

Е.Н. Николаева

ОСОБЕННОСТИ СВОЙСТВ НЕРВНЫХ ПРОЦЕССОВ И ВНИМАНИЯ У ПОДРОСТКОВ НА СЕВЕРЕ

Аннотация. Качество образования, являющееся основной задачей школьного образования, зависит от функционального состояния центральной нервной системы, от уровня развития когнитивных функций организма школьника. Подростковый период отличается обусловленного перестройкой гормональных и нервных механизмов регуляции напряжением функционального состояния организма. Изменение и становление свойств нервных процессов в этом возрасте приводит к активации или, наоборот, к снижению когнитивных функций, к изменению поведенческих и эмоционально-мотивационных систем мозга.

Целью данной работы является исследование особенностей нервных процессов, функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) по параметрам зрительно-моторной реакции и основных свойств внимания у подростков в зависимости от гендерной принадлежности в период учебной деятельности в условиях Севера. Объектом исследования выступили подростки, учащиеся 7 – 8 классов общеобразовательных школ г. Якутска, в количестве 58 человек (30 девочек, 28 мальчиков), средний возраст которых составляет $13,96 \pm 0,11$ лет. Для оценки функционального состояния центральной нервной системы и особенностей свойств нервных процессов использовали метод простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и реакции выбора (РВ) с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» (Иваново, Нейрософт). Основные свойства внимания (объем внимания, распределение и переключаемость внимания) исследовали с помощью методики красно-черных таблиц Шульте-Платонова на аппаратно-программном комплексе (АПК) «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Иваново, Россия).

Результаты наших исследований показали, что у более половины подростков всех исследуемых групп отмечается низкий уровень функционального состояния, что указывает на наличие процесса торможения в центральной нервной системе, состояния утомления, снижения психической работоспособности и когнитивной деятельности. Выявлено наличие различий по гендерной принадлежности. Так, у подростков отмечается наличие гендерных различий по всем параметрам простой зрительно-моторной реакции, преобладание инертности нервных процессов у девочек и преобладание неуравновешенности нервных процессов у мальчиков. Отмечено наличие достоверных гендерных различий также по таким свойствам внимания, как объем и распределение внимания.

Ключевые слова: адаптация, подростки, нейродинамические свойства, внимание, функциональное состояние, север, свойства внимания, сенсомоторные реакции, нервные процессы, когнитивные функции.

Е.Н. Nikolaeva

PROPERTIES OF THE NERVOUS SYSTEM AND ATTENTION IN ADOLESCENTS IN THE NORTH

Abstract. The quality of education, which is the main task of secondary education, depends on the functional state of the central nervous system, on the level of development of cognitive functions of the student's body. The teenage period is characterized by the stress of the functional state of the body due to the restructuring of hormonal and nervous regulation mechanisms. The change and formation of the properties of nervous processes

НИКОЛАЕВА Евгения Николаевна – к.б.н., доцент кафедры «Нормальная и патологическая физиология» медицинского института СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: en.nikolaeva@mail.ru, к.т. 8(964)4187396.

NIKOLAEVA Evgenia Nikolaevna – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Normal and Pathological Physiology, Institute of Medicine, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University. E-mail: en.nikolaeva@mail.ru, tel. +7(964)4187396.

at this age leads to activation or, conversely, to a decrease in cognitive functions, to a change in behavioral and emotional-motivational systems of the brain. The purpose of this work is to study the features of nervous processes, the functional state of the central nervous system according to the parameters of sensorimotor reaction and the main properties of attention in adolescents, depending on gender, during the period of educational activity in the North. The object of the study was teenagers, students of grades 7-8 of secondary schools in Yakutsk, in the number of 58 people (30 girls, 28 boys), whose average age is 13.96 ± 0.11 years. To assess the functional state of the central nervous system and the characteristics of the properties of nervous processes, the method of simple visual-motor reaction (PMR) and choice reaction (RV) was used using the hardware and software complex "NS-Psychotest" (Ivanovo, Neurosoft). The main properties of attention (volume of attention, distribution and switchability of attention) were investigated using the technique of the red-black tables of Schulte-Platonov at the agro-industrial complex "NS-Psychotest" (LLC "Neurosoft", Ivanovo, Russia).

The results of our research showed that more than half of the adolescents of all the studied groups have a low level of functional state, which indicates the presence of a process of inhibition in the central nervous system; a state of fatigue; a decrease in mental performance and cognitive activity. The presence of differences in gender identity was revealed. Thus, in adolescents, there are gender differences in all parameters of a simple visual-motor reaction, the predominance of inertia of nervous processes in girls and the predominance of imbalance of nervous processes in boys. The presence of significant gender differences is also noted in such properties of attention as the volume and distribution of attention.

Keywords: adaptation, adolescents, neurodynamic properties, attention, functional state, north, attention properties, sensorimotor reactions, nervous processes, cognitive functions.

Введение.

Комплекс экстремальных природно-климатических и социальных факторов требуют большего напряжения адаптационных механизмов и функционального состояния нервной системы организма в условиях Севера. Эффективность адаптации к условиям среды, уровень физического и психического развития, качество учебной деятельности зависит от функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС). Развитие информационно-технических систем, внедрение новых методик обучения оказывают дополнительное отрицательное влияние на функциональное состояние и качество когнитивных функций организма детей и подростков, отражаясь на свойствах ЦНС. Подростковый возраст, характеризующийся интенсивной перестройкой нервной системы, созреванием регуляторных и психологических систем мозга, отличается высоким напряжением всех регуляторных механизмов, в том числе нервной, определяющих особенности поведенческой и когнитивной деятельности [1, 2]. В связи с этим исследование особенностей функционального состояния нервной системы, параметров когнитивных функций и работоспособности нервной системы организма подростков, влияющих на качество обучения, является вопросом, не теряющим своей актуальности.

Время простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) многими исследователями рассматривается как интегральный показатель функционального состояния ЦНС, отражающий нейродинамические свойства нервной системы, уровень работоспособности и активации головного мозга [3, 4]. Взаимодействие и соотношение нервных процессов определяют их три основных свойства: силу возбуждения и торможения в ЦНС; подвижность, т.е. скорость, с которой возбуждение сменяет торможение и наоборот; уравновешенность, т.е. баланс между процессами возбуждения и торможения. Оптимальное соотношение нервных процессов и скоординированная деятельность физиологических систем организма способствует достижению высокого уровня умственной работоспособности [2, 5].

Согласно представлениям современной нейронауки, внимание, обеспечивая все познавательные процессы, является обязательным условием любой сознательной деятельности [6]. Как показывают исследования, для реализации деятельности обучения и восприятия материала необходим оптимальный уровень функционирования сенсорной и интеллектуальной систем мозга, обеспечивающих реализацию процессов внимания [5].

Таким образом, целью данной работы является исследование функционального состояния нервной системы и основных свойств внимания у подростков 13 – 14 лет в условиях Севера.

Материал и методы исследования.

Работа выполнена на базе медицинского института СВФУ им. М.К. Аммосова. В исследовании приняли участие учащиеся общеобразовательных школ г. Якутска – подростки в возрасте $13,96 \pm 0,11$ лет (30 девочек, 28 мальчиков). На момент проведения исследования все испытуемые были признаны практически здоровыми. Исследование проводилось в первой половине дня до 11 часов во время обычного учебного процесса.

Регистрация показателей сенсомоторных реакций проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», г. Иваново, Россия). Изучали показатели простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и сложной зрительно-моторной реакции – реакции выбора (РВ). Оценивали следующие параметры: 1) среднее время реакций (ВР ПЗМР и ВР РВ), отражающие среднюю скорость зрительно-моторных реакций: чем ниже значение ВР, тем выше скорость реакций; 2) среднее значение стандартного отклонения (SD), которое является показателем стабильности сенсомоторных реакций; 3) количество ошибок и коэффициент точности Уиппла (КТ) – соотношение ошибок и правильных реакций. По методике ПЗМР, согласно критериям Т.Д. Лоскутовой, определяли следующие параметры текущего функционального состояния ЦНС и общей работоспособности: функциональный уровень системы (ФУС), устойчивость реакции (УР) и уровень функциональных возможностей (УФВ). Величина ФУС определяется положением вариационной кривой относительно оси абсцисс, т.е. абсолютными значениями времени ПЗМР. Чем больше величина этого показателя, тем выше функциональный уровень ЦНС. УР обратно пропорциональна показателю рассеивания времени реакции и характеризует устойчивость состояния ЦНС. УФВ определяет способность организма формировать адекватную заданию функциональную систему и длительно ее удерживать [3].

Свойства внимания (объем, распределение и переключаемость) исследовали с помощью методики красно-черных таблиц Шульте-Платонова на АПК «НС-Психотест» (ООО «Нейрософт», Иваново, Россия).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета статистических программ Excel 7.0 и StatPlus 2007 Professional. Характер распределения выборок, определенный по критерию Колмогорова-Смирнова, соответствует нормальному. Применялись методы описательной статистики: вычислялись среднее арифметическое (М), стандартная ошибка (m). Для сравнения достоверности различий применялся t-критерий Стьюдента. Для оценки степени связи между исследованными показателями использовали коэффициент корреляции Пирсона. Статистически значимыми считались различия при $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение.

Исследование показателей ПЗМР и РВ среди подростков показало следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели сенсомоторных реакций и функционального состояния ЦНС у подростков ($M \pm m$)

	Мальчики (n=28)	Девочки (n=30)	p-уровень
ВР ПЗМР, мсек	$217,24 \pm 4,19$	$228,31 \pm 4,28$	0,05 ¹
SD ПЗМР, мсек	$72,15 \pm 4,51$	$59,78 \pm 3,85$	0,04 ¹
КТ Уиппла, у.е.	$0,03 \pm 0,007$	$0,015 \pm 0,002$	0,04 ¹
Общее число ошибок, у.е.	$4,85 \pm 0,98$	$2,28 \pm 0,49$	0,02 ¹
ВР РВ, мсек	$344,24 \pm 13,64$	$383,65 \pm 15,07$	0,05 ¹
ФУС, у.е.	$4,63 \pm 0,2$	$4,41 \pm 0,12$	0,3
УР, у.е.	$2,01 \pm 0,22$	$1,93 \pm 0,14$	0,7
УФВ, у.е.	$3,68 \pm 0,23$	$3,51 \pm 0,16$	0,5

¹ – статистически значимые различия ($p \leq 0,05$)

Полученные нами средние значения ВР ПЗМР и ВР РВ в исследуемых группах соответствуют возрастным нормативным показателям [2, 5, 6]. У девочек, по сравнению с мальчиками, ВР ПЗМР больше, что свидетельствует о низкой скорости ПЗМР и обусловлено, вероятно, некоторой инертностью нервных процессов и преобладанием процессов торможения в ЦНС.

По сравнению с результатами исследований, проведенных в других регионах, полученные нами результаты ВР сенсомоторных реакций ниже [7, 8, 9], что свидетельствует о более быстрой скорости реакций. Известно, что показатель ВР РВ в большей степени отражает общий уровень психоэмоционального напряжения. По показателям ВР сенсомоторных реакций у более половины (55 %) подростков отмечается средняя скорость реакции. Меньше всего количество подростков, имеющих высокую скорость реакций (12 %). Скорость сенсомоторных реакций зависит от нейродинамических свойств нервных процессов, таких как подвижность и уравновешенность [3].

Подвижность нервных процессов играет большую роль в адаптации организма к изменяющимся условиям среды. Более быстрое и легкое изменение динамического стереотипа и приспособление к изменяющимся условиям среды зависят от скорости смены процессов возбуждения и торможения в нервной системе. Известно, что люди с высокой функциональной подвижностью нервных процессов отличаются оптимальным течением адаптационных процессов и более устойчивы к воздействию стрессогенных факторов [9, 10, 11, 12]. Более точно о подвижности нервных процессов можно судить по показателю ВР РВ, по результатам которых у девочек подвижность нервных процессов отмечается как промежуточный тип, тогда как у мальчиков результат ВР РВ оценивается как подвижный тип [3, 11].

Показателем уравновешенности нервных процессов может являться стандартное отклонение (SD), отражающее стабильность сенсомоторных реакций. Низкие значения этого показателя свидетельствуют об уравновешенности нервных процессов, а высокие – о неуравновешенности нервных процессов [3]. В нашем исследовании статистически значимо высокий показатель SD ПЗМР у мальчиков свидетельствует о неуравновешенности нервных процессов в сравнении с девочками. Об этом также свидетельствует большее количество ошибок при выполнении ПЗМР и высокий показатель КТ Уиппла у мальчиков. Неуравновешенность нервных процессов характеризуется преобладанием процессов возбуждения в нервной системе, что может привести к снижению концентрации и устойчивости внимания, точности выполнения задания.

Результаты показателей функционального состояния ЦНС, вычисленные по критериям Т.Д. Лоскутовой, по абсолютному значению скорости ПЗМР, не выявило наличия достоверных различий у подростков в зависимости от гендерной принадлежности (рис. 1).

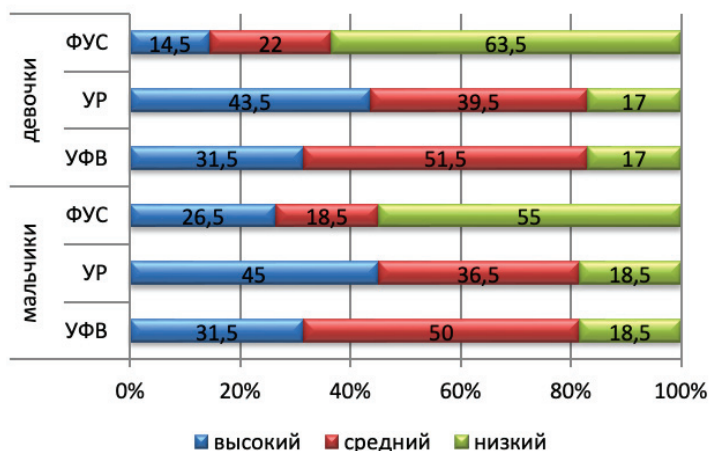


Рис. 1. Показатели функционального состояния ЦНС у подростков в зависимости от гендерной принадлежности (%)

По результатам наших исследований у большинства подростков, независимо от гендерной принадлежности (у 55 % мальчиков и 63,5 % девочек), отмечается низкий уровень функциональной устойчивости системы (ФУС). Усредненные показатели ФУС у девочек оцениваются как низкие, среди мальчиков – как средние (табл. 1). Корреляционный анализ, проведенный между показателем ФУС и ВР ПЗМР, выявил наличие положительной корреляционной связи средней степени ($r=0,55$, $p=0,05$). Данный результат позволяет сделать вывод, что низкий уровень ФУС у девочек может быть обусловлен инертностью нервных процессов.

По показателям устойчивости реакции (УР) и уровня функциональных возможностей (УФВ) среди подростков преобладают лица со средним показателем УР и УФВ. Уровень УР и УФВ создают оптимальную функциональную систему ЦНС для выполнения определенной деятельности и определяют работоспособность. Уровень работоспособности по показателям УР и УФВ показал, что у большинства подростков (у 56 % мальчиков и 59 % девочек) отмечается незначительное снижение работоспособности. Лиц, имеющих нормальную работоспособность нервной системы, среди мальчиков больше (38 %), чем среди девочек (23 %), что может объясняться большей подвижностью нервных процессов у мальчиков. Лиц, с высоким уровнем работоспособности, не выявлено.

Результаты исследования свойств внимания, представленные на рисунке 2, показали, что высокий объем внимания, характеризующий количество одновременно охваченных вниманием объектов, у девочек встречается в 2 раза чаще, чем у мальчиков.

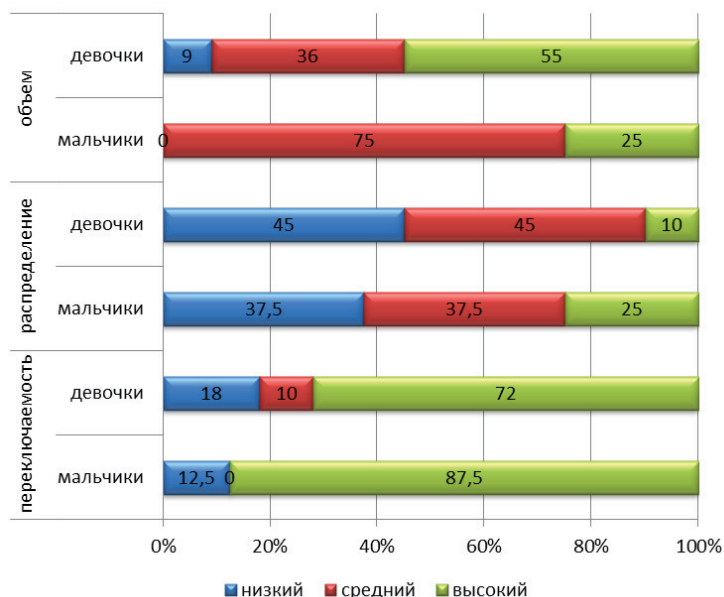


Рис. 2. Распределение свойств внимания у подростков в зависимости от гендерной принадлежности (%)

Распределение внимания, характеризующее возможность одновременного выполнения двух или нескольких видов деятельности, также имеет гендерные отличия. Среди мальчиков в 2,5 раза чаще отмечается высокое распределение внимания, чем у девочек. У девочек преобладают среднее и низкое распределение внимания. Переключаемость внимания отражает способность к быстрому переходу от одного вида деятельности к другой. Данное свойство внимания выше у большинства подростков. Причем среди мальчиков высокая переключаемость внимания встречается чаще (87,5 %), чем у девочек (72 %).

Проведение корреляции параметров сенсомоторных реакций со свойствами внимания выявило наличие связи скорости сложных сенсомоторных реакций (BP PB) с распределением внимания ($r=0,64$, $p=0,05$), SD PB с объемом внимания ($r=0,63$, $p=0,05$) и SD ПЗМР с переключаемостью внимания ($r=-0,52$, $p=0,05$). Скорость PB отражает подвижность нервных процессов, чем быстрее скорость PB, тем выше подвижность нервных процессов. Наличие положительной корреляции между данным показателем и распределением внимания позволяет сделать вывод, что высокая подвижность нервных процессов способствует повышению распределения внимания у исследуемых. Среднеквадратичное отклонение (SD) сенсомоторных способностей, отражающих уравнированность нервных процессов, имеет положительную корреляцию с объемом внимания. Так как высокая абсолютная величина показателя объема внимания оценивается как низкий объем, то данная зависимость свидетельствует о том, что чем выше неуравнированность нервных процессов, тем ниже объем внимания. Наличие отрицательной корреляционной связи между показателем SD ПЗМР и переключаемостью внимания указывает на то, что неуравнированность нервных процессов, характеризующийся преобладанием возбудительных процессов, может привести к высокой переключаемости внимания.

Заключение.

Проведенное нами исследование выявило наличие гендерных отличий нейродинамических свойств нервной системы и свойств внимания. Установлено преобладание у девочек инертности и уравнированности, у мальчиков – подвижности и неуравнированности нервных процессов. Установлена взаимосвязь между свойствами нервных процессов и параметрами внимания. Более высокая подвижность нервных процессов может определять высокое распределение внимания. Неуравнированность нервных процессов может привести к снижению объема и повышению переключаемости внимания.

В обеих исследуемых группах более половины подростков имеют низкий функциональный уровень ЦНС, что может указывать на несоответствие психофизиологических возможностей организма подростков к предъявляемой учебной нагрузке в общеобразовательной школе.

Литература

1. Дубровинская Н.В. Психофизиологическая характеристика подросткового возраста // Физиология человека. 2015. Т.41. № 2. С. 113-122.
2. Звягина Н.В., Морозова Л.В. Возрастные особенности умственной работоспособности и внимания у детей и подростков города Архангельска // Новые исследования. 2011. Т.1. № 26. С. 66-76.
3. Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике // Иваново: Нейрософт. 2007. 216 с.
4. Сарыг С.К., Будук-оол Л.К., Ховалык А.М. Характеристика функционального состояния нервной системы тувинских студентов по тесту простой зрительно-моторной реакции // Мат. VII Сиб. съезда физиологов 27-29 июня 2012 г. Красноярск. 2012. С. 468- 469.
5. Звягина Е.В., Харина И.Ф. Психофизиологические методы изучения свойств внимания как основа выявления синдрома дефицита внимания у студентов вуза физической культуры // Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. 2017. 2 (16). С.31-36.
6. Сунцов С.А. Характеристика свойств внимания спортсменов-единоборцев 12 лет // Биология. 2013. С. 96-101.
7. Бартош Т.П., Бартош О.П., Максимов А.Л. и др. Нейродинамические показатели старшекласников различных этнических групп Магаданской области // Репродуктивное здоровье детей и подростков. 2013. № 2. https://child-reprodhealth.ru/ru/jarticles_repr/261.html?SSr=5601348cbc11ffffff27c__07e60b100b3820-7742
8. Тарасова О.Л., Четверик О.Н., Федоров А.И. и др. Особенности психофизиологической адаптации учащихся в различных условиях обучения // Вестник Новосибирского гос. пед. Университета. 2016. 1(29). С. 23-27.

9. Новикова Е.И., Мужиченко М.В., Надежкина Е.Ю. Особенности основных свойств внимания у подростков с аномалиями рефракции // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2021. 4(80). С. 51-54.
10. Тарасова О.Л., Казин Э.М., Федоров А.И. Комплексная оценка нейродинамических и вегетативных показателей у подростков: возрастные, гендерные и типологические особенности // Физиология человека. 2017. Т.43. № 1. С. 45-54.
11. Литвинова Н.А. Роль индивидуальных психофизиологических особенностей студентов в адаптации к умственной и физической деятельности: автореф. д-ра. биол. наук. Томск. 2008. 38 с.
12. Николаева Е.Н., Колосова О.Н. Физиологическая оценка состояния центральной нервной системы студентов в период учебной деятельности // Наука и образование. 2017. № 3. С. 96-100.

References

1. Dubrovinskaya N.V. Psihofiziologicheskaya harakteristika podrostkovogo vozrasta // Fiziologiya cheloveka. 2015. T.41. № 2. S. 113-122.
2. Zvyagina N.V., Morozova L.V. Vozrastnye osobennosti umstvennoj rabotosposobnosti i vnimaniya u detej i podrostkov goroda Arhangel'ska // Novye isledovaniya. 2011. T.1. № 26. С. 66-76.
3. Mantrova I.N. Metodicheskoe rukovodstvo po psihofiziologicheskoy i psihologicheskoy diagnostike // Ivanovo: Nejrosoft. 2007. 216 s.
4. Saryg S.K., Buduk-ool L.K., Hovalyk A.M. Harakteristika funkcional'nogo sostoyaniya nervnoj sistemy tuvinskih studentov po testu prostoј zritel'no-motornoј reakcii // Mat. VII Sib. s"ezda fiziologov 27-29 iyunya 2012 g. Krasnoyarsk. 2012. S. 468- 469.
5. Zvyagina E.V., Harina I.F. Psihofiziologicheskie metody izucheniya svojstv vnimaniya kak osnova vyyavleniya sindroma deficita vnimaniya u studentov vuza fizicheskoy kul'tury // Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie. Pedagogical Review. 2017. 2 (16). S.31-36.
6. Suncov S.A. Harakteristika svojstv vnimaniya sportsmenov-edinooborcev 12 let // Biologiya. 2013. S. 96-101.
7. Bartosh T.P., Bartosh O.P., Maksimov A.L. i dr. Nejrodynamichekіe pokazateli starsheklassnikov razlichnyh etnicheskikh grupp Magadanskoј oblasti // Reproaktivnoe zdorov'e detej i podrostkov. 2013. № 2. https://child-reprodhealth.ru/ru/jarticles_repr/261.html?SSr=5601348cbc11ffffff27c__07e60b100b3820-7742
8. Tarasova O.L., CHetverik O.N., Fedorov A.I. i dr. Osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii uchashchihsya v razlichnyh usloviyah obucheniya // Vestnik Novosibirskogo gos. ped. Universiteta. 2016. 1(29). S. 23-27.
9. Novikova E.I., Muzhichenko M.V., Nadezhkina E.YU. Osobennosti osnovnyh svojstv vnimaniya u podrostkov s anomalіyami refrakcii // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta. 2021. 4(80). S. 51-54.
10. Tarasova O.L., Kazin E.M., Fedorov A.I. Kompleksnaya ocenka nejrodynamichekіh i vegetativnyh pokazatelej u podrostkov: vozrastnye, gendernye i tipologicheskie osobennosti // Fiziologiya cheloveka. 2017. T.43. № 1. S. 45-54.
11. Litvinova N.A. Rol' individual'nyh psihofiziologicheskіh osobennostej studentov v adaptacii k umstvennoj i fizicheskoy deyatel'nosti: avtoref. d-ra. biol. nauk. Tomsk. 2008. 38 s.
12. Nikolaeva E.N., Kolosova O.N. Fiziologicheskaya ocenka sostoyaniya central'noј nervnoj sistemy studentov v period uchebnoј deyatel'nosti // Nauka i obrazovanie. 2017. № 3. S. 96-100.