

кормовой базой, соответственно рентабельность производства молока составила 4,0–6,5% против 2,0–3,5%.

В монографии, на основании проведенных исследований, представлены аргументированные выводы и предложения производству.

В четырнадцати приложениях приведены: рационы кормления тёлков и коров в зависимости от уровня кормления и возраста, питательность кормов, растительных сообществ, промеры тела и индексы телосложения. Библиографический список содержит 454 публикации.

Технические науки

МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗАДАЧАХ ЛЕЧЕБНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ (монография)

Андреев С.Ю., Берестнева О.Г., Гергет О.М.,
Константинова Л.И., Кочегуров В.А.,
Марченко В.В., Хохлова Т.Е.

Институт кибернетики, Томский политехнический университет, Томск, e-mail: kva06@rambler.ru

Использование интеллектуальных технологий для диагностики, а также выбора оптимального метода лечения и восстановительных процедур в медицине во многом обусловлено внедрением в медицинскую практику высокоинформативных методов исследования. При диагностике и принятии решения о назначении лечения врач сталкивается с проблемой анализа и переработки большого количества информации, что является сложной задачей и, решение которой на интуитивном уровне даже у высококвалифицированного специалиста может быть не всегда корректным. Существенный прогресс в области медицинских технологий диагностики и выбора метода лечения, превращения их из интуитивного искусства в строгую науку могут быть достигнуты при условии внедрения формализованных процедур для получения новых системных знаний из экспериментальных данных.

Известный лозунг «лечить не болезнь, а больного» актуален и в наши дни и требует разработки формализованных подходов для оценки индивидуального состояния.

Разработка высоких медицинских технологий основана на решении проблем: построения моделей дифференциальной диагностики, построения моделей описывающих зависимость результатов лечения от показателей, характеризующих индивидуальные особенности больного и учитывающих используемые лечебные воздействия, а также решение задачи формального выбора стратегии лечения при имеющихся значениях показателей, характеризующих индивидуальные особенности проявления болезни у пациента.

В представленной на конкурс монографии рассмотрены вопросы построения моделей для конкретных задач медицины, вопросы оценки индивидуального состояния и разработки стратегии индивидуального назначения лечения, выявления закономерностей процессов, проис-

ходящих в организме, а также задачи выбора информативных показателей и оценки эффективности проводимого лечения.

Представленные в монографии результаты были бы невозможны без сотрудничества с замечательными коллективами врачей и научных сотрудников. Мы приносим благодарность сотрудникам Научно-исследовательского института кардиологии научного центра РАМН, от-деление хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электростимуляции, сотрудникам Томского научно-исследовательского института курортологии и физиотерапии, сотрудникам Сибирского государственного медицинского университета.

Монография состоит из 4-х глав, введения и заключения. Содержит 283 страницы текста, включает 136 рисунков и 387 источников цитируемой литературы.

В первой главе «Моделирование динамики возбуждения предсердий в задачах восстановления ритма сердца» рассматриваются вопросы построения трехмерной математической модели миокарда предсердий для оценки распространения волны возбуждения после проведения оперативного вмешательства при нарушении ритма сердца у пациента.

Рассмотрены свойства моделируемой среды, особенности и виды возникновения аритмии, связанных с нарушением частоты сердечных сокращений. Устранению причин аритмии предшествует изучение динамики возбуждения миокарда. Для этого применяется процедура построения временной характеристики возбуждения предсердия, цель которой установить механизм запуска существующей аритмии и определить места воздействия для ее устранения. С этой целью используется методология эндокардиального картирования, которая способна выявить и наглядно представить динамику возбуждения предсердий. Однако, отражая, ход волны возбуждения по эндокардиальной поверхности, она не может предсказать динамику возбуждения при изменении свойств миокарда. Применение математических методов описания динамики возбуждения миокарда (моделей) дает возможность решать эту задачу.

В монографии приведен обзор моделей динамики возбуждения предсердий, дан их сравнительный анализ и определены условия моделирования, а также подробно исследована

модель динамики возбуждения предсердия на основе клеточных автоматов. Рассмотрены входные данные клеточной модели, дискретизация пространства возбуждения предсердий, разработана модификация метода Шепарда для реконструкции эндокардиальной поверхности предсердий, определены правила клеточного автомата при моделировании динамики возбуждения предсердий, приведены примеры моделирования динамики возбуждения предсердий. Моделирование процесса основано на данных, получаемых в ходе операции пациента, и опирается на существующие технологии эндокардиального картирования и визуализации полостей сердца. Практической ценностью модели является то, что она позволяет производить проверку оперативного вмешательства еще до проведения операции, а также может производиться интраоперационно, после реконструкции анатомии предсердий и карты их возбуждения, опираясь на полученные данные.

Вторая глава «Модели и информационные технологии при реабилитационном лечении нервно-мышечной системы конечности человека» посвящена вопросам разработки математических моделей для индивидуального анализа патологии нервно-мышечной системы конечности пациента и контроля процесса восстановления ее функции в процессе лечения.

Приводится анатомическое описание нервно-мышечной системы, как объекта моделирования, а также структурная схема распространения сигнала по нервно-мышечным волокнам. Указываются особенности реабилитационного лечения при травмах конечностей на основе электронейромиографии (ЭНМГ), позволяющей регистрировать сигналы, отражающие функциональное состояние нервно-мышечной системы (НМС). Введение классификаций состояний НМС дает возможность для врача при наличии специальных критериев оценки: решать задачи индивидуализации выявления отклонений от нормы; создавать индивидуальный план лечения при проведении лечебно-восстановительных процедур. Применение математических методов анализ НМС и соответствующих информационных технологий позволит врачу контролировать и своевременно управлять реабилитационной терапией методом ЭНМГ. В главе приводится обзор моделей НМС, их сравнительный анализ и применимость в практической медицине. В работе используется оригинальное представление НМС в виде четырехполюсника, состоящего из стандартных электрических элементов (сопротивления, емкости, индуктивности), для которых определена физиологическая интерпретация, позволяющая ввести степень тяжести патологии, что дает возможность ее использования для корректного назначения лечебных процедур. Установлена связь параметров электрической схемы замещения с основными показателями состояния нервно-мышечной си-

стемы. На основе использования свойств динамической модели введены лабораторные индексы тяжести в оценке эффективности лечения. Приводятся результаты практического применения разработанных алгоритмов индивидуального интерактивного контроля состояния нервно-мышечной системы в ходе лечебной процедуры. Описывается особенность структуры используемого аппаратно-программного комплекса.

В третьей главе «Моделирование состояния здоровья детей с заболеваниями щитовидной железы по лабораторным показателям» рассматриваются вопросы применения математических методов для построения интегральных критериев на основе информативных показателей для оценки индивидуального состояния детей с заболеванием щитовидной железы. Кратко приводится общее описание и роль щитовидной железы в организме, формируется постановка задачи моделирования. Для выделения информативных показателей используется диаграмма Парето. Для формирования интегральных критериев разработана методика шкалирования данных на основе функции Харрингтона. В главе приведена разработанная методика оценки состояния детей с заболеванием щитовидной железы по данным электроэнцефалограммы. Анализ электроэнцефалограмм производится с позиции нелинейной динамики, а выделение скрытых гармоник – с использованием метода Стокса. В главе вводится понятие фазового портрета, на основе которого формируются интегральные оценки с использованием геометрического анализа. Выявлена связь между состоянием щитовидной железы и частотными гармониками ЭЭГ.

На основе приведенных методов появляется возможность доказательного вынесения диагноза, обеспечивающего дифференциальный подход к лечению исследуемых заболеваний. Приводится архитектура и особенность структуры разработанного программного комплекса.

Четвертая глава «Модели и алгоритмы оценки состояния здоровья у детей в раннем неонатальном периоде» связана с построением доказательных оценок функционального состояния ребенка при рождении. Здесь обсуждается актуальность проблемы, акцентированно внимание на сердечно-сосудистой системе, как индикатора функционального состояния организма. Для анализа используется метод кардиоинтервалометрии. Используя понятия существенных переменных на основе анализа экспериментального материала, были сформированы четыре обучающие выборки, для которых были определены адаптационные стратегии организма ребенка в первые дни жизни. Степень напряжения и функциональный резерв организма ребенка определялись на основе результатов проведения клиноортостатических проб. Были выявлены адаптационные возможности детей по оценке распределения R-R интервалов, с применением

энтропийных методов. Решены задачи дифференциальной диагностики на основе дискриминантного анализа для полного набора исходной информации, неоднородной последовательной процедуры распознавания и логико-вероятностного подхода для случая, когда значения ряда переменных неизвестны, либо заданы с некоторой степенью уверенности. В конце главы приведена архитектура и программная реализация автоматизированной системы «Здоровье». При проектировании программного комплекса использовался метод узлов. При этом каждый узел обеспечивает решение одной из задач оценки функционального состояния ребенка. В свою очередь каждый узел построен по модульному принципу, что дает возможность расширения и дополнения системы другими алгоритмами и программами.

В заключение следует отметить, что представленная монография является результатом многолетней бескорыстной работы преподавателей, аспирантов и студентов кафедры прикладной математики Томского политехнического университета в тесном взаимодействии со специалистами Томских медицинских учреждений. Мы надеемся, что она найдет положительный отклик среди специалистов как в области компьютерного моделирования и информационных технологий, так и среди практических врачей и научных сотрудников.

Основная идея монографии – разработка индивидуализированного подхода к проведению лечебно-восстановительных процедур в каждом конкретном случае, что позволяет говорить о своеобразной “нанотехнологии” в лечебно-профилактической практике с использованием достаточно строгих математических методов в соответствии с требованиями доказательной медицины.

Мы считаем, что практический врач должен основное время уделять пациенту, а разработанные и разрабатываемые компьютерные технологии должны обеспечивать информационную среду, способствующую принятию решения. Подобные системы могут быть созданы только в тесном сотрудничестве специалистов по прикладной математике и врачей, имеющих конкретную специализацию. Работы в данном направлении должны широко поддерживаться и, несомненно, принесут пользу в сохранении здоровья нашего населения.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ
УСТРОЙСТВ НА ПЛИСАХ
(учебное пособие по курсовому
проектированию)**

Сальников И.И.

*Пензенский государственный технологический
университет, Пенза, e-mail: iis@pgta.ru*

Рассмотрены этапы проектирования цифровых схем формирования вычислителей элементарных функций с использованием ПЛИС

фирмы *Xilinx*. Проектирование выполняется в программной среде *WebPACK ISE 10.1*.

Вычислители элементарных функций являются частью широкого класса функциональных преобразователей информации (ФПИ), которые относятся к специализированным вычислительным средствам, широко используемым в современных информационных технических системах.

ПЛИС – это *программируемая логическая интегральная схема*, представляющая собой большую интегральную схему, у которой на одном кристалле размещены и программируются: универсальные логические блоки; соединительные цепи с коммутирующими элементами; устройства ввода/вывода; конфигурационная память, позволяющая многократно перестраивать схему. В настоящее время несколько десятков фирм занимаются разработкой и выпуском ПЛИС. Мировым лидером является фирма *Xilinx*, за ней идут фирмы *Altera*, *Atmel* и др. Фирмы, разрабатывающие мощные процессоры для современных ПЭВМ, взяли на вооружение ПЛИС-технологии для предварительной проверки и отладки сложных структур.

Разработка цифровых устройств на базе ПЛИС в корне отличается от привычного труда инженера-разработчика. Работа с паяльником и осциллографом отодвинулась на задний план, а основной стала работа с компьютером, так как этапы разработки – создание схемы, логическое и временное моделирование работы устройства, размещение логических элементов и трассировка цепей выполняются в программных пакетах САПР ПЛИС.

Для реализации функциональных преобразователей информации (ФПИ) средствами вычислительной техники необходимо использовать математическое представление ФПИ совокупностью простых арифметических операций – сложением, вычитанием, умножением и делением. Для этого часто используются степенные многочлены. Таким образом, реализован на ПЛИС сумматор, умножитель и делитель, можно реализовать любую элементарную функцию. Особенностью используемого подхода является модульный принцип проектирования. Создав и отладив отдельные модули, затем собирается заданный алгоритм вычисления элементарной функции.

В учебном пособии детально показано как разработать перемножитель заданной разрядности с использованием самого простого алгоритма, известного со школьной скамьи, перемножение столбиком. Приводятся этапы разработки делителя, в котором используется простой алгоритм с восстановлением остатка. Поясняется, как выбрать формат дробного двоичного числа с целой цифровой частью. Делается акцент на то, что в цифровой схеме используются целочисленные преобразования. Задача разработчика заключается в правильном выборе разрядов