

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМЫШКИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЧЕБНЫХ И УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЙ<sup>1</sup>

© 2018 М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина

*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия*

Сформулированы основанные условия обеспечения эффективности учебных и учебно-тренировочных занятий. Показана актуальность мониторинга текущего состояния обучающихся в процессе проведения занятий. Рассмотрены достоинства использования компьютерной биомышки (КБМ) для осуществления мониторинга состояния обучающихся непосредственно во время учебных занятий. Анализируются результаты экспериментальных исследований эффективности применения КБМ. Выявлена достаточно высокая корреляция между уровнем артериального давления и индексом напряженности, измеряемым с помощью КБМ.

*Ключевые слова:* компьютерная биомышка, эффективность учебных занятий, мониторинг текущего состояния обучающихся.

Поступила в редакцию: 25.05.2018

Бурный рост объема новых знаний приводит к необходимости повышения эффективности образовательных технологий, включая профессиональную подготовку в рамках учебных и учебно-тренировочных занятий [1, 2]. Эффективность учебных и учебно-тренировочных занятий имеет принципиальное значение для минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность функционирования опасных объектов, к числу которых, в первую очередь, относятся тепловые и атомные станции. Одним из направлений повышения эффективности учебных и учебно-тренировочных мероприятий является создание и поддержание условий, обеспечивающих высокий уровень понимания и усвояемости учебного материала и практических навыков. Наиболее важными из вышеупомянутых условий являются: нормальное питание, полноценный сон и отдых обучающихся; высокий профессионализм учебно-преподавательского состава; комфортные санитарно-климатические условия проведения занятий; актуальность тематики проводимых занятий. Все перечисленные факторы в конечном итоге обуславливают нормальное рабочее состояние обучающихся и их заинтересованность в получении новых знаний, компетенций и навыков.

К сожалению, не все вышеперечисленные условия соблюдаются на практике. Неполноценный сон и отдых, нерегулярное питание, жара и духота в помещении, низкая квалификация преподавателя и недостаточная проработанность учебно-методического материала приводят к быстрой утомляемости обучающихся в процессе проведения занятий и, как следствие, к низкому уровню профессиональной подготовки. С этой точки зрения, создаваемые в последнее время средства мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния человека [3, 4] следует рассматривать в качестве инструмента, позволяющего осуществлять постоянный контроль восприимчивости обучающихся к новым знаниям, а также индикатора нормального рабочего состояния учебной группы. Для реализации непрерывного мониторинга текущего состояния каждого обучающегося на практике используется целая совокупность современных информационных

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) №16-18-00069 «Снижение риска возникновения и уменьшение последствий катастроф техногенного происхождения за счет минимизации влияния человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов».

технологий, которые дают возможность в режиме реального времени осуществить регистрацию основных биопараметров человека [5]. Последующий анализ динамики изменения биопараметров позволяет получить информацию о текущем состоянии человека, а также же сделать прогноз о его наиболее вероятном изменении.

Наиболее просто с технической и методической точек зрения задача непрерывного мониторинга решается в случае квазистатического расположения обучающихся [6]. Такое расположение обучающихся, либо тренируемых людей типично, например, при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий в классе, в тренажерном зале, а также на полномасштабных тренажерах. Квазистатическое расположение человека существенным образом облегчает решение задачи поиска изображения лица человека с целью его последующей обработки в видимом и инфракрасном спектрах [7, 8] для измерения многих из вышеупомянутых биопараметров [3]. Основным недостатком такого подхода является достаточно высокая стоимость оборудования, работающего в инфракрасной области оптического излучения.

Последние достижения в области создания малогабаритных встраиваемых биометрических систем позволяют на новом технологическом уровне подойти в решению задачи осуществления непрерывного мониторинга текущего состояния обучающихся непосредственно в процессе проведения учебных и учебно-тренировочных занятий. Одной из таких биометрических систем является так называемая биомышка.

Целью работы являются экспериментальные исследования эффективности применения КБМ при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий.

КБМ является одним из представителей современных высокотехнологичных средств, позволяющих осуществить мониторинг текущего состояния человека наряду с измерительными кольцами, браслетами, кулонами и разнообразными гаджетами. По сравнению с последними КБМ имеет целый ряд преимуществ, которые обуславливают целесообразность ее применения при проведении учебных и учебно-тренировочных занятий. Наиболее существенными из которых являются:

- многие из учебных и учебно-тренировочных занятий осуществляются с использованием компьютеризированных стендов, использование компьютерной мышки в которых является естественным и не вызывает психологических проблем с обучающимися;

- использование КБМ обычно не требует изменения запланированного временного графика проведения занятий;

- КБМ позволяет организовать мониторинг состояния всей учебной группы на основе использования современных сетевых компьютерных технологий.

В наиболее простом случае, КБМ регистрирует так называемую фотоплетизмограмму (ФПГ) человека, анализ которой дает возможность оценить целую совокупность параметров, характеризующих текущее функциональное и психоэмоциональное состояние обучающихся. На рис. 1 показан вариант наиболее типичного применения КБМ при проведении занятий с использованием компьютерной техники (1 – персональный компьютер; 2 – монитор персонального компьютера, отображающий учебный материал; 3 – обычная компьютерная мышка; 4 – КБМ; 5 – клавиатура).

Одновременное использование двух независимых компьютерных мышек обусловлено следующими факторами:

- для правильной регистрации ФПГ необходимо обеспечить малую подвижность кисти руки, которая контактирует с КБМ;

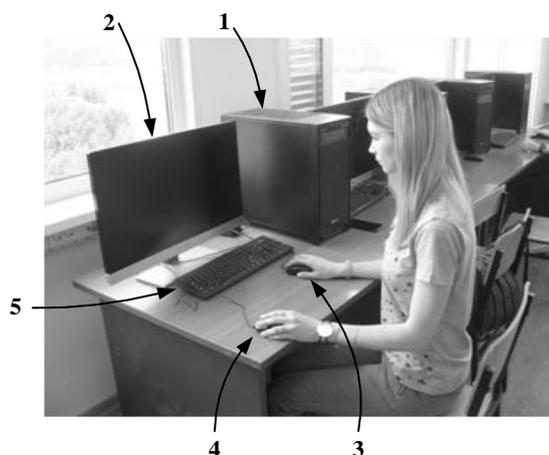
- периодическая регистрация ФПГ не должна прерывать учебных занятий;

- КБМ не всегда сопрягается с действующим образовательным программным обеспечением на информационном уровне.

План экспериментального исследования эффективности КБМ включал в себя следующие процедуры:

- выполнение учебного задания на компьютерном стенде;

– периодическую (в среднем каждые 15–20 минут) регистрацию ФПГ каждого обучающегося с помощью КБМ;



**Рис. 1.** – Использование двух компьютерных мышек [Using two computer mice]

– одновременное с регистрацией ФПГ измерение артериального давления (АД) обучающихся с помощью сертифицированного автоматизированного измерителя манжетного типа.

Необходимо отметить, что параметры, характеризующие работу сердечно-сосудистой системы человека, являются чрезвычайно важными, во многом обуславливающими оценки его текущего функционального и психоэмоционального состояния [9-11].

На рис. 2 показана процедура измерения АД у обучающихся (тренируемых).

АД было выбрано в качестве одного из показателей, характеризующего текущее состояние обучающихся, по следующим причинам:

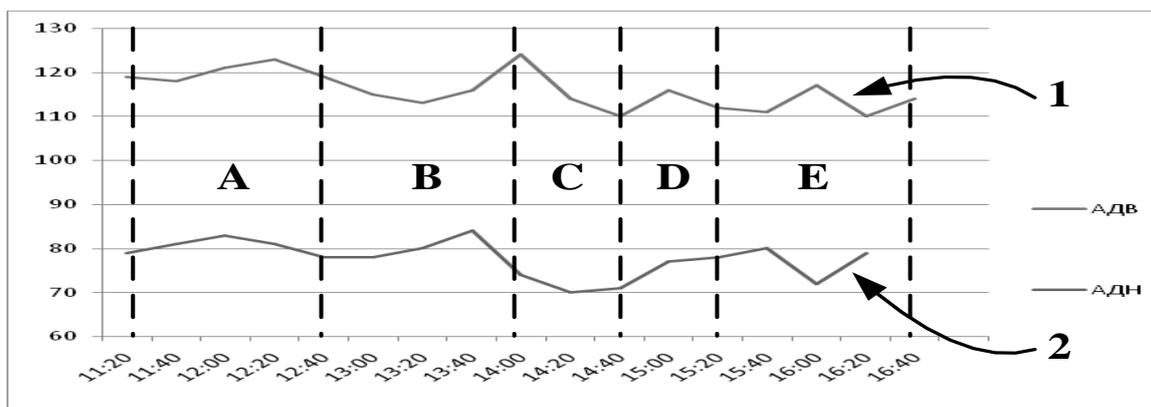
- процедура, а также используемые технические и методические средства измерения АД являются сертифицированными и стандартизованными;
- АД является интегральным показателем, объективно характеризующим текущее состояние человека;
- анализ динамики изменения АД дает возможность отследить достаточно быстрые изменения текущего состояния обучающихся.



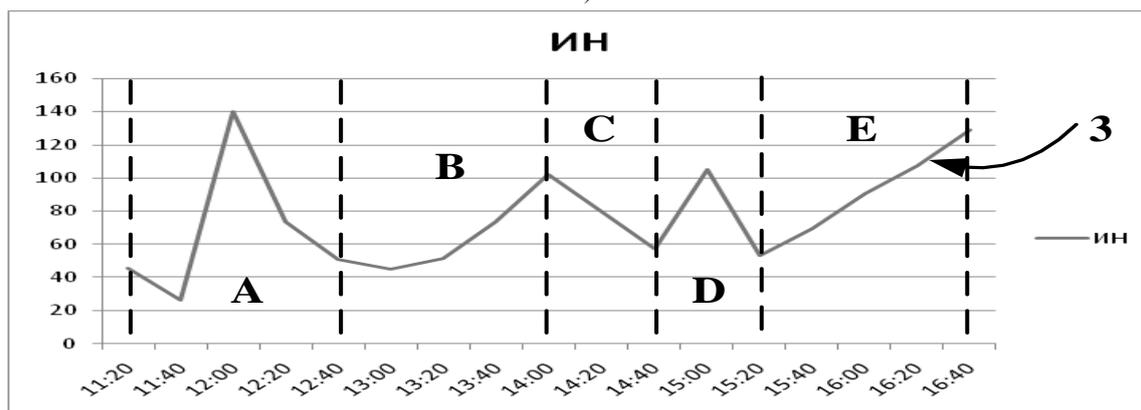
**Рис. 2.** – Процедура измерения АД [Procedure for blood pressure measuring]

На рис. 3а представлены пример мониторинга АД, измеряемого в мм ртутного столба (АДВ (1) и АДН (2) – соответственно верхнее и нижнее давление) для одного из обучающихся. На рис. 3б показана динамика изменения так называемого индекса

напряжения ИН (3), измеряемого с помощью КБМ (в процентах). Анализ экспериментальных данных подтвердил достаточно высокую корреляцию параметров АД и ИН. Так, мониторинг всего учебного процесса позволил выделить его следующие основные фазы: ознакомление с заданием (проявление некоторого испуга) – А; нормальная работа с накоплением усталости – В; обеденный перерыв и отдых – С (во время обеденного перерыва измерений не осуществлялось, точки графика получены путем линейной аппроксимации крайних значений); продолжение выполнения задания и некоторое волнение – D; накопление усталости – Е.



а)



б)

**Рис. 3.** – Мониторинг АД и ИН в процессе учебных занятий

а) мониторинг АД

б) динамика изменения индекса напряжения ИН (3)

[Monitoring AP and SI during the training classes

a) monitoring of blood pressure b) the dynamics of the change in strain index, SI (3)]

Проведенные экспериментальные исследования были проведены для различных видов учебных и учебно-тренировочных занятий, предполагающих и не предполагающих использование компьютерной техники. В последнем случае измерения проводились на специально выделенном компьютеризированном стенде и включали в себя одновременное измерение АД и ИН.

Полученные экспериментальные данные подтвердили высокую надежность и эффективность использования КБМ как средства мониторинга текущего функционального и психоэмоционального состояния обучающихся при выполнении условий ее применения.

Таким образом, данные, получаемые с помощью КБК, дают возможность объективно оценивать текущее состояние каждого обучающегося в отдельности, а также учебной группы в целом. Они являются основой для обоснованного планирования насыщенности учебных и учебно-тренировочных занятий, а также могут быть использованы для объективизации уровня полученных профессиональных знаний, навыков и компетенций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р Об утверждении плана мероприятий ("дорожной карты") "Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки" [Б.м.].
2. Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ от 07.03.2018) "Об образовании в Российской Федерации" [Б.м.].
3. *Алюшин, М.В. и др.* Мониторинг биопараметров человека на основе дистанционных технологий [Текст] / М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина // Вопросы психологии. – 2014. – № 6. – С. 135–144.
4. *Тизенберг, А.Г. и др.* Новые подходы к профессиональной диагностике в целях оптимизации профессионального отбора и профессиональной ориентации [Текст] / А.Г. Тизенберг, Г.М. Тизенберг // Известия ИГЭА. – 2013. – № 4(90). – С. 76–79.
5. Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states. AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, 1797, 020001, 2017. DOI: 10.1063/1.4972421
6. Alyushin M.V., Alyushin A.M., Kolobashkina L.V. Laboratory approbation of the algorithm for isolating people's faces on a thermal infrared image in the case of their quasi-stationary arrangement in a room. Proceedings of the Biologically Inspired Cognitive Architectures (BICA 2017). Moscow, Russia, 1-6 August 2017. DOI: 10.1016/j.procs.2018.01.003
7. Kolobashkina L.V., Filippova A.T. A person's face complex image processing in the visible and infrared ranges for current psycho-emotional and functional state monitoring systems. 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317462
8. Alyushin M.V., Lyubshov A.A. The Viola-Jones algorithm performance enhancement for a person's face recognition task in the long-wave infrared radiation range. 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317459
9. *Бокерия, Л.А. и др.* Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование [Текст] / Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия, И.В. Волковская // Анналы аритмологии. – 2009. – №4. – С. 21–32.
10. *Деваев, Н.П.* Влияние экзаменационного стресса на регуляцию сердечного ритма и биоэлектрическую активность головного мозга у студенток [Текст] / Н.П. Деваев // Физиология. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2 (2). – С. 622–626.
11. *Сафонова, В.Р. и др.* Параметры вариабельности сердечного ритма студенток северного медицинского вуза при экзаменационном стрессе [Текст] / В.Р. Сафонова, Е.Ю. Шаламова // Экология человека. – 2013. – №8. – С. 11–16.

## REFERENCES

- [1] Rasporjazhenie Pravitel'stva RF ot 30 dekabrja 2012 g. №2620-r Ob utverzhdenii plana meroprijatij ("dorozhnoj karty") "Izmeneniya v otrasljah social'noj sfery, napravlennye na povyshenie jeffektivnosti obrazovaniya i nauki" [Decree of the Government of the Russian Federation, December 30, 2012 No. 2620-r The Action Plan Approval ("Road Map") "Changes in Social Sectors to Improve the Efficiency of Education and Science"]. (in Russian)
- [2] Federalnyj zakon ot 29.12.2012 N 273-FZ ot 07.03.2018) "Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii" [Federal Law, December 29, 2012 № 273-ФЗ of 07.03.2018) "Education in the Russian Federation"]. (in Russian)
- [3] Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Monitoring bioparametrov cheloveka na osnove distancionnyh tehnologij [Monitoring of Human Bioparameters Based on Remote Technologies]. Voprosy psihologii [Psychology Issues], 2014, №6, pp. 135–144. (in Russian)
- [4] Tizenberg A.G., Tizenberg G.M. Novye podhody k professional'noj diagnostike v celjah optimizacii professional'nogo otbora i professional'noj orientacii [New Approaches to Professional Diagnosis in order to Optimize Professional Selection and Professional Orientation]. Izvestija IGEA [IGEEA News], 2013, №4(90), pp. 76–79. (in Russian)
- [5] Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states. AIP Conference Proceedings, American Institute of Physics, 1797, 020001, 2017. DOI: 10.1063/1.4972421 (in English)
- [6] Alyushin M.V., Alyushin A.M., Kolobashkina L.V. Laboratory approbation of the algorithm for isolating people's faces on a thermal infrared image in the case of their quasi-stationary arrangement in a room. Proceedings of the Biologically Inspired Cognitive Architectures (BICA 2017). Moscow, Russia, 1-6 August 2017. DOI: 10.1016/j.procs.2018.01.003 (in English)
- [7] Kolobashkina L.V., Filippova A.T. A person's face complex image processing in the visible and infrared ranges for current psycho-emotional and functional state monitoring systems. 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317462 (in English)

- [8] Alyushin M.V., Lyubshov A.A. The Viola-Jones algorithm performance enhancement for a person's face recognition task in the long-wave infrared radiation range. 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). IEEE Xplore Digital Library. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317459 (in English)
- [9] Bokerija L.A. Bokerija O.L., Volkovskaja I.V. Variabelnost serdechnogo ritma: metody izmerenija, interpretacija, klinicheskoe ispolzovanie [Heart Rate Variability: Measurement Methods, Interpretation, Clinical Use]. Annaly aritmologii [Annals of Arrhythmology], 2009, №4, pp. 21–32. (in Russian)
- [10] Devaev N.P. Vlijanie jekzamenacionnogo stressa na reguljaciju serdechnogo ritma i bioelektricheskuju aktivnost golovnog mozga u studentok [The Influence of Exam Stress on the Regulation of Heart Rhythm and Bioelectrical Activity of the Brain in Female Students]. Fiziologija. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo [Physiology. Bulletin of Lobachevsky Nizhny Novgorod University.], 2010, №2(2), pp. 622–626. (in Russian)
- [11] Safonova V.R., Shalamova E.Yu. Parametry variabelnosti serdechnogo ritma studentok severnogo medicinskogo vuza pri ekzamenacionnom stresse [Parameters of Heart Rate Variability of Students of the Northern Medical University in Examination Stress]. Ekologija cheloveka [Human Ecology], 2013, №8, pp. 11–16. (in Russian)

## **Experimental Studies of Bio Mouse Usage Efficiency during Educational and Training Classes**

**M.V. Alyushin<sup>\*</sup>, L.V. Kolobashkina<sup>\*\*</sup>**

*National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Kashirskoye Shosse, 31, Moscow, Russia 115409*

*e-mail: MVAlyushin@mephi.ru*

*ORCID: 0000-0001-7806-3739*

*WoS Researcher ID: R-7928-2016*

*\*\*e-mail: LVKolobashkina@mephi.ru*

**Abstract** – Main conditions of ensuring the effectiveness of educational and training classes are formulated. The relevance of monitoring the current state of students in the process of setting classes is shown. The advantages of using a computer bio mouse (CBM) for monitoring the status of students directly during training classes are considered. The results of experimental studies on the effectiveness of CBM are analyzed. A fairly high correlation is found between the level of arterial pressure and the tension index measured by CBM.

*Keywords:* computer bio mouse, training classes efficiency, student current state monitoring