

**УДК 612.821**

**ПОКАЗАТЕЛИ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
И ОСОБЕННОСТИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА В  
РАЗНЫЕ ГОДЫ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ**

*Яценко М. В.*

*ФГБОУ ВО Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия  
E-mail: e.yatsenko@mail.ru*

Проведена оценка динамики показателей умственной работоспособности и нейрофизиологических механизмов их обеспечения у студентов 1–3 курсов обучения. Анализ результатов, полученных на одних и тех же студентах, позволил сделать заключение о том, что показатели объема и скорости переработки информации увеличивают свои показатели из года в год. Данная тенденция наблюдается на фоне достоверного снижения амплитуды, мощности, индекса дельта-ритма и увеличения его частоты, кроме того, в исследуемый период возрастает значение индекса бета-ритма, а также наблюдается увеличение значения мощности тета-ритма у студентов 1-го и 3-го курсов.

**Ключевые слова:** умственная работоспособность, ритмы электроэнцефалограммы, студенты.

**ВВЕДЕНИЕ**

Современные условия образовательного процесса предъявляют учащимся, особенно на первом этапе, высокие требования к реализации качеств, отвечающих за процессы восприятия и переработку, запоминание и воспроизведение новой информации. Эффективность процесса адаптации определяется формирующимися функциональными системами, которые с одной стороны обеспечивают приспособительный результат, а с другой стороны – реализацию деятельности и сохранение постоянства внутренней среды организма [1]. При этом приспособление к новым факторам образовательного процесса в вузе сопровождается комплексом адаптационных реакций, которые вызывают напряжение компенсаторных систем организма [2].

От того, насколько успешно проходит адаптация к новым условиям, будет зависеть не только уровень подготовки специалиста, но и состояние систем организма, задействованных в данном процессе. Это определяет актуальность исследований, направленных на изучение механизмов адаптации к учебной деятельности, результаты которых могут использоваться как для повышения успешности усвоения новой информации, так и для сохранения ресурсов организма, обеспечивающих здоровье студентов.

Результат, формирующихся при адаптации функциональных систем, отражается в функциональном состоянии организма, которое представляет собой характеристики процессов, свойств и качеств, обуславливающих уровень

активности систем и эффективность деятельности [3–6]. Функциональное состояние нервной системы, ее активность соответствует виду выполняемой деятельности, и каждому состоянию соответствует качественная специфичность структуры церебральной нейронной сети [3], что проявляется в характеристиках биоэлектрической активности мозга.

В связи со сказанным, целью настоящей работы явилось изучение умственной работоспособности и биоэлектрической активности мозга в разные годы обучения у одних и тех же студентов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе настоящего исследования было проведено сравнение показателей умственной работоспособности и биоэлектрической активности мозга у студентов на 1-м, 2-м и 3-м курсе обучения. Во всех замерах день недели был понедельник. В исследовании приняли участие одни и те же студенты: 16 человек (девушки 17–21 года) на первом курсе, втором курсе и на третьем курсе.

Оценка умственной работоспособности проводилась с помощью буквенных таблиц Бурдона – Анфимова [7]. Рассчитывались следующие показатели:

- объем обработанной информации ( $V$  – количество просмотренных букв);
- скорость обработки информации ( $S$  – количество просмотренных букв за одну минуту);
- точность ( $ПТ = \frac{\text{количество зачеркнутых букв}}{\text{количество зачеркнутых букв} + \text{количество ошибок}}$ ).

Продолжительность корректурной пробы составляла 2 минуты, при этом показатель объема определялся за все время проведения пробы, а показатель скорости – только за вторую минуту, чтобы исключить влияние на результат эффекта вработывания.

Регистрация ЭЭГ велась с помощью прибора «Энцефалан 131-03», модификация 10 («Медиком», Россия), от 21 отведений, монополярно, по международной системе 10–20, в положении сидя, в состоянии спокойного бодрствования при открытых и закрытых глазах. Референтные электроды крепились к мочкам ушей.

Для дифференциации артефактов ЭЭГ одновременно проводилась регистрация вертикальной и горизонтальной электроокулограмм, электрокардиограммы и электромиограммы. Регистрировали четыре основных диапазона составляющих ЭЭГ: дельта – 0,3–4 Гц, тета – 4–8 Гц, альфа – 8–13 Гц, бета – 13–30 Гц, при этом показатели дельта-, тета- и бета-ритмов определялись в пробе с открытыми глазами, а показатели альфа-ритма – с закрытыми глазами. Длительность анализируемых участков ЭЭГ составляла 15–20 секунд. Используя программное обеспечение прибора по всем каналам в диапазоне от 0,3 Гц до 30 Гц, определяли следующие характеристики ритмов электроэнцефалограммы:

- абсолютные значения амплитуд ( $A3A$ ) по выбранным частотным диапазонам ( $\mu\text{кВ}$ );
- абсолютные значения мощностей ( $A3M$ ) – площадь под соответствующим участком спектрограммы по выбранным частотным диапазонам ( $\mu\text{кВ}^2/\text{Гц}$ );

- значения доминирующих частот (ЗДЧ) по выбранным частотным диапазонам
- частоты, соответствующие максимуму на участке спектрограммы (Гц);
- индексы альфа-, бета-, дельта- и тета-ритмов отражают выраженность данных частотных компонентов в ЭЭГ.

В качестве интегративного показателя функционального состояния использовались усредненные характеристики ритма ЭЭГ с целью выявления общемозговых характеристик [8].

Математическая обработка материалов проводилась с помощью пакета программ «SPSS v.13».

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенный анализ полученных результатов выявил наличие сходных особенностей показателей объема и скорости переработки информации в разные годы исследований: как объем, так и скорость увеличивают свои показатели из года в год (рис. 1). Причем имеют место достоверные различия ( $p < 0,05$ ) между первым и последним годами. При сравнении показателя точности в трех замерах достоверных различий между ними обнаружено не было.

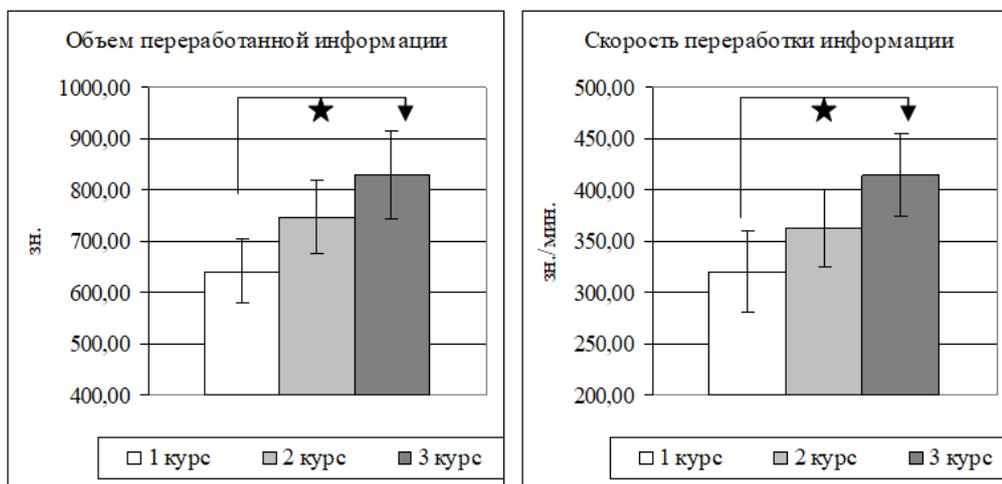


Рис. 1. Показатели умственной работоспособности в разные годы обучения (\* – статистически значимые различия при  $p < 0,05$ )

Поскольку в разные годы в замерах участвовали одни и те же студенты в период их обучения на 1-м, 2-м и 3-м курсе, то обнаруженные особенности динамики умственной работоспособности студентов можно связать с процессами долговременной адаптации к вузу.

Можно предположить, что причиной таких результатов было то функциональное состояние перед выполнением теста на умственную работоспособность, в котором находились испытуемые на момент измерений.

Анализ биоэлектрической активности мозга обнаружил достоверные различия в исходном состоянии (рис. 2). Практически все характеристики ЭЭГ в дельта-диапазоне имели достоверные различия ( $p < 0,05$ ) между первым и последним замером.

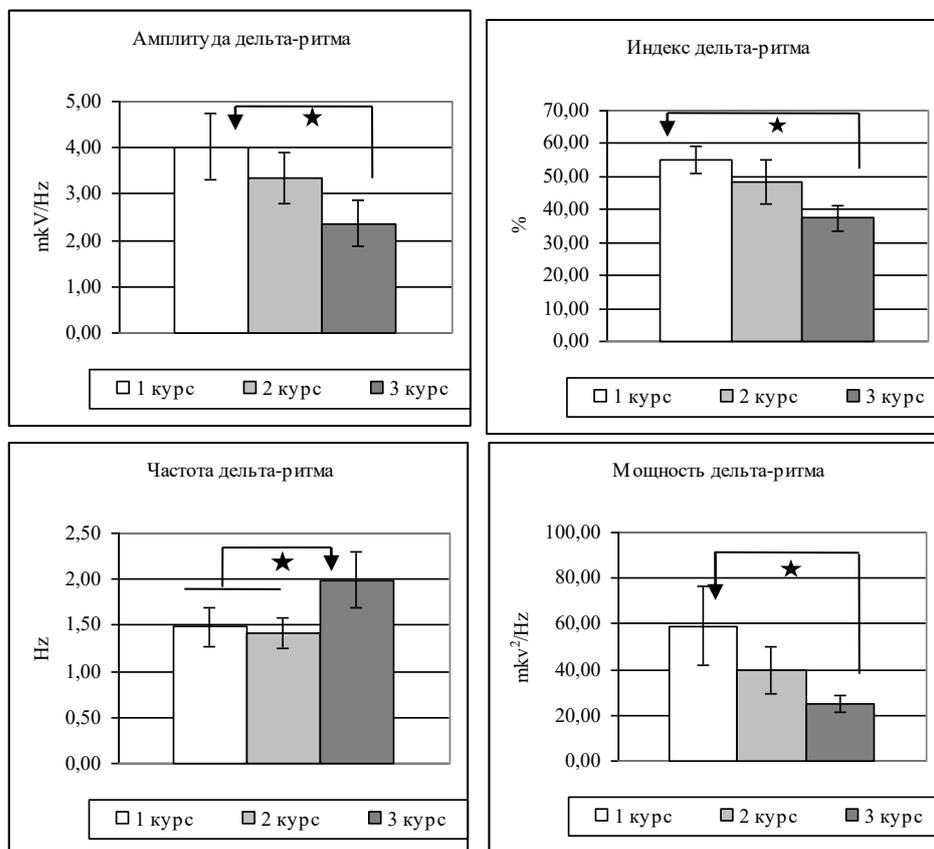


Рис. 2. Показатели дельта-активности в разные годы обучения (\* – статистически значимые различия при  $p < 0,05$ )

Первый замер характеризовался высокими значениями амплитуды, мощности, индекса дельта-ритма и низким значением его частоты в противоположность последнему замеру, т. е. исходное состояние испытуемых в первом замере характеризовалось наличием выраженных тормозных влияний на кору головного мозга со стороны подкорковых структур. В последнем же замере исходное функциональное состояние головного мозга характеризовалось снижением значимости дельта-активности и повышением выраженности бета-ритма, т. е. смещением нервных процессов в сторону возбуждения.

Этот факт подтверждает также наличие более высокого ( $p < 0,05$ ) значения показателя бета-индекса в последнем замере (рис. 3). Кроме этого, достоверные различия ( $p < 0,05$ ) проявились в выраженности тета-ритма, высокие значения,

которого имели место в первом и последнем замере, низкие – во втором (рис. 3). Это может свидетельствовать о преобладании активирующих влияний на кору мозга со стороны не только таламо-кортикальной, но и лимбической систем [9–12].

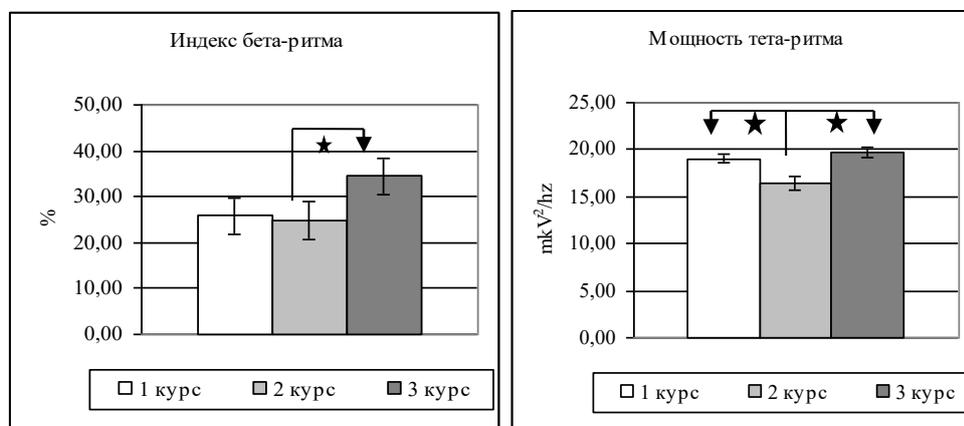


Рис. 3. Показатели бета- и тета-активности в разные годы исследования (\* – статистически значимые различия при  $p < 0,05$ ).

Можно предположить, что различия исходного состояния биоэлектрической активности головного мозга в разные годы исследований отразились на особенностях обеспечения умственной деятельности студентов. Лица с наличием выраженных тормозных влияний на кору головного мозга имеют низкие значения показателей объема и скорости переработки информации [13]. Кроме того, в литературе присутствуют данные о низком функциональном уровне состояния нервной системы у студентов 1 курсов [14], которые получены на основании исследований показателей времени простой зрительно-моторной реакции. У студентов старших курсов наблюдаются возрастание показателей силы и подвижности нервных процессов [15], что может свидетельствовать о снижении влияния процессов торможения на нервную систему. Также отмечается повышение адаптационных резервов студентов к третьему году обучения [16], что можно объяснить тем, что стадия формирования адаптации студентов имеет продолжительность с первого по второй курс обучения, а к третьему и четвертому курсу формируется уже устойчивая адаптации [17].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, полученные результаты позволили проследить динамику показателей умственной работоспособности и нейрофизиологические механизмы их обеспечения у студентов 1–3 курсов обучения. Анализ результатов, полученных на одних и тех же студентах в период их обучения на 1-м, 2-м и 3-м курсе, позволил сделать заключение о том, что показатели объема и скорости переработки информации увеличивают свои показатели из года в год, причем имеют место

достоверные различия ( $p < 0,05$ ) между первым и последним годами. Данная тенденция наблюдается на фоне достоверного снижения амплитуды, мощности, индекса дельта-ритма и увеличения его частоты, что свидетельствует об уменьшении влияния процессов торможения на кору мозга. Кроме того, в исследуемый период возрастает значение индекса бета-ритма, что указывает на смещение нервных процессов в сторону возбуждения. Также на этом фоне отмечаются высокие значения мощности тета-ритма у студентов 1-го и 3-го курсов.

### Список литературы

1. Медведев В. И. Адаптация человека / В. И. Медведев. – СПб.: Институт мозга человека РАН, 2003. – 584 с.
2. Спицин А. П. Особенности адаптации студентов младших курсов медицинского вуза к учебной деятельности / А. П. Спицин // Гигиена и санитария. – 2002. – № 1. – С. 47–49.
3. Данилова Н. Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний / Н. Н. Данилова. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 192 с.
4. Зинченко В. П. Большой психологический словарь / В. П. Зинченко, Б. Г. Мещеряков. – М., СПб.: АСТ-Москва; Прайм-Еврознак, 2008. – 868 с.
5. Леонова А. Б. Психодиагностика функциональных состояний человека / А. Б. Леонова. – М.: Изд-во МГУ, 1984. – 186 с.
6. Медведев В. И. Функциональные состояния работающего человека [Эргономика: принципы и рекомендации. Метод. руководство] / В. И. Медведев. – М.: ВНИИТЭ, 1981. – С. 43–60.
7. Столяренко Л. Д. Основы психологии / Л. Д. Столяренко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1996. – 736 с.
8. Бердников Д. В. Психофизиологические особенности регуляции целенаправленной деятельности по восприятию и воспроизведению информации: Дисс... докт. мед. наук: спец. 19.00.02. «Психофизиология» / Бердников Д. В. – Курск, 2016. – 378 с.
9. Князев Г. Г. Осцилляции мозга и поведение человека: эволюционный подход [Методологические проблемы современной психологии: иллюзии и реальность. Материалы Сибирского психологического форума 16–18 сентября 2004.] / Г. Г. Князев – Томск: Изд-во ТГУ, 2004. – С. 570–576.
10. Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information / W. Klimesch // Trends in cognitive sciences. – 2012. – V. 16. – P. 606–617.
11. Morrison A. B. Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory / A. B. Morrison, J. M. Chein // Psychon Bull Rev. – 2010. – № 18. – P. 46–60.
12. Sherman S. M. Exploring the thalamus and its role in cortical function / S. M. Sherman, R. W. Guillery. – Cambridge, MA: MIT Press, 2005. – 497 p.
13. Голубева Э. А. Способности и индивидуальность / Э. А. Голубева. – М.: Прометей, 1993. – 305 с.
14. Халидова Л. М. Динамика психофизиологических показателей в период адаптации к вузовской среде / Л. М. Халидова, Л. И. Губарева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 1–8.
15. Литвинова Н. А. Роль индивидуальных психофизиологических особенностей в адаптации к умственной деятельности / Н. А. Литвинова, Э. М. Казин, С. Б. Лурье, О. В. Булатова // Вестник КемГУ. – 2011. – № 1. – С. 141–147.
16. Захаров Н. Е. Психофизиологические аспекты адаптации организма студентов в процессе вузовского обучения / Н. Е. Захаров, М. В. Захарова, Г. П. Золотникова, Т. А. Скачкова, В. Э. Сизаева // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2017. – № 6 (148). – С. 249–253.
17. Засядько К. И. Динамика показателей психофункционального состояния студентов вуза в ходе их адаптации к процессу обучения [Взаимодействие науки и общества: проблемы и перспективы: сборник статей Международной научно-практической конференции (5 ноября 2016 г. в г. Волгоград)] / К. И. Засядько, Д. Л. Опрошенко, Д. В. Красичков. – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – С. 190–192.

**INDICATORS OF MENTAL HEALTH AND CHARACTERISTICS OF  
BIOELECTRICAL BRAIN ACTIVITY IN DIFFERENT YEARS OF STUDY AT  
THE UNIVERSITY**

*Yatsenko M. V.*

*Altay State University, Barnaul, Russia  
E-mail: e.yatsenko@mail.ru*

Adaptation to new factors of the educational process in the university is accompanied by a complex of adaptive reactions that cause the tension of the compensatory systems of the body. The result, formed with the adaptation of functional systems, is reflected in the functional state of the organism, which is the characteristics of processes, properties and qualities that determine the level of activity of systems and efficiency of activity. The functional state of the nervous system corresponds to the type of activity, each state corresponds to the specificity of the structure of the cerebral neural network, which manifests itself in the characteristics of the bioelectric activity of the brain.

The aim of this work was to study the mental capacity and bioelectrical activity of the brain in different years of study in the same students.

In the course of this study, a comparison was made between the indices of mental capacity and brain bioelectric activity in students at the 1st, 2nd and 3rd years of study. In all experiments, the day of the week was Monday. The study involved the same students: 16 people (girls 17–21). Evaluation of mental performance with the help of Bourdon-Anfimov's letter tables. The indicators were calculated: the volume of processed information, the speed of processing information and accuracy. EEG registration using "Encephalan 131-03" device modification 10 (Medikom, Russia) from 21 channels. The equations of regression were calculated.

The results obtained allowed us to trace the dynamics of mental performance indicators and the neurophysiological mechanisms for their provision in students of 1–3 years of study. Analysis of the results obtained on the same students, during their studies at the 1st, 2nd and 3rd years, made it possible to conclude that the indicators of the volume and speed of processing information increase their performance from year to year, and, there are significant differences between the first and last years. This trend is observed against a background of a significant decrease in the amplitude, power, delta rhythm index and increase in its frequency, which indicates a decrease in the effect of inhibition on the cerebral cortex. In addition, the period under investigation increases the value of the beta rhythm index, which indicates a shift in the nervous processes toward excitation. Also, against this background, high values of the power of the theta rhythm for students of the 1st and 3rd courses are noted.

**Keywords:** mental capacity, the rhythms of the electroencephalogram, students.

References

1. Medvedev V. I. *Adaptation of the person*, 584 p. (SPb.: Institute of human brain RAS, 2003).
2. Spitsin A. P. Peculiarities of adaptation of students of younger courses of medical college to educational activity, *Hygiene and sanitation*, **1**, 47 (2002).
3. Danilova N. N. *Psychophysiological diagnostics of functional states*, 192 p. (Moscow: Moscow state University Publishing house, 1992).
4. Zinchenko V. P., Meshcheryakov B. G. *Great psychological dictionary*, 868 p. (M., St. Petersburg: AST-Moscow; Prime-evroznak, 2008).
5. Leonova A. B. *Psychodiagnostics of human functional states*, 186 p. (M.: Moscow state University publishing House, 1984).
6. Medvedev V. I. Functional states of the working person, *Ergonomics: principles and recommendations. Method. Guide*, 43 (Moscow: VNIITE, 1981).
7. Stolyarenko L. D. *Basic of psychology*. — 736 p. (Rostov-on-don: Phoenix, 1996).
8. Berdnikov D. V. *Psychophysiological peculiarities of regulation of activities focused on perception and reproduction of information*: Diss. ... doctor. med. sciences, 378 p. (Kursk, 2016).
9. Knyazev G. G. brain Oscillations and human behavior: an evolutionary approach // Methodological problems of modern psychology: illusions and reality. The materials of the Siberian psychological forum September 16-18, 2004, 570 (Tomsk: Publishing house of TSU, 2004).
10. Klimesch W. Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information, *Trends in cognitive sciences*, **16**, 606 (2012).
11. Morrison A. B., Chein J. M. Does working memory training work? The promise and challenges of enhancing cognition by training working memory, *Psychon Bull Rev.*, **18**, 46 (2010).
12. Sherman S. M., Guillery R. W. *Exploring the thalamus and its role in cortical function*, 497 p. (Cambridge, MA: MIT Press, 2005).
13. Golubeva E. A. *Abilities and individuality*, 305 p. (M.: Prometheus, 1993).
14. Khalidova L. M., Gubareva L. I. Dynamics of psychophysiological indicators in the period of adaptation to the university environment, *Modern problems of science and education*, **1**, 1 (2014).
15. Litvinova N. A., Kazin E. M., Lurie B., Bulatov O. V. The role of individual psychophysiological characteristics in adaptation to mental activity, *Bulletin Of The KemSU.*, **1**, 141 (2011).
16. Zakharov N. E., Zakharova M. V., Zolotnikova G. P., Skachkova T. A., Isaeva V. E. Psychophysiological aspects of adaptation of students in the process of university education, *Scientific notes University P. F. Lesgafta*, **6 (148)**, 249 (2017).
17. Zasyadko K. I., Poloshchenko D. L., Krasichkov D. V. *Dynamics of indicators of psycho-functional status students of university in the course of their adaptation to the learning process*, Interaction of science and society: problems and prospects: collection of articles of the International scientific-practical conference (November 5, 2016 in Volgograd), 190 (Ufa: AETERNA, 2016).