

Диденко Сергей Михайлович

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ
СИСТЕМЫ «ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ-МЫШЬ»**

05.13.18 – математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Работа выполнена на кафедре информационных систем Института математики и компьютерных наук Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Шапцев Валерий Алексеевич

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Епифанцев Борис Николаевич

кандидат физико-математических наук
Ярославов Александр Олегович

Ведущая организация: ГОУ ВПО Омский государственный
университет

Защита диссертации состоится 21 февраля 2007 года в 12-00 часов на заседании диссертационного совета К 212.274.01 при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тюменский государственный университет» по адресу: 625003, г. Тюмень, ул. Перекопская, 15а, аудитория 217.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Тюменского государственного университета.

Автореферат разослан 19 января 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Бутакова Н.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одной из очевидных тенденций развития информационных технологий является их антропоцентричность или персонификация. Недоиспользуемая растущая производительность компьютера должна быть направлена на более эффективную поддержку деятельности конкретного пользователя. В связи с этим актуальной становится задача мониторинга деятельности пользователя, его личности и состояния. Потребность в таком мониторинге ощущается, в частности, в компьютерных средствах тестирования обучаемых, оценки степени их натренированности в тренажерных комплексах, стимулирования высокой готовности операторов и т.п. Значительная часть результатов, полезных в этом контексте, получена в области средств идентификации пользователей открытых систем.

Новым направлением мониторинга личности пользователя является отслеживание его поведенческих особенностей, проявляющихся в характере работы с различными манипуляторами: световое перо, манипулятор «мышь», клавиатура и пр. Появившийся в этой связи термин информационный почерк пользователя (далее – ИПП) отражает стиль работы пользователя с устройствами ввода. В результате отслеживания ИПП в компьютере может формироваться уникальный для каждого пользователя образ, который может использоваться как средство идентификации его состояния, уровня компьютерной грамотности, специфики деятельности и т.д.

В литературе приводятся результаты наблюдения клавиатурного почерка (С. Блех, М. Умпресс, Р. Вильямс, Х. Сонг, Р. Винеибл, Б. Перриг, С. Клиффорд), анализа написания букв (Б.Н. Епифанцев, П.С. Ложников) и «информационного почерка» (А.Н. Власов).

Настоящая работа посвящена созданию, исследованию и построению математической модели, компьютерного образа и программного средства мониторинга, одного из компонентов ИПП – динамики манипулятора «мышь» в процессе его использования пользователем, т.е. системы «пользователь-мышь».

Цель работы состоит в разработке компьютерной модели динамики работы пользователя с манипулятором мышь, являющейся частью информационного почерка пользователя.

Объект исследования: компьютерный образ системы «пользователь-мышь».

Методы исследования

В исследовании использованы методы линейной алгебры, вычислительные методы, методы математической статистики, теории распознавания образов, теории нейронных сетей, теории алгоритмов и программирование.

На защиту выносятся следующие научные положения

1. Адекватной компьютерной моделью информационного почерка пользователя (на базе манипулятора мышь) является совокупность нейронных сетей, отображающих специфику приложений, с которыми работает пользователь, и параметры динамики системы «пользователь-мышь».
2. Информативным множеством параметров системы «пользователь-мышь» являются: $\bar{T}, \bar{L}, \bar{V}_{\max}, \bar{t}_{y0}, \bar{\delta}, \bar{\alpha}$ (см. стр. 9-10).
3. Распознавание состояния системы «пользователь-мышь» посредством выявленных информативных параметров и нейронной сети радиального типа обеспечивается с вероятностью 0,9-0,95.
4. Разработанный программный комплекс является прототипом одного из компонентов средства адекватного компьютерного мониторинга пользователя.

Научная новизна

1. Определено множество информативных параметров, отражающих состояние системы «пользователь-мышь».
2. Разработана компьютерная модель информационного почерка пользователя на базе слежения за динамикой манипулятора «мышь».
3. Создан способ формирования компьютерных образов систем «пользователь-мышь» путем измерения информативных характеристик процессов манипулирования мышью и обучения соответствующих нейросетей.

4. Разработан программно-аналитический комплекс для мониторинга работы пользователей ПЭВМ посредством манипулятора «мышь», реализующий измерение информативных характеристик процессов манипулирования мышью, обучение соответствующих нейросетей и алгоритм распознавания состояний системы «пользователь-мышь».

Практическая ценность результатов

Разработанная новая компьютерная модель информационного почерка пользователя позволяет перейти к решению задач поддержки эффективной деятельности пользователя за компьютером, автоматического тестирования его навыков работы с компьютером и приложениями и т.д.

Реализованные метод и программа идентификации образа информационного почерка пользователя позволяют вести скрытое наблюдение за работой конкретного и группы пользователей. Программа полезна при создании и развитии средств дистанционного тестирования, оценки освоенности навыков, формируемых тренажерами, и систем фоновой идентификации.

Созданный инструментарий позволяет решать задачи мониторинга физического состояния и оценки эмоционального состояния пользователей.

Результаты работы включены в вузовские курсы системного анализа и реинжиниринга бизнес-процессов (ТюмГУ, ТюмГНГУ).

Апробация научных положений и результатов работы

Основные результаты доложены на: м/н научно-методической конференции «Новые информационные технологии в университетском образовании» (Новосибирск, сентябрь 2003г.); м/н научно-практической конференции «Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании» (Тюмень, ноябрь 2003г.); м/н научно-практической конференции «Модернизация образования в условиях глобализации» (Тюмень, сентябрь 2005г.); на 2-й м/н научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности» (Санкт-Петербург, февраль 2006г.); на заседаниях городского научно-учебного семинара «Интеллектуальные

информационные системы» (Тюмень, 2003-2006гг.). По теме диссертации опубликовано 7 печатных работ.

Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, двух приложений, изложенных на 95 страницах машинописного текста; содержит 21 рисунок, 12 таблиц, список литературы из 78 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, показывается степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи, дан краткий обзор существующих моделей мониторинга работы пользователя компьютера, отражена научная новизна подхода, предлагаемого в диссертации. Приводятся основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе «Состояние вопроса и задачи исследования» представлен аналитический обзор источников по проблемам идентификации личности пользователя по биометрическим признакам: клавиатурному почерку, динамике мыши и используемым при этом методам анализа данных. Сформулированы задачи разработки и исследования компьютерной модели мониторинга динамики работы пользователя с устройствами ввода.

Проблема мониторинга пользователя может быть разделена на части: измерение психо-физиологических параметров, измерение биометрических параметров, измерение параметров почерка (классического, клавиатурного, информационного). При этом задача распознавания может решаться лишь в момент начала работы или еще и в процессе работы, неоднократно. В каждом из этих случаев используются свои математические модели и методы мониторинга пользователя. В настоящей работе объектом исследования выбран информационный почерк пользователя (ИПП), так как ни биометрический, ни психофизиологический способы аутентификации пока не дали ожидаемых результатов. В последнее время все большее внимание обращается на методы идентификации личности пользователя и его физического состояния по динамике подсознательных движений. Речь идет об отработанных двигательных навыках

человека и возможности его мониторинга по соответствующим признакам. Наблюдение за ИПП во время работы пользователя с персональным компьютером позволяет отслеживать его работоспособность и характер выполняемой работы.

Известные работы (С. Блех, Х. Сонг, Р. Винебл) по распознаванию ИПП ограничиваются клавиатурным почерком («биграммы», «триграммы» и «диаграммы слова»), под которым понимается матрица пассивного экспериментов $(3 \times N)$ N -кратного измерения 3-х параметров в процессе набора пользователем заданного текста. Это параметры: V_n - средняя скорость нажатия клавиши, t_{y0} - среднее время удержания клавиши, t_n - среднее время между нажатиями. Такой клавиатурный почерк распознается средствами нейронных сетей с надежностью 0,99 (Обайдат, Садоун). При этом осуществляется не мониторинг работы пользователя, а формирование ИПП в момент ввода парольной фразы и распознавание ее образа при входе в систему и запусках актуальных приложений. Нас же интересует непрерывный режим мониторинга работы пользователя.

Существующие исследования мониторинга манипулятора мышь при работе пользователя в системе показывают надежность распознавания 0,8-0,9 (Гамбоа, Хаши). При этом экран разбивается на зоны, в которых указатель мыши находится наиболее часто, и каждые две минуты анализируются характеристики движения мыши между зонами. Нами предлагается мониторинг всего процесса эволюции системы «пользователь-мышь» на протяжении длительного (потенциально неограниченного) интервала времени наблюдения за пользователем.

В исследовании поставлены задачи:

- создать компьютерную модель, отображающую динамику манипулятора мышь (точнее системы «пользователь-мышь») как составную часть ИПП;
- определить информативное множество параметров, характеризующих систему «пользователь-мышь»;
- разработать алгоритм формирования компьютерного образа динамики системы «пользователь-мышь» для каждого пользователя;
- разработать алгоритм идентификации компьютерного образа системы «пользователь-мышь»;

- создать программный комплекс мониторинга динамики систем «пользователь-мышь», создаваемых несколькими пользователями.

Во второй главе «Компьютерная модель информационного почерка пользователя» обсуждается обобщенная модель ИПП, предложено параметрическое его отображение, определено подмножество информативных параметров динамики манипулятора мышь, разработаны алгоритм формирования и процедура мониторинга образа этой динамики в компьютере.

Развивая имеющиеся исследования, предлагается под ИПП в общем виде понимать множество D реализаций случайных процессов на интервале наблюдения $[t_1, t_2]$:

$$D(t_1, t_2) = (\{\alpha_i(\tau)\}, \{\beta_j(\tau)\}, \{\gamma_k(\tau)\}, \{\eta_l(\tau)\}, \dots), \quad \tau \in [t_1, t_2], \quad (1)$$

где $\alpha_i(\tau)$, $\beta_j(\tau)$, $\gamma_k(\tau)$, $\eta_l(\tau)$, ... – функции времени реализации процессов, каждый из которых отражает динамику конкретного устройства ввода (клавиатуры, мыши, графического планшета и т.д.); $i = 1, I$; $j = 1, J$; $k = 1, K$; и т.д.; I, J, K, L, \dots – в общем случае дискретные случайные величины в Z^+ . Более конкретный и в то же время практически простой вид этой модели не представляется возможным. Например, разнообразие траекторий указателя монитора, отражающих движение мыши, (просмотрено около 50000 реализаций) настолько велико, что нет возможности предложить единую аналитическую структуру соответствующих кривых (рис. 1).



Рис. 1. Примеры траекторий указателя при манипуляциях мышью

Попытка аппроксимировать полиномом эти траектории привела к чрезмерно большому разбросу значений оцениваемых коэффициентов.

Для отображения ИПП в этом случае нужно брать всю совокупность реализаций процессов в начальный отрезок времени работы пользователя. В дальнейших измерениях (в процессе мониторинга) нужно будет сопоставлять в определенной метрике такой эталон с множеством наблюдаемых реализаций,

уточняя при этом компьютерный образ модели (эталон). Этот путь бесперспективен ввиду потребности чрезмерно большого времени обработки данных мониторинга.

Далее в работе рассматривается только динамика, связанная с манипулятором мышью, т.е. **аббревиатура ИПП понимается в смысле образа динамики мыши, динамики системы «пользователь-мышь».**

Обоснован (с учетом результатов ранее проведенных исследований клавиатурного почерка) выбор 10 параметров траекторий указателя на экране монитора:

1) T – время движения манипулятора до остановки;

2) L – длина (погонная) траектории:

$$L = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2},$$

где x_i и y_i – координаты, а n – количество точек разрыва первого рода, включая конец траектории;

3) $V_{cp.}$ – средняя скорость движения указателя:

$$V_{cp.} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{\sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2}}{\delta_i},$$

где δ_i – шаг по временной оси, с которым берутся отсчеты траектории. В работе принято минимальное значение для ПК $\delta_i = 15$ мсек.

4) V_n – начальная скорость движения манипулятора, скорость прохождения первых 10% длины траектории:

$$V_n = \frac{\sqrt{(x_i - x_1)^2 + (y_i - y_1)^2}}{t_n},$$

где t_n - время движения указателя на начальном промежутке траектории;

i – номер вершины, для которой выполнено условие:

$$\sum_{j=1}^i \sqrt{(x_j - x_1)^2 + (y_j - y_1)^2} \geq \frac{L}{10};$$

5) l_n – длина начального участка траектории: $l_n = 0,1L$;

6) t_{y0} – время удержания кнопки на манипуляторе;

7) V_{\max} – максимальная скорость движения указателя по траектории:

$$V_{\max} = \max_i V_i ;$$

8) δ – время между остановкой указателя и подтверждающим нажатием кнопки манипулятора: $\delta = t_2 - T$, где t_2 – промежуток времени от начала движения указателя до нажатия кнопки манипулятора;

9) α – угол между направлением начального движения (до 3-й вершины траектории) и линией, связывающей начальную и конечную точки траектории:

$$\alpha = \arctg \frac{(y_3 - y_0)}{(x_3 - x_0)} - \arctg \frac{(y_n - y_0)}{(x_n - x_0)} ;$$

10) σ - среднее квадратичное отклонение траектории от линейного пути следования указателя (прямой соединяющей первую и последнюю вершины траектории). Наикратчайшим путем является отрезок, соединяющий первую и последнюю точки траектории.

$$\sigma = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (d_i)^2 ,$$
$$d_i = \sqrt{(x_i - x_o)^2 + (y_i - y_o)^2} ,$$

где d_i - расстояние от i -й точки траектории до прямой наикратчайшего пути, (x_i, y_i) - координаты i -й точки траектории, (x_o, y_o) - координаты точки пересечения перпендикуляра, опущенного из i -й точки траектории, с прямой кратчайшего пути траектории.

Создана программа измерения совокупности параметров динамики манипулятора мыш. Программа состоит из модулей наблюдения траекторий и вычисления параметров динамики. Первый осуществляет скрытую регистрацию координат траектории указателя монитора, времени нажатия кнопок и клавиш. Эта программа регистрирует также коды клавиш и наименования инициируемых

программных продуктов. Второй модуль производит расчет перечисленных в п. 2.2 параметров. Листинг программы приведен в приложении.

В процессе отладки программы замечены значительные флуктуации выбранных параметров. Поэтому включено усреднение их значений за каждые T_0 мин. Величина T_0 в последующем служила аргументом максимизации качества распознавания образа системы «пользователь-мышь».

Для отбора информативных параметров траекторий из перечисленных ранее (с их усреднением) использованы экспериментальные данные, полученные в результате наблюдения за группой пользователей из 20 человек в одинаковых условиях работы (50000 траекторий). Критерием информативности параметра принято отсутствие значимой статистической связи его с другими параметрами, отображаемое низкими значениями коэффициентов корреляции Пирсона и Спирмена. При этом учитывалось и смысловое содержание параметров. Информативными оказались параметры: \bar{T} , \bar{L} , \bar{V}_{\max} , $\bar{t}_{y\theta}$, $\bar{\delta}$, $\bar{\alpha}$.

В третьей главе «Метод мониторинга информационного почерка» решены следующие задачи: 1) разработана концепция системы мониторинга ИПП множества пользователей; 2) разработан алгоритм распознавания компьютерного образа динамики системы «пользователь-мышь»; 3) проведены эксперименты по оценке качества распознавания этого образа и верификации множества его информативных параметров. Под мониторингом ИПП (системы «пользователь-мышь») здесь понимается регулярное наблюдение за процессом (объектом) с целью выявления его соответствия эталону(ам), сформированным в процессе обучения (настройки) системы мониторинга.

В разработанном методе имеется процедура учета работы пользователя с разными программными приложениями операционной системы (Internet Explorer, Microsoft Word и т.п.). Она заключается в разделении множества состояний системы «пользователь-мышь» на подмножества, каждое из которых соответствует программному приложению, с которым работает пользователь. Причиной этому является тот факт, что разные программные приложения имеют различные интерфейсы.

Очевидной базой мониторинга ИПП нескольких пользователей является компьютерная сеть с сервером, дисциплиной опроса и базой данных. Образ ИПП каждого пользователя представляет собой единицу хранения, содержащую таблицу центров и весов отдельных нейронов, данные о структуре соответствующей пользователю нейросети (количество слоев, элементов в каждом слое). Для хранения образов ИПП группы пользователей создана БД. БД в нашем случае включает в себя все данные о динамике параметров, характеризующих работу пользователей с манипулятором «мышь» в течение нескольких (заданных заранее) рабочих дней, данные о структуре всех нейросетей, матрицы их весов, результаты распознавания состояний систем «пользователь-мышь» в течение всего времени работы модуля распознавания. При этом процесс мониторинга выглядит следующим образом (рис.2).

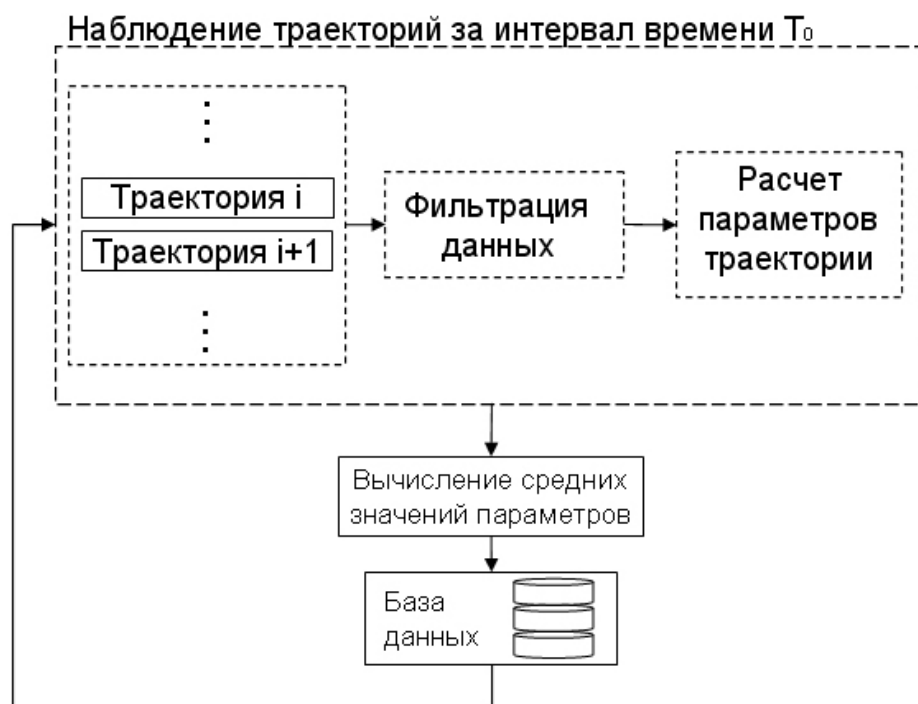


Рис. 2. Мониторинг ИПП

Компьютерный образ ИПП (конкретной системы «пользователь-мышь») за один рабочий день состоит из нескольких наборов данных. Каждый набор представляет собою множество параметров радиальной нейросети $P_i = \{W, C, R\}_i$.

$$W = \begin{bmatrix} w_{1,1} & w_{1,2} & \dots & w_{1,n} \\ w_{2,1} & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ w_{m,1} & \dots & \dots & w_{m,n} \end{bmatrix}, \quad C = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}, \quad R = \begin{bmatrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \\ \vdots \\ \sigma_n \end{bmatrix}.$$

Здесь P_i - образ i -го пользователя, W - матрица весов нейросети скрытого слоя, C - вектор-столбец центров радиальных элементов, R - вектор-столбец отклонений соответствующих радиальных элементов (см. формулу (1)). Обучение нейросетей осуществляется на данных мониторинга за 200-1200 сеансов работы.

Идентификация образа ИПП осуществима посредством нейронной сети с радиальными базисными элементами, отличающейся высокой скоростью обучения и способностью моделировать любую нелинейную функцию с помощью лишь одного скрытого слоя. Радиальная сеть имеет фиксированную структуру с одним скрытым слоем и линейным выходным нейроном (рис. 3). Функцией, определяющей выходной сигнал нейрона, является кривая Гаусса:

$$\varphi(x) = \varphi(\|x - c_i\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right). \quad (1)$$

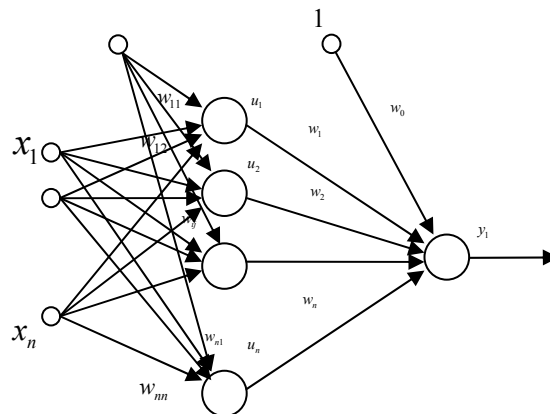


Рис. 3. Структура радиальной сети

Выходной сигнал $y(x)$ сети определяется выражением:

$$y = \sum_{i=1}^K \omega_i \varphi_i\left(\frac{\|x - c_i\|}{\sigma_i}\right), \quad (2)$$

где K – количество нейронов в скрытом слое, C_i – центры обучающего множества (центры кластеров наблюдений), σ_i – отклонения радиальных элементов, $y \in [0,1]$. Величины σ_i находятся методом « k ближайших соседей»: отклонение каждого элемента устанавливается (индивидуально) равным среднему расстоянию до его k ближайших соседей.

Обучение нейросети производится по алгоритму обратного распространения ошибки регулярно через определенные регламентом работы открытой системы интервалы времени T . Обучение сводится к поиску весовых коэффициентов, минимизирующих целевую функцию (средний квадрат разности между текущим и ожидаемым значениями выхода нейросети):

$$E = \sum_{i=1}^p \left[\sum_{j=1}^K w_j \varphi_j(x_i) - d_i \right]^2,$$

где K – количество нейронов в скрытом слое, p – количество обучающих пар (x_i, d_i) , x_i – компоненты входного вектора, d_i – соответствующая ему ожидаемая величина, $d_i \in \{0,1\}$. Моделирование нейросетей, выбор их структур осуществлен в системе Mat Lab 6.0.

Планирование экспериментальных исследований заключалось: а) в выборе 93 пользователей, интенсивно работающих с компьютером, б) в обучении нейронных сетей – получении образов 93 систем «пользователь-мышь», в) в выборе достаточного для точности оценки на уровне 0,1% количества наблюдений (не менее 200) за всеми пользователями одновременно, г) в организации процесса регистрации результатов распознавания.

Мониторинг проводился в течение 14 рабочих дней. При этом проведено $(14 \cdot 8)$ [час] / 0,5 [час] = 224 сеанса наблюдения. При точности оценки 1% доверительный интервал для вероятности ошибки идентификации ИПП $([w - \Delta; w + \Delta])$, где $\Delta = t_\alpha \sqrt{\frac{\eta(1-\eta)}{n}}$ – предельная ошибка выборки, t_α – величина, распределенная по закону Стьюдента).

В результате проведенных экспериментов установлено:

1. Вероятности ошибки распознавания первого и второго рода составили 0,1 и 0,2 соответственно;

2. При надежности идентификации на уровне не менее $P = 0,9$ число зарегистрированных на одном рабочем месте пользователей не должно превышать пяти. Увеличение количества зарегистрированных на одном рабочем месте пользователей требует дополнительного обучения.

3. Достаточно высокая вероятность распознавания ($P = 0,93$; доверительный интервал – $0,081 \leq p \leq 0,098$) образа пользователя по динамике мыши позволяет оптимистично смотреть на возможность его применения в процессах фоновой аутентификации как дополнительной меры, например, в дистанционном тестировании знаний и навыков, в оценке уровня компьютерной грамотности, в системах защиты открытых систем и т.д.

Четвертая глава «Система мониторинга динамики мыши» содержит описание разработанного программно-аналитического комплекса, позволяющего проводить дальнейшие исследования в рассматриваемом направлении. Этот комплекс может служить прототипом коммерческого продукта, обеспечивающего наблюдение за физическим состоянием пользователя и спецификой работы с приложениями; повышающего надежность идентификации личности пользователя по динамике работы пользователя с устройствами ввода ПЭВМ.

Программный комплекс (рис. 4) построен на основе клиент-серверной технологии и состоит из клиентской и серверной частей. При входе в систему пользователь проходит стандартную процедуру авторизации: ввод имени и пароля. В результате из базы данных загружается имеющийся (ранее созданный) компьютерный образ соответствующей системы «пользователь-мышь». Затем включается режим мониторинга.

Расчет всех параметров осуществляет клиентская часть программного комплекса. Данные о мониторинге отсылаются на сервер с периодичностью, например, в 3 мин.

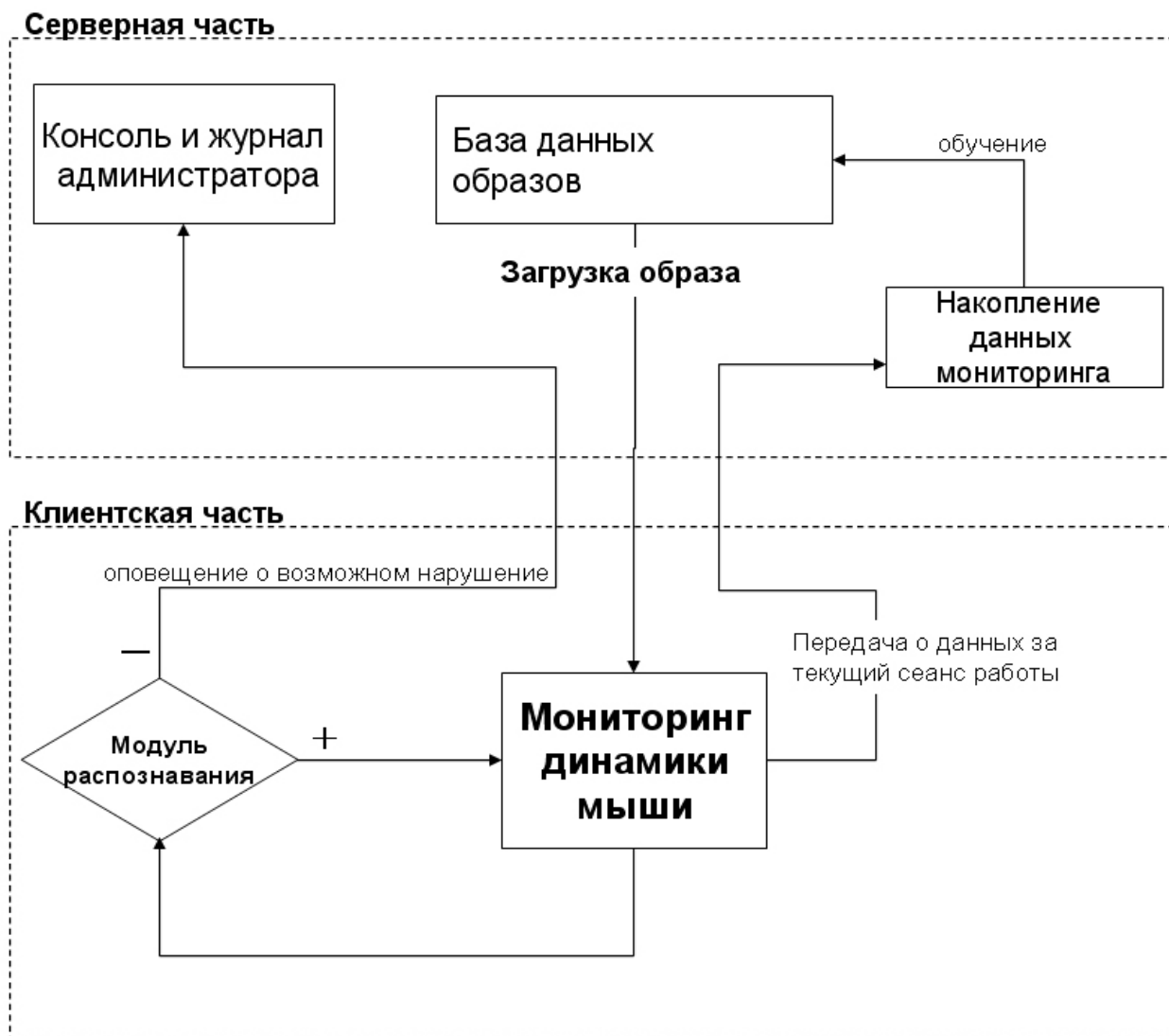


Рис. 4. Программный комплекс мониторинга системы «пользователь-мышь»

Серверная часть содержит:

- модуль приема с рабочих мест данных наблюдения и ввода их в БД;
- базу данных с обучающими выборками, образами каждого зарегистрированного пользователя, текущими результатами мониторинга;
- модуль обучения, инициируемый в соответствии с регламентом доступа пользователей;
- модуль принятия решения по интерпретации системным администратором сигналов о неудачных результатах мониторинга пользователей.

Клиентская часть состоит из:

- модуля измерений параметров динамики мыши. Он осуществляет считывание и фиксирование (в отдельные файлы) первичных данных, поступающих в виде

событий с устройств ввода, а также их предварительную обработку. Эта обработка заключается в выбраковке аномальных данных, например, траекторий нулевой длины, траекторий завершающихся остановкой указателя без нажатия на кнопку манипулятора, аномально больших интервалов между нажатиями на клавиши манипулятора, если пользователь отвлекся или одна из клавиш манипулятора была постоянно нажата;

- модуля расчета параметров динамики мыши;
- модуля «нейронная сеть». Он регулярно, в сеансах мониторинга выдает решения о соответствии измерений компьютерному образу активного пользователя.

В двух приложениях к диссертации приведены модель базы данных комплекса и пользовательские интерфейсы. Комплекс реализован в среде Delphi 7 и занимает на рабочем месте 20 Мб, на сервере – от 30 Мб.

В Заключении сформулированы основные результаты проведенных исследований и разработки:

1. Системный анализ проблемы мониторинга поведенческих признаков пользователя открытой системы, отражающих специфику динамики системы «пользователь-устройства ввода компьютера» завершён классификацией методов и подходов к решению этой проблемы и уточнением постановки задачи о моделировании системы «пользователь-мышь»;

2. Разработаны компьютерная модель и технология слежения за процессом работы пользователя с манипулятором «мышь», основанные на использовании пространства информативных параметров динамики системы «пользователь-мышь» и совокупности искусственных нейронных сетей радиального типа.

3. Разработан и внедрен программно-аналитический комплекс мониторинга работы пользователя с манипулятором «мышь», позволяющий, в частности, осуществлять распознавание пользователя по критерию «свой-чужой», оценивать уровень его владения компьютером в процессе работы с ПЭВМ.

Предлагается совместное использование для мониторинга пользователей информативных параметров динамики клавиатуры («клавиатурного почерка») и манипулятора мышь на базе предложенной совокупности нейронных сетей.

Разработанные метод и программно-аналитический комплекс полезны в качестве компонента системы автоформализации предметной деятельности пользователя путем отслеживания его работы с приложениями и прикладными системами.

Основные результаты опубликованы в следующих работах

1. Диденко С.М., Шапцев В.А. Мониторинг динамики мыши // Сб. тез. докл. м/н научно-метод. конф. «Новые информационные технологии в университетском образовании». – Новосибирск: Изд-во СибГУТИ, 2003. – С.76-78.
2. Диденко С.М., Шапцев В.А. Проблема утомляемости операторов пультов управления // Мат-лы научно-практ. конф. «Новые информационные технологии в нефтегазовой промышленности и энергетике». Тюмень, окт. 2003. – Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2003. – С.71-72.
3. Диденко С.М. Шапцев В.А. Исследование динамики работы пользователя с манипулятором мышь // Математическое и информационное моделирование. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2004. – С.57-65.
4. Диденко С.М., Шапцев В.А. Методика отображения информационного почерка пользователя // Вестник кибернетики. – Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2005. – С.74-79.
5. Диденко С.М., Комарова И.Ф., Шапцев В.А. Здоровьесберегающие информационные технологии – актуальный сегмент ИТ-отрасли // Мат-лы 2-й м/н научно-практ. конф. «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности». СПб. 7-9 февр.2006. – СПб: Изд-во Политехнического университета, 2006. – С.13-16.
6. Диденко С.М. Развитие математической модели информационного почерка пользователя // Математическое и информационное моделирование. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2006. – С.68-73.
7. Диденко С.М. Исследование модели динамики параметров информационного почерка пользователя // Вестник Тюменского государственного университета. – 2006. – № 5. – С.170-174.