

УДК 614:159.91

Н. М. Кравченко<sup>1</sup>, Т. Д. Ключанова<sup>1</sup>, В. В. Нечипоренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Государственное учреждение «Институт проблем искусственного интеллекта», г. Донецк 83048, г. Донецк, ул. Артема, 118-б

<sup>2</sup>Государственное предприятие «НИИ медико-экологических проблем Донбасса и угольной промышленности МЗ ДНР», г. Донецк г. Донецк, ул. Челюскинцев, дом 163

## ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ РАБОТНИКОВ

N. M. Kravchenko<sup>1</sup>, T. D. Klushanova<sup>1</sup>, V. V. Nechiporenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Public institution «Institute of Problems of Artificial intelligence», c. Donetsk 83048, Donetsk, Artema str., 118-b

<sup>2</sup>Research Institute of Medical and Environmental Problems of Donbass and the Coal Industry of the Ministry of Health of the DPR, Donetsk Donetsk, Cheluskincev st., 163

## SOFTWARE COMPLEX FOR PSYCHOPHYSIOLOGICAL SURVEY OF WORKERS

Н. М. Кравченко<sup>1</sup>, Т. Д. Ключанова<sup>1</sup>, В. В. Нечипоренко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Державна установа «Інститут проблем штучного інтелекту», м. Донецьк 83048, м. Донецьк, вул. Артема, буд. 118 б

<sup>2</sup>Державне підприємство «НДІ Медико-екологічних проблем Донбасу та вугільної промисловості МОЗ ДНР», м. Донецьк м. Донецьк, вул. Челюскінців, 163

## ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ ПРАЦІВНИКІВ

Предложена методика проведения тестирования психофизиологических качеств с помощью компьютера. Дано краткое описание разработанного программного тестового комплекса для обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора. Программное обеспечение позволяет оценить уровень развития профессионально важных качеств человека для допуска к определенным работам. Представлена методика оценки психофизиологических показателей по результатам пройденных тестов.

**Ключевые слова:** профессиональный отбор, тестирование психофизиологических качеств, база данных.

A methodology for testing psychophysiological qualities using a computer is proposed. A brief description of the developed software test complex for examining workers employed in jobs requiring professional selection is given. The software allows you to assess the level of development of professionally important qualities of a person for admission to certain works. A methodology for assessing psychophysiological indicators based on the results of tests passed is presented.

**Keywords:** professional selection, testing of psychophysiological qualities, database.

Запропоновано методику проведення тестування психофізіологічних якостей за допомогою комп'ютера. Дано короткий опис розробленого програмного тестового комплексу для обстеження працівників, зайнятих на роботах, що потребують професійного добору. Програмне забезпечення дозволяє оцінити рівень розвитку професійно важливих якостей людини для допуску до певних робіт. Представлена методика оцінки психофізіологічних показників за результатами пройдених тестів.

**Ключові слова:** професійний відбір, тестування психофізіологічних властивостей, база даних.

## Введение

Как отмечено в работе [1], подбор и расстановка кадров определяют успех и безопасные условия развития предприятия. Существует ряд профессий (спасатели, водители транспортных средств, авиадиспетчеры и др.), которые требуют от работника определенного уровня развития психофизиологических качеств: быстроты реакции, зрительной или слуховой памяти, эмоциональной устойчивости, способности сосредоточить внимание на каком-либо объекте, сохранять выдержку в стрессовой ситуации и т.п. От того, в какой мере человек соответствует требованиям конкретной специальности, способен ли он выполнять, как следует, определенную работу, а тем более, от того, как он поведет себя в нестандартной ситуации, может зависеть не только его жизнь и здоровье, но и жизнь, и здоровье окружающих его людей. Поэтому при решении вопроса о профессиональной пригодности каждого человека в комплексе с данными о состоянии его здоровья, уровня общего развития, знаний, умений и навыков должны учитываться результаты психофизиологического обследования [2-4].

## Актуальность работы

Как указано, в частности, в работе [5] одним из приоритетных видов деятельности в ДНР должна стать информатизация. Современный уровень развития вычислительной техники и информационных технологий позволяет организовать быстрое и эффективное тестирование лиц, претендующих на должности, допуск к которым требует такой проверки. Результаты внедрения аппаратных методик психофизиологического отбора в угольной промышленности показали, что аварийность по вине персонала уменьшается на 40 – 70%, надежность систем управления повышается на 10 – 25%, затраты на подготовку специалистов снижаются на 30 – 40% [6].

Научно-исследовательский институт медико-экологических проблем Донбасса и угольной промышленности МЗ ДНР (НИИ МЭП) проводит психофизиологическое тестирование для допуска к работе шахтеров, горноспасателей, пожарных, электриков по обслуживанию энергетических установок и др. Однако программный комплекс, который задействован в данном процессе, в значительной мере устарел и не может обеспечить эффективную и надежную работу центра тестирования.

В этой связи возникла необходимость разработки современного программного обеспечения для решения подобных задач.

**Цель работы** – создание программного комплекса для тестирования профессиональной пригодности потенциальных сотрудников, организации хранения результатов тестирования в базе данных с последующим анализом и подготовкой отчетной документации.

## Основное содержание работы

В Институте проблем искусственного интеллекта совместно с сотрудниками НИИ медико-экологических проблем Донбасса и угольной промышленности по заданию Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики разработан комплекс программ для психофизиологического обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора.

При разработке вышеуказанной системы использовалась методика психофизиологической диагностики личности, предложенная НИИ МЭП. В НИИ МЭП определен перечень видов работ, где есть потребность в профессиональном отборе.

При выборе видов работ и профессионально важных для каждого из них психофизиологических качеств был проведен анализ профессиографических исследований. При этом учитывались следующие основные профессиографические характеристики: степень физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда, характер трудовой деятельности, особенности организации рабочего места, наличие и степень выраженности вредных и опасных производственных факторов [7]. Было выделено 14 видов работ:

- все виды подземных работ;
- работа в кессонах, барокамерах, замкнутых пространствах;
- водолазные работы;
- работы на высоте, верхолазные работы, работы, связанные с подъемом на высоту;
- работы по обслуживанию действующих электроустановок; работы, связанные с действующим энергетическим оборудованием;
- работы, связанные с применением взрывчатых материалов, работы во взрыво- и пожароопасных производствах;
- работы, выполнение которых предусматривает хранение, ношение и применение огнестрельного, травматического оружия и спецсредств;
- аварийно-спасательные работы и работы по тушению пожаров;
- работы, связанные с управлением наземным, подземным, воздушным и водным транспортом;
- работы, связанные с нервно-эмоциональным напряжением;
- работы по техническому обслуживанию и эксплуатации компрессорных, нефтеносных и газорегуляторных станций, линейных систем магистральных нефте- и газопроводов;
- работы, непосредственно связанные с производством черных и цветных металлов;
- работы, связанные с производством и применением вредных химических веществ и токсичных биопрепаратов;
- работы, связанные с эксплуатацией, обслуживанием и ремонтом, экспертным обследованием объектов, машин, механизмов, оборудования повышенной опасности.

Для определения профессионально значимых показателей проведено анкетирование работников и экспертная оценка.

Анализ существующих методик функционального обследования показал, что в настоящее время для определения практически каждого психофизиологического показателя имеется несколько методов. Учитывая проведенное теоретическое обоснование и практический опыт работы по проведению психофизиологического отбора, были выбраны методики, которые, с одной стороны, позволяют наиболее надежно определить существо психофизиологического признака, а с другой, являются наиболее простыми, занимают меньше времени, менее трудоемки и наиболее доступны для массового обследования [6], [8].

Составлено 14 наборов психофизиологических тестов, каждый из которых соответствует определенному виду работ и соответственно психофизиологическим показателям, которые наиболее значимы для работников этих категорий. Для оценки уровня психофизиологических показателей предложено использовать следующие тесты:

- тест Шульте-Платонова для оценки внимания, скорости переключения внимания;
- тест на зрительную память;
- тест на слуховую память;

- тест на эмоциональную устойчивость;
- проверка реакции на движущийся объект;
- тест на сенсомоторную зрительную реакцию на простой раздражитель;
- тест на сенсомоторную зрительную реакцию на дифференцированный раздражитель;
- тест на акустико-моторную реакцию;
- тест на устойчивость к воздействию стресса.

Предложенная методика реализована в программном комплексе для психофизиологического обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора (среда разработки – Borland Delphi).

Основные задачи, решаемые комплексом:

- 1) ввод/редактирование анкетных данных клиентов, проходящих тестирование;
- 2) ввод/редактирование данных о предприятии, на котором работает клиент;
- 3) настройка параметров тестирования;
- 4) тестирование клиента;
- 5) просмотр данных о результатах тестирования в режиме справочника;
- 6) формирование и просмотр данных о результатах тестирования в документе Microsoft Word;
- 7) работа с базой данных (обмен данными между главным и локальными компьютерами).

Для хранения информации о клиентах и результатах прохождения ими тестирования разработана база данных, структура которой приведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Структура базы данных

Разработаны отдельные модули для проведения тестов различных психофизиологических качеств испытуемого (памяти, внимания, реакции и т.п.). Графический интерфейс тестов реализован с использованием возможностей объекта PaintBox. Основная идея – рисование движущихся или неподвижных объектов на канве PaintBox, отслеживание с помощью обработки событий мыши реакции испытуемого на объекты, появляющиеся на экране. В ряде тестов используется генератор псевдослучайных чисел – для определения места и времени появления объекта на экране. Для управления появлением на экране (исчезновением) объектов и отслеживания реакции пользователя на них применяются объекты Timer.

При проверке сенсомоторной зрительной реакции определяется время между вспышкой на экране цветного круга и нажатием пользователем кнопки мыши – чем меньше это время, тем лучше реакция.

В случае дифференцированного раздражителя испытуемый должен реагировать на вспышки зеленого цвета и пропускать вспышки красного цвета – в противном случае фиксируется ошибка.

При исследовании акустико-моторной реакции фиксируется время, которое проходит после звукового сигнала до нажатия испытуемым кнопки мыши в ответ на этот сигнал. Чем меньше это время, тем лучше реакция. Для генерации сигнала была использована функция Windows midiOutShortMsg.

При исследовании свойств внимания (распределение, сосредоточение, переключение) в тесте Шульте-Платонова пользователь в таблице (рис. 2) отмечает числа в том порядке, как ему будет указано: по возрастанию, убыванию или попеременно (одно число синего цвета – по возрастанию, затем число красного цвета – в порядке убывания и т.д.)

3	4	6	13	16	2	17
9	23	5	1	21	14	2
19	25	8	17	18	20	6
15	14	10	12	1	12	5
13	7	23	4	22	7	24
11	20	16	21	3	8	22
11	9	19	18	24	15	10

Рисунок 2 – Тест Шульте-Платонова

По каждому виду пройденного теста рассчитываются психофизиологические показатели (как правило, среднее значение с учетом возможных ошибок). Расчет происходит по формулам, представленным в табл. 1.

По определенным в результате каждого теста показателям рассчитывается соответствующий балл и выводится итоговая оценка по всем тестам. Эта оценка позволяет сделать вывод о пригодности (непригодности) человека к определенной работе. После прохождения тестирования клиентом его результаты хранятся в базе данных для последующего анализа.

Таблица 1 – Расчеты оценок психофизиологических показателей

Психофизиологические показатели	Расчетные формулы оценок психофизиологических показателей
Сенсомоторные реакции	$O_1 = \frac{(\sum t_i) - t_{\min} - t_{\max}}{n - 2 - E},$ <p>где <math>\sum t_i</math> – суммарное время реакции во всех опытах, <math>t_{\min}</math> – минимальное, <math>t_{\max}</math> – максимальное время реакции, <math>n</math> – общее число опытов, <math>E</math> – число ошибок</p>
Функциональная подвижность нервных процессов	$O_2 = \frac{(\sum t_i) - t_{\min} - t_{\max}}{n - 2 - E},$ <p>где <math>\sum t_i</math> – суммарное время реакции во всех опытах, <math>t_{\min}</math> – минимальное, <math>t_{\max}</math> – максимальное время реакции, <math>n</math> – общее число опытов, <math>E</math> – число ошибок</p>
Внимание	$O_3 = t_{cm} - (t_k + t_c),$ <p>где <math>t_{cm}</math> – время прохождения теста с попеременной отметкой чисел, <math>t_k</math> – время прохождения теста с отметкой по убыванию, <math>t_c</math> – с отметкой по возрастанию</p>
Память зрительная и слуховая	$O_4 = \frac{n}{m} \times 100 \%,$ <p>где <math>n</math> – число правильно названных слов, <math>m</math> – общее число слов, которые требовалось запомнить</p>
Эмоциональная устойчивость и чувство тревоги	$O_5 = n_n - n_{\text{н}},$ <p>где <math>n_n</math> – число ответов «да», <math>n_{\text{н}}</math> – число ненадежных ответов</p>
Устойчивость к влиянию стрессов	$O_6 = \frac{n_2 - n_1}{12} \times 100 \%,$ <p>где <math>n_1</math> – число ошибок в опытах без помех, <math>n_2</math> – число ошибок в опытах с помехами</p>
Реакция на движущийся объект	$O_7 = \frac{\sum t_i}{n},$ <p>где <math>\sum t_i</math> – суммарное время отклонения во всех опытах, <math>n</math> – общее число опытов</p>

## Выводы

Разработан программный комплекс для психофизиологического обследования работников, занятых на работах, требующих профессионального отбора. Комплекс внедрен в НИИ медико-экологических проблем Донбасса и угольной промышленности и применяется для тестирования и допуска к работам, связанным с опасными и вредными факторами.

В дальнейшем представляет также интерес разработка диагностической системы для выявления наличия или отсутствия острых стрессовых расстройств у работников со сложными и напряженными условиями работы. Как отмечено в работе [9], есть необходимость организации психофизиологической диагностики такого рода с последующей выработкой комплекса лечебно-профилактических, оздоровительных и реабилитационных мероприятий (медико-психологической реабилитации) – для восстановления и сохранения здоровья, оптимальной трудоспособности и социальной активности лиц опасных профессий.

## Список литературы

1. Калмыков Ю. А. Роль и место специального психофизиологического исследования с использованием компьютерного полиграфа Эпос-7 в системе и структуре кадровой безопасности предприятий с повышенными факторами риска [Текст] / Ю. А. Калмыков, Г. Н. Пелевин // Современные проблемы безопасности жизнедеятельности: настоящее и будущее : материалы III Международной научно-практической конференции в рамках форума «Безопасность и связь». – Казань, 2014. – С. 215–218.
2. Профессиональный отбор горноспасателей : метод. указания [Текст] / В. П. Гребняк, В. И. Макарец, В. И. Заболотный и др. – Москва, 1988. – 54 с.
3. Левкевич Л. Психофизиологическая экспертиза – требование времени [Текст] / Л. Левкевич // Охрана труда. – 2010. – № 6. – С. 50–51.
4. Мухин В. В. Актуальность внедрения профессионального психофизиологического отбора [Текст] / В. В. Мухин, В. В. Нечипоренко // Актуальні питання профілактики, діагностики та лікування професійних захворювань : мат. міжн. наук.-практ. конф. – Донецьк, 2007. – С. 187–191.
5. Румянцев В. В. К вопросу об иерархии интеллектуальных систем [Текст] / В. В. Румянцев // Проблемы искусственного интеллекта. – 2018. – № 1. – С. 24–31.
6. Шевцова В. М. Методология разработки критериев профессионального отбора по психофизиологическим показателям [Текст] / В. М. Шевцова // Український журнал з проблем медицини праці. – 2006. – № 2. – С. 51–62.
7. Макаренко Н. В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов [Текст] / Макаренко Н. В. – К., 1996. – 336 с.
8. Методические подходы к определению уровня профессиональной пригодности работников травмоопасных профессий [Текст] / О. И. Юшкова, В. В. Матюхин, Н. С. Порошенко, Е. Г. Ямпольская // Медицина труда и пром. экол. – 2006. – № 3. – С. 7–11.
9. Клокова Н. В. Диагностика симптомов острого стрессового расстройства в постэкспедиционный период с последующими коррекционными мероприятиями [Текст] / Н. В. Клокова, Л. А. Бардышева // Профессиональное здоровье специалистов экстремального профиля, теория и практика : Материалы V ежегодной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2017. – С. 80–85.

## References

1. Kalmykov Yu. A., Pelevin G. N. Rol' i mesto spetsial'nogo psikhofiziologicheskogo issledovaniya s ispol'zovaniyem komp'yuternogo poligrafa Epos-7 v sisteme i strukture kadrovoy bezopasnosti predpriyatiy s povyshennymi faktorami riska [Role and place of a special psychophysiological study using a computer polygraph Epos-7 in the system and structure of personnel security of enterprises with increased risk factors]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh foruma "Bezopasnost' i svyaz"* «Sovremennyye problemy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti: nastoyashcheye i

- budushcheye»* [Materials III International scientific and practical conference in the framework of the forum "Security and Communications" «Modern problems of life safety: present and future»], Kazan, 2014, S. 215-218.
2. Grebnyak V. P., Makartsev V. I., Zabolotnyy V. I. i dr. *Professional'nyy otbor gornospasateley: (Metod. ukazaniya)* [Professional selection of rescuers: (Method. instructions)], Moscow, 1988, 54 p.
  3. Levkevich L. Psikhofiziologicheskaya ekspertiza – trebovaniye vremeni [Psychophysiological examination - a requirement of the time]. *Okhrana truda* [Labor protection], 2010, No. 6, S. 50-51.
  4. Mukhin V. V., Nechiporenko V. V. Aktual'nost' vnedreniya professional'nogo psikhofiziologicheskogo otbora [The relevance of the introduction of professional psychophysiological selection]. *Aktual'ni pitannya profilaktiki, diagnostiki ta likuvannya profesijnikh zakhvoryuvan': Mat. mizhn. nauk.-prakt. konf.* [Actual nutrition of prophylaxis, diagnosis and diagnosis of professional occupation: Mat. mizhn. science.-practical. conf.], Donetsk, 2007, S. 187-191.
  5. Rumyantsev V. V. K voprosu ob iyerarkhii intellektual'nykh sistem [To the question of the hierarchy of intelligent systems]. *Problemy iskusstvennogo intellekta* [Problems of artificial intelligence], 2018, No. 1, S. 24-31.
  6. Shevtsova V. M. Metodologiya razrabotki kriteriyev professional'nogo otbora po psikhofiziologicheskim pokazatelyam [The methodology of developing criteria for professional selection by psychophysiological indicators]. *Ukrains'kiy zhurnal z problem meditsini pratsi* [Ukrainian Journal of Medicine Problems pratsi], 2006, No. 2, S. 51-62.
  7. Makarenko N. V. *Teoreticheskiye osnovy i metodiki professional'nogo psikhofiziologicheskogo otbora voyennykh spetsialistov* [Theoretical foundations and methods of professional psychophysiological selection of military specialists], K., 1996, 336 s.
  8. Yushkova O. I., Matyukhin V. V., Poroshenko N. S., Yampol'skaya Ye. G. Metodicheskiye podkhody k opredeleniyu urovnya professional'noy prigodnosti rabotnikov travmoopasnykh professiy [Methodological approaches to determining the level of professional suitability of employees of traumatic occupations]. *Meditsina truda i prom. ekol.* [Occupational medicine and prom. eco-friendly], 2006, No. 3, S. 7-11.
  9. Klokova N. V., Bardysheva L. A. Diagnostika simptomov ostrogo stressovogo rastroystva v post-ekspeditsionnyy period s posleduyushchimi korektsionnymi meropriyatiyami [Diagnosis of symptoms of acute stress disorder in the post-expedition period with subsequent corrective measures]. *Materialy V yezhegodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Professional'noye zdorov'ye spetsialistov ekstremal'nogo profilya, teoriya i praktika»* [Materials of the V annual scientific and practical conference "Occupational health of specialists of extreme profile, theory and practice"], Rostov-na-Donu, 2017, S. 80-85.

## RESUME

*N. M. Kravchenko, T. D. Klushanova, V. V. Nechiporenko*  
**Software Complex for Psychophysiological Survey of Workers**

When deciding on the professional suitability of a person, in addition to his state of health, knowledge and skills, the results of a psychophysiological examination should be taken into account. For quick and effective testing of persons applying for positions for admission to which a verification of psychophysiological qualities is required, it is advisable to use information technology.

When developing the software package described in the article, the methodology of psychophysiological testing proposed at the Research Institute of Medical and Environmental Problems of Donbass was used.

The developed test software package was tested and implemented at the Research Institute of Medical and Environmental Problems of Donbass and the coal industry. It is applied for testing and the admission to the works connected with dangerous and harmful factors.

The use of this software should help reduce accidents and industrial injuries, increase the reliability of enterprises.



## РЕЗЮМЕ

*Н. М. Кравченко, Т. Д. Ключанова, В. В. Нечипоренко*

*Программный комплекс*

*для психофизиологического обследования работников*

При решении вопроса о профессиональной пригодности человека кроме состояния его здоровья, знаний и умений должны учитываться результаты психофизиологического обследования. Для быстрого и эффективного тестирования лиц, претендующих на должности, для допуска к которым требуется проверка психофизиологических качеств, целесообразно использование информационных технологий.

В статье описана методика проведения психофизиологического тестирования, применяемая в НИИ МЭП Донбасса.

Методика реализована в программном комплексе психофизиологического тестирования, который позволяет проводить тестирование как в центре тестирования НИИ МЭП, так и непосредственно на предприятиях.

Использование данного программного комплекса должно способствовать снижению аварийности и производственного травматизма, повышению надежности работы предприятий.

Статья поступила в редакцию 10.10.2019.