

На правах рукописи



ЮРЬЕВА Ксения Александровна

**МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ДИАГНОСТИКИ
И ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОГО АДНЕКСИТА
НА ОСНОВЕ МНОГОВАРИАНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
И АДАПТИВНОГО ПОДХОДА**

Специальность: 05.11.17 – Приборы, системы и изделия
медицинского назначения

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Курск – 2012

Работа выполнена в Воронежском государственном техническом университете на кафедре системного анализа и управления в медицинских системах

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор
Коровин Евгений Николаевич

Официальные оппоненты:

Филист Сергей Алексеевич
доктор технических наук, профессор,
Юго-Западный государственный
университет, профессор кафедры
биомедицинской инженерии

Работкина Ольга Евгеньевна
доктор технических наук, доцент,
Воронежский институт государственной
противопожарной службы МЧС России,
профессор кафедры гражданской защиты

Ведущая организация

Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет

Защита состоится «18» января 2013 г. в 15-00 часов в конференц-зале на заседании диссертационного совета Д 212.105.08 при Юго-Западном государственном университете по адресу: 305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Юго-Западного государственного университета.

Автореферат разослан «17» декабря 2012 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д. 212.105.08
д-р мед. наук, профессор



Снопков В.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проблема гинекологических заболеваний является в настоящее время актуальной не только в России, но и во всем мире. Частота заболеваний и количество операций, связанных с ними, все время растут. Хронический аднексит, или сальпингоофорит, является наиболее распространенной патологией среди воспалительных заболеваний органов малого таза. По материалам ВОЗ среди женщин до 30 лет данная нозология встречается в 37-48% случаев.

Осуществление отбора признаков для диагностики хронического аднексита является необходимой процедурой, поскольку для решения классификационной задачи должны быть отобраны сведения, несущие полезную для данной задачи информацию. Диагностика гинекологических заболеваний строится на большом количестве различных признаков, в связи с чем встает вопрос о применении математических методов для обработки данных, что может значительно ускорить процесс постановки диагноза и выбора тактики лечения.

Помимо традиционных методов диагностики – клинических, лабораторных, инструментальных, в настоящее время стали использоваться методы акупунктурой диагностики. Многие исследователи склонны рассматривать систему акупунктурных точек, как биоэнергетическую и информационную систему. Зоны повышенной биологической активности - точки акупунктуры - являются одним из механизмов в функциональной системе адаптивной регуляции. Каждая точка акупунктуры обладает преимущественной связью с определенным органом или системой, что позволяет рассматривать точки акупунктуры как каналы информации о состоянии организма.

Для оценки активности каналов в настоящее время широко применяются различные замеры электрической активности или сопротивления в биологически активных точках. На наш взгляд, преимущество имеет метод термопунктурного исследования по тесту Акабане, в котором воздействие на точки производится с помощью точечного светодиода, к которому подводится импульсное напряжение, синхронизированное посредством специальной электронной системы слежения строго в такт с пульсовой волной.

Важной составляющей консервативного лечения больных хроническим аднекситом является физиотерапия, от дифференцированного подбора слагаемых которой существенно зависят результаты реабилитации. Использование физических факторов при лечении больных хроническим аднекситом позволяет избежать неблагоприятных моментов фармакологического воздействия, снизить дозу и продолжительность приема лекарственных препаратов.

Наряду с тем, что физиотерапия широко используется для лечения данного вида патологии, выбор конкретного метода зачастую является случайным и не всегда приводит к желаемому результату. Для оптимизации физиотерапевтического лечения необходима количественная оценка действия каждого физического

фактора для подбора наиболее эффективного метода физиотерапевтического лечения, его дозирования с учетом индивидуальной реакции организма.

Отсутствие объективных способов оценки действия физиотерапевтических факторов, а также выраженности изменений механизмов регуляции при их применении диктует необходимость разработки нового способа оценки их действия, оптимально соответствующего современным требованиям клиники. Анализ исследований показывает, что в качестве возможных методик могут быть применены мониторинг результатов термопунктурной канальной диагностики, математические и статистические методы.

Таким образом, актуальная научно-техническая задача диссертации заключается в необходимости разработки методов интеллектуальной поддержки процессов диагностики и лечения хронического аднексита на основе математических моделей и алгоритмов.

Диссертация выполнена в соответствии с основным научным направлением ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» «Вычислительные комплексы и проблемно-ориентированные системы управления» при выполнении НИР ГБ 2010.27 «Моделирование и управление процессами в здравоохранении».

Цель и задачи исследования. Целью диссертации является разработка методов, моделей и алгоритмов, повышающих эффективность процесса принятия решений при диагностике и лечении хронического аднексита с использованием термопунктурной канальной диагностики, позволяющих мониторить терапевтические эффекты для выработки рациональной тактики физической терапии больных.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести выбор наиболее значимых признаков при диагностике хронического аднексита и исследовать возможность использования метода акупунктурной диагностики для выявления закономерностей формирования ответных реакций организма на заболевание на основе корреляционного и регрессионного анализа;
- разработать математическую модель процесса диагностики хронического аднексита с использованием дискриминантного анализа;
- разработать метод выбора физиотерапевтического лечения хронического аднексита с учетом индивидуальных особенностей пациенток и исходных показателей теста Акабана на основе нейросетевого моделирования и установить эффективность лечебного воздействия при назначении различных физиотерапевтических процедур;
- построить алгоритм выбора тактики лечения хронического аднексита с учетом динамики показателей термопунктурной диагностики на основе адаптивного подхода;
- построить сетевую модель на основе сетей Петри, позволяющую принимать решения при планировании диагностического и лечебного процессов хронического аднексита;

– создать автоматизированную систему моделирования и управления процессами диагностики и выбора метода физиотерапевтического лечения хронического аднексита и провести ее клиническую апробацию.

Объект исследования. Пациентки, нуждающиеся в диагностике и лечении хронического аднексита.

Предмет исследования. Методы, модели и алгоритмы диагностики и лечения хронического аднексита.

Содержание диссертации соответствует п. 1 «Исследование, разработка и создание медицинской техники, изделий, инструментов, методов и способов диагностики и лечения человека, которые рассматриваются как средства восстановления нарушенной поливариантной системы, представление которой возможно математической, физико- и биотехнической, механической моделью, а также энергетической, физико-химической, химической, электрохимической моделью и т.д.» паспорта специальности 05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Методы исследования. В работе использовались методы экспертного оценивания, системного анализа, имитационного моделирования, математической статистики и теории управления биосистемами, нейросетевого моделирования и адаптивных алгоритмов. При разработке моделей в качестве инструментария использовалась среда Statistica 6.0.

Научная новизна. В диссертации получены следующие результаты, выносимые на защиту и характеризующиеся научной новизной:

– метод выбора наиболее значимых диагностических признаков хронического аднексита, отличающийся использованием априорного ранжирования и применением корреляционного и регрессионного анализа для оценки значимости показателей термопунктурной диагностики по тесту Акабане при постановке диагноза «хронический аднексит»;

– математическая модель постановки диагноза «хронический аднексит» на основе дискриминантного анализа, позволяющая учитывать выраженность признаков заболевания, включающих наряду с классическими клиническими, лабораторными и инструментальными исследованиями также показатели термопунктурной диагностики по тесту Акабане;

– метод выбора физиотерапевтического лечения хронического аднексита с учетом индивидуальных особенностей больных на основе нейронной сети, позволяющий назначить наиболее эффективное лечение, и способ определения эффективности лечебного воздействия при назначении различных методов физиотерапевтического лечения хронического аднексита на основе статистических критериев;

– адаптивный алгоритм процесса лечения хронического аднексита, позволяющий оптимизировать дозу воздействия физиотерапевтических факторов, опираясь на динамику изменения показателей теста Акабане;

– сетевая имитационная модель, позволяющая принимать рациональные решения при планировании диагностического и лечебного процесса хронического аднексита и включающая все основные этапы данных процессов, начиная со сбора клинических, лабораторных и морфологических признаков заболевания и заканчивая анализом динамики показателей теста Акабана для принятия решения о лечении в соответствии с адаптивным алгоритмом;

– автоматизированная система, обеспечивающая интеграцию методов, моделей и алгоритмов рационального принятия решения для диагностики, выбора метода лечения и дозы физиотерапевтического воздействия при лечении хронического аднексита.

Практическая значимость и результаты внедрения. Разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение для автоматизации процесса диагностики и выбора тактики лечения хронического аднексита, позволяющие поднять на новый уровень качество медицинского обслуживания, в частности повысить эффективность диагностического и лечебного процессов благодаря применению термопунктурной диагностики и оптимизации лечения путем индивидуального подбора вида и дозы физиотерапевтического воздействия при лечении хронического аднексита.

Результаты работы в виде автоматизированной системы диагностики и выбора тактики лечения хронического аднексита внедрены в работу гинекологического отделения Городской клинической больницы скорой медицинской помощи № 10 «Электроника» (г. Воронеж), а также используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» при подготовке специалистов 200401.65 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы» (дисциплины «Методы обработки биомедицинских сигналов и данных», «Управление в биологических и медицинских системах»), что подтверждено соответствующими актами.

Апробация работы. Основные положения и научные результаты диссертационной работы докладывались, обсуждались и получили положительную оценку на следующих конференциях: Всероссийской конференции «Интеллектуализация управления в социальных и экономических системах» (Воронеж, 2010); научно-практической конференции «Проблемно-ориентированные системы управления» (Воронеж, 2010, 2011); Международной научно-технической конференции «Инноватика-2010» (Сочи, 2010); Всероссийской конференции «Интеллектуальные информационные системы» (Воронеж, 2011, 2012); научно-практической конференции «Актуальные вопросы организации, оказания первой медицинской помощи в условиях стационара и на догоспитальном этапе» (Воронеж, 2011, 2012); научно-тематическом семинаре кафедры «Системный анализ и управление в медицинских системах» ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет» (Воронеж, 2009-2012).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 научных работ, из них 4 статьи в рецензируемых научных журналах.

Личный вклад автора. Все выносимые на защиту научные положения разработаны соискателем лично. В научных работах по теме диссертации, опубликованных в соавторстве и приведенных в конце автореферата, личный вклад соискателя состоит в следующем: проведен анализ и сравнение эффективности лечения больных хроническим аднекситом различными физиотерапевтическими методами – КВЧ, лазеротерапией и интерференцтерапией в работах [1, 2, 6, 8], предложена математическая модель постановки диагноза «хронический аднексит» на основе дискриминантного анализа – [3], определена степень корреляции между показателями лабораторных и клинических исследований с показателями теста Акабанае – [3, 10], сформулированы принципы управления процессами диагностики и лечения на основе нейросетевого моделирования и предложена модель выбора метода физиотерапевтического лечения хронического аднексита с учетом индивидуальных особенностей больных на основе нейросети – [5], проведен анализ наиболее значимых признаков хронического аднексита на основе экспертного оценивания – [7], представлены результаты непараметрического оценивания эффективности физиотерапевтического лечения хронического аднексита – [9].

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав с выводами, заключения, приложения и списка литературы из 141 наименования. Основная часть работы изложена на 132 страницах машинописного текста, содержит 31 рисунок и 21 таблицу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, изложены основные научные положения, определена практическая значимость, приведены сведения об апробации и внедрении работы.

В первой главе сформулировано общее состояние проблем гинекологических заболеваний, в частности хронического аднексита, его классификация и факторы риска. Проведен анализ современных методов диагностики хронического аднексита, определяются недостатки существующих подходов к диагностике данного заболевания. Основываясь на изучении энергетических процессов, как вариант рассматривается способ термопунктурной канальной диагностики, позволяющий распознать изменения организма на функциональном уровне, отмечаются его отличия и преимущества от ранее известных способов акупунктурного тестирования.

Акцентируется внимание на особенностях и достоинствах физиотерапевтических методов лечения. Проводится анализ современных методик физиотерапевтического воздействия при лечении больных с применением КВЧ-, лазеро- и интерференцтерапии.

Оптимальное использование физиотерапевтических факторов требует количественной оценки действия каждого физического воздействия для коррекции вида лечения и дозировки воздействия с учетом течения патологического

процесса, данных клинических и лабораторных методов исследований и индивидуальных особенностей организма.

Вторая глава посвящена оценке значимости клинических и лабораторных признаков хронического аднексита, исследованию значимости параметров теста Акабана в диагностике хронического аднексита, его сравнение с классическими лабораторными и клиническими признаками патологии, а также разработке математических моделей процесса постановки диагноза.

Для **выбора наиболее значимых диагностических признаков хронического аднексита** был проведен анализ историй болезни пациенток ГКБСМП №10, а также сбор экспертных мнений касательно наиболее важных признаков заболевания. Были выбраны 64 признака в 5 группах: анамнез, жалобы, бимануальное исследование, лабораторные исследования, ультразвуковое исследование. Был проведен опрос среди экспертов, результатом которого явились таблицы с присвоением ранга каждому из признаков. Методом априорного ранжирования были выбраны 15 наиболее значимых признаков (рисунок 1).

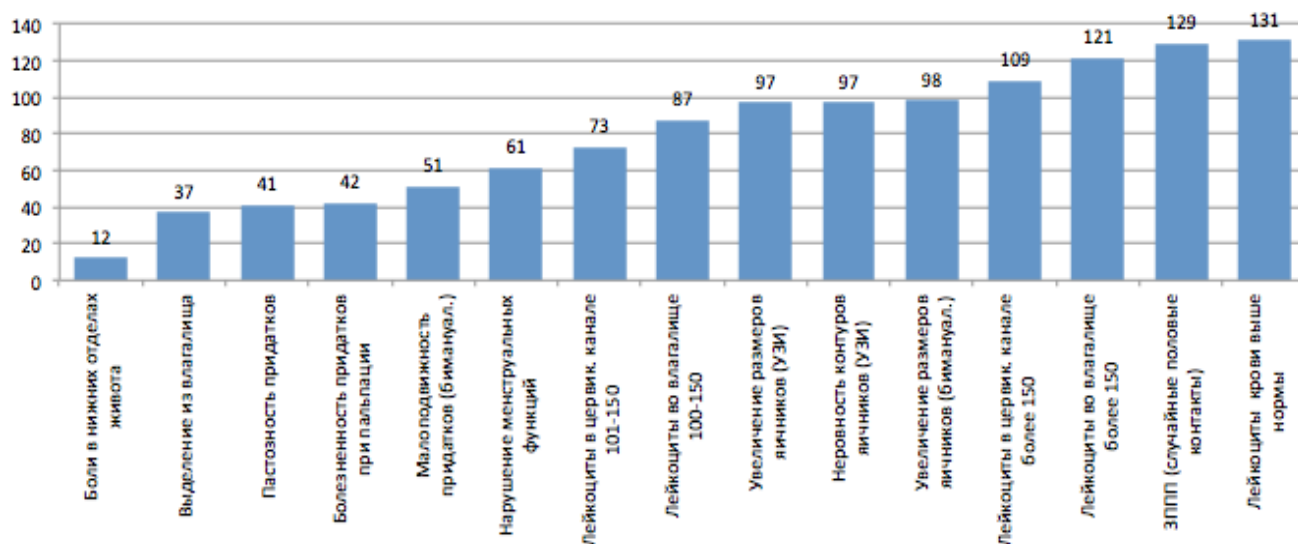


Рис. 1. Ранжирование наиболее значимых признаков

Корреляционный анализ проводился на основе данных 167 пациенток, среди которых были как больные хроническим аднекситом, так и здоровые. Показатель теста Акабана сравнивался со следующими показателями: жалобы + анамнез (Ж+А), бимануальное обследование (БМ), лейкоциты во влагалище, лейкоциты в цервикальном канале, лейкоциты в крови, размер яичников (по данным УЗИ), неровность контуров яичников (по данным УЗИ).

В результате проведения корреляционного анализа получена корреляционная матрица (таблица 1), которая показывает, что степень корреляции показателя теста Акабана достаточно велика со всеми признаками, однако наибольшая корреляция в 0,93 отмечена с признаком «лейкоциты в цервикальном канале».

Таблица 1

Корреляционная матрица связи значений признаков хронического аднексита

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇
Y	0,88	0,92	0,92	0,93	0,52	0,58	0,37

где Y – разница между значением D и S по тесту Акабанае, X₁ – жалобы + анамнез, X₂ – бимануальное обследование, X₃ – лейкоциты во влагалище, X₄ – лейкоциты в цервикальном канале, X₅ – лейкоциты в крови, X₆ – размер яичников (УЗИ), X₇ – неровность контуров яичников (УЗИ).

Используя регрессионный анализ, была построена следующая **модель взаимосвязи результатов теста Акабанае и клинико-диагностических показателей хронического аднексита**:

$$Y = -0,145 + 0,384 * X_1 + 0,618 * X_2 + 0,004 * X_3 + 0,049 * X_4 - 0,073 * X_5 - 0,047 * X_6 - 0,124 * X_7,$$

где значение коэффициента детерминации $R^2 = 0,968$, а коэффициент Фишера для оценки адекватности модели $F_{\text{расч}} = 344,57 > F_{\text{кр}} = 2,10$ ($p < 0,00001$) при $f_1 = 7$; $f_2 = 159$, что свидетельствует об адекватности статистической модели взаимосвязи показателей термопунктурного канального тестирования с клинико-диагностическими критериями. Таким образом, мы подтвердили гипотезу о значимости показателей термопунктурной канальной диагностики в постановке диагноза «хронический аднексит».

Для построения **математической модели постановки диагноза «хронический аднексит»** был применен дискриминантный анализ на основе обучающей выборки из 167 пациенток, среди которых были как здоровые, так и с диагнозом «хронический аднексит». Целью проведения анализа было получение математических моделей, в которых в качестве независимых переменных значатся результаты исследований (Ж+А, БМ, лейкоциты во влагалище, цервикальном канале и крови, размер яичников и неровность контуров яичников (УЗИ), а также показатель теста Акабанае), а в качестве зависимой переменной – диагноз. В результате проведения дискриминантного анализа значение Л-Уилкса составило 0,025, оно приближено к нулю, что свидетельствует о корректности классификации, полученной в результате анализа.

Полученные классификационные функции имеют вид:

$$Y_1 = -9,96 + 0,492 * X_1 + 0,071 * X_2 - 0,068 * X_3 - 0,021 * X_4 + 1,724 * X_5 + 3,908 * X_6 - 3,213 * X_7 + 0,344 * X_8,$$

$$Y_2 = -101,9 + 4,246 * X_1 + 5,024 * X_2 - 0,383 * X_3 + 0,326 * X_4 + 1,8025 * X_5 + 3,399 * X_6 + 2,754 * X_7 + 7,344 * X_8,$$

где Y₁ – здоровые пациентки, Y₂ – пациентки с диагнозом «хронический аднексит», X₁ – жалобы + анамнез, X₂ – результаты бимануального обследо-

ния, X3 – лейкоциты во влагалище, X4 – лейкоциты в цервикальном канале, X5 – уровень лейкоцитов в крови, X6 – размер яичников (УЗИ), X7 – неровность контуров яичников (УЗИ), X8 – разница между значением D и S для канала «мочевой пузырь» по тесту Акабана (разница между количествами импульсов).

На основе полученных классификационных функций принадлежности были протестированы 35 пациенток. Из них 34 пациенткам был поставлен правильный диагноз, достоверность постановки диагноза по дискриминантным классификационным функциям составила 97%.

Третья глава посвящена анализу результатов лечения хронического аднексита при использовании различных методов физиотерапевтического воздействия (КВЧ 5,6 мм и 7,1 мм, лазеротерапия внешняя и трансвагинальная, интерференцтерапия), анализу эффективности лечения на основе непараметрического оценивания, а также построению модели выбора физиотерапевтического лечения с учетом индивидуальных особенностей пациенток на основе нейросетевого моделирования, исследованию и обоснованию применения адаптивного алгоритма в процессе лечения больных хроническим аднекситом.

Для **оценки возможности использования акупунктурного подхода при анализе действия физиотерапевтических факторов** и выявления динамической характеристики результатов термопунктурной диагностики при воздействии изучаемых физических факторов было выделено шесть групп пациенток в возрасте от 25 до 50 лет с диагнозом хронический аднексит в стадии обострения. Первой группе (67 чел.) была назначена КВЧ-терапия с длиной волны 5,6 мм, второй (65 чел.) – КВЧ-7,1, третьей (63 чел.) – лазеротерапия внешняя, четвертой (65 чел.) – лазеротерапия интравагинальная, пятой (72 чел.) – интерференцтерапия. В качестве контрольного физиотерапевтического фактора шестой группе в количестве 60 человек простым слепым методом было назначено плацебо. Все больные получали идентичное медикаментозное лечение. Для каждой пациентки заполнялась специальная анкета, в которой отражались данные клинических и лабораторных методов исследования, УЗИ и результаты термопунктурного тестирования. Для оценки действия физиотерапевтического фактора был использован метод термопунктурной канальной диагностики (тест Акабана) с помощью прибора «Рефлексомастер». Термопунктурное тестирование проводилось после каждой процедуры.

В процессе проводимых исследований выяснилось, что во всех группах по окончании терапии у пациенток наблюдалось улучшение физического состояния, уменьшение количества жалоб и нормализация данных обследования. Также на фоне лечения выявилась динамика в изменении показателей термопунктурной канальной диагностики (таблица 2).

Таблица 2

Изменение значений показателей термопунктурного канального тестирования при проведении физиотерапии

Метод физиотерапевтического лечения	До лечения	Количество процедур									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КВЧ 5,6	15	10	10	10	7	6	6	6	3	1	1
КВЧ 7,1	15	11	10	8	8	6	6	4	3	1	1
лазеротерапия внешняя	15	11	6	5	4	4	2	2	1	1	1
лазеротерапия интравагинальная	15	10	5	5	3	3	1	1	1	1	1
интерференцтерапия	15	14	11	11	8	7	7	5	5	4	3
плацебо	15	15	13	13	12	11	11	10	10	10	10

На рисунке 2 представлен график изменения показателей теста Акабана в процессе лечения хронического аднексита различными физиотерапевтическими методами. Сравнивая эффективность методов, можно сделать вывод о том, что КВЧ-5,6 и КВЧ-7,1 приближены друг к другу по эффективности, КВЧ-7,1 немногим более эффективен и в дальнейшем в работе мы будем рассматривать только его. Лазеротерапия внешняя немногим менее эффективна, чем лазеротерапия интравагинальная, поэтому предлагаем в дальнейшем рассматривать только последнюю.

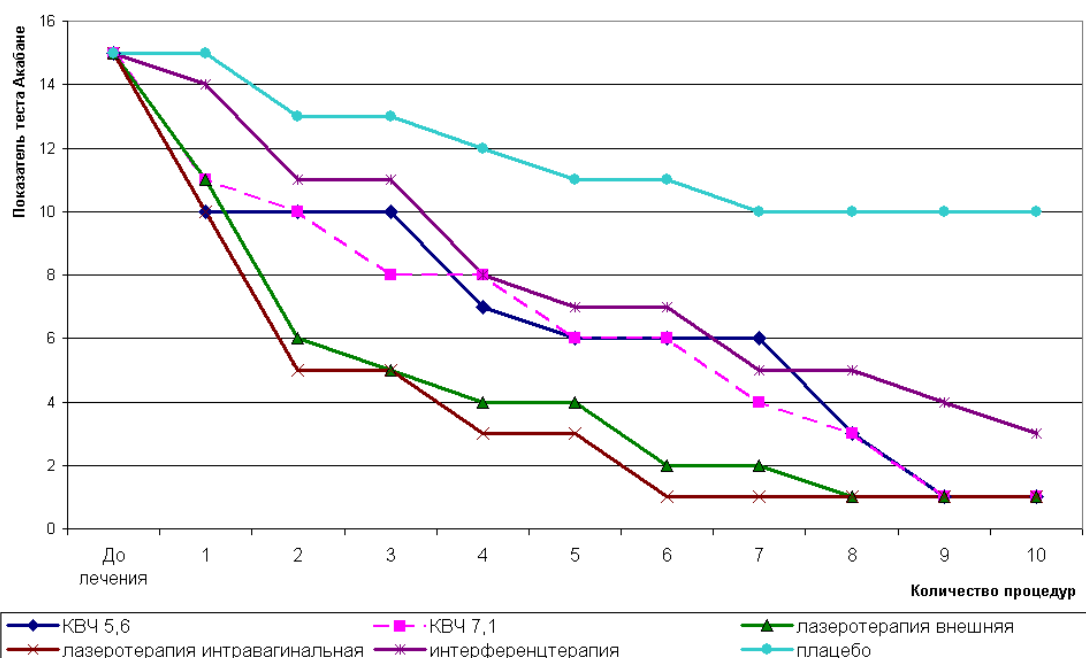


Рис. 2. Изменение значений показателей термопунктурного канального тестирования при проведении физиотерапии

Для оценки эффективности применения различных схем лечения (КВЧ-7,1, лазеротерапия интравагинальная и интерференцтерапия) с применением термопунктурной канальной диагностики был проведен статистический анализ

данных на основе применения непараметрического критерия Манна-Уитни (U-критерий Уилкоксона). Было отобрано по 10 пациенток из каждой группы, где применялась различная схема лечения хронического сальпингоофорита. В группе 1 применялось лечение с помощью КВЧ 7,1, в группе 2 – интравагинальная лазеротерапия, в группе 3 – интерференцтерапия.

Результатом сравнения методов физиотерапевтического лечения с применением критерия Манна-Уитни стали выводы о том, что КВЧ-терапия по своей эффективности сопоставима с лазеротерапией, в то время как интерференцтерапия менее эффективна, чем КВЧ- и лазеротерапия.

Однако для назначения наиболее эффективного метода лечения недостаточно опираться на полученные показатели непараметрического оценивания, так как анализируемые методы лечения могут иметь различную эффективность в зависимости от того, какие признаки патологии выражены у пациенток наиболее ярко. Для выбора наиболее эффективного **метода физиотерапевтического лечения хронического аднексита с учетом индивидуальных особенностей больных** была построена нейросетевая модель.

Результатом нейросетевого моделирования является трехслойный персептрон, имеющий 8 входов (клинико-диагностические признаки хронического аднексита (таблица 1) и данные теста Акабана) и 3 выхода, соответствующие методам физиотерапевтического воздействия. Сеть имеет один скрытый слой, состоящий из 16 нейронов (рисунок 3). Обучение сети осуществлялось при помощи 157 обучающих векторов.

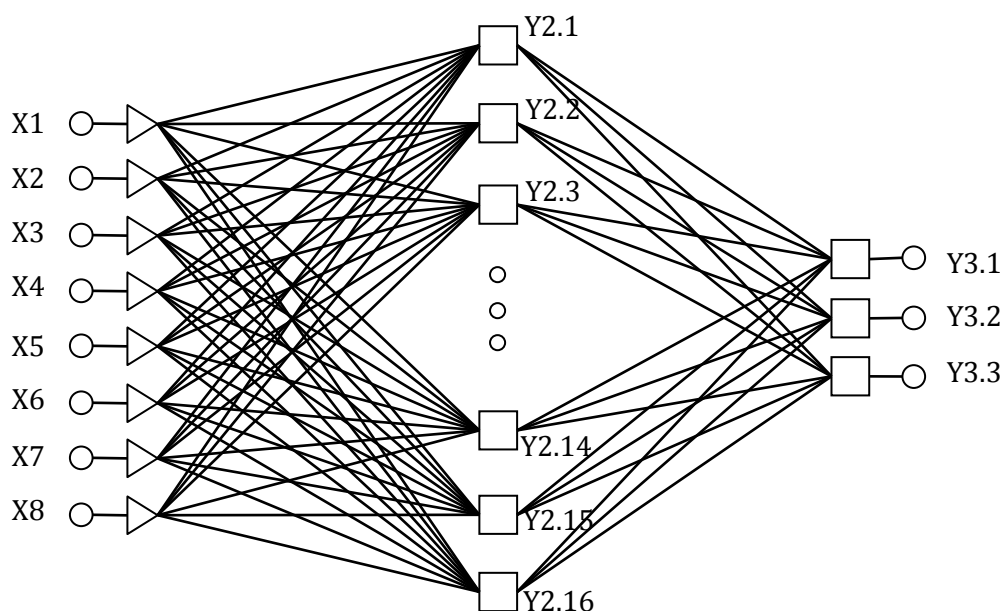


Рис. 3. Визуализация нейросетевой модели выбора метода лечения хронического аднексита

В результате построения нейросети было получено следующее описание выходного слоя:

$$Y3.1 = 0,684 - 0,18*Y2.1 + 1,035*Y2.2 - 2,239*Y2.3 - 0,316*Y2.4 + \\ + 1,499*Y2.5 + 0,557*Y2.6 + 0,908*Y2.7 + 2,307*Y2.8 - 0,114*Y2.9 + \\ + 1,377*Y2.10 + 3,955*Y2.11 + 0,241*Y2.12 + 0,555*Y2.13 + \\ + 0,487*Y2.14 + 1,05*Y2.15 - 2,673*Y2.16,$$

$$Y3.2 = 0,78 - 5,494*Y2.1 + 0,274*Y2.2 + 4,544*Y2.3 + 4,03*Y2.4 + \\ + 0,147*Y2.5 - 2,383*Y2.6 + 0,964*Y2.7 - 1,77*Y2.8 - 0,706*Y2.9 - \\ - 1,904*Y2.10 - 0,7*Y2.11 - 1,202*Y2.12 - 0,107*Y2.13 + \\ + 1,03*Y2.14 - 3,284*Y2.15 - 0,77*Y2.16,$$

$$Y3.3 = - 1,145 - 4,366*Y2.1 - 2,155*Y2.2 + 2,088*Y2.3 + 5,227*Y2.4 + \\ + 2,084*Y2.5 + 0,953*Y2.6 - 1,149*Y2.7 - 0,171*Y2.8 + 0,776*Y2.9 + \\ + 0,724*Y2.10 + 3,081*Y2.11 + 1,532*Y2.12 - 1,521*Y2.13 - \\ - 2,155*Y2.14 - 1,069*Y2.15 - 1,117*Y2.16,$$

где Y3.1, Y3.2, Y3.3 – методы физиотерапевтического воздействия, соответственно лазеротерапия, КВЧ и интерференцтерапия, Y2.1...Y2.16 – выходы от 16 нейронов скрытого слоя.

Выбор метода лечения определяется из диапазона, соответствующего максимальному значению Y3.1, Y3.2, Y3.3. На основе полученной нейронной модели было проведено тестирование 45 пациенток, 43 из них был назначен верный метод физиотерапевтического воздействия, следовательно, достоверность постановки диагноза составила 95,5%.

Для повышения эффективности выбранного метода лечения предлагается использовать **адаптивный алгоритм рационального выбора тактики лечения хронического аднексита** с использованием термопунктурной диагностики.

Для оценки эффекта лечения хронического аднексита принимается разница между значением D и S для канала «мочевой пузырь» по тесту Акабанае (разница между количествами импульсов), после определенного периода лечения хронического аднексита с применением, например, КВЧ-терапии. Лечащий врач в результате лечебных мероприятий стремится к достижению желаемого исхода лечения. Так как решение на каждом шаге лечения принимается в условиях неполной априорной информации, то на основе методов формализации информации, поступающей от врача, используются двухуровневые алгоритмы как на уровне выбора текущих целей управления процессом лечения, так и на уровне выбора величины физиотерапевтического воздействий (время КВЧ-терапии – продолжительность одной процедуры).

На каждом шаге лечения поступает информация и оценка эффективности лечения от лечащего врача на предыдущем шаге лечения, которая формализуется и используется при выборе цели лечения и величины физиотерапевтической воздействия на последующем шаге лечения по адаптивным алгоритмам.

Если лечащий врач ставит задачу достижения эффекта лечения хронического аднексита, то есть уменьшения показателя теста Акабана, за наикротчайший срок, то это означает выполнение условия

$$f_1 = (y_i - y_{i\kappa})^2 \rightarrow \min, \quad (1)$$

а если надо выполнить условие противоположное (1), то необходимо, чтобы выполнялось условие

$$f_2 = (y_i^{k-1} - y_i^k)^2 \rightarrow \min, \quad (2)$$

где k – номер шага управления, на котором принимается решение.

В процессе лечения лечащий врач должен находить компромисс между противоречивыми критериями (1) и (2) путем свертывания их в глобальный критерий:

$$f[k] = p_1 f_1^k + p_2 f_2^k \rightarrow \min, \quad (3)$$

где p_1 и p_2 – величины вероятности использования критериев соответственно (1) и (2).

Подбор продолжительности одной процедуры КВЧ-терапии производится с текущими значениями вероятности привлечения критериев (1) и (2).

Если на k -м шаге управления процессом лечения используется:

- показатель (1), то

$$u_j^k = u_j^{k-1} + a^k (y_i^k - y_{i\kappa}), \quad (4)$$

где i и j выбраны на предыдущих уровнях принятия решений, а определение величины шага a^k осуществляется по алгоритму

$$a^k = a^{k-1} \exp \left\{ \frac{1}{k} \text{sign}[(y_i^k - y_{i\kappa})(y_i^{k-1} - y_{i\kappa})] \right\}. \quad (5)$$

- показатель (2), то

$$u_j^k = u_j^{k-1} + a^k (y_i^k - y_i^{k-1}), \quad (6)$$

$$a^k = a^{k-1} \exp \left\{ \frac{1}{k} \text{sign}[(y_i^k - y_i^{k-1})(y_i^{k-1} - y_i^{k-2})] \right\}. \quad (7)$$

- критерий (3), то

$$u_j^k = u_j^{k-1} + a^k [p_1^k (y_i^k - y_{i\kappa}) + p_2^k (y_i^k - y_i^{k-1})], \quad (8)$$

$$a^k = a^{k-1} \exp \left\{ \frac{1}{k} \text{sign} [p_1^k (y_i^k - y_{i\kappa}) + p_2^k (y_i^k - y_i^{k-1})] \times \right. \\ \left. \times [p_1^{k-1} (y_i^{k-1} - y_{i\kappa}) + p_2^{k-1} (y_i^{k-1} - y_i^{k-2})] \right\}. \quad (9)$$

Адаптивный алгоритм выбора тактики лечения хронического аднексита представлен на рисунке 4.

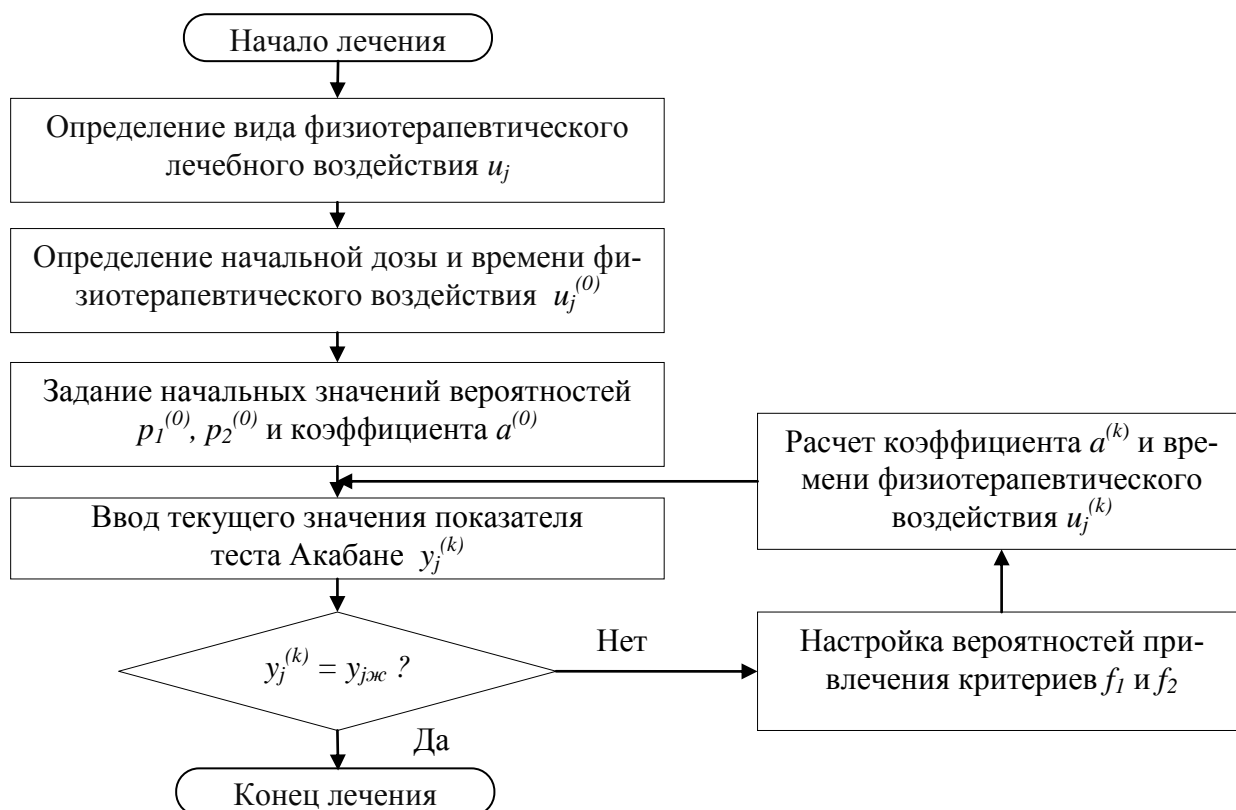


Рис. 4. Схема алгоритма адаптивного выбора тактики лечения хронического аднексита

На рисунках 5, 6 представлены результаты процесса лечения больной М., 38 лет, полученные с помощью адаптивных методов, а также для сравнения показаны изменения показателей по индексу Акабана для больной Л., 36 лет с аналогичными начальными признаками проявления хронического аднексита без применения адаптивного подхода. В последнем случае курс лечения составил 10 процедур, где продолжительность одной процедуры КВЧ-терапии (7,1) составляла 30 минут. У больных М. и Л. до лечения были зафиксированы следующие показатели термопунктурной диагностики по тесту Акабана для канала «мочевой пузырь»: $D-S=19$ импульсов. На основе проведенных исследований определили, что желаемое значение $D-S$ должно быть плюс-минус 2.

Из представленных результатов видно, что применение методов адаптивного управления при лечении хронического аднексита позволило сократить сроки лечения на 3 процедуры, что подтверждает эффективность их использования в гинекологической практике, так как позволит повысить эффективность лечебно-диагностического процесса и сократить время лечения за счет индивидуального подбора схем лечения.

Четвертая глава посвящена построению сетевой модели процесса диагностики и лечения хронического аднексита на основе сетей Петри и разработке автоматизированной системы диагностики и лечения хронического аднексита на основе описанных моделей и алгоритмов.

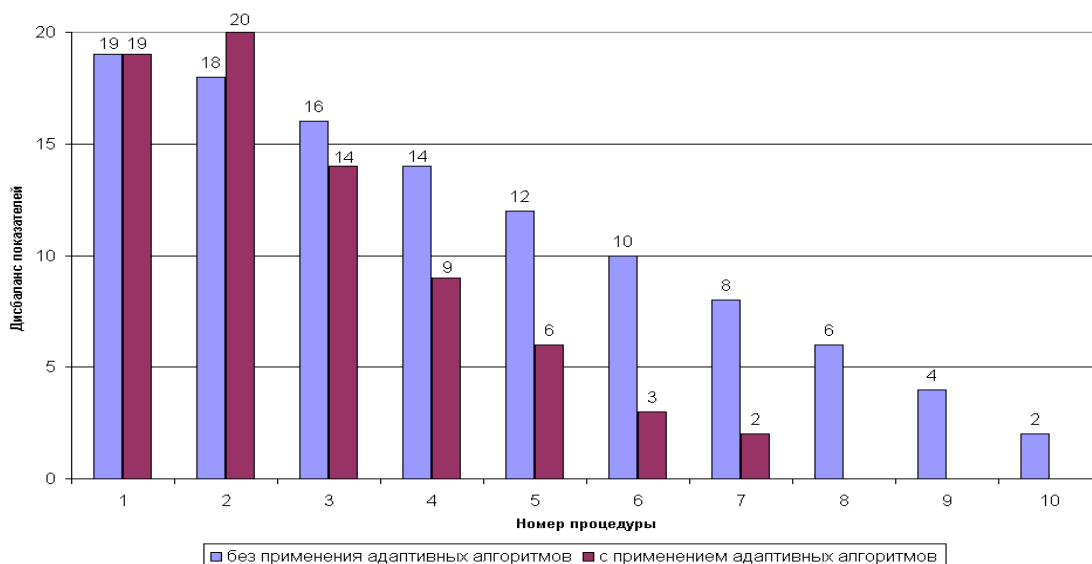


Рис. 5. Динамика изменения показателей термопунктурной терапии по тесту Акабана для канала «мочевой пузырь» (D-S)

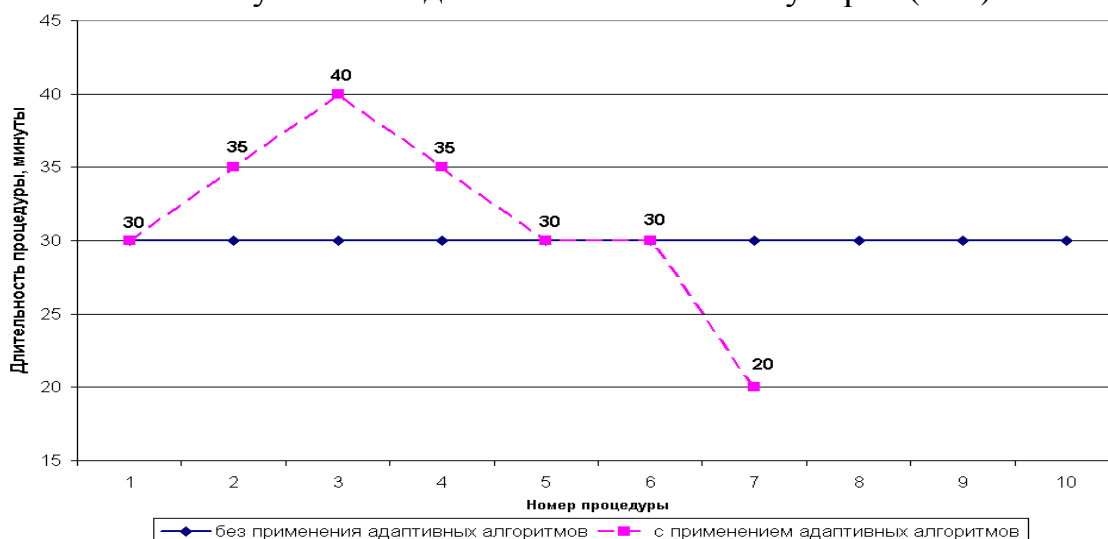


Рис. 6. Продолжительность одной процедуры КВЧ-терапии

Для управления последовательностью применения инструментальных и лабораторных методов диагностики хронического аднексита и процессом выбора метода и тактики лечения разработана **сетевая модель**, в которой причинно-следственная связь описывается с помощью сети Петри. Узлами такой сети являются наборы классификационных признаков заболеваний, выявленных у пациентки на этапе диагностики, и параметры процедур физиотерапии на этапе лечения (классы условий – позиции), и методики исследования и лечения, используемые при проведении методов диагностики и лечения (управляющие выводы – переходы сети). Под переходами понимаются события, происходящие в лечебно-диагностической системе (выполнение диагностических, аналитических, лечебных и других операций), а также события, обладающие фиксированной продолжительностью, соответственно, позиции представляют собой условия, выполнение которых влечет за собой реализацию переходов.

Имитационная сетевая модель рассматриваемой задачи диагностики и лечения хронического аднексита представлена на рисунке 7, функциональные назначения позиций указаны в таблице 3.

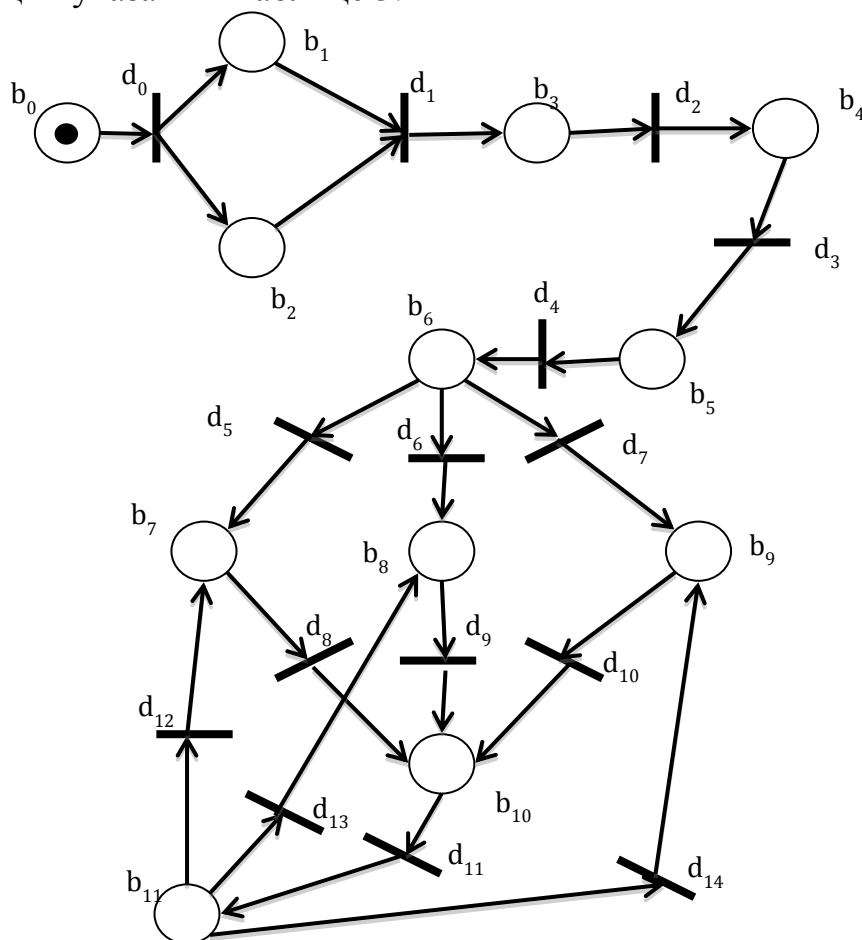


Рис.7. Сетевая имитационная модель процесса диагностики и лечения хронического аднексита

Таблица 3

Функциональное назначение позиций	
Позиции	Функциональное значение позиции (события)
b ₀	Начало процесса диагностики хронического аднексита
b ₁	Анализ клинических признаков
b ₂	Анализ лабораторных признаков
b ₃	УЗИ
b ₄	Проведение термопунктурной диагностики
b ₅	Анализ симптомов и постановка диагноза
b ₆	Выбор метода и тактики лечения хронического аднексита
b ₇	КВЧ
b ₈	Лазеротерапия
b ₉	Интерференцтерапия
b ₁₀	Проведение термопунктурной диагностики для выявления изменений показателя теста Акабана в результате лечения
b ₁₁	Принятие решения об изменении тактики лечения в соответствии с адаптивным алгоритмом или прекращении лечения в случае выздоровления

Интегрированная компьютерная система диагностики и выбора тактики лечения хронического аднексита разработана на основе приведенных моделей и алгоритмов и позволяет автоматизировать процесс диагностики и выбора тактики лечения хронического аднексита в режиме диалога «Лечащий врач – ЭВМ» в ускоренном реальном масштабе времени. Структурная схема программы, представленная на рисунке 8, создана с учетом охвата функциональных звеньев, необходимых для правильного функционирования диагностического процесса.

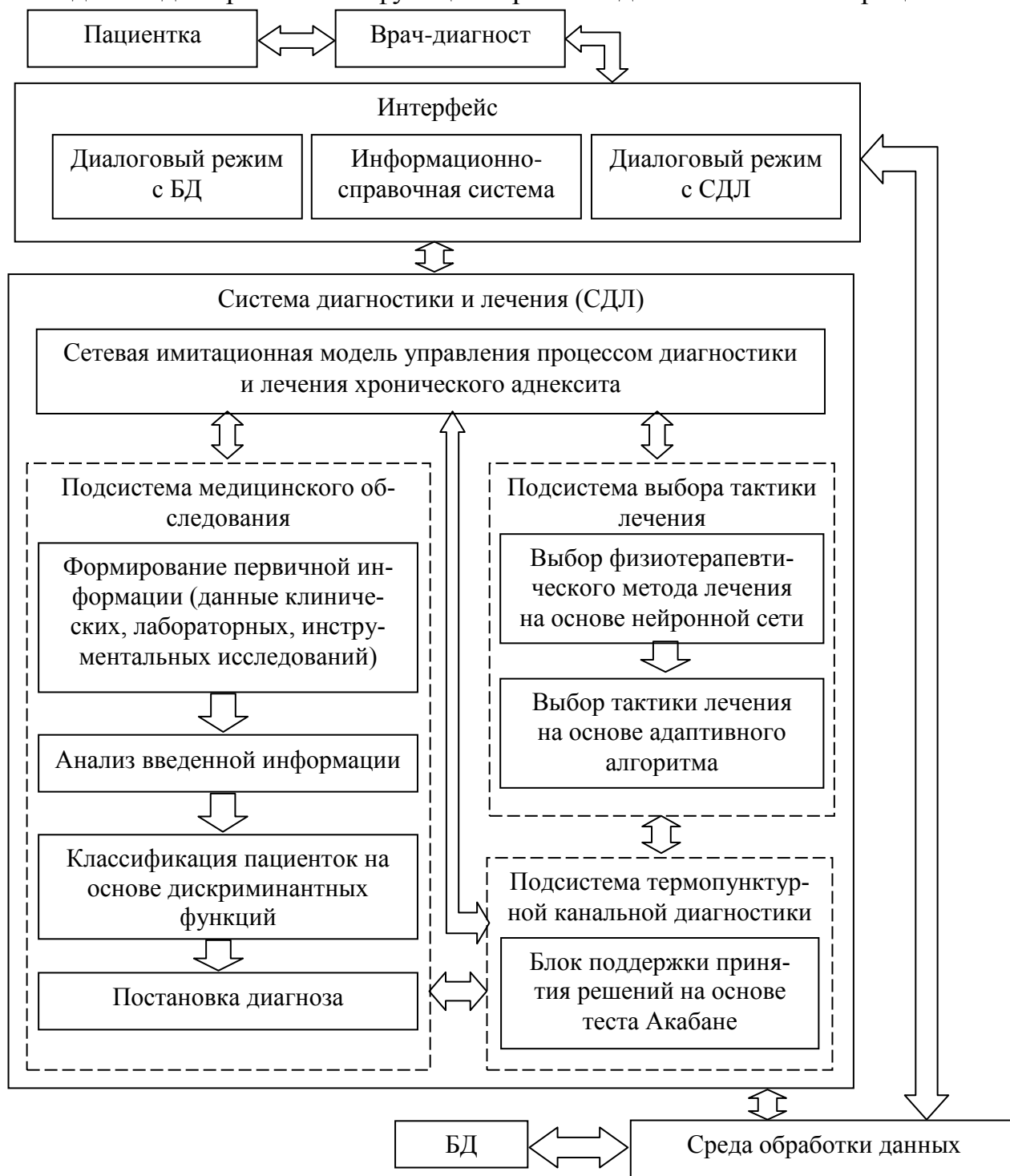


Рис. 8. Структура автоматизированной системы диагностики и лечения хронического аднексита

При помощи программных средств происходит отслеживание движения данных и текущей информации о пациентке, что сопровождается соответствующими выходными формами. Назначенная больной схемой лечения и дополнительные рекомендации врача включаются в информационную карту пациентки, хранящуюся в подсистеме истории болезни. Система содержит подсистемы клинических обследований, анкетных данных, истории болезни, типовых схем лечения по однородным компонентам.

Разработанная автоматизированная система позволяет производить диагностику хронического аднексита на основе данных клинических, лабораторных и бимануальных исследований, ультразвукового обследования и результатов теста Акабане, позволяет осуществить выбор физиотерапевтического метода лечения на основе данных об исходных признаках каждой пациентки и проводить лечение с использованием адаптивного алгоритма, тем самым программа уменьшает трудоемкость принятия решений и обеспечивает принятие эффективных решений на этапе диагностики и лечения хронического аднексита.

Автоматизированная система диагностики и лечения хронического аднексита внедрена в работу гинекологического отделения Городской клинической больницы скорой медицинской помощи № 10 «Электроника», а также используется в учебном процессе ВГТУ при подготовке специалистов 200401.65 «Биотехнические и медицинские аппараты и системы».

В заключении приведены основные результаты работы.

В приложении представлены акты внедрения.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Проведен выбор наиболее значимых признаков при диагностике хронического аднексита с применением методов экспертного оценивания и априорного ранжирования, отобраны 15 наиболее значимых признаков заболевания, лежащих в основе постановки адекватного диагноза.

2. Доказана эффективность использования метода акупунктурной диагностики для выявления закономерностей формирования ответных реакций организма на заболевание на основе корреляционного и регрессионного анализа.

3. Разработана математическая модель процесса диагностики хронического аднексита с использованием дискриминантного анализа. Полученная модель позволяет автоматизировать постановку диагноза хронического аднексита на основе отобранных наиболее значимых признаков заболевания.

4. Исследованы закономерности формирования ответных реакций организма при назначении различных методов физиотерапевтического лечения хронического аднексита на основе статистических критериев. Из пяти исходно рассматриваемых методов выбраны три наиболее эффективных – интравагинальная лазеротерапия, КВЧ-7,1 мм и интерференцтерапия – для дальнейшего исследования.

5. Разработан метод выбора лечения хронического аднексита с учетом индивидуальных особенностей пациенток и исходных показателей термопунктурной диагностики на основе нейросетевого моделирования.

6. Разработан адаптивный алгоритм для рационального выбора тактики физиотерапии при лечении хронического аднексита с использованием результатов термопунктурной канальной диагностики.

7. Построена имитационная сетевая модель на основе сетей Петри, позволяющая принимать решения при планировании диагностического и лечебного процессов хронического аднексита.

8. Создана автоматизированная система моделирования диагностики и выбора метода физиотерапевтического лечения хронического аднексита, позволяющая сократить трудозатраты лечащего врача на 26 % по сравнению с традиционными системами и ускорить процесс диагностики и лечения хронического аднексита.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ:

Публикации в рецензируемых научных журналах

1. Исследование процессов КВЧ-терапии и лазеротерапии при лечении хронического аднексита на основе термопунктурной канальной диагностики / М.Н. Иванова, Е.Н. Коровин, Н.Е. Нехаенко, К.А. Юрьева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2011. Т. 10. № 2. С. 452-456.

2. Коровин Е.Н., Нехаенко Н.Е., Юрьева К.А. Анализ эффективности лечения хронического сальпингоофарита с применением термопунктурной диагностики на основе непараметрического оценивания // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2012. Т. 11. № 1. С. 113-115.

3. Коровин Е.Н., Нехаенко Н.Е., Юрьева К.А. Математическое моделирование процесса постановки диагноза хронический аднексит на основе корреляционного и дискриминантного анализа // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2012. Т. 8. № 9. С. 47-49.

4. Юрьева К.А. Моделирование процесса выбора физиотерапевтического лечения хронического сальпингоофорита на основе нейронной сети // Системный анализ и управление в биомедицинских системах: журнал практической и теоретической биологии и медицины. 2012. Т. 11. № 4. С. 873-875.

Статьи, труды и материалы конференций

5. Коровин Е.Н., Юрьева К.А. Управление процессами диагностики и лечения на основе нейросетевого моделирования // Интеллектуализация управле-

ния в социальных и экономических системах: труды Всерос. конф. Воронеж: ВГТУ, 2010. С. 168-169.

6. Исследование процесса КВЧ-терапии при лечении хронического аднексита на основе термопунктурной канальной диагностики / Е.Н. Коровин, Н.Е. Нехаенко, К.А. Юрьева, Т.А. Трошина // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. Воронеж: ВГТУ, 2011. С. 161-163

7. Наиболее значимые признаки хронического аднексита на основе экспертного оценивания / Е.Н. Коровин, К.А. Юрьева, М.Н. Иванова, Н.Е. Нехаенко, Т.А. Трошина // Актуальные вопросы организации, оказания первой медицинской помощи в условиях стационара и на догоспитальном этапе: материалы V науч.-практ. конф. Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2011. С. 177-180.

8. Коровин Е.Н., Нехаенко Н.Е., Юрьева К.А. Лечение хронического аднексита методом интерференцтерапии на основе термопунктурной канальной диагностики // Моделирование и управление процессами в здравоохранении: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: ВГТУ, 2011. С. 23-26.

9. Коровин Е.Н., Нехаенко Н.Е., Юрьева К.А. Непараметрическое оценивание эффективности физиотерапевтического лечения хронического сальпингоофорита на основе термопунктурной диагностики // Интеллектуальные информационные системы: труды Всерос. конф. Воронеж: ВГТУ, 2012. С. 144-146.

10. Определение корреляции между показателями лабораторных исследований и показателями теста Акабана при диагностике хронического аднексита / Е.Н. Коровин, Н.Е. Нехаенко, К.А. Юрьева, Т.А. Трошина // Актуальные вопросы организации, оказания первичной, медико-санитарной помощи в условиях стационара и на догоспитальном этапе: материалы VI науч.-практ. конф. Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2012. С. 135-138.

11. Юрьева К.А. Реализация автоматизированной системы диагностики и лечения хронического аднексита на основе нейросетевой модели и адаптивного алгоритма // Моделирование и управление процессами в здравоохранении: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: ВГТУ, 2012. С. 8-14.

12. Юрьева К.А. Алгоритмизация процессов диагностики и лечения хронического сальпингоофорита на основе сетей Петри // Управление в биомедицинских, социальных и экономических системах: межвуз. сб. науч. тр. Воронеж: ВГТУ, 2012. С. 12-15.

Подписано в печать 14.12.2012.
Формат 60x84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. 1,1. Тираж 100 экз. Заказ № 229.
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14