



Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г.

## Психофизиологическая характеристика особенностей становления когнитивных функций у учащихся старших классов

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 460000, Оренбург, Российская Федерация

**Введение.** Гармоничное развитие когнитивных функций является необходимым условием успешного освоения обучающимися образовательной программы.

**Цель исследования** – дать психофизиологическую характеристику особенностей формирования когнитивных функций у учащихся старших классов. **Материалы и методы.** У 300 учащихся старших классов традиционной общеобразовательной школы проведено исследование функционального состояния центральной нервной системы методом вариационной хронорефлексометрии; выполнена оценка когнитивных способностей и уровня интеллектуального развития с помощью компьютерных тестов.

**Результаты.** Показано, что у учащихся 9-х и 11-х классов отсутствовали достоверные отличия в функциональных показателях центральной нервной системы, при этом функциональный уровень нервной системы был ниже физиологической нормы в 1,6–1,7 раза, устойчивость нервной реакции – в 1,3–1,4 раза, уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы – в 1,3 раза. Снижение уровня функционирования центральной нервной системы у исследуемых подростков было обусловлено расходом резервных функциональных возможностей центральной нервной системы и организма в целом на формирование когнитивных функций, о чём свидетельствовало развитие у учащихся от 9-го к 11-му классу вербального и невербального мышления, высокой скорости мыслительных процессов, произвольного внимания и его устойчивости. Доказано, что развитие мышления способствовало становлению произвольного внимания, повышению его устойчивости и степени концентрации, что подтверждала установленная корреляционная связь умеренной силы между показателем точности и уровнем сформированности различных видов мышления ( $r = 0,4$ ).

**Заключение.** Особенности интеллектуального становления учащихся могут учитываться при организации учебного процесса в традиционных общеобразовательных учреждениях в целях повышения уровня когнитивного развития и академической успеваемости обучающихся.

**Ключевые слова:** школьники; функциональное состояние центральной нервной системы; когнитивные функции; уровень интеллектуального развития

**Для цитирования:** Сетко Н.П., Жданова О.М., Сетко А.Г. Психофизиологическая характеристика особенностей становления когнитивных функций у учащихся старших классов. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (4): 358–364. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-358-364>

**Для корреспонденции:** Жданова Олеся Михайловна, ординатор кафедры профилактической медицины ФГБОУ ВО ОрГМУ МЗ РФ, 460000, Оренбург, Российская Федерация. E-mail: Robokors@yandex.ru

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

**Благодарность.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Участие авторов:** Сетко Н.П. – концепция и дизайн исследования, написание статьи, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи; Жданова О.М. – сбор и обработка материала (непосредственное выполнение исследований), анализ данных, интерпретация результатов, написание статьи; Сетко А.Г. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 08.10.2020 / Принята к печати 10.03.2021 / Опубликовано 18.05.2021

Nina P. Setko, Olesya M. Zhdanova, Andrey G. Setko

## Psychophysiological characteristics of the features of the establishment of cognitive functions in senior pupils

Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Introduction.** The harmonious development of cognitive processes is a prerequisite for students' successful mastering of the educational program.

**The aim of the study** is to give a psychophysiological characteristic of the peculiarities of the formation of cognitive functions in senior students.

**Materials and methods.** The study of the functional state of the central nervous system (CNS) by the process of variational chronoreflexometry was carried out in 300 senior pupils of the traditional general education school; the assessment of cognitive abilities and intellectual level development was evaluated by using computer tests.

**Results.** Pupils of the 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> grades were shown to have no significant differences in the CNS functional indices. In contrast, the CNS functional level was 1.6–1.7 times lower than the physiological norm. The nervous reaction's stability was 1.3–1.4 times, the level of functionality of the formed functional system was 1.3 times. The decrease in the level of CNS functioning of the studied adolescents was due to the consumption of reserve functional capabilities of the central nervous system and the body as a whole for the formation of cognitive functions, as evidenced by the development of verbal and non-verbal thinking in students from the 9<sup>th</sup> to the 11<sup>th</sup> grade, high speed of thinking processes, voluntary attention and its stability. It was proved that the development of thinking contributed to the formation of voluntary attention, an increase in its stability, and the degree of concentration, confirmed by the established correlation of moderate strength between the accuracy index and the level of formation of various types of thinking ( $r = 0,4$ ).

**Conclusion.** The established features of students' intellectual development during a three-year study can be taken into account when organizing the educational process in traditional educational institutions to increase the level of cognitive development and academic performance of students.

**Keywords:** schoolchildren; functional state of the central nervous system; cognitive functions; level of intellectual development

**For citation:** Setko N.P., Zhdanova O.M., Setko A.G. Psychophysiological characteristics of the features of the establishment of cognitive functions in senior pupils. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2021; 100 (4): 358–364. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-4-358-364> (In Russ.)

**For correspondence:** Olesya M. Zhdanova, MD, ordinator of the Department of preventive medicine, Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation. E-mail: Robokors@yandex.ru

**Information about authors:**Setko N.P., <https://orcid.org/0000-0002-8073-0614>; Zhdanova O.M., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>; Setko A.G., <https://orcid.org/0000-0002-6887-6776>**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.**Contribution of the authors:** Setko N.P. – the concept and design of the study, writing the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Zhdanova O.M. – collecting and analysis of data interpretation of results, writing the text; Setko A.G. – the concept and design of the study, writing the text, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Received: October 8, 2020 / Accepted: March 10, 2021 / Published: May 18, 2021

## Введение

В период школьного обучения у детей и подростков интенсивно возрастает распространённость нарушений здоровья, в связи с чем проблема обеспечения здоровьесберегающих условий в процессе школьного обучения приобретает особую актуальность [1–6]. В формировании и укреплении здоровья учащихся важное значение имеет рациональная организация учебного процесса, адекватность учебных нагрузок функциональным возможностям организма обучающихся [1–3, 5, 7]. Гиперинформатизация учебной деятельности, избыточный объём когнитивных нагрузок выраженной интенсивности, активное использование в процессе обучения информационно-коммуникационных технологий требуют высокой функциональной подвижности нервных процессов, устойчивой концентрации внимания, постоянного его переключения с одного вида деятельности на другой, что в совокупности способствует развитию функционального напряжения центральной нервной системы у обучающихся [1–3, 5, 8–12]. Увеличение образовательных нагрузок, как правило, сопровождается нарушением режимов труда и отдыха, а отсутствие возможности полного восстановления работоспособности учащихся приводит к кумуляции утомления и переутомления, истощению функциональных резервов и срыву биологической адаптации в конечном итоге [1–3, 5, 8–15]. Кроме того, учебные нагрузки высокой интенсивности зачастую не соответствуют уровню развития когнитивных функций обучающихся, что приводит к снижению умственной работоспособности, трудностям в усвоении образовательной программы школьниками, академической неуспеваемости [16–21].

Цель исследования – дать психофизиологическую характеристику особенностей формирования когнитивных функций у учащихся старших классов.

## Материалы и методы

Проведено лонгитудинальное исследование среди 300 учащихся (из них 162 девочки и 138 мальчиков) 15–17-летнего возраста, обучающихся в 9–11-х непрофильных классах традиционной общеобразовательной школы. Исследование выполнялось в периоды учебной деятельности с ноября по декабрь 2016–2019 гг. в утренние часы с 9.00 до 12.00 в медицинском кабинете общеобразовательного учреждения, с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Форталеа, 2013), у школьников с I–II группами здоровья, при наличии информированного согласия родителей и учащихся на участие в медицинском обследовании.

Диагностика функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) школьников проведена согласно методике, вариационной хронорефлексометрии М.П. Мороз [22] по функциональному уровню нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР), уровню функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ). Когнитивные способности изучены с помощью корректурного теста – колец Э. Ландольта [23], реализованного в форме компьютерной программы, по показателям скорости переработки информации (S), продуктивности (P), коэффициента выносливости (Kp), точности (At), коэффициента точности (Ta), амплитуды колебаний

продуктивности. Оценка уровня интеллектуального развития учащихся проводилась с помощью компьютерного теста АСТУР (для абитуриентов и старшеклассников тест умственного развития) [24] с определением уровня сформированности вербально-логического, вербального, логического, аналитического, абстрактного и пространственного мышления; уровня общих знаний и интегрального показателя уровня умственного развития.

Полученные результаты описательной статистики подчинялись закону нормального распределения и были представлены в виде средней арифметической ( $M$ ), стандартного отклонения ( $\sigma$ ), среднеквадратической ошибки ( $m$ ). Оценка статистической значимости различий в сравниваемых группах проведена с вычислением  $t$ -критерия Стьюдента. Исследование взаимосвязи определяемых признаков проведено корреляционным анализом с вычислением парного коэффициента корреляции Пирсона ( $r$ ). При компьютерной обработке использованы пакет прикладных программ Microsoft Office 2010 и Statistica 13,0.

## Результаты

Установлено, что у учащихся в динамике обучения показатели, характеризующие функциональное состояние центральной нервной системы, остались практически на одном уровне, при этом были ниже физиологической нормы (табл. 1). Показано, что функциональный уровень нервной системы у обследуемых 9-го класса составлял  $2,4 \pm 0,03$  ед., у учащихся 11-го класса  $2,3 \pm 0,04$  ед. и был достоверно ниже физиологической нормы в 1,6 раза у девятиклассников и в 1,7 раза у одиннадцатиклассников. Значение устойчивости нервной реакции у учащихся 9-х и 11-х классов не имело достоверных отличий и в среднем составляло  $0,9 \pm 0,11$  и  $1 \pm 0,11$  ед., что было ниже физиологической нормы в 1,4 и в 1,3 раза соответственно, однако у десятиклассников УР была максимальной и составляла  $1,2 \pm 0,08$  ед., что было приближено к значениям физиологической нормы. Аналогичная тенденция установлена и по показателю уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы, значение которого было максимальным у десятиклассников –  $2,4 \pm 0,1$  ед., тогда как у учащихся 9-х и 11-х классов УФВ был практически одинаковым и составлял  $2,1 \pm 0,12$  и  $2,1 \pm 0,13$  ед. соответственно, что было ниже физиологической нормы в 1,3 раза.

Несмотря на отсутствие положительной динамики увеличения функциональных показателей центральной нервной системы от 9-го к 11-му классу, у школьников в процессе обучения установлено формирование когнитивных функций. Так, в динамике обучения у учащихся увеличивался объём общих знаний и сведений, о чём свидетельствовало достоверное повышение от 9-го к 11-му классу в 1,8 раза показателя, характеризующего уровень общих знаний, а также увеличение числа учащихся с высоким уровнем знаний от 2,1% среди девятиклассников до 37,8% среди одиннадцатиклассников (табл. 2, 3). В процессе обучения и приобретения новых знаний у учащихся происходило развитие различных видов мышления. У одиннадцатиклассников по сравнению с данными девятиклассников уровень развития аналитического мышления был выше в 6,7 раза, абстрактного мышления – в 2,3 раза, наглядно-образного мышления – в 2 раза, вербально-логического мышления – в 1,9 раза.

Таблица 1 / Table 1

**Показатели функционального состояния центральной нервной системы у обследуемых групп учащихся (ед.)**  
**Indicators of the functional state of the central nervous system in the studied groups of students (units)**

Показатель Indices	Физиологическая норма (Мороз М.П., 2003) Physiological norm (Moroz M.P., 2003)	Группа учащихся Student groups		
		9-й класс 9 <sup>th</sup> grade	10-й класс 10 <sup>th</sup> grade	11-й класс 11 <sup>th</sup> grade
Функциональный уровень нервной системы Functional level of the nervous system	4.0 ± 0.56	2.4 ± 0.03*	2.4 ± 0.02*	2.3 ± 0.04*
Устойчивость нервной реакции Stability of the nervous response	1.3 ± 0.65	0.9 ± 0.11	1.2 ± 0.08	1.0 ± 0.11
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы The level of functional capabilities of the formed functional system	2.6 ± 0.73	2.1 ± 0.12	2.4 ± 0.10	2.1 ± 0.13

Примечание. Здесь и в табл. 2, 4: \* –  $p \leq 0,05$  при сравнении данных учащихся с физиологической нормой; \*\* –  $p \leq 0,05$  при сравнении данных учащихся 9-х классов с данными 11-х классов.

Note. Here and in Tables 2, 4: \* –  $p \leq 0.05$  when comparing the data of students with the physiological norm; \*\* –  $p \leq 0.05$  when comparing data from 9<sup>th</sup> grade students with data from 11<sup>th</sup> grades.

Таблица 2 / Table 2

**Уровень развития психофизиологических функций у учащихся обследуемых групп, баллы**  
**The level of development of psychophysiological functions in students of the studied groups, points**

Показатель Indices		Группа учащихся / Student groups		
		9-й класс / 9 <sup>th</sup> grade	10-й класс / 10 <sup>th</sup> grade	11-й класс / 11 <sup>th</sup> grade
Уровень общих знаний	General knowledge level	7.0 ± 0.51	12.5 ± 0.76	12.6 ± 0.63**
Уровень подвижности мышления	The level of mobility of thinking	16.7 ± 0.43	17.9 ± 0.30	17.8 ± 0.21**
Уровень мышления:	Level of thinking:			
вербально-логического	verbal-logical	3.3 ± 0.31	4.1 ± 0.50	6.2 ± 0.60**
вербального	verbal	4.4 ± 0.50	9.0 ± 0.84	9.4 ± 0.77*
логического	logical	0.5 ± 0.20	3.7 ± 0.47	4.3 ± 0.48**
абстрактного	abstract	5.0 ± 0.69	10.6 ± 1.35	11.3 ± 0.94**
аналитического	analytical	1.1 ± 0.39	2.5 ± 0.59	7.4 ± 0.90**
пространственного	spatial	2.9 ± 0.28	3.9 ± 0.61	5.9 ± 0.47**
Уровень интеллектуального развития	Intellectual development level	27.6 ± 2.11	50.3 ± 2.65	63.4 ± 3.83**

Таблица 3 / Table 3

**Распределение обследуемых учащихся в зависимости от уровня развития психофизиологических способностей, %**  
**Distribution of the studied students depending on the level of development of psychophysiological abilities, %**

Показатель Indices	Группа учащихся, класс Student groups, grade	Уровень развития психофизиологических способностей The level of development of psychophysiological abilities			
		низкий / low	средний / middle	высокий / high	
Уровень общих знаний General knowledge level	9	50.0	47.9	2.1	
	10	–	66.7	33.3	
	11	11.1	51.1	37.8	
Уровень мышления: / Level of thinking:	вербально-логического verbal-logical	9	80.2	18.8	1.0
		10	59.5	38.1	2.4
		11	44.4	36.7	18.9
	абстрактного abstract	9	95.8	4.2	–
		10	81.0	14.3	4.8
		11	68.9	31.1	–
	аналитического analytical	9	87.5	8.3	4.2
		10	76.2	23.8	–
		11	46.7	15.6	37.8
пространственного spatial	9	68.8	27.1	4.2	
	10	57.1	28.6	14.3	
	11	17.8	44.4	37.8	

Таблица 4 / Table 4

**Количественные и качественные показатели когнитивной работоспособности у учащихся обследуемых групп**  
**Quantitative and qualitative indicators of cognitive performance in students of the studied groups**

Показатель Indices	Группа учащихся Student groups	Группа учащихся Student groups		
		9-й класс 9 <sup>th</sup> grade	10-й класс 10 <sup>th</sup> grade	11-й класс 11 <sup>th</sup> grade
Скорость переработки информации (S, ед.) Information processing speed (S, units)		1.46 ± 0.052	1.38 ± 0.059	1.39 ± 0.038
Продуктивность, ед. Productivity, units		300.17 ± 11.944	292.29 ± 12.051	297.24 ± 8.350
Коэффициент выносливости, % Endurance coefficient, %		23.77 ± 0.122	45.85 ± 0.110	1.11 ± 0.034**
Точность, ед. Accuracy, units		0.85 ± 0.022	0.89 ± 0.015	0.91 ± 0.009**
Коэффициент точности, % Accuracy factor, %		7.23 ± 0.034	3.25 ± 0.019	1.46 ± 0.016**
Амплитуда колебаний продуктивности, ед. Amplitude of productivity fluctuations, units		187.78 ± 37.410	207.17 ± 24.612	87.54 ± 7.372**

В связи с этим от 9-го к 11-му классу снижалось количество учащихся с низким уровнем сформированности пространственного мышления на 51%, аналитического мышления – на 40,5%, вербально-логического мышления – на 35,8%, абстрактного мышления – на 26,9%.

Кроме того, у 83,3% девятиклассников выявлен высокий уровень скорости переработки информации и продуктивности когнитивной деятельности, который у 75,7 и 78,4% одиннадцатиклассников соответственно поддерживался в динамике трёхлетнего обучения, о чём свидетельствовали в том числе данные незначительного изменения от 9-го к 11-му классу показателей скорости переработки информации с  $1,46 \pm 0,052$  до  $1,39 \pm 0,038$  ед. ( $p \geq 0,05$ ) и продуктивности труда с  $300,17 \pm 11,944$  до  $297,24 \pm 8,350$  ед. ( $p \geq 0,05$ ) (табл. 4, 5).

На этом фоне у учащихся увеличивалась точность когнитивной деятельности и способность к длительному её поддержанию в течение заданного времени на высоком уровне, о чём свидетельствовало достоверное увеличение точности с  $0,85 \pm 0,022$  ед. у девятиклассников до  $0,91 \pm 0,009$  ед. у одиннадцатиклассников ( $p \leq 0,05$ ) и изменение коэффициента точности с  $7,23 \pm 0,034$  до  $1,46 \pm 0,016\%$  ( $p \leq 0,05$ ). В связи с этим к одиннадцатому классу число учащихся с высоким уровнем точности увеличилось в 2 раза, с высоким уровнем выносливости нервной системы к действию различных раздражителей – в 1,3 раза. Кроме того, от 9-го к 11-му классу у школьников снижалась амплитуда колебаний продуктивности с  $187,78 \pm 37,410$  до  $87,54 \pm 7,372$  ед. ( $p \leq 0,05$ ), которая обеспечивалась повышением у учащихся выносливости нервной системы к длительному действию раздражителей, о чём свидетельствовало изменение коэффициента выносливости с  $23,77 \pm 0,122\%$  до  $1,11 \pm 0,034\%$  ( $p \leq 0,05$ ), а также увеличение от 9-го к 11-му классу числа обследуемых с высоким уровнем выносливости от 38,9 до 51,4%.

Повышение точности, обеспечивающей безошибочное выполнение когнитивной деятельности, у учащихся, вероятно, было обусловлено накоплением уровня знаний, а также формированием в динамике обучения различных видов мышления, о чём свидетельствовала корреляционная зависимость умеренной силы между показателем точности и уровнем сформированности вербально-логического ( $r = 0,3$ ), пространственного ( $r = 0,4$ ), абстрактного ( $r = 0,4$ ) и аналитического мышления ( $r = 0,4$ ), а также уровнем общих знаний ( $r = 0,3$ ) (табл. 6).

Становлению когнитивных функций в динамике трёхлетнего обучения способствовало увеличение уровня интеллектуального развития учащихся, что отражали данные увеличения от 9-го к 11-му классу числа учащихся со средним уровнем интеллектуального развития от 10,4 до 71,1% и числа подростков с высоким уровнем интеллектуального развития от 6,3 до 22,2% (см. рисунок).

Таблица 5 / Table 5

**Распределение школьников в зависимости от уровня когнитивных способностей, %**

**Distribution of schoolchildren depending on the level of cognitive abilities, %**

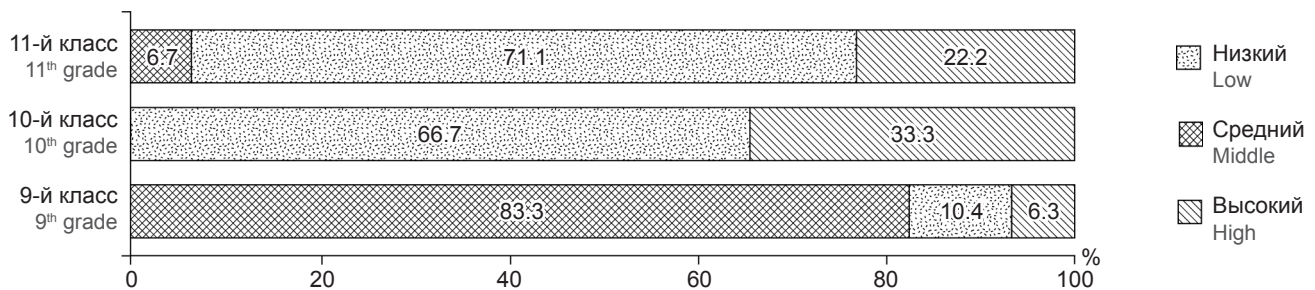
Показатель Indices	Группа учащихся, класс Student groups, grade	Уровень развития показателей когнитивной работоспособности the level of development of indices of cognitive performance		
		низкий low	средний middle	высокий high
Скорость переработки информации Information processing speed	9	–	16.7	83.3
	10	–	29.4	70.6
	11	–	24.3	75.7
Продуктивность Productivity	9	–	16.7	83.3
	10	–	29.4	70.6
	11	–	21.6	78.4
Коэффициент выносливости Endurance coefficient	9	17.6	47.1	38.9
	10	82.4	–	17.6
	11	21.6	27.0	51.4
Точность Accuracy	9	16.7	50.0	33.3
	10	11.8	52.9	35.3
	11	8.1	24.3	67.6
Коэффициент точности Accuracy factor	9	–	33.3	66.7
	10	–	5.9	94.1
	11	–	8.1	89.2
Амплитуда колебаний продуктивности Amplitude of productivity fluctuations	9	–	33.3	66.7
	10	–	17.6	82.4
	11	–	59.5	40.5

Таблица 6 / Table 6

Показатели корреляционной зависимости между когнитивными параметрами работоспособности и психофизиологическими показателями у обследуемых учащихся, ед.

Indicators of the correlation dependence between the cognitive parameters of working capacity and psychophysiological indicators in the surveyed students, units

Показатель Indices	Показатель когнитивной работоспособности Cognitive performance indices					
	скорость переработки информации Speed of information processing	продуктивность productivity	коэффициент выносливости coefficient of endurance	точность accuracy	коэффициент точности accuracy factor	амплитуда колебаний продуктивности the amplitude of productivity fluctuations
Уровень общих знаний General knowledge level	-0.2	-0.1	-0.2	0.3	-0.1	-0.2
Уровень мышления: Level of thinking:						
вербально-логического verbal-logical	-0.1	0.1	-0.3	0.3	-0.1	-0.2
абстрактного abstract	-0.2	-0.2	-0.1	0.4	-0.2	-0.1
аналитического analytical	-0.1	0.1	-0.4	0.4	-0.2	-0.2
пространственного spatial	-0.1	-0.1	-0.2	0.4	-0.1	-0.2
Уровень интеллектуального развития Intellectual development level	-0.2	-0.1	-0.3	0.3	-0.2	-0.1



Распределение учащихся в зависимости от уровня умственного развития  
Distribution of students depending on the level of the mental development.

## Обсуждение

Специфика и возможности эффективной реализации когнитивной деятельности в первую очередь зависят от функционального состояния центральной нервной системы, являющейся интегральной характеристикой функционирования головного мозга в целом [5]. Установлено, что функциональное состояние ЦНС у учащихся 9-х и 11-х классов было сниженным и в течение обучения практически не изменялось, что, вероятно, обусловлено расходом резервных функциональных возможностей центральной нервной системы и организма в целом на формирование у учащихся когнитивных функций [25]. По всей видимости, в условиях нерациональной организации режима труда и отдыха отсутствовала возможность полного восстановления функциональных резервов центральной нервной системы и умственной работоспособности учащихся, в связи с чем в процессе обучения у школьников не происходило закономерного увеличения показателей функционального состояния ЦНС [1–3, 5, 8–12].

Показано, что в течение трёхлетнего обучения у школьников происходило становление мыслительной деятельности за счёт развития вербальных и невербальных способностей. Развитие вербального мышления характеризовалось

увеличением способности у учащихся к логическим рассуждениям; умением оперировать понятиями и научными терминами, абстрактными конструкциями. Формирование невербальной составляющей структуры мышления происходило за счёт развития способностей, связанных с анализом невербальной символической информации. Кроме того, у обучающихся повышался уровень развития математических способностей, о чём свидетельствовало формирование аналитического мышления в динамике обучения. Вероятно, основой для развития мышления у обучающихся являлось приобретение и усвоение школьниками в процессе обучения новых знаний, о чём свидетельствовало увеличение от 9-го к 11-му классу числа учащихся с высоким уровнем знаний от 2,1 до 37,8%. Согласно данным научной литературы, в подростковом и юношеском возрасте происходит активное становление когнитивных процессов, при этом известно, что необходимым условием развития когнитивных способностей, в том числе мышления, является обучение, в процессе которого происходит усвоение знаний, навыков, умений, расширение кругозора у учащихся [26]. Многочисленными исследованиями показаны отличия в темпах развития и соотношения вербальных и невербальных способностей у учащихся на разных ступенях образования, что авторы обуславливают спецификой содержания обучения [16, 27–29].

Становление вербально-логического мышления происходит под влиянием обучения, которое ориентировано на развитие вербальных способностей, тогда как формированию невербального мышления существующая система образования не уделяет достаточного внимания [16, 27].

У обследуемых учащихся в том числе был выявлен высокий уровень функциональной подвижности нервной системы, что свидетельствовало о высокой скорости мыслительной деятельности, процессов принятия решения и представляло основу для высокой продуктивности когнитивной деятельности. Показано, что в течение трёх лет обучения скорость и продуктивность когнитивной деятельности у учащихся практически не изменялись, что подтверждали данные незначительного изменения от 9-го к 11-му классу показателей скорости переработки информации от  $1,46 \pm 0,052$  до  $1,39 \pm 0,038$  ед. ( $p \geq 0,05$ ) и продуктивности работы от  $300,17 \pm 11,944$  до  $297,24 \pm 8,350$  ед. ( $p \geq 0,05$ ). В то же время от 9-го к 11-му классу у учащихся происходило развитие произвольного внимания, а также увеличение его устойчивости, о чём свидетельствовала тенденция повышения точности от  $0,85 \pm 0,022$  до  $0,91 \pm 0,009$  ед. ( $p \leq 0,05$ ); и данные достоверного снижения амплитуды колебаний продуктивности с  $187,78 \pm 37,41$  до  $87,54 \pm 7,372$  ед. ( $p \leq 0,05$ ). Вероятно, физиологической основой для повышения устойчивости внимания у учащихся являлось развитие силы нервных процессов и выносливости нервной системы к длительному воздействию раздражителей, что подтверждалось данными увеличения от 9-го к 11-му классу в 1,3 раза учащихся с высоким уровнем выносливости.

Одним из основных условий длительного сосредоточения произвольного внимания является активная мыслительная деятельность [16, 27]. Доказано, что формирование мышле-

ния способствует развитию произвольного внимания, увеличению его устойчивости и степени концентрации, о чём свидетельствовала установленная корреляционная связь умеренной силы между показателем точности и уровнем сформированности различных видов мышления ( $r = 0,4$ ).

Показано, что обучение в течение трёх лет в традиционном общеобразовательном учреждении способствовало формированию у учащихся мыслительной деятельности, высокой скорости процессов переработки информации, развитию произвольного внимания и увеличению его устойчивости, что в совокупности обеспечивало повышение уровня интеллектуального развития учащихся, о чём свидетельствовало увеличение числа обследуемых со средним и высоким уровнем умственного развития в 6,8 и 3,5 раза соответственно.

## Заключение

Таким образом, у учащихся традиционного общеобразовательного учреждения в динамике трёхлетнего обучения установлено развитие процессов мышления, произвольного внимания и его устойчивости, а также поддержание в процессе обучения высокой скорости мыслительной деятельности. При этом формирование когнитивных функций у обследуемых учащихся осуществлялось за счёт снижения уровня функционирования центральной нервной системы, что является фактором риска развития утомления и отклонений в состоянии здоровья учащихся и определяет необходимость разработки рекомендаций по рациональной организации образовательного процесса на базе традиционной школы в целях восстановления и повышения функциональных резервов центральной нервной системы и умственной работоспособности обучающихся.

## Литература

(п.п. 19, 26 см. References)

1. Кучма В.Р. *Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде*. М.: Педиатр; 2016.
2. Сетко И.М., Сетко Н.П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018; 6(2): 4–13.
3. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной российской школе: идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены. В кн.: *Сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием «Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях»*. Екатеринбург; 2018: 20–6.
4. Саньков С.В., Кучма В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной электронной информационно-образовательной среды школ. *Вестник новых медицинских технологий*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380>
5. Сетко Н.П., Сетко А.Г., Булычева Е.В. *Адаптационная медицина детей и подростков*. Оренбург; 2018.
6. Сетко Н.П., Сетко А.Г. Актуальные проблемы развития школьной медицины на современном этапе. *Лечение и профилактика*. 2017; (1): 57–62.
7. Степанова М.И., Сазанов З.И., Поленова М.А., Александрова И.Э., Лашнева И.П., Шумкова Т.В. Оптимизация учебного процесса в школе как способ профилактики нарушений здоровья школьников. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010; (3): 119–20.
8. Анисимова Н.В., Опарина О.Н., Сугрובה Г.А., Савина Л.Н. Распределение учебной нагрузки гимназистов в динамике учебного дня и недели на основе параметров умственной работоспособности. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки*. 2015; (4): 226–34.
9. Ставцева В.В. Динамика умственной работоспособности учащихся 4–11 классов на уроках в течение учебного дня и недели. *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки*. 2012; (3): 166–73.
10. Александрова И.Э. Гигиеническая оценка учебного расписания в условиях школьной цифровой среды. *Здоровье населения и среда обитания*. 2018; (3): 15–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-300-3-15-17>
11. Черницына Н.В. Динамика психофизиологических показателей работоспособности и утомления учащихся младших классов в течение учебной недели. *Вестник Югорского государственного университета*. 2014; (1): 43–7.
12. Сетко Н.П., Булычева Е.В., Жамавова Л.Д., Сетко И.А. Гигиеническая оценка напряженности учебного процесса на уроках гуманитарного и математического профилей и ее влияние на работоспособность учеников старших классов. *Оренбургский медицинский вестник*. 2019; 7(3): 57–61.
13. Параничева Т.М., Макарова Л.В., Лукьянец Г.Н., Лезжова Г.Н., Тюрина Е.В., Орлов К.В. Учебная, внеучебная и общая нагрузка, режим дня старшеклассников при интеллектуальных нагрузках повышенной интенсивности. *Новые исследования*. 2016; (4): 71–84.
14. Рукавкова Е.М., Розанов М.Ю. Гигиеническая оценка режима дня и состояния здоровья учащихся лицея. В кн.: *Наука в современном мире*. М.; 2018: 31–4.
15. Валеева Э.Р., Зиятдинова А.И. Оценка факторов риска, влияющих на здоровье учащихся различных типов общеобразовательных учреждений. *Фундаментальные исследования*. 2014; (10): 1052–5.
16. Попова Е.В., Волокитина Т.В. Особенности развития структуры интеллекта школьников 11–18 лет. *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Естественные науки*. 2012; (1): 77–86.
17. Безруких М.М., Логинова Е.С., Паралис Е.М. Комплексная диагностика индивидуальных нарушений когнитивного развития и их коррекция. *Физиология человека*. 2015; 41(4): 18–30. <https://doi.org/10.7868/S0131164615040049>
18. Шевелева Д.Е. Помощь неуспевающим ученикам: психологическое и педагогическое решение проблемы для российского и зарубежного образования. *Школьные технологии*. 2018; (5): 78–84.
19. Вавилов Ю.П. Проблемы учебной неуспеваемости школьников. *Ярославский педагогический вестник*. 2016; (2): 19–24.
20. Лубкарева К.В. Психологические проблемы неуспеваемости младших подростков. В кн.: *Будущее науки – 2019. Сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции*. Курск; 2019: 183–6.
21. Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. Методическое руководство. М.; 2003.
22. Сысов В.Н. *Тест Э. Ландольта. Диагностика работоспособности*. СПб.; 2000.
23. Гуревич К.М., Аким М.К., Борисова Е.М., Логинова Г.П., Раевский А.М., Ференс Н.А. Тест АСТУР. *Психологическая наука и образование*. 1996; 1(1): 105–6.
24. Баранова А.А., Шеплягина Л.А., ред. *Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006.
25. Попова Е.В. Особенности мышления школьников 7–18 лет. *Arctic Environmental Research*. 2009; (2): 13–20.
26. Пахомова А.М. Зависимость динамики соотношения вербального/невербального компонентов творческого мышления подростков от типа школьного обучения. *Вестник ТвГУ. Серия: Педагогика и психология*. 2014; (1): 188–93.
27. Арскиева З.А. Развитие вербально-логического мышления у детей младшего школьного возраста. *Мир науки, культуры, образования*. 2016; (1): 232–4.

## References

- Kuchma V.R. *Challenges of the XXI Century: Hygienic Safety of the Children in a changing Environment [Vyzovy XXI veka: gigenicheskaya bezopasnost' detey v izmenyayushcheysya srede]*. Moscow: Pediatr; 2016. (in Russian)
- Setko I.M., Setko N.P. Modern problems of health status of schoolchildren in conditions of integrated influence of factors of environment. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik*. 2018; 6(2): 4–13. (in Russian)
- Kuchma V.R. Risk factors for the health of students in a modern Russian school: identification, assessment and prevention by hygiene products. In: *A Collection of Articles of the VI National Congress on School and University Medicine with International participation «The Modern Model of Medical Support for Children in Educational Organizations» [Sbornik statey VI Natsional'nogo kongressa po shkol'noy i universitetskoy meditsine s mezhdunarodnym uchastiem «Sovremennaya model' meditsinskogo obespecheniya detey v obrazovatel'nykh organizatsiyakh»]*. Ekaterinburg; 2018: 20–6. (in Russian)
- San'kov S.V., Kuchma V.R. Hygienic assessment of the impact of the modern schools' electronic information-educational environment on children. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2019; (3): 98–103. <https://doi.org/10.24411/2075-4094-2019-16380> (in Russian)
- Setko N.P., Setko A.G., Bulycheva E.V. *Adaptive Medicine for Children and Adolescents [Adaptatsionnaya meditsina detey i podrostkov]*. Orenburg; 2018. (in Russian)
- Setko N.P., Setko A.G. The actual problems of modern school medicine. *Lechenie i profilaktika*. 2017; (1): 57–62. (in Russian)
- Stepanova M.I., Sazanyuk Z.I., Polenova M.A., Aleksandrova I.E., Lashneva I.P., Shumkova T.V. Optimization of educational process at school as the way of health disorders prevention in schoolchildren. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2010; (3): 119–20. (in Russian)
- Anisimova N.V., Oparina O.N., Sugrobova G.A., Savina L.N. Study load distribution for grammar school students over academic day and week according to their mental capacity. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Gumanitarnye nauki*. 2015; 4(36): 226–34. (in Russian)
- Stavtseva V.V. Dynamics of intellectual working capacity of pupils 4–11 grades at lessons during educational day and week. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2012; (3): 166–73. (in Russian)
- Aleksandrova I.E. Hygienic assessment of the educational schedule in the conditions of the school digital environment. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2018; (3): 15–7. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2018-300-3-15-17> (in Russian)
- Chernitsyna N.V. Dynamics of psychophysiological indicators of efficiency and fatigue in junior classes during the school week. *Vestnik Yugorskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2014; (1): 43–7. (in Russian)
- Setko N.P., Bulycheva E.V., Zhamavova L.D., Setko I.A. Hygienic assessment of the tension of the educational process at the lesson of the humanitarian and mathematic profiles and its impact on the efficiency of the older classes. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik*. 2019; 7(3): 57–61. (in Russian)
- Paranicheva T.M., Makarova L.V., Luk'yanets G.N., Lezzhova G.N., Tyurina E.V., Orlov K.V. Educational, extracurricular and general workload, high school day routine for high-intensity intellectual workloads. *Novye issledovaniya*. 2016; (4): 71–84. (in Russian)
- Rukavkova E.M., Rozanov M.Yu. Hygienic Assessment of The Daily Routine and the State of Health of Lyceum Students. In: *Science in the Modern World [Nauka v sovremennoy mire]*. Moscow; 2018: 31–4. (in Russian)
- Valeeva E.R., Ziyatdinova A.I. The incidence of students who studies at the lyceum and specialized educational institutions. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (10): 1052–5. (in Russian)
- Popova E.V., Volokitina T.V. Features of intellect structure development in schoolchildren aged 11–18 years. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki*. 2012; (1): 77–86. (in Russian)
- Bezrukikh M.M., Loginova E.S., Partalis E.M. Children with impaired cognitive development: complex assessment and intervention. *Fiziologiya cheloveka*. 2015; 41(4): 18–30. <https://doi.org/10.7868/S0131164615040049> (in Russian)
- Sheveleva D.E. Helping underachieving students: psychological and pedagogical solution for russian and foreign education. *Shkol'nye tekhnologii*. 2018; (5): 78–84. (in Russian)
- Schulte-Körne G. Mental Health Problems in a School Setting in Children and Adolescents. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2016; 113(11): 183–90. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2016.0183>
- Vavilov Yu.P. Problems of schoolchildren's educational backwardness. *Yaroslavl'skiy pedagogicheskii vestnik*. 2016; (2): 19–24. (in Russian)
- Lubkareva K.V. Psychological problems of underachievement of younger adolescents. In: *The Future of Science – 2019. Collection of Scientific Articles of the 7th International Youth Scientific Conference [Budushche nauki – 2019. Sbornik nauchnykh statey 7-y Mezhunarodnoy molodezhnoy nauchnoy konferentsii]*. Kursk; 2019: 183–6. (in Russian)
- Moroz M.P. Express diagnostics of a person's functional state and working capacity. Methodical guide. Moscow; 2003. (in Russian)
- Sysoev V.N. E. *Landolt's Test. Health Diagnostics [Test E. Landolt'a. Diagnostika rabotosposobnosti]*. St. Petersburg; 2000. (in Russian)
- Gurevich K.M., Akim M.K., Borisova E.M., Loginova G.P., Raevskiy A.M., Ferens N.A. Test ASTUR. *Psikhologicheskaya nauka i obrazovanie*. 1996; 1(1): 105–6. (in Russian)
- Baranova A.A., Shcheplyagina L.A., eds. *Physiology of Growth and Development of Children and Adolescents (Theoretical and Clinical Issues): Practical Guide [Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy): prakticheskoe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2006. (in Russian)
- Falch T., Massih S.S. The effect of education on cognitive ability. *Econ. Inq.* 2011; 49(3): 838–56. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2010.00312.x>
- Popova E.V. Peculiarities of thinking in children aged from 7 to 18. *Arctic Environmental Research*. 2009; (2): 13–20. (in Russian)
- Pakhomova A.M. The dependence of the dynamics of the ratio of verbal/non-verbal components of creative thinking teenagers from the type of schooling. *Vestnik TvGU. Seriya: Pedagogika i psikhologiya*. 2014; (1): 188–93. (in Russian)
- Arskieva Z.A. Development of verbal-logical thinking in children of primary school age. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya*. 2016; (1): 232–4. (in Russian)