

АБАШИН ВАЛЕРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА В АСУТП**

Специальность

05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел 2008

Научный руководитель: - кандидат технических наук, доцент
Лобанова Валентина Андреевна

Официальные оппоненты: - Доктор технических наук, профессор
Корсунов Николай Иванович

кандидат технических наук, доцент
Тараканов Олег Викторович

Ведущая организация – Филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Радиочастотный центр Центрального федерального округа» в Орловской области

Защита состоится 17 июня 2008 в 17 часов на заседании диссертационного Совета Д212.182.01 при Орловском государственном техническом университете по адресу: 302020, РФ, г. Орел, Наугорское шоссе, д.29.

С диссертационной работой можно ознакомиться в библиотеке Орловского государственного технического университета.

Автореферат разослан 15 мая 2008.

Ученый секретарь
диссертационного Совета Д212.182.01
доктор технических наук, профессор _____ А. И. Суздальцев

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Анализ промышленной аварийности на вредных и опасных производствах показал, что большой процент аварий промышленного характера происходит по вине человеческого фактора. По этой причине в области нефтепереработки и нефтехимии в мире число аварий и аварийных инцидентов составляет 25..55% (в зависимости от типа производства и стоимости аварий). По сведениям журнала «Нефть России» в Российской Федерации этот процентный показатель колеблется в пределах 20..80% в зависимости от степени автоматизации производства.

Проблеме совершенствования автоматизированного определения психофизиологического состояния оператора автоматизированного рабочего места (АРМ) на вредных и опасных производствах (в частности, на предприятиях нефтепереработки малой мощности) в отечественной и зарубежной литературе не уделено должного внимания. Традиционно для решения этой проблемы используются нормативные документы, которые регламентируют работу операторов. Точного контроля над соблюдением этих норм не существует. Также отсутствует определение психофизиологического состояния оператора в течение рабочей смены.

Известно, что развитие усталости и других состояний, негативно сказывающихся на качестве принимаемых оператором АРМ решений, приводит к общему сдвигу психофизиологического состояния (ПФС) оператора. Это отражается на всех его биологических функциях (на работе кожных желез, торможении моторных функций, изменении поведенческих особенностей и т.д.).

Наиболее естественным устройством ввода информации в АРМ оператора является клавиатура. В исследованиях по биометрии ряда ученых (Иванов А.И., Десятерик М.Н., Марченко В.В.) показано, что каждый человек имеет свой клавиатурный почерк. Использование клавиатурного почерка для определения ПФС по изменению торможения моторных функций позволяет определять не только динамику состояния оператора, но дает возможность избавиться от применения дополнительных специализированных устройств, что значительно снижает затраты на разработку и внедрение таких систем.

Для математической обработки данных, полученных в результате экспериментов с биологическими объектами (к которым, несомненно, относится человек - оператор АРМ) используется аппарат искусственных нейронных сетей. Это нашло отражение в работах ученых Волчихина В.И., Иванова А.И..

Динамика изменения моторных функций оператора определяется по отклонению от эталонного значения, характеризующего наилучшее ПФС оператора. По степени отклонения оператор АРМ или получает предупреждения (в форме оповещения) или решение принимается на верхнем уровне АСУТП (уровень диспетчера) о целесообразности дальнейшего исполнения обязанностей оператором.

Объектом исследования в настоящей работе является подсистема АСУТП нефтеперерабатывающего производства с человеком - оператором АРМ в контуре управления.

Предмет исследования – математические модели и алгоритмы определения

ПФС человека в АРМ оператора.

Цель диссертационной работы – обеспечение безопасности технологических процессов за счет принятия решений на основе определения параметров ПФС человека АРМ оператора.

Поставленная цель предполагает решение **следующих задач**:

- анализ существующих методов и средств определения психофизиологического состояния человека АРМ оператора;
- разработка алгоритмов и математических моделей определения психофизиологического состояния человека АРМ оператора;
- выбор конкретной типовой локальной вычислительной сети и разработка всех информационных данных, связанных с представлением, преобразованием и передачей их по локальной вычислительной сети;
- проведение экспериментального исследования с целью формирования параметров для оценки ПФС человека-оператора.

Методы исследования:

При решении диссертационных задач использовались методы системного анализа, методы теории множеств, теория нейронных сетей, теория принятий решений, теория представления знаний человеко-машинных систем, методы объектно-ориентированного программирования, программные и языковые средства современных информационных технологий.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- 1) предложен подход к построению подсистемы автоматизированного определения психофизиологического состояния оператора АРМ в АСУТП, базирующийся на типовой структуре локальной вычислительной сети, объединяющей АРМы-операторов всей АСУТП с АРМ-диспетчера и основанный на математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка, на математической модели определения ПФС и алгоритме принятия решения об оповещении лица принимающего решение (диспетчера);
- 2) разработан алгоритм получения исходной информации для определения ПФС человека АРМ оператора на основе математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка;
- 3) разработана математическая модель определения параметров психофизиологического состояния человека АРМ - оператора на основе теории искусственных нейронных сетей;
- 4) разработан алгоритм принятия решения об оповещении оператора и лица принимающего решение (диспетчера).

Основные положения, выносимые на защиту:

- 1) подход к автоматизации процесса определения психофизиологического состояния оператора АРМ в составе АСУТП, базирующийся на типовой структуре локальной вычислительной сети, объединяющей АРМы-операторов всей АСУТП с АРМ-диспетчера и основанный на математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка.
- 2) алгоритм получения исходных данных для автоматизированного определения психофизиологического состояния человека - оператора АРМ на основе математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка;
- 3) математическая модель определения параметров психофизиологического

состояния оператора АРМ на основе теории нейронных сетей;

4) алгоритм принятия решения об оповещении оператора и лица принимающего решения (диспетчера).

Практическая ценность и реализация результатов работы

Практическую ценность работы представляет внедрение в АСУТП автоматизации процесса определения ПФС оператора АРМ и выдачи рекомендаций по оповещению оператора или лица принимающего решение.

Результаты внедрены в производство на предприятии ЗАО «Стройкомплект Золотой Орел», используются при проведении лабораторных работ по курсу «Информационные технологии проектирования РЭС и ЭВС» для студентов кафедры «ПТЭиВС» ОрелГТУ. Также результаты исследования используются в работе сайта www.mficompany.narod.ru, созданного для популяризации идеи контроля ПФС человека при работе со средствами вычислительной техники.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы докладывались и получили положительную оценку на межвузовской научно-практической конференции «Результаты научно-исследовательской деятельности студентов» (г.Орел, 2003), всероссийской научно-практической конференции «Методы прикладной математики и компьютерной обработки данных в технике, экономике и экологии» (г.Орел, 2004), международная научно-практическая конференция «Развитие конкуренции как фактор экономического роста и обеспечения социального благополучия: методология, теория, практика» (г.Орел, 2005), международная НТК «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (г.Орел, 2006), международная НТК «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (г.Орел, 2008). Программа определения ПФС зарегистрирована в фонде алгоритмов и программ №6269.

Публикации

Результаты диссертационной работы отражены в 12 публикациях, в том числе в 3 публикациях в журналах из списка ВАК.

Структура и объем диссертации

Диссертационная работа изложена на 146 страницах машинописного текста. Состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемых источников, включающего 136 наименования, и 9 приложений на 74 страницах.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель, задачи и основные научные положения исследований.

В первой главе рассматривается функциональный состав АСУТП, приводится связь человека оператора АРМ с технологическим процессом.

Модель слежения, полученная на основе операционного метода представления технологического процесса с участием человека АРМ оператора приведена на рисунке 1.

Передаточная функция поведения человека – оператора в режиме слежения описывается следующим образом:

$$W_0(p) = \frac{W_c(p)(T_y p + 1) \exp(-\tau_p)}{K_0 p^2 + m p^n \exp(-\tau_p)},$$

где τ_p характеризует способность человека воспринимать скорость изменения регулируемой величины; $W_c(p)$ - передаточная функция сглаживания человеком регулируемой величины (способность человека с помощью памяти выделять полезный сигнал на фоне шумов); K_0 - коэффициент усиления оператора; m - коэффициент внутренней обратной связи (ОС) человека (цепь анализатора); n - характеристика ОС человека; T_y - время упреждения.

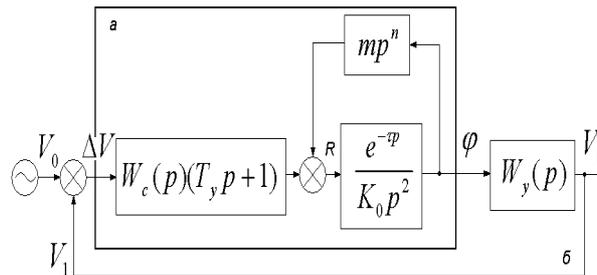


Рисунок 1. Модель слежения за технологическим процессом на основе операционного метода представления. а – операционная модель человека-оператора; б – операционная модель объекта управления; $W_c(p)$ - передаточная функция сглаживания человеком регулируемой величины (способность человека с помощью памяти выделять полезный сигнал на фоне шумов); K_0 - коэффициент усиления оператора; m - коэффициент внутренней обратной связи (ОС) человека (цепь анализатора); n - характеристика ОС человека; T_y - время упреждения; ΔV - регулируемая величина; φ - перемещение органа управления; V_0 - входное воздействие; V_1 - выходная информация с технологического процесса.

В данной модели отсутствует функция учета ПФС человека АРМ оператора.

Автором предложен подход к построению информационной подсистемы определения психофизиологического состояния оператора АРМ в составе АСУТП, базирующийся на типовой структуре локальной вычислительной сети, объединяющей АРМы-операторов всей АСУТП с АРМ-диспетчера и заключается в том, что задачи тестирования и формирования исходной информации о психофизиологическом состоянии распределены по соответствующим АРМам-оператора, а задачи оценки психофизиологического состояния и выработки управляющих воздействий возложены на АРМ диспетчера, причем задачи первой группы основываются на биометрическом методе обработки клавиатурного почерка, а задачи второй группы – на теории самообучающихся нейронных сетей, при этом алгоритм выработки управляющих воздействий основывается на теории нечетких множеств.

В результате анализа существующих методов и средств определения психофизиологического состояния человека в АРМ оператора в человеко-машинных системах, с учетом сформулированного подхода подсистема определения психофизиологического состояния человека в АРМ оператора должна выполнять следующие функции:

- формирование тестовой информации для каждого оператора АРМ;

- формирование и передача сетевого сообщения;
- определение структуры базы данных и обеспечение хранения информации;
- обеспечение функций управления базой данных;
- отображение и представление информации диспетчеру;
- прием и расшифровку текстового сообщения;
- оценку психофизиологического состояния оператора АРМ;
- реализация управляющего воздействия в виде резкого звукового или светового сигнала, текстовой подсказки;
- ответные действия оператора АРМ;
- построение отчетов по запросу диспетчера или в соответствии с регламентом предприятия;
- формирование первичной информации о психофизиологическом состоянии оператора АРМ;
- связь с верхним уровнем АСУТП.

К функциям подсистемы, реализованным в АРМ оператора, относятся:

- реализация управляющего воздействия в виде резкого звукового или светового сигнала, текстовой подсказки;
- прием тестовой информации;
- формирование первичной информации о психофизиологическом состоянии оператора АРМ;
- ответные действия оператора.

Остальные функции должны быть реализованы на стороне диспетчера.

В соответствии с представленной функциональностью подсистема оценки психофизиологического состояния должна иметь входные данные:

- время удержания клавиш и время между нажатиями;
- информацию от устройства, на основании которой определяется психофизиологическое состояние оператора АРМ.

Выходной информацией подсистемы являются:

- управляющие сигналы (резкие звуковые или световые сигналы или другие);
- другие воздействия (замена оператора АРМ, переложение некоторых функций оператора на автоматизированный блок и т.д.).

Механизмами системы являются:

- алгоритм выработки управляющего воздействия на оператора АРМ;
- метод определения психофизиологического состояния оператора АРМ;
- алгоритм определения соответствия текущих входных значений эталонным.

В первой главе дано определение ПФС как относительной величины, характеризующей степень отклонения текущего состояния от эталонного (наилучшего) состояния человека.

Во второй главе рассмотрены теоретические положения, лежащие в основе предложенного подхода к автоматизации процесса определения ПФС человека АРМ оператора вредного производства.

Представлен анализ биометрических методов для получения исходных данных клавиатурного почерка и выбран математический метод и модель обработки клавиатурного почерка человека, определена возможность определения ПФС по клавиатурному почерку.

Для обработки данных клавиатурного почерка выделены короткие, наиболее

часто встречающиеся последовательности из двух или трех нажатий, которые сравниваются с эталонными значениями.

Для решения разрабатываемой задачи выбран математический аппарат обработки биометрических данных нейронными сетями и выделены следующие этапы: анализ поступающей информации с выхода модели искусственной нейронной сети (ИНС), выбор допустимых вариантов решений, выработка оптимального решения.

Третья глава посвящена разработке алгоритма получения исходных данных для автоматизированного определения психофизиологического состояния человека - оператора АРМ на основе математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка (рис.2); математической модели определения параметров психофизиологического состояния оператора АРМ на основе теории нейронных сетей; алгоритм принятия решения об оповещении оператора и лица принимающего решения (диспетчера) (рис.3).

Для определения ПФС человека АРМ оператора на основе математической модели биометрической обработки клавиатурного почерка построена модель потоков данных.

Введено понятие «текущее психофизиологическое состояние», которое является отражением мозга, находящемся в некотором начальном состоянии, и характеристик актуальной потребности и входного воздействия на временном интервале приспособительного поведения. Данное определение представлено в виде зависимости:

$$S = f(N, I, \dots, S_0, T), \text{ где}$$

S – текущее функциональное состояние человека, S_0 - начальное состояние человека, N – потребность (внутренний фактор), I – внешнее воздействие по отношению к человеку – оператору, T – время.

Каждый из основных факторов Z_D , входящих в предыдущее выражение, описывается в координатах: энергия - ξ , вещество - M , информация, a – мощность множества факторов, т.е. $Z_D = \varphi_D(\xi, M, K)$, $D=1, 2, \dots, a$ причем в этой формуле может изменяться во времени любой аргумент, а совокупность последних и определяет свойства человека.

Входной информацией для математической модели определения ПФС является величина $\Delta t = t_{c-1} - t_c$, где Δt - время удержания клавиши или время между нажатиями, t_{c-1} - продолжительность предыдущего удержания клавиши или время между нажатиями, t_c - время последнего удержания клавиши или время между нажатиями, здесь c – текущее значение.

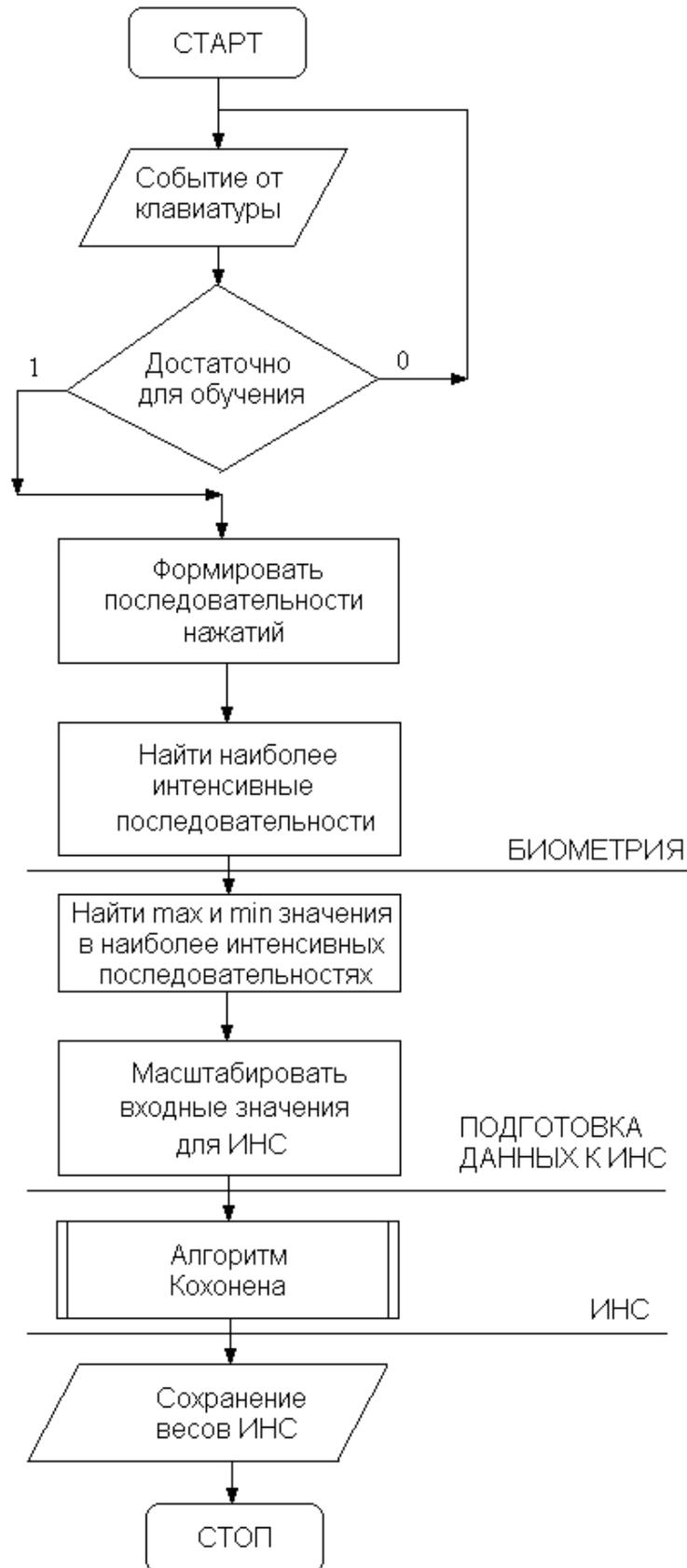


Рисунок 2. Алгоритм получения исходных данных (эталона) для автоматизированного определения психофизиологического состояния человека - оператора АРМ

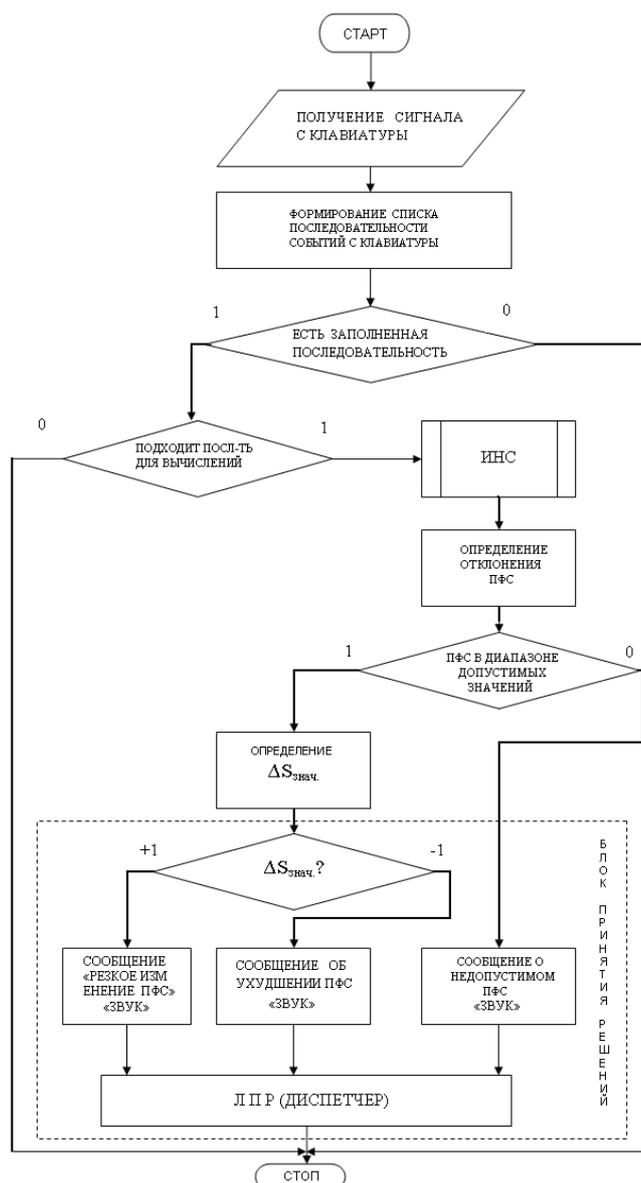


Рисунок 3. Алгоритм принятия решения об оповещении оператора и лица принимающего решение (диспетчера)

Параметром, характеризующим психофизиологическое состояние оператора АРМ, является относительное отклонение моторных функций от эталонного представления. Представление моторных функций, в свою очередь, - это использование клавиатурного почерка в виде временных соотношений между нажатиями клавиш и времени нажатия самих клавиш. При использовании для определения ПФС последовательностей из двух нажатий, входной информацией являются значения: время удержания первой клавиши, время между нажатием первой и второй клавиши, время удержания второй клавиши.

В качестве инструментария для решения задачи определения степени отклонения от эталона в данной работе, используются ИНС типа многослойный персептрон. Многослойный персептрон состоит из нейронов, расположенных на разных уровнях (слоях). Каждый нейрон можно представить в виде двух выражений:

$$y_i = \left(\sum_{j=1}^g w_{ij} x_j(t) + w_{i0} \right) \text{ и } f(x) = \frac{1}{1 + e^{-\beta x}}.$$

Первое выражение осуществляет суммирование входных значений x с учетом весов w_{ij} и смещения w_{i0} , g - количество нейронов в слое. Второе выражение является сигмовидной активационной функцией. В соответствии с вышесказанным, выходной сигнал многослойного персептрона рассчитывается по формуле:

$$y_k = f \left(\sum_{i=0}^h w_{ki}^{(2)} v_i \right) = f \left(\sum_{i=0}^h w_{ki}^{(2)} f \left(\sum_{j=0}^g w_{ij}^{(1)} x_j \right) \right)$$

Количество нейронов входного слоя g определяется количеством входной информации (три значения для последовательности из двух нажатий и пять для последовательности из трех нажатий). Количество нейронов скрытого и выходного слоя определено как наименьшее число, позволяющее с высокой точностью определять отклонение текущего значения ПФС от эталонного. Количество нейронов скрытого слоя h равно трем, количество нейронов выходного слоя пять. Эталонное представление ПФС есть наилучшее состояние человека и выражается в минимальном времени, за которое человек выполняет нажатия.

Для обмена информацией АРМ-оператора с АРМ-диспетчера используется протокол UDP, форматы пакетов представлены на рисунках 4а)б).

0	7 8	15 16	23 24	31
Порт отправителя		Порт получателя 63		
Длина		Контрольная сумма 95		
Идентификатор пользователя		Код воздействия 127		
Текстовое сообщение длиной 50 символов				
943				

а) Пакет в направлении диспетчер – оператор

0	7 8	15 16	23 24	31
Порт отправителя		Порт получателя 63		
Длина		Контрольная сумма 95		
Идентификатор пользователя		Показания счетчика 127		
Код клавиши	Тип события	Текстовое (1симв) сообщение 159		
Текстовое сообщение длиной 49 символов				
959				

б) Пакет в направлении оператор - диспетчер

Рисунок 4. Форматы пакетов данных

Преобразование сигналов от клавиатуры происходит в несколько шагов. Предварительная обработка данных представлена на рисунке 4.

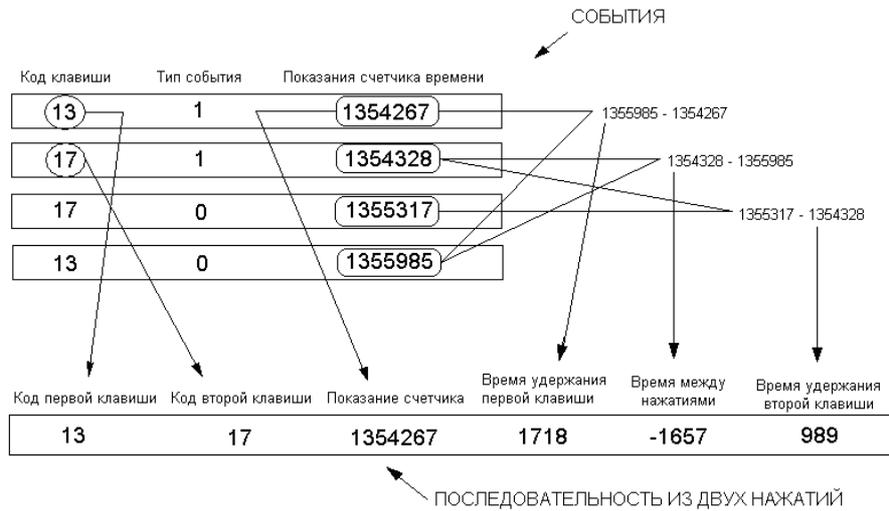


Рисунок 5. Формирование последовательности двух нажатий из событий

Вторичная обработка массива данных заключается в отсеивании из массива последовательностей тех, которые встречаются редко (Рисунок 5).

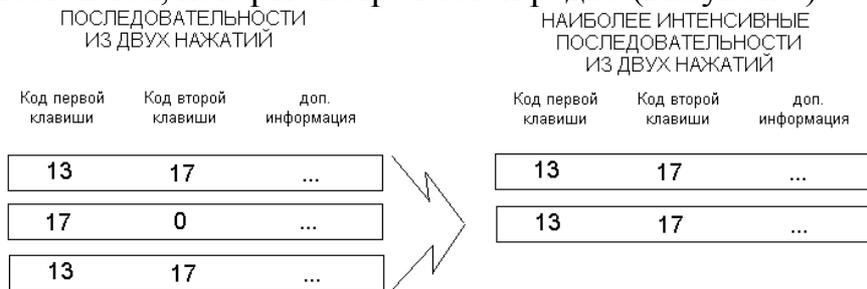


Рисунок 6. Отсеивание редких последовательностей

Этап подготовки данных для ИНС представлен на рисунке 6.

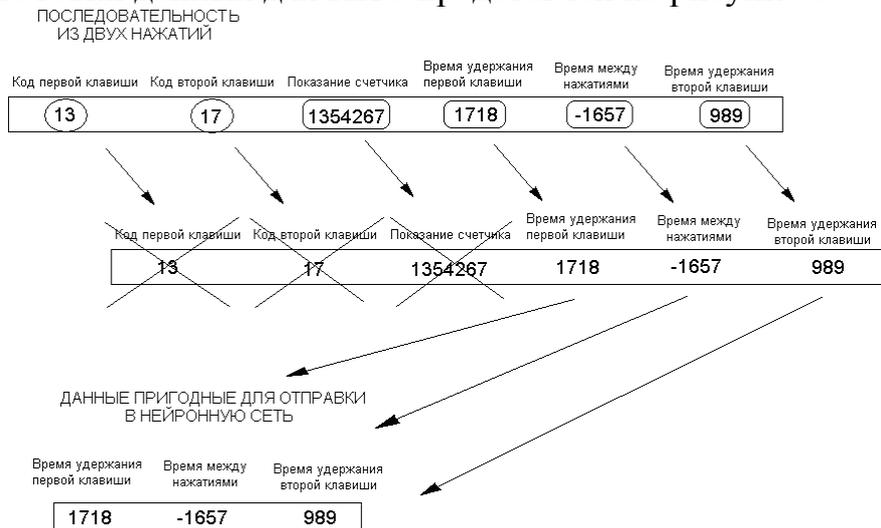


Рисунок 7. Формирование исходных данных для ИНС

Выполнение описанного преобразования – это преобразование сигналов от клавиатуры во входную информацию для ИНС.

Минимальная информация о клавиатурном почерке состоит из временных интервалов между двумя нажатиями и временем удержания этих двух клавиш. Эталонное представление клавиатурного почерка конкретного человека АРМ

оператора представляет собой свободные параметры ИНС – весовые коэффициенты.

Автоматизированное определение ПФС человека АРМ оператора состоит в выполнении следующих функций:

- определения соответствия текущих входных значений нормативным;
- проведения обучения искусственной нейронной сети на имеющихся входных данных;
- определение ПФС человека АРМ оператора.

В связи с высокой инертностью развития психофизиологического состояния оператора АРМ а также большим количеством шума во входной информации к результатам работы ИНС применена формула определения отклонения ПФС человека, учитывающая предыдущее значение ПФС на основе кортежа. Кортежем называют множество $\Pi = \langle \beta, T, X \rangle$, где β – наименование Π ; T - множество её значений, представляющих наименование Π , областью определения которых является X . Кортеж Π описывает ПФС следующим образом:

$$\Pi = \langle \text{отклонение}, T, [0;1] \rangle, \text{ где } T = \{ \text{"большое"}, \text{"малое"} \}$$

«Большое» описывается $\langle \text{большое}, A_B, [0;1] \rangle$, где A_B имеет вид:

$$A_B = \begin{cases} 1, & \text{если } y \geq (S_0 + 1.2) \\ \frac{y - S_0}{1.2}, & \text{если } S_0 < y < (S_0 + 1.2) \\ 0, & \text{если } y \leq S_0 \end{cases}$$

«Малое» описывается $\langle \text{малое}, A_M, [0;1] \rangle$, где A_M имеет вид:

$$A_M = \begin{cases} 1, & \text{если } y \leq (S_0 - 1.2) \\ \frac{S_0 - y}{1.2}, & \text{если } (S_0 - 1.2) < y < S_0 \\ 0, & \text{если } y \geq S_0 \end{cases}$$

Полученные значения используются для определения необходимого приращения как $S = S_0 + (A_B(y) * \Delta) - (A_M(y) * \Delta)$ где, S - результирующее значение, S_0 - предыдущее значение, y - текущее измеренное значение, Δ - приращение.

Алгоритм принятия решения о значительности отклонения описывается с помощью множества всех возможных психофизиологических состояний человека АРМ оператора $S = \{S_1, S_2, \dots, S_{i-1}, S_i\}$ и множества состояний оператора за рабочую смену $S_{д} = \{S_{д1}, S_{д2}, \dots, S_{дn-1}, S_{дn}\}$. В этом случае значительным отклонением является $\Delta S_{знач} = \{-1, 0, 1\}$.

Нулевое значение переменной $\Delta S_{знач}$ говорит об отсутствии значительного отклонения ПФС человека - оператора АРМ. Значение «1» говорит о значительном отклонении состояния в сторону улучшения. Это может быть связано с ошибочным определением состояния оператора в предыдущий период, с появлением за пультом другого оператора без сообщения этого факта диспетчеру или с принятием стимуляторов. Отрицательное значение «-1» говорит о резком ухудшении состояния оператора или другой внештатной ситуации, такой как смена оператора без сообщения об этом диспетчеру и т.п.

Значительное отклонение зависит от максимального (наилучшего) из возможных состояний, а также от текущей и предыдущей оценки психофизиологического состояния оператора. Математическое описание

значительного отклонения представлено в формуле

$$\Delta S_{\text{знач}} = \begin{cases} -1, \text{ если } -\frac{\max\{S_i\}}{4} \geq S_{D_n} - S_{D_{n-1}} \\ 0, \text{ если } \frac{\max\{S_i\}}{4} > S_{D_n} - S_{D_{n-1}} \vee -\frac{\max\{S_i\}}{4} < S_{D_n} - S_{D_{n-1}} \\ 1, \text{ если } \frac{\max\{S_i\}}{4} \leq S_{D_n} - S_{D_{n-1}} \end{cases}$$

Принятие решение по каждому оператору вырабатывается в очередности поступления сигналов с клавиатуры.

В четвертой главе для подтверждения теоретических положений проведен эксперимент, состоящий из двух этапов. На первом этапе эксперимента определяется эталонное значение ПФС обработки данных клавиатурного почерка человека АРМ оператора в нормальных условиях работы. На втором этапе определяется ПФС оператора и принимаются решения лицом принимающим решение (ЛПР) в условиях реального производства.

Цель первого этапа эксперимента – подготовка индивидуальных исходных данных по ПФС человека в АРМ-операторе.

Для достижения поставленной цели использовалась следующая методика, включающая следующие действия:

1. определить количество респондентов и количество данных, необходимых для идентификации его клавиатурного почерка;
2. разработать алгоритм и обосновать выбор технических средств и программного обеспечения для сбора и предварительной обработки данных;
3. создать базу данных для хранения результатов предварительной обработки данных;
4. создать эталонные модели клавиатурного почерка человека в АРМ-операторе.

Цель второго этапа эксперимента – определить ПФС человека как относительную величину, характеризующую степень отклонения текущего состояния от эталонного в реальных производственных условиях.

Для реализации второго этапа эксперимента использовать следующую методику, включающую действия:

- 1) выбрать производственную базу эксперимента;
- 2) адаптировать разработанную систему определения ПФС к АСУТП выбранного предприятия;
- 3) выбрать количество рабочих мест АРМ – оператора;
- 4) установить количество рабочих смен, в течение которых необходимо определять ПФС;
- 5) определить эталонную модель клавиатурного почерка для каждого оператора;
- 6) по результатам испытаний определить степень ПФС в соответствии с правилами принятия решений, разработанных в главе 3.

На первом этапе в эксперименте участвовало 559 человек. Обработано 9013325 событий.

На основе алгоритма, представленного в главе 3, технических средств (Duron 1,2Ghz, 768Mb ОЗУ), специально разработанного ПО (в качестве инструментария выбрана интегрированная среда разработки программных средств VC++, разработанный автором сайт www.mficompany.narod.ru, разработанное программное обеспечение, реализующее предложенные алгоритмы и математическую модель) получены эталонные модели, которые содержат минимальные значения времени удержания клавиш и времени нажатий конкретных людей АРМ операторов в виде свободных параметров ИНС.

Изменение времени удержания клавиш в течение рабочей смены на 1 этапе эксперимента показано на рисунке 8.



Рисунок 8. Изменение времени удержания клавиш

Фрагмент результатов обработки клавиатурного почерка приведен на рисунке 9.



Рисунок 9. Фрагмент результатов обработки клавиатурного почерка одного человека

Во фрагменте, изображенном на рисунке 9, после десятого измерения произошло резкое изменение ПФС, при этом значение $\Delta S_{\text{знач}}$ принято равным «-1». По этому значению было выбрано управляющее воздействие для ЛПР (диспетчера) - звуковой сигнал. После шестнадцатого измерения значение $\Delta S_{\text{знач}}$ стало равным «1», что требует принятия решения диспетчером на основе полученной

информации. В случае $\Delta S_{\text{знач}} = 0$ ПФС признается нормальным а человек-оператор может выполнять свои обязанности.

В заключении приводятся основные результаты, полученные в диссертационной работе.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ

1. Предложен подход к построению подсистемы автоматизированного определения психофизиологического состояния человека АРМ оператора в АСУТП.
2. Разработаны алгоритмы и математическая модель определения ПФС человека АРМ оператора;
3. Разработан комплекс информационных и программных средств, связанных с представлением, преобразованием и передачей их по локальной вычислительной сети;
4. Проведены экспериментальные исследования с целью формирования параметров эталонной модели клавиатурного почерка каждого человека-оператора АРМ;
5. На основе разработанных алгоритмов принятия решений об оповещении оператора и ЛПП, был проведен эксперимент в условиях реального производства, результаты которого подтвердили положительное влияние предложенного подхода;
6. По результатам эксперимента сформулированы основные рекомендации по организации рабочего дня человека - оператора в соответствии с особенностями его ПФС.

Выполненная работа является первым шагом в создании автоматизированного определения ПФС человека АРМ оператора, способная помогать принимать решения о качестве трудового участия в производственном процессе конкретного сотрудника.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Абашин, В.Г. К вопросу принятия решения о текущем психофизическом состоянии оперативного персонала по клавиатурному почерку [Текст] // Известия ОрелГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» 2007. - №4/268(535). С.250-251. **(журнал входит в перечень ВАК)**
2. Абашин, В.Г. Исходные данные клавиатурного почерка для определения работоспособности человека [Текст] // Известия ОрелГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» 2007. - №4-21268(525). С. 136-139. **(журнал входит в перечень ВАК)**
3. Абашин, В.Г. Распределенная система-сервис учета рабочего времени [Текст] // Известия ОрелГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии» 2008. - №1-3/269(544). С.6-9. **(журнал входит в перечень ВАК)**
4. Абашин, В.Г. Определение психофизиологического состояния оперативного

- персонала по клавиатурному почерку на нефтеперерабатывающих мини-заводах [Электронный ресурс] / В.Г. Абашин, А.И. Суздальцев, В.А. Лобанова // Электронный журнал «Нефтегазовое дело», 2006. http://www.ogbus.ru/authors/Suzdaltsev/Suzdaltsev_1.pdf
5. Абашин, В.Г., Влияние компьютерных игр на состояние пальцев рук детей [Текст] // Материалы межвузовской научно-практической конференции «Стратегия развития гуманитарного образования в контексте современных преобразований». Орел.: ОФ СГА, 2003. – С. 59-61.
 6. Абашин, В.Г. Некоторые вопросы моделирования биометрических систем с использованием нечетких множеств [Текст] / В.Г. Абашин, В.А. Лобанова // Материалы межвузовской научно-практической конференции «Инновационные технологии в высшем образовании». Орел.: ОФ СГА, 2004. – С. 75-76.
 7. Абашин, В.Г. Актуальность исследования автоматизированного рабочего места как объекта с неопределенным типом занятий и категории тяжести [Текст] / В.Г. Абашин, В.А. Лобанова // Материалы всероссийской научной конференции «Методы прикладной математики и компьютерной обработки данных в технике, экономике и экологии». Орел.: ОрелГТУ, 2004. – С. 120-121.
 8. Абашин, В.Г. К вопросу построения модели рабочего дня оператора автоматизированного рабочего места [Текст] / В.Г. Абашин, В.А. Лобанова // Материалы всероссийской научной конференции «Методы прикладной математики и компьютерной обработки данных в технике, экономике и экологии». Орел.: ОрелГТУ, 2004. – С. 118-119.
 9. Абашин, В.Г. Биометрия в коммерческих предприятиях [Текст] // Международная научно-практическая конференция «Развитие конкуренции как фактор экономического роста и обеспечения социального благополучия: методология, теория, практика». Орел.: ОГИЭТ, 2005. – С. 111-112.
 10. Абашин, В.Г. К вопросу определения психофизиологического состояния оператора АРМ в реальном режиме времени [Текст] / В.Г. Абашин, В.А. Лобанова // Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Орел.: - ОрелГТУ, 2006. – С. 86
 11. Абашин, В.Г. Самообучающиеся алгоритмы нейронных сетей в диагностике психофизиологического состояния оператора АРМ вредного производства [Текст] / В.Г. Абашин, В.А. Лобанова // Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, образовании и производстве». Орел.: - ОрелГТУ, 2006. – С. 89
 12. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки №6269 на разработку программы «Электронное здоровье» зарегистрированную в Отраслевом фонде алгоритмов и программ. Дата регистрации: 26.05.2006. Автор: Абашин В.Г.

ЛР ИД №00670 от 05.01.2000г.

Отпечатано в полиграфическом отделе ОрелГТУ

Сдано в набор 13.05.2008 Подписано в печать 13.05.2008

Формат 30x42/5 Бумага офсетная Печать изография

Усл. Печ. Л.1 Тираж 100 экз. Заказ № 4854

Орловский государственный технический университет

302020, г. Орел, Наугорское шоссе,29.