

**КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ И  
СОЦИАЛЬНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ  
ТЕРРИТОРИЙ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ  
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ**

УДК 159.9:62

**МИНИМИЗАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА  
НА НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗАВАРИЙНОСТЬ РАБОТЫ АЭС И  
ДРУГИХ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ ЗАНЯТИЙ<sup>1</sup>**

© 2016 М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина, А.М. Алюшин

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

Работа посвящена влиянию человеческого фактора на надежность и безаварийность работы атомных электростанций. Рассматривается образовательная технология проведения учебно-тренировочных занятий всех видов подготовки персонала к работе на АЭС, использующая адаптацию учебной нагрузки к текущему функциональному и психоэмоциональному состоянию обучающихся непосредственно в процессе занятий. Предлагаемая технология основывается на объективной информации, получаемой в автоматическом режиме с помощью дистанционных неконтактных технологий регистрации биопараметров человека в сугубо пассивном режиме.

*Ключевые слова:* образовательная технология, АЭС, мониторинг текущего состояния, неконтактные дистанционные технологии, биологическая обратная связь.

Поступила в редакцию 10.12.2016

Глубокое владение теоретическими, методическими и практическими знаниями, а также умение воспользоваться ими в реальной рабочей обстановке эксплуатации АЭС, либо других опасных объектов, особенно в аварийных и нештатных ситуациях, во многом обуславливает надежность и безаварийность эксплуатации таких объектов. Особое значение в этом плане приобретают современные образовательные технологии, основанные на контроле текущего психоэмоционального состояния обучающихся [1-10].

Учебно-тренировочные занятия на полномасштабных тренажерах дают возможность отработать навыки управления во всех штатных и наиболее вероятных нештатных режимах эксплуатации вышеупомянутых объектов. Мониторинг динамики изменения текущего функционального и психоэмоционального состояния оперативного персонала в этом случае является инструментом, дающим возможность оценить степень его готовности к действиям в аварийных и нештатных ситуациях [11]. Показательным в этом плане является такой важный и информативный параметр, как время реакции [12, 13]. На практике технологии мониторинга текущего состояния человека используются также для решения задач профессионального отбора [14] и тренировки стрессоустойчивости [15], в первую очередь, для работников «критических» профессий.

Применительно к таким видам плановых учебных занятий, как лекции, семинары, лабораторные и практические занятия, мониторинг текущего функционального и

---

<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».

психоэмоционального состояния обучающихся является инструментом, позволяющим осуществить так называемую биологическую обратную связь (БОС) между обучающимися и преподавателем. Реализация такой связи на практике дает возможность преподавателю, в первую очередь, правильно планировать и перераспределять в течение занятий учебную нагрузку, что позволяет повысить усвояемость учебного материала, а значит - повысить эффективность учебных занятий. Особое значение данное обстоятельство имеет при проведении учебных занятий в вечернее время после трудового дня, а также при повышении квалификации работников с жестким учебным временным графиком.

В нашем исследовании была разработана технология проведения учебных занятий, основывающаяся на непрерывном мониторинге текущего функционального и психоэмоционального состояния каждого из обучающихся с последующим получением интегральной оценки для текущего состояния всей учебной группы. Получаемые оценки текущего состояния обучающихся основываются на объективной информации, получаемой при непрерывной регистрации их основных биопараметров [16, 17] в оптическом [18] и акустическом [19-20] спектрах излучения в полностью пассивном режиме. Данная информация обрабатывается автоматически с помощью специализированного программно-аппаратного комплекса на базе персонального компьютера.

Преподаватель получает обработанную таким образом информацию в виде графика, отображающего временную зависимость интегральной оценки  $G(t)$ , характеризующей состояние всей учебной группы. Данная характеристика интегрирует в себе индивидуальные оценки  $G_i(t)$  каждого обучающегося:

$$G(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N G_i(t),$$

где  $G_i(t)$  – интегральный показатель текущего состояния для  $i$ -го студента;  
 $N$  – общее число студентов в учебной группе.

На рисунке 1 показан типичный вид рабочего окна программы, отображающего данную временную зависимость. Для устранения шумов, обусловленных двигательной активностью обучающихся, одновременно отображается профильтрованная (сглаженная на временном участке) зависимость  $GM(t)$ :

$$GM(t) = \frac{1}{T_M} \int_{t=0}^{T_M} G(t) dt,$$

где  $T_M$  – временной интервал усреднения.

Временной интервал усреднения  $T_M$  обычно выбирается из диапазона 30-200 с, что, с одной стороны, обеспечивает достаточно эффективное устранение шумов в исходной зависимости  $G(t)$ , и, с другой стороны, не маскирует измеряемые временные изменения текущего состояния обучающихся. Использование меньших временных интервалов усреднения  $T_M < 30$  С приводит к менее эффективному подавлению шумов, обусловленных двигательной активностью обучающихся. Применение больших временных интервалов сглаживания  $T_M > 200$  С позволяет улучшить подавление шумов, но при этом ухудшается временная разрешающая способность по выявлению быстрых временных изменений психоэмоционального состояния группы.

Представленные на рисунке 1 зависимости отражают изменение состояния учебной группы в течение 4-часовых занятий (1, 2, 3 и 4 – занятия продолжительностью по 45 минут; 5, 6, 7 – перерывы для отдыха длительностью, соответственно, 5, 10 и 5 минут).

Весь диапазон возможных значений интегральной функции  $G(t)$  разделен на 4 участка, соответствующих сильно напряженному состоянию – 8; напряженному

состоянию – 9; нормальному рабочему состоянию – 10; расслабленному сонному состоянию – 11.

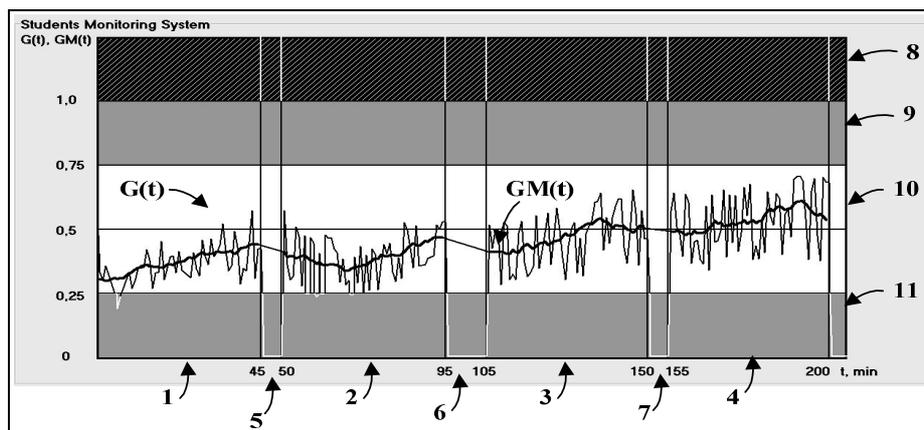


Рис. 1. – Результаты мониторинга текущего состояния учебной группы

В случае квалификации текущего состояния учебной группы как сильно напряженного, либо расслабленного, система сообщает преподавателю о необходимости изменения режима занятий. В первом случае появляется условный графический знак – вентилятор, во втором случае – будильник. Для нормального рабочего состояния учебной группы отображается условный знак – зеленая лампочка.

Разработанные методические, а также программно-аппаратные средства мониторинга текущего психоэмоционального и функционального состояния обучающихся могут быть применены для решения следующих основных задач:

- организации учебно-тренировочных занятий с БОС на основе непрерывного мониторинга текущего психоэмоционального и функционального состояния обучающихся с целью обеспечения высокого уровня восприимчивости и усвояемости новых знаний;

- оценки степени профессиональной подготовки при проведении практических занятий и контрольных мероприятий фиксированной сложности;

- повышению стрессоустойчивости и умения правильно действовать в нестандартных и аварийных ситуациях, в том числе, в условиях постоянно изменяющейся обстановки, а также при воздействии различных мешающих и отвлекающих факторов.

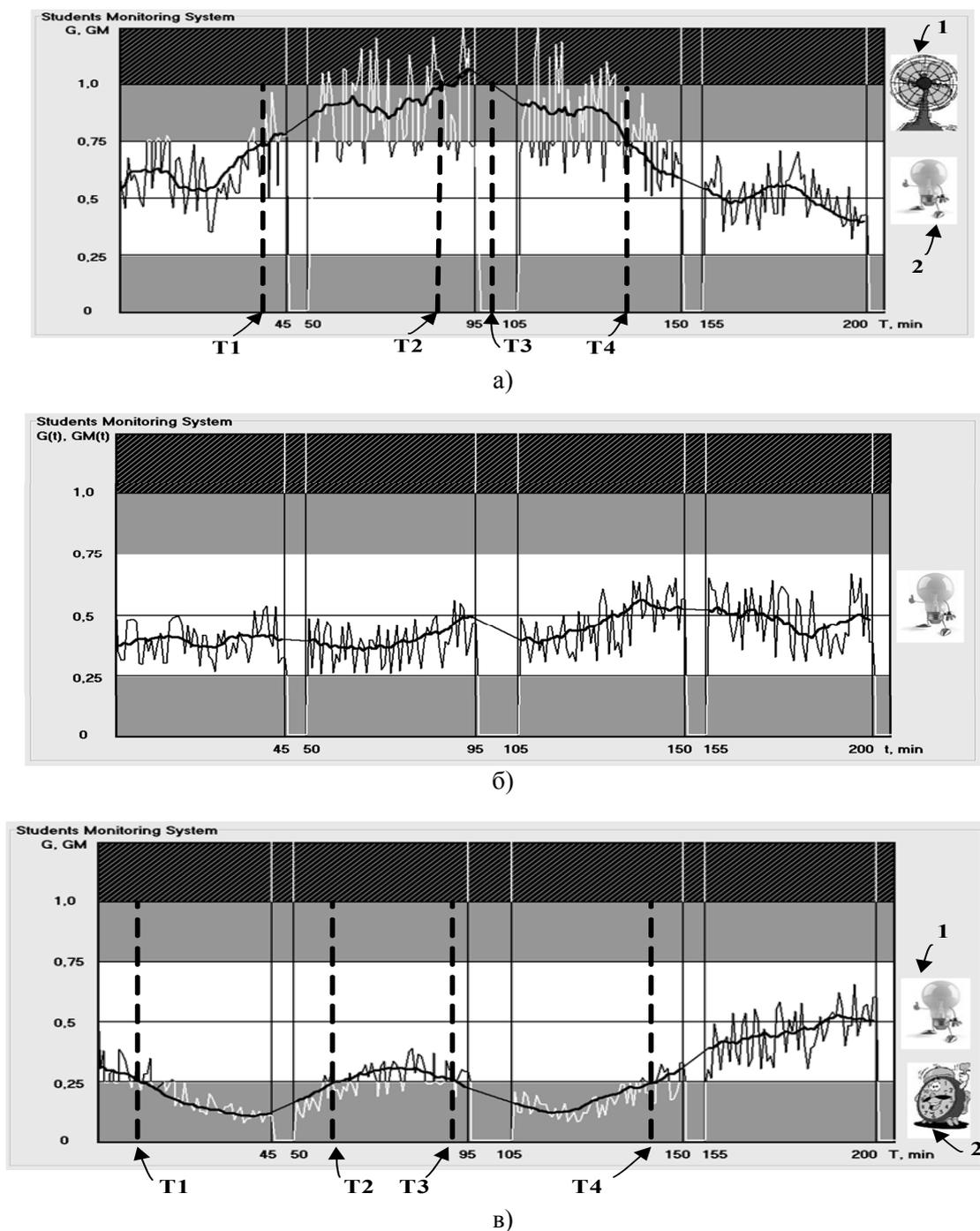
В таблице 1 показан достигаемый положительный эффект от применения разработанных средств мониторинга для различных решаемых задач профессиональной подготовки.

Таблица 1. – Достигаемый положительный эффект при использовании разработанных средств

№ пп	Тип учебно-тренировочного занятия	Достигаемый положительный эффект
1.	Лекции, семинары, лабораторные работы и практические занятия планового характера	Повышение эффективности плановых учебно-тренировочных занятий за счет обеспечения нормального рабочего состояния обучающихся. Повышение мастерства преподавателя.
2.	Практические занятия, контрольные мероприятия с фиксированной сложностью	Объективная оценка приобретенных базовых знаний и профессиональных навыков
3.	Практические занятия, контрольные мероприятия с изменяемой сложностью решаемых задач в условиях действия стрессоров различного характера	Объективная оценка уровня стрессовой нагрузки, объективная оценка умения правильно действовать в нестандартных ситуациях

Типичными примерами учебно-тренировочных занятий с БОС могут являться лекционные, семинарские и практические занятия с преподавателем (консультантом, специалистом, тренером), при проведении которых преподаватель контролирует текущий уровень усталости, возбуждения, расслабленности учебной группы и предпринимает необходимые действия по обеспечению нормального рабочего психоэмоционального и функционального состояния обучающихся.

На рисунке 2 показаны наиболее типичные примеры возможных сценариев проведения учебно-тренировочных занятия с БОС.



а – учебно-тренировочные занятия высокой интенсивности;  
 б – занятия нормальной интенсивности; в – занятия низкой интенсивности

**Рис. 2.** – Типичные сценарии организации учебно-тренировочных занятий с БОС

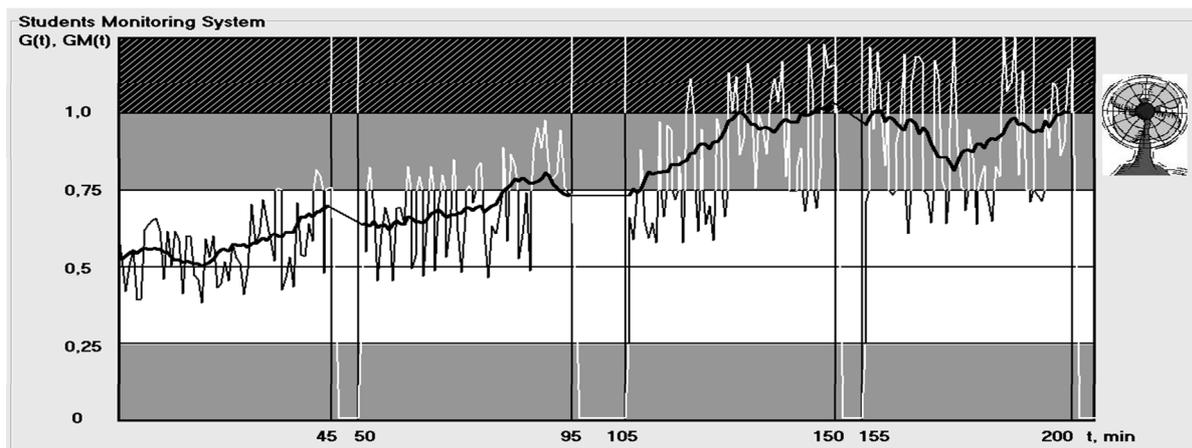
Так, на рисунке 2а представлен пример проведения учебно-тренировочных занятий высокой интенсивности. С начала проведения занятий до момента времени T1 текущее психоэмоциональное и функциональное состояние учебной группы являлось нормальным рабочим. В силу, скорее всего, высокого темпа изложения нового и, судя по всему, сложного материала в промежуток времени от T1 до T2 состояние группы изменилось и стало напряженным. В силу того, что характер учебного процесса не изменился, начиная с момента времени T2 напряжение еще более возросло, о чем преподаватель был проинформирован с помощью условного знака 1 (вентилятор - рис. 2а). Принимая этот факт во внимание, преподаватель изменил тактику и стиль изложения материала. В результате чего, начиная с момента времени T3, напряжение в группе стало спадать и, начиная с момента времени T4, ситуация в группе полностью нормализовалась, о чем преподаватель был проинформирован с помощью условного знака 2 (лампочка).

Рисунок 2б иллюстрирует пример проведения учебно-тренировочных занятий с нормальным рабочим состоянием группы в течение всего времени занятий. Это, в частности, является следствием повышения мастерства преподавателя по планированию учебной нагрузки в течение занятий, для совершенствования которого крайне важны занятия с БОС.

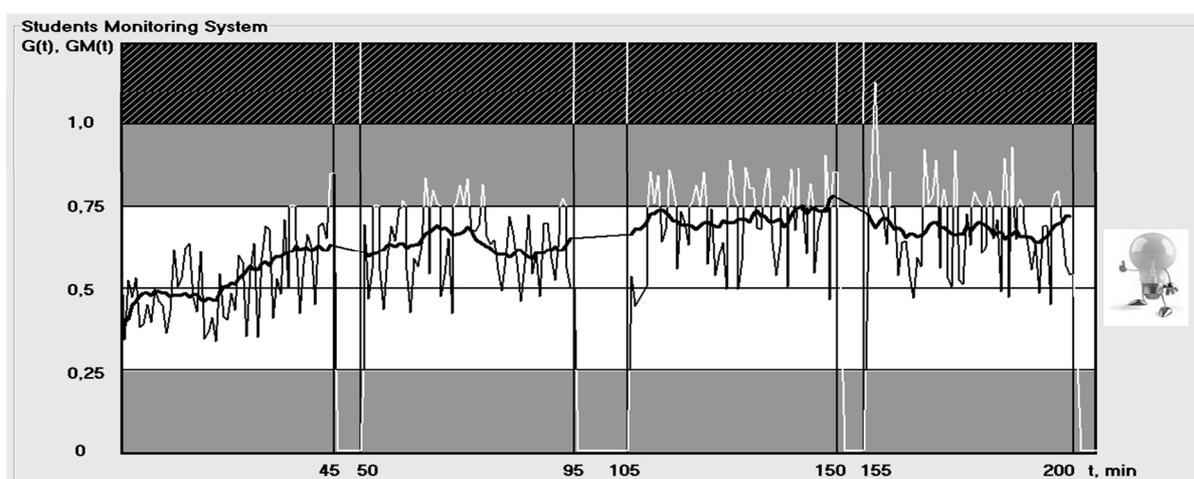
На рисунке 2в представлен пример проведения учебно-тренировочных занятий либо с плохой организацией учебного процесса, либо типичный пример занятий в послеобеденное время. До момента времени T1 текущее состояние группы оценивалось как нормальное (система мониторинга отображала условный знак 1 (лампочку)). В промежутках времени T1-T2 и T3-T4 система мониторинга оценивала текущее состояние группы как сильно расслабленное, либо сонное, о чем преподаватель был извещен с помощью условного знака 2 (будильник). Изменив стиль и темп изложения материала, преподавателю удалось нормализовать состояние группы в течение четвертого часа занятий.

Типичными примерами практических занятий либо контрольных мероприятий с фиксированной сложностью могут быть задачи по осуществлению функций управления опасным объектом для поддержания штатных режимов работы объекта (запуск, остановка, повышение мощности, снижение мощности). Применительно к обычному образовательному процессу типичными примерами лабораторных либо контрольных работ с фиксированной сложностью являются учебные либо аттестационные задания по проектированию электронного устройства заданного класса с помощью изучаемой системы автоматизированного проектирования. Анализ динамики изменения состояния обучающихся как в периодически повторяемом процессе выполнения практических, так и контрольных заданий дает возможность объективно оценить уровень владения профессиональными знаниями и практическими навыками.

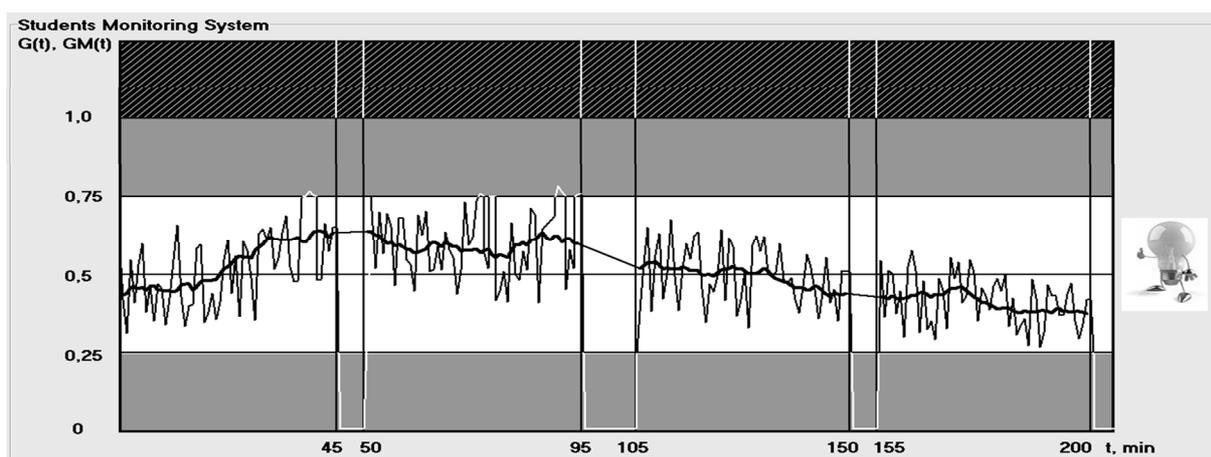
На рисунке 3 представлены наиболее типичные примеры проведения практических занятий либо контрольных мероприятий фиксированной сложности. Так, на рис. 3а представлен пример изменения текущего состояния учебной группы при выполнении задания в первый раз. Постоянный рост психоэмоционального напряжения свидетельствует об определенном уровне испуга, неготовности к решению такого рода заданий, а также о недостаточном умении применять полученные теоретические и методические знания на практике. На рис. 3б и рис. 3в представлены типичные примеры изменения состояния группы при повторных выполнениях аналогичных по сложности заданий. Примеры, представленные на рис. 3б и рис. 3в дают возможность оценить уровень профессиональной подготовки соответственно как хороший и отличный.



а)



б)

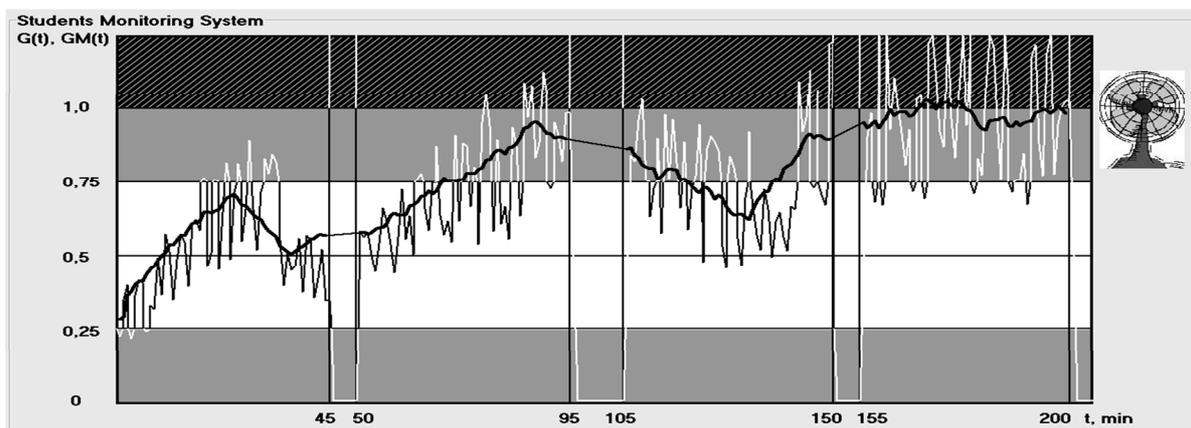


в)

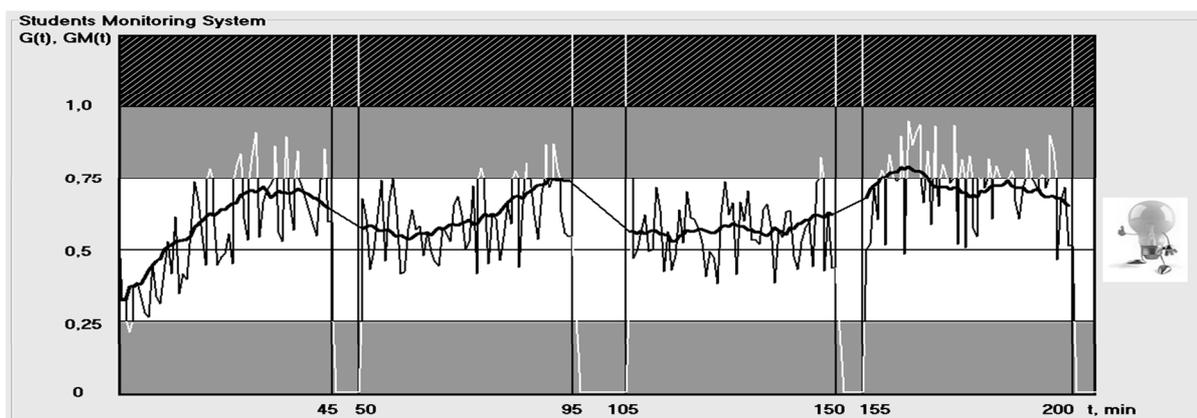
а – недостаточный уровень профессиональной подготовки; б – удовлетворительный уровень подготовки;  
в – хороший уровень подготовки

**Рис. 3.** – Занятия и контрольные мероприятия фиксированной сложности:

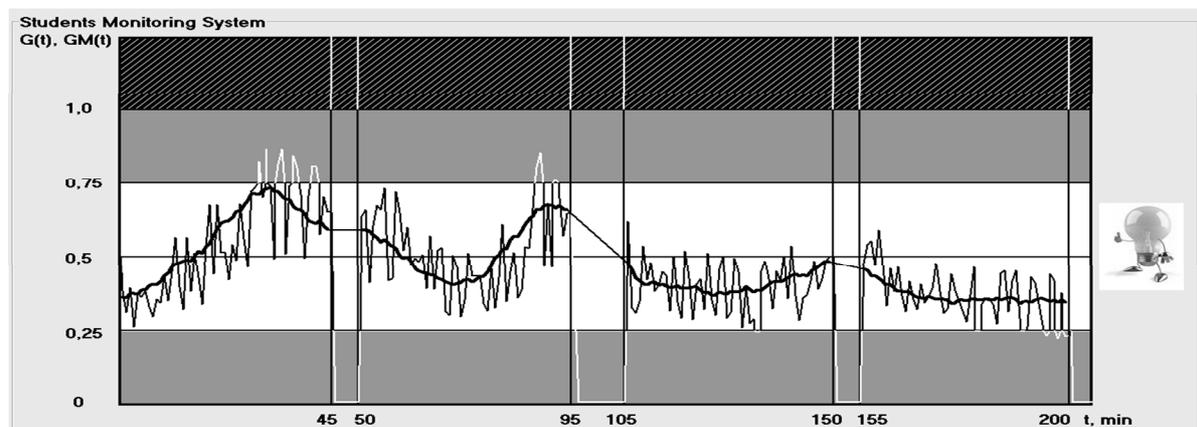
На рисунке 4 представлены примеры использования системы мониторинга текущего психоэмоционального и функционального состояния учебной группы для оценки и тренировки стрессоустойчивости.



а)



б)



в)

а – низкий уровень стрессоустойчивости; б – удовлетворительный уровень стрессоустойчивости;  
в – высокий уровень стрессоустойчивости

**Рис. 4.** – Практические занятия и контрольные мероприятия с изменяемой сложностью решаемых задач в условиях действия стрессоров различного характера

Данный вид учебно-тренировочных занятий обычно предполагает выполнение заданий с изменяемой сложностью в условиях действия стрессоров различного характера. Изменение сложности выполняемых заданий, а также появление мешающих и отвлекающих факторов может происходить неожиданно. Так, например, применительно к выполнению практических работ по управлению опасным объектом

моменты времени появления одиночных, либо множественных сбоев и отказов в работе агрегатов объекта заранее неизвестны. В качестве мешающих и отвлекающих факторов при проведении учебно-тренировочных занятий, в первую очередь на тренажерах, обычно используются акустические и оптические сигналы различного уровня мощности [12]. Так, на приведенных на рисунке 4 графиках отображено изменение текущего состояния учебной группы при появлении стрессоров в начале первого и второго часов занятий, а также в середине третьего часа занятий в виде неожиданного усложнения выполняемого задания с одновременным воздействием акустических и оптических помех. Типичные примеры зарегистрированной динамики изменения текущего психоэмоционального состояния группы, представленные на рис. 4а, рис. 4б и рис. 4в свидетельствуют соответственно о достаточно низком, удовлетворительном и высоком уровне стрессоустойчивости. Последний пример отчетливо свидетельствует не только о высоком уровне владения профессиональными знаниями, но также об умении группы использовать на практике технологии самоконтроля и саморегуляции, что позволило ей нормализовать свое психоэмоциональное состояние, несмотря на воздействие трех факторов, вызывающих стресс. В результате – к концу четвертого часа занятий группа готова к дальнейшим адекватным действиям по управлению опасным объектом.

В этом плане пример, показанный на рисунке 4а свидетельствует как о низком уровне владения профессиональными знаниями, так и о низкой стрессоустойчивости. В результате к концу четвертого часа занятий группа в своей массе, судя по всему, практически утратила способность предпринимать правильные и своевременные действия по управлению опасным объектом. Вывод – необходимы дополнительные учебно-тренировочные занятия как по повышению уровня профессиональных знаний и практических навыков, так и специальных тренировочных занятий по развитию навыков самоконтроля и саморегуляции с целью повышения стрессоустойчивости.

Таким образом, реализация предлагаемой образовательной технологии на практике позволяет повысить эффективность учебно-тренировочных занятий, а значит – минимизировать влияние человеческого фактора на надежность и безаварийность работы АЭС и других опасных объектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельникова, И.А. и др. Биологическая обратная связь (БОС): терапевтические возможности метода и перспективы его использования в психиатрии (аналитический обзор) [Текст] / И.А. Мельникова, А.В. Низова // Российский психиатрический журнал. – 2003. – №1. – С. 68–72.
2. Frank D.L., Khorshid L., Kiffer J.F., Moravec C.S., McKee M.G. Biofeedback in Medicine: Who, When, Why and How? *Ment. Health in Fam. Med.*, 2010, Vol. 7(2), pp. 85–91.
3. Зотов, М.В. и др. Физиологические показатели устойчивости человека к воздействию информационного стресса [Текст] / М.В. Зотов, В.М. Петрукович, В.И. Шостак. – 2009. – Вып. 4. – С. 255–261.
4. Barcala L., Grecco L.A., Colella F., Lucareli P.R., Salgado A.S., Oliveira C.S. Visual Biofeedback Balance Training Using Wii Fit after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2013, Vol. 25, №8, pp. 1027–1032.
5. Bouchard S., Bernier F., Boivin E., Morin B., Robillard G. Using Biofeedback While Immersed in a Stressful Videogame Increases the Effectiveness of Stress Management Skills in Soldiers. *PLoS One*, 2012, Vol. 7, №4, pp. 361–369.
6. Caldwell J.A., Caldwell J.L. Fatigue in Military Aviation: an Overview of US Military-Approved Pharmacological Countermeasures. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2005, Vol. 76, Suppl. 7, pp. 39–51.
7. McLay R.N., Spira J.L. Use of a Portable Biofeedback Device to Improve Insomnia in a Combat Zone, a Case Report. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2009, Vol. 34, №4, pp. 319–321.
8. Nishimura, C. Model of Learning Process for Biofeedback and its Relation to the Neural Network. *Biobehavioral Self-regulation*. Tokyo: Pub. Springer-Verlag, 1995, pp. 115–119.
9. Pollock S., Lee D., Keall P., Kim T. Audiovisual Biofeedback Improves Motion Prediction Accuracy. *Med. Phys.* 2013, Vol. 40, No 4. P. 1705.

10. *Зарипов, А.А. и др.* Современные представления об использовании принципа биологической обратной связи в коррекции функционального состояния организма у сотрудников силовых ведомств при сменном режиме деятельности [Текст] / А.А. Зарипов, Р.В. Потапов, Е.Н. Ашанина // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2015. – №2. – С. 86–99.
11. *Алюшин, М.В. и др.* Методологические аспекты автоматизированного прогнозирования чрезвычайных ситуаций техногенного происхождения [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин, Л.В. Колобашкина // Вопросы психологии. – 2016. – №2. – С. 83–90.
12. *Алюшин, М.В. и др.* Экспериментальное исследование времени реакции человека в условиях действия акустических помех [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2016. – №1. – С. 163–168.
13. *Алюшин, М.В. и др.* Методика измерения времени реакции оператора управления [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2015. – №5. – С. 157–165.
14. *Алюшин, М.В. и др.* Профессиональный отбор персонала по психологическим качествам на основе методов, разработанных в рамках теории принятия решений [Текст] / М.В. Алюшин, Л.В. Колобашкина, А.В. Хазов // Вопросы психологии. – 2015. – №2. – С. 88–94.
15. *Алюшин, М.В. и др.* Психологический тренинг стрессоустойчивости на основе дистанционных неконтактных технологий регистрации биопараметров [Текст] / М.В. Алюшин, В.Н. Абрамова, Л.В. Колобашкина // Вопросы психологии. – 2014. – №6. – С. 144–152.
16. *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.
17. *Алюшин, М.В. и др.* Дистанционные и неконтактные технологии регистрации биопараметров оперативного персонала как средство управления человеческим фактором и повышения безопасности АЭС [Текст] / М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, Л.О. Андрушина, Л.В. Колобашкина, В.В. Пшенин // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №3(8). – С. 69–77.
18. *Алюшин, М.В. и др.* Оптические технологии для систем мониторинга текущего функционального состояния оперативного состава управления объектами атомной энергетики [Текст] / М.В. Алюшин, А.В. Алюшин, В.М. Белопольский, Л.В. Колобашкина, В.Д. Ушаков // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №2(7). – С. 69–77.
19. *Алюшин, В.М.* Диагностика психоэмоционального состояния на основе современных акустических технологий [Текст] / В.М. Алюшин // Вопросы психологии. – 2015. – №3. – С. 145–152.
20. *Алюшин, М.В. и др.* Акустические технологии для «интеллектуальных» систем мониторинга функционального состояния оперативного состава управления объектами атомной энергетики [Текст] / М.В. Алюшин, В.М. Алюшин, С.В. Дворянкин, Л.В. Колобашкина // Глобальная ядерная безопасность. – 2013. – №4(9). – С. 63–71.

## REFERENCES

- [1] Melnikova I.A., Nizova A.V. Biologicheskaya obratnaya svyaz (BOS): terapevticheskie vozmozhnosti metoda i perspektivy ego ispolzovaniya v psikhiiatrii (analiticheskiy obzor) [Biological Feedback (BF): therapeutic opportunities of a method and the prospect of its use in psychiatry (analytical review)]. *Rosciyskiy psikhiatricheskii zhurnal* [Russian psychiatric journal], 2003, №1, ISSN 1560-957X, pp. 68–72. (in Russian)
- [2] Frank D.L., Khorshid L., Kiffer J.F., Moravec C.S., McKee M.G. Biofeedback in Medicine: Who, When, Why and How? *Ment. Health in Fam. Med.*, 2010, Vol. 7(2), pp. 85–91. (in English)
- [3] Zotov M.V., Petrukovich V.M., Shostak V.I. Fiziologicheskie pokazateli ustoychivosti cheloveka k vozdeystviyu informatsionnogo stressa [Physiological indicators of resistance of the person to influence of information stress]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta: Seriya 12: Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika* [Bulletin of the St. Petersburg university: Ser. 12: Psychology. Sociology. Pedagogics], 2009, Vol. 4, ISSN 1995-0047, pp. 255–261. (in Russian)
- [4] Barcala L., Grecco L.A., Colella F., Lucareli P.R., Salgado A.S., Oliveira C.S. Visual Biofeedback Balance Training Using Wii Fit after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2013, Vol. 25, №8, pp. 1027–1032. (in English)
- [5] Bouchard S., Bernier F., Boivin E., Morin B., Robillard G. Using Biofeedback While Immersed in a Stressful Videogame Increases the Effectiveness of Stress Management Skills in Soldiers. *PLoS One*, 2012, Vol. 7, №4, pp. 361–369. (in English)
- [6] Caldwell J.A., Caldwell J.L. Fatigue in Military Aviation: an Overview of US Military-Approved Pharmacological Countermeasures. *Aviat. Space Environ. Med.*, 2005, Vol. 76, Suppl. 7, pp. 39–51. (in English)

- [7] McLay R.N., Spira J.L. Use of a Portable Biofeedback Device to Improve Insomnia in a Combat Zone, a Case Report. *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*, 2009, Vol. 34, №4, pp. 319–321. (in English)
- [8] Nishimura, C. Model of Learning Process for Biofeedback and its Relation to the Neural Network. *Biobehavioral Self-regulation*. Tokio: Pub. Springer-Verlag, 1995, pp. 115–119. (in English)
- [9] Pollock S., Lee D., Keall P., Kim T. Audiovisual Biofeedback Improves Motion Prediction Accuracy. *Med. Phys.* 2013. Vol. 40, No 4. P. 1705. (in English)
- [10] Zaripov A.A., Potapov R.V., Ashanina E.N. Sovremennye predstavleniya ob ispolzovanii printsipa biologicheskoy obratnoy svyazi v korrektsii funktsionalnogo sostoyaniya organizma u sotrudnikov silovykh vedomstv pri smennom rezhime deyatelnosti [Modern ideas of use of the principle of biological feedback in correction of a functional condition of an organism at the staff of security agencies at the replaceable mode of activity]. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*, 2015, №2, ISSN 1995-4441, pp. 86–99. (in Russian)
- [11] Alyushin M.V., Alyushin V.M., Kolobashkina L.V. Metodologicheskie aspekty avtomatizirovannogo prognozirovaniya chrezvychnykh situatsiy tekhnogenno proiskhozhdeniya [Methodological aspects of the automated forecasting of emergency situations of technogenic origin]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2016, №2, ISSN 0042-8841, pp. 83–90. (in Russian)
- [12] Alyushin M.V., Alyushin V.M. Eksperimentalnoe issledovanie vremeni reaktsii cheloveka v usloviyakh deystviya akusticheskikh pomekh [Pilot study of time of person reaction in the conditions of action of acoustic hindrances]. *Voprosy psikhologii [перевод]*, 2016, №1. ISSN 0042-8841, pp. 163–168. (in Russian)
- [13] Alyushin M.V., Alyushin V.M. Metodika izmereniya vremeni reaktsii operatora upravleniya [Technique of measurement of time of operator reaction]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2015, №5, ISSN 0042-8841, pp. 157–165. (in Russian)
- [14] Alyushin M.V., Kolobashkina L.V., Khazov A.V. Professionalnyy otbor personala po psikhologicheskim kachestvam na osnove metodov, razrabotannykh v ramkakh teorii prinyatiya resheniy [Professional selection of personnel on psychological qualities according to the methods developed within the of decision-making theory]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2015, №2, ISSN 0042-8841, pp. 88–94. (in Russian)
- [15] Alyushin M.V., Abramova V.N., Kolobashkina L.V. Psikhologicheskii trening stressoustoychivosti na osnove distantsionnykh nekontaktnykh tekhnologiy registratsii bioparametrov [Psychological training of resistance to stress on the basis of remote non-contact technologies of bioparameter registration.]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2014, №6, ISSN 0042-8841, pp. 144–152. (in Russian)
- [16] Alyushin M.V., Kolobashkina L.V. Monitoring bioparametrov cheloveka na osnove distantsionnykh tekhnologiy [Monitoring of person bioparameters of the on the basis of remote technologies]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2014, №6, ISSN 0042-8841, pp. 135–144. (in Russian)
- [17] Alyushin M.V., Alyushin A.V., Andryushina L.O., Kolobashkina L.V., Pshenin V.V. Distantsionnye i nekontaktnye tekhnologii registratsii bioparametrov operativnogo personala kak sredstvo upravleniya chelovecheskim faktorom i povysheniya bezopasnosti AES [Remote and non-contact technologies of registration of bioparameters of operation personnel as control facility human factor and increases in safety of the NPP]. *Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global nuclear safety]*, 2013, №3(8), ISSN 2305-414X, pp. 69–77. (in Russian)
- [18] Alyushin M.V., Alyushin A.V., Belopolskiy V.M., Kolobashkina L.V., Ushakov V.D. Opticheskie tekhnologii dlya sistem monitoringa tekushchego funktsionalnogo sostoyaniya operativnogo sostava upravleniya obektami atomnoy energetiki [Optical technologies for systems of monitoring of the current functional state of management of nuclear power objects]. *Globalnaya yadernaya bezopasnost*, 2013, №2(7), ISSN 2305-414X, pp. 69–77. (in Russian)
- [19] Alyushin V.M. Diagnostika psikhoemotsionalnogo sostoyaniya na osnove sovremennykh akusticheskikh tekhnologiy [Diagnostics of a psychoemotional state on the basis of modern acoustic technologies]. *Voprosy psikhologii [Psychology issues]*, 2015, №3, ISSN 0042-8841, pp. 145–152. (in Russian)
- [20] Alyushin M.V., Alyushin V.M., Dvoryankin S.V., Kolobashkina L.V. Akusticheskie tekhnologii dlya «intellektualnykh» sistem monitoringa funktsionalnogo sostoyaniya operativnogo sostava upravleniya oektami atomnoy energetiki [Acoustic technologies for "intellectual" systems of monitoring of a functional condition of management of nuclear power objects]. *Globalnaya yadernaya bezopasnost [Global nuclear safety]*, 2013, №4(9), ISSN 2305-414X, pp. 63–71. (in Russian)

## Minimizing of the Human Factor Impact on the Reliability and Safety of the NPP and other Dangerous Objects by Improving the Effectiveness of Training Sessions

M.V. Alyushin<sup>1</sup>, L.V. Kolobashkina<sup>2</sup>, A.M. Alyushin<sup>3</sup>

*National Research Nuclear University «MEPhI»,*

*Kashirskoye Shosse, 31, Moscow, Russia 115409*

<sup>1</sup> e-mail: *MVAlyushin@mephi.ru* ; <sup>2</sup> e-mail: *LVKolobashkina@mephi.ru* ;

<sup>3</sup> e-mail: *amalyushin@mephi.ru*

**Abstract** – The article is devoted the human factor impact on the reliability and safety of the NPP. We consider the educational technology of the training sessions of all kinds, using the adaptation of the training load to the current functional and psycho-emotional students' state directly in the process of training. The proposed technology is based on the objective information obtained automatically using the remote non-contact detection technologies of person bioparameters in a purely passive mode.

*Keywords:* educational technology, NPP, health monitoring, remote non-contact technology, biofeedback.