

УДК: 621.37:004.891.3:616-07

Аппаратно-программный комплекс для проведения психофизиологических исследований

М. Л. Кочина, А. Г. Фирсов*

Харьковская медицинская академия последипломного образования, Украина

*Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

Резюме

Рассмотрены техническая реализация и алгоритм работы аппаратно-программного комплекса, предназначенного для психофизиологических исследований, с помощью которого могут быть реализованы, как инструментальные, так и бланковые методики. В состав комплекса входит прибор, обеспечивающий генерирование и измерение частоты стимулов, регистрацию времени реакции испытуемого и подсчет ошибок. Тестовые задания предъявляются исследуемым, как на экране монитора, так и с помощью светонепроницаемых очков.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, психофизиологические исследования, профессиональный отбор.

Клин. информат. и Телемед.
2010. Т.6. Вып.7. с.113–117

Введение

Профессиональный отбор отражает потребности современного общества, прежде всего, в повышении производительности труда, рациональной расстановке кадров, профилактике травматизма и снижении заболеваемости, экономии финансов и материально-технических ресурсов. Профессиональная пригодность кандидатов к обучению или работе на том или ином производстве оценивается по целому ряду показателей, среди которых особое место занимают индивидуальные физические и психофизиологические качества человека. Психофизиологический отбор направлен на выявление лиц, которые по профессиональным способностям и индивидуальным психофизиологическим качествам соответствуют требованиям конкретных специальностей [1].

На современном этапе проведение психофизиологического отбора трудно себе представить без технических средств и вычислительной техники. В настоящее время существует значительное количество различных приборов для проведения психофизиологических исследований [2, 3, 4], однако в подавляющем большинстве устройства получения данных реализованы исключительно на компьютере, что ограничивает возможности их применения, поскольку они обладают потенциально слабой повторяемостью результатов. Это обусловлено тем, что почти все ЭВМ управляются операционными системами не жесткого реаль-

ного времени, которые не гарантируют постоянство времени отклика системы на внешние события. Сложность или невозможность метрологической проверки таких приборов ограничивает их массовое производство и внедрение. Кроме того, в качестве устройства предъявления стимулов-заданий в существующих приборах выступают мониторы ПК, цветопередача которых различная, качество воспринимаемого испытуемым изображения зависит от освещенности помещения, наличия бликов на экране, угла обзора, степени старения монитора. Отсутствие стандартизации используемых в таких приборах мониторов и различные условия проведения исследований ведут к сложностям интерпретации полученных разными исследователями данных. Существующие аппаратные реализации имеют ограниченное количество методик исследований и также подвержены влиянию внешних условий [5, 6]. Поэтому актуальной является задача разработки информационной технологии для профессионального отбора, в которой устройства получения данных будут лишены этих недостатков.

Задачи профотбора до недавнего времени решались системами, реализующими некоторые психофизиологические методики, которые в виду своей неоднородности редко объединялись в единый программно-аппаратный комплекс.

Целью данной работы является разработка аппаратно-программной реализации комплекса для проведения психофизиологических исследований.

Материалы и методы

Технология проведения профессионального отбора укрупненно может быть представлена в виде трех блоков: блока формирования первичного массива данных, блока определения информативных показателей, блока анализа и оценки профессиональной пригодности по психофизиологическим качествам.

В первом блоке технологии происходит определение показателей, характеризующих психофизиологические свойства испытуемых и формирование

первичной базы данных (БД) в ПК. Это осуществляется с использованием разработанного нами аппаратно-программного комплекса. По способу получения психофизиологических показателей использованные в комплексе методики можно условно разделить на три категории: опросники, инструментальные методики с предъявлением задания на мониторе, инструментальные методики с применением специализированного прибора.

На рис.1 представлено распределение методик, используемых в комплексе, в зависимости от способа их технической реализации.

Инструментальные методики оценки психофизиологических показателей ре-

ализуются с использованием защитных непрозрачных очков, в которых вмонтированы светодиоды разных цветов. Это сделано для обеспечения большой контрастности фона и стимула, что требуется для качественного выполнения заданий согласно методикам. В случае предъявления звуковых стимулов используются наушники. При проведении исследований производится постоянный контроль качества выполнения инструкций, что достигается путем исключения недостоверных значений времени реакции с помощью критерия Шовене [7].

Методики, требующие предъявления тестовых заданий на экране монитора, выполнены в соответствии со стандартными требованиями [8].

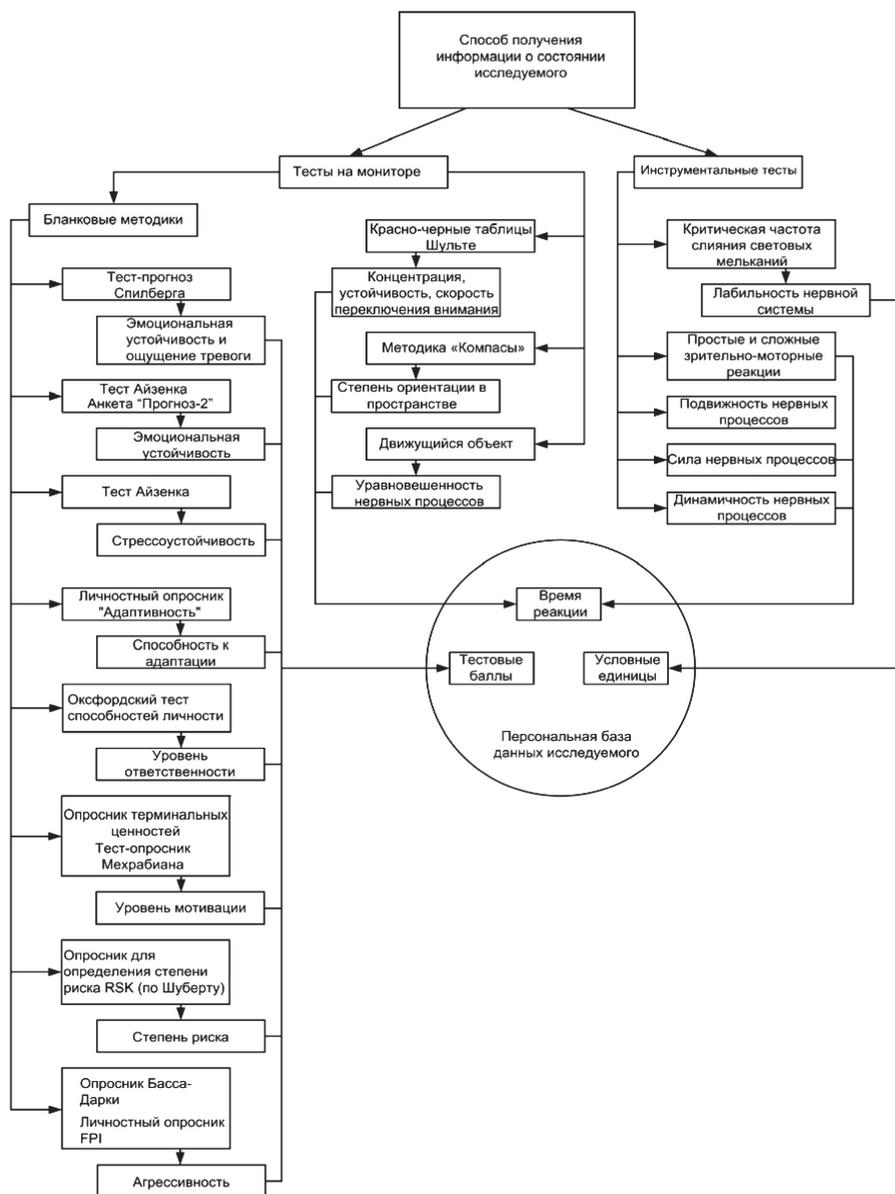


Рис.1. Распределение психофизиологических методик в зависимости от их технической реализации.

Результаты и их обсуждение

Структурная схема аппаратно-программного комплекса для проведения психофизиологических исследований представлена на рис. 2.

Ядром комплекса является разработанный нами прибор для проведения психофизиологических исследований. Ввиду неоднородности и сложности методов определения критической частоты слияния мельканий (КЧСМ) и времени сенсомоторной реакции они обеспечиваются отдельными узлами прибора: генератором, перестраиваемым испытуемым, и таймером, запускаемым и останавливаемым им же. Так же ряд реализованных в приборе методик предусматривает подсчет числа ошибок, что также потребовало использования отдельного узла. Генератор, частотомер, таймер и счетчики вместе с устройством управления входят в состав микроконтроллера, который является основным элементом схемы прибора [9]. Производственный разброс параметров светодиодов, используемых в качестве источников светостимулов, обуславливает наличие в приборе электронной регулировки яркости. Для связи прибора с компьютером используется интерфейс USB, так как традиционные для подобных приборов интерфейсы LPT и COM

почти не встречаются в современных компьютерах, а тем более в ноутбуках.

Прибор так же имеет в своем составе устройство сопряжения монитора и ПК. Оно, на основе макета предъявляемого стимула, анализирует изображение, передаваемое на монитор, и при его появлении запускает устройство отсчета времени, реализованное в приборе. Когда испытуемый нажимает на соответствующую инструкции кнопку, устройство отсчета фиксирует время реакции испытуемого. Таким образом достигается независимость результатов тестов от быстродействия ПК в случае, если в нем использована операционная система не жесткого реального времени [10].

Опционально комплекс состоит из ПК испытуемого и ПК эксперта, связь между которыми может быть организована при помощи Ethernet соединения. Если нет необходимости в проведении группового исследования, то результаты оценки психофизиологического состояния могут быть выведены на монитор испытуемого и считаны им или экспертом.

В составе ПК испытуемого есть отдельные блоки, отвечающие за формирование бланковых методик (опросников), формирование методик с предъявлением заданий на мониторе (тесты на мониторе) и блок инструментальных тестов. Такое разделение позволяет при необходимости расширять наборы стимулов для каждой категории методик. Блоком интерфейса испытуемого формируются задания и инструкции к ним в понятной

для испытуемого форме, а так же происходит управление ходом исследования. Результаты исследования сохраняются в базе данных (БД). Интерфейс эксперта позволяет извлекать результаты исследований в требуемом формате, если ПК эксперта не используется, то на основе решающих правил на мониторе исследуемого выдается оценка психофизиологического состояния.

Между ПК исследуемого и монитором установлено устройство сопряжения, которое позволяет анализировать изображение на мониторе и с высокой точностью синхронизировать измеритель времени прибора с началом предъявляемого задания. Инструментальные тесты предъявляются испытуемому при помощи очков или наушников. Клавиатура испытуемого содержит необходимый минимум кнопок для ответа согласно инструкции.

В бланковых методиках испытуемому предлагают серию суждений или вопросов и по полученным ответам судят состоянии испытуемого. Эти методики просты для разработки, использования и обработки результатов. Для их проведения необходим набор вопросов и ключей. Такой набор легко инкапсулируется в XML документ, который считывается блоком опросников и предъявляется испытуемому. Получив в конце теста последовательность нажатий кнопок, при помощи ключей интерпретируется результат, который и записывается в БД.

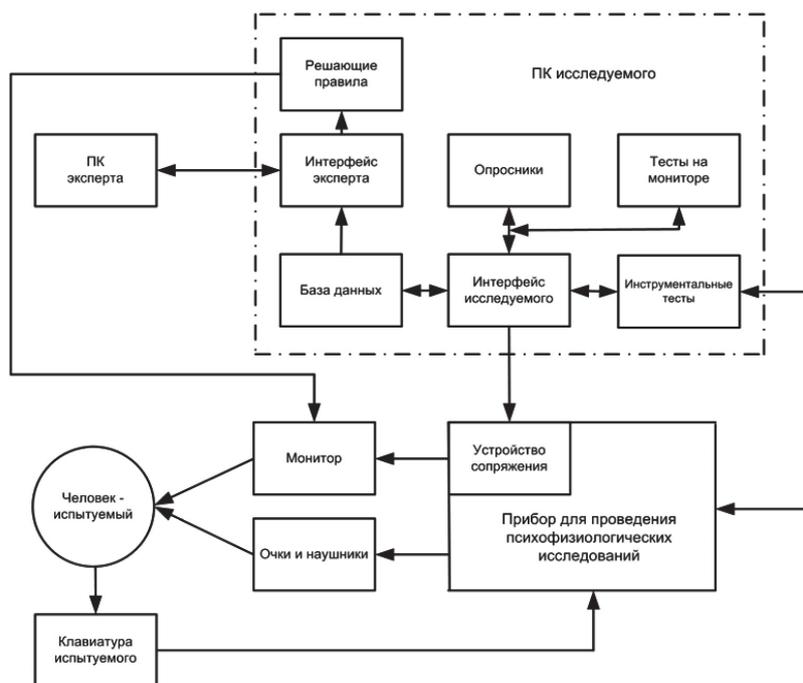


Рис. 2. Структурная схема комплекса для психофизиологических исследований.

Ряд методик, ввиду особенностей заданий, реализуется с предъявлением заданий на мониторе ПК испытуемого. Для предъявления цветных таблиц, движущихся объектов и т. д. целесообразно применять монитор. Для точного отсчета времени реакции испытуемого в этом случае разработано специальное устройство сопряжения. Обобщенный алгоритм проведения исследований с предъявлением заданий на мониторе ПК представлен на рис. 3.

При использовании только ПК испытуемого управление комплексом осуществляется программой «ПФ-тест Локальный», если используется ПК эксперта, подключенный по сети Ethernet, то программой – «ПФ-тест Сетевой». Они предназначены для IBM-совместимых компьютеров с операционной системой Windows 2000/XP/Vista. Приложение написано с использованием Microsoft .NET Framework 3.5 на языке C#, что позволяет при необходимости портировать его в другие ОС (например, Linux, используя Mono).

Программа работы комплекса включает в себя графическую пользовательскую оболочку и компоненты, отвечающие за реализацию соответствующих блоков комплекса. Справочная система программы позволяет быстро получить необходимые сведения о работе программы и методике проведения исследования. Разработанная программа обеспечивает управление и ведение базы данных. В БД сведены личные данные испытуемого и результаты проведенных исследований.

Особенностью программы работы комплекса является то, что результаты исследований нельзя редактировать, можно только повторить измерения, при этом в базе появляется новая запись об этом. Это сделано для того, чтобы исключить возможность умышленного искажения результатов исследований, например при проведении психофизиологической экспертизы. БД на ПК испытуемого представляет собой текстовый файл, информация в котором имеет специальное форматирование, что обеспечивает простоту ее использования. Предусмотрена возможность экспорта БД в формат книг Microsoft Excel. Дополнительно программа управления позволяет создавать, редактировать и переносить на другие ПК профили исследования (в формате XML), в которых можно указать число испытаний, методику, число обучающих итераций. Наличие редактируемых и переносимых профилей дает возможность упростить и ускорить процесс исследования, а так же использовать их в процессе автоматического измерения, когда



Рис. 3. Обобщенный алгоритм методик с предъявлением заданий на мониторе ПК.

испытуемый сам проводит испытание по нескольким методикам.

Таким образом, представленный аппаратно-программный комплекс может быть использован для проведения психофизиологических исследований в рамках профессионального отбора. С его помощью могут быть реализованы, как инструментальные, так и бланковые методики [11]. Автоматизация бланковых методик позволяет сократить время проведения опросов и анкетирования испытуемых, обработку и анализ полученных результатов. Методики, связанные с предъявлением заданий на экране монитора, благодаря устройству сопряжения, имеют высокую точность и потенциальную повторяемость. Структура комплекса такова, что при необходимости позволяет проводить групповые обследования, объединив несколько комплексов в компьютерную сеть.

Важной особенностью комплекса является фиксация числа ошибок испытуемого и места их появления в ходе выполнения задания.

Прибор для психофизиологических исследований, входящий в состав комплекса, может питаться от порта USB ПК, что позволяет использовать его с портативным компьютером типа netbook. Предусмотрен режим работы прибора с обратной связью, что важно для выполнения ряда методик исследования.

Выводы

1. Реализованные в комплексе методики являются субъективными, однако позволяют оценить важные психофизиологические показатели, многие из которых объективными методами определить нельзя. Для объективизации результатов психофизиологических исследований комплекс может быть дополнен такими объективными методиками исследования, как электромиография, омегаметрия и кардиоритмография [12].

2. Широкое внедрение аппаратно-программного комплекса является перспективным не только для профессионального отбора, но и для оценки текущего состояния человека при разных видах деятельности.

Литература

1. Кальніш В. В. Принципи професійного психофізіологічного відбору / В. В. Кальніш, А. І. Єна // Гігієна праці. – Вип. 32. – К., 2001. – С. 131–144.
2. Макаренко Н. В. Использование прибора ПНН-3 для эксперсс-диа-

гностики психофизиологических особенностей водителей автомобилей / Н. В. Макаренко, Н. В. Кольченко // Тез. Докл. конф. по пробл. эксперим. психологии. – Львов, 1983. – С. 72–73.

3. Седаков І. О. Спосіб «ДІМА» визначення екстремального інформаційного навантаження людини. / І. О. Седаков, О. Ю. Косач, Р. З. Байбурич, В. І. Дудко // Патент України U99074238, Бюл. №2, 2001
4. Седаков І. О. Спосіб рефлексометричного тестування для визначення професійно важливих якостей людини в умовах стресу. / І. О. Седаков, А. І. Єна, І. Ю. Худецький, Ю. М. Скалецький, В. П. Павленюк. // Патент України U99074239, Бюл. №2, 2001.
5. Польшин О. К. Пристрій для виміру психофізіологічних параметрів. / О. К. Польшин, О. А. Гульбс. // Патент України U200703990, 2007.
6. Борисенко А. І. Пристрій для діагностики функціонального стану людини «Молния». / А. І. Борисенко, К. П. Шумейко. // Патент України U200609326, Бюл. №2, 2007.
7. Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок / Пер. с англ. Л. Г. Деденко. – М.: Мир, 1985. – 272 с., ил.
8. Макаренко Н. В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов / НИИ проблем военной медицины Украинской военно-медицинской академии. – К., 1996. – 336 с.
9. Кочина М. Л. Многофункциональный прибор для проведения психофизиологических исследований / М. Л. Кочина, А. Г. Фирсов. // Прикладная радиоэлектроника. – 2010. – Т. 9. – №2. – С. 260–265.
10. Таненбаум Э. Операционные системы: разработка и реализация. / Э. Таненбаум, А. Вудхалл. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.
11. Кочина М. Л. Информационная технология оценки временных и частотных показателей организма человека. / М. Л. Кочина, А. Г. Фирсов // Системы обработки информации – 2010. – № 2 (83) – С. 243–247.
12. Кочина М. Л. Компьютерный ритмограф / М. Л. Кочина, А. А. Каминский // Радиотехника. – 2010. – Вып. 160. – С. 263–267.

Hardware–software complex for psychophysiological researches

*M. L. Kochina, A. G. Firsov**
Kharkiv medical academy of advanced studies, Ukraine
*Kharkiv national university of radioelectronics, Ukraine

Abstract

In the work technical realization and algorithms of hardware–software complex for psychophysiological research has been

discussed, with the help of the complex instrumental as well as blank methodises can be implemented. The complex is composed of device for generation and measure of stimulus frequency, registration of tested person's reaction time and mistakes count. Tasks are provided to tested people at the monitor's screen as well as with the help of lightproof glasses.

Key words: hardware–software complex, psychophysiological research, professional selection.

Апаратно-программний комплекс для проведення психофізіологічних досліджень

*М. Л. Кочина, О. Г. Фірсов**
Харківська медична академія післядипломної освіти, Україна
*Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

Резюме

Розглянуто технічну реалізацію та алгоритм роботи апаратно-програмного комплексу, який призначено для психофізіологічних досліджень, за допомогою якого можуть бути реалізовані як інструментальні, так і бланкові методики. До складу комплексу входить пристрій, що забезпечує генерування та вимір частоти стимулів, реєстрацію часу реакції досліджуваного та підрахунок помилок. Тестові завдання пред'являються досліджуваному як на екрані монітору, так і за допомогою світлоізолюючих окулярів.

Ключові слова: апаратно-программний комплекс, психофізіологічні дослідження, професійний відбір.

Переписка

д.биол.наук, профессор **М. Л. Кочина**
Харьковская медицинская академия последипломного образования
ул. Корчагинцев, 58
Харьков, 61176, Украина
тел.: +380 (57) 711 80 32
эл.почта: m_kochina@yahoo.com