

© Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г., 2020

УДК 613.956:373.5

**Донозологическая оценка здоровья одаренных подростков в условиях воздействия факторов образовательного процесса**

Н.П. Сетко, О.М. Жданова, А.Г. Сетко

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Советская, д. 6, г. Оренбург, 460000, Российская Федерация

**Резюме:** *Введение.* В решении проблемы сохранения и укрепления здоровья одаренных учащихся, представляющих основной интеллектуальный потенциал страны, главной составляющей является соблюдение гигиенических норм, предъявляемых к условиям и организации учебной деятельности в общеобразовательных учреждениях для одаренных детей и подростков. *Цель исследования* – провести донозологическую оценку состояния здоровья одаренных подростков в условиях воздействия факторов образовательного процесса. *Материалы и методы.* У 300 одаренных учащихся 9–11-х классов с помощью аппаратно-программных комплексов проведена оценка уровня физического развития, функционального состояния центральной нервной, дыхательной, сердечно-сосудистой систем. *Результаты.* Установлено, что в условиях лицея-интерната одаренные учащиеся подвергались воздействию таких факторов, как повышенные учебные нагрузки, нерациональное их распределение в течение учебного дня и недели, высокий уровень напряженности учебного процесса (класс 3.1). Доказано, что факторы образовательного процесса отражались на функционировании основных систем организма одаренных учащихся. Высокие учебные нагрузки выраженной степени напряженности обеспечивали улучшение у одаренных подростков в динамике обучения функционального состояния центральной нервной системы за счет стабилизации нервной реакции, повышения функционального уровня нервной системы и увеличения способности центральной нервной системы формировать адаптационную систему организма при приспособлении к факторам образовательного процесса. Поддержание высокого уровня функционирования центральной нервной системы у одаренных учащихся обеспечивалось за счет мультипараметрического взаимодействия основных систем организма, что характеризовалось увеличением функциональных показателей дыхательной системы, изменением вегетативной регуляции, снижением уровня биологической адаптации. *Выводы.* Полученные данные определяют необходимость проведения в общеобразовательных организациях для одаренных детей систематических скрининговых исследований по выявлению уровня донозологического здоровья одаренных учащихся в целях сохранения и повышения адаптационного потенциала организма одаренных подростков. **Ключевые слова:** одаренные учащиеся, факторы образовательного процесса, функциональное состояние организма. **Для цитирования:** Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г. Донозологическая оценка здоровья одаренных подростков в условиях воздействия факторов образовательного процесса // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 11 (332). С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-41-48>

**Prenosological Health Assessment in Gifted Adolescents Affected by Educational Process Factors**

N.P. Setko, O.M. Zhdanova, A.G. Setko

Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health, 6 Sovetskaya Street, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Summary.** *Introduction:* In solving the problem of preserving and strengthening health of gifted schoolchildren representing the country's main intellectual potential, the main component is the observance of hygienic requirements for conditions and organization of learning activities in educational establishments for gifted children and adolescents. *The purpose of the study* was to conduct a prenosological assessment of the health status of gifted adolescents influenced by various educational process factors. *Materials and methods:* Using hardware and software complexes, we assessed the level of physical development, functional status of the central nervous, respiratory, and cardiovascular systems in 300 gifted adolescents in grades 9–11 (15–17 years of age). *Results:* We established that under the conditions of a boarding school (lyceum), gifted schoolchildren were exposed to such health risk factors as increased study loads, their irrational distribution during the school day and week, and a high level of tension in the educational process (class 3.1). It was proved that the educational process factors affected the functioning of the major body systems of gifted schoolchildren. High study loads of a pronounced degree of tension ensured an improvement of the functional status of the central nervous system of gifted school-age adolescents by stabilizing the nervous reaction, increasing the functional level of the nervous system and the ability of the central nervous system to form the body's adaptive system when adapting to the factors of the educational process in the dynamics of learning. Maintaining a high level of functioning of the central nervous system in gifted school-age adolescents was ensured by the multiparameter interaction of the main body systems, which was characterized by an increase in the functional parameters of the respiratory system, a change in vegetative regulation, and a decrease in the level of biological adaptation. *Conclusions:* Our findings determine the need for systematic screening of gifted children in educational institutions to identify the level of their prenosological health in order to maintain and increase the adaptive potential of gifted adolescents.

**Keywords:** gifted schoolchildren, educational process factors, functional status.**For citation:** Setko NP, Zhdanova OM, Setko AG. Prenosological health assessment in gifted adolescents affected by educational process factors. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (11(332)):41–48. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-41-48>**Author information:** Setko N.P., <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>; Zhdanova O.M., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>; Setko A.G., <http://orcid.org/0000-0002-9724-8672>.

**Введение.** Приоритетной задачей современной системы образования является развитие детской одаренности<sup>1,2,3,4</sup> [1, 2]. Полноценное развитие одаренных детей, имеющих выра-

женные способности или внутренние предпосылки для выдающихся достижений, требует создания специальных социальнo-педагогических условий, обеспечивающих реализацию

<sup>1</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2015 г. № 1239 «Об утверждении Правил выявления детей, проявивших выдающиеся способности, сопровождения и мониторинга их дальнейшего развития» (с изменениями и дополнениями).

<sup>2</sup> Федеральный закон Российской Федерации № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации». Доступно по: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) Ссылка активна на 22 июля 2020; Письмо Министерство образования и науки Российской Федерации № ТС-1633/09 от 18 декабря 2017 г. «О создании центров выявления и поддержки одаренных детей». Доступно по: <http://docs.cntd.ru/document/556190824> Ссылка активна на 22 июля 2020 г.; Концепция общенациональной системы выявления и развития молодых талантов (утв. Президентом РФ 03.04.2012 № Пр-827). Доступно по: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70089372/> Ссылка активна на 22 июля 2020 г.

<sup>3</sup> Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д. и др. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд., расш. и перераб. М., 2003. 95 с.

<sup>4</sup> Юркевич В.С. Одаренный ребенок: иллюзии и реальность: Книга для учителей и родителей. М.: Просвещение, 2014. 136 с.

их потенциальных возможностей, и условий организации образовательной среды<sup>5</sup> [1–3]. В связи с этим в настоящее время активно развиваются дифференцированные подходы к обучению, внедряются новые образовательные программы, появляются инновационные общеобразовательные учреждения различного типа, в том числе с круглосуточным режимом пребывания обучающихся<sup>4</sup> [1, 4]. Однако современная образовательная действительность показывает, что процесс обучения в инновационных общеобразовательных учреждениях, как правило, характеризуется высокой интенсивностью и напряженностью, информационной насыщенностью, завышенными требованиями к объему и качеству знаний, несоответствием методик обучения функциональным возможностям организма обучающихся, что может негативно отражаться на состоянии здоровья подрастающего поколения и, в свою очередь, препятствовать развитию интеллектуальных способностей, ограничивать в будущем профессиональную пригодность одаренных учащихся [5–9].

**Цель исследования** – провести донозологическую оценку состояния здоровья одаренных подростков в условиях воздействия факторов образовательного процесса.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 300 одаренных учащихся 9–11-х классов, прошедших при поступлении в губернаторский многопрофильный лицей-интернат для одаренных детей конкурсный отбор в форме вступительных экзаменов и психолого-педагогического тестирования на выявление как общего интеллектуального потенциала, так и повышенных способностей к отдельным учебным дисциплинам. Оценка организации учебного процесса выполнена в соответствии с гигиеническими требованиями<sup>6</sup> путем исследования уровня недельной и дневной учебной нагрузки, рациональности ее распределения в течение учебного дня и недели<sup>7</sup>; напряженности учебной деятельности (согласно федеральным рекомендациям)<sup>8</sup>. Напряженность учебного процесса оценена хронометражным методом путем регистрации на учебных занятиях различных видов деятельности и последующим определением уровня сенсорных, эмоциональных, интеллектуальных нагрузок, режима и монотонности учебного труда.

Донозологическая диагностика состояния здоровья одаренных учащихся включала оценку уровня физического развития, функционального состояния дыхательной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Физическое

развитие оценено центильным методом в соответствии с региональными центильными таблицами. Для этого у обучающихся на аппаратно-программном комплексе КМД «Здоровый ребенок» были проведены замеры роста, массы тела, окружности грудной клетки. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы исследовано методом вариационной пульсометрии с помощью автоматизированной кардиоритмографической программы ORTO-expert<sup>9</sup> с расчетом временных характеристик сердечного ритма: моды (Mo), амплитуды моды (AMo), вариационного размаха ( $\Delta X$ ), квадратного корня из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (RMSSD); и спектральных параметров: высоко- (HF), низко- (LF) и очень низкочастотных (VLF) компонентов variability сердечного ритма; а также определением степени напряжения систем регуляции; уровня биологической адаптации по данным значений индекса напряжения регуляторных систем (ИН) в соответствии со шкалой В.П. Казначеева (1981). Функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС) исследовано с помощью вариационной хронорефлексографии<sup>10</sup> с определением функционального уровня центральной нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФС). Методом спирографии проведена оценка функционального состояния дыхательной системы с определением жизненной емкости легких (ЖЕЛ), форсированной емкости легких (ФЖЕЛ), объема форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>), пиковой объемной скорости (ПОС), мгновенной объемной скорости в момент выдоха 25 % (МОС<sub>25</sub>), мгновенной объемной скорости в момент выдоха 50 % (МОС<sub>50</sub>), мгновенной объемной скорости в момент выдоха 75 % (МОС<sub>75</sub>), средней объемной скорости в момент выдоха 25–75 % (СОС<sub>25–75</sub>).

Полученные данные проанализированы при помощи параметрических методов медицинской статистики с расчетом средней арифметической, стандартного отклонения, среднеквадратической ошибки. Для выявления статистически значимых различий в сравниваемых группах был применен параметрический t-критерий Стьюдента с последующим расчетом достоверности (p). Расчеты осуществлены с использованием пакета прикладных программ Microsoft Office 2010 и Statistica 13.0.

**Результаты.** При оценке организации учебного процесса в лицее-интернате установлено, что суммарная недельная учебная нагрузка не

<sup>5</sup> Национальная ассоциация для одаренных детей. Доступно по: <https://www.nagc.org/resources/publications/gifted-education-practices/pull-out-programsspecialized-classes> Ссылка активна на 22 июля 2020 г.; Центр творчества, одаренного образования и развития талантов им. Рензулли. Доступно по: <https://gifted.uconn.edu/> Ссылка активна на 22 июля 2020 г.; Институт развития образования. Доступно по: <https://educationaladvancement.org/resource-type/gifted-organizations/> Ссылка активна на 22 июля 2020 г.

<sup>6</sup> СанПин 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных организациях». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. 58 с.

<sup>7</sup> Шкала трудности учебных предметов, изучаемых в 5–9-х классах, 10–11-х классах (авторы Степанова М.И., Александрова И.Э., Седова А.С.) приложение 3 СанПин 2.4.2.2821–10 с изменениями от 24 ноября 2015 г.

<sup>8</sup> Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В. и др. Федеральные рекомендации «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся». Утверждены Профильной комиссией Минздрава России по школьной медицине, гигиене детей и подростков 14 февраля 2015 г. протокол № 4.

<sup>9</sup> Игишева Л.Н., Галеев А.Р. Комплекс ORTO-expert как компонент здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях: Методическое руководство. Кемерово, 2003. 36 с.

<sup>10</sup> Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. Методическое руководство. М., 2003. 25 с.

соответствовала гигиеническим требованиям. При 6-дневной учебной неделе у учащихся 9-х классов недельная учебная нагрузка составляла 39 часов и превышала допустимую на 7,7 %; у учащихся 10–11-х классов – 38 часов, что было выше гигиенического норматива на 3,0 %.

Кроме того, в расписании учащихся 9–11-х классов выявлено неравномерное распределение учебной нагрузки в дневной и недельной динамике без учета физиологической кривой работоспособности. Показано, что учебный день у старшеклассников начинался и заканчивался предметами высокой степени трудности, что соответствовало фазам вработываемости и снижения умственной работоспособности; в середине учебного дня, в частности на вторых – четвертых уроках, когда работоспособность обучающихся оптимальна, проводились предметы низкой степени трудности (рис. 1).

Данная тенденция установлена и в структуре недельного расписания учащихся 9–11-х классов. Высокие учебные нагрузки зафиксированы в начале учебной недели, что соответствовало фазе вработываемости, а в конце учебной недели в период снижения умственной работоспособности в расписании учащихся были включены предметы высокой степени трудности (рис. 2).

Нерациональная организация учебного процесса в лицее-интернате для одаренных учащихся выражалась, в том числе, и в недо-

статочной продолжительности перерывов между учебными и факультативными занятиями, длительность которых составляла 20 минут при гигиеническом нормативе не менее 45 минут, что в сочетании с нерационально составленным учебным расписанием способствовало риску развития утомления и снижения умственной работоспособности обучающихся.

Учебная деятельность у одаренных учащихся лицея-интерната соответствовала напряженному уровню 1-й степени (класс 3.1), о чем свидетельствовало значение комплексной балльной оценки напряженности учебного процесса –  $3,2 \pm 0,03$  балла (табл. 1). При этом основной вклад в формирование высокого уровня напряженности вносили такие показатели, как интеллектуальные ( $3,6 \pm 0,09$  балла) и эмоциональные нагрузки, которые отнесены к напряженному уровню учебной деятельности 2-й степени (класс 3.2), а также режим работы на учебных занятиях ( $3,3 \pm 0,08$  балла) и сенсорные нагрузки ( $3,5 \pm 0,07$  балла), характеризующие учебную деятельность как напряженную 1-й степени, тогда как допустимому уровню напряженности (2 класс) соответствовал лишь компонент монотонности учебного процесса ( $2,0 \pm 0,03$  балла).

Однако, несмотря на высокий уровень учебной нагрузки, интенсивный и напряженный характер учебной деятельности, у одаренных

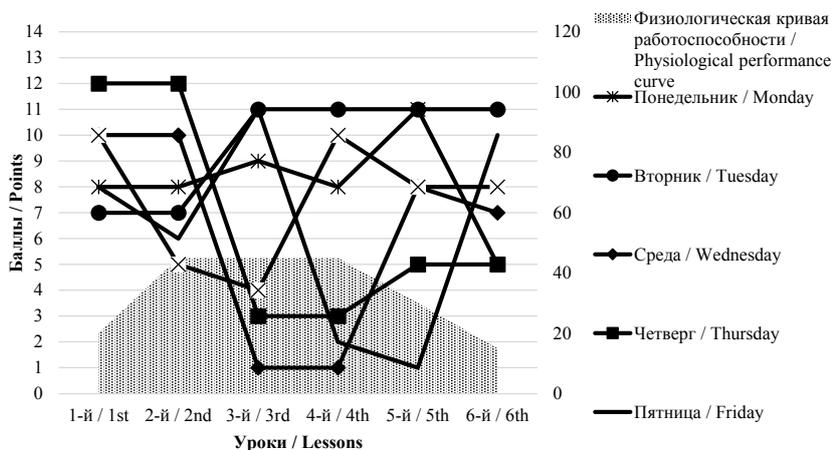


Рис. 1. Распределение уроков в зависимости от их трудности у учащихся 11-х классов  
 Fig. 1. Distribution of lessons by their difficulty for eleventh-graders

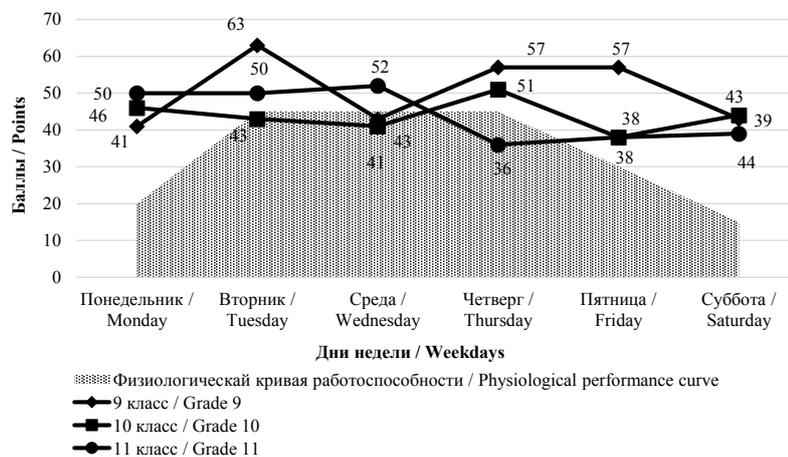


Рис. 2. Распределение уроков по дням учебной недели с учетом трудности предметов у исследуемых групп учащихся  
 Fig. 2. Distribution of lessons by school weekdays with account for the difficulty of subjects for the studied groups of school-age adolescents

учащихся в динамике обучения от 9-го к 11-му классу установлено достоверное увеличение функциональных показателей центральной нервной системы, о чем свидетельствовали данные увеличения УР с  $1,1 \pm 0,10$  ед. до  $1,6 \pm 0,11$  ед. ( $p \leq 0,05$ ); ФУС с  $2,3 \pm 0,03$  ед. до  $2,5 \pm 0,03$  ед. ( $p \leq 0,05$ ) и УФВ с  $2,2 \pm 0,11$  ед. до  $2,7 \pm 0,12$  ед. ( $p \leq 0,05$ ) (табл. 2).

Более того, к одиннадцатому классу число обследуемых с нормальным уровнем умственной работоспособности увеличилось в 1,3 раза, тогда как количество учащихся со сниженной умственной работоспособностью уменьшилось в 1,7 раза (рис. 3).

Поддержание оптимального функционального состояния центральной нервной системы у одаренных учащихся обеспечивалось за счет изменения функционирования основных систем организма, задействованных в учебной деятельности. Так, от 9-го к 11-му классу у одаренных подростков установлена тенденция увеличения показателей, характеризующих проходимость дыхательных путей, что подтверждалось увеличением ФЖЕЛ с  $2,8 \pm 0,13$  л/с до  $3,3 \pm 0,16$  л/с ( $p \leq 0,05$ ); ПОС с  $3,6 \pm 0,20$  до  $4,1 \pm 0,39$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); ОФВ<sub>1</sub> с  $2,3 \pm 0,12$  л/с до  $2,5 \pm 0,17$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); МОС<sub>25</sub> с  $3,2 \pm 0,19$  л/с до  $3,6 \pm 0,33$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); МОС<sub>50</sub> с  $3,0 \pm 0,16$  л/с до  $3,3 \pm 0,27$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); МОС<sub>75</sub> с  $2,2 \pm 0,13$  л/с до  $2,4 \pm 0,17$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); СОС<sub>25-75</sub> с  $2,8 \pm 0,15$  л/с до  $3,1 \pm 0,27$  л/с ( $p \geq 0,05$ ); при этом выявлено

достоверное снижение ЖЕЛ с  $3,9 \pm 0,64$  л до  $2,9 \pm 0,20$  л ( $p \leq 0,05$ ).

Кроме того, от 9-го к 11-му классу у обучающихся зарегистрировано одновременное повышение активности обоих отделов вегетативной нервной системы, о чем свидетельствовало достоверное увеличение показателей парасимпатической регуляции – ΔХ с  $0,33 \pm 0,023$  с. до  $0,52 \pm 0,034$  с. ( $p \leq 0,05$ ); SDNN с  $0,07 \pm 0,005$  с. до  $0,13 \pm 0,011$  с. ( $p \leq 0,05$ ); RMSSD с  $0,07 \pm 0,007$  с. до  $0,12 \pm 0,011$  с. ( $p \leq 0,05$ ); HF с  $1771,1 \pm 275,36$  мс<sup>2</sup> до  $4410,9 \pm 726,31$  мс<sup>2</sup> ( $p \leq 0,05$ ); и показателей симпатической регуляции – VLF с  $3011,4 \pm 615,59$  мс<sup>2</sup> до  $18171,6 \pm 4646,43$  мс<sup>2</sup> ( $p \leq 0,05$ ); LF с  $3938,8 \pm 853,43$  мс<sup>2</sup> до  $6807,6 \pm 1050,82$  мс<sup>2</sup> ( $p \leq 0,05$ ), что было обусловлено увеличением напряжения регуляторных систем у учащихся в процессе обучения (табл. 3). Так, число обследуемых с высоким напряжением систем регуляции за счет значительного рассогласования влияний симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы в 11-х классах составило 46,9 %, что в 4,4 раза превышало количество девятиклассников с таким типом напряжения регуляторных систем, в то же время число обучающихся с нормальным состоянием систем регуляции среди 11-х классов было в 1,8 раз меньше, чем среди учащихся 9-х классов.

Вместе с тем у одаренных подростков в динамике обучения определено ухудшение

Таблица 1. Показатели напряженности учебного процесса у исследуемых учащихся (баллы)  
Table 1. Indicators of intensity of the educational process of the studied school-age adolescents (points)

Показатели / Indicators	Баллы / Points	Класс напряжённости / Tension class
Интеллектуальные нагрузки / Intellectual workload	$3,6 \pm 0,09$	3.2
Сенсорные нагрузки / Sensory load	$3,5 \pm 0,07$	3.1
Эмоциональные нагрузки / Emotional load	$3,8 \pm 0,02$	3.2
Монотонность учебного процесса / Monotony of the educational process	$2,0 \pm 0,03$	2.0
Режим работы на учебных занятиях / Learning mode in lessons	$3,3 \pm 0,08$	3.1
Комплексная бальная оценка / Comprehensive score	$3,2 \pm 0,03$	3.1

Таблица 2. Показатели функционального состояния центральной нервной системы у исследуемых учащихся (единицы)  
Table 2. Indicators of the functional state of the central nervous system in the studied school-age adolescents (units)

Показатели / Indicators	Группы учащихся / Groups of adolescents		
	9 класс / Grade 9	10 класс / Grade 10	11 класс / Grade 11
Функциональный уровень нервной системы / Functional level of the nervous system	$2,3 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,03^*$
Устойчивость нервной реакции / Nervous stability	$1,1 \pm 0,10$	$1,3 \pm 0,07$	$1,6 \pm 0,11^*$
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы / Level of functionality of the developed functional system	$2,2 \pm 0,11$	$2,4 \pm 0,08$	$2,7 \pm 0,12^*$

Примечание: \* $p \leq 0,05$  при сравнении учащихся 9-х классов с данными учащихся 11-х классов.  
Notes: \*  $p \leq 0.05$  when comparing 9<sup>th</sup> to 11<sup>th</sup> graders.

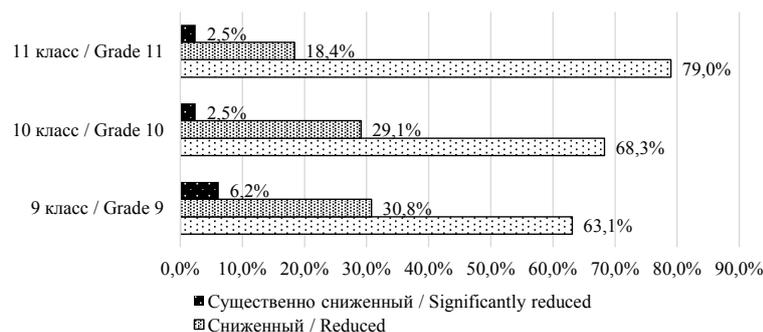


Рис. 3. Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности  
Fig. 3. Distribution of school-age adolescents by the level of mental performance

показателей физического развития (табл. 4). Показано, что к одиннадцатому классу число учащихся с гармоничным физическим развитием снизилось с 78,5 % до 52,5 %, в том числе за счет уменьшения числа подростков, имеющих гармоничное среднее физическое развитие. Их удельный вес среди учащихся 9-х классов составлял 35,4 %, а среди одиннадцатиклассников — лишь 15,0 %. Число обучающихся с дисгармоничным физическим развитием, напротив, возросло с 20,0 % до 30,0 % преимущественно за счет увеличения удельного веса старшеклассников с избыточной массой тела от 6,2 % до 15,0 %, и учащихся с низким ростом от 4,6 % до 10,0 %. Количество обследуемых с резко дисгармоничным физическим развитием увеличилось с 1,5 % до 17,5 % также за счет

повышения числа учащихся с избыточной массой тела от 1,5 % среди девятиклассников до 10,0 % среди одиннадцатиклассников.

На фоне высокого функционального напряжения, дисбаланса регуляторных систем у одаренных учащихся выявлено истощение адаптационных резервов организма (рис. 4). Показано, что количество старшеклассников с удовлетворительным уровнем биологической адаптации снизилось к одиннадцатому классу в 4,6 раза — с 43,5 % среди девятиклассников до 9,4 % среди одиннадцатиклассников, в то время как удельный вес числа обследуемых со срывом биологической адаптации увеличился в 3,4 раза от 13,0 % среди девятиклассников до 43,8 % среди одиннадцатиклассников. При этом количество подростков с напряжением

**Таблица 3. Показатели вариабельности сердечного ритма у исследуемых групп учащихся**  
**Table 3. Indicators of heart rate variability (HRV) in the studied groups of school-age adolescents**

Показатели / Indicators	Группы учащихся / Groups of adolescents		
	9 класс / Grade 9	10 класс / Grade 10	11 класс / Grade 11
Медиана (M, с.) / Median (M, s)	0,79 ± 0,022	0,71 ± 0,023	0,69 ± 0,022*
Мода (Mo, с.) / Mode (M, s)	0,75 ± 0,031	0,72 ± 0,021	0,70 ± 0,0034
Амплитуда моды (АМо, %) / Amplitude of mode (АМо, %)	34,04 ± 2,625	34,25 ± 2,38	28,50 ± 2,586*
Вариационный размах (ΔX, с.) / Variational range (ΔX, s)	0,33 ± 0,023	0,35 ± 0,023	0,52 ± 0,034*
Среднее квадратическое отклонение (SDNN, с.) / Standard deviation of normal intervals (SDNN, s)	0,07 ± 0,005	0,09 ± 0,012	0,13 ± 0,011*
Квадратный корень из среднего квадратов разностей величин последовательных пар интервалов (RMSSD, с.) / Root mean square of successive differences between adjacent beat to beat intervals (RMSSD, s)	0,07 ± 0,007	0,08 ± 0,008	0,12 ± 0,011*
Ультранизкочастотные колебания сердечного ритма (VLF, мс <sup>2</sup> ) / Very low frequency HRV (VLF, ms <sup>2</sup> )	3011,4 ± 615,59	3913,4 ± 656,35	18171,6 ± 4646,43*
Низкочастотные колебания сердечного ритма (LF, мс <sup>2</sup> ) / Low-frequency HRV (LF, ms <sup>2</sup> )	3938,8 ± 853,43	3735,9 ± 498,90	6807,6 ± 1050,82*
Высокочастотные колебания сердечного ритма (HF, мс <sup>2</sup> ) / High-frequency HRV (HF, ms <sup>2</sup> )	1771,1 ± 275,36	2969,6 ± 442,19	4410,9 ± 726,31*
Индекс напряжения (ИН, ед.) / Stress index (SI, units)	94,0 ± 20,04	125,1 ± 20,31	56,3 ± 9,04*

Примечание: \*p ≤ 0,05 при сравнении учащихся 9-х классов с данными учащихся 11-х классов.  
Notes: \* p ≤ 0.05 when comparing 9<sup>th</sup> to 11<sup>th</sup> graders.

**Таблица 4. Распределение учащихся по уровню гармоничности физического развития (%)**  
**Table 4. Distribution of school-age adolescents by the level of harmony in physical development (%)**

Степень гармоничности физического развития / Degree of harmony of physical development	Группы учащихся / Groups of adolescents		
	9 класс / Grade 9	10 класс / Grade 10	11 класс / Grade 11
Гармоничное физическое развитие / Harmonious physical development:	78,5	72,2	52,5
– очень высокое / very high	3,1	1,3	10,0
– высокое / high	4,6	6,3	7,5
– выше среднего / above the average	23,1	20,3	10,0
– среднее / average	35,4	34,2	15,0
– ниже среднего / below the average	9,2	2,5	5,0
– низкое / low	3,1	6,3	2,5
– очень низкое / very low	–	1,3	2,5
Дисгармоничное физическое развитие за счет / Disharmonious physical development due to:	20,0	19,0	30,0
– высокого роста / tall stature	6,2	8,9	–
– низкого роста / short stature	4,6	1,3	10,0
– избытка массы тела / overweight	6,2	6,3	15,0
– дефицита массы тела / underweight	1,5	1,3	–
– очень низкого роста / very short stature	1,5	–	5,0
– недостатка массы тела и длины тела / underweight and short stature	–	1,3	–
Резко дисгармоничное физическое развитие за счет / Pronounced disharmonious physical development due to:	1,5	8,9	17,5
– высокого роста / tall stature	–	2,5	–
– низкого роста / short stature	–	–	2,5
– избытка массы тела / overweight	1,5	5,1	10,0
– очень низкого роста / very short stature	–	1,3	–
– избытка массы тела и низкого роста / overweight and short stature	–	–	5,0

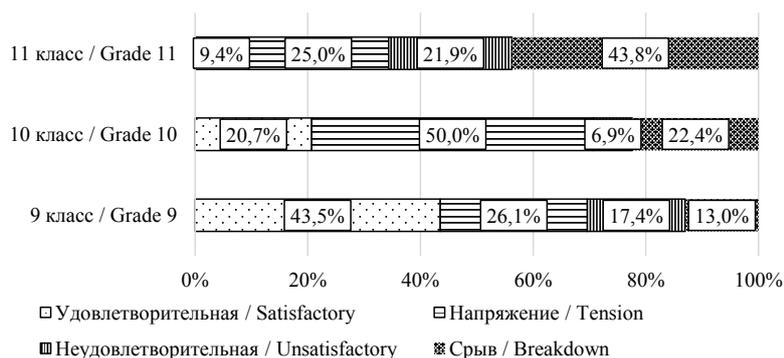


Рис. 4. Распределение учащихся в зависимости от уровня биологической адаптации  
Fig. 4. Distribution of school-age adolescents by the level of biological adaptation

механизмов биологической адаптации и неудовлетворительным уровнем биологической адаптации среди 9-х и 11-х классов существенно не отличалось.

**Обсуждение.** Установлено, что уровень учебных нагрузок повышенной напряженности и интенсивности обеспечивал тренированность нервных процессов и способствовал формированию нормального уровня умственной работоспособности у одаренных учащихся в динамике обучения, а также улучшению функционального состояния центральной нервной системы за счет стабилизации уровня нервной реакции, повышения функционального уровня нервной системы и увеличения способности центральной нервной системы к формированию адаптационной функциональной системы организма.

Поддержание высокого уровня функционирования центральной нервной системы у одаренных учащихся обеспечивалось мультипараметрическим взаимодействием функциональных систем организма. Так, у одаренных подростков от 9-го к 11-му классу выявлено увеличение функциональных показателей дыхательной системы, что свидетельствовало об улучшении бронхиальной проходимости, увеличении легочной вентиляции и, по всей видимости, способствовало повышению оксигенации головного мозга. Тем самым дыхательная система у одаренных учащихся, вероятно, обеспечивала головной мозг достаточным количеством кислорода, что в процессе обучения поддерживало высокую функциональную активность центральной нервной системы у обучающихся [11–13]. Наряду с этим у одаренных подростков в динамике обучения отмечено изменение вегетативного баланса, что отражали данные достоверного увеличения показателей симпатической и парасимпатической систем, а также увеличение числа учащихся с высоким напряжением систем регуляции за счет рассогласования взаимодействия между симпатическим и парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы.

В современной научной литературе все чаще появляются сведения о том, что у учащихся инновационных школ на фоне преобладания статических видов деятельности в структуре режима дня происходит существенное снижение двигательной активности [5, 13–16]. В условиях интенсивных образовательных нагрузок у обучающихся ухудшаются показатели физического развития, снижается уровень соматического и

психического здоровья [7, 14, 17]. В результате настоящего исследования выявлено снижение уровня физического развития у одаренных подростков в течение трехлетнего обучения, что, вероятно, было обусловлено увеличением суммарного объема образовательной нагрузки, нарушением важнейших элементов здорового образа жизни, в первую очередь — режима двигательной активности. Ведущим фактором, определяющим дисгармоничность физического развития у одаренных учащихся, была избыточная масса тела, что, в том числе, могло являться следствием нерационального и неадекватного возрасту, полу и учебным нагрузкам питания, организованного на базе лицея-интерната.

Согласно данным научных публикаций, одаренные дети опережают в когнитивном развитии своих сверстников со средним уровнем интеллекта, обладают высокой скоростью мыслительных процессов, долговременной памятью, длительной и устойчивой концентрацией внимания<sup>2,3</sup> [18–21]. Вместе с тем необходимым условием когнитивного становления интеллектуально одаренных детей и подростков является не только высокий уровень сформированности у них таких некогнитивных качеств, как замотивированность, проявление познавательного интереса к учебной деятельности, но и обеспечение специальных условий организации образовательной среды в общеобразовательных учреждениях для одаренных учащихся<sup>3,4</sup> [22–24]. Показано, что одаренные подростки выдерживали высокие образовательные нагрузки выраженной степени напряженности, обеспечивающие развитие в динамике обучения у одаренных учащихся нормального уровня умственной работоспособности, поддержание которого происходило за счет изменения функционирования основных систем организма и формирования адаптационных возможностей. Однако стоит отметить, что при длительном воздействии образовательных нагрузок высокой степени напряженности у одаренных учащихся происходило снижение уровня биологической адаптации, что может являться донозологической основой для развития отклонений в состоянии здоровья одаренных подростков.

**Заключение.** Установлено, что учебные нагрузки были адекватны функциональным возможностям организма одаренных учащихся и в динамике трехлетнего обучения обеспечивали формирование у обучающихся нормального уровня умственной работоспособности, поддержание которого происходило за счет

изменения функционирования дыхательной и сердечно-сосудистой систем. При этом на фоне высоких учебных нагрузок выраженной степени напряженности у одаренных подростков отмечена негативная динамика ухудшения показателей физического развития, снижение адаптационных резервов. Полученные данные определяют необходимость разработки рекомендаций по организации образовательного процесса, а также комплекса профилактических здоровьесберегающих мероприятий, направленных на коррекцию отклонений физического развития, повышение уровня биологической адаптации учащихся.

**Информация о вкладе авторов:** концепция и дизайн исследования – Н.П. Сетко; получение данных (непосредственное выполнение исследований) – О.М. Жданова; анализ данных – О.М. Жданова; интерпретация результатов – Н.П. Сетко, О.М. Жданова; написание статьи – Н.П. Сетко, О.М. Жданова; утверждение рукописи для публикации – Н.П. Сетко, А.Г. Сетко.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы (пп. 10–12, 18–21, 24 см. References)

1. Коршунов И.А., Гапонова О.С., Пешкова В.М. Обучение взрослых в системе среднего профессионального образования // Век живи — век учись: непрерывное образование в России / под ред. И.Д. Фрумина, И.А. Коршунова. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. С. 155–168.
2. Деманова С.В., Деманова Д.Е. Конституционно-правовое регулирование получения образования одаренными детьми в Российской Федерации // Известия саратовского университета. Новая серия. Серия: экономика. Управление. Право. 2020. Т. 20. № 1. С. 81–88. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-81-88>
3. Дьяков И.Г., Шербинина О.С. Организация работы с одаренными школьниками на базе университета // Ярославский педагогический вестник. 2019. № 1 (106). С. 23–29.
4. Журавлева А.С., Ковалев В.П. Специфика и принципы работы инновационных общеобразовательных учреждений // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. Доступно по: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19238> Ссылка активна на 21 июля 2020.
5. Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н. и др. Учебная, внеучебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности // Новые исследования. 2016. № 4 (49). С. 71–84.
6. Кучма В.Р., Ефимова Н.В., Ткачук Е.А. и др. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся 5–10 классов общеобразовательных школ // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 6. С. 552–558. Doi: [10.18821/0016-99002016-95-6-552-558](https://doi.org/10.18821/0016-99002016-95-6-552-558)
7. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лузетский К.П. и др. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса // Анализ риска здоровью. 2017. № 1. С. 66–83. Doi: [10.21668/health.risk/2017.1.08](https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.1.08)
8. Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Тармаева И.Ю. Психологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и информатизации образования // Гигиена и санитария. 2016. № 95 (12). С. 1183–1188. Doi: [http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188](https://doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1183-1188)
9. Сетко Н.П., Булычева Е.В., Валова А.Я. Современные подходы к оценке напряженности учебного процесса в образовательных учреждениях различного типа // Оренбургский медицинский вестник. 2018. Т. VI. № 2 (22). С. 47–52.
10. Устинова О.Ю., Андришунас А.М. Оценка влияния повышенного уровня интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса в образовательных учреждениях различного типа (школа, лицей) на гормональный фон учащихся младших классов // В сборнике VIII Международного молодежного конкурса: Молодежь в науке: Новые аргументы. 2018. Часть 1. С. 204–210.
11. Рукавкова Е.М., Розанов М.Ю. Гигиеническая оценка режима дня и состояния здоровья учащихся лицея // В сборнике: Наука в современном мире. 2018. С. 31–34.
12. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной российской школе: идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены // Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием. Екатеринбург: Изд-во УГМУ, 2018. Вып. 6. С. 20–26.
13. Агафонов А.И., Зулкарнаев Т.Р., Поварго Е.А. Особенности физического развития школьников и студентов, занимающихся физкультурой и спортом // Здоровье населения и среда обитания. 2020 № 3 (324). С. 4–9.
14. Богомолова Е.С., Котова Н.В., Максименко Е.О. и др. Динамика морфофункционального развития старшеклассников инновационной образовательной организации города Нижнего Новгорода (2007–2017 годы) // Медицинский альманах. 2018. № 4 (55). С. 143–146.
15. Агалакова М.Ю., Лучинина А.О. Особенности детской одаренности // Вестник Вятского государственного университета. 2018. № 1. С. 75–80.
16. Федорченко С.Ю. Создание комфортной среды развития одаренных обучающихся в условиях профессиональной образовательной организации // Инновационное развитие профессионального образования. 2019. № 2 (22). С. 120–124.

#### References

1. Korshunov IA, Gaponova OS, Peshkova VM. [Teaching adults in the system of secondary vocational education.] In: [Live and learn: continuous education in Russia.] Frumin ID, Korshunov IA, editors. Moscow: Izd. dom Vysshei Shkoly Ekonomiki Publ., 2019. P. 155-168. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-1779-6>
2. Demanova SV, Demanova DE. Constitutional and legal regulation of gifted children education in the Russian Federation. *Izvestiya Saratovskogo Universiteta. Novaya Seriya. Seriya: Ekonomika. Upravlenie. Pravo.* 2020; 20(1):81–88. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-81-88>
3. Dyakov IG, Shcherbinina OS. Organization of work with gifted schoolchildren in the university. *Yaroslavskii Pedagogicheskii Vestnik.* 2019; (1(106)):23-29. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.24411/1813-145X-2019-10273>
4. Zhuravleva AS, Kovalev VP. The specifics and the concepts of structure of innovational schools. *Sovremennyye Problemy Nauki i Obrazovaniya.* 2015; (3). Available at: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=19238> Accessed: 22 July 2020.
5. Paranicheva TM, Makarova LV, Lukyanets GN, et al. The educational, extracurricular, shared load and the mode of the day the high school students with intellectual activity of high intensity. *Novye Issledovaniya.* 2016; (4(49)):71-84. (In Russian).
6. Kuchma VR, Efimova NV, Tkachuk EA, et al. Hygienic assessment of the overwroughtness of educational activity in schoolchildren of 5–10 classes of secondary schools. *Gigiena i Sanitariya.* 2016; 95(6):552-558. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-99002016-95-6-552-558>
7. Zaitseva NV, Ustinova OYu, Luzhetskiiy KP, et al. Risk-associated health disorders occurring in junior schoolchildren who attend schools with higher stress and intensity of educational process. *Health Risk*

- Analysis*. 2017; (1):66-83. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.21668/health.risk/2017.1.08.eng>
8. Kuchma VR, Tkachuk EA, Tarmaeva IYu. Psychophysiological state of children in conditions of informatization of their life activity and intensification of education. *Gigiena i Sanitariya*. 2016; 95(12):1183-1188. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2016-95-12-1183-1188>
  9. Setko NP, Bulycheva EV, Valova AY. Modern approaches to the modeling of the psychoemotional state of students with the help of modern digital technologies. *Orenburgskii Meditsinskii Vestnik*. 2018; 6(2(22)):47-52. (In Russian).
  10. Moeini M, Lu X, Avti PK, et al. Compromised microvascular oxygen delivery increases brain tissue vulnerability with age. *Sci Rep*. 2018; 8(1):8219. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-26543-w>
  11. Rink C, Khanna S. Significance of brain tissue oxygenation and the arachidonic acid cascade in stroke. *Antioxid Redox Signal*. 2011; 14(10):1889-903. DOI: <https://doi.org/10.1089/ars.2010.3474>
  12. Shi J, Tao T, Chen W, et al. Sustained attention in intellectually gifted children assessed using a continuous performance test. *PLoS One*. 2013; 8(2):e57417. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057417>
  13. Ustinova OYu, Andrishunas AM. [Assessment of the influence of an increased level of intensity and tension of the educational process in educational institutions of various types (school, lyceum) on the hormonal background of primary school students.] In: [*Youth in Science: New Arguments*]: Proceedings of the 8th International Youth Contest. Lipetsk, 30 March 2018. Gorbenko AV, editor. Lipetsk: NP Argument Publ., 2018. Part 1. P. 204-210. (In Russian).
  14. Rukavkova EM, Rozanov MYu. [Hygienic assessment of daily regime and health status of lyceum students.] In: [*Science in the modern world*.] Spirina VI, editor. Moscow: Pero Publ., 2018. P. 31-34. (In Russian).
  15. Kuchma VR. [Health risk factors for students in modern Russian schools: identification, assessment, and prevention with hygiene products.] In: [*Modern model of medical support for children in educational organizations*]: Proceedings of the 6th National Congress on School and University Medicine with international participation, Yekaterinburg, 9-10 Oct 2018. Kuchma VR, Kovtun OP, editors. Yekaterinburg: UGMU Publ., 2018. Issue 6, p. 20-26. (In Russian).
  16. Agafonov AI, Zulkarnaev TR, Povargo EA, et al. Features of physical development of schoolchildren and students engaged in physical education and sports. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; (3(324)):4-9. DOI: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-4-9>
  17. Bogomolova ES, Kotova NV, Maksimenko EO, et al. [Dynamics of the morphofunctional development of senior pupils of the innovative educational organization of Nizhny Novgorod (2007-2017).] *Meditsinskii Al'manakh*. 2018; (4(55)):143-146. (In Russian).
  18. Duan X, Dan Z, Shi J. The speed of information processing of 9- to 13-year-old intellectually gifted children. *Psychol Rep*. 2013; 112(1):20-32. DOI: <https://doi.org/10.2466/04.10.49.PR0.112.1.20-32>
  19. Duan X, Shi J. Attentional switching in intellectually gifted and average children: effects on performance and ERP. *Psychol Rep*. 2014; 114(2):597-607. DOI: <https://doi.org/10.2466/04.10.PR0.114k21w8>
  20. Vogelaar B, Sweijen SW, Resing WCM. Gifted and average-ability children's potential for solving analogy items. *J Intell*. 2019; 7(3):19. DOI: <https://doi.org/10.3390/jintelligence7030019>
  21. Fard EK, Keelor JL, Bagheban AA, et al. Comparison of the Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT) and Digit Test among typically achieving and gifted students. *Iran J Child Neurol*. 2016; 10(2):26-37. DOI: <https://doi.org/10.22037/ijcn.v10i2.7974>
  22. Agalakova MYu, Luchinina AO. Features of children's talent. *Vestnik Vyatskogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2018; (1):75-80. (In Russian).
  23. Fedorchenko SYu. Creating of comfortable environment of the developed gifted trainers in the conditions of professional educational organization. *Innovatsionnoe Razvitiye Professional'nogo Obrazovaniya*. 2019; (2(22)):120-124. (In Russian).
  24. Beckmann E, Minnaert A. Non-cognitive characteristics of gifted students with learning disabilities: An in-depth systematic review. *Front Psychol*. 2018; 9:504. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00504>

**Контактная информация:**

Жданова Олеся Михайловна, ординатор кафедры профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России  
e-mail: Robokors@yandex.ru

**Corresponding author:**

Olesya M. Zhdanova, Resident, Department of Preventive Medicine, Orenburg State Medical University of the Russian Ministry of Health  
e-mail: Robokors@yandex.ru

Статья получена: 24.07.2020  
Принята в печать: 06.11.2020  
Опубликована 30.11.2020

