

---

УДК 796.01:612

ББК 75.0

Ш 31

**Шаханова А.В.**

*Доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой физиологии факультета естествознания, проректор по научной работе Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 52-48-55, e-mail: Dissagu@yandex.ru*

**Беданоква Л.Ш.**

*Аспирант кафедры физиологии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-39-38, e-mail: coralmed01@yandex.ru*

**Особенности влияния спортивных нагрузок различной тренировочной направленности на параметры когнитивных вызванных потенциалов в ситуации внимания**  
(Рецензирована)

**Аннотация**

*Исследованы когнитивные функции по методике P300 в ситуации случайно возникающего события («odd-ball» paradigm, J. Polich, 1993) при использовании стимулов трех модальностей (реверсивный шахматный паттерн, тоновый щелчок и светодиодная вспышка). В группах квалифицированных спортсменов-дзюдоистов и баскетболистов определены показатели межпиковых промежутков N200-P300, характеризующие влияние спортивных физических нагрузок различной тренировочной направленности на объем и эффективность использования оперативной памяти. Полученные результаты представляют интерес в плане комплексного отбора наиболее подготовленных спортсменов для участия в соревнованиях, определения эффективности тренировочного процесса в ходе мониторинга индивидуальных показателей когнитивных вызванных потенциалов.*

**Ключевые слова:** когнитивные вызванные потенциалы, межпиковые промежутки, быстрота узнавания и принятия решения, динамический шаблон, спортсмены-баскетболисты, спортсмены-дзюдоисты.

**Shakhanova A.V.**

*Doctor of Biology, Professor, Head of Physiology Department of Natural Science Faculty, Vice-Rector for Scientific Work, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 52-48-55, e-mail: Dissagu@yandex.ru*

**Bedanokova L.Sh.**

*Post-graduate student of Physiology Department of Natural Science Faculty, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-38, e-mail: coralmed01@yandex.ru*

**Features of influence of sports loads of the various training orientations on parameters of the cognitive evoked potentials related to the engagement of attention**

**Abstract**

*Cognitive functions are studied by means of P300 technique in a situation of casually arising event («odd-ball» paradigm, J. Polich, 1993) using stimuli of three modalities (a reverse chess pattern, tone click and flash of light). Indicators of N200-P300 interpeak intervals are defined in groups of qualified athletes – judoists and basketball players. These indicators show the influence of sports physical activities of various training orientations on volume and efficiency of use of operative memory. The obtained results are of interest for complex selection of the most trained athletes to participate in competitions and to determine efficiency of training process during monitoring of individual indicators of the cognitive evoked potentials.*

**Keywords:** the cognitive evoked potentials, interpeak intervals, speed of recognition and decision making process, dynamic template, athletes-basketball players, athletes-judoists.

---

## Введение

Процесс восприятия играет важнейшую роль в обеспечении взаимодействия с внешней средой, а также в формировании когнитивной деятельности человека. Процесс восприятия – сложный системный акт, в котором можно выделить ряд стадий, и в частности, стадию приема и выделения отдельных признаков сигнала, стадию сравнения этих признаков между собой и с внутренним эталоном, хранящемся в памяти, стадию создания адекватной гипотезы о характере стимула и отнесение его к определенной категории (перцептивное решение) и, наконец, стадию принятия решения (выбор реакции) и организации ответа [1, 2]. Согласно одним представлениям, эти стадии последовательно сменяют друг друга, иначе говоря, следующая стадия наступает только после окончания предыдущей (модель исчерпывающего поиска), с другой точки зрения, два процесса могут идти параллельно (модель «само оканчивающегося» поиска) [2].

Важную роль в обеспечении быстроты протекания перечисленных когнитивных процессов, и как следствие – быстроты принятия решения, играют объем оперативной памяти и эффективность ее использования. В связи с этим, выявление у студентов, занимавшихся и не занимавшихся спортом, особенностей использования оперативной памяти при выполнении сенсорно-специфических операций в ответ на стимулы различной модальности является перспективным подходом к изучению одной из актуальных проблем современной физиологии спорта – развития физических резервов быстроты реакций.

Методика Р300 может использоваться для изучения особенностей мозговых механизмов принятия решения, поскольку отражает нейрональные процессы, связанные с вовлечением регуляторных ретикулоталамических систем, лимбических и неокортикальных структур, обеспечивающих направленное внимание и кратковременную память [3, 4].

## Материалы и методы

Обследовано на добровольной основе 50 студентов: 15 студентов в возрасте 17-20 лет, занимавшихся баскетболом в режиме секционных занятий (1 и 2 взрослый разряд); 15 спортсменов-дзюдоистов в возрасте 18-20 лет (кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта), тренировавшихся на базе института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета. Спортивный стаж испытуемых баскетболистов в среднем составлял  $3,8 \pm 0,5$  года, а дзюдоистов –  $8,9 \pm 0,5$  лет. Контрольную группу составляли 20 студентов II-IV курсов факультета естествознания Адыгейского государственного университета с традиционным двигательным режимом (2 часа физической культуры в неделю).

Все испытуемые были правшами и правостойками с минимально различающимися уровнями тревожности и интеллектуального развития.

Определение когнитивных показателей осуществлялось по методике Р300 в ситуации случайно возникающего события («odd-ball» paradigm, J. Polich, 1993) с помощью компьютерного комплекса «Нейро-МВП-8» (фирма «НейроСофт», г. Иваново). Использовались отведения О1-А1 и О2-А2 при записи со зрительными стимулами и Т3-А1, Т4-А2 при записи со слуховыми стимулами. Также при записи со зрительными и слуховыми стимулами накладывались еще 6 электродов, позволяющие сделать следующие записи: С3-А1, С4-А2, Fp1-А1, Fp2-А2, P3-А1, P4-А2 по международной схеме 10-20%. Заземляющий электрод – Fpz, чувствительность – 5 мкВ/деление, полоса частот – 0,5-30 Гц, эпоха анализа – 700 мс. Переходное сопротивление электродов – не выше 10 кОм. Предварительно испытуемым дана инструкция нажимать на кнопку при

---

предъявлении каждого значимого стимула. Исследование проводилось в полузатемненной лаборатории.

Исследовались длительность и амплитуда межпикового промежутка N200-P300.

Условия, используемые для выявления P300 на паттерн: стимуляция – бинокулярная с фиксацией взгляда на центральную красную размером в 4 угл' точку 17 дюймового экрана, расстояние от экрана до глаз исследуемого – 2 м, период между стимулами – 1 с, частота реверсии шахматных паттернов – 1 Гц, размер ячеек паттерна для значимого стимула – 48 угл', а для незначимого стимула – 24 угл'.

Условия, используемые для выявления слухового P300: стимуляция – бинауральная, при закрытых глазах, длительность стимула – 50 мс, интенсивность – 80 дБ, период между стимулами – 1 с, частота тона для значимого стимула – 2000 Гц, а для незначимого стимула – 1000 Гц [5].

Условия, используемые для выявления P300 на вспышку: стимуляция – бинокулярная при закрытых глазах, длительность значимого стимула – 20 мс, незначимого – 10 мс, период между стимулами – 1 с, яркость для значимого стимула – 2,8 lg, а для незначимого – 0,0 lg. В связи с различной длительностью вспышек и периодов между ними усвоения ритма при фоновой записи ЭЭГ не наблюдалось.

Статистический анализ данных проводился с использованием пакета программ «Statistica 7.0», «Microsoft Office Excel 2007», «OriginPro 8.1».

Результаты обрабатывались обычными методами вариационной статистики с использованием однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA test) при сравнении трех групп для нормально распределенных признаков. Перед проведением однофакторного дисперсионного анализа все данные подвергались анализу вида их распределения с помощью теста Шапиро-Уилка. В случае обнаружения различий показателей между группами при использовании ANOVA, проводилось парное сравнение групп с использованием *t*-критерия Стьюдента и применением поправки Бонферрони при оценке значения *p*.

### Результаты и их обсуждение

Исследование показателей длительностей межпикового интервала N200-P300 методом однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA test) в каждой из серий (с использованием стимула определенной модальности) показало, что спортивные нагрузки различной тренировочной направленности оказывают влияние на значения данного интервала: реверсивный шахматный паттерн ( $F(5,087)=28,6$ ,  $p=7,5E-09$ ,  $\alpha=0,01$ ), слуховой тон ( $F(5,087)=43,59$ ,  $p=1,97E-11$ ,  $\alpha=0,01$ ), светодиодная вспышка ( $F(5,087)=127,66$ ,  $p=1,01E-19$ ,  $\alpha=0,01$ ). С учетом поправки Бонферрони, можно говорить о том, что у баскетболистов по сравнению с прочими группами студентов достоверно ( $p<0,0167$ ) лучшие показатели во всех трех исследованиях. Вместе с тем, достоверно ( $p<0,0167$ ) лучшие результаты при ответе в ситуации внимания на все три вида стимуляции в группе квалифицированных дзюдоистов в сравнении с группой студентов, не занимавшихся спортом (рис. 1).

Интервал N200-P300 вызванного потенциала P300 связан с объемом и эффективностью использования оперативной памяти [3, 6]. Ряд авторов подчеркивает связь данного показателя с направленным вниманием, играющим важную роль в адекватном распределении ресурсов памяти между процессами обработки входящих стимулов [5, 7]. Полученные результаты, по-видимому, свидетельствуют о стимулирующем влиянии занятий указанными видами спорта, особенно баскетболом, на развитие способностей к эффективному использованию оперативной памяти и умению быстро концентрироваться на поставленной задаче. При этом лучшие показатели в группе баскетболистов

по сравнению с квалифицированными дзюдоистами могут быть связаны с большей динамичностью данного вида спорта и, как следствие, большей тренированностью данных навыков. В тоже время, высокая квалификация дзюдоистов, как правило, сопряженная с развитой способностью концентрировать внимание на поставленной задаче, позволяет им эффективнее задействовать ограниченный объем оперативной памяти [2]. Этот факт подтверждается литературными данными об увеличении амплитуды компонентов вызванных потенциалов и сокращении их латентности в ситуации внимания испытуемых к стимулу [8]. Все это, по-видимому, объясняет достоверно лучшие показатели использования оперативной памяти у спортсменов-дзюдоистов в сравнении со студентами, не занимающимися спортом.

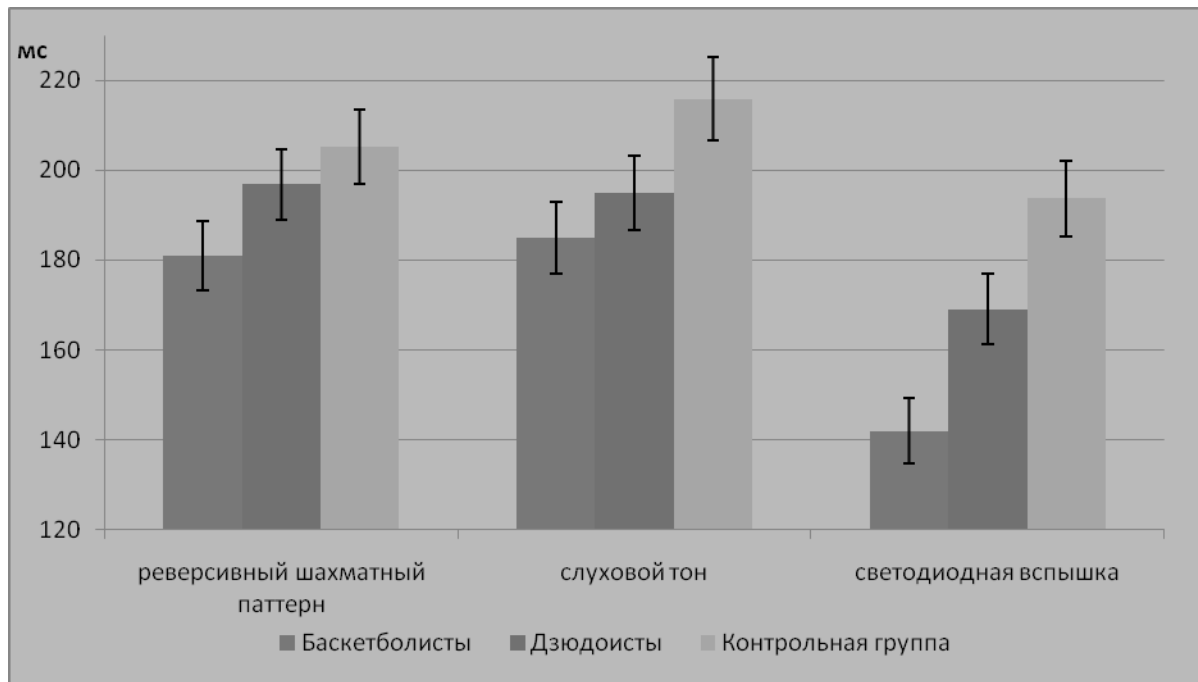


Рис. 1. Длительность интервалов N200-P300 в группах баскетболистов, дзюдоистов и не занимавшихся спортом студентов

Исследование показателей амплитуды межпикового интервала N200-P300 методом однофакторного дисперсионного анализа (one-way ANOVA test) в каждой из серий (с использованием стимула определенной модальности) показало, что спортивные нагрузки различной тренировочной направленности оказывают влияние на значения данного интервала: реверсивный шахматный паттерн ( $F(5,087)=5,212, p=0,009028, \alpha=0,01$ ), слуховой тон ( $F(5,087)=10,80, p=0,000138, \alpha=0,01$ ), светодиодная вспышка ( $F(5,087)=5,232, p=0,008882, \alpha=0,01$ ). С учетом поправки Бонферрони, можно говорить о том, что у спортсменов по сравнению с группой студентов, не занимавшихся спортом, достоверно ( $p<0,0167$ ) лучшие показатели во всех трех исследованиях. При этом, между группами спортсменов отсутствовала значимая разница в результатах этого показателя на все три вида стимуляции (рис. 2).

При актуализации мотивации наблюдается тенденция к увеличению амплитуды компонентов N200 и P300 и сокращению латентного периода [9, 10]. Более того, Х. Хекхаузен [9] отмечал, что, начиная с определенного (высокого) уровня природных способностей, улучшение интеллектуальных достижений проявляется в большей степени благодаря росту мотивации. В связи с этим, полученные лучшие показатели амплитуды и латентности межпикового интервала N200-P300 в группах спортсменов, по

сравнению с группой не занимавшихся спортом студентов, вероятно, могут объясняться у первых большей мотивацией к достижению высоких результатов, вырабатываемой в процессе тренировочной деятельности. Кроме того, согласно общей теории установки [11-13] у спортсменов происходит повышение порога зрительного и слухового опознавания для незначимой внешней афферентации благодаря их повседневной тренировочной деятельности.

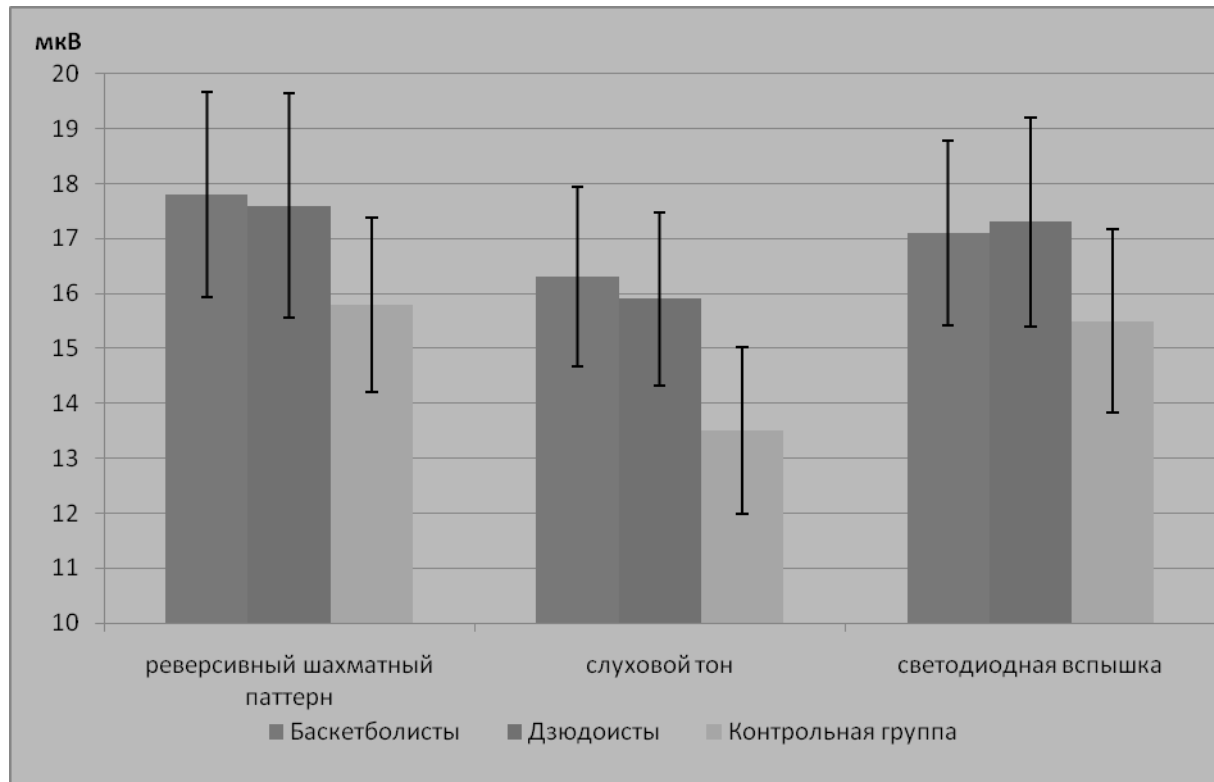


Рис. 2. Амплитуда интервалов N200–P300 в группах баскетболистов, дзюдоистов и не занимавшихся спортом студентов, мс

Помимо указанных факторов, на увеличение амплитуды межпикового интервала N200-P300, по-видимому, оказывает влияние большая степень синхронизации ритмической активности (ЭЭГ) у студентов-баскетболистов и квалифицированных дзюдоистов, что увеличивает способности к мобилизации ресурсов центральной нервной системы и обеспечивает успешное выполнение ими когнитивных тестов. У занимавшихся спортом на фоне концентрации внимания при прохождении исследования феномен утомления и связанные с ним изменения биоэлектрической активности развиваются медленней, чем у нетренированных [14]. Это обеспечивало им лучшие результаты на протяжении всех трех видов исследования.

Следует подчеркнуть, что увеличение амплитуды и уменьшение длительности интервалов N200-P300, свидетельствует об ускорении процессов переработки информации у спортсменов по сравнению с нетренированными испытуемыми. Это согласуется с мнением ряда авторов [15].

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о более эффективном использовании ресурсов оперативной памяти в группе баскетболистов при исследовании когнитивных вызванных потенциалов при предъявлении всех трех видов стимулов в сравнении с группой дзюдоистов и особенно со студентами, не занимавшимися спортом. Сравнительный анализ показал, что в группе дзюдоистов также наблюдается более

---

эффективное функционирование оперативной памяти и более развитая способность к распределению внимания в сравнении с группой не занимавшихся спортом студентов. Указанные различия, по-видимому, объясняются большей мотивацией у спортсменов, повышением порога слухового и зрительного опознания для незначимой афферентации, медленнее развивающимся утомлением при выполнении заданий, большей степенью пространственной синхронизации ритмической активности ЭЭГ у спортсменов вне зависимости от вида указанных спортивных тренировок.

Полученные результаты могут быть использованы в комплексе с другими исследованиями для отбора наиболее подготовленных спортсменов для участия в основном составе на соревнованиях, определения эффективности тренировочного процесса в ходе мониторинга индивидуальных показателей когнитивных вызванных потенциалов.

### Примечания:

1. Бетелева Т.Г. Нейрофизиологические механизмы зрительного восприятия (онтогенетические исследования). М.: Наука, 1983. 176 с.
2. Величковский Б.М. Когнитивная наука. Основы психологии познания: в 2 т. М.; Смысл: Изд. центр «Академия», 2006. Т. 1. С. 448.
3. Опыт применения вызванных потенциалов в клинической практике / под ред. В.В. Гнездицкого, А.М. Шамшиновой. М.: МБН, 2001. С. 480.
4. Алешина Е.Д., Коберская Н.Н., Дамулин И.В. Когнитивный вызванный потенциал Р300: методика, опыт применения, клиническое значение // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2009. Т. 109, № 8. С. 77-84.
5. Кожевникова И.С., Джое Ю.С. Когнитивные вызванные потенциалы Р300 у детей с высоким уровнем тревожности // Экология человека. 2011. № 5. С. 49-54.
6. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография с элементами эпилептологии. М.: МЕДпресс-информ, 2004. 368 с.
7. Нарушение когнитивных функций у детей: нейрофизиологическая оценка и коррекция / С.К. Евтушенко, Т.М. Морозова, Е.П. Шестова, А.А. Трибрат, А.В. Морозова // Междунар. неврол. журн. 2010. № 1 (31). С. 64-70.
8. Hansen J.C., Hillyard S.A. Temporal dynamics of human auditory selective attention // Psychophysiology. 1988. No. 25. P. 316-329.
9. Хекхаузен Х. Психология мотивации достижения. СПб.: Речь, 2001. С. 240.
10. Шевченко И.Г., Воробьева Е.В., Чистякова В.В. Событийно-связанные потенциалы мозга (Р300) и интеллект: психогенетический подход к изучению когнитивно-

### References:

1. Beteleva T.G. Neurophysiological mechanisms of visual perception (ontogenetic researches). M.: Nauka. 1983. 176 pp.
2. Velichkovskiy B.M. Cognitive science. Foundations of cognition psychology: in 2 vol. M.; Smysl: «Akademia» publishing center, 2006. Vol. 1. P. 448.
3. Experience of application of evoked potentials in clinical practice / ed. by V.V. Gnezditskiy, A.M. Shamshinova. M.: MBN, 2001. P. 480.
4. Aleshina E.D., Koberskaya N.N., Damulin I.V. The cognitive evoked potential of R300: technique, experience of application, clinical value // Journal of neurology and psychiatry of S.S. Korsakov. 2009. Vol. 109, No. 8. P. 77-84.
5. Kozhevnikova I.S., Dzhoe Yu.S. The cognitive evoked potentials of R300 of children with the high level of anxiety // Human Ecology. 2011. No. 5. P. 49-54.
6. Zenkov L.R. Clinical electroencephalography with epileptology elements. M.: MEDpress-inform, 2004. 368 pp.
7. The cognitive dysfunctions of children: neurophysiological assessment and correction / S.K. Evtushenko, T.M. Morozova, E.P. Shestova, A.A. Tribirat, A.V. Morozova // International neurology journal. 2010. No. 1 (31). P. 64-70.
8. Hansen J.C., Hillyard S.A. Temporal dynamics of human auditory selective attention // Psychophysiology. 1988. No. 25. P. 316-329.
9. Hekhausen H. Psychology of achievement motivation. SPb.: Rech, 2001. P. 240.
10. Shevchenko I.G., Vorobeve E.V., Chistyakova V.V. Event-connected potentials of brain (P300) and intellect: psychogenetic approach to the study of a cognitive component

- 
- го компонента // Северо-Кавказский психологический вестник. Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 2006. № 3. С. 28-38.
11. Узнадзе Д.Н. Экспериментальные основы психологии установки // Экспериментальные исследования по психологии установки. Тбилиси: Изд-во АН ГССР, 1958. С. 5.
12. Костандов Э.А. Зависимость неосознаваемого восприятия от доминирующей мотивации и эмоции // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 1994. № 2. С. 103.
13. Velmans M. How could conscious experiences affect brains? // Journal of Consciousness Studies. 2002. No. 11. P. 3-29.
14. Корюкалов Ю.И., Марокко Д.А. Особенности биоэлектрической активности мозга при когнитивной деятельности у спортсменов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Образование, здравоохранение, физическая культура. 2006. Вып. 7. С. 80-83.
15. Капилевич Л.В., Замулина Е.В., Шилько В.Г. Зрительные и когнитивные вызванные потенциалы головного мозга у спортсменов // Теория и практика физической культуры. 2007. № 3. С. 59-61.
- // The North Caucasian psychological bulletin. Rostov-on-Don: RGU, 2006. No. 3. P. 28-38.
11. Uznadze D.N. Experimental foundations of psychology of attitude // Experimental research on the psychology of attitude. Tbilisi: AN of the GSSR publishing house, 1958. P. 5.
12. Kostandov E.A. Dependence of extramental perception on dominant motivation and emotions // The Bulletin of the SPb. University. Series 3. Biology. 1994. No. 2. P. 103.
13. Velmans M. How could conscious experiences affect brains? // Journal of Consciousness Studies. 2002. No. 11. P. 3-29.
14. Koryukalov Yu.I., Marocco D.A. The features of bioelectric activity of brain at cognitive activity of athletes // The Bulletin of the Southern Ural State University. Series Education, health care, physical culture. 2006. Iss. 7. P. 80-83.
15. Kapilevich L.V., Zamulina E.V., Shilko V.G. The visual and cognitive evoked potentials of athletes' brain // Theory and practice of physical culture. 2007. No. 3. P. 59-61.