

А. Э. Пихлак¹, В. А. Саруханов², В. А. Логачев¹, А. М. Носовский³,
А. В. Шувалов¹, И. А. Лисенков¹, Н. А. Мутьева¹

ИННОВАЦИОННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

¹ГБОУ ВПО Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова Минздрава России, 109044, Москва, Россия; ²ООО "Независимый исследовательский центр перспективных разработок", 115304, Москва, Россия; ³Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, 123007, Москва, Россия

Пихлак Андрей Эдуардович (Pikhakl Andrey Eduardovich)

Саруханов Ваган Арменович (Sarukhanov Vagan Armenovich)

Логачев Владимир Алексеевич (Logachev Vladimir Alekseevich). E-mail: vladimir.logachev@gmail.com

Носовский Андрей Максимович (Nosovskiy Andrey Maksimovich)

Шувалов Александр Владимирович (Shuvalov Aleksandr Vladimirovich)

Лисенков Иван Александрович (Lisenkov Ivan Aleksandrovich)

Мутьева Наталья Анатольевна (Muteva Natalja Anatolevna)

♦ Показана целесообразность использования распределенной автоматизированной системы мониторинга здоровья при внедрении методологии персонализированной медицины в клиническую практику. Предложена архитектура системы и отмечены преимущества ее реализации с использованием инновационных микроминиатюрных компьютеров μ PC. Предлагаемые технологии апробируются на таких метаболических заболеваниях, как остеопороз и подагра, при которых доказаны существенная значимость генетических детерминант и гендерных различий, а также необходимость длительного, иногда пожизненного, наблюдения за пациентами.

Ключевые слова: распределенная автоматизированная система мониторинга здоровья, персонализированная медицина, микрокомпьютеры μ PC

A.E. Pikhakl, V.A. Sarukhanov, V.A. Logachev, A.M. Nosovskiy, A.V. Shuvalov, I.A. Lysenkov, N.A. Mutyeva

THE INNOVATIVE COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF PERSONALIZED MEDICINE

The A.I. Evdokimov Moscow state medical stomatologic university of Minzdrav of Russia, Moscow, Russia

The independent research center of prospective developments, Moscow, Russia

The state research center-institute of medical biological problems of the Russian academy of medical sciences, Moscow, Russia

♦ The article demonstrates the suitability of application of distributed automated system of health monitoring under implementation of methodology of personalized medicine in clinical practice. The architecture of system is proposed and its advantages in its application using innovative micro miniature computers μ PC are marked. The proposed technologies are tested on such metabolic diseases as osteoporosis and gout under which the significant importance of genetic determinants and gender differences is proved. The need of prolonged sometimes life-long monitoring of patients is substantiated.

Key words: distributed automated system of health monitoring, personalized medicine, micro miniature computer μ PC

Персонализированная медицина является быстро развивающейся дисциплиной, обеспечивающей объективную научную основу изучения индивидуальных генетических и функциональных различий в реакции пациентов на лечение. Первое упоминание о персонализированной медицине приходится на 1998 г., когда термин "personalized medicine" ввел в название своей монографии американский исследователь К. Jain [8]. В дальнейшем была доказана целесообразность применения методов персонализированной медицины для оптимального выбора лекарственных средств и режима их дозирования, что способствовало повышению эффективности и безопасности фармакотерапии [2, 3, 9]. По мнению президента РАМН, академика И. И. Дедова, "персонализированная медицина является реальным трендом современной медицины" [1].

Базой персонализированной медицины являются технологии молекулярной диагностики, фармакогеномики, фармакогенетики, фармакодинамики, протеомики, метаболомики и биоинформатики, используемые в настоящее время в основном в научных целях. Важная роль отводится интеграции диагностики и лечения, а

также длительному мониторингу лечения, которые реализуются преимущественно в медицинских учреждениях. Однако существует большой разрыв между современными возможностями медицины и реальным внедрением их в практику. Это может явиться существенным препятствием на пути развития персонализированной медицины. Важной проблемой является также несовершенство методов наблюдения за пациентами: ведения (сбор, хранение и анализ) медицинской документации, постоянного устойчивого взаимодействия врача и пациента, связи между различными медицинскими учреждениями и т. д.

При внедрении персонализированной медицины в практическую деятельность требуются новые подходы и технологические решения, в том числе и в сфере медицинских информационных технологий, которые должны учитывать основные тенденции развития современного общества, и прежде всего такие, как возрастающая доступность Интернета и существенный рост мобильности населения.

Комплекс технологических решений должен надежно обеспечивать:

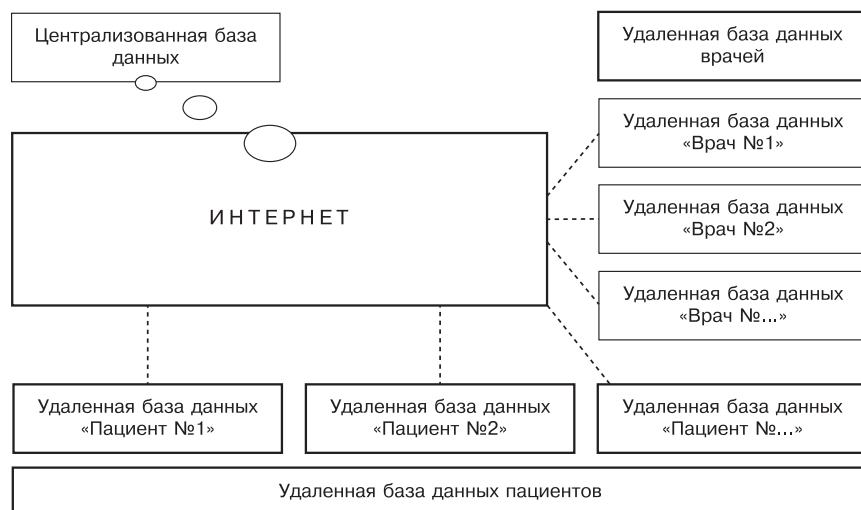


Рис. 1. Схема распределенной автоматизированной системы мониторинга здоровья.

- возможность оперативного взаимодействия врача и пациента вне зависимости от их местонахождения;
- возможность получения информации о пациенте вне зависимости от времени и его местонахождения;
- возможность надежного и длительного хранения медицинской документации в формате, позволяющем проводить ее анализ;
- защиту личных данных пациента в соответствии с действующим законодательством РФ [7].

Для достижения поставленной цели была разработана и запатентована "Распределенная автоматизированная система мониторинга здоровья" (РАСМЗ) [4]. РАСМЗ представляет собой комплекс программно-аппаратных решений, состоящий из центральной базы данных (ЦБД), удаленной базы данных пациента (УБДП) и удаленной базы данных врача (УБДВ), средств коммуникации и обеспечения информационной безопасности, специализированного программного обеспечения (рис. 1).

Ключевым звеном представляемого комплекса является инновационная технология, которая базируется на новом типе персонального компьютера. Микроминиатюрный персональный компьютер (МПК или, согласно международной аббревиатуре, μ PC), получил соответствующую патентную защиту в России [5] и США [10]. μ PC выполнен в форм-факторе USB-флеш (рис. 2) и обладает высокой степенью защиты от несанкционированного доступа к данным и программ-вирусов. Для работы μ PC используется любой персональный компьютер в качестве "компьютера-донора". Основным отличием μ PC от аналогов является исполнение программ в изолированной среде. При подключении μ PC к недоверенному рабочему месту ("чужой компьютер") изолированная память μ PC будет дове-

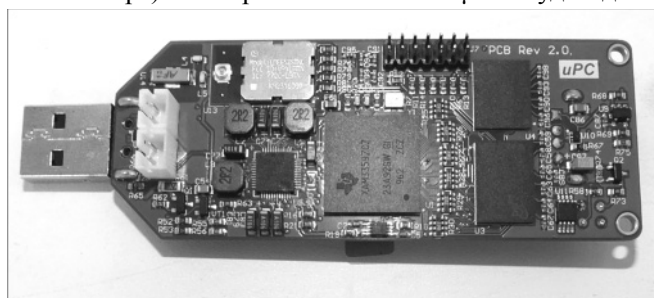


Рис. 2. Микроминиатюрный компьютер μ PC.

ренной зоной исполнения программ. После подключения к внешнему компьютеру через разъем USB μ PC получает питание и средства ввода-вывода внешнего персонального компьютера. На экране внешнего компьютера в виртуальном окне отображается информация о выполняемых программах внутри μ PC. Таким образом, с одной стороны, обеспечивается неотъемлемость (неразрывность взаимосвязей) программного обеспечения и пользовательских данных внутри одного портативного устройства, а с другой — предоставляется возможность использования развитых средств ввода-вывода внешнего компьютера, таких как клавиатура, мышь, монитор, каналы связи. Кроме того, применение μ PC исключает необходимость установки дополнительного программного обеспечения на внешние компьютеры

и защищает программы и пользовательские данные от несанкционированного использования и повреждения вредоносными программами.

Высокая степень защиты информации в μ PC достигается за счет применения аппаратных и программных средств шифрования данных. Применяемый μ PC содержит процессор, энергонезависимую память, оперативную память, разъемы интерфейсов и электронный идентификатор Rutoken.

Энергонезависимая память μ PC, созданная на основе флеш-памяти, исполняет роль дискового накопителя и разделяется на три области: программную, пользовательскую и исследовательскую (рис. 3).

Программная область служит для хранения операционной системы и прикладных программ. Пользовательская область необходима для хранения данных пациентов, включая персональные. Исследовательская область данных служит для накопления и последующей передачи в ЦБД общей информации о результатах диагностических и клинических исследований с целью дальнейшего проведения их анализа.

Электронный идентификатор имеет два назначения: уникальный серийный номер изделия (для персональной привязки его к конкретному пациенту или врачу) и закрытый ключ электронной цифровой подписи для защиты электронных документов.

ЦБД выполнена на основе системы управления базами данных, использующей технологию клиент—сервер, и установлена на выделенном сервере или высокопроизводительном отказоустойчивом кластере с дисковым массивом RAID не ниже 5-го уровня. ЦБД содержит информацию обо всех пациентах, зарегистрированных в системе, включая историю болезни, данные лабораторных и инструментальных исследований за весь период наблюдения за пациентом. Кроме этого, ЦБД может содержать набор справочных материалов, протоколы проводимых исследований, каталоги ссылок на научные медицинские ресурсы и другие необходимые в рамках работы материалы.

УБДП, реализуемая на основе μ PC, выдается каждому пациенту, зарегистрированному в системе, и его лечащим врачам. μ PC выполняет, с одной стороны, роль локального безопасного ключа-хранилища данных, с другой — роль ключа-доступа к ЦБД. Высокая степень защиты μ PC, достигаемая за счет применения аппаратных и программных средств шифрования, не-

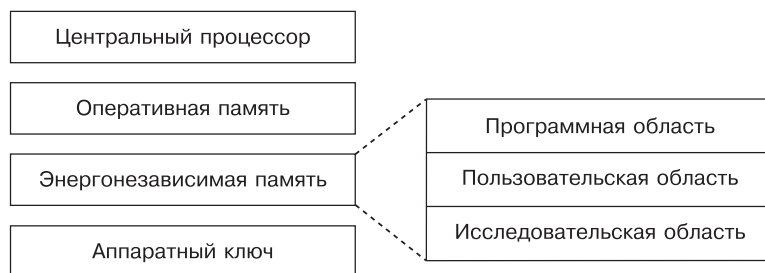


Рис. 3. Принципиальная схема микроминиатюрного персонального компьютера μ РС.

обходима согласно законодательству по защите персональных данных участников системы.

УБДП содержит только те данные, которые имеют непосредственное отношение к пациенту, а также врачебные рекомендации по образу жизни, режиму дозирования препаратов и т. д.

У лечащих врачей в УБДВ хранится информация о пациентах, включая их персональные данные, а также другие необходимые для работы материалы.

Применение μ РС не накладывает на лечащего врача и пациента никаких требований по специальным знаниям инновационных технологий. Внутреннее программное обеспечение μ РС разработано с учетом эргономики и на основе интуитивно понятного интерфейса с минимумом органов управления.

Взаимодействие УБДВ или УБДП с ЦБД осуществляется в несколько этапов. При наличии доступа в Интернет во время работы μ РС автоматически активизируется защищенное VPN-соединение с сервером ЦБД. После прохождения стандартной процедуры аутентификации для μ РС открывается доступ к данным ЦБД. Прежде чем разрешить чтение или запись данных, происходит дополнительная аутентификация с помощью проверки наличия зарегистрированного ранее электронного идентификатора. В случае несовпадения идентификатора μ РС с одним из ключей, зарегистрированных в ЦБД, доступ к данным запрещается и соединение разрывается. Если наличие идентификатора μ РС в ЦБД подтверждается, открывается доступ к чтению или записи данных. Таким образом, ограничивается доступ к любым вычислительным средствам, не зарегистрированным ранее в ЦБД.

Во время работы компонентов системы с заданной периодичностью происходит синхронизация всех распределенных баз данных. Синхронизация между УБДП, УБДВ и ЦБД осуществляется с помощью за-

щищенных VPN-соединений по Интернету. Такая организация хранения информации позволяет оперативно восстановить любой фрагмент данных при возможной утере персонального ключа-хранилища μ РС и обеспечивает актуальность данных во всех удаленных хранилищах.

В настоящее время РАСМЗ апробируется нами на таких метаболических заболеваниях, как остеопороз и подагра, при которых доказана существенная значимость генетических детерминантов и гендерных различий. Учитывая вышесказанное, а также необходимость длительного, иногда пожизненного, наблюдения за этими па-

циентами, применение предлагаемой технологии в логике развития персонализированной медицины является оправданным и будет способствовать повышению эффективности лечебных мероприятий.

Внедрение инновационной компьютерной технологии РАСМЗ направлено на практическую реализацию программы модернизации информатизации здравоохранения, активно проводимую в настоящее время Министерством здравоохранения РФ, и превращению здравоохранения "в отрасль индустрии, производящей высококачественный интеллектуальный продукт" [6].

ЛИТЕРАТУРА

1. Дедов И. И. Медицинская газета. 2012; № 74 от 05.10: 5.
2. Кулес В. Г., Грачев С. В., Сычев Д. А., Раменская Г. В. Метаболизм лекарственных средств: научные основы персонализированной медицины. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008.
3. Кулес В. Г., Палеев Н. Р., Сычев Д. А. Методология персонализированной медицины: старые идеи и новые возможности. Врач. 2008; 1: 4—9.
4. Пихлак А. Э., Саруханов В. А., Комов И. Ю., Логачев В. А. Распределенная автоматизированная система мониторинга здоровья. Пат. на полезную модель № 98104 от 27.01.2010. Опубликовано 10.10.2010.
5. Саруханов В. А., Комов И. Ю. Микроминиатюрный персональный компьютер с защитой информации. Пат. на полезную модель № 89256 от 24.08.2009. Опубликовано 27.11.2009.
6. Скворцова В. И. Медицинская газета. 2012; № 74 от 05.10: 2—3.
7. Федеральный закон "О персональных данных" № 261—ФЗ с учетом изменений от 25.07.2011. М.; 2011.
8. Jain K. K. Personalized medicine. Waltham, MA, USA: Decision Resources Inc.; 1998.
9. Moore A. Personalised assessment. The personal approach. Hlth Serv. J. 2010; 120 (6199): Suppl. 4—5.
10. Sarukhanov W., Komov I., Podelko A. Microminiature personal computer and method of using thereof. USPTO application № 20110047599, November 24, 2009.

Поступила 01.02.13

Организация здравоохранения и общественное здоровье

© Н. Г. ГОНЧАРОВ, Ю. Я. БОЙЧЕНКО, 2013

УДК 614.252.2

Н. Г. Гончаров¹, Ю. Я. Бойченко²

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ВРАЧЕЙ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ

¹Российская медицинская академия последипломного образования, 123995, Москва, Россия; ²ЦКБ РАН, 125101, Москва, Россия