

A 605.17.11
M-91

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՃԱՐՏԱՐԱԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

Մուրադյան Պետրոս Մովսեսի

ԿԵՆՄԱԲԺՇԿԱԿԱՆ ԱԶԴԱՆՇՄԱՆՆԵՐԻ ՄՇԱԿՄԱՆ
ԱՎՏՈՄԱՏԱՑՄԱՆ ՑԱՆՑԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ
ՄԻՋՈՑՆԵՐԻ ՆԱԽԱԳԾՈՒՄ

Ե. 11.17 - «Բժշկական նշանակության սարքեր, համակարգեր,
արտադրատեսակներ»
մասնագիտությամբ տեխնիկական գիտությունների
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման
ատենախոսության

Ս Ե Ղ Ս Ա Գ Ի Ր

ԵՐԵՎԱՆ – 2003

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРМЕНИИ

Мурадян Петрос Мовсесович

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СЕТЕВЫХ
СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ
БИОМЕДИЦИНСКИХ СИГНАЛОВ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.11.17 – “Приборы, системы и изделия медицинского назначения”

ЕРЕВАН - 2003

Ատենախոսության բեման հաստատվել է Հայաստանի Պետական
Ճարտարագիտական Համալսարանում:

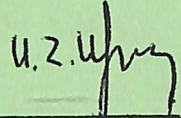
Գիտական ղեկավար՝ տ.գ.դ. պրոֆ. Ա. Հ. Առաքելյան
Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝ կ.գ.դ. Է. Մ. Կրիշչյան
տ.գ.թ. դոց. Վ. Շ. Մելիքյան

Առաջատար կազմակերպություն՝ ՀՀ ԳԱԱ Լ. Օրբելու անվ.
Ֆիզիոլոգիայի ինստիտուտ

Ատենախոսության պաշտպանությունը տեղի կունենա՝ 27 օգոստոսի 2003 թ.,
ՀՊՃՀ 032 Մասնագիտական խորհրդի նիստում (հասցեն՝ 375009, Երևան,
Տերյան փ., 105, 17-րդ մասնաշենք):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՊՃՀ-ի գրադարանում:
Սեղմագիրն առաքված է 26 հուլիսի 2003 թ.:

032 Մասնագիտական խորհրդի

գիտական քարտուղար, տ.գ.դ., պրոֆ.  Ս. Չ. Միմոնյան

Тема диссертации утверждена в Государственном Инженерном
Университете Армении.

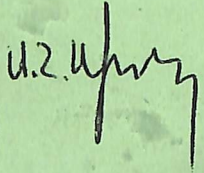
Научный руководитель: д.т.н., проф. Аракелян А. А.
Официальные оппоненты: д.б.н. Кришчян Э. М.
к.т.н. доц. Меликян В. Ш.

Ведущая организация: Институт физиологии им.
Л. Орбели НАН РА

Защита диссертации состоится 27 августа 2003 г. на заседании Специализированного
совета 032 в ГИУА
(адрес: 375009, г.Ереван, ул. Терьяна, 105, корпус 17).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГИУА.
Автореферат разослан 26 июля 2003 г.

Ученый секретарь Специализированного

совета 032 д.т.н., проф.  С. О. Симонян



2630-2003

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В последние годы, в связи с бурным развитием информационных технологий, появились компьютерные системы анализа биомедицинских сигналов, которые имеют следующий обобщенный принцип работы.

Датчики собирают и преобразуют биомедицинскую информацию в аналоговый сигнал, который преобразуется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в цифровые данные. Датчики, в зависимости от исследуемого объекта и метода, могут быть биопотенциальными, томографическими, ультразвуковыми, рентгеноскопическими и т.д. АЦП передает преобразованный сигнал в цифровой аналитический центр, который собирает, классифицирует, анализирует, архивирует данные и генерирует удобную форму отображения информации, которая передается на монитор. Такие цифровые системы, имеющие неоспоримые преимущества перед аналоговыми системами, обладают следующими недостатками:

1. Строгая ориентация на выполнение конкретного исследования с применением методов, присущих данному типу исследования, аппаратных средств, включая систему преобразователей, и датчиков. Соответствующая программная реализация методов анализа входных данных, их преобразования и вывода на периферийные устройства.
2. Фиксированный комплект периферийных устройств, установленных производителем.
3. Специфическое программное обеспечение, связанное с архитектурными особенностями системы.
4. Наличие строго определенного пользовательского интерфейса, а значит и технологии эксплуатации (комплекса операторских действий), для каждого конкретного прибора.

Следствием этих недостатков являются:

1. В случае необходимости реализации новых диагностических методов со стороны врачей – исследователей появляется необходимость применения и согласования дополнительных или замененных внешних устройств (модулей) с аналитическим центром, а также усовершенствование самого аналитического центра, что является весьма трудоемким процессом, требующим высокую степень профессиональной подготовки в области системного программирования и схемотехники, что недоступно не только врачам-исследователям, но и инженерно-

эксплуатационному персоналу и является приоритетом фирмы-изготовителя.

2. Для эксплуатации выше описанных систем требуется специальное обучение медицинского персонала не только для каждого функционально-конкретного прибора, но и идентичного прибора новой версии или прибора другого производителя.
3. В связи с сокращением сроков разработки и выпуска новых приборов или их модернизации, постоянная затрата ресурсов на переквалификацию специалистов, ориентированных на освоение и эксплуатацию каждого нового прибора.
4. В процессе разработки нового прибора требуется решение задач психологического рода, связанного с коммуникабельностью между медицинским и инженерным персоналом.

Актуальность темы диссертации. Выше указанные недостатки делают актуальной задачу создания инструментария врача-исследователя на базе персональных компьютеров, который будет лишен отмеченных недостатков и предназначен для разработки и эксплуатации новых биомедицинских аналитических систем, используемых в медицинском исследовательском процессе.

Цель диссертационной работы. Целью диссертационной работы является разработка программной инструментальной системы для создания и усовершенствования биомедицинских аналитических комплексов врачей-исследователей, предназначенных для приема, обработки, оптимизации и передачи данных, получаемых в медицинском диагностическом процессе, реализованных на базе стандартных персональных компьютеров и современных операционных систем, с учетом критериев многофункциональности, мультиплатформенности, сетевой ориентации, доступности и дешевизны.

Методы исследования. Для решения задач, поставленных в диссертационной работе, использованы стандарты и методы анализа биомедицинской информации в области кардиологии и радиологии, сетевых протоколов и стандартов в области хранения и передачи радиологических снимков - DICOM, метод оптоэлектронного анализа биологических растворов, теории и методы программирования компиляторов и интерпретаторов, методы и инструментари операционных систем семейства Unix/Linux и Windows NT/W2K/XP для программирования, стандарты в области синтаксических конструкций.

Научная новизна.

1. Разработан язык для анализа биомедицинских данных MeDAL Script (Medical Data Analyzing Language), который является объектно-ориентированным языком программирования с синтаксисом, основанным на сетевом стандарте XML, обеспечивающий его внедрение в передовые сетевые технологии.
2. Предложена архитектура взаимодействия программных модулей системы MeDAL на стадиях трансляции и интерпретации, а также формат объектного модуля MeDAL байт-код и формат промежуточных XML данных в виде таблицы тэгов.
3. Предложена структура автоматизированного рабочего места (АРМ) врача-исследователя, интерпретирующая его действия при решении биомедицинских задач, на основе имеющихся библиотек, а также его взаимодействие с инженерным персоналом при разработке новых программных средств на языке MeDAL Script.

Практическая ценность работы.

1. В работе представлен начальный комплект модулей, реализующих следующие функции:
 - Анализ кардиограмм, основанный на стандарте анализа variability сердечного ритма - опубликованный группой Европейского общества кардиологии и Североамериканского общества кардиостимуляции и электрофизиологии (ЕОК и САОК и Э).
 - Организацию мониторинга и ввода/вывода информации на периферийные устройства.
 - Организацию пользовательского интерфейса.
2. Возможность языкового изменения командных интерфейсов на всех существующих алфавитах мира. Мультиплатформенность и сетевые ресурсы языка дают возможность его использования при приеме/передаче биомедицинских данных через сеть и организацию бурно развивающихся медицинских телекоммуникационных систем.
3. Высокий уровень языка и доступность пользовательского интерфейса, реализующего визуальное программирование, позволяют его использование врачами-исследователями после прохождения курса обучения. Кроме этого, низкоуровневые возможности языка и свойство динамического пополнения библиотечными модулями, позволяют врачу-исследователю совместно с инженером-программистом создавать новые библиотеки языка, расширяющие функциональные возможности

системы с целью решения новых исследовательских задач медицинского технологического процесса.

Перечисленные программные средства могут быть непосредственно использованы врачами-исследователями, а также являются примерами разработки библиотек на языке MeDAL.

В диссертационной работе практически реализованы следующие программные пакеты:

- Ядро MeDAL.
- MeDAL транслятор.
- MeDAL интерпретатор.
- Библиотека, состоящая из классов и функций для анализа ЭКГ, ввода/вывода через АЦП/ЦАП, организации пользовательского интерфейса, математических и вспомогательных функций.
- Формат компилированного кода – MeDAL байт-код.
- Консоль сообщений.
- Менеджер конфигурации MeDAL.
- XML парсер/генератор.
- Менеджер библиотечных модулей.

Разработаны первичные Альфа версии указанных программных средств на языке C++ при содействии компиляторов Microsoft Visual C++ Compiler для семейства операционных систем Windows NT/W2k/XP и GNU Compiler для семейств операционных систем Unix/Linux.

Реализация работы.

- Разработанные синтаксический анализатор и генератор файлов по сетевому синтаксическому стандарту XML, промежуточный интерфейс-формат для коммуникации языка с XML парсер/генератором, а также консоль сообщений внедрены в ЕрНИИСС.
- Программный пакет исследования кардиограмм на основе вариабельности сердечного ритма и основы языка MeDAL Script использованы автором при проведении лекций и практических работ по дисциплинам "Методы биомедицинских исследований" и "Технические средства биомедицинской электроники" у студентов по специальности "Инженерное дело в биомедицине", групп К930-1, 2 в 2002/2003 уч. году.

Основные положения, выносимые на защиту.

- Новый проблемно-ориентированный язык MeDAL Script.
- Архитектура взаимодействия программных модулей системы MeDAL на стадиях трансляции и интерпретации.
- Формат объектного модуля MeDAL байт-код и формат промежуточных XML данных в виде таблицы тэгов.

- Синтаксический анализатор и генератор файлов XML и консоль сообщений, предназначенный для приема и передачи сообщений о ходе синтаксического анализа и генерации со стороны XML парсер/генератора.
- Библиотека языка, включающая классы и функции: анализа кардиограмм, организации мониторинга, ввода/вывода информации на периферийные устройства и компьютерную сеть, и организации пользовательского интерфейса.
- АРМ врача-исследователя.

Апробация результатов работы. Результаты работы докладывались на конференциях:

1. Computer science and information technologies, Proceedings of the conference. September 2001, Yerevan.
2. Годичная Научная Конференция Государственного Инженерного Университета Армении, Ереван, ноябрь 2001.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав и приложений. Работа изложена на 141 страницах машинописного текста, содержит 25 рисунков, 75 наименований использованной литературы, 63 страниц приложений. Диссертационная работа написана на русском языке.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, и приложений.

Во **введении** приводятся основные особенности стандартных диагностических аналоговых и цифровых систем, рассматриваются основные недостатки и следствия указанных недостатков, дается обоснование актуальности задачи и формулировка цели диссертационной работы.

Далее приводятся сведения о методах исследования, научной новизны, практической ценности работы, его реализации, апробации результатов, список публикаций и краткое содержание.

Первая глава посвящена обзору существующих систем анализа биомедицинских данных.

В параграфе 1.1 приведен обзор существующих приборов и систем анализа биомедицинских сигналов и наиболее развитых программных аналитических продуктов на базе PC. В частности, рассмотрены восьмиканальный и шестнадцатиканальный электроэнцефаллографы "BRAINCHECK" (EEG-8x) и "PRETENDER" (EEG-16x) фирмы "Медикор" (Венгрия), электромиограф фирмы Медтроник-дантек (США-ДАНИЯ) "КИПОИНТ", агрегатированная

система на базе мини-ЭВМ "Электроника 100/25" и микро-ЭВМ "Электроника-60" для непрерывного контроля за состоянием кардиологических больных. Исследованы и представлены особенности и недостатки вышеуказанных приборов и систем.

В параграфе 1.2 кратко рассмотрены основные особенности наиболее известных программных аналитических средств на базе PC: язык инженерных и научных вычислений MATLAB, система программирования LabView.

В параграфе 1.3 сформулирована постановка задачи диссертационной работы: разработка программных сетевых средств автоматизации обработки биомедицинских сигналов.

Вторая глава посвящена описанию языка MeDAL Script, основанном на XML стандарте. Выбор XML стандарта основан на том, что он является наиболее быстро развивающимся и все более используемым в различных сетевых технологиях, поэтому выбор XML в качестве базовой синтаксической конструкции дает реальные преимущества с точки зрения совместимости с передовыми сетевыми технологиями, поддержки со стороны сетевых серверов и поддержки многоязыковых кодировок.

Приводится описание языка MeDAL Script, в которую входят:

- Метаязык для описания синтаксиса языка MeDAL Script.
- Концепция объектно-ориентированного программирования в MeDAL Script, где, в частности отмечается особенность MeDAL Script, которая отличает его от других объектно-ориентированных языков - в ней невозможно создать новый класс, не унаследовав его от какого-то другого стандартного класса MeDAL Script.
- Описание синтаксиса и языковых конструкций языка MeDAL Script (символ, литерал, типы данных и их константные определения, предопределенные константы, переменные, операторы, комментарии, функции).

Третья глава посвящена описанию библиотек и программных модулей MeDAL: стандартная библиотека математических и вспомогательных функций, стандартная библиотека определений энумераторов и констант (параграфы 3.1 и 3.2).

В параграфе 3.3 описана стандартная библиотека классов и функций:

- Классы ввода / вывода: классы инкапсулирующие элементы графического интерфейса Windows (12 классов), класс инкапсулирующий интерфейс для работы со стандартным АЦП/ЦАП.

- Классы и функции для анализа variability сердечного ритма в электрокардиографиях, где сначала приводятся методы анализа электрокардиограмм на основе variability сердечного ритма. Далее подробно описывается функциональный и классовый набор библиотек для ввода/вывода и реализации методов временной области ЭКГ (3 классов, 11 функций), приводятся соответствующие математические описания и алгоритмы (листинги программных реализаций приводятся в приложении 1).

Далее приведена программная реализация расчета частоты сердечных сокращений на MeDAL Script, что является примером применения классов и функций стандартной библиотеки MeDAL Script. Пользовательский интерфейс программы для расчета частоты сердечных сокращений приведен на рис. 1.

В параграфе 3.4 приводятся описания алгоритмов и программных единиц MeDAL:

- XML парсер/генератор - программа реализующая синтаксический анализ и генерацию XML. Дано обоснование разработки нового парсер/генератора исходя из:
 - а) Готовые парсер/генераторы имеют платформенно-зависимую реализацию, кроме этого существуют лицензионные ограничения их коммерческого использования.
 - б) Мультиплатформенные реализации XML парсеров, наподобие Java реализаций, не имеют зависимости от платформы, но менее быстродействующие.
- Таблица XML тэгов - промежуточный формат для хранения и передачи анализированных XML данных.
- Транслятор MeDAL - предназначен для транслирования программного кода написанного на MeDAL Script в двоичный формат - MeDAL байт-код, который и является объектным модулем.
- MeDAL дизайнер - программа, которая дает возможность пользователю реализовывать программы с помощью визуальных инструментов, легко усваиваемых врачом-исследователем.
- Ядро MeDAL - является самой главной коммуникационной частью системы MeDAL, т.е. ядро осуществляет связь между программными пакетами MeDAL.
- Интерпретатор MeDAL - является исполнителем кода (байт-код), который транслирован транслятором MeDAL.

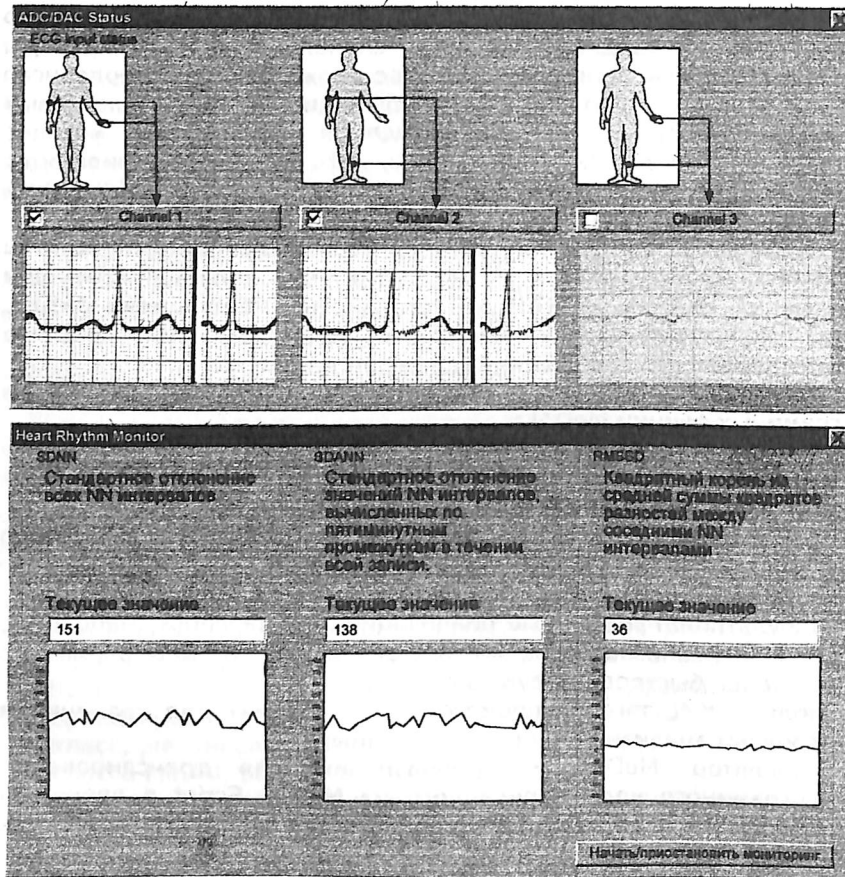


Рис 1. Пользовательский интерфейс программы для расчета частоты сердечных сокращений

- Конфигуратор - независимая программа, которая предназначена для изменения конфигурации программного пакета MeDAL.
- Таблицы и менеджер языковых переводов команд - независимый программный модуль, в полномочия которого входит получать команды на разных языках и, осуществив поиск в таблицах многоязыковых команд, возвращать стандартное значение, основанное на латинских символах.

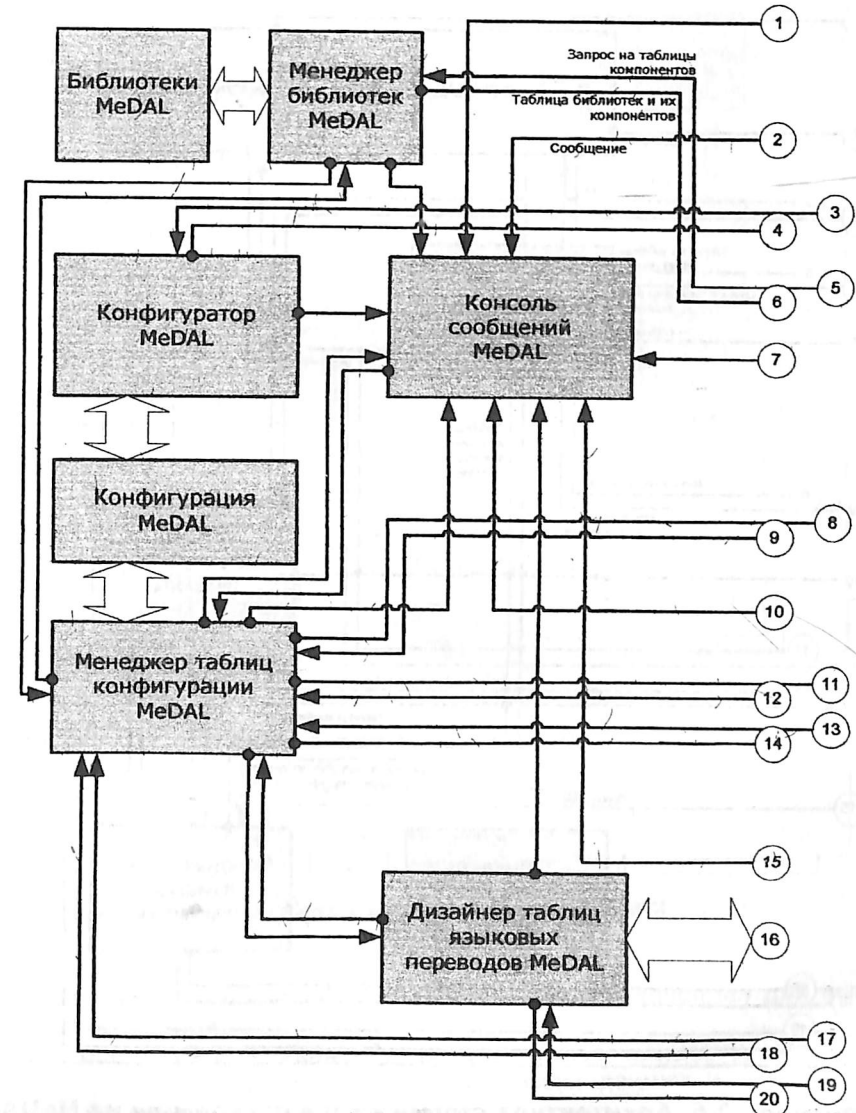


Рисунок 2а. Архитектура стадии ввода программы на MeDAL Script

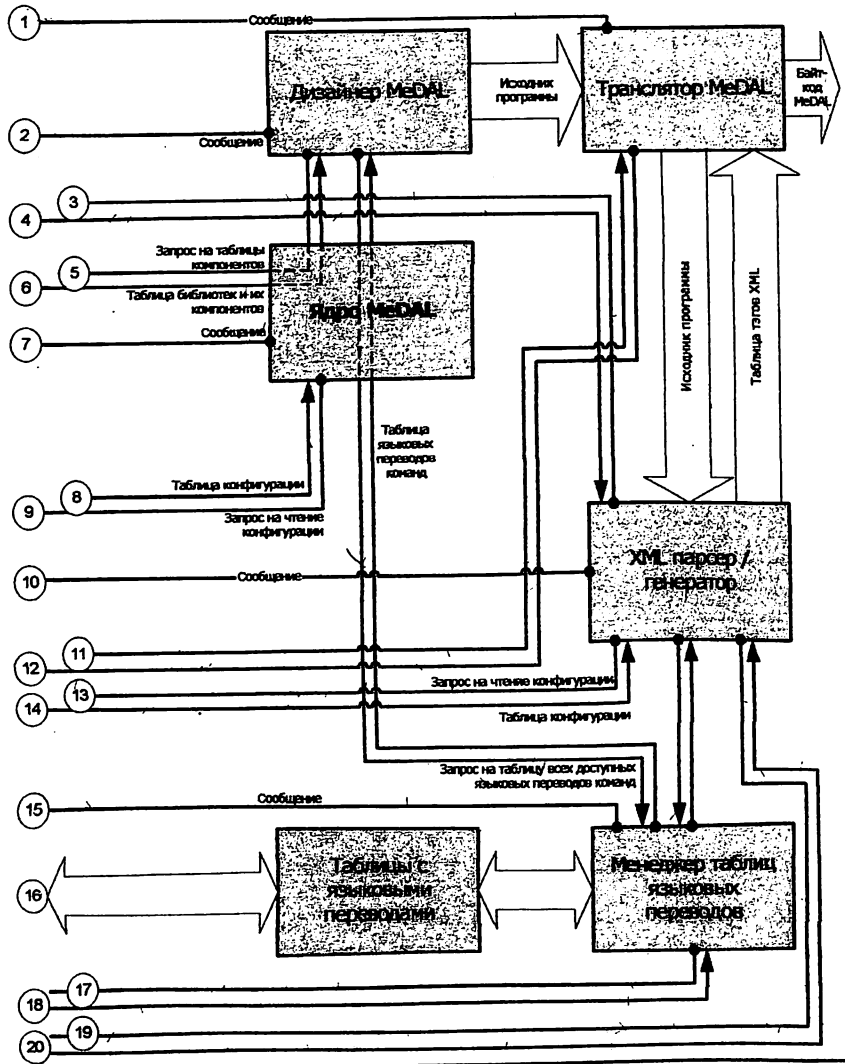


Рисунок 2.6. Архитектура стадии ввода программы на MeDAL Script (продолжение)

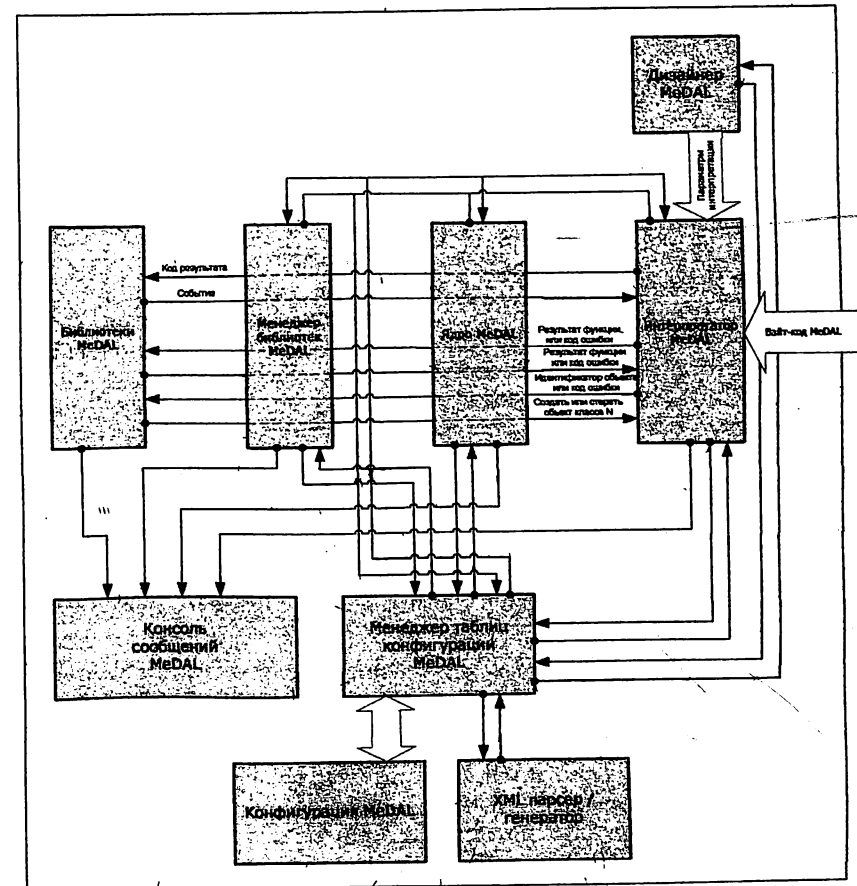


Рис. 3. Архитектура стадии интерпретации программы на MeDAL Script

- Консоль сообщений - программа, предназначенная для вывода сообщений.
- Библиотеки - являются независимыми модулями, в которых встроены все классы, функции, типы данных и эnumераторов MeDAL Script.
- Дизайнер таблиц языковых переводов - дает возможность визуально создавать и модифицировать таблицы языковых переводов.

- Менеджер таблиц конфигурации - обеспечивает коммуникацию всех пакетов MeDAL с конфигурацией, т.е. обеспечивает быстрый поиск нужных значений в таблице конфигурации.
- Конфигурация MeDAL - таблица в формате XML, в которой записаны все конфигурационные данные MeDAL.

Все программные единицы включенные в MeDAL проектировались с учетом следующих критериев: мультиплатформенность, быстродействие, простота пользовательского интерфейса, архитектура динамично дополняемых библиотек, многоязыковая поддержка.

Далее дана архитектура их взаимодействия на стадиях ввода (рис. 2а и 2б) и выполнения (рис. 3) программы.

Стадия ввода программы. Стадия ввода программ в MeDAL (рис. 2 а, 2 б) делится на две стадии:

1. Разработка программы на MeDAL Script в среде MeDAL дизайнер. Во время разработки MeDAL дизайнеру требуется весь список доступных команд. Так как в системе может быть несколько языковых интерпретаций команд, то для этого при загрузке MeDAL дизайнер посылает несколько запросов:

а) Запрос на наличие всех доступных языковых команд к базе данных языковых переводов команд MeDAL. Запрос идет к ядру MeDAL, так как ядро MeDAL является промежуточным звеном и берет на себя все коммуникационные вопросы, после чего, ядро в свою очередь пересылает запрос к менеджеру таблиц языковых переводов. Менеджер таблиц языковых переводов при инициализации дает команду XML парсер/генератору на синтаксический анализ всех XML таблиц языковых переводов, после чего эти таблицы в синтаксически анализированном виде передаются менеджеру, который формирует таблицу языковых команд (переводы всех имен команд на другие языки) и посылает его ядру MeDAL, которое в свою очередь пересылает MeDAL дизайнеру.

б) Запрос на менеджер данных всех библиотек, имеющихся в наличии MeDAL. Этот запрос посылается ядру MeDAL, который пересылает запрос менеджеру библиотек MeDAL. Менеджер библиотек посредством XML парсер/генератора создает и передает таблицу всех в наличии библиотек и внутрибиблиотечных компонентов.

в) Запрос к менеджеру таблиц конфигурации для получения всех конфигурационных данных для MeDAL дизайнера. Если все три ответа на запросы верны и при этом не произошла ошибка, стадия инициализации MeDAL дизайнера завершается. В

противном случае на консоль сообщений выводится ошибка. После вышеуказанных процедур, транслятор MeDAL строит, на основе полученных таблиц, пользовательский интерфейс и становится готовым к работе.

2. После того как программа на MeDAL Script будет готова к трансляции, MeDAL дизайнер отправляет запрос к MeDAL транслятору, который начинает цикл трансляции. Во время трансляции, транслятор проводит первичную трансляцию на соответствие синтаксису XML, после чего, если не обнаружены ошибки, транслирует в MeDAL байт-код. Если ошибки отсутствуют, транслятор передает MeDAL дизайнеру положительный ответ на запрос о транслировании. В противном случае транслятор отправляет таблицу ошибок на консоль сообщений.

Стадия интерпретации. Интерпретация (рис. 3) в системе программирования MeDAL делится на три стадии:

1. Чтение конфигурации интерпретатора. Для чтения конфигурации, интерпретатор отправляет запрос к менеджеру таблиц конфигурации, который, в свою очередь, посредством коммуникации с XML парсер/генератором получает все конфигурационные данные интерпретатора с таблицы конфигураций.
2. Проверка на наличие всех классов, функций и типов данных в библиотеке MeDAL. Проверка начинается с чтения первого раздела объектного файла байт-код (в первом разделе записаны заголовки всех классов, функций и типов). Если при чтении происходит ошибка (файл байт-код может быть испорчен или на вход интерпретатора может быть подан неправильный файл), то MeDAL интерпретатор посылает сообщение об ошибке в консоль сообщений и заканчивает работу. Если при чтении нет ошибок, то интерпретатор начинает посылать запросы на наличие команд ядру MeDAL. Ядро в свою очередь посылает проверочные запросы к менеджеру библиотек, которая сканирует все библиотечные модули на наличие запрашиваемых команд. Если команда не найдена, то к ядру возвращается отрицательный ответ, который в свою очередь пересылает отрицательный ответ интерпретатору. При наличии хоть одного отрицательного ответа на наличие класса, функции или типа, интерпретатор выводит сообщение об отсутствующей библиотеке на консоль сообщений и заканчивает свою работу. Если при проверке библиотечных модулей на наличие команд ошибки не

обнаруживаются, MeDAL интерпретатор переходит ко второй стадии выполнения.

3. Во время третьей стадии происходит:

а) Инициализация всех объектов, во время которой интерпретатор начинает считывать все объявления объектов и переменных, параллельно пересылая запросы к ядру MeDAL на их создание. Если родительский класс объекта описан в теле байт-кода, то ядро пересылает запрос к менеджеру библиотечных модулей на создание объекта родительского класса запрашиваемого класса, после чего налаживает на созданный объект родительского класса все новые свойства и методы, в противном случае, после исполнения запроса менеджером библиотечных модулей ядро передает управление интерпретатору. Если при создании объектов и переменных происходит какая-то ошибка, менеджер библиотек пересылает сообщение о критической ошибке в консоль сообщений, параллельно отправляя запрос к интерпретатору на конец работы.

б) Если при инициализации всех объектов и переменных не произошла ошибка, интерпретатор начинает интерпретировать перечень инструкций и выражений, которые находятся в точке входа программы - функции Main. Если в выражениях встречается ссылка на библиотечную функцию или команду объекта, то интерпретатор посредством ядра пересылает запрос на выполнение команды и получает результат работы команды. После выполнения последней инструкции в теле Main интерпретатор впадает в бесконечный цикл. Интерпретатор выходит из цикла, когда получает запрос на выполнение функции CloseApplication.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) врача-исследователя на базе MeDAL. Функциональное назначение АРМ соответствует задачам, решаемым врачом-исследователем и соответствующим инженерно-техническим персоналом. Структура системы АРМ врача-исследователя на базе MeDAL приведена на рис. 4.

В соответствии с функциональным назначением АРМ состоит из трех подсистем:

- АРМ врача-исследователя (ВИ).
- АРМ инженерно-технического персонала (ИТП).
- АРМ инженера-программиста (ИП).

При решении задач, для которых программные аналитические ресурсы системы MeDAL оказываются

достаточными, используются подсистемы АРМ врача-исследователя и АРМ инженерно-технического персонала. АРМ инженера-программиста используется в том случае, если решаемая проблема требует наличия дополнительных библиотечных ресурсов и требуется расширение библиотеки или создания новой библиотеки. Запрос должен содержать описание проблемы, медицинского метода, четкую постановку задачи.

АРМ врача-исследователя состоит из следующих групп:

1. Разработка программы анализа биомедицинских сигналов.
2. Компиляция и отладка программы.
3. Проведение эксперимента.
4. Запрос к АРМ ИТП на установку системы.
5. Запрос к АРМ ИП на расширение библиотек.

АРМ инженерно-технического персонала состоит из следующих групп:

1. Установка аппаратных средств.
2. Установка программных средств.

АРМ инженера-программиста состоит из следующих групп:

1. Постановка задачи.
2. Реализация программных средств.
3. Внедрение в систему MeDAL.

Действия врача-исследователя при проведении экспериментальной работы по получению и обработке биомедицинских данных сводится к следующему:

1. Запросу к АРМ ИТП на выбор, установку и отладку аппаратных и программных средств.
2. Разработке программы ввода и анализа биомедицинских сигналов на базе MeDAL, в которую входят:
 - Постановка задачи анализа данных.
 - Запуск приложений MeDAL.
 - Выбор функциональной командной базы для решения задачи.
 - Проектировка программы решения задачи на MeDAL Script.
3. Компиляции и отладке программы с исправлением ошибок и получением конечной скомпилированной версии.
4. Запуску программы, проведению экспериментов, получению и оценке результатов программы.

Действия инженерно-технического персонала сводятся к:

1. Выбору соответствующих датчиков, согласованию их со стандартным комплексом ЦАП/АЦП, стыковке последнего с РС.
2. Установке операционной системы на РС, установку MeDAL и дополнительных модулей MeDAL.

их создание. Если родительский класс объекта описан в теле байт-кода, то ядро пересылает запрос к менеджеру библиотечных модулей на создание объекта родительского класса запрашиваемого класса, после чего налаживает на созданный объект родительского класса все новые свойства и методы, в противном случае, после исполнения запроса менеджером библиотечных модулей ядро передает управление интерпретатору. Если при создании объектов и переменных происходит какая то ошибка, менеджер библиотек пересылает сообщение о критической ошибке в консоль сообщений, параллельно отправляя запрос к интерпретатору на конец работы.

б) Если при инициализации всех объектов и переменных не произошла ошибка, интерпретатор начинает интерпретировать перечень инструкций и выражений, которые находятся в точке входа программы - функции Main. Если в выражениях встречается ссылка на библиотечную функцию или команду объекта, то интерпретатор посредством ядра пересылает запрос на выполнение команды и получает результат работы команды. После выполнения последней инструкции в теле Main интерпретатор впадает в бесконечный цикл. Интерпретатор выходит из цикла, когда получает запрос на выполнение функции CloseApplication.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) врача-исследователя на базе MeDAL. Функциональное назначение АРМ соответствует задачам, решаемым врачом-исследователем и соответствующим инженерно-техническим персоналом. Структура системы АРМ врача-исследователя на базе MeDAL приведена на рис. 4.

В соответствии с функциональным назначением АРМ состоит из трех подсистем:

- АРМ врача-исследователя (ВИ).
- АРМ инженерно-технического персонала (ИТП).
- АРМ инженера-программиста (ИП).

При решении задач, для которых программные аналитические ресурсы системы MeDAL оказываются

метода, четкую постановку задачи.

АРМ врача-исследователя состоит из следующих групп:

1. Разработка программы анализа биомедицинских сигналов.
2. Компиляция и отладка программы.
3. Проведение эксперимента.
4. Запрос к АРМ ИТП на установку системы.
5. Запрос к АРМ ИП на расширение библиотек.

АРМ инженерно-технического персонала состоит из следующих групп:

1. Установка аппаратных средств.
2. Установка программных средств.

АРМ инженера-программиста состоит из следующих групп:

1. Постановка задачи.
2. Реализация программных средств.
3. Внедрение в систему MeDAL.

Действия врача-исследователя при проведении экспериментальной работы по получению и обработке биомедицинских данных сводится к следующему:

1. Запросу к АРМ ИТП на выбор, установку и отладку аппаратных и программных средств.
2. Разработке программы ввода и анализа биомедицинских сигналов на базе MeDAL, в которую входят:
 - Постановка задачи анализа данных.
 - Запуск приложений MeDAL.
 - Выбор функциональной командной базы для решения задачи.
 - Проектировка программы решения задачи на MeDAL Script.
3. Компиляции и отладке программы с исправлением ошибок и получением конечной скомпилированной версии.
4. Запуску программы, проведению экспериментов, получению и оценке результатов программы.

Действия инженерно-технического персонала сводятся к:

1. Выбору соответствующих датчиков, согласованию их со стандартным комплексом ЦАП/АЦП, стыковке последнего с РС.
2. Установке операционной системы на РС, установку MeDAL и дополнительных модулей MeDAL.

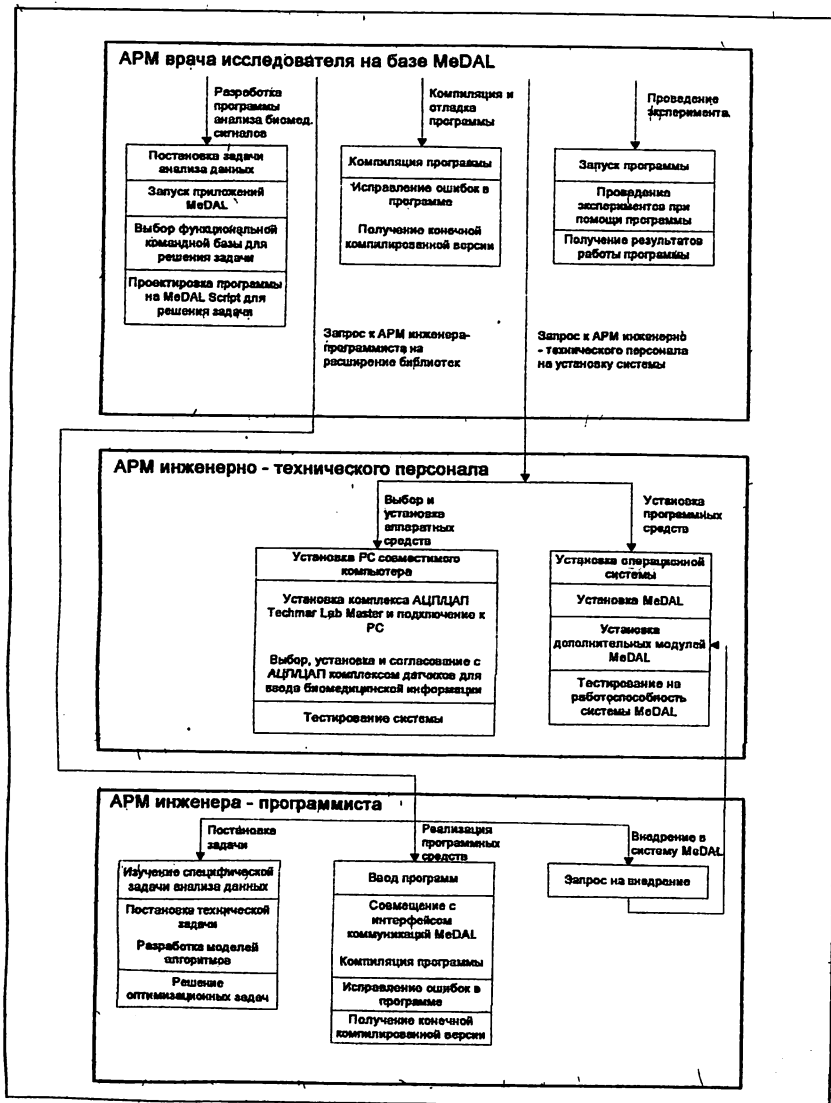


Рис. 4. Структура АРМ врача-исследователя на базе MeDAL

3. Тестированию системы MeDAL на работоспособность вместе с периферийными устройствами.

Действия инженера-программиста сводятся к:

1. Изучению специфической задачи анализа данных, постановке технической задачи, разработке моделей и алгоритмов и решению оптимизационных задач.
2. Вводу программы для дальнейшей трансляции, ее совмещению с коммуникационным интерфейсом MeDAL, компиляции и отладке.
3. Запросу к АРМ ИТП на внедрение (установку) реализованных программных средств в текущую систему MeDAL.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Основные результаты диссертационной работы сводятся к следующему:

1. На основе исследованных проблем и известных биомедицинских диагностических систем, а также стандартов и протоколов для анализа и передачи специфической биомедицинской информации, выявлены основные недостатки этих систем, основные особенности и составляющие стандартов, необходимые для решения поставленной задачи.
2. Разработан новый проблемно-ориентированный язык для анализа биомедицинских данных MeDAL Script, реализован его синтаксис и предложена объектно-ориентированная концепция программирования на базе XML.
3. Предложены алгоритмы и разработаны программные модули в виде библиотек языка, содержащие классы и функции, реализующие ввод/вывод и мониторинг электрокардирисигналов, анализ вариабельности сердечного ритма на основе медицинского международного стандарта, опубликованного ЕОК и САОК и Э.
4. Разработаны транслятор и интерпретатор языка MeDAL Script. Предложены формат объектного модуля MeDAL байт-код выходных данных транслятора и формат интерфейса для коммуникации с пакетом "XML парсер/генератор", сформированный в виде таблицы тегов. Предложен программный модуль визуального программирования на языке MeDAL Script, предназначенный для облегчения работы врача-исследователя с системой MeDAL.

5. Предложена архитектура системы MeDAL на стадиях ввода и выполнения программ биомедицинского назначения на языке MeDAL Script.
6. Предложена структура АРМ врача-исследователя на базе системы MeDAL и биомедицинских периферийных устройств.
7. Разработанные программные пакеты реализованы на системах семейства Windows NT/W2K/XP, на языке C++, при содействии платформенно-независимой библиотеки STL. Полный объем исходных текстов Альфа-версий программ составил около 8 Мб.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. П. М. Мурадян. Программное обеспечение сбора и обработки биомедицинской информации. // Моделирование. Оптимизация. Управление. Выпуск 1. (Сб. науч. тр.), ГИУА, Ереван 1998, С. 57-62.
2. Պ. Մուրադյան. Կենսաբժշկական փոփոխանների վերլուծության MeDAL համակարգ: // Հայաստանի Պետական Ճարտարագիտական Համալսարանի տարեկան գիտաժողովի կուրթերի ժողովածու: Հատար 2, 2001 թ. էջ 368-370:
3. П. М. Мурадян. Проблемно-ориентированный язык программирования Medal (Medical Data Analyzing Language). //Computer science and information technologies, proceedings of the conference. 2001, Yerevan. pp. 478-479.
4. П. М. Мурадян, С. А. Минасян, А. А. Аракелян. Проблемно-ориентированная система программирования для анализа биомедицинских данных "MeDAL". // Информационные технологии и управление. "Энциклопедия - Армения", 2002 г. С. 20-26.

ԱՄՓՈՓՈՒՄ

- Ատենախոսության հիմնական արդյունքները հանգում են հետևյալին.
1. Հիմնավորվել են կենսաբժշկական ախտորոշման համակարգերի այն խնդիրները, ինչպես նաև կենսաբժշկական ինֆորմացիայի վերլուծության և հաղորդման միջազգային ստանդարտների այն առանձնահատկությունները, որոնք էական են առաջադրված խնդրի լուծման համար:
 2. Մշակված է կենսաբժշկական տվյալների վերլուծության նոր պրոբլեմային կողմնորոշումով ծրագրավորման MeDAL Script լեզուն, իրագործված է նրա շարահյուսությունը, առաջարկված է XML սինտաքսիկ ստանդարտի հիման վրա օբյեկտային կողմնորոշումով ծրագրավորման կոնցեպցիան:
 3. Առաջարկվել են ալգորիթմներ և մշակվել են լեզվի գրադարանների տեսքով դասեր և ֆունկցիաներ պարունակող, էլեկտրոսրտագրերի մուտք/էլք և հսկում իրականացնող, ինչպես նաև միջազգային բժշկական Սրտաբանության Եվրոպական հանրության խմբի և Հյուսիսամերիկյան Կարդիոստիմուլյացիայի և էլեկտրոֆիզիոլոգիայի հանրության կողմից հրատարակված ստանդարտի հիման վրա, սրտի ռիթմի փոփոխունակության վերլուծման ծրագրային մոդուլներ:
 4. Մշակված են MeDAL Script լեզվի տրանսլատորը և ինտերպրետատորը: Առաջարկվել է տրանսլատորի էլքային տվյալների "MeDAL բայթ-կոդ" օբյեկտային մոդուլի ֆորմատը, ինչպես նաև XML Parser/Generator փաթեթի հետ կապի ինտերֆեյսի միջանկյալ ֆորմատը "Տեգերի աղյուսակ"-ի տեսքով: Առաջարկվել է MeDAL Script – ով տեսողական ծրագրավորումը իրագործող, բժիշկ-հետազոտողի աշխատանքը դյուրացնող, ծրագրային մոդուլ:
 5. Առաջարկվել է MeDAL համակարգի ճարտարապետությունը MeDAL Script լեզվով կենսաբժշկական նշանակության ծրագրերի մուտքագրման և կատարման փուլերի համար:
 6. Առաջարկված է MeDAL համակարգի և արտաքին սարքերի հիման վրա բժիշկ-հետազոտողի ավտոմատ աշխատանքային տեղի (ԱԱՏ) կառուցվածքը:
 7. Մշակված ծրագրային փաթեթները իրագործված են Windows NT/W2K/XP ընտանիքի օպերացիոն համակարգերում, C++ լեզվով, հենքային-անկախ STL գրադարանի աջակցությամբ: Ծրագրերի "Ալֆա-տարբերակի" ընդհանուր ծավալը կազմել է մոտ 8 մեգաբայթ:

Պ. Լ. Լ.

