

Одним из существенных понятий в моделях «серый ящик» являются так называемые «базисные элементы», включающие имеющуюся информацию о поведении системы в виде простых аналитических функций и выражений. Вид этих элементарных функций увязывается с поведением системы. Базисные элементы могут иметь в модели системы разнообразные формы и подвергаться изменениям (мутациям). Например, в функции  $\sin(x, c)$  параметры вектора  $c$  могут быть различными в разных ситуациях, в то время функция  $\sin(x, c)$  может также подвергаться мутации и получить вид  $\cos(x, c)$ . Таким образом, путем комбинирования различных базисных элементов можно создать модель системы.

Можно считать, что технологии искусственного интеллекта, реализованные на основе модели «серый ящик», являются мощным инструментом для прогнозирования состояния объекта.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Люгер Д., Искусственный интеллект, М.: Мир, 2003. 690 с.

УДК 612.821.8:331.46:331.47

*Колешко В.М., Гулай А.В., Воробей Е.А., Гаджинский Т.Т.,  
Кукенов А.С., Мардас Д.В., Чашинский А.С.*

## ПРОГРАММА WIS РАСПОЗНАВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ОБРАЗОВ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Большинство проблем в жизнедеятельности людей происходит в результате работы с техническими системами, что приводит в результате к возникновению аварийных и чрезвычайных ситуаций на производстве, причинению вреда здоровью и трудоспособности человека. При этом поведение человека является определяющим фактором в правильной эксплуатации устройств и устойчивости функционирования производственного процесса. Почти все виды чрезвычайных катастроф объясняют человеческим фактором. Для предотвращения внештатных ситуаций проводятся меры ужесточения чиновнического контроля, управления оборудованием и соблюдения правил охраны труда и техники безопасности персонала, которые, по сути, являются малоэффективными из-за неспособности раннего прогнозирования, предупреждения и исключения дальнейших печальных последствий халатности работающего и сбоев в работе технических систем. В течение последних десятилетий развитие интеллектуальных технологий способствовало решению многих важных технических и общечеловеческих задач эффективными, инновационными и надежными методами, которые находили широкое практическое использование в различных областях науки и производства. При этом основная цель создания «умных» технологий заключалась не только в облегчении жизнедеятельности человека, но и в возможностях раннего предотвращения и исключения заболеваний человека, производственных несчастных случаев, травматизма и особенно в распознавании по результатам контролирования работы автономной «интеллектуальной системы» организма человека безопасности экологического состояния производства и стопроцентной защите человека от вредных факторов производственной деятельности для достижения высокой промышленной безопасности. Это связано с тем, что ни одна умная система за исключением интеллектуальности функционирования организма человека не способна более эффективно контролировать промышленную и экологическую безопасность производства, что обуславливается высокой чувствительностью всех информационных биосред организма человека с максимально четким отражением малейших особенности изменений его состояния к протекающим изменениям в окружающей среде за счет слаженной работы его биосенсорных систем, а также влиянием в некоторой степени данных изменений на процесс нейроинформационного обмена в головном мозге. Это обуславливает возникновение различных видов заболеваний человека, функциональных нарушений в работе организма и возникновению необдуманных мысленных команд, что приводит к различным нарушениям техники безопасности, охраны труда и к возникновению аварийных случаев на производстве. Биоинформатика человека и живых организмов

позволила приблизиться к пониманию решения проблем существования человека с точки зрения анализа его генетических характеристик и признаков. Поэтому даже любые негативные мысли, которые возникают у человека при совершении противоправных поступков, например, при пренебрежении техникой безопасности, хищения и причинения вреда персоналу или оборудованию искажают картину биоинформационных образов биосреды организма (кровь, слюна, пот, слеза, моча и другие биопризнаки), что позволяет повысить безопасность предприятия с позиций распознавания воровства, намеренного вывода из строя оборудования и одновременно сократить промышленный травматизм по причине пьянства и халатности [1-5].

Разработанный нами аппаратно-программный комплекс распознавания информационных образов "WIS" выступает в качестве биосенсорной экспресс-диагностической лаборатории для широких задач как индивидуального использования, так и применения в промышленной биотехнологии, медицине, экологии, пищевой промышленности, обороне и национальной безопасности и основывается на использовании оптической широкополосной микротомографии "Крот" с анализом оптических свойств газовых, жидких и гетерогенных сред. Количественная оценка показателей спектральных характеристик отражения (коэффициенты поглощения, преломления, рассеивания, изменения градиента, отражения, поляризации, а также изменение интенсивности, амплитуды, фазы электромагнитной волны и пространственно-временного распределения поля), например, крови, слюны, пота, мочи и других биоинформационных сред в частотном диапазоне  $10^{11} - 10^{15}$  Гц в реальном времени позволяет быстро и неинвазивно идентифицировать количественный концентрационный состав биохимических образов компонентов сложных веществ, например, для крови это гемоглобин, эритроциты, моноциты, общий билирубин, белок и другие биохимические показатели, сравнить их с эталонными моделями веществ и определить степень выраженности характерного распознаваемого образа, например, заболеваний сердечнососудистой системы и дыхательных путей. Тем самым обеспечивается наиболее эффективное обнаружение явной зависимости молекулярных особенностей биоинформационных образов среды организма человека в зависимости от степени выраженности характерного заболевания человека на ранней его стадии проявления. На рис. 1 показана схема действия оптического широкополосного микротомографа "Крот", где посредством микросветодиодов происходит испускание заданных электромагнитных волн в диапазоне частот  $10^{11} - 10^{15}$  Гц, а микрофотодиоды регистрируют количественное изменение отраженного излучения (коэффициенты поглощения, преломления, рассеивания и другие показатели).

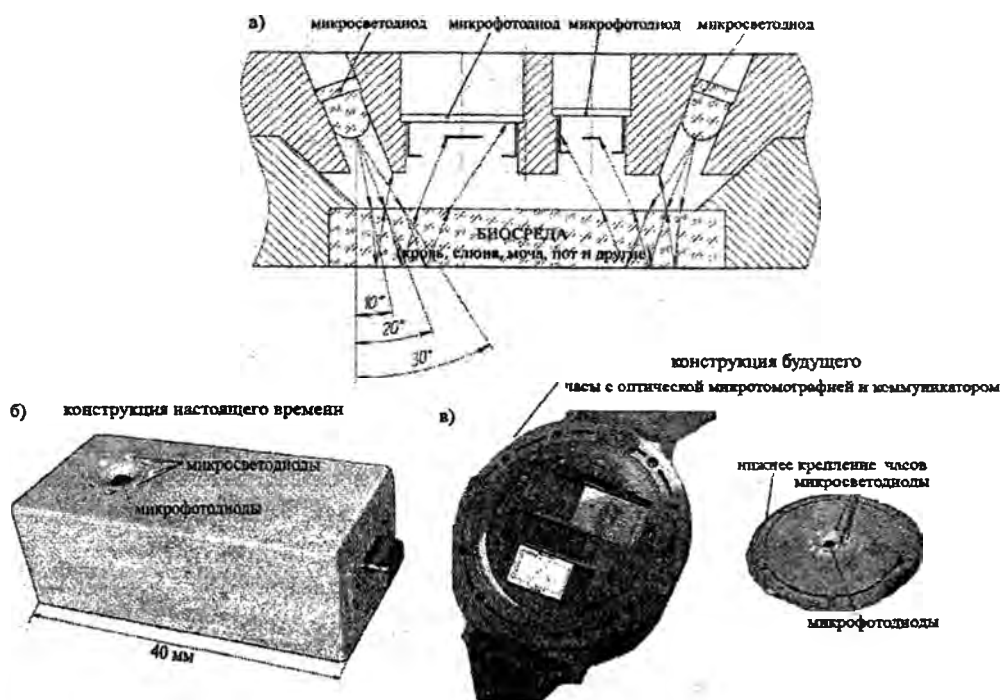


Рис. 1. Схема анализа биосред оптической широкополосной микротомографией (а), современный общий вид (б) и программная среда WIS в умных часах с оптическим распознаванием образов (в)

На основании вышеуказанных предположений результаты молекулярных особенностей, например, крови, слюны, пота, мочи и другие, получаемые с помощью характеристик оптических свойств биосреды, могут быть использованы в качестве входных данных при разработке программной интеллектуальной системы распознавания информационных образов для биосенсорной системы экспресс-диагностики.

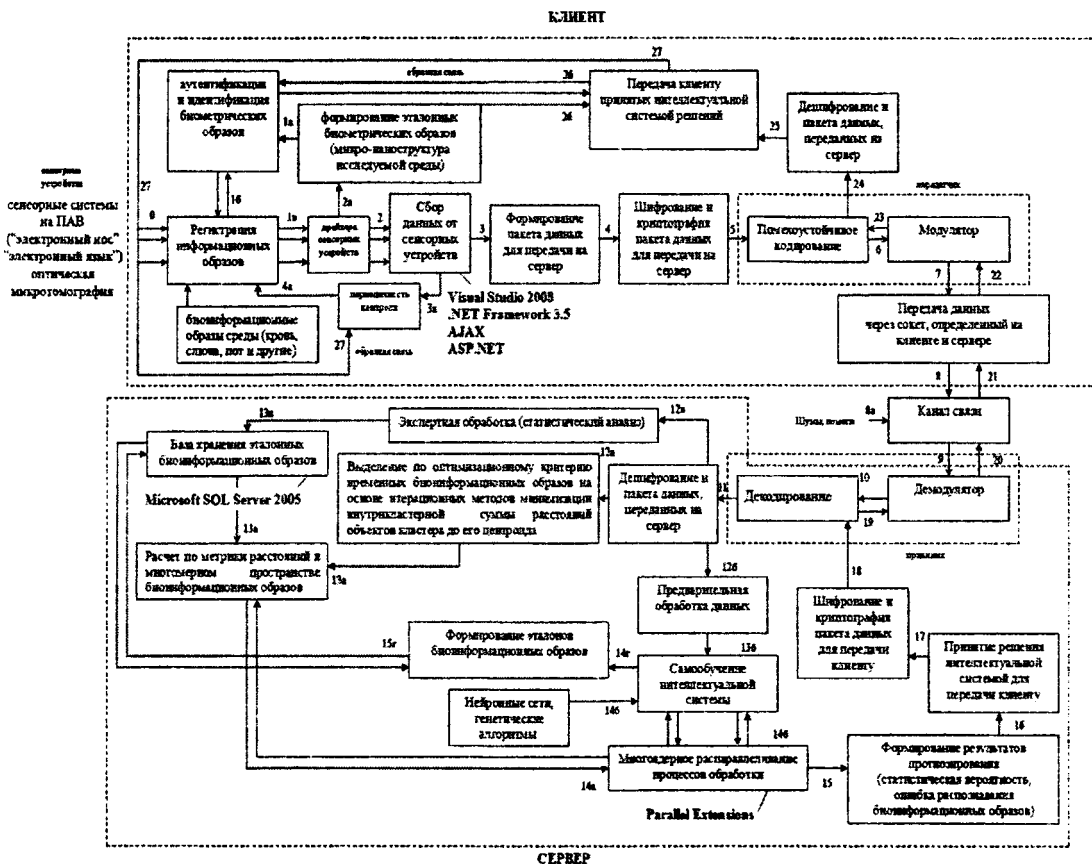


Рис. 2. Функциональная схема работы программы "WIS" с пошаговой обработкой

Стоит отметить, что в настоящее время работы в данной области уже ведутся некоторыми российскими и зарубежными учеными, которые анализируют лишь инфракрасную область спектра информационных образов биообъектов или определенные частотные диапазоны в видимой области, в частности 520-590 нм, с анализом коэффициентов отражения только от отдельных видов исследуемых признаков молекулярной биосреды, например, для эритроцитов крови, общего гемоглобина, общего белка, лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, мочевины, ретикуляцитов и других биохимических показателей. Некоторые работы указывают на возможность идентификации на основе биохимически программируемых наночипов ряд из минимума 32-ух протеинов в слюне, которые являются важным индикатором различных заболеваний организма человека, в частности, связанных с работой сердца. Неудивительно, что сильно возрастает интерес ученых к возможности обнаружения в результате метода просвечивания не слишком толстых биологических тканей факта присутствия в организме человека скрытой патологии. При этом значительные успехи при анализе данных биоинформационных образов связаны с применением различных методов микроскопии (флуоресцентной, конфокальной, многофотонной, ближнего поля, фазового и интерференционного контраста), среди которых следует выделить оптическую микроскопию и, в частности, микротомографию, являющейся современным перспективным направлением в микроскопии, открывающим потенциально новые возможности исследования внутренней структуры и параметров микрообъектов, например, клеток крови, пота, слюны, мочи и других биосред.

Интеллектуальность созданного программного продукта “WIS” заключается в эффективном выборе оптимального количества информационных образов измеряемой среды, например, крови, слюны, мочи, пота и других веществ биотехнологии во временном массиве их регистрации в режиме онлайн, быстрой и оптимальной обработке полученных информационных данных человека кластерными методами анализа, что позволяет избежать изменений картины анализов и обеспечить оперативность прогнозирования. При этом выбор оптимального количества информационных образов биосреды и соответствующим им входных переменных ее признаков из временной области пространства измерения осуществляется посредством поиска максимально возможного количества кластеров разбиения по вычисленному критерию оптимальности после предварительного преобразования данных, нахождения матрицы центроидов, квадратов расстояний каждого центроида до всех точек наблюдений и вычисления критерия оптимальности как отношение среднего расстояния между кластерами к среднему значению средних внутрикластерных расстояний [6]. Это означает своего рода распознавание количества наиболее сильно выраженных изменений функционального состояния человека, которые указывают на проявление определенной активности, бездействия человека или, что также возможно, соответствуют признакам возникновения в организме скрытого заболевания. Обнаружение только определенных информационных образов состояния организма во времени позволяет ускорить процесс последующей обработки данных, например, при распознавании факторов заболевания у человека при расчете расстояний по метрике Евклида в многомерном пространстве признаков биосреды (кровь, слюна, пот, моча и другие) между исследуемым вектором данных, отобранном на этапе отбора оптимального количества информационных образов изменения состояния человека, и эталонными значениями, сохраненными в базе данных SQL сервера и описывающих соответствующие заболевания и их отсутствие. В дальнейшем для всех эталонных кластеров проводится перемножение полученных значений расстояний в пространстве показателей биосреды, а также симптомов заболеваний, и затем расчет обратного значения. Окончательное прогнозирование патологий определяется делением каждого обратного числа на соответствующую сумму всех обратных значений, а ранжирование полученных вероятностей распознавания по возрастанию позволило установить процентную степень выраженности вероятности определенного заболевания, что в значительной степени позволяет избежать изменений клинической картины анализов и обеспечить оперативность прогнозирования на начальном этапе возникновения патологий в организме, а, следовательно, обеспечить высокий уровень экологической и промышленной безопасности [7].

Отличительной особенностью разработанной нами программного продукта “WIS” (рис. 2) является создание интеллектуальных клиентских приложений в Visual Studio 2008, что делает возможным наглядную быструю разработку подключенных приложений на разных платформах посредством быстрой работы с .NET Framework 3.5, использования библиотеки Parallel Extensions для ускорения процессов обработки данных в зависимости от количества доступных ядер в системе, SQL Server 2005 с предоставлением широких возможностей для создания Web-приложений, а также улучшенных методов быстрой кластерной обработки с эталонным сравнением и защита данных анализа, полученных результатов прогнозирования при передачи в коммуникационных и информационных сетях посредством помехоустойчивого кодирования, индивидуальной криптографической защиты и интеллектуальной суперзащиты личности от создания имитационных моделей и фальсификации биометрических характеристик.

С использованием оптической микротомографии с радиочастотной идентификацией [8-9] для снятия информативных характеристик жидких, газообразных и гетерогенных сред и последующей их передачи по защищенным каналам связи система с интеллектуальной параллельной микропроцессорной обработкой данных позволяет человеку в реальном времени получить полную картину его функционального состояния и одновременно предупредить факторы проявления характерного заболевания с выбором и контролем интеллектуальной системой стратегии оптимального выздоровления объекта, способна быстро идентифицировать биохимические образы сложных веществ, например, крови, пота, слюны, мочи и других биосред, получить анализы экологического состояния производства, технологических процессов, состояния здоровья человека, а также избежать задержек и неточностей при передаче образцов или результатов обработки программного обеспечения интеллектуальной системы “WIS” в дорогостоящую исследовательскую лабораторию или в базу данных для хранения по защищенным каналам связи с использованием

технологии суперзащиты биометрических данных объекта, т.е. индивидуальной совокупной биометрической криптографической защиты с аутентификацией личности по анализу микро-наноструктуры его информационного образа. Следовательно, разработанный программный продукт "WIS" детально реализует следующие функции:

- обеспечение новизны решения проблемы обеспечения экологической и промышленной безопасности на предприятии благодаря диагностированию функционального состояния трудящихся с анализом информационных образов их крови, слюны, пота, мочи и других биосред посредством использования технологий оптической микротомографии;
- достижение максимальной простоты и надежности широкой технологической, программной и практической реализации в среде приложений Visual Studio 2008 с использованием оптимизационных критериев для кластерных алгоритмов эталонного сравнения информационных образов, хранящихся в базе данных Microsoft SQL Server 2005, новых возможностей для создания современных приложений на разных платформах при подключении библиотеки Parallel Extensions для обеспечения высокой скорости обработки данных за счет распараллеливания процессов в зависимости от числа ядер в вычислительной системе и среды ASP.NET для поддержки многоязычных
- приложений Web- клиента;
- конфиденциальность, целостность хранения, обработки и передачи информации пользователей с помехоустойчивым кодированием, индивидуальной биометрической криптографической защитой биометрических признаков;
- удобства эксплуатации созданной экспресс-лаборатории "WIS" каждым желающим, поскольку интеллектуальная система работает полностью независимо и целиком освобождает человека от необходимости выполнения каких-либо действий по ее контролю, а аппаратная реализация может быть представлена, например, в виде часов или других мобильных устройств (мобильный телефон, Smartphone, Pocket PC и другие), а также в любом другом представлении, легко встраиваемого в произвольное устройство в зависимости от практических целей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Koleshko V. M. Acoustic – electronic phenomenon of a brain and principles of designing of machines and mechanisms // Col "The congress on theoretical and applied mechanics". – Minsk, 1996. – P 47 – 49.
2. Koleshko V. M. Acoustic – electronic phenomenon and electric activity of a brain of the person // International seminar "Transfer processes in biomedical problems". – Minsk, 1995. – P 17 – 19.
3. Колешко В.М., Воробей Е.А. Управление машинами силой мысли // Сборник материалов V международной научно-технической конференции "Проблемы проектирования и производства радиоэлектронных средств", т. 3. – Новополоцк, ПГУ. – 2008. – С 37 – 41.
4. Колешко В.М., Воробей Е.А. Интеллектуальная система распознавания функциональности мозговых волн // Современные проблемы машиноведения: Тезисы докладов VII Международной научно-технической конференции. – Гомель, Гом. гос. техн. унив. имени П.О. Сухого. – 2008. – С 101 – 102.
5. Колешко В.М., Воробей Е.А. Асинхронный интерфейс управления биомеханикой силой мысли // Межведомственный сборник научно-методических статей "Теоретическая и прикладная механика". – Вып. 24. – Мн. – 2009. – С 137 – 141.
6. Николенко С. Алгоритмы кластеризации // Машинное обучение. – ИТМО, 2006. – 33 с.
7. Колешко В.М., Воробей Е.А., Хмурович Н.В., Польшкова Е.В. Интеллектуальная система диагностики биохимических образов крови // Сборник второй международной научной конференции "Современные информационные и телемедицинские технологии для здравоохранения". – Мн. – 2008. – С 202-204.
8. Колешко В.М., Польшкова Е.В. Сенсорные микро-наносистемы с RFID идентификацией. – Сб. IV НПК "Нанотехнологии – производству 2007", г. Фрязино РФ, 28-30 ноября 2007. – С 97 – 100.
9. Колешко В.М., Польшкова Е.В., Паутино А.А. Сенсорные микро-системы с RFID идентификацией // Теоретическая и прикладная механика – Минск, 2005. – №22. – С 51 – 62.