

# КОМП'ЮТЕРНІ ЗАСОБИ, МЕРЕЖІ ТА СИСТЕМИ

*Ye. Timashov*

## **COMPUTER SYSTEMS ANALYSIS OF THERAPEUTIC AND DIAGNOSTIC COMPLEX DESIGN**

*Analyzed the requirements for the reliability of software and hardware of mobile medical devices and information technology, is considered a test system diagnostic and treatment facilities.*

*Key words: systems analysis, mobile medical devices.*

*Проаналізовано вимоги до надійності програмного і технічного забезпечення мобільних приладів медичного призначення та розглянута інформаційна технологія створення тестових систем лікувально-діагностичних комплексів.  
Ключові слова: системний аналіз, мобільні медичні прилади.*

*Проанализированы требования к надежности программного и технического обеспечения мобильных приборов медицинского назначения и рассмотрена информационная технология создания тестовых систем лечебно-диагностических комплексов.*

*Ключевые слова: системный анализ, мобильные медицинские приборы.*

© Е.А. Тимашов, 2013

УДК 004.3

Е.А. ТИМАШОВ

## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЛЕЧЕБНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Введение.** Лечебно-диагностические комплексы (ЛДК) – это автоматизированные системы для выработки путем автоматизированной диагностики и реализации лечебных воздействий на пациента, являющегося в данном случае объектом управления, на который направлены медикаментозные и процедурные воздействия в соответствии с критерием управления, выработанным врачом в процессе выявления заболевания или группы заболеваний как с помощью ЛДК, так и с помощью амбулаторных и других методов. Исходя из этого отнесем ЛДК к одной из разновидностей автоматизированных систем управления (АСУ), которым свойственны следующие признаки, общие для всех АСУ: ЛДК – это человек-машинная система, в которой врач играет важнейшую роль, принимая основное участие в выработке решения по диагностике и лечению; существенное место в ЛДК занимают: различные датчики (сенсоры), устройство связи с пациентом (УСП), средства вычислительной техники, выполняющие операции по сбору, обработке и переработке информации, для установления диагноза и выработке стратегии и тактики лечения; важную роль играют исполнительные устройства, т. е. устройства, осуществляющие лечебное воздействие на пациента, а также участвующие в управлении процессом получения диагностической информации; цель функционирования ЛДК – полная или частичная ликвидация диагности-

рованных заболеваний (оптимизация работы объекта) путем соответствующего выбора лечебных воздействий, осуществляемых как средствами, заложенными в ЛДК, так и другими [1].

ЛДК обеспечивает управление процессом лечения в целом, а его технические средства участвуют в выработке врачом решений по диагнозу и лечению. Этим ЛДК качественно отличается от традиционных приборных медицинских систем автоматизации и разнообразных локальных систем, которые по существу представляют собой технические средства для автоматизации действий врача или среднего медперсонала на том или ином участке процесса. В отличие от этого в ЛДК реализуется автоматизированный процесс принятия решений по диагнозу и лечению как единому целому. Назначение любой автоматизированной системы управления, ее необходимые функциональные возможности, желаемые технические характеристики и другие особенности в решающей степени определяются тем объектом, для которого создается данная система. Для ЛДК управляемый объект – самый сложный объект – человек, имеющий одно или, как правило, несколько заболеваний.

Осуществляя процесс диагностики и лечения, ЛДК воздействует непосредственно на те или иные органы как для получения информации, так и осуществляя процесс лечения. Интенсивность этих управляющих воздействий выбирают так, чтобы они осуществлялись наиболее целесообразным образом, определяемым врачом.

Таким образом, учитывая всю сложность стоящих перед врачом задач при комплексной диагностике состояния пациента, выборе методов (алгоритмов) лечения и необходимости ведения процесса в некотором оптимальном режиме, при котором может быть получен надлежащий эффект лечения, к ЛДК необходимо подходить как к единому целому, а не как к набору различных независимых элементов. Важно отметить, что ЛДК, разрабатываемые в настоящее время принадлежат к так называемым сложным системам, т. е. характеризуются наличием значительного числа параллельно происходящих процессов, разнообразных по принципу действия устройств, наличием связанных между собой подсистем, обладающих своими частными целями и критериями и, наконец, наличием развитой иерархией уровней управления [2]. Соответственно возрастает необходимая „мощность“ применяемых систем контроля и управления процессом диагностики и лечения. В результате этого растет степень взаимосвязанности отдельных подсистем и усложняются алгоритмы получения комплексной диагностической информации и процесса лечения в целом. Следовательно при разработке и проектировании ЛДК возникает задача создания интегрированных систем управления с использованием достижений современных информационных технологий.

Современный медицинский прибор – это сложный аппаратно-программный компьютерный комплекс, который часто содержит вычислительные и управляющие средства, позволяющие автоматизировать процесс получения диагностической информации и реализовать лечебные воздействия в требуемом виде с заданной продолжительностью, требующий от разработчиков не только владе-

ния знаниями в предметной области, но и понимания современных тенденций развития информационных технологий.

Получение достоверной диагностической информации является серьёзной проблемой и осложняется действием шумов, помех и артефактов разного происхождения; при этом уровень информативных сигналов имеет порядок нановеличин, что соизмеримо или ниже уровня действующих шумов и помех. Всё это приводит к значительному усложнению технических устройств; в результате, к ним предъявляются повышенные требования по точности измерений, чувствительности, надёжности, электробезопасности, малому потреблению энергии, стоимости и др. [3].

Ситуация в области производства и эксплуатации сложных медицинских технических устройств должна учитываться на стадии проектирования, а инженерная мысль – предвидеть и опережать появление новых технологий, нестандартных инженерных решений, нетрадиционных подходов к решению технических проблем.

**Общая часть.** ЛДК – многофункциональное электронное устройство. Принципы методов, заложенных в основу разработанной техники, представляют собой новые медицинские технологии экспресс-диагностики и лечения различных категорий больных, подробно изложенные во многих научно-технических изданиях и утверждены МОЗ многих стран мира. ЛДК представляет собой мини-поликлинику и основан на принципах электропунктурных методов диагностики и лечения.

Основная идеология, заложенная в ЛДК, – системность, комплексность, простота процесса работы врача, заключающиеся в объединении информационно-энергетических, биологических и физических методов диагностики, профилактики и лечения человека с учетом факторов окружающей среды, для одновременной нормализации функций и циркуляции «жизненной энергии» нарушенных тканей, органов и систем человека.

Существует множество методов электропунктурной диагностики и огромное количество различных видов воздействия на биологически активные точки (БАТ). ЛДК объединяет в себе два совершенно противоположных лечебно-диагностических направления (подхода), Восточное и Западное, которые дополняют друг друга и дают достаточно эффективный результат.

**Основными возможностями комплекса является:**

- одновременная диагностика всех органов и систем человека, выявляющая не только их общие функциональные нарушения, но и конкретно зону локализации без введения зондов, контрастных веществ, УЗИ, рентгена;
- максимальное повышение точности установления диагноза, а так же широкого спектра причин заболеваний без лабораторных исследований;
- выявление заболеваний до их клинического проявления;
- вскрытие механизмов этиопатогенеза заболеваний и подбор целенаправленного лечения;

- идентификацию гистологических структур различных тканей, возбудителей заболеваний, их токсины, а так же комбинированные эпидемиологические ситуации;
- определение чувствительности выявленной негативной микрофлоры к медикаментам, определение совместимости исследуемого организма с различными медикаментозными средствами и физиотерапевтическими методами;
- оптимизация профилактики и лечения под контролем обратной связи;
- подбор медикаментов (гомеопатических, аллопатических, фитопрепаратов) с учетом индивидуальной переносимости и их дозировку;
- \*определение группы крови, резус фактора, содержание антигенов в крови;
- \*выявление в организме транквилизаторов, отравляющих веществ, допинг-контроль, а также введение в организм допинга необходимого состава и удаление выявленного методом информационно-волновой терапии (основное применение в Вооруженных силах и спорте);
- подбор индивидуальной диеты;
- определение отягчающего действия медикаментов, трансплантатов, шовного материала, ортопедических металлоконструкций, средств, применяемых при наркозе, воздействий окружающих живых организмов, средств, применяемых в бытхимии, агрохимии, косметике, бижутерии, пищевых продуктов и добавок, красителей, строй материалов и др.;
- осуществление контроля за всеми видами терапевтического воздействия (фитопрепаратов, гомео- и аллопатических, КВЧ-, лазеро-, магнито-, водо-, грязе-, аромо-, лито-, цвето-, звуко-, иглорефлексотерапии и др.).

В результате замены нескольких врачей разных специальностей одним специалистом, существенно сокращается время обследования и лечения, обеспечивается высокая пропускная способность, что приводит к сокращению материальных и трудовых затрат.

**Состав аппаратной части комплекса** представлен тремя специальными электронными модулями:

- модулем ЦАП-АЦП (для проведения электропунктурных диагностик и установления диагноза);
- модулем лечебно-диагностического банка (ЛДБ), содержащий биологические спектрально-волновые характеристики тестируемых объектов (ТО);
- модулем микропроцессорного управления лазерного и КВЧ излучения.

А также:

- щупами (активным и пассивным) для проведения электропунктурной диагностики по методу Y. Nakatani (Япония);
- щупами (активным и пассивным) для проведения диагностики по методу доктора R. Voll (Германия);
- устройством для проведения медикаментозного тестирования;
- устройством лазерного излучения;
- генератором электромагнитного излучения высокой частоты (ЭМИ КВЧ) с волноводом и КВЧ-излучателем;
- устройством защиты (пациента и пользователя) от излучений РС.

Щупы и излучатели подключаются к встроенным разъемам электронных модулей.

Программное обеспечение комплекса состоит из следующих слоев:

- программы взаимодействия пользователя с информационной базой данных;
- программы обеспечения общения (интерфейса) с внешней средой:
  - интерфейс общения с пользователем (врачем);
  - интерфейс общения с аппаратурой УСО (устройства связи с объектом);
- программных средств, реализующих режимы диагностики и биоэнергетической коррекции организма;
- программного управления электронными модулями;
- обширная медицинская справочно-информационная база.

Комплекс также содержит большую справочно-рекомендательную базу данных по применению электропунктуры, акупунктуры и медпрепаратов (фито-, гомео- и аллопатических) [4].

Имитационное моделирование в системах проектирования медицинских диагностических УВК производится с учетом требований и особенностей применения разрабатываемого комплекса. В частности, для построения современных комплексов медицинской диагностики необходимо учитывать требования к структуре и функциональным возможностям проектируемого комплекса.

Учитывая быстрые темпы развития технологий и динамику развития ситуации, средства построения имитационных моделей диагностических комплексов должны быть достаточно гибкими и универсальными, позволяющими оперативно вносить изменения в методологическую и технологическую базу построения имитационных моделей и оперативно приводить имитационную модель комплекса к стадии полунатурного моделирования и макетирования [5]. Наиболее подходящими инструментальными средствами являются программные пакеты Simulink, Stateflow. Simulink содержит полный набор моделирующих инструментов быстрой разработки структуры проектируемых систем. К таким инструментам относятся библиотеки блоков, средства иерархического моделирования, средства идентификации сигналов, а также мощный набор пользовательских инструментов для создания, модификации и сопровождения структурных моделей любой степени сложности.

Обширная библиотека стандартных блоков включает в себя более 150 встроенных блоков. Кроме того, имеется возможность создавать библиотеки собственных блоков, содержащих не только описание функций, но и элементы пользовательского интерфейса, такие как иконические обозначения и диалоговые окна.

В системе Stateflow реализован генератор эффективного C-кода, что особенно удобно при проектировании встроенных систем обработки или сложных систем предобработки больших потоков информации в реальном масштабе времени.

Предлагаемый подход к проектированию проблемно-ориентированных УВК имеет следующие преимущества.

1. Возможность проектирования, верификации, оптимизации и отладки в полунатурном режиме реального времени широкой номенклатуры проблемно-ориентированных УВК: от недорогих, компактных и мобильных компьютеризованных приборов с ограниченным числом входных каналов до мощных исследовательских и диагностических станций, обеспечивающих двухмерную и трёхмерную визуализацию сложных динамических объектов в реальном масштабе времени.

2. Максимальное использование стандартизированных технических решений и серийно выпускаемых аппаратных и программных средств позволяет существенно снизить стоимость проектируемого комплекса.

3. Большое разнообразие вариантов проектных решений моделируемых на основе единой аппаратно-программной технологической базе обеспечивает выработку эффективных конфигураций с учётом потребительских требований к проектируемым комплексам и повышает их конкурентоспособность. Единый технологический проектный цикл позволяет выявлять ключевые архитектурно-программные характеристики прикладных задач в реальном времени и отрабатывать основные архитектурные требования к возможным альтернативным вариантам, включая выбор альтернативных компонентов, таких как процессоры цифровой обработки, предлагаемые другими производителями, или проектирование заказных и полузаказных СБИС.

В целом, изложенные подходы к технологии проектирования объектно-ориентированных управляющих вычислительных комплексов с применением имитационных моделей позволяют существенно сократить сроки и затраты на разработку нового поколения ультразвуковых компьютеризованных приборов с уникальными диагностическими возможностями и распространить опыт проектирования на другие сферы в области создания современных медицинских приборов, систем и комплексов.

1. *Тимашов Е.А.* Функциональные основы и алгоритмы работы распределенных биоинформационных систем диагностики и лечения // Зб. наук. пр. Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України «Нові комп'ютерні засоби, обчислювальні машини та мережі». – 2001. – Том 2. – С. 119 – 126.
2. *Тимашов Е.А.* Системный анализ компьютерных лечебно-диагностических комплексов // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2004. – № 3. – С. 156 – 162.
3. *Бейбер Р.Л.* Программное обеспечение без ошибок: Приемы и секреты создания правильных программ: Джон Уайли энд Санз. – М.: Радио и связь, 1996. – 220 с.
4. *Тимашов Е.А.* Синтез структури програмного забезпечення біоінформаційних систем діагностики та лікування // Комп'ютерні засоби, мережі та системи. – 2005. – № 4. – С. 145 – 152.
5. *Осадчий Е.П., Иосифов В.П.* Моделирование реографических кривых для стенодовой аппаратуры // Медицинская техника. – М.: Медицина, 1997. – № 5. – С. 28 – 30.

Получено 12.09.2013