности. Также метод предлагает и некоторые возможности лечения различных заболеваний внутренних органов. Предполагается, что воздействуя на точки проекции внутренних органов, можно влиять на функцию самих внутренних органов. По некоторым данным эффективность данного метода исследований превышает 80%. В отличие от некоторых традиционных методов, данный метод не имеет противопоказаний и не оказывает вредного влияния на организм.

Известно, что физиологическое состояние организма отражается на физико-химических свойствах крови. Особенно это заметно в случае различного рода патологических процессов в организме человека.

Учитывая, что спектрально-люминесцентный метод очень чувствителен к этим изменениям, в работе [60] изучены электронные спектры поглощения и флуоресценции родамина В с сывороточным альбумином крови больных бронхиальной астмой, ревматизмом, оперированных по поводу внематочной беременности женщин, а также больных при обострении хронического гепатита.

На основе анализа экспериментальных результатов установлено снижение параметров связывания – константы связывания (K) и концентрации мест связывания (N) данного красителя с сывороточным

альбумином крови больных людей по сравнению с сывороточным альбумином крови здоровых людей. Полученные результаты позволяют разработать методику определения заболеваний на ранней стадии развития болезни, которая может найти применение в медицине и биологии.

Таким образом, термин «комплексная диагностика» остается собирательным понятием и подразумевает параллельное использование различных методов обследования.

Современные методы медицинских исследований могут быть разделены на две основные группы – лабораторные и инструментальные.

Лабораторные методы состоят в исследовании химических и физических свойств биологических жидкостей и тканей, проб окружающей среды (смывы с поверхностей, пробы воды, почвы, воздуха и др.). Кроме того, к лабораторным методам относятся исследование и идентификация микроорганизмов (бактериология и вирусология), с целью выявления патогенных и условно-патогенных для человека и животных микроорганизмов и разработки методов специфической профилактики и лечения инфекционных болезней. В микробиологии широко применяют микроскопические методы исследования, методы культивирования микроорганизмов, генетической инженерии, хроматографии, масс-спектрометрии, изотопных индикаторов, электрофореза, цитологические, иммунохимические, биохимические и другие. Инструментальные методы диагностики могут быть, как инвазивными, так и неинвазивными. Инвазивные методы – это методы, основанные на проникновении каких-либо датчиков или агентов в организм обследуемого. Например, введение контрастных веществ в кровь или различные полости организма, использование зондов и датчиков, вводимых в организм. К этим методам относятся ангиография, гастрофиброскопия, пневмоцефалография, радиационные методы и др. Неинвазивные методы – методы не связанные с проникновением в организм. К ним относятся рентгеновские, электрические, ультразвуковые, оптические, тепловидение.

Клинико-диагностическая лаборатория (КДЛ) – обязательное отделение любой поликлиники или больницы, и, чем крупнее лечебное учреждение, тем более многопрофильна его лаборатория. Современный врач, практически любого профиля, не может работать

без точных качественных показателей состояния систем и органов, обмена веществ, защитных резервов организма и т.д., так как на их основе устанавливается и объективизируется диагноз, контролируется течение заболевания и эффективность терапии.

Выделяют 3 основных группы объективных методов исследования организма человека:

1. Структурная диагностика – методы, выявляющие изменения в строении органов и тканей (рентгенологические, ультразвуковые исследования, тепловидение, эндоскопия – гастроскопия, бронхоскопия, колоноскопия и т.д.).

2. Функциональная диагностика – методы изучения функционирования органов и систем по их электрическим проявлениям (электрокардиография, электроэнцефалография, электромиография и др.), звуковым (фонокардиография), механическим (сфигмография) и другим проявлениям.

3. Лабораторная диагностика – методы выявления изменений клеточного и химического состава биожидкостей и других биоматериалов.

Не уменьшая значимости методов структурной и функциональной диагностики, следует отметить, что 70–80% объективной диагностической информации врач получает на основе лабораторных анализов, а состояние некоторых систем, в частности, иммунной, свертывающей систем крови можно определить только с помощью лабораторных методов. Кроме того, некоторые лабораторные исследования позволяют выявить патологический процесс на доклинической стадии, когда никаких субъективных ощущений и выраженных изменений органов и тканей нет, а также оценивать степень риска развития того или иного заболеваний для здорового человека.

Систематизация накопленных знаний позволяла передавать опыт другим врачам, которые применяли отработанные методики и, поставив правильный диагноз, спасали жизни своим пациентам.

Сегодняшняя медицинская диагностика имеет в своей основе десятки различных исследований и методик:

1. Самыми первичными остаются анализы крови, по которым врач устанавливает картину заболевания, определяет наличие воспалительного процесса в организме, получает данные о превышении или снижении допустимого содержания тех или иных веществ.

2. С развитием кардиографических исследований стал возможным разовый и суточный мониторинг работы сердца. Современные аппараты позволяют заглянуть в пищеварительный тракт для подтверждения возможного диагноза язвы или гастрита желудка или патологий кишечника.

3. Методы пренатальной диагностики позволяют контролировать развитие плода, а МРТ – выявлять патологии на самых ранних этапах развития заболевания. Ультразвуковое исследование органов и систем помогает оценить внутреннее состояние органов, а рентгенография рисует четкую картинку при травмах или хирургических патологиях.

4. Развитие медицинской эндоскопии дает возможность брать необходимый материал для анализов из внутренних органов, не выполняя травматичных операций, а внутрижелудочная РН-метрия помогает вести контроль за внутренней средой органа пищеварения. Ниже, мы подробно рассмотрим самые разные диагностические исследования, которые применяют в медицине для постановки диагноза.

Принятие коллегиального решения в обследовании и лечении больного для медицинской практики – явление распространенное и крайне необходимое в сложных ситуациях врачебного искусства. О важности выработки общего – объективного-медицинского мнения говорит тот факт, что одним из ключевых принципов врачевания, изложенных в своих трудах еще Гиппократом («Клятва», «О законе», «О врачах»), является обращение за помощью и советом в интересах больного к коллегам.

В арсенале лечащего врача имеются всего две официальные формы принятия совместного решения по тактике ведения больного: консилиум и консультация специалиста этой или другой специальности. В Энциклопедическом словаре медицинских терминов (1983, том 2, с. 60) читаем: «Консилиум (consilium; лат. совещание, обсуждение) – совещание врачей одной или разных специальностей с целью выработки заключения о состоянии здоровья обследуемого, установления диагноза болезни, определения ее прогноза, тактики обследования и лечения больного». В «Словаре русского языка» С.И.Ожегов дает толкование слова «консультация» как совещание специалистов по какому-нибудь делу, вопросу или совет, даваемый специалистом.

Рассмотрим возможные варианты наступления юридической ответственности участников консилиума при неблагоприятном исходе лечения и в случаях расхождения мнений среди коллег. Хотелось бы обратить внимание на то, что амбициозность и откровенная несостоятельность в коллегиальных рекомендациях лишь усугубляют правовые последствия, не говоря уже о том, что в проигрыше всегда оказывается больной. А организация и проведение необоснованных консультаций и консилиумов свидетельствуют о превентивном поведении врачей и являются одним из проявлений известного в западной медицине явления *defensive medicine* («защита от ятрогении»).

Специфические особенности процесса принятия диагностических решений в медицине анализирована в ряд работ [15,48,49,63-72,76,77,100,130,158], в том числе подробно анализирована доктором медицинских наук, член-корр. РАЕН, профессором Б.А. Кобринским [63-72]. Основываясь эти материалы и изложим специфические особенности процесса принятия диагностических решений в медицине с учетом возможности их автоматизации.

Диагностический процесс в медицине, построенный на рассуждениях о признаках и их сочетаниях, обосновывающих или отвергающих определенную диагностическую гипотезу, фактически опирается на логику аргументации, включающую и отношения порядка на множестве аргументов. Определенный параллелизм в достижении цели посредством рассуждения существует у врачей и в интеллектуальных системах [3,5], в частности, между аргументами в ДСМ-системах и в медицине. Моделирование медицинского консилиума может осуществляться с помощью теории диспутов.

Медицина представляет собой слабо структурированную область знания, что создает серьезные трудности при построении систем процесса принятия решений. В то же время, в практической деятельности врач выстраивает последовательность умозаключений, опирающихся на представлениях о связи наблюдаемых у больного признаков с определенным диагнозом.

В одних случаях, характеризующихся классическими проявлениями болезни, гипотеза или даже окончательное решение возникает уже в процессе осмотра, в других – только после обследования. Следует отметить, что последовательность диагностических исследований может подвергаться коррекции, а иногда и коренной

трансформации, в зависимости от получаемых в процессе обследования результатов. Быстрота принятия решения зависит как от квалификации и диагностического «чутья» врача, так и от особенностей проявления заболевания у конкретного больного. При создании экспертной системы следует учитывать, что у врачей существуют индивидуальные неявные предпочтения к порядку обследования больного и роли выявляемых симптомов, т.е. различная степень внимания к фактам, а иногда и пренебрежения некоторыми из них ввиду предполагаемой незначительности, иногда ошибочной, для рассматриваемой гипотезы.

Следует подчеркнуть, что в процессе постановки диагноза признаки, наблюдаемые у пациента, важны не как таковые, что имеет место при оценке уровня здоровья (при профилактических осмотрах), а именно с диагностической точки зрения, т.е. с позиции их дифференциально-диагностической ценности, как факт за или против определенной диагностической гипотезы, как симптомы или антисимптомы (признаки-отрицания) конкретного заболевания.

Одно из основных положений дифференциального диагноза – обнаружение характерных патологических симптомов – является обязательным, но не всегда достаточным фактором для идентификации заболевания, что объясняется как меняющейся, в процессе прогрессирования болезни, диагностической ценностью одних и тех же признаков, так и необходимостью основывать диагностическое заключение на оттенках симптомов и признаков искомых болезней. Кроме того, встречаются ситуации, в которых не только симптомы, но даже и признаки болезни имеют меньшее диагностическое значение, чем клинический фон, на котором они выявляются [58]. Это то, что носит название анамнеза жизни и анамнеза болезни, включая предшествующие заболевания. Еще одна проблема – атипичные симптомы, которые встречаются так часто, что оправдывают, как отмечено в [115], существование следующей максимы: «Атипичные симптомы частых болезней бывают чаще, чем типичные симптомы редких». Например, при лейкемии у детей в начальном периоде часто наблюдается только интермиттирующая лихорадка или кашель и одышка, а при аспергиллезе легких клинические проявления настолько нехарактерны и похожи на туберкулез, что его даже называют псевдо-туберкулезом.

Целью дифференциальной диагностики является определение кратчайшего пути от самого яркого симптома к диагнозу. Более конкретно следовало бы сказать, что процесс дифференциальной диагностики направлен на идентификацию состояния больного в смысле распознавания поразившей его болезни. Формально это может звучать следующим образом: Необходимо определить болезнь (нозологическую форму) при которой будут иметь место непротиворечивые отношения между наблюдаемыми признаками и интегрирующим их понятием диагноза. При этом следует иметь в виду, что названные отношения могут быть неполными вследствие отсутствия каких-либо из соответствующих данному заболеванию признаков.

Аргументация врача-диагноста направлена, с одной стороны, на выявление признаков, являющихся характерными для предполагаемого им диагноза, а с другой стороны, на поиск альтернативных признаков, отрицающих другие заболевания, т.е. используются аргументы и контраргументы - факты «за» и «против». В самом общем виде можно говорить, что одновременно с исключением одного диагноза, имеет место подтверждение другого диагнозов. Но аргументы различаются также по степени их «важности» - на «сильные» или «слабые» - и один «сильный» аргумент может изменить принимаемое решение, отменив действие множества «слабых» аргументов. Результат рассуждения и формирующееся решение может изменить появление нового аргумента, т.е. имеет место немонотонность аргументации, что особенно существенно в условиях неполноты и недостоверности исходной информации.

Обнаружение специфических для одного диагноза или отсутствие специфических для другого диагноза симптомов позволяет относительно быстро прийти к окончательному заключению. Этот известный факт нашел интересное подтверждение при анализе «диагностических» протоколов, который показал, что специалист практически всегда интересуется жалобами и анамнезом заболевания, после чего ставит предварительный диагноз или наиболее вероятные диагнозы, а потом задает еще один вопрос для окончательного уточнения. Из этого проистекает вывод, что врач высокой квалификации не пользуется полным объемом информации, представленным в истории болезни, а только вполне определенным минимумом, который обеспечивает решение задачи. При этом он мысленно осу-

ществляет процесс дифференциальной диагностики с анализом всех подтверждающих и отрицающих фактов. Это обусловлено тем, что опыт и профессиональная подготовка научили большинство врачей скептически относиться к своим первоначальным гипотезам и искать дополнительные данные, которые могли бы подтвердить или опровергнуть первые подозрения [115]. Альтернативные версии заставляют врача сосредоточить внимание на других болезнях, возможных при данной симптоматике. Дифференциальная диагностика помогает сформулировать вопросы, на которые следует ответить, прежде чем принять или отбросить первоначальное предположение.

Врачи в неявной форме используют аппарат аргументации для подтверждения одной из гипотез - одного или, в редких случаях, сочетания двух диагнозов (к примеру, при дифференциальной диагностике ишемической болезни сердца и миокардита указанием в пользу первой гипотезы является уменьшение боли от приема нитроглицерина). В сложных случаях, когда имеет место широкий дифференциально-диагностический ряд и большое число совпадающих признаков, иногда один характерный отсутствующий признак сразу приводит к отклонению той или иной диагностической гипотезы, даже при наличии ряда признаков, подкреплявших до того эту гипотезу. Например, при дифференциации между миокардиодистрофией и дефицитом карнитина отсутствие характерного изменения зубца Т на электрокардиограмме, позволяет однозначно отклонить второй из названных диагнозов. Таково воздействие контраргументов, в качестве которых выступают специфические проявления болезни. В то же время, могут обнаруживаться не альтернативные ассоциирующие признаки, обладающие почти одинаковой дифференциальной значимостью, учет которых практически никак не влияет на решение вопроса об отклонении или поддержке определенной диагностической гипотезы.

Обратимся к понятиям нецесситарной и эвентуальной причинной связи для характеристики патологического процесса в организме. Можно считать, что нецесситарная связь, имеющая место тогда, когда при наступлении А событие (или факт) В является обязательным, относится к ряду заболеваний, характеризующихся однозначно проявляющимися этиопатогенетическими связями. Что касается эвентуальных причин, когда при наступлении А событие (или факт) В



становится возможным, то это относится к развитию осложнений в процессе заболевания на определенном этапе патогенеза.

В процессе дифференциальной диагностики осуществляется, прямо или косвенно, учет как непосредственных, так и опосредованных отношений между признаками и болезнями (нозологическими формами). Чем выше квалификация врача, тем более глубинные отношения, обусловленные механизмом патологического процесса, он способен рассматривать. В большинстве случаев осуществляется анализ по типу причинно-следственных зависимостей между группой признаков и наиболее вероятным с точки зрения врача диагнозом, который определяется рядом факторов - частотой встречаемости данной патологии, прочитанной в последнее время статьей, запомнившимся случаем. Из этого видно, что выбор анализируемых признаков носит относительно субъективный или условно-объективный характер, так как отбираются хотя и безусловно существенные в диагностическом плане признаки, но те, которые представляются целесообразными конкретному врачу. Естественно, что при этом значительное место имеет квалификация врача (как сумма знаний) и его практический опыт (как «архив» случаев личного наблюдения – прецедентов).

Диагностический процесс можно подразделить на три взаимосвязанных этапа: постановка первичного диагноза (предварительная гипотеза), построение дифференциально-диагностического ряда (выдвижение дополнительных гипотез), окончательный диагноз (обоснование окончательной гипотезы).

На первом – в процессе «рассуждения» по типу логического вывода (доказательные рассуждения по Е.В. Левенцу [81]) - врач двигается от жалоб, анализа анамнестических данных (истории возникновения первых проявлений заболевания) и наблюдаемых патологических проявлений к установлению предварительного (первичного) диагноза, т.е. к построению исходной диагностической гипотезы путем «неаргументированного» рассуждения, по принципу «поскольку имеются признаки...то может быть диагноз...», не используя систему доказательств, а лишь излагая мысли в логически последовательной форме [31]. При построении гипотезы учитывается также возможность фоновых заболеваний, симптомы которых могут «деформировать» картину основного заболевания. Так сахарный

диабет в качестве фонового заболевания отягощает течение ишемической болезни сердца и может быть причиной развития других патологических состояний, как, например, ретинопатия.

Использование термина «рассуждения» предполагает в этом случае отличие его от доказательства, понимая открытость множества возможных аргументов [81,109]. Фактически врач оценивает признаки, располагая их на мысленной шкале важности (значимости) путем неаргументированного рассуждения и аналогий, т.е. опираясь на собственный опыт (включая память об аналогичных случаях) и литературные данные, но не используя формальные логические процедуры.

На втором этапе осуществляется аргументация «за», обеспечивающая привлечение дополнительных диагностических гипотез. Формируется дифференциально-диагностический ряд, т.е. круг заболеваний, при которых встречаются определяемые у больного признаки и для которых могут быть характерны сходные начальные проявления. Другими словами, осуществляется расширение потенциально диагностической последовательности для последующего принятия окончательного решения. Этот этап крайне важен, так как предохраняет от ошибочного решения в пользу первой диагностической гипотезы, ввиду того, что определенные состояния могут имитировать далекие друг от друга заболевания. В медицине такие ситуации принято определять как проявление одного заболевания под «маской».

На третьем этапе осуществляется процесс последовательного исключения нозологических форм, включенных ранее в дифференциальный ряд, т.е. критическая сравнительная оценка выявленных симптомов, результатов исследований и их совокупностей - аргументация «за» и «против» (контраргументы). Примером может служить дифференциация двух заболеваний, характеризующихся тоническими судорогами: отставание в росте говорит «за» гипофосфатазию и «против» идиопатической гипокальциемии. Важно также оптимизировать выбор и последовательность проведения лабораторных и функциональных исследований в отношении максимального повышения вероятности и быстроты установления окончательного диагноза в условиях, если это возможно, минимизации стоимости. Таким путем осуществляется движение к окончательному диагнозу, который является основанием для подбора адекватной терапии.

Следует иметь в виду, что процесс диагностического рассуждения может возвращаться к предыдущим шагам и состояниям, удаляя некоторые допущения и аргументы из соответствующих множеств и рассуждая заново с учетом новых фактов (аргументов) и принятия новых допущений. В этих случаях проблема управления выбором правил вывода превращается в проблему реализации рефлексивного поведения системы.

Под рассуждением обычно понимаются и процесс дедуктивного вывода из некоторого множества исходных суждений (умозаключений), и рассуждения по аналогии, и рассуждения, опирающиеся на скрытые ассоциации [112]. Всякое рассуждение состоит из некоторой совокупности суждений. Под суждением, в контексте данной статьи, будем понимать некоторое обоснованное, доказанное или просто предполагаемое соотношение между некоторыми сущностями (множествами, объектами, признаками, событиями и т.д.).

Особенностями рассуждения, отличающими его от логического вывода, являются [157]: 1) открытость множества возможных аргументов; 2) использование метатеоретических, и в частности металогических, средств, посредством которых осуществляется управление логическими выводами, применяемыми в процессе рассуждения; 3) использование не только правил достоверного вывода, но и правил правдоподобного вывода, аппроксимирующих применяемые эвристики, аналогии и т.д.

Как известно, заключения по аналогии делятся на аналогию признаков и аналогию отношений. Аналогия признаков рассматривается как сравнение отдельных признаков предметов. Такая аналогия носит менее правдоподобный характер, так как игнорирует связь признаков друг с другом. Аналогия отношений строится как раз с учетом такой связи. Диагностика или выбор терапевтической стратегии по аналогии (по прецеденту) как раз предполагает учет врачом совокупности факторов, которые ему трудно выстроить в виде логической последовательности, но он «схватывает» их как целое (мысленный образ) при воспоминании об аналогичном случае [64]. В этом одна из сильных сторон высококвалифицированного (опытного) врача-эксперта.

Сходство может быть представлено как наличие некоторых общих свойств или отношений. Если два (или более) состояния сходны в

какой-то части их признаков, то есть основание предполагать, что они могут обладать и другими одинаковыми признаками, о которых нам ничего не известно. Тогда заключением по аналогии является перенос свойств или отношений, имеющих место для одного состояния, на другое состояние на основе сходства между ними. Заключения по аналогии имеют правдоподобный характер, так как мы наблюдаем сходство между состояниями лишь в части их признаков. Выделяются следующие факторы, влияющие на степень правдоподобности выводов по аналогии: количество одинаковых признаков, значимость одинаковых признаков, учет различий между признаками. Степень правдоподобности заключения по аналогии увеличивается с увеличением числа одинаковых признаков [81]. Механизм вывода, основанный на методах теории аналогий, может встраиваться в общий процесс аргументационного принятия решения в качестве одного из его звеньев (как правило, на первых этапах диагностики или при выборе лечения). Решение по аналогии имеет в своей основе опору на врачебный опыт и, таким образом, связано с накоплением случаев в памяти, а подобным образом оно может реализовываться и в базах данных систем, использующих данный принцип анализа состояний.

Синтезом познавательных процедур, объединяющим правила правдоподобного вывода, порождающие гипотезы о причинах, правила вывода по аналогии, абдуктивный вывод и индуктивные обобщения, является JSM-рассуждение. Как и в логике аргументации, в JSM-рассуждении высказывания оцениваются посредством сопоставления аргументов «за» и «против» [154]. На расширенной логике аргументации реализованы такие JSM-рассуждения, что [155]: 1) условия их применимости могут быть точно определены (и даже аксиоматизированы); 2) состоят из последовательной рекуррентной реализации двух типов правил правдоподобного вывода, которые применяются к начальному состоянию данных и к последующим состояниям данных, порожденных применением этих правил; 3) подразделяются на правила порождения гипотез о причинах эффектов (множеств свойств объектов) и на правила прогнозирования наличия или отсутствия свойств у объектов (правила вывода по аналогии); 4) множество порожденных гипотез принимается лишь в силу выполнимости критерия достаточного основания, формулируемого как специальная аксиома, регулирующая и принятие гипотез и расширение исходной выборки (начально-

го состояния базы данных – БД); 5) заключительным этапом является порождение индуктивных обобщений.

При проведении консилиума аргументы отражают частные мнения специалистов и могут иметь различную истинностную оценку для его участников. Поэтому формализм для построения логического вывода на основе аргументации должен учитывать структуру множества аргументов, в частности, возможность существования отношения порядка на множествах аргументов [144], что определяется диагностической значимостью привлекаемых в качестве аргументов признаков. Это могут быть патогномоничные (однозначно характеризующие заболевание), обязательные (встречающиеся с частотой 80–90% при данной патологии), главные (встречающиеся с частотой 50–60%) и сопутствующие или второстепенные признаки.

Относительно четкие зависимости в системе отношений «следствие – результат» или «наблюдаемые признаки – идентификация состояния» справедливы для определенных, более или менее стандартных ситуаций, в которых аргументация в пользу определенного диагноза строится на поиске классических проявлений заболевания и использовании хорошо известных дифференцирующих признаков. Нередко предварительный диагноз формируется непосредственно в процессе сбора анамнеза и последовательного «сканирования признаков» (осмотре больного), например, болевые ощущения, связанные с приемом пищи, и различные диспепсические явления вызывают у врача мысли о язвенной болезни желудка. А последующее обследование (или наблюдение) пациента является необходимым условием получения информации для аргументации в процессе дифференциальной диагностики и подтверждения или отклонения первичной диагностической гипотезы.

Иначе говоря, имеет место то, что В.К. Финн [155] определяет как познавательный цикл продуктивного мышления. В отношении рассматриваемой ситуации для медицинской диагностики он может быть представлен в следующем виде: Анализ результатов осмотра – рассуждение и аргументация, включая аналогии – гипотеза или альтернативные гипотезы – верификация или фальсификация – пополнение данных и знаний – повторный цикл рассуждения и аргументации – коррекция гипотезы. Возможен ряд таких итераций в процессе получения новой медицинской информации, что относится в первую

очередь к особо трудным для диагностики случаям, характеризующимся высоким уровнем сходства клинических проявлений. Этому можно противопоставить наличие для некоторых ситуаций многих предписаний без указания того, каким из них надлежит следовать – буридановы ситуации [51].

Диагностический процесс у врача высокой квалификации основывается на личностных представлениях, являющихся сплавом опыта (памяти о наблюдавшихся больных) и накопленных знаний, сочетающихся с преобразованными («пропущенными через себя») данными медицинской литературы. Этому соответствуют требования к решателям интеллектуальных партнерских систем [156], которые используют логики объективного и субъективного (экспертного) знания.

Достижение цели в интеллектуальной системе [155] и в медицинской диагностике для своего осуществления требуют определенных действий и способностей (табл. 1.5).

**Таблица 1.5 Основные функции интеллектуальной системы и медицинской диагностики**

В интеллектуальных системах	В медицинской диагностике
Упорядочение информации по степени существенности	Подразделение признаков, в зависимости от их диагностической ценности, на: патогномоничные (характерные только для определенного заболевания), обязательные (встречающиеся в подавляющем большинстве случаев), главные (часто встречающиеся), второстепенные
Устранение неопределенности посредством использования информации, упорядоченной по степени релевантности для рассматриваемой ситуации	Уменьшение диагностической неопределенности путем направленного поиска идентифицирующих признаков
Рефлексивное управление - способность как к оценке полученных результатов и выбранных средств получения этих результатов, так и к коррекции данных (пополнению данных, отказу от некоторых данных, пересмотру результатов и т.п.)	Мысленная самооценка наблюдаемых признаков и выдвигаемых гипотез, их отклонение или подтверждение с помощью дополнительно находимой информации

Выбор стратегий, адекватных решаемой задаче	Поиск аргументов и контраргументов (в анамнезе и в виде специфических изменений) или прецедента
Выведение логических следствий	В распознавании состояний общепринята логика «если ... то»
Поиск сходства фактов и генерирование предположений	Наличие фактов, характерных для ряда заболеваний, позволяет строить дифференциально-диагностические ряды
Верификация и фальсификация получаемых результатов	Отклонение контраргументов и представление фактов, однозначно характерных для определенной нозологической формы

Процесс диагностики предполагает, что врач должен не только выявить симптомы болезни, точно описать их (что до сих пор является в медицине неоднозначно решаемой задачей), но и, по возможности, проследить связи между ними. Нередко часть диагностически значимой информации теряется в процессе извлечения знаний. Это можно объяснить «умолчанием» экспертов, имеющим в своей основе несформулированные («недопроявленные») ассоциативные отношения. Их вербализация определяется соответствующей постановкой задачи и особым искусством когнитолога в работе с экспертами. Эта, нередко существенная, часть информации должна находить отражение в базах знаний, примером чего может служить интеллектуальная диагностическая система ДИАГЕН [72]. Привлечение этих дополнительных (скрытых) признаков (например, гидроцефалия при макроцефалии), находящихся в определенных отношениях с отмеченными, может повысить эффективность идентификации распознаваемых заболеваний и способствовать доказательности рассматриваемой гипотезы.

В процессе постановки диагноза требуется учитывать нечеткость как самих используемых понятий (признаков), так и отнесение их к определенному классу. Эта нечеткость может периодически изменяться (уменьшаться / увеличиваться), в том числе вследствие ассоциативных связей между признаками. Это обусловлено и тем, что с философской точки зрения данные, неоспоримые для того, чтобы от них отталкиваться, всегда являются несколько нечеткими и двусмысленными. Процесс распознавания состояния состоит главным образом в переходе от того, что очевидно, но нечетко и двусмыслен-

но, и в чем мы чувствуем себя совершенно уверенными, к чему-то точному, ясному, определенному, что (как мы находим посредством рефлексии и анализа) включено в нечеткое исходное представление и, так сказать, являет собой действительную истину, лишь тенью которой выступает нечеткое [112]. При этом степень нечеткости не осознается вплоть до попытки нечто прояснить.

Характерная для врачей довольно широкая шкала нечетких вербальных определений к высказываемым ими соображениям (рассуждениям в условиях неопределенности) условно может быть объединена понятием «мне кажется» [67]. Это объясняется тем, что разная степень уверенности отражает неполноту информации о конкретных проявлениях болезни, тем более, что понятие «синдром» и в еще большей степени «симптомокомплекс» — это «размытые» образы, нередко включающие серии нечетких описаний. Последующая аргументация направлена на уменьшение неопределенности.

Шкала возможных оценок достоверности предполагаемого диагноза, указывающая на степень уверенности врача, может включать следующие мысленные или вербальные оценки: «абсолютно достоверно», «скорее всего», «спорные сведения» (относится к комиссионному решению при проведении консилиума), «мало вероятно», «сомнительно, но не исключено», «крайне мало вероятно». Можно провести параллель с семантическим аспектом аргументации, состоящим в порождении оценок высказываний, проверяемых на согласие с точкой зрения: «фактическая истина» (аргументы «за» при отсутствии аргументов «против»), «фактическая ложь» (аргументы «против» при отсутствии аргументов «за»), «фактическое противоречие» (аргументы и «за» и «против») и, наконец, «неопределенность» (нет аргументов ни «за», ни «против») [157]. Фактическое противоречие в случае наличия аргументов и «за» и «против» особенно ярко проявляется при диагностике нетипичных случаев заболеваний.

Нечеткость и вероятность, моделирующие разные типы неопределенности, взаимно дополняют друг друга, а мера нечеткости нечеткого множества могла бы служить и мерой неопределенности, возникающей при принятии решения о том, к какому из классов отнести объекты анализируемого множества [6,8–10,]. Из этого проистекает важность того, чтобы условие выдвижения гипотезы сопровождалось указанием о степени уверенности врача его соответствию



(принадлежности) определенной ситуации (как это предусмотрено в системе ДИАГЕН [71]), имея в виду, что степень вероятности гипотезы есть функция от двух аргументов – самой гипотезы и имеющихся знаний о проявлениях данного заболевания. Эта информация может использоваться в аргументационных интеллектуальных системах при построении гипотез в отношении часто и редко встречающихся заболеваний, в том числе характеризующихся многообразием клинических вариантов («масок»).

Как известно, при неполной, неточной и изменчивой информации рассуждения зачастую носят предположительный характер, что делает их на самом деле лишь правдоподобными по отношению к истинной картине мира. Из этого вытекает важность пересмотра или модификации гипотез при любом изменении объективных данных (уточнение, появление новых) или их субъективной оценки врачом. В связи с этим, в отдельных трудных случаях особенно целесообразно построение именно расплывчатых гипотез, включающих группу заболеваний, с последующей аргументацией за и против каждого из них, что повысит шансы не пропустить истинное заболевание, т.е. обеспечит более высокую вероятность выбора правильного диагноза.

В медицине общепринятым способом доказательства в мысленной или фактической (при проведении консилиума) дискуссии по вопросам дифференциальной диагностики служат, наряду с аргументами, контраргументы, одновременно являющиеся специфической чертой познавательного механизма ДСМ-экспертных систем (ДСМ-ЭС), в которых рассуждения – суть стратегии комбинирования правил правдоподобного вывода (ППВ) I рода, порождающих ( $\pm$ )-причины и ППВ II рода, являющиеся умозаключениями по аналогии [155].

К фактам имеют отношение убеждения, которые посредством ссылки на факты являются либо истинными, либо ложными [112]. Возможность фальсификации гипотез в ДСМ-ЭС связана с допущением существования (+)-причин и (-)-причин в базе данных, чему можно найти соответствие в медицинской практике (табл. 1.6).

Таблица 1.6 Фальсификации гипотез в ДСМ-ЭС

ДСМ	Медицинская диагностика
Поиск существенного сходства на множестве исследуемых объектов (в БД)	Анализ сходства клинических проявлений у конкретного пациента с известными нозологическими формами
Выявление не только положительных причин явлений, но и всех факторов («антипричины», «тормоза»), которые мешают проявлению свойств, являющихся следствием положительных причин	Анализ этиологических причин болезни и механизмов ее развития (патогенез), включая исследование факторов, противоречащих классическому характеру течения заболевания (искажающих ее проявления)
Принцип аналогий, использующий гипотезы, порожденные посредством индукции	Сравнение с ближайшими аналогами («прецедентами») при одновременной обязательной оценке клинических проявлений, противоречащих или не укладывающихся в рамки выдвинутой гипотезы
Попытка опровержения эмпирической зависимости, обнаруженной на множестве фактов, в «трудных» случаях расширения исходного множества фактов (в БД)	Построение дифференциально-диагностического ряда для идентификации заболевания в расширенном пространстве нозологических форм, включая редкие, где затруднено использование классических зависимостей «признак - заболевание»
Апелляция к начальному состоянию фактов в случае не удовлетворения критерию достаточного основания правдоподобного вывода (пополнение множества фактов и коррекция в «полезном направлении» поиска сходных фактов)	Построение расширенного дифференциального ряда с поиском дополнительных фактов в анамнезе и проведением дополнительных исследований для подтверждения / отвержения выдвинутых гипотез в случаях, когда первично порожденное множество диагностических гипотез не подтверждается при их проверке

Механизм управления логическим выводом может включать как «внеличностное», так и «личностное» знание. В первом случае предполагаются проверки на непротиворечивость аргументов с целью рассуждения, проверки на невыводимость, критерии релевантности аргументов цели рассуждения, процедуры обнаружения сходства объектов, входящих в аргументы, релевантные цели рассуждения для уточнения смыслового соответствия между информационным запросом и полученным сообщением. Во втором случае необходимы навыки в отборе подходящих аргументов, выдвижение подцелей на основе аналогий с личным опытом, знание трудных тестовых приме-

ров, играющих роль фальсификаторов [155]. Перечисленные атрибуты находят соответствие в медицинской диагностике и зависят как от объема первичных знаний, так и от опыта и интуиции врача [64]. Они отражают ситуации, возникающие как при формировании исходной гипотезы, так и при ее уточнении (фальсификации, верификации).

Медицинский консилиум, представляющий собой открытое обсуждение ситуации группой специалистов с выдвиганием и рассмотрением гипотез (диагностических, терапевтических и др.), фактически основывается на логике аргументации и теории диспутов. Единая теория диспутов [50] позволяет учитывать первичные для нашего мышления акты – предпочтения, внимание и пренебрежение (в частности, к связям, в том числе и к упомянутым выше ассоциативным отношениям признаков). Существенное значение имеет также, упоминавшаяся выше, однотипная оценка характера проявлений и роли наблюдаемых симптомов, на что накладывает свое влияние и интуиция, и рефлексия врача. В автоматизированных системах для определения требуемой степени точности, в частности точности выражений при описании состояния больного (характера выраженности изменений) можно ориентироваться на использование целевых модальностей.

Как уже указывалось выше, для подтверждения первично выдвинутого диагноза привлекаются дополнительные факты, цепочка или совокупность которых позволяет подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу. Этому отвечает предложенный А.С. Есениным-Вольпиным [50-52] эвристический принцип доверия (ЭПД), являющийся одним из инструментов аргументации. Он заключается в том, что если при максимально возможных попытках фальсификации высказывания (системы высказываний) непринятие высказывания (системы высказываний) не реализуется, то принятие высказывания (системы высказываний) считается апостериорно обоснованным. Так как доказуемые суждения всегда считаются истинными, закон достаточного основания (для суждений) приводит к отождествлению понятий истины и доказуемости. В медицинской дифференциальной диагностике, как и в ЭПД, в трудных случаях бывают ситуации недостатка аргументов «за», когда обоснование гипотезы (акт доверия) основывается на неэффективности критики всеми доступными

средствами. Примером может служить гистиоцитозная кардиомиопатия, однозначное подтверждение которой при наличии у ребенка кардиомегалии в сочетании со злокачественной аритмией возможно только при проведении биопсии миокарда (другие диагнозы были в конкретном случае отвергнуты после проведения специальных исследований и неэффективности антиаритмической терапии).

Критерий достаточного основания (или употребляемый в близком к нему смысле ЭПД) могут быть формализованы в рамках квазиаксиоматической теории, что сделано для правдоподобных рассуждений типа ДСМ [156]. Это означает, что, либо при выполнении этого критерия результаты ДСМ-рассуждения (система высказываний) принимаются, либо при невыполнении его расширяется множество посылок рассуждения (соответствующее состояние базы полужагов), либо после некоторой последовательности расширения множества посылок рассуждения тестируемое множество результатов ДСМ-рассуждения не принимается. Как видно из приведенного выше описания процесса распознавания болезней, существует явная аналогия между системой ДСМ-рассуждений и теорией диспутов, с одной стороны, и медицинской диагностикой, включая решение путем консилиума, с другой стороны.

Исходя из выше изложенного можно сделать вывод, что медицинская диагностика, базирующаяся на принципе аргументации и контраргументации в сочетании с использованием аналогов (прецедентов), включает этапы формирования гипотез с последующим их обоснованием или отклонением путем привлечения дополнительных фактов. Среди факторов, которые могут вести к неправильным диагнозам, встречаются ошибки в суждениях как следствие недостаточно конструктивного мышления или нелогичности выводов. Талант же диагноста предполагает умение быстро выделять ведущие симптомы и анализировать нечеткие представления. Исходя из этого, становится ясной целесообразность построения интеллектуальной системы, опирающейся на систему аргументов, учитывающей отношения признаков и включающей способы эффективной обработки нечетких данных. Формализация рассуждений в рамках квазиаксиоматической теории дает возможность уточнить феномен правильности (или корректности) рассуждения посредством критерия достаточного основания принятия заключения правдоподобно-

го рассуждения. Использование в качестве средств формализации как логики объективного знания, так и логики субъективного знания (логики аргументации) может служить основой для отражения принципа рассуждений и доказательств врача, делая интеллектуальные системы более понятными для пользователей.

### **1.3. Анализ тенденции развития медицинской диагностики на основе коммуникационной технологии**

Быстрое развитие вычислительных, информационных и телекоммуникационных технологий дает в руки исследователей и практиков новые возможности, связанные с получением, анализом, обработкой, передачей, хранением и объединением огромных массивов разнородной информации. Внедрение вычислительной техники, первоначально в научно-технические и последовательно в другие области деятельности, разработка, развитие и накопление алгоритмов, программ и их комплексов, создание систем и сетей цифровой связи радикально меняет постановку, способы и средства решения большинства практических задач.

В современной медицине переход на современные информационной технологии (ИТ) обеспечивает ряд новых возможностей и интеграцию с системами цифровой диагностики [41]. Это улучшает качество сервиса, сокращает время обследования, увеличивает точность диагностики, позволяет проводить удаленные консультации, обследования, анализ и удаленную обработку первичной информации в высокоспециализированных центрах, а также предоставляет возможности долговременного хранения информации о пациентах в цифровой форме. Таким образом, при необходимости к информации о пациенте может быть получен доступ практически с любой точки земного шара, что является важным во многих случаях. Кроме того, тем самым создаются архивы исследований, которые могут использоваться для повышения квалификации медперсонала, научных исследований, получения статистических данных и др.

Несмотря на большие материальные издержки, ряд проблем при этом пока не находит решения. Увеличение эффективности и снижение стоимости медицинского обслуживания следует ожидать с ростом компьютеризации, появлением компьютеризованных меди-

цинских систем и сетей, новых системных решений, внедрением на их базе новых медицинских услуг, интеграцией всей медицины в рамках строящегося информационного общества и развития электронного здравоохранения (e-health). Среди общимирировых целей в развитии e-health ставятся: способствовать совместным усилиям в целях создания качественно, надежно и экономически доступно функционирующих систем здравоохранения и медицинской информации, а также в целях обучения, профессиональной подготовки и исследований, содействие разработке международных стандартов обмена медицинской информации; стимулирование использования ИКТ в продвижении систем здравоохранения и информации в отдаленные или труднодоступные районы, и др.

К настоящему времени разработаны и разрабатываются ряд программных и аппаратных решений в области электронной медицины и здравоохранения, в этой области как отмеченной во введении работают ряд научных центров и крупных фирм, значительное внимание уделяется разработке стандартов для цифровой медицины, развиваются МИС и их отдельные компоненты.

В настоящее время отмечается, что применение комплексных информационных систем, позволяющих организовать управление поликлиникой, больницей, стационаром или медицинским центром на новом техническом/технологическом уровне, постепенно становится нормой для современных медицинских учреждений. Используя новые ИТ, можно существенно повысить не только качество лечения и уровень медицинских услуг, но и степень эффективности, то есть рентабельности, использования ресурсов. Отметим, что при применении ИТ в медицине необходимо соблюдать правила защиты информации [32].

При этом следует отметить, что комплексная компьютеризация медицинских учреждений, создание специализированных интегрированных медицинских ИТ-систем и сетей, помимо развития общей методологии требует проработки большого ряда специфических вопросов [91]. К ним, в частности, относятся проблемы статистическая обработка информации [1,12,13,28,46,57,85,86,98,114,148], электронного документооборота [119], понимаемые в специфически медицинском плане, связанные с ними проблемы стандартизации представления информации, проблемы выбора и/или разработки ар-

хитектур ПО [18,45,82]) и СУБД [43, 99], в том числе для медицинских приложений, вопросы интеллектуализации баз данных, формирования в БД на базе содержащейся информации «оперативной» и «аналитической» форм информации, проблемы надежности, безопасности, соблюдения «privacy», проблемы перехода на полностью цифровые технологии с возможностью автоматизированного анализа данных, проблемы мобильности, большой круг вопросов, связанных с горизонтальной и вертикальной интеграцией, и многое другое.

В целом, процесс внедрения ИТ в медицине находится на стадии становления, поднимая при этом круг проблем, которые в том или ином виде имеют глобальный характер. В одном из последних (2009) обзоров [33] по результатам проведенных C-News опросов указывается, в частности, на недостаточный интерес руководителей ЛПУ, психологические барьеры приобщения к высоким технологиям, наличие разнородного программного обеспечения (что в может привести к сложностям его интеграции, обновления, сопровождения и др.), отсутствие ориентировочной ИТ-стратегии и в ряде случаев самих отделов ИТ. При этом подчеркивается важность учета международного опыта, где со многими из этих проблем сталкивались ранее. Это же касается вопросов разработки архитектурных решений медицинских систем различных классов и назначений. При тех огромных суммах, которые в целом тратятся в мире на медицину и здравоохранение, очень высока важность согласованного принятия решений в области организации, развития, стандартов, технологий и оптимальных архитектурных концепций на различных уровнях и этапах построения информационных медицинских систем. На сегодняшний день становится очевидным, что последние имеют свои особенности, касающиеся методов сбора, обработки и хранения информации, взаимодействия между различными ЛПУ и системами здравоохранения в целом (в случае необходимости должна немедленно предоставляться вся информация о пациенте), организация баз знаний для научной работы и повышения квалификации специалистов, научно-практической работы и т.д.

К настоящему времени разработано довольно большое количество МИС. Большинство из них описывается в приложениях монографии [91], а также на сайте Ассоциации Развития Медицинских Информационных Технологий ([www.agmit.ru](http://www.agmit.ru)). В одной из последних

коллективных монографий [80] опубликованы работы, посвященные развитию электронных медицинских систем и технологий в РФ.

Согласно [91,92] к настоящему времени в эксплуатации имеется большое количество систем от разных производителей и обладающих различной функциональностью: от систем локального уровня, выполняющих достаточно узкий круг задач, как например автоматизация индивидуальных рабочих мест, автоматизация медицинского документооборота, медицинские информационно-аналитические системы и др., с одной стороны, и системы, допускающие большой уровень интеграции как в рамках одного учреждения, так и в рамках региональных инфраструктур – с другой.

Зарубежные системы электронного здравоохранения как правило многофункциональные, рассчитаны как на обслуживание отдельной клиники, так и на построение более крупных корпоративных систем. Имеются также специализированные системы, например для онкологической клиники – система IMPAC. Их серверная часть функционирует как под ОС Windows так и под другими ОС (Unix/Linux, IBM AIX), используются различные «движки» баз данных с разной архитектурой. Среди производителей указаны США, Великобритания, Германия, Индия и некоторые другие страны. Большие системы как правило являются интегрированными и содержат не только медицинские модули, но и обеспечивают работу со счетами, учет кадров, бухгалтерию и управление. В некоторых случаях имеются модули ERP – Enterprise Resource Planning (планирование ресурсов предприятия, обычно применяется для оптимизации работы предприятия и сокращения издержек).

Распространенность той или иной системы оценить не всегда возможно. Так система H.I.S. (Индия) обслуживает больницы в 16 регионах страны (в сумме 18000 мест). Старейшая мед. система VA Vista (Vista=Veterans Integrated System Technology – ВистА ветеранов) имеет на обслуживании 4 млн. пациентов, 180000 сотрудников в 800 клиниках, 163 госпиталях и 135 домах ухода, а также установлена в 50 госпиталях за рубежом.

Vista, является, повидимому, первой системой корпоративного уровня, начало разработки ее приходится на 70-е г.г. прошлого века. И хотя при разработке в нее были заложены многие интересные идеи, а ее архитектура разрабатывалась достаточно тщательно с приме-



нием известных на то время системных методик, ее естественное старение привело к тому, что стоимость ее эксплуатации в настоящее время существенно выросла. Поэтому до января 2012 г. предполагается ее доработка с введением механизма транзакций удовлетворяющего НПРАА (Health Insurance Portability and Accountability Act). По самым последним сообщениям, Департамент по делам ветеранов передает исходные коды ВистА открытому сообществу (open source-community), таким образом, ВистА де-юре и де-факто становится системой с открытым исходным кодом. Как заявил директор по технологиям Департамента ветеранов Петер Левин, «это является историческим моментом для медицинской информатики». Как отмечают источники, ВистА имеет большой потенциал развития и значительно более взаимоувязанна, чем другие среды.

Примерную структуру МИС можно рассмотреть на примере ВистА. Как уже отмечалось выше, система ВистА Администрации Ветеранов является одной из старейших МИС. Принцип открытости был заложен в основу ее разработки, и, как мы видим, эта политика последовательно проводится и в настоящее время. Архитектура ВистА разрабатывалась достаточно продуманно; насколько можно судить, при ее разработке применялись и методики, наработанные при построении систем военного назначения. Поскольку система де-факто является открытой, по ней имеется большое количество открытой документации, доступной, как правило через сеть Интернет, справочные материалы, концепты, описания, программные коды и т.д. В качестве примера можно привести схемы данных, лексикон, глобали, библиотеки документов ВистА. Поскольку при ее разработке проблемам открытых систем (интероперабельность, переносимость, масштабируемость) уделялось большое внимание, разработка ряда медицинских стандартов и спецификаций опосредованно также была связана с ВистА.

Исторически путь к созданию больших автоматизированных медицинских систем проходил через ряд этапов. Параллельно с разработкой и развитием таких систем должны были появиться новые стандарты и описания, классификации, пригодные для автоматизации процессов, новые методы и средства разработки, новые математические и численные методы, аппаратура, иные регламентирующие документы и др.

Исходя из опыта развития и претворения в жизнь других больших проектов, сложность исследований и разработок таких схем достаточно велика, кроме того, на разработку соответствующих информационных систем и среды для них затрачивается значительное время и средства и большое значение имеет надлежащая организация и планирование работ.

Итак, для разработки и создания некоторой специфической компьютеризованной метасистемы должны быть определены тезаурусы, предметные области, созданы концептуальные схемы, наборы правил для построения некоторой общей среды информационного обмена, а также специфические методы и средства разработки. В настоящее время к ним, в первую очередь, можно отнести:

**UMLS** (*Unified Medical Language System* – унифицированный язык медицинских систем) – средство для разработки компьютерных систем «понимающих» биомедицинскую информацию и информацию в сфере здравоохранения. UMLS имеет три базы знаний (knowledge source): Метатезаурис, Семантическая Сеть, и SPECIALIST-лексикон. UMLS представляет собой набор файлов данных и программного обеспечения, которые позволяют «объединить» различные области здравоохранения и биомедицины, словари и стандарты для обеспечения операционной совместимости между компьютерными системами. UMLS решает также ряд чисто практических вопросов, как например, связь терминов и кодов между лечащим врачом, аптекой и страховой компанией или координации амбулаторной и клинической информации. UMLS имеет также и много других применений - в системах поиска и анализа данных, здравоохранения, статистической отчетности, а также установления единой терминологии исследований.

Архитектура физической реализации требует сопряжения систем различных уровней функциональности, зависящей как от классов систем, так и от роли, которую выполняет отдельный оператор. Эти представления могут также быть различными в зависимости от производителя того или иного оборудования или подсистемы. Так например, PACS интегрирует самые различные подсистемы, как например, компьютерная томография (КТ), УЗИ, ЯМР, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ). Все эти данные должны быть взаимоувязаны и

привязаны к конкретному пациенту, с указанием дополнительной служебной информации. Также они должны быть интегрированы с системой радиологической информации, больничной информации и др. (это обычно связывается с рабочим процессом PACS).

**FFDM.** Аналогичный подход находит применение и в цифровой маммографии (FFDM – Full Field Digital Mammography), где изображения имеют, как правило, большой размер и требуют дополнительной обработки. Быстрое развертывание исследований и разработок FFDM в США привело к интеграции цифровой маммографии и PACS и становится все более распространенным явлением.

Системы PACS должны также обеспечить взаимодействие с существующими информационными системами больницы: больничной информационной системой (Hospital Information System - HIS), радиологической информационной системой (Radiology Information System - RIS) и др.

Практические разработки устройств и систем производятся нами на основе обобщения российского и международного опыта и с учетом потребностей отечественной медицины в средствах диагностики и интеграции. Наши клинические системы и продвинутые методы обработки и анализа информации позволяют в ряде случаев не только уверенно ставить диагноз, но и выявлять проблемный контингент с высокой вероятностью развития патологий в будущем [41]. В качестве одного из примеров, можно привести развитие технологий CAD (computer-aided diagnosis, компьютерная диагностика), которые можно рассматривать как развитие систем CDSS.

#### **CAD и SmartCad: новые принципы построения.**

Несмотря на очевидные преимущества, система CAD неоднозначно воспринимается врачебным сообществом. Действительно, CAD повышает эффективность обследования почти на 20%, а ретроспективные исследования архивов рентгенограмм показывают, что 23...45% пропущенных случаев наличия заболевания можно было бы диагностировать при наличии CAD. Однако всегда присутствующая вероятность ложного указания CAD, хорошо известная в технике как принципиально неустранимая вероятность «ложной тревоги», отвлекает внимание и время врача-специалиста, нивелирует работу врача, не делает различия между представителями различных медицинских школ. В ряде случаев CAD добавляет врачу некоторую

долю неуверенности, осложненную тем, что цена возможной ошибки – это жизнь его пациента.

Последняя время бурно развиваются создание системы поддержки принятия решений (СППР) с применением информационной и компьютерной технологии. СППР имеет различных типах в соответствии с направлениями их применения:

а) в клинической практике, где их часто называют консультирующими, хотя правильнее было бы говорить ассистирующие, оставляя функцию консультанта за человеком;

б) в обучении и повышении квалификации (тестирующие и критикующие, последние из которых представляется более правильным называть оппонирующими);

в) в научных исследованиях (для решения задач анализа и оценки ситуации).

СППР в клинической медицине должны выполнять следующие функции:

- дифференциальная диагностика и выбор лечения в широком круге нозологических форм (здесь важно подчеркнуть именно большое число дифференцируемых заболеваний, в том числе редких);
- эффективность решений вне зависимости от выраженности клинических проявлений болезни, что предполагает диагностику при ранних формах заболеваний и стертой клинической картине;
- учет фоновых состояний (сопутствующих заболеваний) пациента, что особенно важно при подборе лечения;
- анализ динамики патологического процесса с прогнозом потенциально возможных неблагоприятных ситуаций (при учете проводимой терапии, включая и побочные эффекты медикаментов);
- оценка состояния в режиме «реального» времени, что может быть достигнуто при актуализации логико-вычислительных систем за счет информации, поступающей с мониторно-приборных комплексов.

В настоящее время большинство систем поддержки принятия решений реализуется как интеллектуальные (ИСППР), т.е. основанные на знаниях экспертов или знаниях, извлеченных из литературных источников и из хранилищ историй болезни. При их создании желательно *максимально учитывать специфику проявления и представления клинической информации*, что можно охарактеризовать следующим образом:

- «маски» болезней – логические выражения, состоящие из теоретически возможных клинических вариантов (часто встречающихся, редко встречающихся и т.д.), анализ по которым ведется в двух противоположных направлениях – по зафиксированным в «маске», но отсутствующим у пациента проявлениям и по проявлениям, отмеченным у больного, но не зафиксированным в «маске»;
- «симптоматические портреты» заболеваний, характеризующие интервалы неопределенности, содержащиеся в экспертных оценках при анализе различных, теоретически возможных, вариантов описаний клинической картины дифференцируемых заболеваний;
- «ударные свойства» (типа табу), указывающие на физиологическую невозможность или очень малую вероятность заболеваний при определенных условиях или на взаимоисключающие состояния;
- нечеткие сведения или вербальные характеристики состояния больного, обусловленные субъективностью оценки данных физикального обследования больного и трудностями однозначной интерпретации клинических проявлений (окраска кожи, выраженность сердечного шума и т.п.), реализация которых возможна с использованием методов нечеткой логики;
- ассоциативные отношения, возникающие у врача в процессе описания клинических проявлений заболевания, и дополнительное включение ассоциирующих симптомов в систему дифференциально-диагностического поиска;
- сведения о болезнях (синдромах, состояниях), состоящих в некоторых отношениях с рассматриваемой в качестве основной диагностической гипотезы, включая: а) причинно-следственные связи, предполагающие информацию о патологии, которая могла быть причиной данного заболевания или, наоборот, являться его следствием; б) временные связи, позволяющие как прогнозировать состояние пациента, так и восстанавливать возможный анамнез болезни; в) ассоциативные связи, дающие возможность учитывать на фоне каких состояний может развиваться данное заболевание, фоном для каких синдромов оно может служить и с какими болезнями может быть совместимо, т.е. какие заболевания (синдромы) могут встречаться одновременно;
- неопределенность, содержащаяся в медицинском диагнозе, которую можно характеризовать путем количественной оценки степени уверенности среди конкурирующих гипотез;

- альтернативные режимы принятия диагностических решений, которые могут быть реализованы путем построения механизма логического вывода на основе смешанной стратегии – прямой (предполагает вначале ввод в систему параметров состояния пациента) и обратной (процесс рассуждений идет от гипотетического диагноза к фактам, т.е. симптомам которые могут послужить основой для такого решения);

- выдача объяснений о принятом решении в соответствии с мнениями различных научных школ.

Для врачебной практики характерен мысленный (или вербальный в процессе консилиума) анализ сходных клинических ситуаций. Это особенно важно для сложных случаев с нетипичной картиной проявлений заболевания, в особенности при подборе медикаментов, применение которых в прошлом, в аналогичных ситуациях, могло быть эффективно, не эффективно, сопровождалось нежелательным побочным действием.

Существенным моментом, определяющим практическую значимость СППР, является ее *эффективность в условиях различных ограничений*:

- дефицита времени на принятие решения, что имеет особое значение при неотложных состояниях и в чрезвычайных условиях;

- неполноты данных о клинических проявлениях и анамнезе заболевания, в частности в условиях работы врачей скорой медицинской помощи;

- неопределенности данных, которые не могут быть уточнены врачом, где могут быть использованы методы нечеткой логики;

- необходимости выбора дополнительных исследований по критериям диагностической эффективности и возможности их выполнения (с указанием степени угрозы для жизни больного).

Созданные к настоящему времени системы, основанные на знаниях отвечают тем или иным из приведенных выше принципов. Однако вызовом времени является комплексный подход к учету различных, выше приведенных и других, аспектов клинической медицины при построении таких систем.

Рассмотрим клиничко-образовательный характер интеллектуальных СППР. Важной их особенностью является так называемый эффект самообучения при использовании врачами в практике здравоохранения или студентами (слушателями факультетов повышения

квалификации) в учебном процессе на клинических кафедрах. Это имеет место как следствие предоставления интеллектуальными системами поддержки принятия решений информации пользователю о процессе диагностики.

В качестве примеров можно вспомнить ряд существующих интеллектуальных систем:

– МОДИС (диагностика форм артериальной гипертонии) – процесс генерации гипотез и их проверки сопровождается сообщениями об активизации конкретного фрейма, а также о неподтверждении (отклонении) рассматривавшейся гипотезы и переходе к работе с другим фреймом, что дает эксперту возможность следить за ходом «рассуждений» системы в зависимости от вводимой информации; система способна ответить на вопрос, какие гипотезы рассматривались в процессе вывода решения, почему рассматривалась та или иная гипотеза и 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 холестаза) – действует как сообщество консультантов разных специальностей, которые «вызывают» друг друга для рассмотрения различных аспектов заболевания; их «сотрудничество» осуществляется с использованием «доски объявлений» (“blackboard”);

– МУСИН (выбор антибактериальной терапии) – информация о взглядах научных школ, предоставляемая в режиме запроса

– АВЕЛ (диагностика и выбор лечения нарушений равновесия кислот и оснований) – выдача альтернативных объяснений, соответ-

ствующих различным научным школам.

Наряду с приведенными особенностями отдельных систем, нужно отметить, что все ИСППР включают блок объяснения, позволяющий получить представление о том, на основе какой информации был поставлен диагноз или принято решение о выборе предложенного способа лечения.

Развитие ИСППР в ближайшей перспективе, с учетом уже имеющихся наработок, можно представить в следующих направлениях:

- ✓ Учет уровня врача-пользователя:
  - начинающий врач;
  - врач общей практики;
  - врач-специалист.
- ✓ Представление взглядов различных научных школ в отношении предлагаемого решения и на этапах работы СППР;
- ✓ Использование принципа консилиума, предполагающее представление мнений различных специалистов в принятии решения;
- ✓ Интеграция принятия решений на основе экспертных знаний и прецедентов;
- ✓ Интеграция логико-лингвистических и образных представлений врача
- ✓ Актуализация СППР при поступлении информации с мониторирующей аппаратуры;
- ✓ Реализация решений на основе принципов ситуационного управления;
- ✓ Использование мультимедийных технологий для совершенствования визуального представления медицинской информации;
- ✓ Включение СППР в состав информационных медицинских систем.

Несмотря на то, что в отдельности часть из выше перечисленных направлений находит то или иное отражение в СППР, интегративные решения пока не были реализованы в практике. Движение в этом направлении представляется наиболее перспективным для всех типов систем поддержки процессов принятия решений.



#### **1.4. Выбор структуры системного подхода к созданию гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений**

Современные СППР, возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных систем и систем управления базами данных, представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решение (ЛПР). С помощью СППР могут решаться неструктурированные и слабоструктурированные многокритериальные задачи.

СППР – в большинстве случаев [48,49,63,73,89,96,106,130] – это интерактивная автоматизированная система, которая помогает пользователю ЛПР использовать данные и модели для идентификации и решения задач и принятия решений. Система должна обладать возможностью работать с интерактивными запросами с достаточно простым для изучения языком запросов.

СППР обладает следующими четырьмя основными характеристиками:

1. СППР использует и данные, и модели;
2. СППР предназначены для помощи менеджерам в принятии решений для слабоструктурированных и структурированных задач;
3. Они поддерживают, а не заменяют, выработку решений менеджерами;
4. Цель СППР – улучшение эффективности решений.

Список характеристик идеальной СППР:

1. оперирует со слабоструктурированными решениями;
2. предназначена для ЛПР различного уровня;
3. может быть адаптирована для группового и индивидуального использования;
4. поддерживает как взаимозависимые, так и последовательные решения;
5. поддерживает 3 фазы решения: интеллектуальную часть, проектирование и выбор;
6. поддерживает разнообразные стили и методы решения, что

может быть полезно при решении задач групповой ЛПР;

7. является гибкой и адаптируется к изменениям как адаптации, так и ее окружения;
8. простота в использовании и модификации;
9. улучшает эффективность процесса принятия решений;
10. позволяет человеку управлять процессом принятия решений с помощью компьютера, а не наоборот;
11. поддерживает эволюционное использование и легко адаптируется к изменяющимся требованиям;
12. может быть легко построена, если может быть сформулирована логика конструкции СППР;
13. поддерживает моделирование;
14. позволяет использовать знания.

На уровне пользователя СППР делится на пассивные, активные и кооперативные СППР. Пассивной СППР называется система, которая помогает процессу принятия решения, но не может вынести предложение, какое решение принять. Активная СППР может сделать предложение, какое решение следует выбрать. Кооперативная позволяет ЛПР изменять, пополнять или улучшать решения, предлагаемые системой, посылая затем эти изменения в систему для проверки. Система изменяет, пополняет или улучшает эти решения и посылает их опять пользователю. Процесс продолжается до получения согласованного решения, т.е. до получения квазиоптимального решения.

Выше изложенный анализ показывает, что кооперативный СППР будет более эффективным с применением методов системного подхода [61,90,97,113,118,137,139,160,172].

Известно, что методы системного анализа представляют собой способы выбора одного варианта решения. По сравнению с ранее использовавшимися методами они обладают большой точностью и являются более обоснованными. Системный подход включает в себя следующие этапы:

- нахождение возможных вариантов решения;
- определение последствий использования каждого из возможных вариантов;
- применение объективных утверждений или критериев, которые указывают, является ли одно решение более предпочтительным, чем другие.

Необходимо отметить, что в настоящее время применение системного подхода в процессе принятия медицинского диагностического решения даст эффективный результат при непосредственной компьютерной поддержке врачебной деятельности в медицинских учреждениях. Компьютерная поддержка врачебной деятельности, которая может быть применена на всех этапах лечебно-диагностического процесса, вносит в медицинский технологический процесс новые черты. При компьютерной поддержке врачебной деятельности появляется возможность оперативно решать сложные лечебно-диагностические ситуационные задачи. Это основывается на результатах автоматизированной обработки медицинских данных, полученных результатах запросов, наблюдении и анализах больного, а также с помощью медицинской техники [1,12,13,20,21,28,85,86,93,98,100,101,114].

В настоящее время, применение достижений современной информационной технологии в медицинской диагностике, имеет большое значение для повышения его эффективности. Известно, что качество, принимаемое в процессе ситуативного анализа решений, существенно влияет на эффективность проведения дифференциальной диагностики по данным аппаратных исследований и интерпретации полученных результатов. Каждая ошибка в конечном итоге может обернуться риском неверной оценки ситуации в целом, а в результате устанавливается по болезни человека. Для устранения неверной оценки состояния и избежать от неверный диагноз необходимо многократная подтверждения решений. При этом необходимо использовать преимущество гибридной системой, которая основывается более одного метода [22,62,74,75,167–170,169,174]. Настоящее время для создания некоторые диагностические системы используются методы теории вероятности и математической статистики [44,54–55,102–105,124,148], а некоторые интеллектуальные знание [64,68,76,82,89,106,107,109,110,123,127,163]. Создание гибридной диагностической системы необходимо интеграции этих методов.

Для проверки точности диагноза необходимо иметь специальные статистические базы данных (СБД) по однородному классу болезней, построенные по правилу реляционной модели.

Под однородным классом болезней (ОКБ) будем понимать такие болезни, которые по признакам и симптомам очень близки друг к другу, что определяется путем классификации болезней.

Такая ситуация требует создать расширенные НБД, которые содержат в себе признаки и симптомы болезни. Хотя бы один из специфических симптомов конкретных болезней, входящих в данный ОКБ, должен отображаться на СБД.

Известно, что один и тот же признак при разных заболеваниях обладает различной диагностической ценностью и по степени значимости относится к различным группам. Мерой связи признака и заболевания может быть вероятность (частота) появления того или иного признака при данном заболевании. Так, если при данном заболевании признак встречается почти всегда, то он симптоматичен, а если редко, то не симптоматичен.

Но вероятность появления признака при данном заболевании не является мерой его информативности. Например, пусть имеются два заболевания:  $V_1$  – грипп и  $V_2$  – ангина. Повышенная температура часто встречается при этих заболеваниях, но она не может служить важным признаком при дифференциальной диагностике этих заболеваний. Существенным является не тот факт, насколько она различна при этих заболеваниях.

В связи с этим или симптомичность признака определяется как количество информации, содержащееся в одном признаке  $S_i$  относительно заболевания  $V_j$  [56]:

Где  $P(V_j/S_i)$  – вероятность заболевания  $V_j$ , если нам известно, у

$$\alpha_{V_j S_i} = \log_2 \frac{P(V_j/S_i)}{P(V_j)},$$

больного есть признак  $S_i$ ;  $P(V_j)$  – априорная вероятность заболевания  $V_j$  среди всех заболеваний данного класса.

Если наличие признака  $S_i$  не изменяет вероятность заболевания  $V_j$ , то его информационная мера равна нулю, потому что  $P(V_j/S_i) = P(V_j)$ . Если  $P(V_j/S_i) > P(V_j)$ , то  $\alpha_{V_j S_i} > 0$  и признак является отрицательным симптомом. Количество информации  $\alpha_{V_j S_i}$  определяется в битах. На основе изложенного выбираются симптомокомплексы для заболевания  $V_j$  от совокупности признаков.

СБД для ОКБ в основном заполняются информацией, полученными из литературных источников. Вместе с этим по знанию эксперта организуется БЗ, которая является формализованным описанием

знаний врача – эксперта. В качестве эксперта выступают опытные врачи, которые умеют дать определенный ответ на все возможные варианты вопросов о ОКБ. Точность диагностики сильно зависит от полноты СБД и БЗ.

После того заполняется анкета запросов, что записывается в виде вектора по результату беседы «Врач – больной». По данному запросу с помощью СУБД по базам СБД устанавливается первичный диагноз.

СБД представляется в виде матрицы и имеет размерность  $n(k+1)$ . Здесь  $n$  - количество строк в матрице, равное числу случаев наблюдавшихся объектов;  $k$  - количество контролируемых входных факторов,  $l$  - количество выходных параметров;  $(k+1)$  - количество столбцов в матрице наблюдений.

Для реализации матричной модели данных, с применением современных СУБД можно использовать метод, предложенный в [136].

Значительное число признаков, описывающих объекты медицинских исследований как входных факторов, воздействующих на объект исследования, так и выходных параметров-откликов на воздействия определяются качественно по номинальной шкале. Например, категории тяжести состояния (лёгкая, средняя, тяжелая, крайне тяжелая степень), пол и исход лечения (жил, умер и т.д.). Известно, что данные о частотах наблюдения изучаемого признака и уровнях неколичественных переменных называется категоризованными данными. Такие данные сводятся к таблицам, которые называются частотными данными или таблицами сопряжённости (ТС).

После того с помощью ТС можно решать следующие задачи:

- определение относительных величин частоты наблюдения исследуемого признака и оценка их точности, надежности;
- проверка гипотез о значимости различия относительных величин частоты в различных группах, т.е. для различных категорий сочетаний уровней факторов;
- моделирование частот методами регрессионного анализа, с целью их прогноза для различных сочетаний уровней факторов и др.

Обобщая, выше описанный способ анализа и создание диагностических систем можно сделать вывод, что современная советующая система для принятия диагностических решений должна функционировать в следующем порядке [125,126]:

- создание СБД, И ОБД для ОКБ;
- применение таблиц функционирования и установить первичный диагноз;
- организация БЗ, на основе знаний опытных экспертов;
- разработка прогностической модели и организация базы моделей (БМ);
- алгоритмы, функционирующие по методу «IF... THEN... ELSE...» при поддержке СБД, ОДБ и БЗ.
- реализация данного алгоритма для ОКБ и установление диагнозов.

Моделирование можно использовать как средство выработки общего языка для врача и математика. Врач может легко сопоставить наглядное функционирование модели с наблюдаемыми изменениями состояния больного, а математик может использовать точные закономерности, лежащие в основе модели.

Известно, что во всех медицинских клиниках основная задача «Оперативное обслуживание больного, установить диагноз и принять решение к лечению».

Данная задача является сложной и объект – больной человек тоже является сложным. Поэтому для автоматизации решения данной задачи требуется системный подход [126, 128], как обследование сложного объекта. Укрупненная схема предлагаемой методики обследования при поддержке компьютерной технологии можно описать как в рис. 1.3.

Данная схема показывает, что разработка данной системы осуществляется со специалистами математиками-информатиками совместно с врачами-специалистами в области исследования.

Постановочную часть задачи и анализ результатов необходимо согласовать с врачами-специалистами.

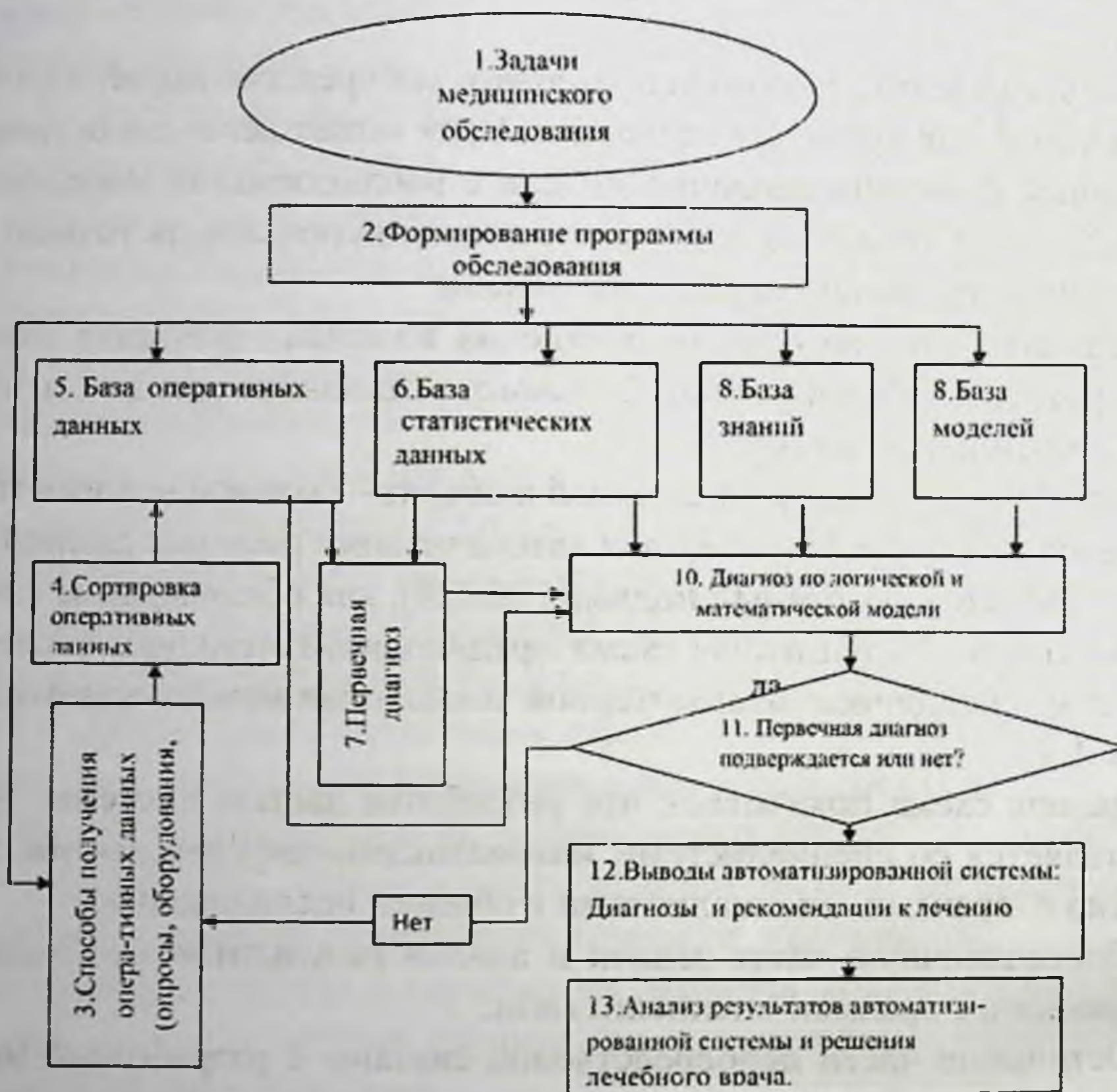
Остальные части непосредственно связаны с разработкой математической модели, алгоритмов и автоматизации решение поставленных задач, которые можно выполнить математик-информатик.

Теперь раскроем содержание каждого блока укрупненной схемы автоматизированной системы (рис. 1.3).

В первом блоке оперативно формулируются задачи обследования и способы оказания помощи поступившим больным. В связи с этими задачам формируется программа обследования (блок-2), которая

состоит из: сбора оперативных данных, организации статистических баз данных, базы знаний и моделей. Эти блоки являются постановочной частью и имеют организационный характер. В остальных блоках непосредственно решаются конкретная задача, входящая в рамки программы обследования.

Блок 3. Способы получения оперативных данных. Оперативные данные собираются способом опроса, анализа и с применением медицинской техники. По результатам полученной информации организуется совокупность оперативных данных (блок-4).



**Рис. 1.3. Укрупненная структура системного подхода к созданию гибридной системы поддержки принятия диагностических решений.**

В блоке 5 все оперативные данные классифицируются и хранятся в двух видах: 1) в виде таблицы, в котором по горизонтали располагаются предполагаемые диагнозы, а по вертикали соответствующие

симптомы с ответами да или нет (1 или 0); 2) также точно в таком же виде таблицы с конкретными значениями. В блоке 6 хранятся статистические информации по данным однородных классов болезней (ОКБ) в виде шаблонов для каждого диагноза [1]. В блоке 7 первая таблица, находящаяся в блоке 5, сопоставляется с соответствующими шаблонами, имеющимися в блоке 6. В результате определяется первичный диагноз по критерию наибольшего совпадения оперативные данные с шаблонным.

В блоке 8 хранится база знаний (БЗ), которая организуется по знаниям опытного эксперта по ОКБ. БЗ состоит из трех множеств: множество гипотез  $H$  (множество диагнозов), множество свидетельства и набора правил связывающих симптомов и признаков с гипотезой. Это правило описывается по методу «IF... THEN ... ELSE ...».

В блоке 9 хранится совокупность математических моделей, которая используется для дополнительного расчета необходимых характеристик. Известно, что в медицине часто используются статистических и вероятностных моделей. В процессе построения такой модели организм человека рассматривается как «Черный ящик». На входе действуют различные патологические раздражители, наследственные факторы и условия внешней среды. На выходе получаем многочисленные проявления заболевания, которые можно зарегистрировать тем или иным способом.

В базе моделей хранятся существующие математические модели и модели, разработанные самими исследователями.

В блоке 10 с использованием оперативных данных, база статистических данных, база знаний и база моделей определяется вторичным диагнозом заболевания, с помощью которых подтверждает или исключает первичный диагноз. Если первичный диагноз подтверждается, выводы передаются в блок 12 и устанавливается двойное подтверждение диагноза и дает рекомендации к лечению. В противном случае происходит переход к блоку 3 и проводится дополнительное обследование. В конце (13 блок) лечащий врач анализируют результаты автоматизированной системы. С учетом этих результатов он принимает своё решение по диагнозу и лечению.

Таким образом, предлагаемая система компьютерной поддержке деятельности врача в клинических условиях работает с многократными подтверждениями, т.е. устанавливается первичная диагноз,



подтверждается автоматизированной системой по логическому и математическому моделям и принимается после подтверждения лечащего врача. Предлагаемая структура для принятия решения используют более одного метода. Исходя из этого данной системы можно назвать как гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений.

Оптимальным диагностическим решением является такая решения, которая удовлетворяет лечащего врача и даст эффективный результат. Таким образом, оптимальность решается в смысле квази-оптимальности. Критерием оптимальности является мнение лечащего врача.

Если результаты автоматизированной системы удовлетворяют лечащего врача, то решение принимается как оптимальное, иначе вносится соответствующая коррекция к программам обследования. То есть решается оптимизационная задача  $\{\Omega, ОП\}$ . Здесь ОП - критерии оптимальности, то есть мнение лечащего врача принимает 0 или 1;  $\Omega$  – это множество возможных вариантов программы обследования по ОКБ.

Данная методика и принципы организации гибридной интеллектуальной СППДР является более универсальной и позволяет повысить достоверность диагноза.

Исходя из изложенных материалов, в данной монографии рассматриваются вопросы разработка методов, модели и алгоритмов гибридных интеллектуальных СППДР с применением ТЛИК технологии.

#### **Выводы по главе.**

1. Анализ состояния вопросов показывает, что современное состояние ИКТ позволяет создать более эффективный МИС здравоохранения, которое экономит время и средства, будет способствовать улучшению качества предоставляемых медицинских услуг.

2. Системный анализ традиционных, форм, методов, принципов и специфических особенности, также тенденции развития медицинской диагностики на основе информационных и компьютерных технологии показывает, что в современной медицинской диагностикой системы необходимости применение ТЛИК технологии.

3. Изложенные материалы показывает, что разработка методов и алгоритмов гибридных интеллектуальных СППДР ТЛИК методом с многократными подтверждениями принятия решения, также их реализация для современной медицине является актуальной.

## ГЛАВА 2. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕГИАЛЬНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

---

### 2.1. Формирование основных принципов принятия коллегиальных диагностических решений

Известно, что коллегиальные диагностические решения принимаются по результату консилиума врачей. Консилиум врачей – это совещание нескольких врачей одной или нескольких специальностей, необходимое для установления состояния здоровья пациента, диагноза, определения прогноза и тактики медицинского обследования и лечения.

В данном определении понятия консилиума, сформулированы основные задачи, решаемые на нем и касающиеся только вопросов, затрагивающих особенности осуществления лечебно-диагностического процесса в сложных случаях, требующих коллегиального обсуждения.

Врачи подключенный для проведения консилиума можно считать эксперт-специалист по данному направлению. Для принятия коллегиальных решения важными этапами является отбор экспертов, обработка мнения экспертов и синтез обобщенного мнения группы экспертов [6,7,132,134].

Целью обработки оценок является получение обобщенного мнения на основании множественных суждений экспертов. Совместной обработке обычно подлежат оценки, полученные в ходе одной экспертизы. Из-за возможных существенных различий в организации каждая экспертиза разрабатывается отдельно, а методы обработки зависят от типа шкалы, по которой производилось оценивание, способа оценивания, формы проведения опроса и характера полученных результатов.

Метод обработка оценки экспертов и синтез обобщенного мнения группы экспертов включает в себе следующие четыре этапа[87]:

1) *унификацию результатов*, состоящую в преобразовании результатов экспертизы (экспертных оценок) в форму, пригодную и удобную для обработки;

2) *анализ и оценка согласованности мнений экспертов*, принимавших участие в экспертизе;

3) *выделение высокосогласованных подгрупп*, характеризующихся близостью мнений входящих в них экспертов;

4) *синтез обобщенного мнения (мнений)*, состоящий в объединении частных оценок в общий итоговый показатель.

Одним из основных инструментов, используемых в анализе и обработке экспертных оценок, является анализ согласованности, задача которого состоит в определении, насколько близки или далеки друг от друга точки зрения экспертов. Анализ согласованности помогает решать ряд важных задач, возникающих при обработке экспертных оценок, в частности:

1) задачу определения результирующих значений, наиболее близких к оценкам, указанным экспертами;

2) задачу классификации экспертов на основании высказанных ими суждений.

Очевидно, что способ измерения согласованности экспертных суждений зависит от характера оценок – количественного или качественного. Отметим, что анализ согласованности мнений экспертов – лишь частная постановка более общей задачи исследования близости различных процессов и явлений. Сегодня существует довольно обширная номенклатура методов и количественных показателей, позволяющих оценить степень этой близости.

Показатели согласованности мнений предназначены для количественной оценки степени совпадений мнений двух или более экспертов по поводу одного или более объектов экспертизы. Рассмотрим классификацию показателей согласованности. В качестве критериев классификации примем:

- характер (тип) показателя, отражающий подход к его вычислению;
- количество объектов экспертизы, охватываемых показателем;
- число экспертов, согласованность которых позволяет оценить показатель.

В зависимости от характера и способа вычисления, показатели могут отражать: – *относительную частоту* противоречий во мнениях без учета расстояния между несовпадающими оценками;

– *вариационный размах* – степень противоречивости мнений с учетом расстояний между отдельными оценками;

– *средние отклонения* – степень противоречивости мнений, основанную на отклонениях оценок от некоторого центрального значения.

При автоматизации процесса принятия коллегиальных решений по диагнозу больного можно применять метода экспертных оценок.

Сущность этого метода заключается в рациональной организации проведения экспертами анализа проблемы с количественной оценкой суждений и обработкой их результатов. Обобщенное мнение группы экспертов принимается как решение проблемы.

При оценке объектов эксперты обычно расходятся во мнениях по решаемой проблеме. В связи с этим возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов. Получение количественной меры согласованности позволяет более обоснованно интерпретировать причины расхождения мнений.

Если объект оценивается несколькими числовыми параметрами, то мнение каждого эксперта представляется как точка в пространстве параметров. Центр группировки точек опять определяется как математическое ожидание вектора параметров, а разброс точек – дисперсией вектора параметров. Мерой согласованности суждений экспертов служит в этом случае сумма расстояний оценок от среднего значения, отнесенная к расстоянию математического ожидания от начала координат. Мерой согласованности может также служить количество точек, расположенных в радиусе среднеквадратического отклонения от математического ожидания, ко всему количеству точек. Различные методы определения согласованности количественных оценок на основе понятия компактности рассматриваются в теории группировок и распознавания образов.

При измерении объектов в порядковой шкале согласованности оценки экспертов в виде ранжировок или парных сравнений объектов также основывается на понятии компактности.

При ранжировке объектов в качестве мерой согласованности мнений группы экспертов используется дисперсионный коэффициент конкордации (коэффициент согласия).

Определение показателя обобщенного мнения и степени согласованности мнений группы экспертов также возможно несколькими методами, из них наиболее распространенными является метод ранговой корреляции.

При применении методов ранговой корреляции оценка относительной важности развития каждого из некоторой совокупности направлений исследования и разработок может осуществляться путем назначения экспертами либо рангов этим направлениям, либо некоторой количественной оценки, например, по 100-балльной системе.

Показатель обобщенного мнения экспертов по каждому направлению исследований может быть определен как среднее арифметическое оценки в баллах по направлениям. Для оценки степени согласованности мнений экспертов можно использовать коэффициент конкордации.

В настоящее время метод экспертных оценок характеризуется наличием научной организации всех этапов проведения экспертизы и применением методов математической статистики, как на этапе организации экспертизы, так и при обработке полученной информации.

Выделяют два класса проблем, которые решаются с помощью экспертных методов. К первому классу относятся проблемы, в отношении которых имеется достаточно информации, позволяющей успешно решать эти проблемы. Основные трудности в решении задач этого класса заключаются в эффективном использовании существующей информации, путем правильного подбора экспертов, построения рациональных процедур опроса и применения адекватных математических методов обработки его результатов.

Ко второму классу относятся проблемы, в отношении которых информационный потенциал знаний недостаточен, при анализе таких проблем трудно найти соответствующих экспертов. При работе с задачами второго класса в основном должна применяться качественная обработка результатов опроса.

Группа управления осуществляет работу по подбору экспертов. При выборе экспертов принимаются во внимание профессиональный уровень кандидата в эксперты, его квалификация, опыт участия в экспертизах, широта кругозора и другие характеристики, позволяющие оценить уровень компетентности каждого эксперта, в том числе и в баллах. Эти баллы могут быть использованы для окончательного выбора экспертов, а также как веса при математической обработке данных экспертами оценок.

Для решения данной задачи можно использовать коэффициент компетентности экспертов.

При анализе мнений экспертов применяют самые разнообразные статистические методы. Основной целью обработки экспертных оценок является проверка их согласованности (или классификация экспертов, если нет согласованности) и усреднение мнений экспертов внутри согласованной группы (оценка обобщенного мнения экспертной группы).

Проблема оценки степени согласованности мнения отдельных экспертов является одной из ключевых при проведении любых экспертных процедур. Требуется, чтобы уровень согласованности мнений экспертов был достаточно высоким для того, чтобы результаты проведенной экспертной процедуры признать приемлемыми. При низком уровне согласованности мнений результаты экспертизы отвергаются.

Существуют различные методы оценки степени согласованности мнений экспертов [87]. Одним из наиболее известных методов является коэффициент конкордации  $W$ . Коэффициент  $W$  представляет собой суммарную величину отклонений мнений экспертов от случая, когда эти мнения проставлены совершенно случайным образом и эта величина пронормирована с целью приведения её к интервалу  $[0, 1]$ , т. е. разделена на максимально возможное её значение. Доказывается, что если рассматривать мнения экспертов как отдельные наблюдения случайной выборки, то  $W$ , как случайная величина, при достаточно большом числе экспертов и оцениваемых объектов (или критериев) практически описывается стандартным распределением.

При оценке объектов эксперты обычно расходятся во мнениях по решаемой проблеме. В связи с этим возникает необходимость количественной оценки степени согласия экспертов. Получение количественной меры согласованности позволяет более обоснованно интерпретировать причины расхождения мнений.

Оценка согласованности суждений экспертов основывается на использовании понятия компактности, наглядное представление о котором дает геометрическая интерпретация результатов экспертизы. Оценка каждого эксперта представляется как точка в некотором пространстве, в котором имеется понятие расстояния. Если точки, характеризующие оценки всех экспертов, расположены на небольшом расстоянии друг от друга, т.е. образуют компактную группу, то, очевидно, можно это интерпретировать как хорошую согласованность

мнений экспертов. Если же точки в пространстве разбросаны на значительные расстояния, то согласованность мнений экспертов невысокая. Возможно, что точки - оценки экспертов - расположены в пространстве так, что образуют две или несколько компактных групп. Это означает, что в экспертной группе существуют две или несколько существенно отличающихся точек зрения на оценку объектов.

Конкретизация изложенной идеи оценки согласованности мнений экспертов производится в зависимости от использования количественных или качественных шкал измерения и выбора меры степени согласованности.

При использовании количественных шкал измерения и оценке всего одного параметра объекта все мнения экспертов можно представить как точки на числовой оси. Эти точки можно рассматривать как реализации случайной величины и поэтому для оценки группировки и разброса точек использовать хорошо разработанные методы математической статистики. Центр группировки точек можно определить как математическое ожидание (среднее значение) или как медиану случайной величины, а разброс количественно оценивается дисперсией случайной величины. Мерой согласованности оценок экспертов, т.е. компактности расположения точек на числовой оси, может служить отношение среднеквадратического отклонения к математическому ожиданию случайной величины.

Если объект оценивается несколькими числовыми параметрами, то мнение каждого эксперта представляется как точка в пространстве параметров. Центр группировки точек опять определяется как математическое ожидание вектора параметров, а разброс точек - дисперсией вектора параметров. Мерой согласованности суждений экспертов служит в этом случае сумма расстояний оценок от среднего значения, отнесенная к расстоянию математического ожидания от начала координат. Мерой согласованности может также служить количество точек, расположенных в радиусе среднеквадратического отклонения от математического ожидания, ко всему количеству точек. Различные методы определения согласованности количественных оценок на основе понятия компактности рассматриваются в теории группировок и распознавания образов.

При измерении объектов в порядковой шкале согласованность оценок экспертов в виде ранжировок или парных сравнений объек-

тов также основывается на понятии компактности.

При ранжировке объектов в качестве меры согласованности мнение группы экспертов используется дисперсионный коэффициент конкордации (коэффициент согласия).

**Коэффициент конкордации** рассматривается как отношение:

$$W = S(\Delta_2) / S^{\max}$$

где

$$S(\Delta^2) = \sum_{i=1}^m \Delta_i^2.$$

$$\Delta_i = S(r_i) - \bar{S}(r_i) = S(r_i) - \frac{1}{2} m(n+1)$$

– отклонение суммы рангов  $i$ -го объекта от среднего арифметического сумм всех объектов

$$S(r_i) = \sum_{j=1}^m r_{ij}$$

$S_{\max}$  – максимально возможная сумма квадратов отклонений для заданных  $m$  и  $n$ .

Для *строгого* ранжирования  $S^{\max} = 1/12 * (m_2 * (n_3 - n))$ ,  
для *нестрогого* ранжирования

$$S_{\max} = \frac{1}{12} \left[ m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j \right].$$

$(T_j = \sum_{l=1}^{L_j} (l^3 - l))$  – сумма кубов связанных рангов в ранжировании  $j$ -го эксперта

Подставляя в выражение (\*), получаем формулу коэффициента конкордации:

$$W = \frac{12S(\Delta^2)}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}$$

Рассмотрим основные свойства коэффициента конкордации.

1. Коэффициент конкордации является как бы общим коэффициентом ранговой корреляции для группы, состоящей из  $m$  экспертов.



2. Диапазон значений –  $WI [0,1]$ . При полной согласованности мнений, когда все эксперты дают одинаковые оценки,  $W=1$ . При полном отсутствии согласованности оценки совершенно случайны и  $W=0$ . В остальных случаях – чем больше  $W$ , тем выше согласованность экспертных ранжирований.

3. Низкий коэффициент конкордации, полученный для совокупности экспертов, свидетельствует либо о действительном отсутствии общности мнений, либо о наличии внутри этой совокупности отдельных полярных групп, характеризующихся высокой внутренней согласованностью мнений. Так, если половина – полностью противоположное ранжирование, то общий коэффициент конкордации –  $W=0$ , близких к предельным, анализ подобных ситуаций весьма актуален.

4. Данная метод позволит сократить временные и умственные затраты на процесс оценки согласованности мнений экспертов, позволит определить коэффициент конкордации.

После оценки согласованности мнений экспертов приступают к определению групповой (усредненной) оценки. Еще раз отметим, что поиск такой оценки имеет смысл только в случае достаточно высокой степени согласованности мнений экспертов в группе.

При слабой согласованности мнений следует провести содержательный анализ причин расхождения. Возможно, придется выделить экспертов с резко отличающимися оценками или разделить экспертную группу на подгруппы со схожими оценками. Затем внутри каждой подгруппы искать «среднюю» ранжировку. Это можно сделать различными методами статистики объектов нечисловой природы, относящимися к кластерному анализу, предварительно введя метрику в пространство мнений экспертов.

Один из наиболее простых подходов к определению группового мнения экспертов основан на усреднении соответствующих оценок (балльных, точечных, числовых) и построении обобщенной ранжировки объектов на основе их средних значений (метод средних арифметических рангов.). Этот метод сводится к подсчету среднего арифметического значения – подсчитывается сумма рангов, присвоенных экспертами каждому объекту, и делится на число экспертов.

По средним рангам строится итоговая ранжировка (упорядочение), исходя из принципа – чем меньше средний ранг, тем выше оценка объекта.

С этой целью также можно использовать методов медиан рангов. Как уже отмечалось, для порядковой шкалы неправомерно использовать показатель арифметических средних. В этом случае задача состоит в том, чтобы найти медианы индивидуальных оценок экспертов. Для этого нужно получить ответы экспертов и расположить их в порядке возрастания рангов по объектам. В случае равноценности элементов, им присваивается средний ранг. Сумма рангов должна быть равна сумме порядковых номеров элементов в ранжировке.

Усредненное (групповое) мнение экспертов по объектам в данном случае формируется из значений медиан по каждому объекту.

Специалисты отмечают, что бывает целесообразно использовать одновременно оба метода – и метод средних арифметических рангов и метод медианных рангов. Такой подход отвечает требованиям устойчивости, согласно которому рекомендуется использовать различные методы для обработки одних и тех же данных. Это делается с целью выделить сходные выводы, получаемые одновременно при всех методах. Есть основания считать, что такие выводы более соответствуют реальной действительности, чем заключения, меняющиеся от метода к методу. Последнее может свидетельствовать о том, что результаты во многом зависят от субъективизма исследователя, выбирающего метод обработки исходных экспертных оценок.

Проблемы выбранные экспертами заполняются следующие две таблицы (таблицы 2.1 и 2.2).

Здесь  $P_{ij}$  – вероятность проявления симптома  $S_i$  при диагноза  $B_j$ , которые определяются с помощью экспертов ( $i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$ ). Данные этой таблицы используется для принятия диагностических решение по матрично- вероятностным модели.

**Таблица 2.1 Вероятностное отношение симптомов и диагнозов.**

Симптомы Диагнозы	$S_1$	$S_2$	$S_3$	...	$S_n$
$B_1$	$P_{11}$	$P_{22}$	$P_{13}$	...	$P_{1n}$
$B_2$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	...	$P_{2n}$
$B_3$	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$	...	$P_{3n}$

...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
$V_m$	$P_{m1}$	$P_{m2}$	$P_{m3}$	...	$P_{mn}$

Вторая таблица, которая заполняется экспертам имеет следующий вид:

**Таблица 2.2. Бинарное отношение симптомов и диагнозов**

Симптомы Диагнозы	$S_1$	$S_2$	$S_3$	...	$S_n$
$V_1$	$X_{11}$	$X_{12}$	$X_{13}$	...	$X_{1n}$
$V_2$	$X_{21}$	$X_{22}$	$X_{23}$	...	$X_{2n}$
$V_3$	$X_{31}$	$X_{32}$	$X_{33}$	...	$X_{3n}$
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
$V_m$	$X_{m1}$	$X_{m2}$	$X_{m3}$	...	$X_{mn}$

Здесь  $X_{ij}$  – бинарная переменная принимает значение 0 или 1. Данные этой таблицы используется для принятия решения по логической модели.

Оценка согласованности мнения экспертов рассчитываются для каждого значения  $P_{ij}$  и  $X_{ij}$  с применением методов коэффициента корреляции.

Используемый метод обработки экспертных оценок в данном параграфе, включает унификацию результатов, анализ согласованности мнений, выделение высокосогласованных подгрупп и синтез обобщенного мнения. В качестве унифицированных результатов экспертного оценивания выступают вектор относительных значимостей, матрица парных сравнений, вектор идентификаторов и вектор численных оценок. В зависимости от избираемых методов обработки, результаты могут перобразовываться из сильных шкал в более слабые.

Выделение высокосогласованных подгрупп является задачей классификации экспертов при неизвестных классах. Эвристический алгоритм такой классификации основан на количественном опреде-

лении понятия «высокая согласованность», составляющем неформальную часть этой процедуры.

Синтез обобщенного мнения экспертов является основанием достоверности коллегиальных решений.

## **2.2. Интегральный показатель отбора экспертов для принятия коллегиальных диагностических решений**

Известно, что подбор количественного и качественного состава экспертов для подключения в составе консилиума врачей производится на основе анализа сложности ситуационной проблемы, требуемой достоверности оценок, характеристик экспертов и затрат ресурсов.

Сложность ситуационной проблемы заключается в необходимости привлечения к экспертизе компетентных специалистов. Следовательно, минимальное число экспертов определяется количеством различных аспектов, направлений по специальности, которые необходимо учесть при решении проблемы.

Для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решений целесообразно учитывать мнения нескольких экспертов. С этой целью проводится групповая экспертиза, причем множество экспертов может быть подразделено на несколько подмножеств в зависимости от области экспертизы, определяемой характером критериев, используемых в иерархии.

Достоверность оценок группы экспертов зависит от уровня знаний отдельных экспертов и количества членов. Если предположить, что мнений эксперты являются достаточно точными, то с увеличением числа экспертов достоверность решений консилиума врачей группы возрастает.

С другой стороны, затраты ресурсов на проведение экспертизы пропорциональны количеству экспертов. С увеличением их числа увеличиваются временные и финансовые затраты, связанные с формированием группы, проведением опроса и обработкой его результатов. Таким образом, повышение достоверности экспертизы связано с увеличением затрат. Располагаемые финансовые ресурсы ограничивают максимальное число экспертов в группе. Оценка числа экспертов снизу и сверху позволяет определить границы общего количества экспертов в группе.

Характеристики группы экспертов определяются на основе индивидуальных характеристик экспертов по показателю компетентности.

Компетентность – степень квалификации эксперта в определенной области знаний. Компетентность может быть определена на основе анализа плодотворной деятельности специалиста, уровня и широты знакомства с достижениями мировой науки и техники, понимания проблем и перспектив развития.

Для количественной оценки степени компетентности используется коэффициент компетентности, с учетом которого взвешивается мнение эксперта. Коэффициент компетентности определяется по априорным и апостериорным данным. При использовании априорных данных оценка коэффициента компетентности производится до проведения экспертизы на основе самооценки эксперта и взаимной оценки со стороны других экспертов. При использовании апостериорных данных оценка коэффициента компетентности производится на основе обработки результатов экспертизы.

Задача определения компетентности экспертов является многокритериальной [161].

Существует ряд методик для определения коэффициента компетентности по априорным данным. Наиболее часто используемая методика является методика оценки относительных коэффициентов компетентности по результатам высказывания специалистов о составе экспертной группы. Сущность этой методики заключается в следующем. Ряду специалистов предлагается высказать суждение о включении лиц в экспертную группу для решения определенной проблемы. Если в этот список попадают лица, не вошедшие в первоначальный список, то им также предлагается назвать специалистов для участия в экспертизе. Проведя несколько туров такого опроса, можно составить достаточно полный список кандидатов в эксперты. По результатам проведенного опроса составляется матрица, в ячейках которой проставляются переменные  $x_{ij}$ , равные

$x_{ij}=1$ , если  $j$  –й эксперт назвал  $i$ –го эксперта;

$x_{ij}=0$ , если  $j$  –й эксперт не назвал  $i$ –го эксперта.

Причем каждый эксперт может включать или не включать себя в экспертную группу. По данным матрицы вычисляются коэффициенты компетентности в нормированном виде по формуле

$$k_i = \frac{\sum_{j=1}^m x_j}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m x_j} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.1)$$

где  $k_i$  – коэффициент компетентности  $i$ -го эксперта,  $m$  – количество экспертов (размерность матрицы  $\|x_{ij}\|$ ). Коэффициенты компетентности нормированы так, что их сумма равна единице:  $k_1 + k_2 + \dots + k_m = 1$ .

Содержательный смысл коэффициентов компетентности, вычисленных по данным таблицы  $\|x_{ij}\|$ , состоит в том, что подсчитывается сумма единиц (число «голосов»), поданных за  $i$ -го эксперта, и делится на общую сумму всех единиц. Таким образом, коэффициент компетентности определяется как относительное число экспертов, высказавшихся за включение  $i$ -го эксперта в список экспертной группы. Другими словами формула (2.1) можно назвать коэффициент приоритетности специалистов.

В качестве такой характеристики можно принять достоверность суждений эксперта, которая определяется по апостериорным данным. Поэтому применение такой метод вычисления коэффициента компетентности требует информации о прошлом опыте участия эксперта в решении проблем. В данном случае коэффициентов компетентности можно определить как достоверность оценок эксперта, которые количественно оценивают по формуле

$$K_i = \frac{N_i}{N} \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

где  $N_i$  – число случаев, когда  $i$ -й эксперт дал решение, приемлемость которого подтвердилась практикой,  $N$  – общее число случаев участия  $i$ -го эксперта в решении проблем.

Теперь нормированное значение этого коэффициента можно определить по формуле

$$k_i^o = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^m D_i} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.2)$$

где  $m$  – число экспертов в группе. (2.2) можно назвать коэффициентом компетентности по опыта работы.

Компетентность экспертов также можно оценивается коэффициентом компетентности  $k_p$ , который вычисляется на основе суждения эксперта о степени своей информированности по рассматриваемой проблеме и указания источников своих мнений. В этом случае коэффициент

компетентности  $i$ -го эксперта ( $i=1,2,\dots,m$ ) вычисляется по формуле [134]:

$$k_i = (k_{ui} + k_{ai})/2$$

$k_{ui}$  – коэффициент информированности  $i$ -го эксперта по проблеме. Он получается на основе самооценки эксперта по шкале в интервале от 0 до 1;

$k_{ai}$  – коэффициент аргументации  $i$ -го эксперта, получаемый в результате проставления отметок (+) в нужной клетке эталонной таблице и последующего подсчета баллов.

Коэффициенты компетентности экспертов нормируются. Нормированное значение коэффициента компетентности  $i$ -го эксперта определяется по формуле

$$k_i^* = \frac{K_i}{\sum_{i=1}^m K} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (2.3)$$

Формулы (2.3) можно назвать коэффициентом компетентности по информированности и аргументированности.

По данным Т.Ю. Чернишевой [161] основные требования к эксперту являются такие, как широкий кругозор и знание предметной области, наличие научных трудов и практического опыта, способность решать творческие задачи, независимость мышления и др. Таким образом, задача оценивания компетентности и отбора экспертов является многокритериальной.

Наиболее популярным и часто используемым методом многокритериальной оценки альтернатив, которыми в данной ситуации являются специалисты, является метод взвешенных сумм или средне-взвешенных.

В [161] предлагается использовать следующие критерии для оценивания экспертов:

1. Уровень образования;
2. Опыт работы по профилю предметной области;
3. Административная и экономическая независимость в данной сфере;

4. Способность решать творческие задачи и опыт участия в экспертном оценивании. Из этих критерии «Административная и экономическая независимость в данной сфере» можно исключить для экспертной комиссии для решение медицинской диагностики.

Считаем, что в ряд выше изложенных критерии необходимо добавит и следующий критерии:

1. Приоритет в среде специалистов по данному направлению.
2. Опыт участия в составе экспертной комиссии.
3. По информированности и аргументированности.

Исходя из изложенного в качестве основные критерии и способы определение их значение можно использовать как приведенной в таблице 2.3.

Нормированные значение критерии  $k_i^{yo}$ ,  $k_i^{op}$ ,  $k_i^c$  можно определит путем деление выбранные значения на число 5.

Таким образом, имеются ряд критерии (Таблица 2.3) для определения интегрального показателя компетентности экспертов, которые дает возможность решать вопросы подключить или отказать от подключения в составе экспертной группы. Учитывая, все выше изложенного для комплексной оценки приоритетности экспертов можно рекомендовать интегральной показатель как средняя значения всех выбранных критерии. Для рассматриваемого случая интегральный показатель можно описать в следующем виде:

$$K_i = \frac{(K_i^{yo} + K_i^{op} + K_i^c + K_i^m + K_i^p + K_i^{sa})}{L} \quad (4)$$

Здесь  $0 \leq M \leq 1$ ,  $L$ -количество критерии, в данном случае  $L=6$ .

Последовательно вычисляя интегрального показателя каждого экспертов можно определить группа показателей  $\{ K_i \}$  по формуле (2.4). Далее сравнивая эти показателей можно выбрать  $n$  экспертов из  $m$  кандидатурой.

Таким образом, предлагаемый метод отбора экспертов позволяет сгруппировать экспертной группы путём отбора более компетент-



ных специалистов из группе рекомендуемых кандидатурой. Далее для оценки достоверности и взаимно согласованности мнений экспертов можно применяют методы изложенных в [132].

**Таблица 2.3. Основные критерии и способы определения их значения**

Название критерии	Уровень образования	Опыт работы по профилю области	Способность Решать творческой задачи	Приоритет в среде специалистов	Опыт участия в составе экспертной комиссии	Информированности и аргументированности
Обозначение	$K_1^{20}$	$K_1^{20}$	$K_1^f$	$K_1^p$	$K_1^o$	$K_1^{ua}$
Способы определения значения	среднее (1 балл), среднее специальное (2 балла), высшее (3 балла), наличие ученой степени кандидата наук (4 балла), наличие ученой степени доктора наук (5 баллов).	Отсутствует (0 баллов), от 1 до 3 лет (1 балл), от 3 до 5 лет (2 балла), от 5 до 10 лет (3 балла), от 10 до 20 лет (4 балла), свыше 20 лет (5 баллов).	Отсутствует (1 балл), низкая (2 балла), средняя (3 балла), выше среднего (4 балла), высокая (5 баллов).	Определяется по формулы (1)	Определяется по формулы (2)	Определяется по формулы (3)

### 2.3. Классификация и выбор приоритетных симптомов для принятия диагностических решений

После оценки каждого симптома экспертами их можно разделить на разные группы. В этом случае симптомы входят в один класс согласно своим приоритетам. Для этого необходимо использовать один из простейших методов группировки среднее-вероятностных оценок полученных на основе  $P_{ij}$  изложенных в таблице 2.1. после оценки согласованности мнения экспертов.

Для этого сперва определяется среднее значение  $P_{ij}$  для всех симптомов по оценкам всех экспертов. Пусть  $P_{ij}^k$  – есть вероятностная оценка какого-то эксперта по  $i$ -ым диагнозом  $j$ -ым симптомом ( $i=1,2,\dots,m$ ;  $j=1,2,\dots,n$ ;  $k=1,2,\dots,K$ ). Здесь  $m$  – количество диагнозов,  $n$  – количество симптомов,  $K$  – количество экспертов. Тогда среднее значение  $P_{ij}$  для всех симптомов по оценкам всех экспертов можно определить следующему формулами:

$$P_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^K P_{ij}^k}{K}$$

Известно, что  $P_{ij}$  принимает значение в интервале  $[0,1]$ . Данный интервал по желанию пользователя можно разделить на нескольких подгруппах. Например, можно разделить на интервалах  $[0,0.3]$ –слабые,  $[0.3,0.6]$ –средняя,  $[0.6,0.8]$ –хорошая и  $[0.8,1]$ –отличная. Далее все значение  $P_{ij}$  можно разделить выше указанных классов. Приоритетность симптомов зависит от попадания их на какой-либо класс.

Теперь рассмотрим методы классификации симптомов и признаков болезней с точки зрения ТЛІС технологии принятия диагностических решений. В данной работе предлагаем классификации симптомов и признаков болезней с точки зрения ТЛІС технологии. По этой технологии симптомов и признаков болезней можно разделить на следующие классы:

*Первый класс* – содержит симптомы и признаки болезней, которые определяется традиционным путем, то-есть по результаты опроса больного и осмотра врача.

*Второй класс* – содержит симптомы и признаки болезней, которые определяются по результату лабораторного анализа.

*Третий класс* – содержит симптомы и признаки болезней, которые определяются с помощью медицинской инструментальной техники.

*Четвертый класс* – симптокомплексы болезней, которые определяются путем компьютерной обработки всех симптомов и признаков болезней входящих в вышеописанные три класса.

В данной работе далее вопросы классификации симптомов и признаков болезней рассматриваются по принципу TLIC технологии.

#### **Выводы по второй главе.**

1. Основными принципами принятия коллегиальных диагностических решений являются оценка согласованности мнения экспертов и синтез обобщенного мнения.

2. Предлагаемый метод отбора экспертов позволяет сгруппировать экспертные группы путём отбора более компетентных специалистов из группы рекомендованных кандидатур.

# ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МОДЕЛЕЙ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

## 3.1. Разработка многомерной матричной вероятностной модели обработки информации для принятия диагностических решений

Известно, что для однородного класса болезней (ОКБ) основная информация определяется симптомами комплексов  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Под ОКБ будем понимать такие болезни, которые по признакам и симптомам очень близки друг к другу [124]. Допустим, в ОКБ входят заболевание  $V_1, V_2, \dots, V_m$ . Пусть  $P(S_i/V_j)$  - вероятность проявления симптома  $S_i$  при заболевании  $V_j$ , которые определяются путем запроса, анализа или медицинской техники ( $i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$ ). Тогда вероятности соответствия диагноза и симптомы можно представить в виде таблице 2.1. Отметим, что здесь  $P_{ij}$  соответствует с вероятностью  $P(S_i/V_j)$ . Если симптом  $S_i$  всегда встречается в заболеваниях  $V_j$ , то  $P_{ij} = 1$ , если никогда не встретятся, то  $P_{ij} = 0$ .

Пусть  $C_i$  группа симптомов, которые полностью определяют заболевание  $V_i$ , то есть если группа симптомов  $C_i$  у больного имеются, тогда он страдает заболеванием  $V_i$ . Общий виде  $C_i$  можно описать в виде вектора- строки:

$$C_i = \{P_{i1}^*, P_{i2}^*, \dots, P_{in}^*\}. \quad (3.1)$$

Здесь  $P_{ij}^*$  по номерам индекса должна соответствовать номерами индекса  $S_j$ .

Вероятностные информации симптоматического комплекса по всем заболеваниям для выбранного ОКБ можно представить в виде следующих матриц:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1} & P_{m2} & \dots & P_{mn} \end{pmatrix} \quad (3.2)$$

Теперь с помощью (2.1) сформулируем для ОКБ следующей шаблон – матрицу:

$$P^* = \begin{pmatrix} P_1^* & P_2^* & \dots & P_{1n}^* \\ P_1^* & P_2^* & \dots & P_{2n}^* \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{m1}^* & P_{m2}^* & \dots & P_m^* \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

Здесь  $P_j^* (S_i / B_j)$  – вероятность симптома  $S_i$  при заболевании  $B_j$ , что определяется врачом-экспертом.

Когда используются мнения многих экспертов, каждый  $P_j^*$  определяется следующим образом:

$$P_j^* = \frac{\sum_{q=1}^K P_{ijq}^{**} \alpha_q}{\sum_{q=1}^K \alpha_q}$$

Здесь  $P_{ijq}^{**}$  – вероятностная оценка,  $q$ - эксперта,  $\alpha_q$  – веса экспертов,  $K$  – количество экспертов.

При отсутствии информации о компетентности экспертов, то можно считать веса экспертов одинаково, т.е.  $\alpha_q = 1 / (q=1, 2, \dots, K)$ .

Для оценки степени согласованности мнений экспертов в данной экспертизе можно использовать дисперсию следующей дисперсии:

$$\sigma_j^2 = \frac{\sum_{q=1}^K (P_j^* - P_{ijq}^{**})^2 \alpha_q}{\sum_{q=1}^K \alpha_q}$$

Теперь можно определить среднюю ошибку среднего арифметического:

$$m_j = \sqrt{\frac{\sigma_j^2}{K-1}}$$

Обычно, в медицинских исследованиях если  $\frac{m_j}{P_j^*} \cdot 100 \leq 5\%$ , то

можно считать степень согласованности мнений экспертов достаточной.

Теперь используя матрицы (3.2) и (3.3) составляем, логическая матрица  $L$ , элементы которой принимают значения 0 или 1 согласно условию  $|P_j - P_j^*| < \epsilon$ , здесь  $\epsilon$  допустимые отклонения:

$$L = \begin{pmatrix} l_1 & l_2 & \dots & l_{1n} \\ l_2 & l_2 & \dots & l_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{m1} & l_{m2} & \dots & l_m \end{pmatrix}$$

Здесь  $I_{ij} =$

Здесь если  $\varepsilon$  для всех  $i$  и  $j$  одинакова, тогда задается как одно

$$\begin{cases} 1, & \text{если } |P_i - P_j^*| \leq \varepsilon \\ 0, & \text{если } |P_i - P_j^*| > \varepsilon. \end{cases}$$

число, которое определяется специалистом. Если  $\varepsilon$  для всех  $i$  и  $j$  не одинаково, тогда его значение определяется для всех болезней и симптомов и задается в виде таблицы:

Далее, определяются следующие суммы:  $N_j = \sum_{i=1}^n I_{ij}$

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \dots & \varepsilon_{1n} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & \dots & \varepsilon_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \varepsilon_{m1} & \varepsilon_{m2} & \dots & \varepsilon_{mn} \end{pmatrix}$$

Теперь вероятность страдания больного с заболеванием  $V_j$  можно определить следующим образом:  $P_j = \frac{N_j}{m}$

Далее, сопоставляя между собой значения  $P_j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ) определяется самое большое значение вероятности заболевания  $V_j$  и устанавливается диагноз.

### 3.2. Разработка базы знаний для логического рассуждения процесса принятия диагностических решений

Построения логической модели принятий диагностических решений основываются на обработке информации и знаний, полученных от эксперта [94,121,123,127,131,143,147]. Поэтому данная модель должна имитировать мышление специалиста выбранного ОКБ на процессы компьютерной реализации. Поэтому для создания такой системы необходимо изучать процесс мышления врача-специалиста выбранного ОКБ. Известно, что система искусственного интеллекта, создания для решения задач в конкретной проблемной области, называется ЭС [14,45,68,71,105,107,108,147,164,166,171].

Поэтому здесь разрабатывается логическая модель объектно-ориентированной ЭС для решения задачи медицинской диагностики для выбранной ОКБ. При этом используем эвристический механизм поиска решений. При этом каждый тип задачи решается наиболее оптимальным для нее методом, также ЭС должна быть ориентирована на строго конкретную предметную область. В нашем случае, конкретная предметная область – это ОКБ, выбранная в 1-главе.

Пусть выбран ОКБ кардиологического заболевания, на примере дифференциальной диагностики инфаркта миокарда.

База данных для данного класса болезни согласно знаниям экспертов в виде таблицы соответствия симптомов и диагнозов для данного ОКБ приведена в таблице 3.1.

Из табл.3.1 видно, что некоторые симптомы характерны только для инфаркта миокарда, а некоторые характерны для многих кардиологических болезней. Но и они тоже имеют место в разработке решающих правил.

Логическая структура модели решения задачи дифференциальной диагностики решается в несколько этапов, при этом используются приведенные данные в таблицах 1.1 и 3.1.

Логическая структура решения задачи дифференциальной диагностики выполняется в нескольких этапах.

I этап. Группа правила знаний для установления диагноза инфаркта миокарда по симптомам:

Правило ИМ 1.1. Если {< нарушение сердечного ритма >, < повышения артериального давления >, < Шум трения >, < Изменения ЭКГ >} то

{Значительное подозрение инфаркта миокарда} {Рекомендуется правило 1.2}

Таблица 3.1. Бинарное отношение симптомов и диагнозов для ОКБ «Инфаркта миокарда»

№	Симптомы	Диагнозы							
		Инфаркт миокард (D <sub>1</sub> )	Перикардит (D <sub>2</sub> )	Миокардит (D <sub>3</sub> )	Расслаивающаяся аневризма аорты (D <sub>4</sub> )	Пне воторокс (D <sub>5</sub> )	ТЭЛА(D <sub>6</sub> )	Острый холецистит (D <sub>7</sub> )	Перенесенный инфаркт миокард (D <sub>8</sub> )
1.	Нарушение сердечного ритма (y <sub>1</sub> )	1	1	1	1	0	0	0	1
2.	Повышение артериального давления(y <sub>2</sub> ) давления	1	0	0	1	1	0	0	1
3.	Шум трения (y <sub>3</sub> )	1	1	0	0	0	0	0	0
4.	Изменения ЭКГ(y <sub>4</sub> )	1	1	1	0	0	1	0	1
5.	Боли в области сердца (y <sub>5</sub> )	1	1	1	1	1	1	0	0
6.	Повышение температуры (y <sub>6</sub> )	1	1	0	0	0	0	1	0
7.	Лейкоцитоз (y <sub>7</sub> )	1	1	0	0	0	0	1	0
8.	Приглушение тонов сердца (y <sub>8</sub> )	1	1	1	1	1	1	0	1
9.	Подъем сегмента ST (y <sub>9</sub> )	0	1	1	0	0	0	0	0
10.	Появления зубцов Q (y <sub>10</sub> )	1	0	1	0	0	0	0	1
11.	Подъем или депрессия сегмента ST (y <sub>11</sub> )	1	1	0	1	0	0	0	0
12.	Неспецифические изменения сегмента ST и зубцов T (y <sub>12</sub> )	0	0	0	1	0	0	1	0
13.	Слабое нарастание амплитуды зубцов K отУ, кУ <sub>6</sub> (y <sub>13</sub> )	1	0	0	0	1	0	0	0
14.	Внезапное изменение электрической , оси сердца (y <sub>14</sub> )	1	0	0	1	1	1	0	0
15.	Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF. (y <sub>15</sub> )	1	0	0	0	0	1	1	0



16.	Инверсия зубцов Т в V - $Y_3$ ( $y_{16}$ )	1	0	0	0	0	1	0	0
17.	Повышенная активность МВ- фракции КФК через 8-10 часов ( $y_{17}$ )	1	0	1	0	0	0	0	0
18.	Возвращение нормы активность МВ-фракции КФК через 48-72 часов ( $y_{18}$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
19.	Повышение активность МВ фракции КФК достигает пика через 24-36 часов ( $y_{19}$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
20.	Нарушения локальной сократимости левого желудочка ( $y_{20}$ )	1	0	0	0	0	0	1	1
21.	Истончения стенка левого желудочка ( $y_{21}$ )	1	0	1	0	0	0	0	1
22.	Нормальная сократимость левого желудочка ( $y_{22}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
23.	Тромботическая окклюзия коронарной артерии ( $y_{23}$ )	1	0	0	0	0	0	0	1

Правило ИМ 1.2. Если { < Боли в области сердца >, < Повышения температуры >, < Приглушение тонов сердца > } то { Диагноз: инфаркт миокарда }. Правило ИМ 1.3. Если { < Правило 1 > или < правило 2 > не выполняется > } то { Требуется дополнительное исследование }.

II Этап. Дифференциальная диагностика инфаркта миокарда. Правило разрабатывается по изменению ЭКГ, имитирующее инфаркт миокарда.

Правило ИМ 2.1. Если { < Подъем сегмента ST > } то { Диагноз: перикардит }

{ Рекомендация: Эхо КГ }. Правило ИМ 2.2. Если { < Подъем сегмента ST >, < появление зубцов Q > } то { Диагноз: миокардит } { Рекомендация: Эхо КГ }. Правило ИМ 2.3. Если { < Подъем или депрессия сегмента ST >,

< Неспецифические изменения сегмента ST и зубцов T > } то

{Диагноз: Расслаивающаяся аневризма аорты} {Рекомендация: Эхо КГ, КТ грудной клетки, аортография}. Правило ИМ 2.4. Если {< Слабое нарастание амплитуды зубцов R от  $V_1$  к  $V_6$  >, < внезапное изменение электрической оси сердца >} то {Диагноз: Пневмоторакс} {Рекомендация: Рентгенография грудной клетки}. Правило ИМ 2.5. Если {< Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF >, < инверсия зубцов T в  $V_1 - V_3$  >} то {Диагноз: ТЭЛА} {Рекомендация «Вентиляционно-перфузионная сцинтиграфия»}.

Правило ИМ 2.6. Если {< Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF >} то

{Диагноз: острый холецистит} {Рекомендация Абдоминальное УЗИ}.

III Этап. Правило по результатам ферменты:

Правило ИМ 3.1. Если {< Повышение активности МВ фракции КФК через 8–10 часов >, < возвращение к норме через 48–72 часов >, < повышение активности МВ фракции КФК достигает пика через 24–36 часов >} то {Диагноз: Инфаркт миокарда}.

IV Этап. Правило по результатам ЭхоКГ.

Правило ИМ 4.1. Если {< Нарушения локальной сократимости левого желудочка >, < Истончение стенки левого желудочка >} то {Диагноз: Перенесенный инфаркт миокарда}.

Правило ИМ 4.2. Если {< Нормальная сократимость левого желудочка >} то

{Исключается диагноз инфаркта миокарда}.

V Этап. По результатам коронарной ангиографий.

Правило ИМ 5.1. Если {< Нарушения локальной сократимости левого желудочка >, < Тромботическая окклюзия коронарной артерии >} то {Диагноз: Инфаркт миокарда}.

Все эти правила рассуждений хранятся в БЗ. Желательно по возможности постоянно пополнять БЗ новыми правилами, основанными на предложениях экспертов. Чем больше разрабатываются правила рассуждения по установлению инфаркта миокарда, тем больше будет точность достоверности диагнозов.

Теперь рассмотрим создание БЗ для других ОКБ, на примере ОКБ «Головная боль» [81]. Для этого используются заключения экспертов для ОКБ «Головная боль», приведенные в таблицах 3.2 и 3.3. Также для разработки правил рассуждений используются общие принципы диагностики головной боли, изложенные в параграфе 1.4.

I Этап. Правило рассуждения по симптому и характеру.

Правило ГБ 1.1. Если {< Тошнота>, <Рвота>, <Недомогание>, < Светобоязнь>, < Пульсирующая>} то { Диагноз: Простая мигрень }

{Рекомендация: Проверка по правилу ГБ 2.7}.

Правило ГБ 1.2. Если {< Тошнота>, < Рвота>, < Недомогание >, < Светобоязнь>, <Зрительная аура>, < Пульсирующая>} То { Диагноз: Классическая мигрень } {Рекомендация: проверки по правилу ГБ 2.2 }.

Правило ГБ 1.3. Если {< Тошнота>, <Рвота>, < Тупая или пульсирующая>} То { Диагноз: Лицевая мигрень } {Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.3}.

Правило ГБ 1.4. Если {<Гиперемия лица >, <Заложенность носа>, < Синдром Горнера>, < Острая сверлящая>} То {Диагноз: Хортоновская головная боль} { Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.4}.

Правило ГБ 1.5. Если {< Депрессия>, <Тревожность>, <Стреляющая>} ТО

{ Диагноз: Психогенная головная боль } {Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.5}. Правило ГБ 1.6. Если {< Выявляются триггерные зоны>, < Стреляющая>}

То { Диагноз: Невралгия тройничного нерва } {Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.6}.

Правило ГБ 1.7. Если {<Депрессия иногда психоз>, < Тупая>} То {Диагноз: Атипичная лицевая боль} { Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.7}.

Правило ГБ 1.8. Если {<Выделения из носа>, < Тупая или острая>} То {Диагноз: Головная боль при синуситах} {Рекомендация: проверка по правилу ГБ 2.8.}.

Таблица 3.2. Соответствия симптомов и признаков с диагнозами для ОКБ «Головная боль»

№	Диагнозы и этиологии Наименования симптомов и другие признаки	Простая мигрень (D <sub>1</sub> )	Классическая мигрень (D <sub>2</sub> )	Лицевая мигрень (D <sub>1</sub> )	Хоргановская головная боль (D <sub>1</sub> )	Психогенная головная боль (D <sub>15</sub> )	Неврология тройничного нерва (D <sub>6</sub> )	Атипичная лицевая боль (D <sub>7</sub> )	Головная боль при синусах (D <sub>8</sub> )
1	Тошнота (x <sub>1</sub> )	1	1	1	1	0	0	0	0
2	Рвота (x <sub>2</sub> )	1	1	0	1	0	0	0	0
3	Недомогания (x <sub>3</sub> )	1	1	0	0	0	0	0	1
4	Светобоязнь (x <sub>4</sub> )	1	1	0	1	0	0	0	0
5	Зрительная аура (x <sub>5</sub> )	0	1	0	0	0	0	0	0
6	На стороне боли слезотечение (x <sub>6</sub> )	0	0	0	1	0	0	0	1
7	Гиперемия лица (x <sub>7</sub> )	0	0	1	1	0	1	1	0
8	Заложенность носа (x <sub>8</sub> )	0	0	0	1	0	1	0	1
9	Синдром Горнера (x <sub>9</sub> )	0	0	1	1	0	1	0	0
10	Депрессия (x <sub>10</sub> )	0	0	0	0	1	0	0	0
11	Тревожность (x <sub>11</sub> )	0	0	0	0	1	0	0	0
12	Выявляются триггерные зоны (x <sub>12</sub> )	0	0	1	0	0	1	0	0
13	Депрессия, иногда психоз (x <sub>13</sub> )	1	1	1	0	1	0	1	0
14	Выделения из носа (x <sub>14</sub> )	0	0	0	1	0	0	0	1
15	Пульсирующая (x <sub>15</sub> )	1	1	0	1	0	0	0	0
16	Тупая или пульсирующая (x <sub>16</sub> )	0	0	1	0	1	0	1	1
17	Острая, сверлящая (x <sub>17</sub> )	0	0	0	1	0	0	0	1
18	Тупая, сжимающая (x <sub>18</sub> )	0	0	1	0	1	0	1	1
19	Стреляющая (x <sub>19</sub> )	0	0	0	0	0	1	0	0
20	Тупая (x <sub>20</sub> )	0	0	1	1	1	0	1	1
21	Тупая или острая (x <sub>21</sub> )	0	0	1	1	1	0	1	1
22	Одно или двухсторонняя (x <sub>22</sub> )	1	1	1	1	0	0	1	1
23	Односторонняя (x <sub>23</sub> )	1	1	1	1	0	0	1	1
24	Односторонняя, в нижней половине лица (x <sub>24</sub> )	0	0	1	0	0	0	0	0
25	Односторонняя, преимущественно в области глазницы (x <sub>25</sub> )	1	1	0	1	0	0	0	0

26	Диффузная двухсторонняя ( $x_{26}$ )	0	0	0	0	1	0	0	0
27	В зоне иннервации тройничного нерва ( $x_{27}$ )	0	0	0	1	0	1	0	0
28	Одно или двухсторонняя в области передаточной пазухи ( $x_{28}$ )	1	1	0	0	0	0	0	1
29	От 6 до 48 часов ( $x_{29}$ )	1	0	1	0	1	0	0	0
30	От 3 до 12 часов ( $x_{30}$ )	0	1	0	0	0	0	0	0
31	От 15 до 120 минут ( $x_{31}$ )	0	0	0	1	0	0	0	0
32	От 15 до 60 секунд ( $x_{32}$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
33	Часто постоянная ( $x_{33}$ )	0	1	0	0	1	0	0	1
34	Варьирует ( $x_{34}$ )	0	1	0	0	1	0	0	1
35	Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц) ( $x_{35}$ )	1	1	1	0	0	0	0	1
36	Спородические приступы ( $x_{36}$ )	1	1	1	0	0	0	0	1
37	Чередования периодов ежедневных приступов и длительных ремиссий ( $x_{37}$ )	0	0	0	1	0	1	0	0
38	Много раз в месяц ( $x_{38}$ )	1	1	1	1	1	1	1	1
39	Спорадическая или постоянная ( $x_{39}$ )	1	1	1	0	0	0	0	1
40	Атрофия зрительного нерва ( $x_{40}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
41	Отек диска зрительного нерва ( $x_{41}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
42	Очаговое неврологическое нарушение ( $x_{42}$ )	0	1	0	0	0	0	0	0
43	Ригидность зрительных мышц ( $x_{43}$ )	0	0	1	0	0	0	0	0
44	Кровоизлияние в сетчатку ( $x_{44}$ )	0	0	0	0	0	0	0	1
45	Шумы над сосудами головы ( $x_{45}$ )	1	1	1	0	1	0	0	0
46	Уплотнение ( $x_{46}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
47	Болезненность височных артерий ( $x_{47}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0

48	Наличие триггерных точек ( $x_{38}$ )	0	1	1	0	0	1	1	0
49	Птоз ( $x_{39}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
50	Поражения глазодвигательного нерва ( $x_{40}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
51	Расширения зрачка ( $x_{51}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 3.3. Соответствия признаков с этиологиями

№	Диагнозы и этиологии Наименования симптомов и другие признаки	Суборхеоидальное кровоизлияние, менингиты, патология шейного отдела позвоночника ( $E_1$ )	Внутричерепное объемное образование, гидроцефалия, идиопатическая внутричерепная гипертензия ( $E_2$ )	Внутричерепное объемное образование ( $E_3$ )	Разрыв аневризмы церебральной артерии, злокачественная гипертензия ( $E_4$ )	Артериовенозная мальформация ( $E_5$ )	Височный артериит ( $E_6$ )	Невралгия тройничного нерва ( $E_7$ )	Аневризма церебральной артерии ( $E_8$ )
1	Тошнота ( $x_1$ )	1	1	1	0	0	0	0	0
2	Рвота ( $x_2$ )	1	1	1	1	0	0	0	0
3	Недомогания ( $x_3$ )	1	1	1	1	0	1	0	0
4	Светобоязнь ( $x_4$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
5	Зрительная звезда ( $x_5$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
6	На стороне боли слезотечение ( $x_6$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Гиперемия лица ( $x_7$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
8	Заложенность носа ( $x_8$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Синдром Горнера ( $x_9$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
10	Депрессия ( $x_{10}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Тревожность ( $x_{11}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Выявляются триггерные зоны ( $x_{12}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
13	Депрессия, иногда психоз ( $x_{13}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
14	Выделения из носа ( $x_{14}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
15	Пульсирующая ( $x_{15}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
16	Тупая или пульсирующая ( $x_{16}$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
17	Острая, сверлящая ( $x_{17}$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
18	Тупая, сжимающая ( $x_{18}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
19	Стреляющая ( $x_{19}$ )								
20	Тупая ( $x_{20}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
21	Тупая или острая ( $x_{21}$ )	0	1	1	0	0	0	0	0
22	Одно или двухсторонняя ( $x_{22}$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
23	Односторонняя ( $x_{23}$ )	0	1	0	0	0	0	0	0
24	Односторонняя, в нижней половине лица ( $x_{24}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
25	Односторонняя, преимущественно в области глазницы ( $x_{25}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
26	Диффузная двухсторонняя ( $x_{26}$ )	1	0	1	1	0	0	0	0
27	В зоне иннервации тройничного нерва ( $x_{27}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0

28	Одно или двухсторонняя в области перелаточной пазухи ( $x_{28}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
29	От 6 до 48 часов ( $x_{29}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
30	От 3 до 12 часов ( $x_{30}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
31	От 15 до 120 минут ( $x_{31}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
32	От 15 до 60 секунд ( $x_{32}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
33	Часто постоянная ( $x_{33}$ )	1	1	1	0	0	1	0	0
34	Варирует ( $x_{34}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
35	Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц) ( $x_{35}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
36	Спорадические приступы ( $x_{36}$ )	0	0	0	1	0	0	0	0
37	Чередования периодов ежедневных приступов и длительных ремиссий ( $x_{37}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
38	Много раз в месяц ( $x_{38}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
39	Спорадическая или постоянная ( $x_{39}$ )	0	0	0	0	0	0	0	0
40	Атрофия зрительного нерва ( $x_{40}$ )	0	1	1	0	0	0	0	0
41	Отек диска зрительного нерва ( $x_{41}$ )	0	1	0	0	0	0	0	0
42	Очаговое неврологическое нарушение ( $x_{42}$ )	0	0	1	0	0	0	0	0
43	Ригидность зрительных мышц ( $x_{43}$ )	1	0	0	0	0	0	0	0
44	Кровоизлияние в сетчатку ( $x_{44}$ )	0	0	0	1	0	0	0	0
45	Шумы над сосудами головы ( $x_{45}$ )	0	0	0	0	1	0	0	0
46	Уплотнение ( $x_{46}$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
47	Болезненность височных артерий ( $x_{47}$ )	0	0	0	0	0	1	0	0
48	Наличие триггерных точек ( $x_{48}$ )	0	0	0	0	0	0	1	0
49	Птоз ( $x_{49}$ )	0	1	1	0	0	0	0	1
50	Поражения глазодвигательного нерва ( $x_{50}$ )	0	1	1	1	0	1	0	1
51	Расширения зрачка ( $x_{51}$ )	0	0	0	0	0	0	0	1

В выше изложенных правилах от ГБ 1.1 до ГБ 1.8, последний показатель показывает характер головной боли. Это в правилах ГБ 1.1 – ГБ 1.3 «Пульсирующая»; на ГБ 1.4 «Сверлящая»; на ГБ 1.5 и ГБ 1.6 «Стреляющая»; на ГБ 1.7 «Тупая»; на ГБ 1.8 «Тупая или острая».

Для подтверждения диагноза необходимо дополнительно проверить следующие правила рекомендуемые в ГБ 1.1- ГБ 1.8.

Эти правила используются для дополнительного рассуждения диагноза после рассуждения по правилам ГБ 1.1- ГБ 1.8.

II Этап. Правило II этапа разрабатывается по характерным особенностям локализации «Длительность приступа и периодичность».

Правила ГБ 2.1. Если {< Одно или двух сторонняя>, < от 6 до 48 часов>,

<Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц) >} то { Диагноз: простая мигрень }.

Правило ГБ 2.2. Если {< Односторонняя >, <от 3 до 12 часов >, < Спорадические приступы (до нескольких раз в месяц)>} то { Диагноз: классическая мигрень } .

Правило ГБ 2.3. Если {< Односторонняя, в нижней половине лица>, < от 6 до 48 часов>, < Спорадические приступы>} то { Диагноз: лицевая мигрень }.

Правило ГБ 2.4. Если {< односторонняя (преимущественно в области глазницы)>, < от 15 до 120 минут>, < Чередование периодов ежедневных приступов и длительных ремиссий>} то { Диагноз: хортоновская головная боль }.

Правило ГБ 2.5. Если {< Диффузная двухсторонняя>, < часто постоянная>} то { Диагноз: психогенная головная боль }.

Правило ГБ 2.6. Если {< В зоне иннервации тройничного нерва >, < кратковременно ( от 15 до 60 секунд)>, < много раз в день>} то { Диагноз: невралгия тройничного нерва }.

Правило ГБ 2.7. Если {<Одно или двух сторонняя >, < часто постоянное>} то

{ Диагноз: атипичная лицевая боль }.

Правило ГБ 2.8. Если {< Одно или двухсторонняя в области придаточной пазухи >, < варьирует>, < Спорадическая или постоянная>} то { Диагноз: головная боль при синуситах }.

Если вышеизложенными правилами не определяется диагноз головной боли, то боль может быть вызвана с другими заболеваниями, которые сопровождаются головной болью. В таких случаях можно использовать следующие правила, которые позволяют по симптомам некоторых заболеваний, сопровождающихся головной болью, определить этиологии.

III Этап. Правило ГБ 3.1. Если {< Атрофия зрительного нерва>, < отек диска зрительного нерва>} То {Этиология: Внутричерепное



объемное образование, гидроцефалия, идиопатическая внутричерепная гипертензия }

Правило ГБ 3.2. Если {<Очаговые неврологические нарушения >} То

{ Этиология: внутричерепное объемное образование }.

Правило ГБ 3.3. Если {< Ригидность затылочных мышц >} то { Этиология: субарахноидальное кровоизлияние, менингиты, патология шейного отдела позвоночника }.

Правило ГБ 3.4. Если {< Кровоизлияние в сетчатку >} То { Этиология: разрыв аневризмы церебральной артерии, злокачественная гипертензия }.

Правило ГБ 3.5. Если {< Шумы над сосудами головы >} То { Этиология: артериовенозная мальформация }.

Правило ГБ 3.6. Если {< Уплотнение, болезненность височных артерий >} То { Этиология: височный артериит }.

Правило ГБ 3.7. Если {< Наличие триггерных точек >} то { Этиология: невралгия тройничного нерва }.

Правило ГБ 3.8. Если {< птоз, поражения глазодвигательного нерва, расширение зрачка >} То { Этиология: аневризма церебральной артерии }.

На основе вышеизложенных рассуждений организуется БЗ для каждого ОКБ. Таким образом, имеем БЗ ИМ для ОКБ «Инфаркта миокарда» и БЗ ГБ для ОКБ «Головная боль». Аналогично для других ОКБ тоже можно организовать соответствующую БЗ.

### **3.3. Разработка логической модели для принятия диагностического решения**

Рассмотрим процесс построения логической модели обработки информации для ОКБ «Инфаркт миокарда» и «Головная боль». Логическая модель ОКБ «Инфаркт миокарда» в схематическом виде можно изображать как приведенной в рис 3.1. В результате работы данной модели рассуждения (рис 3.1) получаем следующие результаты: Диагноз ИМ, исключения диагноза ИМ или рекомендация дополнительного исследования. Дополнительные исследования связаны либо с достаточностью информации, либо от ее неполноты БЗ.

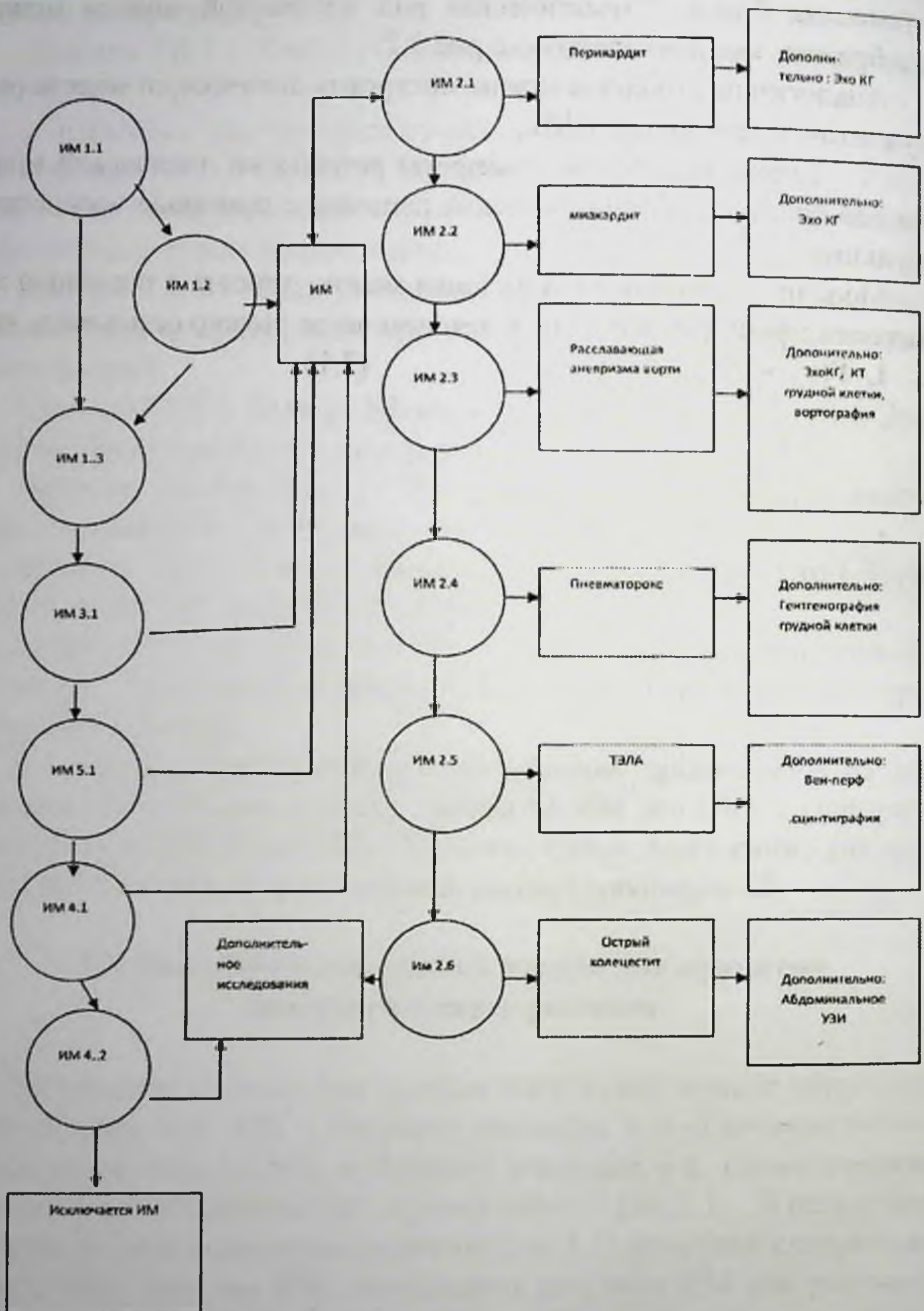
Теперь рассмотрим логическую модель рассуждения для ОКБ «Головная боль». Схематическая вид логической модели можно изображать как приведенную в рис 3.2.

Аналогичным образом можно построить логическую модель рассуждения и для других ОКБ.

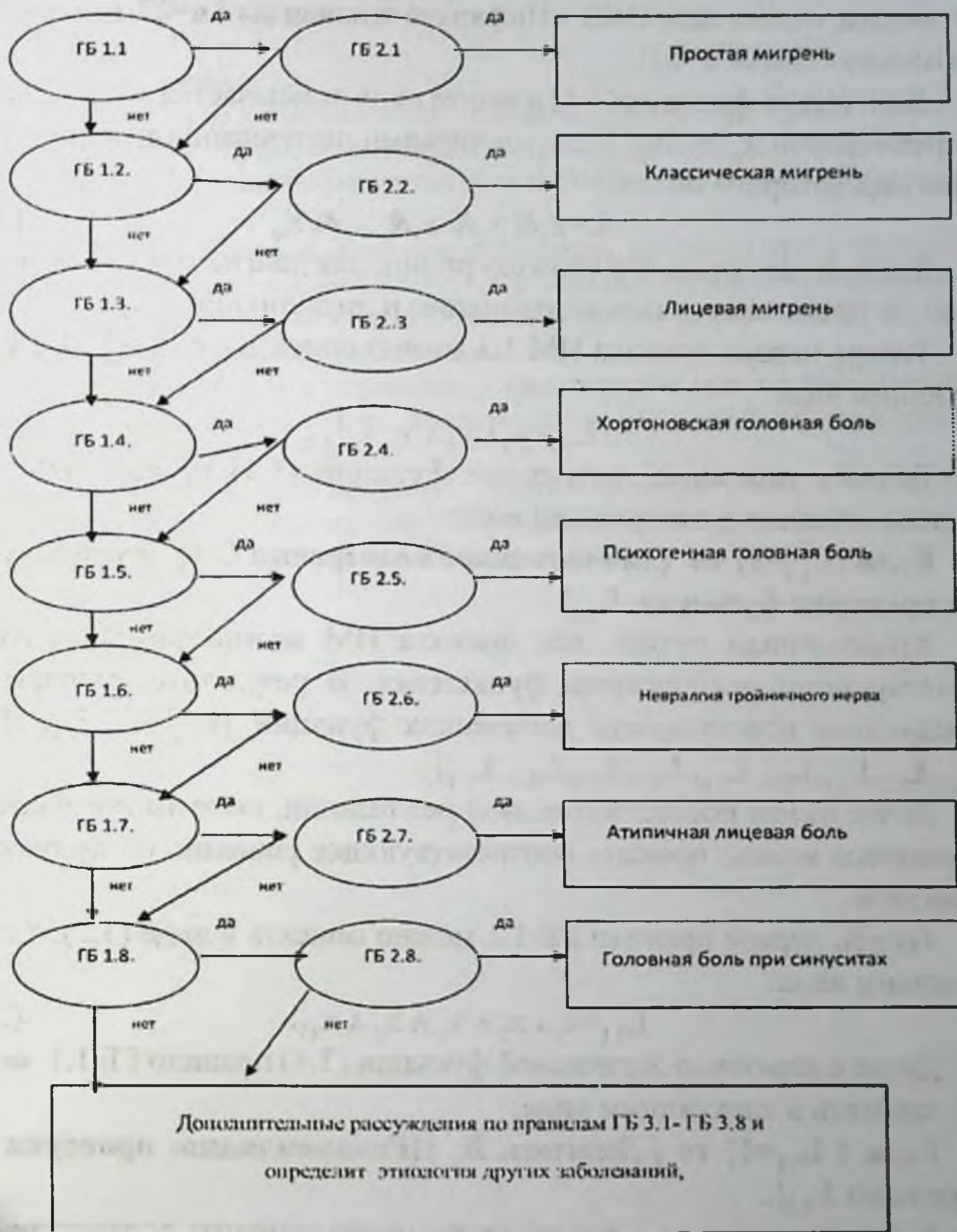
Теперь рассмотрим вопросы разработки логической модели для принятия диагностических решений с помощью логических функций.

Модели логического обсуждения можно описать с помощью логических функций, которые в неявном виде можно описывать, как:

$$L=F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n), \quad (3.1)$$



**Рис. 3.1. Структура логической модели обработки информации ОКБ «Инфаркт миокарда»**



**Рис. 3.2. Структура модели логического рассуждения обработки информации ОКБ «Головная боль».**

Где  $L$  – значения логической функции, которые принимают 0 или 1. Если 0 диагноз отвергается, если 1 диагноз принимается.  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  – логическая переменная означающая симптомы и признаки.

В нашем случае для ОКБ «Инфаркта миокарда»  $n=23$  и для ОКБ «Головная боль»  $n=51$ .

Логическая функция (3.1) в явном виде описывается логическими переменными  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  и знаками логической операции. Общий вид которого имеет:

$$L = x_1 \& x_2 \& x_3 \& \dots \& x_n \quad (3.2)$$

Здесь  $\&$ - знаки логической операции, для диагностической функции  $\&$  принимает знаки конъюнкции и дизъюнкции.

Теперь первая правила ИМ 1.1 можно описать в виде (3.2), в следующем виде:

$$L_{1.1} = y_1 \wedge y_2 \wedge y_3 \wedge y_4 \quad (3.3)$$

Далее с помощью логической функции (3.3) правила ИМ 1.1 можно записать в следующем виде:

**Если  $\{L_{1.1}=1\}$  то  $\{\text{Значительное подозрения } D_1\} \{\text{Рекомендуется проверка функции } L_{1.1}\}$**

Аналогичным путем все правила ИМ можно заменить соответствующим логическими функциями. В результате, получается следующая совокупность логических функций  $\{L_{1.1}, L_{1.2}, L_{1.3}, L_{2.1}, L_{2.2}, L_{2.3}, L_{2.4}, L_{2.5}, L_{2.6}, L_{3.1}, L_{4.1}, L_{4.2}, L_{5.1}\}$ .

Далее путем последовательной реализации, по этим логическим функциям можно принять соответствующее решение по принятию диагноза.

Теперь первое правило ГБ 1.1 можно описать в виде (3.2), в следующем виде:

$$L_{1.1} = x_1 \wedge x_2 \wedge x_3 \wedge x_4 \wedge x_{15} \quad (3.4)$$

Далее с помощью логической функции (3.4) правило ГБ 1.1 можно записать в следующем виде:

**Если  $\{L_{1.1}=1\}$  то  $\{\text{Диагноз: } D_1\} \{\text{Рекомендация: проверка по функциям } L_{2.1}\}$ .**

Аналогичным путем все правила можно заменить соответствующим логическими функциями. В результате получается следующая совокупность логических функций  $\{L_{1.1}, L_{1.2}, L_{1.3}, L_{1.4}, L_{1.5}, L_{1.6}, L_{1.7}, L_{1.8}, L_{2.1}, L_{2.2}, L_{2.3}, L_{2.4}, L_{2.5}, L_{2.6}, L_{2.7}, L_{2.8}, L_{3.1}, L_{3.2}, L_{3.3}, L_{3.4}, L_{3.5}, L_{3.6}, L_{3.7}, L_{3.8}\}$ .

Далее путем последовательной реализации этими логическими функциями можно принять соответствующее решение по принятию диагноза для ОКБ «Головная боль».

Аналогичным образом, можно построить логическую модель рассуждения и для других ОКБ.

**Выводы по главе.**

1. Многомерно матричная вероятностная модель позволит принять коллегиальные решения с определенной вероятностью по диагнозу больного. Точность результатов вероятностной модели зависит от степени согласованности мнения экспертов.
2. Логическая модель обработки информации построена путем обобщения процесса рассуждения врачами экспертов и ее возможность зависит от содержания БЗ и количество логических функций. В данной работе разработана БЗ для ОКБ «Инфаркт миокарда» и ОКБ «Головная боль».
3. Логическая модель разработана в схематическом виде для ОКБ «Инфаркт миокарда» и ОКБ «Головная боль», что является основой разрабатываемой гибридной интеллектуальной СППДР.
4. Логическая модель принимает решение по результатам поэтапного рассуждения процесса, причем каждый этап рассуждения основывается на симптомах и признаки входящих одной из этап TLIC технологии.

# ГЛАВА IV. АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

## 4.1. Общая структура комплекса алгоритма гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений

Предлагаемый обобщенный алгоритм СППДР основывается на схеме системного подхода компьютерной поддержки деятельности врача в клинических условиях [128, 149] и имеет структуру как в рис. 4.1.

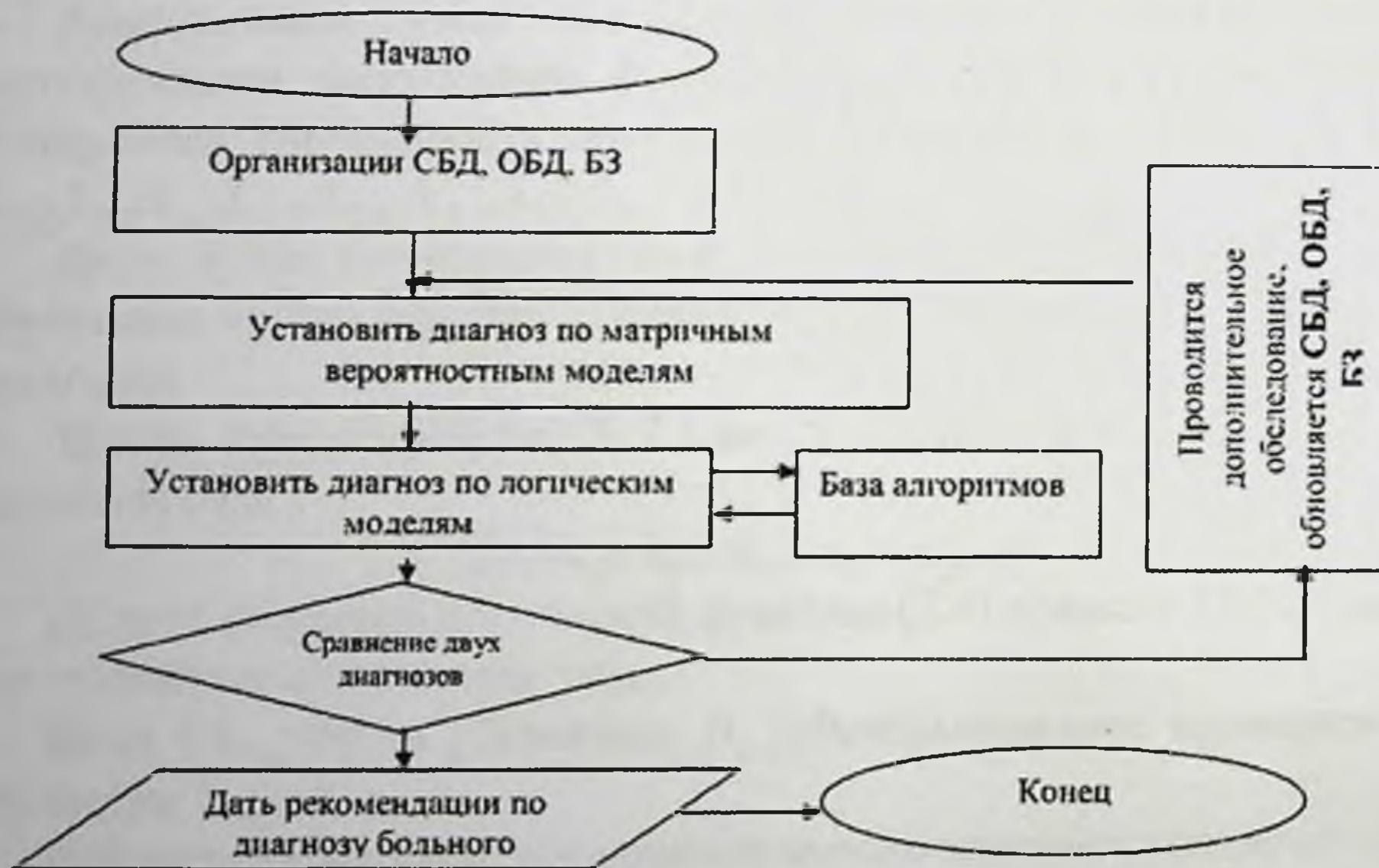


Рис.4.1. Общая структура комплекса алгоритма процесса принятия  
диагностического решения

Алгоритм сбора, первичная обработка и процесс принятия диагностического решения организуется и работает в следующем порядке:

1) Организация СБД, ОБД, БЗ. СБД – строится на основе накопленных статистических информации по данным однородных классов болезней (ОКБ), в виде реляционной модели. О Б Д – оперативная база данных организуется по результатам запроса и наблюдения больного, также используются результаты анализов обследования по медицинской технике, в виде реляционной модели. БЗ – база знаний, содержащая в себе все возможные правила «Если - то» для логического решения задачи согласно заключениям эксперта.

2) Решается задача медицинской диагностики по матричным вероятностным моделям.

3) Решается задача медицинской диагностики логических моделей с помощью алгоритмов, имеющихся в базе алгоритмов. База алгоритмов содержит в себе алгоритмы, разработанные согласно БЗ.

4) Сравниваются результаты решения задач диагностики, полученные по двум методам (пункт 2 и 3).

5) Если совпадают оба диагностических решения, то данная СППДР дает свои рекомендации по диагнозу обследуемого больного.

6) Если не совпадают оба диагностических решения между собой, тогда проводятся дополнительные обследования и обновляются СБД, ОБД и БЗ. Это осуществляется в основном обновлением состава эксперта. После этого система работает повторно.

Согласно вышеизложенной схеме (рис.4.1.) первичный диагноз устанавливается на основе матричной вероятностной модели, предложенной в [78]. Если первичный диагноз подтверждается результатом логического решения задачи, основанного экспертными знаниями, тогда система рекомендует данный диагноз лечащему врачу. Области применения алгоритма связана с составами алгоритмов, входящих в базу алгоритмов. Лечащий врач анализирует рекомендации СППДР и принимает свое заключение по диагнозу и процессу лечения.



## 4.2. Алгоритм принятия коллегиальных диагностических решений по матричным вероятностным моделям

Теперь рассмотрим процесс функционирования алгоритма установления первичного диагноза на основе матричной вероятностной модели, разработанной в параграфе 3.1.

Разработанный алгоритм для установления первичного диагноза по матричным вероятностным моделям приведен в рис.4.2.

Рассмотрим краткое описание принципов работы алгоритма установления диагнозов больного по матричным вероятностным моделям.

В блоке 2 организуется двумерный массив  $P_{ij}$  по вероятности проявления симптома  $S_i$  при заболевании  $V_j$ . Значение  $P_{ij}$  определяется лечащим врачом.

В блоке 3 вводится количество и вес экспертов.

В блоке 4 организуется трехмерный массив  $P_{ijk}$  по оценкам экспертов.

В блоках 5-8 оцениваются согласованность мнений экспертов по проявления симптомов  $S_i$  при заболевании  $V_j$ . Если степень согласованности мнений экспертов не удовлетворяет, тогда производится обновление состава экспертов и алгоритм работает с третьего блока. Если согласуется, тогда вводится допустимое значение отклонения между  $P_{ij}$  и  $P_j^*$ .

В блоках 11-20 с помощью условия  $|P_{ij} - P_j^*| < \epsilon$  определяется значение элементов массива  $L_{ij}$ , который состоит из 1 и 0. Также определяется сумма элементов каждой строки массива  $L_{ij}$ .

В блоках 21-23 вычисляется статистическая вероятность страдания заболеванием  $V_j$ . Также определяется на основе подалгоритмов (рис. 4.3.) квазиоптимальный вариант диагноза, на основе которого система дает рекомендации по диагнозу обследуемого больного.

Описание подалгоритма выбора квазиоптимального диагноза (рис.4.3).

Блок 1- начало подпрограммы. Блок 2 – ввод номеров  $N(i)$  и наименование диагнозов  $D(i)$  по всевозможным вариантам.

Блок 3 – оценка всех вариантов по матричным вероятностным моделям.

Блок 4 – по результатам блока 3 организуется массив  $P(i)$  ( $i=1,2,\dots,n$ ) по вероятности страдания заболеваниями.

Блок 5 – на промежуточный параметр  $q$  присвоить вероятность страдания первым болезням.

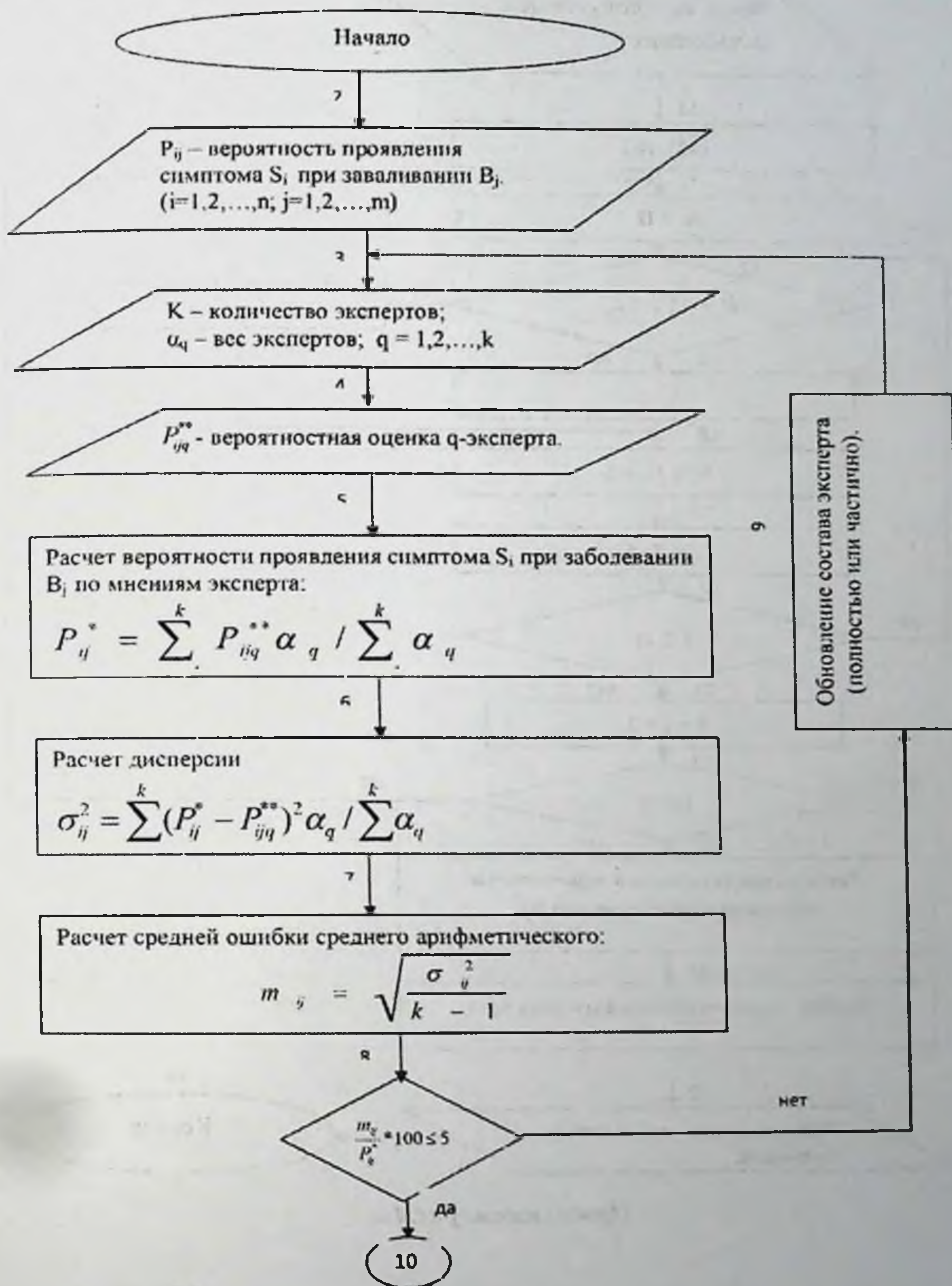
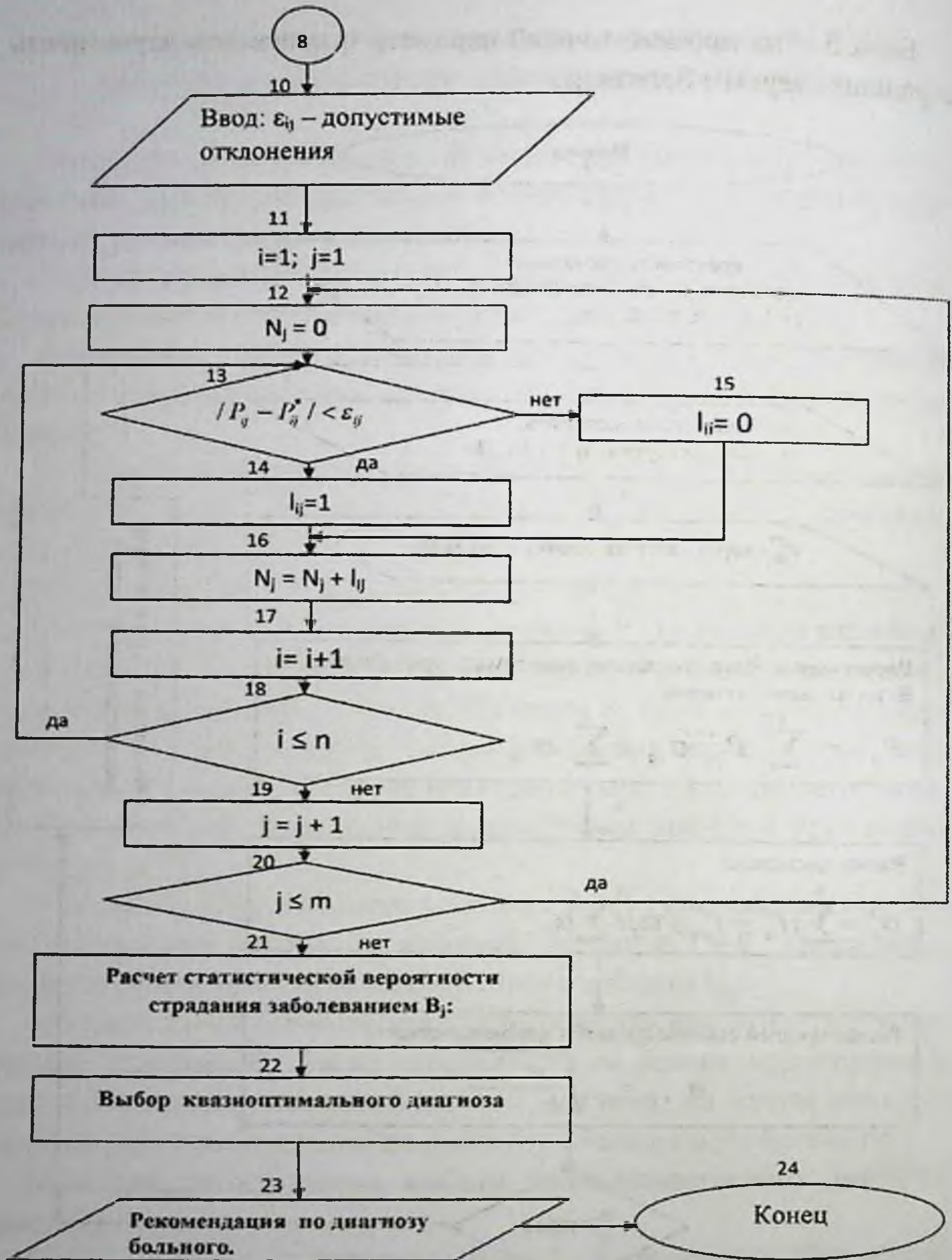
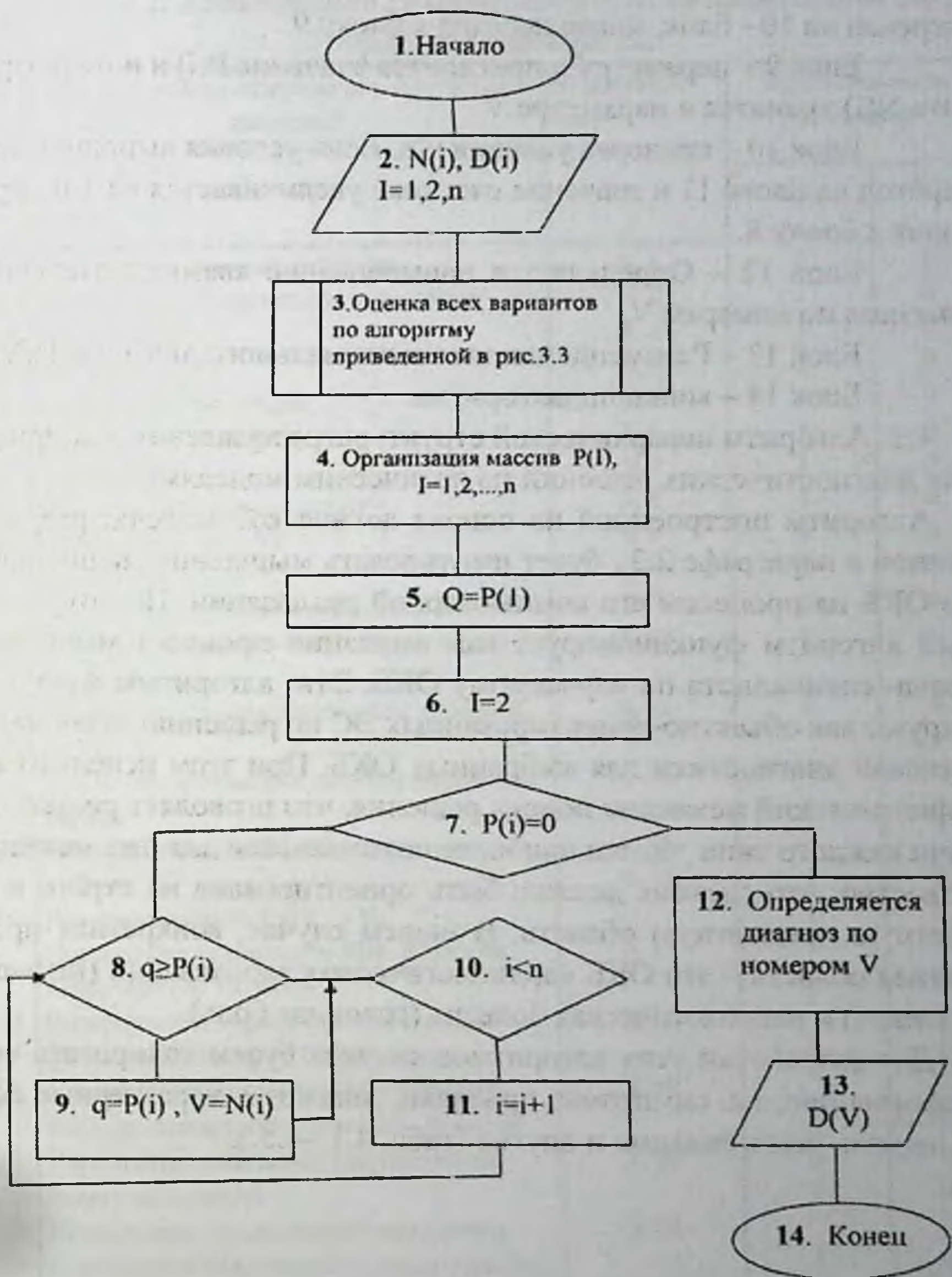


Рис.4.2. Алгоритм установления диагноза больного по матричным вероятностным моделям



Продолжение рис.4.2.



**Рис.4.3. Подалгоритм выбора квазиоптимального диагноза**

Блок 6 – счетчику  $i$  присвоить 2.

Блок 7 – проверка условия  $P(i)=0$ . Если условия выполняются – переход на 10-й блок, иначе переход к блоку 8.

Блок 8 – проверка условия  $q \geq P(i)$ , если условия выполняются -переход на 10 - блок, иначе переход к блоку 9.

Блок 9 – параметру  $q$  присвоится значение  $P(i)$  и номер варианта  $N(i)$  хранятся в параметре  $V$ .

Блок 10 – проверка условия  $i < n$ . Если условия выполняются -переход на блоке 11 и значение счетчика увеличивается на 1 и переходит к блоку 8.

Блок 12 – Определяется наименование квазиоптимального диагноза по номерам  $V$ .

Блок 13 – Рекомендация квазиоптимального диагноза  $D(V)$ .

Блок 14 – конец подалгоритма.

4.3. Алгоритм иерархической структуры рассуждения для принятия диагностических решений по логическим моделямю

Алгоритм построенной на основе логической модели, разработанной в параграфе 2.2., будет имитировать мышление специалиста по ОКБ на процессы его компьютерной реализации. Поэтому каждый алгоритм функционирует как имитации процесса мышления врача- специалиста по изучаемому ОКБ. Эти алгоритмы функционируют как объектно-ориентированных ЭС по решению задач медицинской диагностики для выбранных ОКБ. При этом используется эвристический механизм поиска решения, что позволяет решать задачи каждого типа задачи наиболее оптимальным для них методом. Известно, что система должна быть ориентирована на строго конкретную предметную область. В нашем случае, конкретная предметная область – это ОКБ кардиологических заболеваний (инфаркт миокард) и неврологическая болезнь (головная боль).

Для разработки этих алгоритмов сначала будем кодировать всю информацию, т.е. симптомы, признаки, диагнозы, характерные особенности, рекомендации и другие (табл. 4.1.–4.5.).

**Таблица 4.1. Кодирования симптомов и другие показатели ОКБ «Инфаркта миокарда».**

№	Наименования симптомов и других показателей	Кодирования	Принимаемая значения	
			да	Нет
1.	Нарушение сердечного ритма	X 1	1	0
2.	Повышение артериального давления	X 2	1	0
3.	Шум трения	X 3	1	0
4	Изменения ЭКГ	X 4	1	0
5	Боли в области сердца	X 5	1	0
6	Повышение температуры	X 6	1	0
7	Лейкоцитоз	X 7	1	0
8	Приглушение тонов сердца	X 8	1	0
9	Подъем сегмента ST	X 9	1	0
10	Появления зубцов Q	X 10	1	0
11	Подъем или депрессия сегмента ST	X 11	1	0
12	Неспецифические изменения сегмента ST и зубцов T	X 12	1	0
13	Слабое нарастание амплитуды зубцов K от V <sub>1</sub> к V <sub>6</sub>	X 13	1	0
14	Внезапное изменение электрической оси сердца	X 14	1	0
15	Подъем сегмента ST в отведениях II, III, aVF.	X 15 X 16	1	0
16	Инверсия зубцов T в V <sub>1</sub> – V <sub>3</sub>	X 17	1	0
17	Повышение активности MB- фракции КФК через 8–10 часов	X 18	1	0
18	Возвращение нормы активность MB- фракции КФК через 48–72 часов	X 19	1	0
19	Повышение активности MB фракции КФК достигает пика через 24–36 часов	X 20	1	0
20	Нарушения локальной сократимости левого желудочка	X 21	1	0
21	Истончения стенки левого желудочка	X 22	1	0
22	Нормальная сократимость левого желудочка	X 23	1	0
23	Тромботическая окклюзия коронарной артерии	X 23	1	0

**Таблица 4.2. Кодирование наименования диагнозов  
ОКБ «Инфаркта миокарда»**

№	Наименования диагноза ( DIAG)	Кодирования диагноза
1	Инфаркт миокарда	01
2	Перикардит	02
3	Миокардит	03
4	Расслаивающая аневризма аорты	04
5	Пневмоторокс	05
6	ТЭЛА	06
7	Острый холецистит	07
8	Перенесенный инфаркт миокарда	08
9	Исключения инфаркта миокарда	09

**Таблица 4.3. Кодирования рекомендаций при диагностировании  
ОКБ «Инфаркта миокарда»**

№	Наименования рекомендации ( РЕК)	Кодирования рекомендации
1	Дополнительные исследования	01
2	ЭхоКГ	02
3	КТ грудной клетки	03
4	Аортография	04
5	Рентгенография грудной клетки	05
6	Вентеляционно-перфузионная сцинтиграфия	06
7	Абдоминальное УЗИ	07

Теперь составим аналогичную таблицу кодирования для ОКБ «Головная боль».

**Таблица 4.4. Кодирования симптомов и другие показатели ОКБ  
«Головная боль»**

№	Наименования симптомов и другие показатели ( X)	Кодирования	Принимаемые значения	
			1	0
1	Тошнота	X1	1	0
2	Рвота	X2	1	0
3	Недомогания	X3	1	0
4	Светобоязнь	X4	1	0
5	Зрительная аура	X5	1	0
6	На стороне боли слезотечение	X6	1	0
7	Гиперемия лица	X7	1	0
8	Заложенность носа	X8	1	0
9	Синдром Горнера	X9	1	0
10	Депрессия	X10	1	0
11	Тревожность	X11	1	0

12	Выявляются триггерные зоны	X12	1	0
13	Депрессия, иногда психоз	X13	1	0
14	Выделения из носа	X14	1	0
15	Пульсирующая	X15	1	0
16	Тупая или пульсирующая	X16	1	0
17	Острая, сверлящая	X17	1	0
18	Тупая, сжимающая	X18	1	0
19	Стреляющая	X19	1	0
20	Тупая	X20	1	0
21	Тупая или острая	X21	1	0
22	Одна или двухсторонняя	X22	1	0
23	Односторонняя	X23	1	0
24	Односторонняя, в нижней половине лица	X24	1	0
25	Односторонняя, преимущественно в области глазницы	X25	1	0
	Диффузная двухсторонняя			
26	В зоне иннервации тройничного нерва	X26	1	0
27	Одно или двухсторонняя в области пере-	X27	1	0
28	дающей пазухи	X28	1	0
	От 6 до 48 часов			
29	От 3 до 12 часов	X29	1	0
30	От 15 до 120 минут	X30	1	0
31	От 15 до 60 секунд	X31	1	0
32	Часто постоянная	X32	1	0
33	Варьирует	X33	1	0
34	Спорадические приступы ( до нескольких	X34	1	0
35	раз в месяц)	X35	1	0
	Спородические приступы			
36	Чередования периодов ежедневных присту-	X36	1	0
37	пов и длительных ремиссий	X37	1	0
	Много раз в месяц			
38	Спорадическая или постоянная	X38	1	0
39	Атрофия зрительного нерва	X39	1	0
40	Отек диска зрительного нерва	X40	1	0
41	Очаговое неврологическое нарушение	X41	1	0
42	Ригидность зрительных мышц	X42	1	0
43	Кровоизлияние в сетчатку	X43	1	0
44	Шумы над сосудами головы	X44	1	0
45	Уплотнение	X45	1	0
46	Болезненность височных артерий	X46	1	0
47	Наличие триггерных точек	X47	1	0
48	Птоз	X48	1	0
49	Поражения глазодвигательного нерва	X49	1	0
50	Расширения зрачка	X50	1	0
51		X51	1	0



**Таблица 4.5. Кодирования диагнозов этиологии  
ОКБ «Головная боль»**

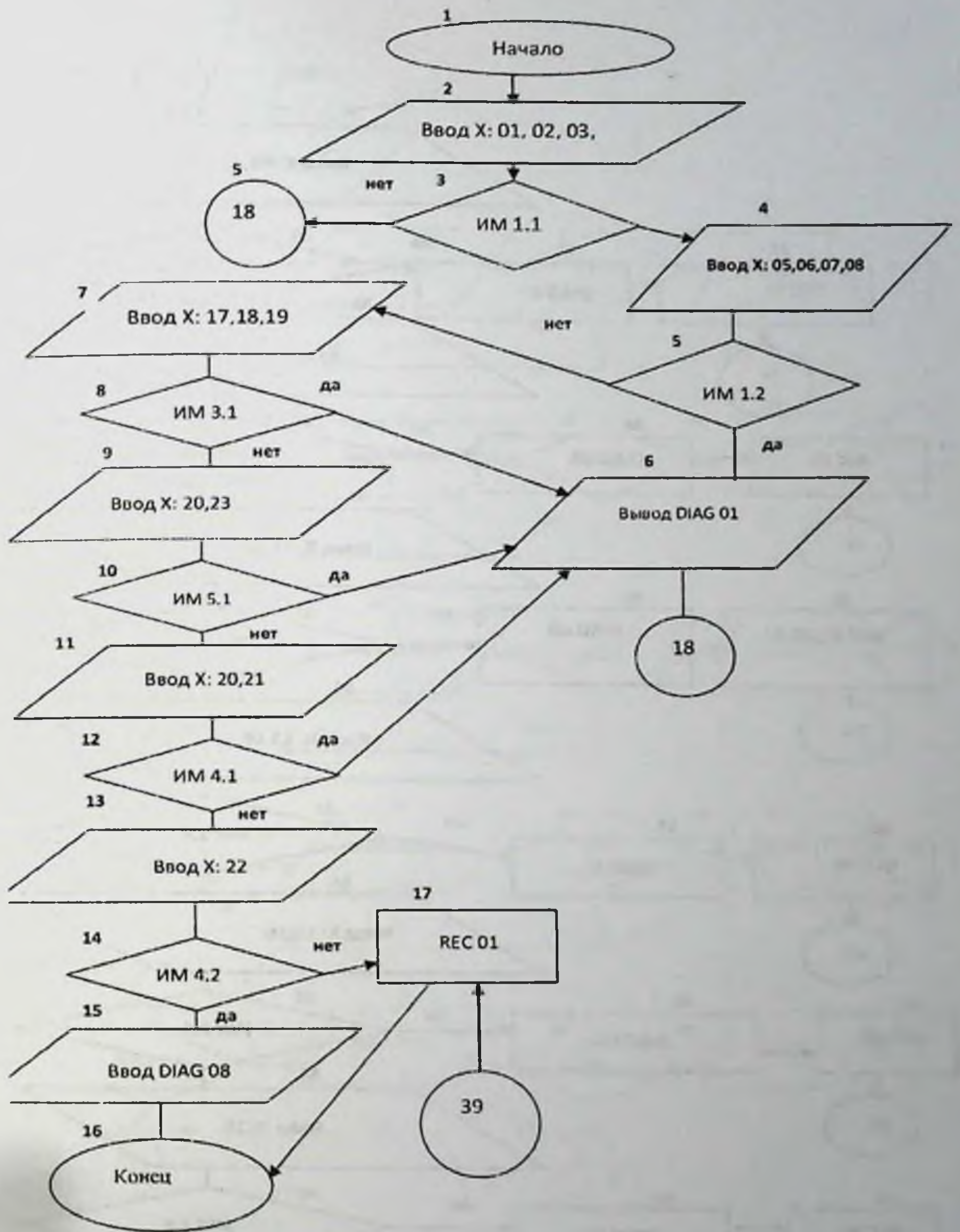
№	Наименования диагнозов (DIAG)	Кодирования
1	Простая мигрень	01
2	Классическая мигрень	02
3	Лицевая мигрень	03
4	Хортановская головная боль	04
5	Психогенная головная боль	05
6	Невролгия тройничного нерва	06
7	Атипичная лицевая боль	07
8	Головная боль при синуситах	08
<b>Наименования этиологии ETG</b>		
1	Суборохноидальное кровоизлияние, менингиты, патология шейного отдела позвоночника	01
2	Внутричерепное объемное образование, гидроцефалия, идиопатическая внутричерепная гипертензия	02
3	Внутричерепное объемное образование	03
4	Разрыв аневризмы церебральной артерии, злокачественная гипертензия	04
5	Артериовенозная мальформация	05
6	Височный артериит	06
7	Невралгия тройничного нерва	07
8	Аневризма церебральной артерии	08

Теперь будем разрабатывать алгоритмы для каждого ОКБ. Алгоритм поиска логического решения рассмотрим ОКБ «Инфаркт миокарда»(рис.4.4.) и для ОКБ «Головная боль» (Рис. 4.5.)

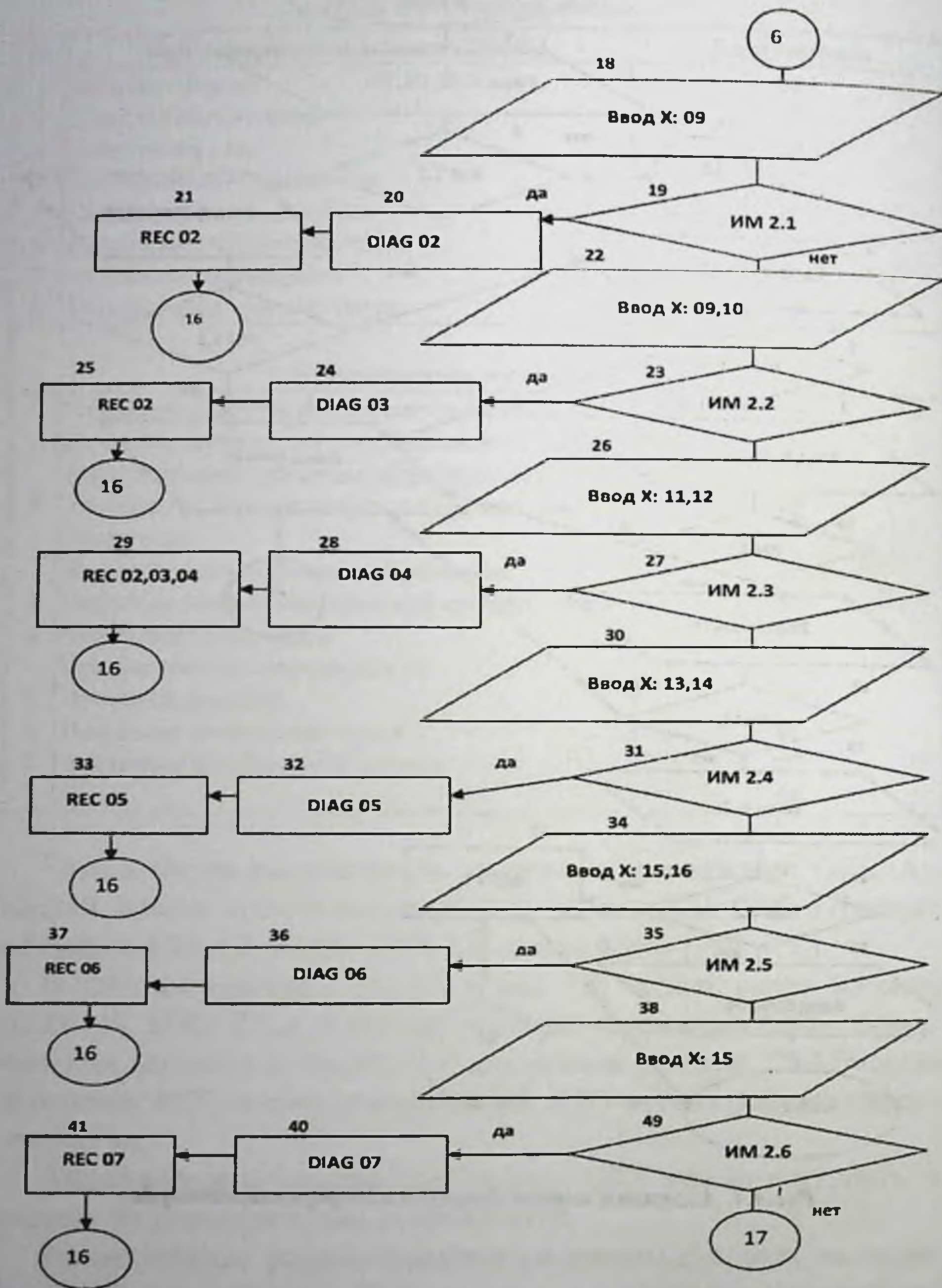
В этих алгоритмах (рис.4.4 и рис 4.5) используются массивы X, DIAG, REG, ETG. X-массив входных параметров ОКБ. Значение этих параметров вводятся в диалоговом режиме. DIAG- массив диагнозов, REG-массив рекомендации, ETG-массив рекомендации – этиологии.

Аналогичные алгоритмы для другого ОКБ можно построить с учетом их специфических особенностей.

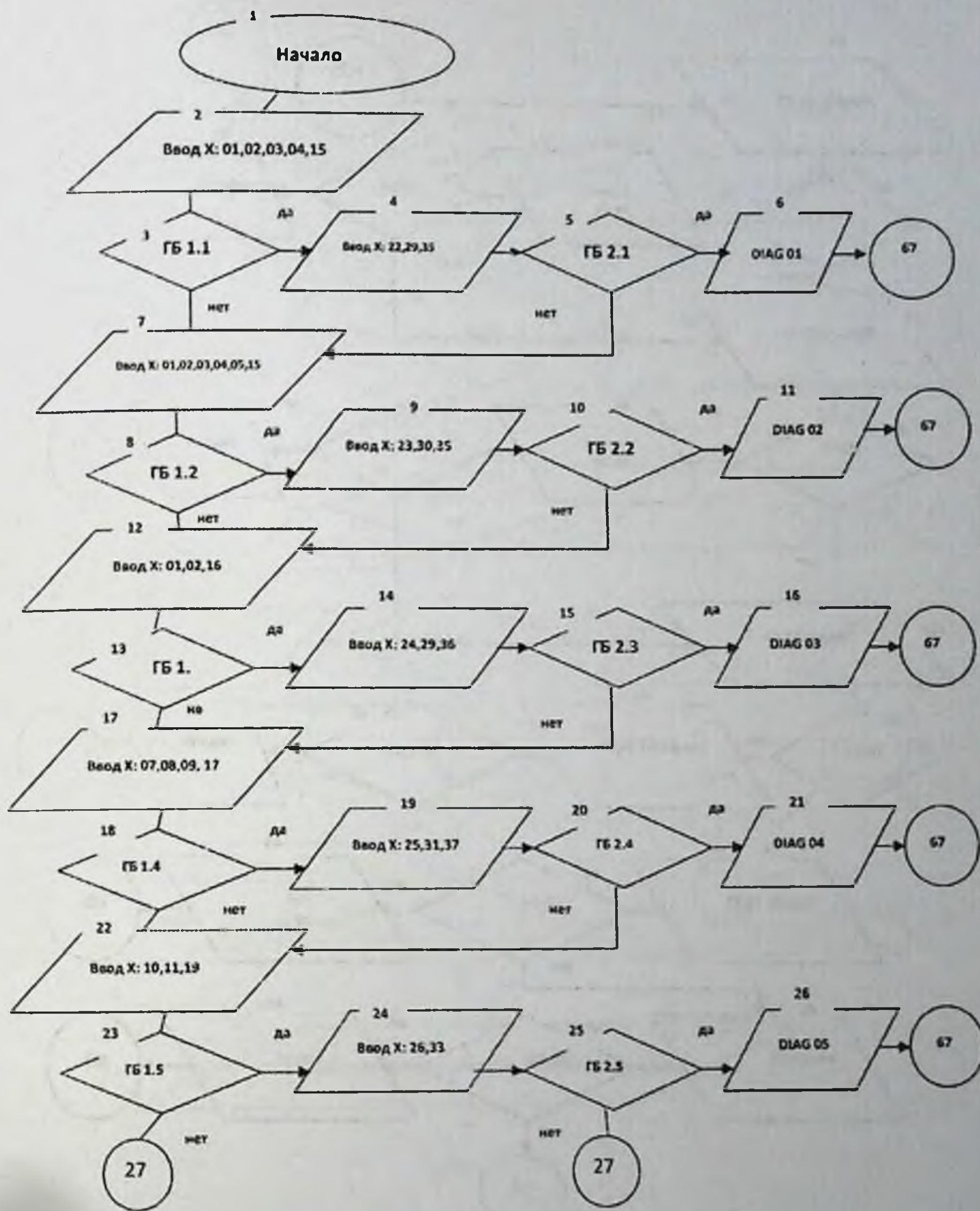
Таким образом, разрабатываются алгоритмы для всех исследуемым ОКБ и организуется база алгоритмов логического рассуждения процесса диагностирования.



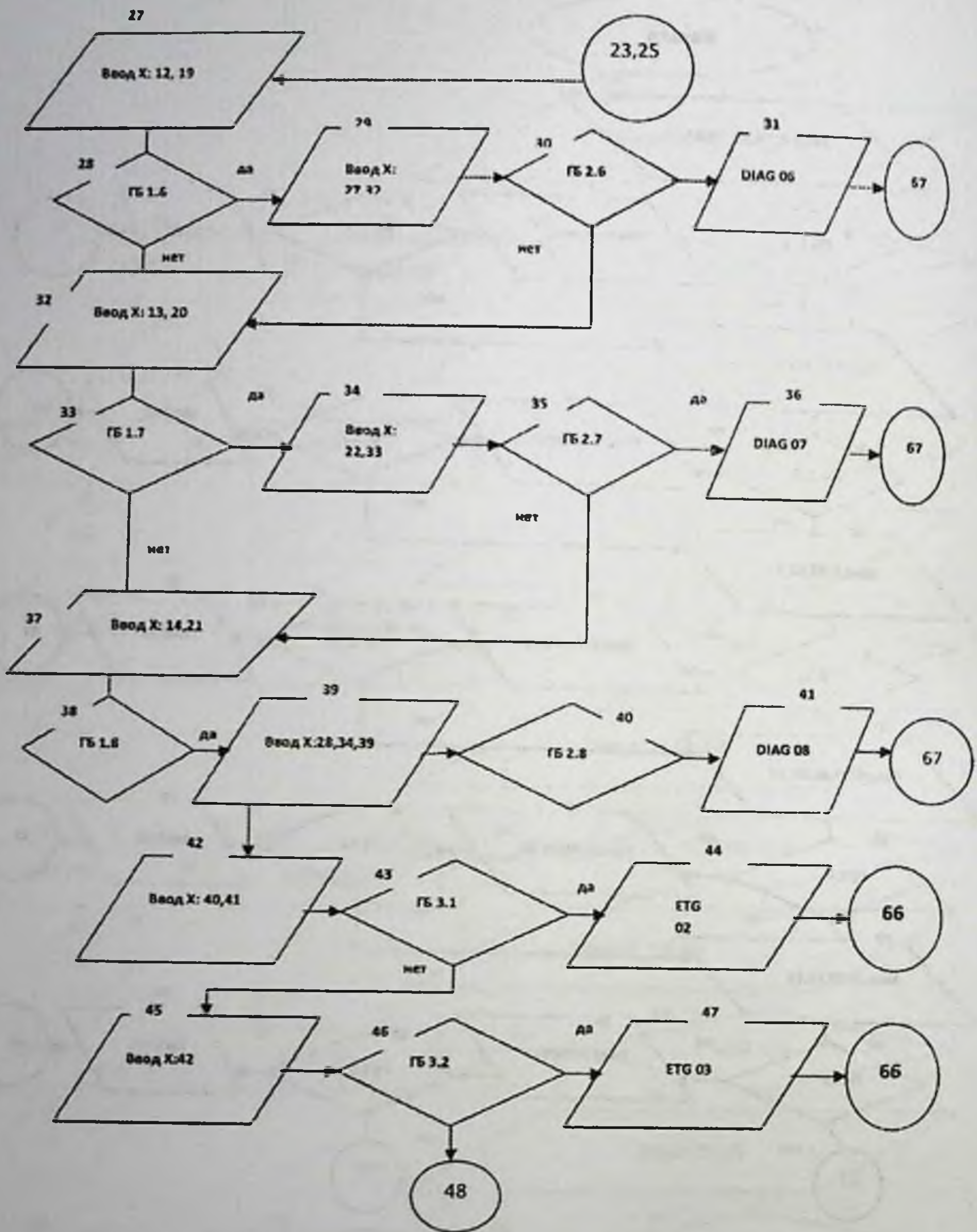
**Рис.4.4. Алгоритм поиска диагноза «Инфаркта-миокарда»**



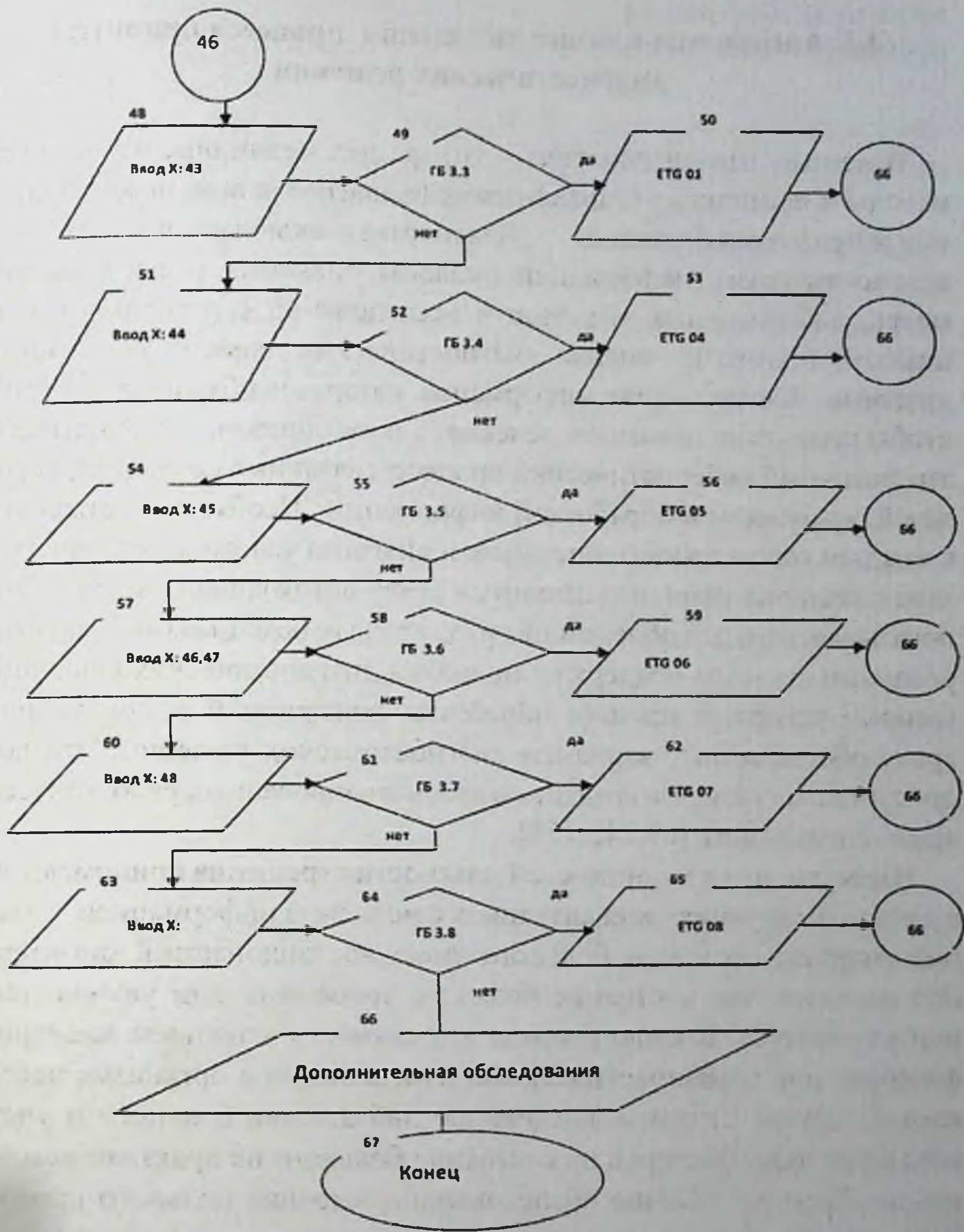
Продолжение рис.4.4.



**Рис.4.5. Алгоритм поиска диагноза для ОКБ «Головная боль»**



Продолжение рис.4.5.



Продолжение рис.4.5.

### 4.3. Алгоритмы квазиоптимизации процесса принятия диагностических решений

Известно, что диагностика – это раздел медицины, изучающий методы и принципы устанавливающие диагноз с помощью симптомов и признаков болезней. Диагностика включает в себя: сбор диагностических информаций (жалобы больного, результаты осмотра, лабораторных анализов и исследований с помощью медицинской техники); оценка диагностических данных; постановка диагноза. Диагноз – тоже информация, которая необходима для того, чтобы правильно назначить лечение. Таким образом, диагностика – это типичный кибернетический процесс, связанный со сбором, передачей, хранением и обработкой информации. Необходимо отметить с каждым годом процесс постановки диагноза усложняется, что связано с увеличением поступающих к врачу потоков информаций. Это показывает, что для облегчения труда врача необходимы автоматизированные системы поддержки принятия диагностических решений, которые ускоряют процесс обработки информаций и предлагают врачу обоснованные варианты диагностических решений. Эти вопросы тесно связаны с созданием автоматизированных рабочих мест врача-специалиста [69,142,158].

Известно, что в медицинской диагностике решения принимаются в сложных ситуациях или ситуациях с неполной информацией. С одной стороны, состояние больного имеет нестационарный характер. Это означает, что состояние больного временами или улучшается или ухудшается. В свою очередь это связано с влиянием внешних факторов или с физиологическими изменениями в организме человека. С другой стороны, постоянное наблюдение больного и учет всех влияющих факторов на состояние больного на практике невозможно. Поэтому обычно обследование состояние больного проводится в дискретных моментах времени в ситуациях с нечеткой информацией.

Вышеизложенное показывает, что задачи оптимизации процесса принятия диагностического решения в строгом смысле невозможны. Исходя из этого, предлагается метод оптимизации и управления процесса принятия диагностических решений, основанных на решении двухэтапной квазиоптимизационной задачи.

Суть существования предлагаемых методов квазиоптимизации процесса принятия диагностических решений можно объяснить следующим образом.

Наблюдение состояния больного проводится в дискретных моментах времени  $t_1, t_2, \dots, t_n$ ;  $n$ -количество моментов наблюдения в периоде лечения (от поступления до выписки больного).

Оптимизационный процесс состоит из внутренней и внешней квазиоптимизации. Внутренняя квазиоптимизация предназначена для выбора субоптимального решения в моментах наблюдения  $t_i$  по комплексу алгоритмов разработанных в [122,129].

Внешняя квазиоптимизация выбора оптимальных диагностических решений в каждом моменте времени  $t_i$  и управление процессом лечения решается с учетом действия врача, то есть с учетом результатов лечения предназначенного в моменты  $t_{i-1}$ . Общая структура метода оптимизации и управления процессом принятия диагностического решения в виде алгоритма можно представить как в рис.4.6.

Теперь приведем краткое описание алгоритма оптимизации процесса диагностирования и управления лечебного процесса.

Сперва производится сбор и ввод необходимых статистических, оперативных данных и знаний экспертов (блок 2). Далее решается внутренняя задача квазиоптимизации диагнозов для момента времени  $t_i$  по алгоритму и программ разработанных в [2,3] (блок 3). После решения задач назначается лечение для текущего момента времени  $t_i$ .

В следующих блоках (блоки 5 и 6) производится анализ результатов лечения и проверяется состояние больного. Если состояние больного удовлетворительное, то лечение считается успешным и пациент выписывается. Если состояние неудовлетворительное, то происходит переход к следующему моменту наблюдения (блок 9). Далее (блок 10) проверяются условия  $i \leq n$ . Здесь  $i$ -номер текущего наблюдения,  $n$ -общее количество наблюдений, которая определяется лечащим врачом. Если условия выполняются, тогда задачи выбора квазиоптимизационного диагноза решаются с учетом результатов следующего наблюдения (блок 11). Далее в блоке 13 проверяется соответствие диагнозов установленных в моментах времени  $t_i$  и  $t_{i+1}$ . Если оба диагноза соответствуют, то продолжается лечение и алгоритм работает повторно с 6-м блоком. Если же не соответствует, тогда производится корректировка диагнозов и назначение лечения



(блок 14). Далее продолжается лечение до следующего обхода врача и алгоритм опять работает с 6-м блоком.

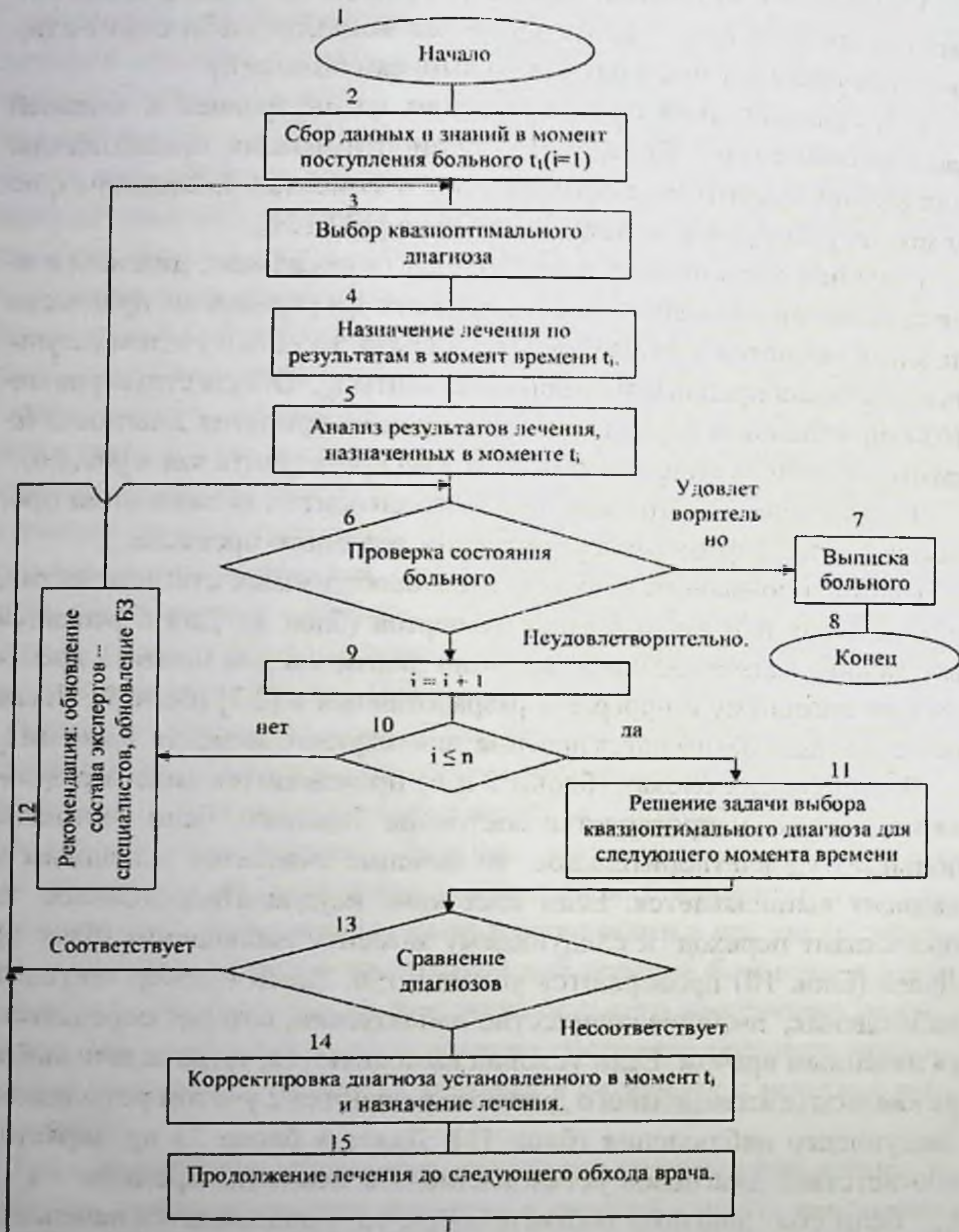


Рис.4.6. Алгоритм оптимизации процесса принятия диагностических решений.

Если в блоке 10 условия не выполняются алгоритм даёт рекомендации по обновлению состава экспертов-специалистов и обновляется база знаний. Далее алгоритм повторно работает начиная со 2-го блока.

Выше изложенный алгоритм показывает, что задачи квазиоптимизации выбора диагностического решения в каждом моменте времени  $t_i$  решается с учетом результатов лечения больного, назначенного в предыдущих моментах наблюдения.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что вопросы оптимизации процесса принятия решения медицинской диагностики целесообразно решать совместно с задачей управления процессами лечения болезни.

#### **Выводы по главе.**

1. Предлагаемая общая структура методов оптимизации и управления процессом принятия диагностического решения имеет универсальный характер во всех типах ОКБ.

2. Комплексный алгоритм процесса принятия диагностического решения построен на основе многомерно матричной вероятностной модели и логической модели рассуждения, которая обеспечивают функционирование гибридной интеллектуальной СППДР.

3. Степень универсальности комплекса алгоритма зависит от содержания база алгоритмов логического рассуждения процесса диагностирования.

4. Квазиоптимизации выбора диагностического решения в каждом моменте времени  $t_i$  и управление процессом диагностирования решается с учетом результатов лечения больного, назначенного в предыдущих моментах наблюдения.

## ГЛАВА V. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБРИДНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

---

### 5.1. Разработка программного обеспечения гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений

Программным обеспечением разработанной СППДР является комплекс программ DIAGNOSTIKA [129], который состоит из основных управляющих программ и следующих трех подпрограмм:

PROCEDURE MATVER;  
PROCEDURE DIAGLOG1;  
PROCEDURE DIAGLOG2.

Комплекс программ DIAGNOSTIKA работает в диалоговом режиме. Пользователь в процессе функционирования должен отвечать на следующие вопросы: «Введете тип класса болезни: выход из программы – 0, кардиологический – 1, головная боль – 2». Если пользователь вводит 0, то программа завершает свою работу, если 1 работает для кардиологических болезней и спрашивает следующие данные:

- количество симптомов и признаков;
- количество диагнозов;
- количество рекомендаций.

Если пользователь вводит 2, то программа работает для болезни «Головная боль» и спрашивает следующие данные:

- количество симптомов и признаков;
- количество диагнозов;
- количество этиологии.

Если пользователь вводит другие значения, то программа дает сообщения «Тип класса болезни неправильный» и запрашивает у него повторно.

После ввода выше описанной информации для решения задачи диагностики по кардиологической болезни работают подпрограмм MATVER и DIAGLOG1, а для болезни головная боль MATVER и DIAGLOG2.

Подпрограмма MATVER разработана на основе матричной вероятностной модели, разработанной в параграфе 3.1.

Процесс работы MATVER в диалоговом режиме (ЭВМ-пользователь) происходит в следующем порядке:

ЭВМ: Вводите вес экспертов  $A[q]$ ;

Пользователь: вводит значение  $A[q]$  для каждого эксперта ( $q=1,2,\dots,k$ ). Весовые коэффициенты экспертов  $A[q]$  принимают значение в интервале  $(0,1]$ .

ЭВМ: Вводится оценка  $q$ -экспертов  $P2[i,j]$ ;

Пользователь: последовательно вводит оценки экспертов  $P2[i,j,q]$ . После этого программа проверяет достоверность их оценок. Если достоверность недостаточна, то на экране появиться следующее сообщение:

Недостаточная точность в оценках экспертов.

Хотите обновить состав экспертов.

Если да введите 1, если нет, введите 0.

Если пользователь вводит 1, то программа повторно запрашивает вес и оценку экспертов, если вводит 0 программа завершает работу без результатов.

Если достоверность оценки экспертов достаточна, то проверяется с допустимыми отклонениями  $E[i,j]$

После этого программа определяет наиболее вероятный вариант диагноза и его наименование, читает из файла `diagnoz.txt`. На экране дает номер и наименование диагноза.

Подпрограмма `DIAGLOG1` работает по знаниям кардиологических болезней, информация которая хранится в файлах `SIMPTOM.TXT`, `DIAGNOZ.TXT`, `RECOMEN.TXT`. Логическое рассуждение данной подпрограммы основано на правилах, разработанных в параграфе 3.3 от ИМ 1.1 по ИМ 5.1.

Подпрограмма `DIAGLOG1` функционирует в многоэтапном режиме:

1-этап: устанавливает диагноз по симптомам. Значение симптомов вводится в диалоговом режиме.

Если есть необходимость переходить на 2-этап, который основывается на результатах ЭКГ, происходит следующий диалог: ЭВМ запрашивает: «В базе есть или нет результаты ЭКГ, если есть введите 1, если нет введите 0».

Если пользователь вводит 1, то программа устанавливает диагноз, основанный на результатах ЭКГ. Если вводит 0, то программа

переходит на 3-й этап и запрашивает: «В базе есть или нет результаты изменения фермента, если есть вводите 1, если нет -вводите 0». Если пользователь вводит 1, то программа работает по результату изменения фермента, если вводит 0, то программа переходит к 4 этапу и запрашивает: «В базе есть или нет результаты ЭхоКГ, если есть вводите 1, если нет вводите 0». Если пользователь вводит 1, то программа работает по результату ЭхоКГ, если вводит 0, то программа переходит к 5 этапу и запрашивает: «В базе есть или нет результаты коронарной ангиографии, если есть вводите 1, если нет вводите 0». Если пользователь вводит 1, то программа работает по результату коронарной ангиографии, если вводит 0, то даёт информации: «В базе информации недостаточно, требуется дополнительное исследование».

По общим принципам программа на каждом этапе пытается установить диагноз по существующим знаниям. Если сможет установить диагноз, то дает сообщение по нему и соответствующие рекомендации, если нет – переходит к следующему этапу.

Программа DIAGLOG2 работает по знаниям головной боли, информация о которой хранится в файлах СИМПТОМ.TXT, DIAGNOZ.TXT, ЕТИОЛОГ.TXT. Логическое рассуждение происходит по правилам, разработанным в параграфе 4.3 от ГБ 1.1 по ГБ 3.8.

Данная подпрограмма функционирует почти без вмешательства пользователя. При этом он должен заполнить по необходимой информации вышеуказанные файлы.

Программа на 1-м этапе устанавливает диагноз по симптомам и характеристикам. На 2-ом этапе установленный диагноз подтверждается по особенности локализации «Длительность приступа и периодичностью».

В результате программа дает соответствующий диагноз или этиологию.

Если для установления диагноза информации не хватает, то ЭВМ дает следующее сообщение «Для установления диагнозов или этиологии информации недостаточно».

## 5.2. Разработка информационного обеспечения гибридных интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений

Основная информация хранится в виде файлов, которые заполняются до запуска комплекса программ. Все симптомы и признаки хранятся в файле SIMPTOM, который имеет следующий вид:

NSIMP	SIMP
-------	------

Здесь NSIMP- номер симптома, тип переменного integer; SIMP – наименование симптомов и показатели, тип переменного string.

Все возможные диагнозы хранятся в файле DIAGNOZ, который имеет следующую структуру:

NDIAG	DIAGIM
-------	--------

Здесь NDIAG – номер диагноза, тип переменного integer; DIAGIM- наименование диагноза, тип переменного string.

Все возможные рекомендации хранятся в файле RECOMEN, который имеет следующую структуру:

NREG	RECOM
------	-------

Здесь NREG – номер рекомендации, тип переменного integer; DIAGIM- наименование рекомендации, тип переменного string.

Если головная боль связана с другими заболеваниями, сопровождающимися головной болью, тогда определяются этиологии. Все возможные варианты этиологии хранятся в файле ETIOLOG, который имеет следующую структуру:

NETG	ETIOL
------	-------

Здесь NETG – номер этиологии, тип переменного integer; ETIOL - наименование этиологии, тип переменного string.

Остальная вся информация вводится в режиме диалога в процесс функционирования программы. Из них, которые заранее можно подготовить являются следующие информации:

$P2[i,j]$  – оценка экспертов по соответствию симптомов и диагнозов (для каждого эксперта).

$A[q]$  – вес экспертов ( $q=1,2,\dots,k$ ).

Содержание выше изложенных файлов на примеры инфаркта миокарда и болезни головной боли приведен в приложение.

### 5.3. Реализация программных средств на примере кардиологических и неврологических болезней

Реализацию программных средств СППДР сначала рассмотрим на кардиологических болезнях.

Файл SIMPTOM заполнен для 10 больных. Данные, заложенные в файл для каждого больного, изложены в приложении 1.

Файл DIAGIM содержит следующие данные:

NDIAG	DIAGIM
01	Инфаркт миокард
02	Перикардит
03	Миокард
04	Расслаивающая аневризма аорты
05	Пневмоторокс
06	ТЭЛА
07	Острый холецистит
08	Перенесенный инфаркт миокард
09	Исключения инфаркта миокарда

В файл RECOMEN заложен следующие данные:

NREC	RECOM
01	Дополнительные исследования
02	ЭхоКГ
03	КТ грудной клетки
04	Аортография
05	Рентгенография грудной клетки
06	Вентеляционно-перфузионная сцинтиграфия
07	Абдоминальное УЗИ

В диалоге вводили:

Количество симптомов – 23;

Количество диагнозов -8;

Количество экспертов -4;

Количество рекомендаций – 7.

Вес экспертов  $A[1]=A[2]=A[3]=A[4]=1$ .

Далее в диалоги со значением симптомов и признаков заполняется таблица с предлагаемой программой.

После того вводится оценка каждого эксперта, который приведен в приложении 2. Также после запроса комплекса программ вводится требуемая степень согласованности мнений экспертов в процентах.

Для всех допустимых значений по отклонению между априорными вероятностями и экспертными оценками вводили 0,1.

База содержит всю необходимую информацию, поэтому на все вопросы « В базе есть или нет ...» вводили 1.

После реализации программы на примере 10-ти больных, получили результаты диагноза.

Анализ показывает, что среди диагнозов одна ошибка, что подтверждает в среднем достоверность установленных диагнозов с помощью данной СПЦДР 90%.

Теперь рассмотрим данную программу для неврологической болезни на примере головной боли. Файл SIMPTOM заполнен для 8 больных.

**Файл DIAGIM содержит следующие данные:**

NDIAG	DIAGIM
01	Простая мигрень
02	Классическая мигрень
03	Лицевая мигрень
04	Хортановская головная боль
05	Психогенная головная боль
06	Невролгия тройничного нерва
07	Атипичная лицевая боль
08	Головная боль при синуситах



**В файл ETIOLOG заложены следующие данные:**

NETI	ETG
01	Суборохноидальное кровоизлияние, менингиты, патология шейного отдела позвоночника
02	Внутричерепное объемное образование, гидроцефалия, идиопатическая внутричерепная гипертензия Внутричерепное объемное образование
03	Разрыв аневризмы церебральной артерии, злокачественная гипертензия
04	Артериовенозная мальформация
05	Височный артериит
06	Невралгия тройничного нерва
07	Аневризма церебральной артерии
08	

В диалоге вводили следующие данные:

Количество симптомов – 51;

Количество диагнозов -8;

Количество экспертов -2;

Количество этиологии – 8.

Вес эксперты  $A[1]=A[2]=0,9$ ;  $A[3]=A[4]=0,7$ .

Для всех допустимых значений по отклонению между априорными вероятностями и экспертными оценками вводили 0,1.

После реализации программы получили результаты на примере 8 больных.

Анализ показывает, что среди них одна ошибка, то есть один диагноз не соответствует реальным диагнозам. Это показывает, что в этом случае достоверность диагноза составляет 87,5%.

#### **5.4. Выработка методических рекомендаций к применению интеллектуальных систем поддержки принятия диагностических решений для другого класса болезней**

Предлагаемый способ по созданию автоматизированной СППДР методологической точки зрения, является универсальный характер. По принципу работы алгоритма функционирование системы состоит из двух этапов.

Первый этап основан на многомерной матричной вероятностной модели, которая является пригодной для любого класса болезней. На

этом этапе достаточно заменить информационное обеспечение, как показано в главе 4 для кардиологической болезни и болезни головной боли.

Для применения данной СППДР для другого ОКБ основное внимание уделяется второму этапу, который основывается на логичном рассуждении экспертов.

Необходимо отметить, что алгоритм логичного рассуждения экспертов для одного ОКБ обязательно отличается от другого ОКБ, что связано со специфическими особенностями болезни.

По принципу общих структур комплекса алгоритма процесс принятия диагностического решения данной СППДР остается по-прежнему, как в рис.2.3. Для каждого ОКБ необходимо разработать свой алгоритм обсуждения по экспертным знаниям и добавить в базу алгоритмов [131].

В программные обеспечение также необходимо разрабатывать необходимые подпрограммы и добавить комплекс программ. Так как для  $n$  классов ОКБ программа содержит в себе  $n$  подпрограммы, как:  $DIAGLOG_1, DIAGLOG_2, DIAGLOG_3, \dots, DIAGLOG_n$ .

Каждая  $DIAGLOG_i$  соответствует  $i$ -му ОКБ. В частности в данном случае в программном обеспечении количество подпрограмм две:  $DIAGLOG_1$  – для кардиологических болезней,  $DIAGLOG_2$  – для головной боли.

Во всех случаях в комплексе программы работают две подпрограммы. Одной из них всегда  $MATVER$ , а второй будет одна из следующих подпрограмм:  $DIAGLOG_1, DIAGLOG_2, DIAGLOG_3, \dots, DIAGLOG_n$ .

#### **Выводы по главе.**

1. Структура информационного обеспечения интеллектуальной СППДР является пригодной для любого ОКБ, при этом каждый раз она заполняется конкретными данными к выбранному ОКБ.

2. В комплексе программы  $DIAGNOSTIKA$  подпрограмма  $MATVER$  имеет универсальный характер, а подпрограммы типа  $DIAGLOG$  предназначена для конкретного ОКБ. Поэтому универсальность программы  $DIAGNOSTIKA$  зависит на количества подпрограмм типа  $DIAGLOG$ .

3. Программа  $DIAGNOSTIKA$  реализована по одному классу кардиологической и неврологической болезней, что подтверждает достоверность диагнозов около 87–92%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам исследования в данной монографии были сделаны следующие выводы:

1. Системный подход медицинской диагностики, анализ методов, моделей и алгоритмов многократного подтверждения принятия диагностического решения основанной на гибридной технологии определили теоретические основы их своеобразные свойства и перспективы.

2. Многомерная матрично-вероятностная модель позволяет принимать коллегиальные диагностические решения по определенной вероятности больного с подозреваемым заболеванием и данная методика имеет универсальный характер для любого ОКБ, ее точность зависит от экспертной вероятностной оценки соответствия симптомов и диагнозов.

3. Логическая модель обработки информации обобщает в себе процесс многоуровневого рассуждения врача-эксперта по установлению диагноза. Обобщенность и достоверность результатов зависит от содержания БЗ. БЗ должна содержать группу решающих правил для выбранного ОКБ. В работе БЗ содержит в себе группу решающих правил по кардиологической и головной боли.

4. Комплексный алгоритм СППДР основан на гибридной технологии и функционирует с многократными подтверждениями диагнозов по результатам многоуровневого рассуждения.

5. Квазиоптимизация выбора диагностического решения в каждом моменте времени и управление процессом диагностирования решается с учетом результатов лечения больного, назначенных в предыдущих моментах наблюдения.

6. В комплексе программы DIAGNOSTIKA подпрограмма MATVER имеет универсальный характер, а подпрограммы типа DIAGLOG предназначены для конкретного ОКБ. Поэтому универсальность программы DIAGNOSTIKA зависит от количества подпрограмм типа DIAGLOG.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Основы моделирования и первичная обработка данных. – М.: Финансы и статистика, 1983, 374 с.
2. Аливи А.Л., Ташкенбаева Э.Н., Марданов Ф.М. Гиперурикемии в развитии эндотелиальной дисфункции у больных с ишемической болезнью сердца. Ежеквартальный научно-практический журнал «Вестник врача», Самарканд, 2008, №3, с.27–31.
3. Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальных систем. Баку: Чашыоглы. 2001, 33с.
4. Алпатов А.П., Прокопчук Ю.А., Костра В.В. Госпитальные информационные системы: архитектура, модели, решения. - Днепропетровск: УГХТУ, 2005. - 257 с.
5. Астанин С.В., Курейчик В.М., Попов Д.И., Кузьмицкий А.А. Интеллектуальная образовательная среда дистанционного обучения // Новости искусственного интеллекта. – 2003. – №1. – С.7–14.
6. Бекмуратов Т.Ф. Концептуальная модель алгоритмической системы нечеткого вывода// Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», 2006, № 6, с.3– 10.
7. Бекмуратов Т.Ф., Ходжимитова Г.М. Метод оценки согласованности информации в рассуждениях экспертов// Докл.АН РУз.,2001, «8–9, с.48–50.
8. Бекмуродов Т.Ф. Нечеткие модели задач поддержки принятия решений при управлении в условиях неопределенности.// Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», 2005, № 6, с.3–11.
9. Бекмуродов Т.Ф., Хожиматова Г.М. Метод представления нечетких высказываний в интеллектуальных системах принятия решений.// Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики»,2005, №1,с.10–15.
10. Бекмуродов Т.Ф., Хожиматова Г.М. Метод принятия решений на основе оценки близости в суждениях экспертов.// Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», 2003, № 1, с.3–7.
11. Беллман Р. Математические методы в медицине / Р. Беллман. – М.: Мир,1987. - 200 с.
12. Благуш П.П. Факторный анализ с обобщениями / П.П. Благуш. – М.: Финансы и статистика, 1989.– 246 с.
13. Боровиков В.П. Statistica. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows / В.П. Боровиков, И.П. Боровиков. – М.: Информационно- издательский дом «Филин», 1997. – 608 с.
14. Брейкин Т.В., Камалова Л.З., Попкова С.Я., Карташевская А.А. Проектирование экспертных систем медицинской диагностики на базе нечет-

кой логики с применением методов системного моделирования // Управление в сложных системах. Уфа. - 1999. - С. 127–134.

15. Бураковский В.И., Бокерия Л.А., Газизова Д.Ш., Лищук В.А., Люде М.Н., Работников В.С., Соколов М.В., Цховребов С.В. Компьютерная технология интенсивного лечения: контроль, анализ, диагностика, лечение, обучение. - М.: 1995. – 85 с.

16. Вардосанидзе С.Л. Управление качеством лечебно-диагностического процесса с многопрофильном лечебно-профилактическом учреждении/ С.Л.Вардосанидзе // Экономика здравоохранения. - 2002. - № 11. - С. 5–6.

17. Вахобова У.К. Клиническое течение инфаркта миокарда. Ежеквартальный научно-практический журнал «Вестник врача», Самарканд, 2008, №3, с.3–5.

18. Вигерс, Карл. Разработка требований к программному обеспечению. Москва : Microsoft Press, 554 с., 2004.

19. Виноградов А.В. Дифференциальный диагноз внутренних болезней: справочное руководство для врачей. - М.: Медицина, 1987.

20. Воробьев С.А. Методы структурного анализа экспериментальных кривых с участками повторяющейся формы при неизвестных параметрах модели // Автоматизация и современные технологии. – 1997. – №9. – С. 26.

21. Воробьев С.А. Структурный анализ экспериментальных кривых при параллельном оценивании неизвестных параметров модели // Автоматизация и современные технологии. – 1997. – №11. – С. 13–16.

22. Гаврилов А.В. Гибридные интеллектуальные системы. -Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. — 168 с.

23. Г.И. Назаренко, Я.И. Гулиев, Д.Е. Ермаков. Медицинские информационные системы: теория и практика. -Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 320 с.

24. Гельман В., Шульга О., Бузанов Д. Интернет в медицине - С.-Пб.: Сократ, 2003. - 320 с.

25. Гельман В.Я. Медицинская информатика: практикум (2-е изд.). - С.-Пб.: Питер, 2002. - 480 с.

26. Гельфанд И.М., Розенфельд Б.И., Шифрин М.А. Очерки о совместной работе математиков и врачей . - М. УРСС, 2004. -217с.

27. Генкин А.А. Новая информационная технология анализа медицинских данных (программный комплекс ОМИС). - С.-Пб.: Политехника, 1999. -191 с.

28. Генкин А.А. Парные коэффициенты корреляции клинико-лабораторных признаков: артефакты и трудности интерпретации / А.А. Генкин // Клиническая лабораторная диагностика – 1993. – №6. – С.71–73.

29. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. — М., Практика, 1998. — 459 с.
30. Голенков В.В., Емельянов В.В., Тарасов В.Б. Виртуальные кафедры и интеллектуальные обучающие системы // Новости искусственного интеллекта. — 2001. — №4. — С.3–13.
31. Гринхальх Т. Основы доказательной медицины. Пер. с англ. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004, 240 с.
32. Грушо, А.А. и Е.Е.Тимонина. Теоретические основы защиты информации. Москва : Изд. агентства «Яхтсмен», 1996, стр. 188.
33. Гусев А.В. Обзор рынка комплексных медицинских информационных систем / «Врач и информационные технологии», №6, 2009, с. 4–17.
34. Гусев А.В. Медицинские информационные системы: состояние, уровень использования и тенденции / Врач и информационные технологии, №3, 2011 г. стр. 6-14 .
35. Гусев А.В. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, тренды /Врач и информационные технологии, №3, 2012 г. стр. 6–5.
36. Гусев А. В., Романов Ф. А., Дуданов И. П., Воронин А. В. Информационные системы в здравоохранении. Петрозаводск: Изд-во Пет-рГУ, 2002. - 120 с.
37. Гулиев Я. И., Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Фохт О. А., Тавлыбаев Э. Ф., Вахрина А. Ю.. Оценка экономической эффективности в медицинских информационных системах// Программные системы: теория и приложения. № 4(13), 2012, с.3–16.
38. Гулиев Я. И., Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В. Экономическая эффективность информационных систем в медицине // Менеджер здравоохранения, 2009, № 4, с.52–64.
39. Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Гулиев Я. И. Вопросы эффективности информационных технологий в медицине // Врач и информационные технологии, 2011, № 5, с.6–18.
40. Гулиева И. Ф., Рюмина Е. В., Гулиев Я. И. Медицинские информационные системы: затраты и выгоды // Врач и информационные технологии, 2009, № 3, с.4–18.
41. Дабагов, А. Р. Современная цифровая радиология и диагностика как синтез новейших методов связи, обработки и анализа данных. Труды III Всероссийской конференции «Радиолокация и радиосвязь». 2009 г., Т. 2, стр. 204–208.
42. Дартау Л.А., Мизерницкий Ю.Л, Стефанюк А.Р. Здоровье человека и качество жизни: проблемы и особенности управления. М.: СИНТЕГ, 2009. — 400 с.

43. Дейт, К. Дж. Введение в системы баз данных. 8-е издание. Москва Спб Киев : Вильямс, 2005, 1327 с.
44. Демидова Л. А., Титов С.Б. Подход к проблеме нечеткой кластеризации в условиях неопределенности выбора целевой функции // Вестник РГРТУ. – Рязань, 2009. – №3 (выпуск 29). – С. 54–60
45. Джарратано Джозеф, Райли Гари «Экспертные системы: принципы разработки и программирование» : Пер. с англ. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1152 стр.с ил.
46. Дрейпер Норман, Смит Гарри Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия . - М.: «Диалектика», 2007. - С. 912.
47. Дюк В., Эммануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. СПб.: Питер, 2003. - 528 с.
48. Егорова Ю.В. Информационная система поддержки принятия лечебно-диагностических решений на основе формализации профессионального знания. Вестник Уфимского Государственного Авиационного Технического Университета, том 9, № 7. 2007. С.74–79.
49. Еремеев А.П., Троицкий В.В. Модели представления временных зависимостей в интеллектуальных системах поддержки принятия решений// Известия РАН, Теория и система управления. -2003, № 5, с.75–88.
50. Есенин-Вольпин А.С. О теории диспутов и логике доверия // Философия. Логика. Поэзия. Защита прав человека: Избранное. - М.: Рос. гос. гуманитар. ун-т, 1999. - С.178–192.
51. Есенин-Вольпин А.С. О теории модальностей // Философия. Логика. Поэзия. Защита прав человека: Избранное. - М.: Рос. гос. гуманитар. ун-т, 1999. - С.165–177.
52. Есенин-Вольпин А.С. Об антитрадиционной (ультраинтуиционистской) программе оснований математики и естественнонаучном мышлении // Семиотика и информатика. - 1993. - Вып.33. - С.13–67.
53. Жарко В.И., Цыбин А.К., Малахова И.В. и др. // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2006. № 4. – С. 3–7.
54. Жмудяк М.Л. Критерий эффективности диагностики // Ползуновский альманах. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2002. №1-2. –с. 55–56.
55. Жмудяк М.Л., Повалихин А.Н., Лев Г.Ш. Применение вероятностных методов в диагностике // Дискретный анализ и исследование операций: материалы конференции, –Новосибирск: Изд. ин-та математики, 2004.–с. 203.
56. Жмудяк М.Л., Повалихин А.Н., Стребуков А.В. и др. Диагностика заболеваний методами теории вероятностей // Алт. гос. тех. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2006. 168 с.
57. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. - С.-Пб.: Фолиант, 2003. 432 с.

58. Затурофф К. Симптомы внутренних болезней. – М.: Практика, 1997, 439с.

59. Зекий О.Е. Автоматизация здравоохранения. - М.: Новости, 2001. - 400 с.

60. З.Ф.Исмаилов, Э.Н. Курталиев, Ш.У. Ураков, Ф.У. Хайдарова, З.М.Хамидов, Г.Ходжаев. О возможности использования родамина в для диагностики некоторых заболеваний человека //III Международная конференция по молекулярной спектроскопии. Тезисы докладов. Самарканд: Изд-во СамГУ, 2006. – с.142.

61. Казиев В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем 2-е изд. 2-е. Москва : Бином-Пресс, 2007.

62. Клачек П.М., Корягин С.И., Колесников А.В., Минкова Е.С. Гибридные адаптивные интеллектуальные системы. Ч. 1: Теория и технология разработки: монография. – Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. – 374 с.

63. Кобринский Б.А. Системы поддержки принятия решений в здравоохранении и обучении. //Врач и информ. технол. 2010. №2. –С.39–45.

64. Кобринский Б.А. К вопросу о формальном отражении образного мышления и интуиции специалиста в слабо структурированной предметной области //Новости искусственного интеллекта. 1998. №3. - С.64–76.

65. Кобринский Б.А. Консультативные интеллектуальные медицинские системы: классификации, принципы построения, эффективность // Врач и информационные технологии. 2008. №2. –С.38–47.

66. Кобринский Б.А. Логика и интуиция специалиста в медицинских системах искусственного интеллекта // Научная сессия МИФИ-2000: Сб. науч. тр. Т.3. – М., 2000. - С.64–65.

67. Кобринский Б.А. Нечеткая логика в анализе образных представлений в медицинских системах искусственного интеллекта // Междунар. конф. по мягким вычислениям и измерениям: Сб. докл. Т.1. - СПб. 1998. - С. 233–235.

68. Кобринский Б.А. Ретроспективный анализ медицинских экспертных систем//Новости искусственного интеллекта. 2005. №2.–с.6–17.

69. Кобринский Б.А., Зарубина Т.В. Медицинская информатика. – М: «Академия», 2009. – 558 с.

70. Кобринский Б.А., Зарубина Т.В. Проблемы взаимопонимание: термины и определения медицинской информатики// Врач и информационные технологии. 2009. №1. – С.51–52.

71. Кобринский Б.А., Казанцева Л.З., Фельдман А.Е. Автоматизированные системы дифференциальной диагностики наследственных заболеваний // Наследственная патология человека / Под общ. ред. Ю.Е. Вельтищева и Н.П. Бочкова. Т.II. – М., 1992. - С.229–239.



72. Кобринский Б.А., Фельдман А.Е. Анализ и учет ассоциативных знаний в медицинских экспертных системах // Новости искусственного интеллекта. 1995. №3. - С.90–96.
73. Ковальский Р. Логика в решении проблем. –М.: 1996, 286 с.
74. Колесников А.В. Гибридные интеллектуальные системы: Теория и технология разработки / Под ред. А.М. Яшина. — СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 711 с.
75. Колесников А.В., Кириков И.А. Методология и технология решения сложных задач методами функциональных гибридных интеллектуальных систем. – М.: ИПИ РАН, 2007. 387 с.
76. Котов Ю.Б. Методы формализации профессионального знания врача в задачах медицинской диагностики. Научно-практический журнал «Врач и информационные технологии». –М.: Издатель ООО Издательский дом «Менеджер здравоохранения», 2005, №1, с. 62–68.
77. Котов Ю.Б. Новые математические подходы к задачам медицинской диагностики. – М.: УРСС, 2004, 67с.
78. Кулик Б.А. Основные принципы философии здравого смысла (познавательный аспект) // Новости искусственного интеллекта. 1996. № 3. с. 7–91.
79. Кэри Ч., Ли Х., Велтье К. Терапевтический справочник Вашингтонского университета. Перевод с английского. Редакторы перевода: Д.В. Самойлов, к. м. н. М.А. Осипов. Москва, «Практика», 2000, 724 с.
80. Лебедева Г.С., Симакова О.В., Мухина Ю.Ю. Информационные технологии в медицине 2009-2010. Москва : ЗАО ИПРЖР, 2010. 52 с.
81. Левенец Е.В. Рассуждения по аналогии // Логика и компьютер. 2: Логические языки, содержательные рассуждения и методы поиска доказательств. – М.: Наука, 1995. - С. 99–112.
82. Леффингуелл, Дин. Принципы работы с требованиями к программному обеспечению. Киев : Изд. дом Вильямс, 445 с. 2002.
83. Лищук В.А. Информатизация клинической медицины // Научно-методический журнал «Клиническая информатика и телемедицина». № 1, 2004. – С. 17 – 27.
84. Лукашевич И.П., Сыркин А.Л. Проблема получения и передачи медицинских знаний // Компьютерная хроника. 1994. №8-9. - С.39–43.
85. Лукьянова Е.А. Медицинская статистика. –М.: РУДН, 2002. – 246 с.
86. Медик В.А., Фишман Б.Б., Токмачев М.С. Руководство по статистике в медицине и биологии. В 2-х томах. Т. 1. – М.: Медицина, 2000. 412 с.
87. Мельникова О.А., Петров А.Ю., Хафизова А.В. Оценка согласованности мнений экспертов при проведении метода экспертной оценки в

службе медицины катастроф // Успехи современного естествознания. 2013. № 6 . – С. 54–57.

88. Москаленко Ф.М., Черняховская М.Ю. Формирование баз знаний о заболеваниях на основе онтологии медицины. // Информатика и системы управления. Материалы III научной конференции «Системный анализ в медицине». – Благовещенск. 2009. №4(22). - С. 200–202.

89. Навиков О.Б. Роль системы поддержки принятия решений «Медицинские параметры человека в условиях длительной изоляции» в определении качества жизни на изолированных объектах. –М.: Журнал «Качество и жизнь», №7, 2007. с.44–46.

90. Новосельцев В.И., Тарасов Б.В., Голиков В.К., Демин Б.Е. Теоретические основы системного анализа. –Москва: Майор, 2006.

91. Назаренко Г. И., Гулиев Я. И., Ермаков Д. Е. Медицинские информационные системы: теория и практика. Под редакцией Г. И. Назаренко, Г. С. Осипова. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. 320 с.

92. Назаренко Г. И., Осипов Г. С. Медицинские информационные системы и искусственный интеллект. Вып. 3: Науч. пособ. М.: Медицина , 2003. 320 с.

93. Орлов А. И. Прикладная статистика. –М.: Экзамен, 2006. 671 с.

94. Осипов Г.С. Приобретение знания интеллектуальными системами. –М.: Наука, -Физматлит, 1997. 227 с.

95. Павлушко И.В. Основы высшей математики и математической статистики. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. 424 с.

96. Парангашвили Л.З., Абрамов Н.А., Спирадонов В.Ф. и др. Поиск подходов к решению проблем. –М.: СИНТЕГ, 1999. 284 с.

97. Перегунов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. –М.: Высшая школа, 1989. 584 с.

98. Петри А., Сэбин К. Наглядная статистика в медицине. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2003. 144 с.

99. Питер Роб, Карлос Коронел. Системы баз данных: проектирование, реализация и управление. 5-е издание. Спб : БХВ-Петербург, 2004, 1024 с.

100. Плаксин М.А., Решетников И.П. Мягкие вычисления при диагностике заболеваний // Труды Международного семинара «Мягкие вычисления-96». – Казань, 1996. – С.166–169.

101. Платонов А.Е. Статистический анализ в медицине и биологии: задачи, терминология, логика, компьютерные методы. -М.:РАМН, 2000. 52 с.

102. Повалихин А.Н., Жмудяк М.Л., Стребуков А.В. и др. Использование двумерных распределений для диагностики по методу Байеса // Материалы пятой городской научно-практической конференции молодых ученых, 20–21 ноября 2003 г. – Барнаул, 2003. – С. 339–340.

103. Повалихин А.Н., Жмудяк М.Л., Стребуков А.В. и др. Адаптация метода Байеса к медицинской диагностике // Математическое образование на Алтае: труды науч.-метод. конф. (МОНА-2002). – Барнаул: Изд-во БГПУ, 2002. – С. 31–32.
104. Повалихин А.Н., Жмудяк М.Л., Стребуков А.В. и др. Результаты диагностики механической и паренхиматозной желтух // Математическое образование на Алтае: труды науч.-метод. конф. (МОНА-2001). – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. – С. 81–83.
105. Повалихин А.Н., Стребуков А.В., Жмудяк М.Л., Жмудяк А.Л. Программа диагностики и прогноза (и её использование для дифференциальной диагностики механической и паренхиматозной желтух) // Материалы пятой городской научно-практической конференции молодых ученых, 20-21 ноября 2003г. – Барнаул, 2003. – С. 169–170.
106. Поворознюк А.И. Интеллектуальная система поддержки принятия решений в медицине [Текст] / А.И. Поворознюк // Материалы XIII международной конференции с автоматического управления (Автоматика 2006), г.Винница 25–28 сентября 2006 г. - Винница: УНИ-ВЕРСУМ-Винница, 2007. С. 364–368.
107. Подольная М.А., Таперова Л.Н. Проектирование медицинской диагностической системы на основе модели нечеткого логического вывода. Восьмая Национальная конф. по искусств. интеллекту с междунар.уч.: Тр. конф. Т.2. М.: Физматлит, 2002. С.641–646.
108. Подольная М.А., Таперова Л.Н. Особенности проектирования медицинских диагностических систем // Информационные технологии в здравоохранении. 2002. №8-10. С.10–11.
109. Поспелов Д.А. Моделирование рассуждений. Опыт анализа мыслительных актов. - М.: Радио и связь, 1989.
110. Представление и использование знаний / под ред. Х. Уэно, М. Исудзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
111. Приходина Л.С., Марьянчик Б.В., Длин В.В. Игнатова М.С. Компьютерная система и нефротренажер для дифференциальной диагностики заболеваний почек у детей с синдромом гематурии // Информационные технологии в здравоохранении. – 2002. – №8-10. – С.16–17.
112. Рассел Б. Философия логического атомизма (1918) // Философия логического атомизма. - Томск: Изд-во «Водолей», 1999. - С.3–108.
113. Рахимжонов З.Ё. Тизимли ёндашувга бугунги нигох. Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики», 2010, № 2, с.54–68.
114. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М.: Медиа Сфера, 2002. – 312 с.

115. Ригельман Р. Как избежать врачебных ошибок. Книга практикующего врача: Пер. с англ. - М.: Практика, 1994.

116. Рябов Г.А. Синдромы критических состояний. –М.: Медицина, 1998, -368 с.

117. Самуэльс М. Неврология. . Пер. с англ.-М.: Практика, 1997, -574с.

118. Сараев А. Д., Щербина О. А. Системный анализ и современные информационные технологии //Труды Крымской Академии наук. - Симферополь: СОНАТ, 2006. - С. 47–59.

119. Саттон, Майкл. Корпоративный документооборот: Принципы, технологии, методология внедрения. Спб : Азбука, 2002, 448 с.

120. Сафаров Т.С., Махмудов З.М., Бахрамов Р.Р. Об одном вопросе построения автоматизированной системы управления процесса диагностирования и лечения больного. Материалы республиканской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития информационных технологии». Ташкент, 2011, с.200–203.

121. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Организация иерархической структуры базы знаний и их применение в медицинской диагностике.// Узбекский журнал «Проблемы информатики и энергетики». Ташкент, 2011, №6. С.45–48.

122. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Алгоритмическое обеспечение советующих систем медицинской диагностики.// «Информатика ва энергетика муаммолари» Узбекистон журнали. Тошкент, 2010, №2, 81–86-бетлар.

123. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Система поддержки принятия диагностических решений и их реализация для дифференциальной диагностики одного класса болезни // Материалы XXI Международной научно-практической интернет – конференции «Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации»: Сб. науч. трудов. – Переяслав-Хмельницкий, 2017. – Вып. 21. – с.776–779.

124. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Матричная вероятностная модель для создания советующих систем медицинской диагностики.// «Ёш математикларнинг янги теоремалари» республика илмий анжуманининг материаллари. Наманган, 2009, 32–34-бетлар.

125. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Методики автоматизации оценки состояния больного в клинических условиях// «Вестник врача» Ежеквартальный научно-практический журнал. Самарканд, 2008, №3, с.86.

126. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Об одном методе построения советующих систем для медицинской диагностики.// «Информатика ва энергетика муаммолари» Узбекистон журнали. Тошкент, 2008, № 4, 58–60-бетлар.

127. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Организации базы знания и их применение в процессе диагностирования головной боли. Доклады республи-

канской научно-технической конференции «Современное состояние и перспективы развития информационных технологий». Том II. Ташкент, 2011, с.204–208.

128. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Системный подход компьютерной поддержки врачебной деятельности в клинических условиях. // Журнал «Техника и технология» №3.2009, -М.: Изд«Компания спутник+», с.43–45.

129. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У., Мелиев Ф.Ф. Комплекс программных средств автоматизации процесса медицинской диагностики. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ. № DGU 02496. Ташкент, 2012.

130. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Автоматизации управления процесса принятия диагностических решений и их значение в учебном процессе медицинских вузов. // Наманган, Республика илмий- амалий конференция материаллари., 2011. 268–269-бетлар.

131. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Об одном методе расширения универсальности медицинских диагностических систем. // Журнал «Проблемы информатики и энергетики», Изд-во «Фан» АН РУз. - Ташкент, 2014, № 5, с.

132. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Информационно-коммуникационные технологии в принятии коллегиальных диагностических решений. // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции. Ташкент, ТАТУ, 2016. С.165–167

133. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Современные подходы к развитию медицинских услуг с применением информационно-коммуникационной технологии. // Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции. Самарканд, ТАТУ СФ, 2016.

134. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Интегральный показатель отбора экспертов для принятия коллегиальных диагностических решений. // Тошкент давлат техника университети хабарлари журнали. Тошкент, 2016, №\_\_ С.\_\_

135. Сафаров Т.С., Ураков Ш.У. Методы управления движением информационного потока в клинике с учетом лечебно-диагностического процесса. // Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики. Ташкент, 2016, №3 С.65–69.

136. Сергиев В.П. Реализация матричной модели данных в иерархических структурах. Электронный математический и медико-биологический журнал. 2007, Т.6-Вып.2.с.47–51.

137. Спманков В.С., Халафян А.А. Системный анализ и современные информационные технологии в медицинских системах поддержки принятия решений. – М.: ООО «БиномПресс», 2009. – 362 с.

138. Синицын В.Е., Морозов С.П. Медицина в Интернете. –М.: Издательский дом «Видар-М». 2003. - 104 с.

139. Славин М.Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях . – М.: – Медицина, 1989.– 304 с.
140. Степанов А.Т. Разработка управленческого решения средствами пакета Excel. –СПб., 2001. –172 с.
141. Сыркин А.Л. Инфаркт миокарда. –М.: Медицина, 1997. –321 с.
142. Тавровский В.М. Автоматизация лечебно-диагностического процесса.– Тюмень: Вектор Бук, 2009. – 464 с.
143. Таран Т.А. Технология обучения понятиям в интеллектуальных обучающих системах // Новости искусственного интеллекта. – 2003. – №6. – С.18–23.
144. Таран Т.А. Формализация рассуждений на основе аргументации при принятии решений в конфликтных ситуациях // НТИ. Сер. 2. 1998. №9. - С.23–33.
145. Техомеров М.М. Системы информационной и интеллектуальной поддержки управленческой деятельности. М.: Изд. РАГС, 1995, 229 с.
146. Техонова А.Н. Методы математического моделирования и вычислительной диагностики. –М.: Высшая школа, 1997. 243 с.
147. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам: пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
148. Ураков Ш.У. Применение метода кластеризации для принятия диагностического решения по результатам наблюдения больного. Материалы научно-практической конференции молодых ученых Самаркандского государственного медицинского института. , Самарканд, СамМИ, 2008, с. 151–152.
149. Ураков Ш.У. Алгоритмическое и программное обеспечение автоматизированной системы поддержки принятия диагностических решений.// ТАТУСФ Ахборот коммуникация технологияларининг хозирги замон ривожланиш боскичида мутахассиснинг касбий компетентлигини мукаммаллаштириш. Илмий-амалий конференция материаллари. Самарканд, 2013. с. 124–126.
150. Ураков Ш.У. Моделирование движение информационных потоков в клинике. // ТАТУ хабарлари журнали. Тошкент, 2016, №1, С. 30–36.
151. Ураков Ш.У. Алгоритмическое обеспечение медицинских информационных систем клиники. // ЎзФАнинг Қарақалпоқ бўлими «Вестник Каракалпакского регионального отделения АНРУз» журнали. Қарақалпоқ, 2016, №3 С. 32–36
152. Ураков Ш.У. Ураков Ш.У. Развитие услуг в области здравоохранения на основе информационных технологий. // Тошкент давлат техника университети хабарлари журнали. Тошкент, 2016, №2 С. 53–58.

153. Ураков Ш.У. Единое информационное пространство лечебно-профилактического учреждения. // "UNICON.UZ", Фан-техника ва маркетинг тадкикотлари маркази ДУК журнали. Ташкент, 2016, №2, С.54–59.
154. Финн В.К. JSM-рассуждение как синтез познавательных процедур // 3-я Междунар. конф. «Информационные ресурсы. Интеграция. Технологии»: Матер. конф. – М., 1997. – С.207–208.
155. Финн В.К. Интеллектуальные системы: проблемы их развития и социальные последствия // Будущее искусственного интеллекта. – М.: Наука, 1991. – С.157–177.
156. Финн В.К. Об интеллектуальных системах автоматизированной поддержки научных исследований // НТИ. Сер.2. 1996. №5-6. – С.1–2.
157. Финн В.К. Об одном варианте логики аргументации // НТИ. Сер.2. 1996. № 5–6. – С.3–19.
158. Хай Г.А. Компьютерная поддержка работы врача // Информационные технологии в здравоохранении. 2001. № 10–12. – С.10–11.
159. Хэгглин Р. Дифференциальная диагностика внутренних болезней. –М.: Фирма «Миклош», изд-во Инженер», 1993.
160. Чеченин Г.И. Системный подход и системный анализ в здравоохранении и медицине. Новокузнецк. 2002, -312с.
161. Чернышева Т.Ю. Иерархическая модель оценки и отбора экспертов.// Управление, вычислительная техника и информатика. Доклады ТУСУРа, №1 (19), часть 1, 2009, – С. 168–173.
162. Шмитц Х.Х., Джэмс Ч.А. Обработка внешней информации в здравоохранении // Социологические исследования. 1995. №12. -с.126–130.
163. Druzdzal M. J., Flynn R. R. Decision Support Systems. Encyclopedia of Library and Information Science. – A. Kent, Marcel Dekker, Inc., 1999.
164. Eremeev A., Varshavsky P. Methods and Tools for Reasoning by Analogy in Intelligent Decision Support Systems // Proc. of the International Conference on Dependability of Computer Systems. Szklarska Poreba, Poland, 14-16 June, 2007, IEEE, P.161–168.
165. Lance J.M. Mechanism and management of Headache. (5th.ed). London: Butterworth, 1999, 278p.
166. Marakas G. M. Decision support systems in the twenty-first century. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1999.
167. Maryanchik B.V. Proceedings of the 1-st International Workshop of Central and Eastern Europe on Multy-Agent System CEEMAS'99 / The Multy-agent System "Arrow" for the Development of Personal Sequential Diagnostics Systems in Medicine and Engineering. – 1999. – St.Peterburg, Russia. – P. 337–339.
168. Medsker L.R. Hybrid Intelligent Systems. — Boston: Kluwer Academic Publishers, 1995. – 298 с.

169. Negnevitsky M. Artificial Intelligence. A guide to intelligent systems. – Harlow, England: Addison-Wesley, 2005. - 249 c.

170. Castillo O., Mellin P. Hybrid Intelligent Systems. – Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2006. – 276 c.

171. Thomas S. V., Kurup J. R., Kuruvilla A. An expert system for the diagnosis of epilepsy: results of a clinical trial / Natl Med J India. – 2001. – Sep-Oct;14(5). – P. 274–276.

172. Turban E. Decision Support and expert Systems: management Support Systems. – Englewood Cliffs, №1, Prentice Hall, 1995. P.7–11.

173. Wille R., Ganter D. Formal concept analysis. – Berlin: Springer-Verlag, 1999.

174. Wermter S., Sun R. Hybrid Neural Systems. – Heidelberg, Germany: Springer-Verlag, 2000. -254 c.



**САФАРОВ Т.С., УРАКОВ Ш.У.**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ  
ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ МЕДИЦИНСКИХ  
ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА  
ОСНОВЕ ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Редактор	<i>М. Алимов</i>
Корректор	<i>Э. Муратов</i>
Компьютерная верстка	<i>К. Голдобина</i>

Издательская лицензия АИ № 247, 02.10.2013.  
Подписано в печать 27.07.2020. Формат 60×84<sup>1/16</sup>.  
Гарнитура «Times New Roman». Печать офсетная.  
Печатных листов 8,83. Издательских листов 8,16.  
Тираж 300 экз. Заказ № 65.

Отпечатано в типографии ООО «TURON-MATBAA».  
Ташкент, Алмазарский район, ул. Талабалар, дом 2.



**Сафаров Ганшулат Сафарович**

Доктор технических наук, профессор Самаркандского

Государственного Мединского института

Самаркандского филиала ТУИИ имени ал-Хоразми. Родился в

1953-м году 14-го мая в Капкаурганском районе

Самаркандской области. По национальности – узбек.

Образование высшее. Специальность – математик. В 1975 –м

году закончил факультет Механики-математики Самаркандского

государственного университета. Автор более 200 научных и

методических работ.



**Ураев Шокир Утаевич**

Заместитель декана факультета Мединской педагогики

Самаркандского Государственного института, доктор философии

по техническим наукам (PhD) старший научный сотрудник. Родился в 1974-

м году 17 мая в Шахризабском районе Кашкадарьинской

области. По национальности – узбек. Образование высшее

Специальность Физика электротехника

В 1998-м году закончил факультет физики Самаркандского

государственного университета.

Автор более 80-ти научных и методических работ.

ISBN 978-9943-5118-9-7



9 789943 511897