

УДК004.946

*Батенькина О.В.,  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Математические методы  
и информационные технологии в экономике», Омский государственный  
технический университет, Россия, г. Омск*

*Беляева К.И.,  
ассистент кафедры «Математические методы и информационные  
технологии в экономике», Омский государственный технический  
университет, Россия, г. Омск*

*Чемерилов А.С.,  
старший преподаватель кафедры «Математические методы и  
информационные технологии в экономике», Омский государственный  
технический университет, Россия, г. Омск*

## **РАЗРАБОТКА VR-ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Аннотация:* В статье рассматривается разработка тренажера виртуальной реальности не только для обучения новых сотрудников организации, но также и для проведения систематического тестирования психофизического состояния сотрудников, что позволяет не только обеспечить повышение качества подготовки сотрудников, но и повысить безопасность работы в условиях чрезвычайных ситуаций. Приведены критерии «экологичности», которые необходимо учитывать при разработке и последующей эксплуатации VR-тренажера. Авторы также описывают, из чего состоят аппаратная и программная части виртуального тренажера, а также обосновывают выбор оборудования и тестовых заданий для VR-

тренажера. Работа тренажера включает в себя несколько этапов, описание и последовательность которых также определены и описаны в статье.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, компьютерные тренажеры, моделирование ситуации, обучение в системе виртуальной реальности, оценка психофизического состояния.

**Annotation:** This article describes virtual reality training tool development for both new employees onboarding and for current employees psychophysical state assessment on regular basis. It allows to provide not only a better quality of employees training but also enhance the security awareness and preparedness of staff in emergency situations. «Environmental friendliness» criteria needs to be considered throughout development and further usage of VR training tool. Authors describe hardware and software components and justify their choice of using certain equipment and test scenarios for VR training tool. Training tool development contains several stages which sequence and description outlined in the article.

**Key words:** virtual reality, computer simulators, situation modeling, training in the virtual reality system, assessment of the psychophysical state.

Бурное развитие технологий виртуальной реальности (VR) коснулось практически всех сфер деятельности человека. Опыт применения систем виртуальной реальности показывает, что системы этого класса обладают огромными потенциальными возможностями и могут быть эффективны во многих областях человеческой деятельности – в наши дни системы VR получают все более широкое применение в научных исследованиях, индустрии развлечений, военном деле. Они хорошо зарекомендовали себя в сфере производства и бизнеса, управления, творчества, искусства, медицины, тренинга и обучения [1-7].

Использование именно технологий виртуальной реальности, обеспечивающих моделирование ситуации наиболее соответствующей

реальным условиям выполнения задачи, позволяет добиться высокого результата в подготовке специалистов. Виртуальная реальность повышает эффект наглядности по сравнению, например, с традиционными компьютерными тренажерами [8]. В итоге обучающийся получает как минимум не меньший опыт, чем при реальном взаимодействии с объектами окружающего мира, а зачастую – гораздо больший. Это связано с эффектом «присутствия» или «погружения в виртуальную реальность», на основе которого реализуется обучение в системах VR [9]. Данный эффект характеризуется возникновением у человека глубоких впечатлений пребывания в реалистичной ситуации, даже в том случае если ему известно, что такая ситуация является искусственно синтезированной специальными средствами.

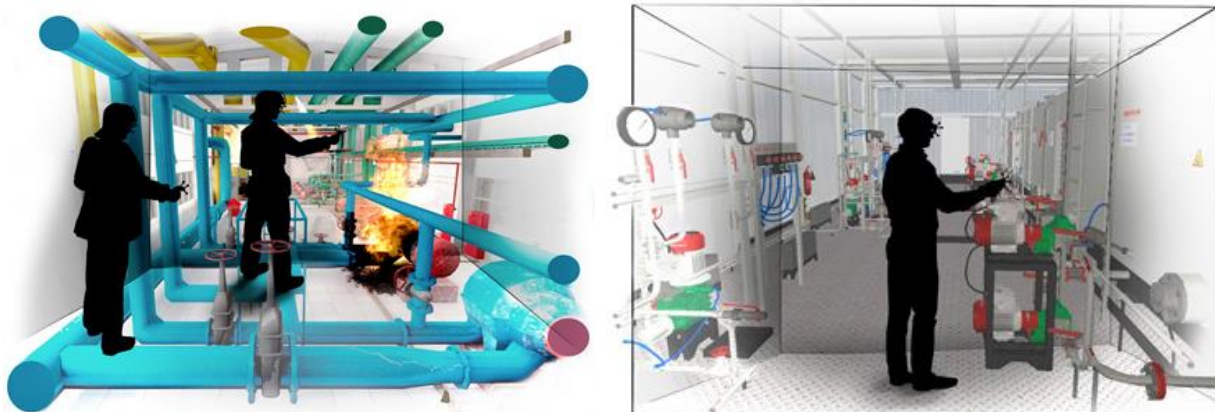
Виртуальные системы образования могут применяться для обучения профессиям, где эксплуатация реальных устройств и механизмов связана с повышенным риском либо с большими затратами (пилот самолёта, машинист поезда, авиадиспетчер, водитель различного рода автомобильной и специальной техники, горноспасатель и т.п.). Это требование еще более актуализируется для работников предприятий нефтегазовой отрасли, которые относятся к категории профессий экстремального профиля, которые характеризуются стрессогенностью, наличием психотравмирующих воздействий, высоким уровнем требований к психике и физиологии.

В последние годы у предприятий данной отрасли обострились проблемы организации и обеспечения качества первичного тестирования (до приема на работу) и отсева кандидатов, а также проведения систематического тестирования психофизиологического состояния сотрудников.

Установлено, что неэффективность профессиональной деятельности примерно на 80 % обусловлена физиологическими, психическими и социально-психологическими особенностями работников [10]. Некоторые работники быстро усваивают трудовые навыки и достигают

профессионального совершенства, у других же процесс овладения профессией затягивается, и как следствие – работодатель несет убытки, а человек теряет к профессии интерес и меняет вид деятельности.

Применение современных технологий виртуального окружения позволит одновременно создавать различные профессионально-подобные симулируемые ситуации и изучать модели поведения человека в экстремальных условиях, как в период освоения профессиональных навыков, так и в процессе профессиональной деятельности. При таком подходе можно не только обеспечить значительное повышение качества подготовки и переподготовки специалистов, но и существенно повысить безопасность работы персонала в условиях чрезвычайных ситуаций (Рис. 1).



**Рис. 1.** Возможности использования VR-тренажеров при обучении и тестировании навыков сотрудников

Следует отметить, что особенность разработки VR-тренажера оценки психофизического состояния и уровня сформированности профессиональных навыков персонала (VR-тренажер) заключается в междисциплинарном подходе, когда в фокусе внимания с одной стороны технологии виртуальной реальности с возможностью «погружения» в созданную среду для выполнения профессиональной деятельности, с другой – психологические аспекты

развития и формирования профессиональных навыков в процессе профессиональной подготовки и аттестации.

Одним из важных моментов при разработке проекта VR-тренажера стало описание понятия «экологичности» влияния виртуальной среды на психофизиологическое состояние человека в ходе формирования профессиональных умений и навыков. В результате изучения степени влияния технологий виртуальной реальности на состояние здоровья человека [11-13] были сформулированы следующие критерии «экологичности»:

1. Комфортность рабочего пространства – использование достаточного места для организации рабочего места для VR-тренажера, использование беспроводных устройств виртуальной реальности для устранения ограничений при перемещениях сотрудника во время работы в тренажере.

2. Личностные особенности участников VR-обучения, позволяющие работать в этом формате.

3. Диагностика психофизиологических реакций в процессе VR-сеанса.

4. Временные рамки, контроль времени, соответствующий задачам обучения.

Все эти критерии необходимо учитывать при разработке и последующей эксплуатации VR-тренажера.

Специфика данного VR-тренажера в том, что он представляет собой аппаратно-программный комплекс (Рис. 2).

Аппаратная часть состоит из физически устанавливаемого оборудования:

– оборудование для создания виртуального окружения состоит из ПК, систем виртуальной реальности (шлем и костюм);

– оборудование для оценки психофизиологического состояния сотрудника – устройство психофизиологического тестирования для

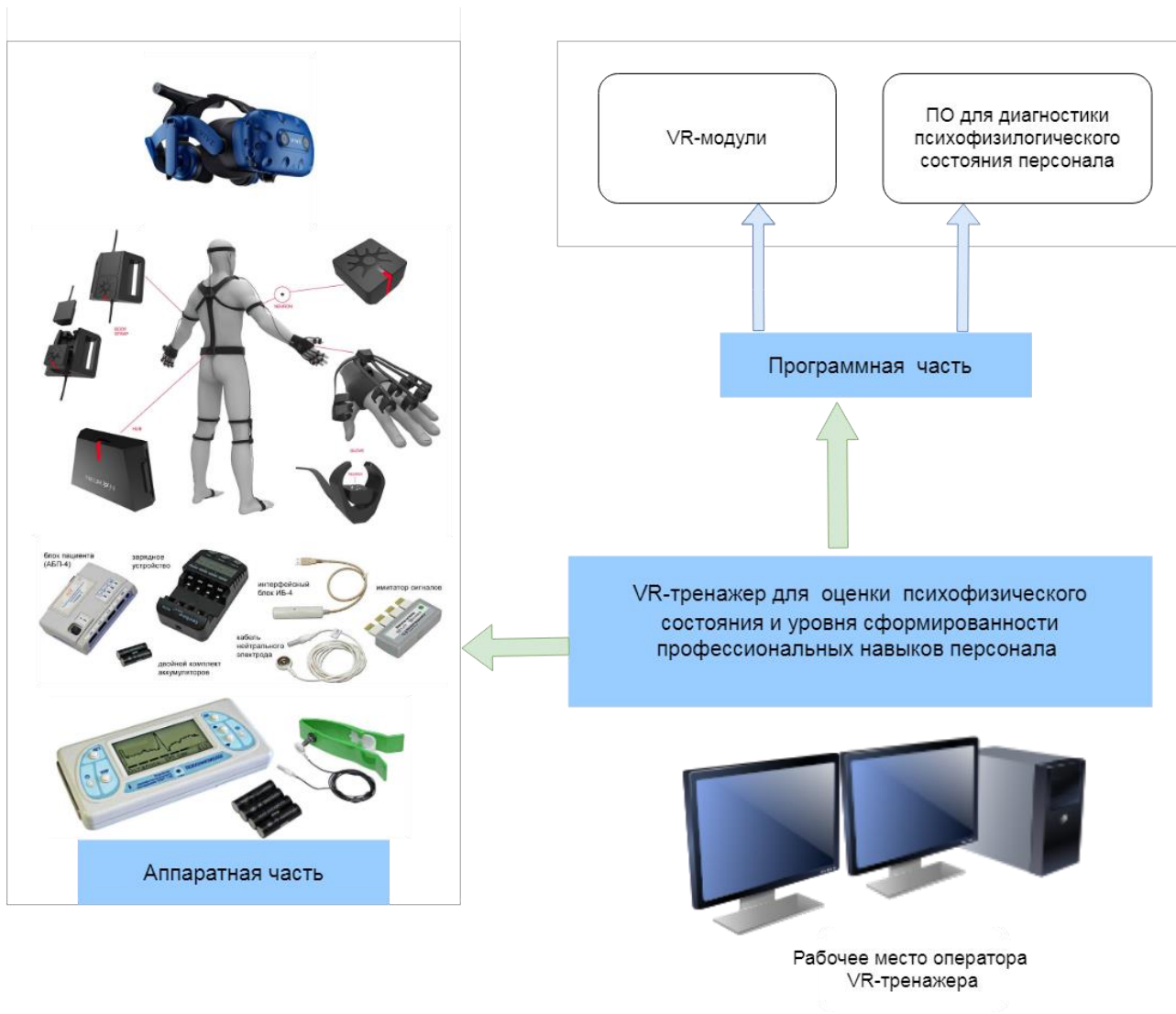
предварительного контроля состояния сотрудника, и психофизиологическое телеметрическое устройство.

Устройство психофизиологического тестирования обеспечивает проведение оценки психологического и психофизиологического состояния человека для предсменного, предрейсового и предстартового контроля в спорте, силовых ведомствах, МЧС, авиации, энергетике и на транспорте, а также при отборе и оценке персонала. Данное устройство может работать как в автономном режиме в месте нахождения комплекса VR-тренажера, так и в стационарных условиях (компьютерный класс для группового тестирования).

Наличие типовых сценариев последовательности выполнения тестов для определённых возрастных, социальных и профессиональных групп ускоряет и упрощает работу по выявлению «нормального» состояния сотрудника, относительно которого будет в дальнейшем проходить оценка его изменения в процессе обучения и диагностики психофизиологического состояния. Это позволит учитывать индивидуальные особенности физиологического состояния сотрудника.

Психофизиологическое телеметрическое устройство обеспечивает синхронную регистрацию таких физиологических сигналов и показателей человека, как электроэнцефалограмма, рекурсия дыхания, электрокардиограмма, электромиограмма, огибающая электромиограммы, кожный потенциал, кожно-гальваническая реакция, температура и ряд других.





**Рис. 2.** Структура VR-тренажера

Программная часть состоит из комплекса программного обеспечения:

- специализированного программного обеспечения, работающего с оборудованием для оценки психофизиологического состояния персонала, которое содержит различные диагностические тестовые задания и методики, позволяют проанализировать, полученные в ходе работы, физиологические данные, а также сформировать отчеты по психофизиологическому состоянию персонала, базу заданий также можно дополнять новыми;
- VR-модули, создаются для определенных видов профессий на основе их трудовой деятельности (должностные инструкции, стандартные выполняемые действия).

При выборе оборудования для создания виртуального окружения предъявлялись следующие требования:

- «экологичность» виртуальной среды;
- параметры глубины погружения;
- удобства ношения шлема виртуальной реальности;
- удобство управления и взаимодействия с объектами виртуальной среды;
- комфортность организации пространства для работы с VR-тренажером.

Выбор оборудования для оценки психофизиологического состояния основывался на результатах проведенного анализа работ российских и зарубежных специалистов в области диагностики психофизиологического состояния [14-18].

Выбор тестовых заданий, которые могут быть использованы для обследования психофизиологического состояния организма работника, был обусловлен сферой профессиональной деятельности и выполняемых действий, диагностическими возможностями методов, их безопасностью и комфортностью их проведения, а также малым временем, требуемым на проведение измерений.

Работа VR-тренажера для оценки психофизического состояния и уровня сформированности профессиональных навыков персонала включает в себя следующие этапы:

**1. Входное тестирование физиологических показателей** сотрудников с использованием устройства психофизиологического тестирования для предварительного контроля состояния сотрудника перед началом работы с VR-тренажером, что позволит определить и учитывать индивидуальные особенности физиологического состояния сотрудника.

**2. Подготовка к погружению в виртуальную реальность** – проведение ознакомительного сеанса работы в виртуальном пространстве,



освоение механизмов управления виртуальными объектами с использованием виртуального шлема и костюма виртуальной реальности.

**3. Работа в виртуальной реальности** – выполнение сеанса работы в VR-модуле. Изучение способов взаимодействия сотрудника с объектами виртуальной среды с помощью контроллеров.

**4. Выходное тестирование** – снятие физиологических сигналов и показателей в процессе выполнения работы в VR-модуле при помощи психофизиологического телеметрического устройства, который одновременно в режиме реального времени осуществляет снятие показателей для последующей оценки психофизиологического состояния сотрудника.

**5. Перенос данных в систему оценки** – по окончании выполнения сеанса работы в VR-модуле, психофизиологическое телеметрическое устройство осуществляет перенос и запись снятых показателей в личную карточку сотрудника в специализированном ПО, которое поставляется вместе с телеметрическим устройством.

**6. Подготовка рекомендаций** по результатам оценки психофизиологического состояния сотрудника по следующим параметрам:

- взаимодействия между когнитивными процессами (восприятие, память, мышление) и поведенческими актами (действиями);
- влияния степени и форм двигательно-когнитивной кооперации на успешность выполнения персоналом различных видов практической профессиональной деятельности;
- специфики активности мозга и вегетативной нервной системы в условиях реального целенаправленного поведения персонала в процессе обучения профессиональным навыкам.

Следует отметить, что оценка психофизиологического состояния сотрудников происходит параллельно процессам обучения или тестирования.

Оценка по данным параметрам проводится после снятия и фиксирования физиологических сигналов и параметров, которые сохраняются в личной

карточке в специализированном ПО.

Поскольку VR-тренажер представляет собой комбинацию различных методов психологии безопасности труда и технологий виртуальной реальности, то может быть использован на предприятиях нефтегазовой отрасли для решения следующих задач:

### **1. Тренинги и симуляции:**

Тренажерные комплексы в виртуальной реальности для отработки штатных и нештатных ситуаций в любых условиях:

- осмотр оборудования в масштабе 1:1 с полным погружением;
- симуляция штатных/нештатных ситуаций и инцидентов;
- тренинг, наработка и аттестация профессиональных навыков по управлению спецтехникой, оборудованием;
- отработка независимых или скоординированных действий в виртуальной среде по локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

### **2. Первичное тестирование:**

- проведение входного тестирования до приема на работу и отсев кандидатов, несоответствующих требованиям определенных профессий.

### **3. Оценка психофизиологического состояния сотрудников:**

- проведения систематического тестирования психофизиологического состояния сотрудников для аттестации их соответствия занимаемым должностям в соответствии с требованиями к психике и физиологии.

Использование виртуальных сцен стрессовых ситуаций с применением мониторинга физиологического и когнитивного состояния испытуемого позволит оценить следующие параметры:

- скорость переключения внимания;
- кратковременную, пространственную, зрительную память на объекты;
- вработываемость, истощаемость в условиях стресса;

- скорость реакции в условиях многокомпонентной задачи выбора;
- степень восстановления после кратковременного отдыха;
- длительность сохранения функций внимания;
- поддержания оптимального функционального состояния;
- адаптивность к условиям стрессовых ситуаций.

#### **4. Управлением персоналом, охрана и безопасность труда:**

- психофизиологическая диагностика профессионально значимых особенностей организма (свойств нервной системы и опорно-двигательного аппарата);
  - контроль функционального состояния организма сотрудника перед работой и в ее процессе;
  - разработка оптимальных режимов труда, отдыха, оценки утомляемости;
  - психологическая диагностика профессионально значимых качеств личности;
  - профотбор: диагностика профессиональных возможностей и соответствия особенностей личности требованиям профессии;
  - диагностика индивидуального стиля деятельности и профессионального «выгорания»;
  - оценка профессиональных возможностей с целью профотбора и профориентации, экспертиза трудоспособности, оценка степени ограничений способности к обучению или выполнению какой-либо деятельности.

Таким образом, совместная интеграция современных компьютерных технологий и передовых разработок в области психологии труда позволила разработать VR-тренажер, обладающего большими функциональными возможностями и сферами применения на предприятиях нефтегазовой отрасли. Уникальность данного проекта в том, что он может быть дополнен неограниченным количеством VR-модулей в соответствии с номенклатурой

профессий и задач для выполнения различных видов профессиональной деятельности, в которых нуждается предприятие.

### **Библиографический список:**

1. Wilson, C. J. The Use of Virtual Reality in Psychology: A Case Study in Visual Perception / C. J. Wilson, A. Soranzo // *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. – 2015. – Vol. 2015. – 7 P. – DOI: 10.1155/2015/151702 (12.01.2021).
2. Non-pharmacological intervention for memory decline / M. Cotelli, R. Manenti, O. Zanetti, C. Miniussi // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2012. – Vol. 6. – 17 P. – DOI: 10.3389/fnhum.2012.00046 (12.01.2021).
3. A Succinct Overview of Virtual Reality Technology Use in Alzheimer’s Disease / R. I. García-Betances, M. T. Arredondo Waldmeyer, G. Fico, M. F. Cabrera-Umpiérrez // *Frontiers in Aging Neuroscience*. – 2015. – Vol. 7. – 8 P. – URL: <http://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00080> (12.01.2021 г.).
4. Non-pharmacological intervention for memory decline / M. Cotelli, R. Manenti, O. Zanetti, C. Miniussi // *Frontiers in Human Neuroscience*. – 2012. – Vol. 6. – 17 P. – doi: 10.3389/fnhum.2012.00046 (12.01.2021).
5. Bartolome, N. A. Innovative system for cognitive brain enhancement and language disorders treatment using a virtual reality environment / N. A. Bartolome, B. G. Zapirain, A. Mendez // *The 17th International Conference on Computer Games*. – Louisville, 2012. – P. 120–124.
6. Общие вопросы применения метода БОС: сб. ст. / НОУ «Институт биологической обратной связи». – СПб.: ЗАО «Биосвязь», 2008. – 102 с.
7. Boletsis, C. Augmented reality cube game for cognitive training: an interaction study / C. Boletsis, S. Mccallum // *Stud. Health Technol. Inform.* – 2014. – Vol. 200. – P. – 81–87. DOI 10.3233/978-1-61499-393-3-81.

8. Yee, N. Psychological research in virtual worlds / N. Yee. – 2007. – URL: <http://bps-research-digest.blogspot.com/2007/06/psychological-research-in-virtual.html> (12.01.2021).
9. Ya, K. Virtual reality for Neuropsychological diagnosis and rehabilitation: A Survey / K. Ya, Z. Xu, M. Stigant // In Proceedings of the Seventh International Conference on Information Visualization. IEEE Computer Society. – Washington, 2003. – P. 158–163.
10. Technologies of virtual reality in the context of world-wide and Russian psychology: methodology, comparison with traditional methods, achievements and perspectives / Yu. P. Zinchenko, G. Ya. Menshikova, Yu. M. Bayakovsky [et al.] // Psychology in Russia: State of the Art. – M., 2010. – P. 11–45.
11. Psychophysiological changes by navigation in virtual reality / Y. Kim, H. J. Kim, H. D. Ko, H.T. Kim // Engineering in Medicine and Biology Society: proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE. – 2001. – P. 3773–3776.
12. Авербух, В.Л. Исследование психологических состояний пользователей сред виртуальной реальности / В.Л. Авербух, Н. В. Авербух. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/320245550\\_Issledovanie\\_psihologiceskih\\_sostoanij\\_polzovatelej\\_sred\\_virtualnoj\\_realnosti](https://www.researchgate.net/publication/320245550_Issledovanie_psihologiceskih_sostoanij_polzovatelej_sred_virtualnoj_realnosti) (22.11.2019 г).
13. Авербух, Н. В. Феномен присутствия и его влияние на эффективность решения интеллектуальных задач в средах виртуальной реальности / Н.В. Авербух, А.А. Щербинин // Психология. Журнал Высшей школы экономики. – 2011. – Т. 8, № 4. – С. 102–119.
14. Biofeedback Reaction-Time Training: Toward Olympic Gold / R. H. Harvey, M. K. Beauchamp, M. Saab, P. Beauchamp // Biofeedback. – 2011. – Vol. 39 (1). – P. 7–14.
15. Kolayis, H. Using EEG biofeedback in karate: The relationship among anxiety, motivation and brain waves / H. Kolayis // Archives of Budo. – 2012. – Vol. 8. – P. 13 – 18. DOI: 10.12659/AOB.882446.

16. Neurofeedback training for young athletes / A. V. Kovaleva, K. A. Bochaver, A.V. Kvitchasty, V.N. Kasatkin // International Journal of Psychophysiology. – 2012. – Vol. 85. – P. 397–397.

17. Paul, M. Role of Biofeedback in Optimizing Psychomotor Performance in Sports / M. Paul, K. Garg, J. Singh Sandhu // Asian Journal of Sports Medicine. – 2012. – Vol. 3 (1). – P. 29–40.

18. Ковалева, А.В. Исследование произвольной экстренной мобилизации нервной системы спортсмена в результате симуляции его профессиональной деятельности / А.В. Ковалева, А.В. Квитчастый // Спортивный психолог. – 2016. – Т. 2, № 41. – С. 5–10.