

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 37.022

DOI: 10.17853/1994-5639-2019-2-176-197

МОНИТОРИНГ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

М. В. Алюшин¹, Л. В. Колобашкина²

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

E-mail: ¹MVAlyushin@mephi.ru, ²LVKolobashkina@mephi.ru

Аннотация. Введение. Увеличивающийся с каждым годом объем знаний, навыков и компетенций, которыми должен овладеть обучающийся, неизбежно порождает необходимость большей интенсивности аудиторных и самостоятельных занятий при требовании сохранения и приумножения качества подготовки. К наиболее важным факторам повышения эффективности образовательного процесса (ЭОП) относятся обеспечение его благоприятного психологического фона и поддержание активного рабочего состояния обучающегося. Особую значимость эти условия приобретают при организации обучения лиц с физическими недостатками, иностранных учащихся, а также субъектов, получающих образование по индивидуальным траекториям.

Цель представленного в публикации исследования – анализ возможностей и перспектив усиления ЭОП за счет осуществления непрерывного мониторинга и контроля текущего функционального и психоэмоционального состояния (ФПС) обучающихся непосредственно в ходе учебного процесса.

Методология и методы. В работе были реализованы системный подход к накоплению и систематизации индивидуальных биометрических данных, позволяющих достоверно оценивать и прогнозировать изменения ФПС обучающихся; принципы биологической обратной связи (БОС) и пассивных дистанционных неконтактных измерений биопараметров индивида, исключающих оказание на него каких-либо воздействий. Цифровая обработка сигналов в оптическом и акустическом спектрах естественного излучения человека производилась с помощью информационных технологий.

Результаты и научная новизна. Описан и обоснован комплексный подход к планированию, организации и проведению учебных занятий, а также контрольных мероприятий, исходя из индивидуальных особенностей и потребностей каждого учащегося, выявляемых посредством современного цифрового оборудования.

Для определения уровня психофизиологической адаптации обучающихся к учебному процессу в целом, а также их реакции на сложность осваиваемого материала и контрольных заданий выделены системные параметры, характеризующие вариабельность сердечного ритма (ВСР). К таким параметрам относятся индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), а также индекс напряжения регуляторных систем (ИН) – самый информативный среди индикаторов. Продемонстрирована возможность использования результатов анализа динамики изменения ИН для оценки текущего ФПС обучающихся. Экспериментально подтверждена целесообразность применения встраиваемых систем мониторинга – биомыши и биометрического кресла, которые являются универсальными средствами постоянного мониторинга ФПС обучающихся как в образовательном учреждении, так и в домашних условиях (или общежитии).

Практическая значимость. Разработанный методический и технический инструментарий, способствующий повышению ЭОП, представляет интерес для широкого круга работников образования, включая все его уровни: начальное, основное и среднее общее образование, среднее профессиональное и высшее образование, а также систему профессиональной подготовки и переподготовки специалистов.

Ключевые слова: эффективность образовательного процесса, функциональное и психоэмоциональное состояние, мониторинг и контроль, цифровые технологии.

Благодарности. Исследование выполнено в соответствии с конкурсной частью государственного задания НИЯУ МИФИ на 2017–2019 гг. в рамках проекта № 25.2911.2017/4.6

Авторы выражают признательность рецензентам за глубокий анализ материалов статьи, позволивший существенным образом улучшить ее качество, а также благодарят всех студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников, принимавших активное участие в проведении эксперимента.

Для цитирования: Алюшин М. В., Колобашкина А. В. Мониторинг текущего состояния обучающихся как средство повышения эффективности образовательного процесса // Образование и наука. 2019. Т. 21. № 2. С. 176–197. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-2-176-197

MONITORING OF THE CURRENT STATUS OF STUDENTS AS A MEANS OF INCREASING THE EFFECTIVENESS OF EDUCATIONAL PROCESS

M. V. Alyushin¹, L. V. Kolobashkina²

National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute),
Moscow, Russia.

E-mail: ¹MVAlyushin@mephi.ru, ²LVKolobashkina@mephi.ru

Abstract. *Introduction.* The increasing amount of knowledge, skills and competencies to be mastered inevitably lead to the need for more intensive classroom and independent studies. Providing favourable psychological background and ensuring active working condition of a student are the most important factors for increasing the effectiveness of the educational process (EEP). This fact has special relevance in the organisation of the educational process for students with physical disabilities, foreign students, as well as students, who receive education under individual educational trajectories.

The *aim* of the present research was to analyse the possibilities and prospects for increasing the EEP through continuous monitoring and control of the current functional and psycho-emotional state (FPES) of students directly in the process of conducting training sessions.

Methodology and research methods. The research was based on: a systematic approach to the accumulation, systematization and analysis of individual biometric information that allows a reliable assessment and forecast of changes in the current FPES of students; implementation of the principle of biofeedback (BF) and passive remote non-contact measurements of current human biological parameters that exclude any impact on it. Information technologies were used for digital signal processing in the optical and acoustic spectra of natural human radiation.

Results and scientific novelty. The work substantiates an integrated approach to planning, organising and conducting training sessions, as well as control measures, which allow increasing the EEP by taking into account the individual characteristics and capabilities of students using modern digital information technologies to monitor their current FPES.

It is shown that the system parameters characterising heart rate variability (HRV) can be used to assess the level of psycho-physiological adaptation of students to the learning process in general, as well as their responses to the complexity of training and control activities. Systemic parameters include the vegetative equilibrium index (VBI), the vegetative index of rhythm (VPR), the indicator of the adequacy of regulatory processes (PAID) and the stress index of regulatory systems (IN). The parameter IN is highlighted as the most informative. The possibility of using the results of the analysis of the change dynamics in the parameter IN for

the evaluation of the current FPES of trainees is demonstrated. The possibility and expediency of using embedded monitoring systems has been experimentally confirmed. The bio-mouse and biometric chair are identified as universal means of monitoring the current FPES of students both in the educational institution and at home (in a hostel environment).

Practical significance. The developed methodical and technical means are of interest to a wide range of educational workers, including such levels as primary, basic and secondary general education, secondary professional and higher education, as well as special professional training and retraining.

Keywords: efficiency of the educational process, functional and psycho-emotional state, monitoring and control, digital technologies.

Acknowledgements. The research was carried out within the framework of the project № 25.2911.2017/4.6 in accordance with the competitive part of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute) state task for 2017–2019.

The authors are grateful to the reviewers for the in-depth analysis of the article materials, which significantly improved its quality. The authors also would like to thank all students, post-graduate students, teachers and research workers, who took an active part in conducting experimental studies.

For citation: Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Monitoring of the current status of students as a means of increasing the effectiveness of educational process. *The Education and Science Journal*. 2019; 2 (21): 176–197. DOI: 10.17853/1994-5639-2019-2-176-197

Введение

Повышение эффективности образовательного процесса (ЭОП) является сегодня одной из наиболее актуальных государственных задач¹. В соответствии со статьей 41 Федерального закона об образовании данная задача неразрывно связана с проблемой охраны и сохранения здоровья обучающихся².

ЭОП может быть определена как уровень и качество знаний, умений и навыков, приобретенных в рамках реализуемой учебной программы. Структура ЭОП имеет многоплановый комплексный характер и включает объективные и субъективные факторы.

¹ Об утверждении плана мероприятий («дорожной карты») «Изменения в отраслях социальной сферы, направленные на повышение эффективности образования и науки. Распоряжение Правительства РФ № 2620-р от 30.12.2012.

² Об образовании в Российской Федерации. Федеральный закон № 273-ФЗ от 29.12.2012.

К первой группе относятся санитарно-климатические условия проведения учебных занятий; организация режима питания, сна и отдыха, проработанность учебно-методических материалов, профессиональные навыки преподавателя, морально-психологический климат в семье (общезитии), а также в коллективе обучающихся.

Вторую группу составляют уровни физического и психического здоровья, интеллектуального развития, психической устойчивости, степень владения языком, на котором осуществляется преподавание, мотивированность получения крепких знаний, способность адаптации к условиям обучения, тип характера.

Постоянный контроль и учет перечисленных факторов, включая минимизацию их возможного негативного влияния, несомненно, позволит повысить ЭОП на всех уровнях обучения. К сожалению, реализация на практике такого способа в большинстве случаев достаточно затруднительна, а порой просто невозможна. В этом случае может быть применен подход, согласно которому осуществляется не прямой контроль и учет самих факторов, а учет их влияния (прямого либо косвенного) на образовательный процесс и состояние здоровья. Например, обнаружение факта неблагоприятной ситуации в семье (общезитии) обучающегося достаточно затруднительно. Однако вполне возможно выявление в ходе занятий изменения состояния и поведения студента, обусловленного этой причиной. Аналогичным образом обстоит дело с большинством факторов обеих групп, например такими, как психологический климат в коллективе, уровень профессионализма преподавателя, санитарно-гигиеническая обстановка, проработанность учебного материала.

Анализ индивидуальной и обобщенной информации о динамике изменения функционального и психоэмоционального состояния (ФПС) обучающихся во время проведения учебных занятий и контрольных мероприятий дает возможность реализовать принцип биологической обратной связи (БОС). Такая связь позволяет адаптировать темп и стиль изложения учебного материала к уровню подготовки учебной группы; своевременно делать перерыв либо прерываться на отдых в зависимости от текущего состояния слушателей; объективно оценивать уровень преподавательского мастерства; обоснованно планировать сложность учебных и контрольных заданий.

На индивидуальном уровне БОС дает возможность контролировать усталость обучающегося, особенно при длительной работе в домашних условиях на компьютере; более объективно подходить к оценке уровня приобретенных знаний и навыков, а также способности к их практическому

применению; осуществлять психологическое сопровождение индивидуальных образовательных траекторий.

С учетом вышесказанного осуществление постоянного мониторинга текущего ФПС каждого обучающегося непосредственно в процессе проведения учебных занятий, а также при выполнении ими самостоятельной работы может рассматриваться как перспективное направление развития образовательных технологий.

Реализация данного подхода на практике является актуальной научной и важной практической задачей. Достигнутые в последние годы успехи в области микроэлектроники и интеллектуальных сенсоров обеспечивают возможность решения данной задачи на новом технологическом уровне.

Целью исследования являлся анализ возможностей и перспектив повышения ЭОП за счет осуществления непрерывного мониторинга и контроля текущего ФПС обучающихся непосредственно в процессе проведения учебных занятий на основе использования современных цифровых информационных технологий.

Обзор литературы

Разработанные к настоящему времени методические и технические средства контроля объективных и субъективных факторов, рассмотренных ранее, а также средства мониторинга ФПС обучающихся обычно применяются в режиме нереального времени. Традиционно для этой цели используются разнообразные психологические тесты, как правило, проводимые до или после учебных занятий [1–5], либо статистические данные, полученные при проведении тестирования студентов [6].

Тесты-опросники достаточно широко применяются для оценки психологического благополучия студентов университетов¹. Типичным примером в этом плане является так называемая шкала Руффа, ориентированная на выявление таких важных черт, как самовосприятие, способность к общению, самостоятельность в мышлении и действиях, стремление к постоянному росту и достижению поставленных целей в жизни.

¹ Diener E. Assessing subjective well-being: Progress and opportunities // Social Indicators Research. 1994. Vol. 31. Iss. 2. P. 103–157. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF01207052>; Diener E., Larsen R. J. The subjective experience of emotional well-being // M. Lewis & J. M. Haviland (Eds). Handbook of emotions. New York: Guilford Press. 1993. P. 405–415; Warr P. The measurement of well-being and other aspects of mental health // Journal of Occupational Psychology. 1990. Vol. 63. Iss. 3. P. 193–210. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.1990.tb00521.x>; Ryff C. D., Keyes C. L. M. The structure of psychological well-being revisited // Journal of Personality and Social Psychology. 1995. Vol. 69. № 4. P. 719–727.

Для изучения локуса контроля у студентов используется тест субъективной локализации контроля¹, который является русскоязычной адаптацией методики исследования локуса контроля, разработанной Джулианом Роттером в 1966 г. Предоставляемая данной методикой возможность выделить два типа локуса контроля – экстернальный и интернальный – имеет большое значение для организации психологического сопровождения учебного процесса.

Для анализа эмоционального интеллекта студентов на практике используется психодиагностический тест Д. В. Люсина [7]. Данный тест, как и многие другие, допускает автоматизацию, в том числе в виде сетевых интернет-приложений, что дает возможность осуществлять тестирование студентов вне учебного графика.

Тесты-опросники достаточно широко используются на практике для реализации БОС в учебном процессе [6, 8–11]. Так, с целью обнаружения и анализа негативных социальных явлений в школе был разработан специальный опросник «Школьники о безопасности в школе» [8]. Анализ результатов тестирования более чем 700 учащихся позволил выделить наиболее важные факторы социального риска, оценить уровень информированности о них, а также мнение респондентов о степени их допустимости в определенном учебном заведении. Данная информация в контексте реализации БОС является основой для улучшения уровня социально-психологической безопасности.

Одновременно был осуществлен опрос более чем 300 работников школ с целью выявления их личных и профессиональных качеств, которые выступали показателями обеспечения социально-психологической безопасности учащихся. Выделенная совокупность качеств представляет собой информационную составляющую БОС, которая может быть использована при решении кадровых вопросов в образовательном учреждении.

Применение на практике специализированных программно-аппаратных комплексов (ПАК) для мониторинга текущего ФПС обучающихся достаточно ограничено. Так, например, для изучения условий создания положительного эмоционального фона при проведении учебных занятий в качестве инструмента для оценки ФПС использовался ПАК для измерения параметров сердечно-сосудистой деятельности [10]. Соответствующая методика тестирования с БОС включала специальный опросник для фор-

¹ Rogov E. I. *Nastol'naya kniga prakticheskogo psikhologa* = Handbook of practical psychologist: Proc. allowance: In 2 books. 2nd ed. Moscow: Humanité. ed. center VLADOS, 1999.

мирования состава тестируемых учебных групп по близким психологическим параметрам. Обследование респондентов осуществлялось с помощью одного ПАК после завершения учебных мероприятий.

К сожалению, оценка состояния обучающихся посредством тестов-опросников либо специализированных ПАК с ограниченной пропускной способностью, как правило, приводит к снижению достоверности получаемых результатов. Основной причиной этого являются существенные временные задержки.

Одной из форм мониторинга ФПС обучающихся является психологическое сопровождение индивидуальных образовательных траекторий [12], которое осуществляется психологом либо преподавателем (тьютором). В работе [13] предложена структурно-функциональная модель такого психологического сопровождения. Достоинством ее применения является, в первую очередь, возможность обеспечения эффективного профессионального развития школьников и студентов с учетом их индивидуальных психологических особенностей. Однако данный подход имеет достаточно ограниченную сферу применения.

Широкое внедрение в учебный процесс вычислительной техники [14], а также свободный доступ в сеть Интернет обуславливают актуальность создания и применения средств мониторинга ФПС непосредственно в ходе проведения различных форм учебных занятий. Это позволит контролировать психическую и физическую нагрузку обучающихся, а также минимизировать их психологическую уязвимость [15].

Проведенный анализ используемых в настоящее время на практике средств мониторинга ФПС человека, применимых для решения задач повышения ЭОП, позволил выделить разработки, предназначенные для управления человеческим фактором на опасных объектах и производствах [16–20]. В них представлены пассивные технологии дистанционных неконтактных измерений так называемых динамических биопараметров человека [16, 17], которые дают возможность с высокой достоверностью оценить текущее ФПС оператора управления опасным объектом. К наиболее перспективным с точки зрения использования в образовательной сфере относятся цифровые технологии регистрации биопараметров в акустическом [18], оптическом видимом [19] и инфракрасном диапазонах [20].

Определенный интерес представляют встраиваемые системы мониторинга, прежде всего так называемые компьютерные биомыши, которые дают возможность регистрировать в реальном масштабе времени параметры, характеризующие работу сердечно-сосудистой системы человека

[21]. Биомыши являются многофункциональными приборами, сочетающими в себе функции обычных компьютерных мышей, а также функции измерительных медицинских приборов.

Материалы и методы

При проведении исследований для оценки текущего ФПС использовались результаты анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР). Известно, что частота сердечных сокращений (ЧСС) регулируется с помощью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. ЧСС существенным образом реагирует на стрессорные воздействия, в том числе обусловленные учебным процессом. Анализ ВСР дает возможность оценить текущее состояние регуляторных систем организма. Уровень их напряжения представляет собой ответную реакцию организма на воздействующие на него факторы с учетом его функциональных резервов. По этой причине для оценки ФПС использовались параметры, характеризующие степень адаптации сердечно-сосудистой системы обучающихся к факторам, воздействующим на них во время учебного процесса: индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), а также индекс напряжения регуляторных систем (ИН) [22–25].

Для регистрации ВСР при проведении исследования использовались только пассивные технологии измерения ЧСС, исключающие оказание на обучающегося каких-либо воздействий:

- оптическая технология глубокого инфракрасного диапазона [26, 27], реализованная в пилотном биометрическом образце ПАК «Класс»;
- оптическая технология ближнего инфракрасного диапазона, использующаяся в образцах компьютерной биомыши;
- оптические и акустические технологии [16, 17], применяемые в пилотном биометрическом образце ПАК «Кресло».

На рис. 1 показан вид получаемого и обрабатываемого в ПАК «Класс» инфракрасного (теплого) изображения [26]. Отчетливо видны более горячие области лица (1), которые используются для регистрации параметров работы сердечно-сосудистой системы в реальном масштабе времени [16].

На рис. 2а и 2б представлены два исследовавшихся варианта использования биомыши. Первый предполагал применение обычной мыши (1) для работы с компьютером, а также биомыши (2) для регистрации биопараметров (рис. 2а), второй – использование биомыши (2), совмещающей выполнение функций по управлению компьютером и по измерению ЧСС (рис. 2б). Измерения осуществлялись в моменты низкой двигательной ак-

тивности руки студента. Для организации мониторинга данной активности (перемещения мыши) было разработано специальное программное обеспечение, работающее в фоновом режиме.

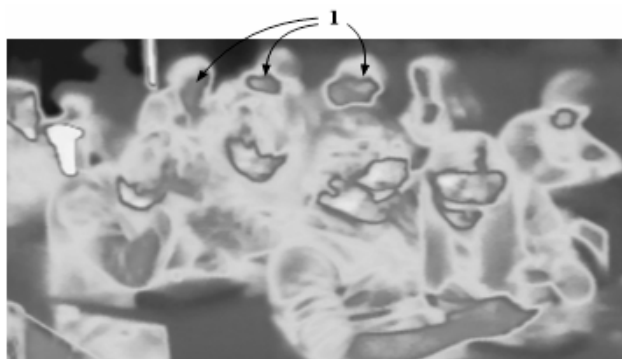


Рис. 1. Регистрируемое инфракрасное изображение группы студентов
Fig. 1. Registered infrared image of a student group



Рис. 2. Регистрация биопараметров обучающихся
Fig. 2. Registration of students' bioparameters

На рис. 2в показано использование биометрического кресла (3). Передача информации в этом случае осуществляется по беспроводному интерфейсу.

Для верификации ВСП, полученной посредством неконтактных технологий (биомыши, биометрического кресла), периодически (с интервалом 10–20 минут) осуществлялись контрольные измерения ВСП с помощью сертифицированной измерительной техники с контактными датчиками.

Исследования проводились в лаборатории «Нейроподобные системы» кафедры «Электронные измерительные системы» Национального ис-

следовательского ядерного университета «МИФИ» в течение 2016–2018 гг., в них приняли участие 173 человека.

Результаты исследования и обсуждение

Результаты исследований показали, что точность регистрации ВСР посредством инфракрасной системы «Класс», биомыши в биометрическом и совмещенном режимах, а также биометрического кресла составляет 25–35%, 17–24%, 19–27% и 15–27% соответственно. В качестве опорных использовались показатели ВСР, полученные при регистрации сигналов ЭКГ с применением контактных датчиков. Было установлено, что основным фактором, ограничивающим достоверность регистрации ВСР, является двигательная активность обучающихся. Наибольшая адекватность полученных данных достигается при одновременном использовании биомыши и биометрического кресла. При этом биометрический режим работы биомыши обеспечивает точность 13–17%, совмещенный – 16–19%.

Отметим, что для повышения ЭОП важна не абсолютная точность показателей регистрации ВСР (необходимая в медицине для выявления отклонений в состоянии здоровья обследуемого), а возможность воспроизведения динамики изменения ВСР в процессе проведения учебных занятий.

Анализ соответствующих динамических изменений обнаружил, что наиболее информативны такие системные показатели, как ИВР, ВПР, ПАПР и ИН [22, 28–30]. Диапазон их изменения в ходе учебного процесса составляет 100–200% (наиболее значительно варьируются показатели ИН), тогда как ЧСС либо артериальное давление обычно меняются лишь в пределах 30–50%.

На рис. 3 показан пример изменения параметра ИН, измеряемого в процентах, в период 4-часовых учебных занятий. Для регистрации ВСР применялась биомышь в биометрическом режиме. Во время обеденного перерыва (14:00 – 14:40) была использована линейная аппроксимация значений ИН.

Таким образом, проведенные исследования подтвердили возможность оценки текущего состояния студентов непосредственно в ходе учебных занятий с помощью параметров ИВР, ВПР, ПАПР и ИН. Анализ динамики изменения параметра ИН позволяет отследить состояние обучающегося и выделить наиболее характерные этапы его работы: А – ознакомление с учебным заданием (проявление некоторого испуга); В – нормальная работа, сопровождающаяся накоплением усталости; С – обеденный перерыв и отдых; D – продолжение выполнения задания и некоторое волнение; Е – накопление усталости.

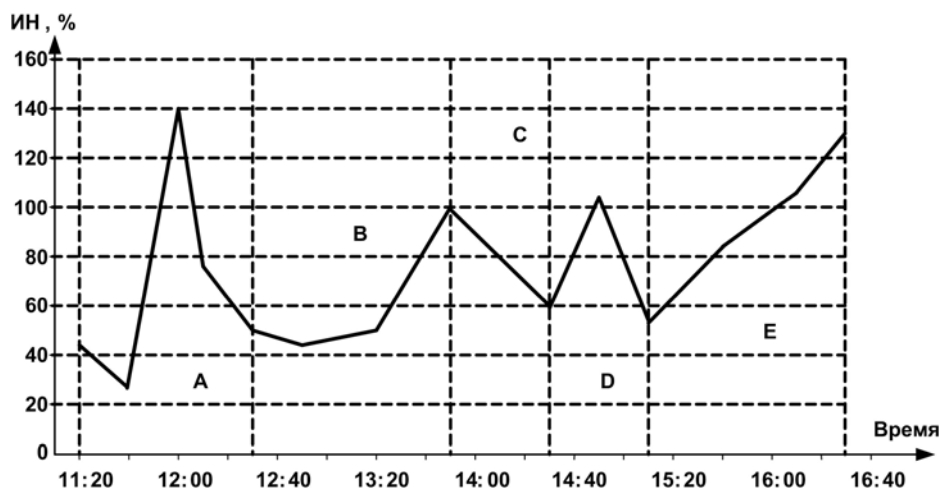


Рис. 3. Динамика изменения параметра ИН в процессе учебных занятий
Fig. 3. Dynamics of the IN parameter change during the training sessions

На рис. 4 показана динамика изменения параметра ИН у трех испытуемых (SL1 – SL3), участвовавших во вступительном занятии «Введение в специальность». Данное занятие проводилось в виде презентации и характеризовалось невысокой нагрузкой. Начальное состояние студентов принципиально различалось (интервал времени А). Максимальное значение параметра ИН было зафиксировано у студента SL1, минимальное – у студента SL3.

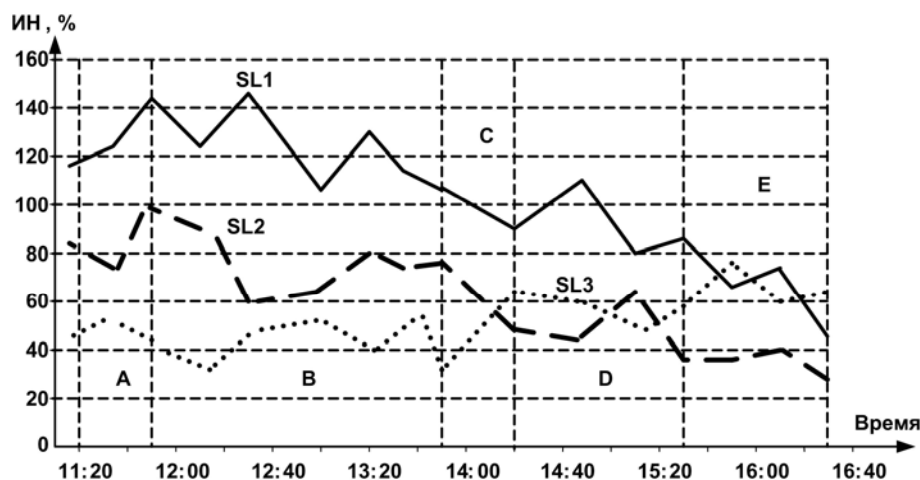


Рис. 4. Динамика изменения параметра ИН у различных обучающихся
Fig. 4. Dynamics of the IN parameter change in different students

После проведения эксперимента выяснилось, что утром студент SL1 выполнял продолжительное интенсивное занятие в тренажерном зале, студент SL2 занимался в читальном зале, а студент SL3 приехал из дома.

Мониторинг динамики изменения состояния обучающихся в процессе занятий (интервалы времени В – Е) показал, что студент SL1 отдохнул после высокой физической нагрузки, студент SL2 остался в нормальном рабочем состоянии и немного расслабился, а студент SL3, напротив, из весьма расслабленного состояния перешел в рабочее.

На рис. 5 показана типичная динамика изменения состояния студентов в процессе проведения тестирования.

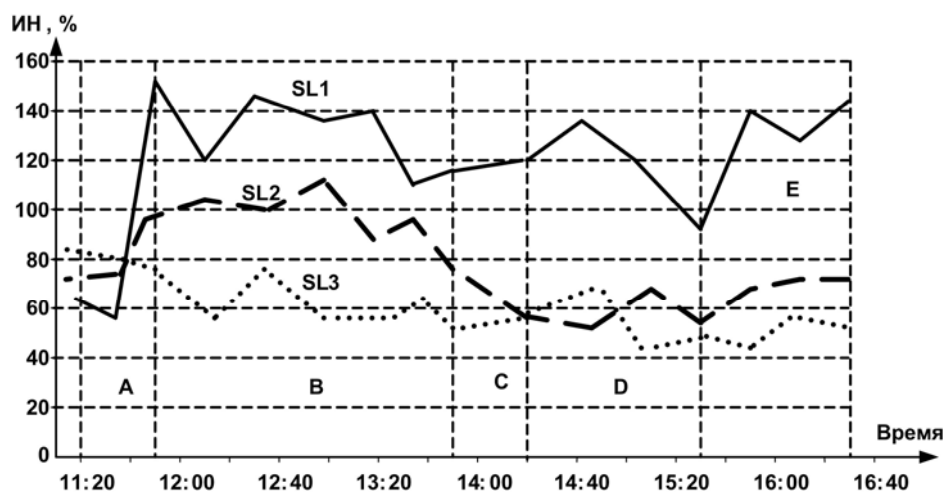


Рис. 5. Динамика изменения параметра ИН в процессе тестирования обучающихся

Fig. 5. Dynamics of changing the IN parameter during students' testing

Начальное состояние всех трех студентов (SC1 – SC3) было практически одинаковым. После ознакомления с тестовым заданием оно изменилось принципиальным образом (интервал времени А): у студента SC1 возник испуг; студент SC2 испытал некоторое начальное волнение, характерное для большинства обучающихся; студент SC3 отнесся к заданию совершенно спокойно. Временные интервалы В – Е позволяют точно классифицировать испытуемых по уровню подготовки. Так, состояние первого студента осталось достаточно напряженным, состояние второго нормализовалось, а состояние третьего перешло в немного расслабленное. Это свидетельствует о том, что студент SC1, судя по всему, характеризуется низким уровнем подготовки, отсутствием необходимых знаний, не-

уверенностью в своих силах; студент SC2 обладает хорошей подготовкой, но не всегда уверен в своих силах; студент SC3 обладает как необходимыми теоретическими знаниями, так и умением применять их на практике.

Лабораторные исследования показали, что рассматриваемая технология дает возможность проследить влияние факторов, характеризующих санитарно-климатическую обстановку в классе. Акустические шумы, некомфортная температура воздуха приводят к росту величины параметра ИН, что свидетельствует о проявлении утомляемости и усталости обучающихся.

Интересные данные получены при сравнении обобщенных результатов мониторинга ФПС обучающихся одной и той же учебной группы на занятиях, проводимых различными преподавателями. Так, усредненное значение параметра ИН на занятиях первого преподавателя оставалось достаточно высоким и практически постоянным. Это свидетельствует, прежде всего, об устойчивом внимании обучающихся и их интересе к изучаемому предмету. Динамика изменения аналогичного показателя на занятиях второго преподавателя характеризовалась значительным спадом. Это объясняется невниманием со стороны студентов, непониманием ими излагаемого материала, а также отсутствием контакта с преподавателем. Показательно, что по первой дисциплине итоговые оценки успеваемости были в среднем на 25% выше, чем по второй.

Таким образом, получаемая объективная информация о динамике изменения ФПС обучающихся дает возможность реализовать БОС, которая позволяет своевременно принять необходимые меры организационного, учебно-методического и профилактического характера.

Анализ индивидуальной информации позволяет, например, проконтролировать режим питания, сна и отдыха, выявить проблемы в семье (общезитии), а также в коллективе обучающихся. Беседы со студентами, у которых наблюдалось существенное отличие динамики изменения параметра ИН от нормы, позволили установить основные причины таких ситуаций:

- плохое самочувствие (имеются травмы после интенсивных спортивных занятий, не завершен курс лечения) (15%);
- нарушение режима питания, сна и отдыха (подрабатывал, не спал предыдущие сутки) (35%);
- неблагоприятная обстановка (имеются задолженности по другим предметам, болеют родственники (40%);
- другие обстоятельства (10%).

Анализ обобщенной информации о текущем состоянии всей группы дает возможность адаптировать стиль, объем и темп изложения материала непосредственно в процессе проведения занятий. С этой целью необходимо осуществить визуализацию получаемой информации в удобной для преподавателя форме [16].

Большое значение имеет то обстоятельство, что рассматриваемые средства мониторинга не оказывают влияния на учебный процесс. В таблице приведены результаты анкетирования обучающихся, проведенного с целью оценки ими удобства применения таких средств и возможности их использования на практике. Оценка осуществлялась в процентах (0% – применение средств мониторинга невозможно либо неудобно, 100% – применение средств возможно, не вызывает неудобств и не отвлекает в процессе занятий).

Оценивание потенциала применения средств мониторинга
The potential of monitoring tools to be applied

№	Вид учебных занятий	Оценка студентами возможности использования/удобства применения средств мониторинга, %			
		C1	C2	C3	C4
1.	Учебные занятия в классе с использованием компьютерной техники	100/85	100/50	100/85	100/95
2.	Учебные занятия в классе без использования компьютерной техники	100/75	0/0	0/0	100/95
3.	Учебные занятия дома с использованием компьютерной техники	0/0	100/50	100/90	100/97
4.	Учебные занятия дома без использования компьютерной техники	0/0	0/0	0/0	100/97

Примечание. C1 – инфракрасная системы «Класс», C2 и C3 – биомышь в биометрическом и совмещенном режимах работы соответственно, C4 – биометрическое кресло.

Ограниченная применимость средств C1 обусловлена их достаточно высокой сложностью и стоимостью. Использование биомыши (C2) в совмещенном режиме имеет ярко выраженные преимущества по сравнению с чисто биометрическим режимом (C3). Наиболее удобным средством является биометрическое кресло (C4), которое можно задействовать во всех видах учебных занятий. С учетом ранее сделанных выводов о достигаемой точности измерений представляется перспективным совместное применение средств C3 и C4 для учебных занятий с использованием компьютерной техники.

Заключение

Современные информационные технологии дают возможность осуществлять в полностью пассивном режиме непрерывный мониторинг и контроль текущего ФПС обучающихся непосредственно в ходе проведения учебных занятий и контрольных мероприятий.

Анализ динамики изменения ФПС позволяет использовать полученные данные в качестве информационного сигнала БОС и исходя из этого на индивидуальном и групповом уровнях адаптировать учебный процесс к особенностям и состоянию обучающихся, а также минимизировать вероятное негативное влияние на этот процесс внешних факторов.

Наиболее удобными с точки зрения практического применения являются встраиваемые средства мониторинга, поскольку они не создают неудобств и не отвлекают внимания обучающихся во время занятий. К универсальным средствам мониторинга ФПС, которые могут быть использованы как в образовательном учреждении, так и дома во время самостоятельных либо индивидуальных занятий, относятся компьютерная биомышь, работающая в совмещенном режиме, а также биометрическое кресло.

Разработанный методический и технический инструментарий, способствующий повышению ЭОП, представляет интерес для широкого круга работников образования, включая все его уровни: начальное, основное и среднее общее образование, среднее профессиональное и высшее образование, а также систему профессиональной подготовки и переподготовки специалистов.

Список использованных источников

1. Viguer P., Cantero M. J., Bañuls R. Enhancing emotional intelligence at school: Evaluation of the effectiveness of a two-year intervention program in Spanish pre-adolescents // *Personality and Individual Differences*. 2017. № 113. P. 193–200.
2. Radu C. Emotional Intelligence – How do we motivate our students? // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014. № 141. P. 271–274.
3. Wang N., Young T., Wilhite, S. C., Marczyk G. Assessing students' emotional competence in higher education: Development and validation of the widener emotional learning scale // *Journal of Psychoeducational Assessment*. 2011. № 29 (1). P. 47–62.
4. Maguire R., Egan A., Hyland P., Maguire P. Engaging students emotionally: the role of emotional intelligence in predicting cognitive and affective engagement in higher education // *Higher Education Research & Development*. 2017. № 36 (2). P. 343–357.
5. Zysberg L., Orenshtein C., Gimmon E., Robinson R. Emotional intelligence, personality, stress, and burnout among educators // *International Journal of Stress Management*. 2017. № 24 (S1). P. 1–16.

6. Tretyakova N. V., Fedorov V. A., Dorozhkin E. M., Komarova M. K., Sukhanova E. I. Student Readiness Formation for Activities Oriented to Health Saving // *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Vol. 11. Issue 15. P. 8281–8292.
7. Котомина О. В. Исследование взаимосвязи эмоционального интеллекта и академической успеваемости студентов университета // *Образование и наука*. 2017. № 10. С. 91–105. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-10-91-105> (дата обращения: 27.11.2018)
8. Кисляков П. А., Шмелева Е. А., Толстов С. Н. Обеспечение социально-психологической безопасности субъектов образования // *Вопросы психологии*. 2015. № 5. С. 46–55.
9. Zotova O. Yu., Karapetyan L. V. Occupation as a factor of personality subjective wellbeing // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2015. Vol. 8. Issue 2. P. 126–136 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.11621/pir.2015.0211>. (дата обращения: 27.11.2018)
10. Абабкова М. Ю., Леонтьева В. А. Исследование эмоционального состояния студентов на основе метода биологической обратной связи // *Образование и наука*. 2017. № 7. С. 60–76 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-7-60-76>
11. Ревенко Е. М. Изменение критериев оценивания учащихся как условие повышения мотивации к урокам физической культуры // *Образование и наука*. 2016. № 1. С. 118–132 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-118-132>. (дата обращения: 27.11.2018)
12. Зеер Э. Ф., Журлова Е. Ю. Навигационные средства как инструменты сопровождения освоения компетенций в условиях реализации индивидуальной образовательной траектории // *Образование и наука*. 2017. № 3. С. 77–93.
13. Зеер Э. Ф., Попова О. С. Психологическое сопровождение индивидуальных образовательных траекторий обучающихся в профессиональной школе // *Образование и наука*. 2015. № 4. С. 88–99 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2015-4-88-99>. (дата обращения: 27.11.2018)
14. Хеннер Е. К. Высокоразвитая информационно-образовательная среда вуза как условие реформирования образования // *Образование и наука*. 2014. № 1. С. 54–72 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2014-1-54-72> (дата обращения: 27.11.2018)
15. Привалов А. Н., Богатырева Ю. И., Романов В. А. Методологические подходы к организации безопасной информационно-образовательной среды вуза // *Образование и наука*. 2017. № 4. С. 169–183.
16. Алюшин М. В., Колобашкина А. В. Мониторинг биопараметров человека на основе дистанционных технологий // *Вопросы психологии*. 2014. № 6. С. 135–144.
17. Алюшин М. В., Абрамова В. Н., Колобашкина А. В. Психологический тренинг стрессоустойчивости на основе дистанционных неконтактных технологий регистрации биопараметров // *Вопросы психологии*. 2014. № 6. С. 144–152.
18. Алюшин В. М. Диагностика психоэмоционального состояния на основе современных акустических технологий // *Вопросы психологии*. 2015. № 3. С. 145–152.

19. Alyushin M. V. Increase of stress level measurement reliability for dangerous object management operator in case of face vibraimage processing // Proceedings of the XXI International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM – 2018), Russia, St. Petersburg, 23–25 May 2018.
20. 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 // Proceedings of the IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Moscow, Russia, 29.01 – 01.02.2018. P. 1826–1830. DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317462
21. Тизенберг А. Г., Тизенберг Г. М. Новые подходы к профессиональной диагностике в целях оптимизации профессионального отбора и профессиональной ориентации // Известия Байкальского государственного университета. 2013. № 4 (90). С. 76–79.
22. Delaney J. P. A., Brodie D. A. Effects of short-term psychological stress on the time and frequency domains of heart-rate variability // Percept Mot Skills. 2000. № 91. P. 515–524.
23. Hjortskov N., Rissen D., Blangsted A. K., Fallentin N., Lundberg U., Søgaard K. The Effect of Mental Stress on Heart Rate Variability and Blood Pressure During Computer Work // Eur. J. Appl. Physiol. 2004. № 92. P. 84–89. DOI: 10.1007/s00421-004-1055-z
24. Castaldo R., Melillo P., Bracale U., Caserta M., Triassi M. and Pechia L. Acute mental stress assessment via short term HRV analysis in healthy adults: a systematic review with meta-analysis // Biomedical Signal Processing and Control. 2015. № 18. P. 370–377. DOI: 10.1016/j.bspc.2015.02.012
25. Kim H. G., Cheon E. J., Bai D. S., Lee Y. H., Koo B. H. Stress and Heart Rate Variability: A Meta-Analysis and Review of the Literature // Psychiatry investigation. 2018. № 15 (3). P. 235–245. DOI: 10.30773/pi.2017.08.17
26. Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states // AIP Conference Proceedings, 2017. Vol. 1797. P. 020001–1–020001–8 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1063/1.4972421> (дата обращения: 27.11.2018)
27. 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 // BICA 2017 Conference Proceedings, Procedia Computer Science. Elsevier 2018. Vol. 123. P. 12–17 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.003> (дата обращения: 27.11.2018)
28. Бокерия А. А., Бокерия О. А., Волковская И. В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. 2009. № 4. С. 21–32.
29. Мыльникова И. В. Функциональное состояние организма юношей с различной интенсивностью физических нагрузок как отражение качества жизни (по данным вариабельности сердечного ритма) // Бюллетень ВСНЦ СО РАН. 2013. № 3 (91). Ч. 2. С. 104–108.
30. Сафонова В. Р., Шаламова Е. Ю. Параметры вариабельности сердечного ритма студенток северного медицинского вуза при экзаменационном стрессе // Экология человека. 2013. № 8. С. 11–16.

References

1. Viguer P., Cantero M. J., Bañuls R. Enhancing emotional intelligence at school: Evaluation of the effectiveness of a two-year intervention program in Spanish pre-adolescents. *Personality and Individual Differences*. 2017; 113: 193–200.
2. Radu C. Emotional Intelligence – How do we motivate our students? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, WCLTA 2013. Elsevier Ltd; 2014; 141: 271–274.
3. Wang N., Young T., Wilhite, S. C., Marczyk G. Assessing students' emotional competence in higher education: Development and validation of the widener emotional learning scale. *Journal of Psychoeducational Assessment*. 2011; 29 (1): 47–62.
4. Maguire R., Egan A., Hyland P., Maguire P. Engaging students emotionally: The role of emotional intelligence in predicting cognitive and affective engagement in higher education. *Higher Education Research & Development*. 2017; 36 (2): 343–357.
5. Zysberg L., Orenshtein C., Gimmon E., Robinson R. Emotional intelligence, personality, stress, and burnout among educators. *International Journal of Stress Management*. 2017; 24 (S1): 1–16.
6. Tretyakova N. V., Fedorov V. A., Dorozhkin E. M., Komarova M. K. & Sukhanova E. I. Student readiness formation for activities oriented to health saving. *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016; 11 (15): 8281–8292.
7. Kotomina O. V. Investigation on the relationship between emotional intelligence and academic achievement of university students. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 27]; 19(10): 91–105. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-10-91-105> (In Russ.)
8. Kislyakov P. A., Shmeliova E. A., Tolstov S. N. Social psychological safety of subjects of education. *Voprosy Psikhologii = Questions of Psychology*. 2015; 5: 46–55. (In Russ.)
9. Zotova O. Yu., Karapetyan L. V. Occupation as a factor of personality subjective well-being. *Psychology in Russia: State of the Art* [Internet]. 2015 [cited 2018 Nov 27]; 8(2): 126–136. Available from: <https://doi.org/10.11621/pir.2015.0211> (In Russ.)
10. Ababkova M. Y., Leontieva V. L. Biofeedback as a method for students' mental state assessment. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 27]; 19 (7): 60–76. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-7-60-76> (In Russ.)
11. Revenko E. M. Modification of student assessment criteria as a condition of motivation increasing for physical education lessons. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2016 [cited 2018 Nov 27]; (1): 118–132. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2016-1-118-132> (In Russ.)
12. Zeer E. F., Zhurlova E. Y. Navigation aids as tools to support the development of competences in the conditions of realization of individual educational trajectory. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 27]; (3): 77–93. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-3-77-93> (In Russ.)
13. Zeer E. F., Popova O. S. Psychological guiding of students' individual educational trajectories in vocational school. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 27]; (4): 101–110. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-4-101-110> (In Russ.)

on and Science Journal [Internet]. 2015 [cited 2018 Nov 27]; 1 (4): 88–99. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2015-4-88-99> (In Russ.)

14. Khenner Y. K. The highly developed information and education environment as a precondition of educational system reorganisation. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2014 [cited 2018 Nov 27]; 1 (1): 54–72. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2014-1-54-72> (In Russ.)

15. Privalov A. N., Bogatyreva Y. I., Romanov V. A. Methodological approaches to organization of safe information and educational environment of the university. *Obrazovaniye i nauka = The Education and Science Journal* [Internet]. 2017 [cited 2018 Nov 27]; (4): 169–183. Available from: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2017-4-169-183> (In Russ.)

16. Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Monitoring human biometric parameters on the basis of distance technologies. *Voprosy Psikhologii = Questions of Psychology*. 2014; 6: 135–144. (In Russ.)

17. Abramova V. N., Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Psychological training of resistance to stress on the basis of distance no-contact technologies of registering biological parameters. *Voprosy Psikhologii = Questions of Psychology*. 2014; 6: 144–152. (In Russ.)

18. Alyushin V. M. Diagnostics of emotional states on the basis of contemporary acoustic technologies. *Voprosy Psikhologii = Questions of Psychology*. 2015; 3: 145–152. (In Russ.)

19. Alyushin M. V. Increase of stress level measurement reliability for dangerous object management operator in case of face vibraimage processing. In: *Proceedings of the XXI International Conference on Soft Computing and Measurements, SCM – 2018*; 2018 May 23–25; Russia, St. Petersburg.

20. 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. In: *Proceedings of the IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, EIConRus 2018* [Internet]; 2018 Jan 29 – Feb 01 [cited 2018 Nov 27]; Moscow, Russia. p. 1826–1830. Available from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8317462/?part=1>

21. Tisenberg A. G., Tisenberg G. M. New approaches to professional diagnosis for optimizing of professional selection and vocational counseling. *Izvestiya Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*. 2013; 4(90): 76–79. (In Russ.)

22. Delaney J. P. A., Brodie D. A. Effects of short-term psychological stress on the time and frequency domains of heart-rate variability. *Percept Mot Skills*. 2000; 91: 515–524.

23. Hjortskov N., Rissen D., Blangsted A. K., Fallentin N., Lundberg U., Søgaard K. The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. *European Journal of Applied Physiology* [Internet]. 2004 [cited 2018 Nov 27]; 92: 84–89. Available from: <https://scinapse.io/papers/2094265147>

24. Castaldo R., Melillo P., Bracale U., Caserta M., Triassi M. and Pechia L. Acute mental stress assessment via short term HRV analysis in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. *Biomedical Signal Processing and*

Control [Internet]. 2015 [cited 2018 Nov 27]; 18: 370–377. Available from: <http://booksc.org/book/38375791/7ee4b6>

25. Kim H. G., Cheon E. J., Bai D. S., Lee Y. H., Koo B. H. Stress and heart rate variability: a meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investigation* [Internet]. 2018 [cited 2018 Nov 27]; 15 (3): 235–245. Available from: <http://www.psychiatryinvestigation.org/journal/view.php?number=848>

26. Alyushin M. V., Kolobashkina L. V. Education technology with continuous real time monitoring of the current functional and emotional students' states. In: *AIP Conference Proceedings 1797, 020001* [Internet]; 2017. 2017 Jan 05 [cited 2018 Nov 27]. Available from: <https://doi.org/10.1063/1.4972421>

27. 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. In: *BICA 2017 Conference Proceedings, Procedia Computer Science* [Internet]. Elsevier 2018 [cited 2018 Nov 27]. Vol. 123. p. 12–17. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.003>

28. Bokeria L. A., Bokeria O. L., Volkovskaya I. V. Variability of the heart rhythm: measurement methods, interpretation, clinical use. *Annaly aritmologii = Annals of Arrhythmology* [Internet]. 2009 [cited 2018 Nov 27]; 4: 21–32. Available from: http://arrhythmology.pro/files/pdf/AA_2009-4-021-032.pdf (In Russ.)

29. Mylnikova I. V. Functional status untrained and physical activity teenagers as a reflection of the quality of life (based heart rate variability). *Bjulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo centra Sibirskogo otdelenija Rossijskoj Akademii medicinskih nauk = Bulletin of the East Siberian Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2013; 3 (91); Part 2: 104–108. (In Russ.)

30. Safonova V. R., Shalamova E. Yu. Parameters of heart rate variability in female students of northern medical school under exam stress. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology*. 2013; 8: 11–16. (In Russ.)

Информация об авторах:

Алюшин Михаил Васильевич – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, первый заместитель заведующего кафедрой электронных измерительных систем Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; ORCID ID: 0000-0001-7806-3739, Researcher ID: R-7928-2016, Scopus ID: 56565513100, SPIN-код: 2607-0834, член IEEE: 94547962; Москва, Россия. E-mail: MVAlyushin@mephi.ru

Колобашкина Любовь Викторовна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и процессов управления, ведущий научный сотрудник кафедры электронных измерительных систем Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; ORCID ID: 0000-0002-8555-4453, Researcher ID: R-9247-2017, Scopus ID: 56624560400, SPIN-код: 2875-2624, член IEEE: 94548110; Москва, Россия. E-mail: LVKolobashkina@mephi.ru

Вклад соавторов:

М. В. Алюшин – разработка технологии непрерывного мониторинга текущего состояния обучающихся, разработка специализированных программных и аппаратных средств мониторинга, проведение экспериментальных исследований, обработка экспериментальных результатов.

Л. В. Колобашкина – аналитический обзор и анализ существующих технологий мониторинга текущего состояния обучающихся, разработка алгоритмов обработки данных, проведение экспериментальных исследований, обработка экспериментальных результатов.

Статья поступила в редакцию 27.08.2018; принята в печать 19.12.2018.
Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Mikhail V. Alyushin – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, First Deputy Head of the Department of Electronic Measuring Systems, National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0001-7806-3739, Researcher ID: R-7928-2016, Scopus ID: 56565513100, SPIN code: 2607-0834, member of the IEEE: 94547962. E-mail: MVAlyushin@mephi.ru

Lyubov V. Kolobashkina – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Informatics and Control Procedures, Leading Researcher of the Department of Electronic Measuring Systems, National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia. ORCID ID: 0000-0002-8555-4453, Researcher ID: R-9247-2017, Scopus ID: 56624560400, SPIN code: 2875-2624, IEEE member: 94548110. E-mail: LVKolobashkina@mephi.ru

Contribution of the authors:

Alyushin M. V. – development of technology for continuous monitoring of the students current status, development of specialized software and hardware monitoring tools, conducting experimental studies, processing of experimental results.

Kolobashkina L. V. – analytical review and analysis of existing technologies for monitoring the current status of students, development of data processing algorithms, conducting experimental studies, processing of experimental results.

Received 27.08.2018; accepted for publication 19.12.2018.
The authors have read and approved the final manuscript.