



Читать  
онлайн  
Read  
online

Булычева Е.В., Жданова О.М.

## Физиолого-гигиеническое обоснование способа повышения умственной работоспособности учащихся старшего школьного возраста

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

**Введение.** Существенный рост учебной нагрузки в образовательных организациях инновационного типа создаёт предпосылки для развития функционального напряжения центральной нервной системы, быстрого утомления и снижения умственной работоспособности учащихся.

**Цель исследования** – научно обосновать неинвазивный немедикаментозный способ повышения умственной работоспособности подростков старшего школьного возраста.

**Материалы и методы.** Способ заключался в реализации четырёх этапов: на первом этапе проведена предварительная компьютерная оценка уровня умственной работоспособности 100 учащихся многопрофильного лицея методом вариационной хронорефлексографии; на втором этапе учащиеся были обучены навыкам функционального биоуправления с помощью диафрагмально-релаксационного дыхания на аппаратно-программном комплексе «Микарт-М»; на третьем этапе каждому учащемуся в зависимости от степени освоения методики были даны рекомендации о режиме и кратности выполнения тренингов. Были сформированы 2 группы учащихся: первая группа – обследуемые, которые самостоятельно и регулярно в течение 2 нед выполняли тренинги ( $n = 48$ ), вторую группу составили подростки, не выполнявшие тренинги ( $n = 52$ ). На четвёртом этапе у учащихся обеих групп проведена оценка эффективности разработанного способа путём сравнительного анализа данных до и после тренингов функционального биоуправления.

**Результаты.** Установлено, что среди учащихся 1-й группы, регулярно использовавших диафрагмально-релаксационное дыхание в течение 2 нед, число обследуемых с оптимальной работоспособностью увеличилось вдвое, а доля учащихся с существенно сниженной умственной работоспособностью снизилась в 16,7 раза, что свидетельствовало о высокой эффективности разработанного способа повышения умственной работоспособности; в свою очередь среди подростков 2-й группы, нерегулярно выполнявших тренинги, выявлена противоположная тенденция снижения в 15,5 раза числа обследуемых с нормальной умственной работоспособностью.

**Ограничения.** Полученные результаты требуют верификации на других выборках с расширением возраста учащихся и типов общеобразовательных учреждений; дополнения данных об уровне умственной работоспособности лицестов результатами академической успеваемости, которая также характеризует уровень умственной работоспособности; удлинения срока наблюдения за фиксируемыми показателями после проведения тренингов для уточнения сроков изменения показателей, влияющих на работоспособность и характеризующих её.

**Заключение.** Разработанный способ является эффективным инструментом повышения умственной работоспособности подростков старшего школьного возраста, что позволяет рекомендовать его для внедрения и массового использования медицинскими работниками и педагогами общеобразовательных учреждений.

**Ключевые слова:** профилактика; способ повышения умственной работоспособности; диафрагмальное дыхание; функциональное состояние центральной нервной системы; хронорефлексография; старшеклассники; коррекция поведения

**Соблюдение этических стандартов.** Работа с обследуемыми проводилась только после получения от их законных представителей (родителей) письменного информированного согласия, формулировка которого составлена с соблюдением всех этических стандартов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Фортеалеза, 2013).

**Для цитирования:** Булычева Е.В., Жданова О.М. Физиолого-гигиеническое обоснование способа повышения умственной работоспособности учащихся старшего школьного возраста. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(2): 186-193. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-186-193>

**Для корреспонденции:** Булычева Екатерина Владимировна, канд. мед. наук, доцент кафедры профилактической медицины ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург. E-mail: e-sosnina@mail.ru

**Участие авторов:** Булычева Е.В. – концепция и дизайн исследования, редактирование, написание текста, сбор и обработка материала; Жданова О.М. – написание текста, сбор и обработка материала, статистическая обработка. *Все соавторы* – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 21.06.2021 / Принята к печати: 25.11.2021 / Опубликована: 10.03.2022

Ekaterina V. Bulycheva, Olesya M. Zhdanova

## Physiological and hygienic substantiation of a method for increasing mental work capacity in older school-age students

Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation

**Introduction.** A significant increase in the study load, the expansion of the program material, the introduction of new academic subjects, the use of new, including copyright, pedagogical technologies (computer training, modular lessons, etc.) in educational institutions of an innovative type creates the preconditions for the development of functional tension of the central nervous system, the rapid onset of fatigue and a decrease in the mental performance of students.

**The aim of the study** is to scientifically substantiate a non-invasive, non-drug way of increasing mental performance in adolescents of senior school age.

**Materials and methods.** The method consisted in the implementation of four stages: at the first stage, 100 students of the multidisciplinary lyceum underwent a preliminary computer assessment of the level of mental performance by the method of variational chronoreflexometry; at the second stage, the students were taught the skills of functional biocontrol using diaphragmatic relaxation breathing on the hardware-software complex “Mikart-M”; at the third stage, each student, depending on the degree of mastering the methodology, was given recommendations on the mode and frequency of training. Two groups were formed from the

students, where the first group was represented by the surveyed who independently and regularly performed pieces of training for two weeks ( $n = 48$ ), the second group consisted of adolescents who did not perform pieces of training ( $n = 52$ ). At the fourth stage, the effectiveness of the developed method was assessed by comparative analysis of data before and after training in functional biocontrol in students of both groups.

**Results.** It was found that among the students of the 1<sup>st</sup> group who regularly performed breathing for two weeks, the number of subjects with optimal working capacity doubled, and the proportion of students with significantly reduced mental performance decreased 16.7 times, which indicated the high efficiency of the developed method increasing mental performance; in turn, among the adolescents of the 2<sup>nd</sup> group who did pieces of training irregularly, an opposite tendency was revealed for a 15.5-fold decrease in the number of subjects with typical mental performance.

**Limitations.** The results obtained require verification on other samples with the expansion of the age of students and the type of educational institution; supplementing data on the level of mental performance of lyceum students with the results of academic performance, which also characterizes the level of mental performance; lengthening the observation period for fixed indicators after conducting pieces of training to clarify the timing of maintaining changes in indicators that affect and characterize the performance.

**Conclusion.** Thus, the developed method is an effective tool for increasing mental performance in senior school adolescents, making it possible to recommend it for implementation and mass use among medical workers and teachers of educational institutions.

**Keywords:** a way to improve mental performance; diaphragmatic breathing; functional state of the central nervous system; chronoreflexometry; high school students; behavior correction

**Compliance with ethical standards.** Work with the subjects was carried out only after obtaining from their legal representatives (parents) written informed consent, the wording of which was drawn up in compliance with all ethical standards of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association (Fortaleza, 2013).

**For citation:** Bulycheva E.V., Zhdanova O.M. Physiological and hygienic substantiation of a method for increasing mental work capacity in older school-age students. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(2): 186-193. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-2-186-193> (In Russ.)

**For correspondence:** Ekaterina V. Bulycheva, MD, PhD, assistant professor of preventative medicine department Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation. E-mail: e-sosnina@mail.ru

#### Information about the authors:

Bulycheva E.V., <https://orcid.org/0000-0002-8215-8674> Zhdanova O.M., <https://orcid.org/0000-0003-4694-0674>

**Contribution:** Bulycheva E.V. – the concept and design of the study, editing, writing text, collection and processing of the material. Zhdanova O.M. – writing text, collecting and processing material, statistical processing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: June 21, 2021 / Accepted: November 25, 2021 / Published: March 10, 2022

## Введение

Существенный рост учебной нагрузки, расширение программного материала, введение новых учебных предметов, использование новых, в том числе и авторских, педагогических технологий (компьютерное обучение, модульные уроки и др.) в образовательных организациях инновационного типа обуславливают повышение требований к функциональному состоянию и здоровью ребёнка и становятся привычными для современного школьного образования [1–11]. По данным Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей Минздрава России, ведущим фактором в снижении умственной работоспособности школьников старших классов является учебная нагрузка [12].

Трудности в профилактике развития утомления и повышении работоспособности подростков школьного возраста связаны с невозможностью снижения учебной нагрузки, регламентируемой современными образовательными требованиями, а также с дефицитом времени на оздоровительные мероприятия, восстанавливающие работоспособность, такие как сон, прогулки на открытом воздухе, двигательная активность. Длительное использование школьниками информационно-коммуникационных технологий приводит к существенному снижению продолжительности ночного сна, двигательной активности и сокращению пребывания на открытом воздухе. У части школьников из-за несоблюдения режима питания, позднего ужина, недостаточного числа приёмов пищи, в том числе горячей, длительных перерывов и неправильных пищевых предпочтений нарушен такой важный элемент здорового образа жизни, как рациональное питание [4, 5, 13, 14].

В сложившейся ситуации разработка способа повышения умственной работоспособности с возможностью его реализации на базе общеобразовательных организаций при условии приложения небольших усилий и минимального воздействия как кадрового потенциала, так и технических средств становится актуальным и перспективным научным направлением.

Цель исследования – научно обосновать неинвазивный немедикаментозный способ повышения умственной работоспособности подростков старшего школьного возраста.

## Материалы и методы

Разработанный способ повышения умственной работоспособности был апробирован среди подростков старших классов многопрофильного лицея для одарённых учащихся. Исследование было организовано в период учебной деятельности с ноября по декабрь в медицинском кабинете образовательной организации. Критериями включения являлись: подростки, отнесённые к I–III группам здоровья, с нормальным психическим развитием и отсутствием острых и хронических заболеваний центральной нервной системы. Учащиеся с острыми и хроническими заболеваниями в стадии обострения, а также перенёсшие за две недели до обследования острые заболевания, были исключены из исследования.

Исследование включало четыре этапа: на первом этапе проведена предварительная компьютерная оценка уровня умственной работоспособности 100 лицеистов методом вариационной хронорефлексографии [15] по функциональному уровню нервной системы (ФУС), устойчивости нервной реакции (УР) и уровню функциональных возможностей сформированной функциональной системы (УФВ), на основании которых был автоматически рассчитан уровень умственной работоспособности (Р) в соответствии со следующей градацией: при данных от –1 до 0 единиц – существенно сниженная работоспособность; от 0,1 до 1 единицы – сниженная работоспособность; от 1,1 до 2 единиц – незначительно сниженная работоспособность; от 2,1 и выше единиц – нормальная работоспособность. На втором этапе учащиеся были обучены навыкам функционального биоуправления (ФБУ) с помощью диафрагмально-релаксационного дыхания на аппаратно-программном комплексе «Микарт-М» производства ООО «НПФ «Амалтея» (Санкт-Петербург, 2015). На третьем этапе каждому учащемуся в зависимости от степени освоения методики были даны рекомендации о режиме и кратности выполнения тренингов. Были сформированы 2 группы учащихся: в первую вошли обследуемые, которые самостоятельно регулярно в течение 2 нед выполняли тренинги ( $n = 48$ ), вторую группу составили подростки, не выполнявшие тренинги ( $n = 52$ ). На четвёртом этапе для оценки эффективности разработанного способа

Таблица 1 / Table 1

**Показатели функционального состояния центральной нервной системы, характеризующие умственную работоспособность учащихся, зарегистрированные до внедрения способа (ед.)****Indices of the functional state of the central nervous system of students, characterizing the mental performance of students, registered before the introduction of the method (units)**

Показатель Index	Физиологическая норма* Physiological norm*	Фактические данные Factual evidence
Функциональный уровень нервной системы / Functional level of the nervous system	4.0 ± 0.56	2.5 ± 0.02**
Устойчивость нервной реакции / Stability of the nervous response	1.3 ± 0.65	1.4 ± 0.02
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы The level of functional capabilities of the formed functional system	2.6 ± 0.73	2.3 ± 0.17

Примечание. \* Мороз М.П., 2003; \*\*  $p \leq 0,05$  при сравнении данных учащихся с физиологической нормой.Note. \* Moroz M.P., 2003; \*\*  $p \leq 0.05$  when comparing students' data with the physiological norm.

была проведена повторная регистрация умственной работоспособности учащихся обеих групп и выполнен сравнительный анализ данных до и после тренинга функционального биоуправления.

Достоверность статистических данных, представленных в виде средней арифметической и ошибки среднего ( $M \pm m$ ), определяли с помощью  $t$ -критерия Стьюдента. Статистические расчёты выполнены с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Office и Statistica 6.0.

**Результаты**

Установлено, что из трёх показателей, характеризующих умственную работоспособность, у обследуемых учащихся лишь устойчивость нервной реакции была в пределах физиологической нормы, тогда как функциональный уровень нервной системы был снижен относительно данных нормы на 37,5%; уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы снижен на 11,5% (табл. 1).

В связи с этим нормальная умственная работоспособность определена лишь у 11,9% учащихся, у 45,8% выявлено незначительное снижение умственной работоспособности, сниженная и существенно сниженная умственная работоспособность зарегистрирована у 25,8 и 16,6% учащихся соответственно (рис. 1).

Для повышения и поддержания нормального уровня умственной работоспособности обследуемые учащиеся были обучены диафрагмально-релаксационному дыханию. Ученик занимал положение сидя на стуле перед экраном монитора, далее в течение 1 мин проводили диагностику исходного уровня пульса, частоты дыхания, мышечного напряжения, температуры тела. По окончании диагностики ученику объясняли технику дыхания: «При выполнении дыхания необходимо соблюдение двух правил. Первое правило: дыхание выполняется за счёт движения брюшного

пресса. При вдохе живот выпячивается, при выдохе втягивается, как бы выдавливая воздух. Вдох выполняется через нос, выдох через рот. Второе правило: выдох должен быть в 2–3 раза длиннее вдоха». После объяснения техники проводили тестовое выполнение упражнения – 3 вдоха и 3 выдоха. Далее ученику разъясняли, как он может визуализировать правильность выполнения дыхания: «При включении программы будет активизирована работа регистрирующих датчиков. При правильном выполнении дыхания на входе индикатор, расположенный в правом верхнем углу экрана, будет повышаться, а на выдохе – снижаться до минимальной отметки». Запускали программу, и в течение 2 мин учащийся выполнял дыхание (1-й сеанс). В эти 2 мин задача испытуемого состояла в том, чтобы зафиксировать момент правильного выполнения техники дыхания под визуальным контролем, а обучающего – скорректировать технику дыхания. По истечении 2 мин учащемуся давали время на отдых – 1 мин, когда дыхание происходило в обычном режиме. Запускали программу во второй раз (2-й сеанс), и в течение 2 мин учащийся также применял технику диафрагмально-релаксационного дыхания. Перед запуском программы ученику объясняли, что теперь, когда он знает, как дышать, его задача в течение этих 2 мин сделать как можно больше правильных дыхательных циклов, где на вдохе индикатор увеличивается, а на выдохе достигает минимальных значений. После окончания выполнения дыхательного упражнения ученику было дано указание дышать обычным образом, запускалась повторная диагностика пульса, частоты дыхания, мышечного напряжения, температуры тела в течение 1 мин, и далее выполнялось сравнение зарегистрированных показателей до и после тренинга. Установлено, что уже после 4-минутного выполнения диафрагмально-релаксационного дыхания у учащихся незначительно увеличивалась периферическая температура тела – с  $29,7 \pm 0,38$  до  $30,1 \pm 0,65$  °C ( $p \geq 0,05$ ); снижалось мышечное напряжение с  $3188,4 \pm 443,13$  до  $2116 \pm 306,98$  В ( $p \leq 0,05$ ); частота дыхания (число дыхательных движений в минуту) снизилась с  $11,3 \pm 0,53$  до  $10,3 \pm 0,58$  ( $p \geq 0,05$ ), пульс – с  $95,1 \pm 0,93$  до  $91,4 \pm 1,01$  уд./мин ( $p \leq 0,05$ ). Это являлось наглядным примером для убеждения учащихся в эффективности выполнения упражнения диафрагмально-релаксационного дыхания (табл. 2).

В зависимости от степени освоения навыка каждый подросток был проинформирован о длительности выполнения упражнения диафрагмально-релаксационного дыхания (табл. 3). Если в процессе выполнения техники дыхания на 2-м сеансе у ученика получалось правильно выполнять в первые 30–60 с и в последующее время, то ему было рекомендовано самостоятельно выполнять дыхание в течение 1 мин; если правильная техника выполнения зафиксирована после 30–60 с от начала выполнения, то ученику рекомендовалось самостоятельно выполнять упражнение в течение 2–3 мин. Помимо длительности выполнения упражнения диафрагмально-релаксационного дыхания ученику была дана установка выполнения его 1 раз в день в любое удобное время,

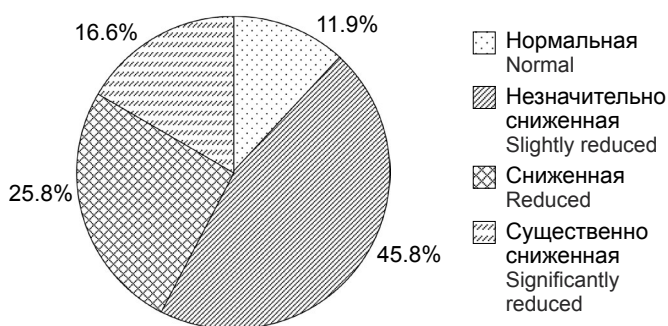
**Рис. 1.** Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности.**Fig. 1.** Distribution of students depending on the level of mental performance.

Таблица 2 / Table 2

**Показатели, регистрируемые в процессе выполнения диафрагмально-релаксационного дыхания**  
**Indicators recorded in the process of performing diaphragmatic relaxation breathing**

Показатель Index	До выполнения тренинга Before the training	После выполнения тренинга After completing the training
Периферическая температура тела, °C / Peripheral body temperature, °C	29.7 ± 0.38	30.1 ± 0.65
Электрическая активность мышц, В / Muscle electrical activity, V	3188.4 ± 443.13	2116.0 ± 306.98*
Частота дыхания, кол-во в 1 мин / Respiratory rate, number/min	11.3 ± 0.53	10.3 ± 0.58
Пульс, уд. в 1 мин / Heart rate, beats per min	95.1 ± 0.93	91.4 ± 1.01*

Примечание. Здесь и в табл. 4: \*  $p \leq 0,05$  при сравнении данных до и после тренинга.

Note. Here and in Table 4: \*  $p \leq 0.05$  when comparing data before and after training.

Таблица 3 / Table 3

**Алгоритм выполнения упражнений диафрагмально-релаксационного дыхания**  
**Algorithm for performing exercises of diaphragmatic relaxation breathing**

Кратность выполнения Multiplicity of execution	Условия выполнения Execution conditions	Уровень необходимости выполнения Need level for implementation
1 раз в сутки Once a day	На перемене под контролем учителя без использования приборов At recess under the supervision of a teacher without the use of devices	Обязательный Required
	В любое удобное время для ученика самостоятельно без использования приборов At any convenient time for the student on their own without the use of devices	Обязательный Required
2–3 раза в сутки 2–3 times a day	Перед / после стрессовой ситуации; до / во время / после выполнения интеллектуальной деятельности самостоятельно учеником, без приборов Before/after a stressful situation; before / during / after the performance of intellectual activity independently by the student without devices	По мере необходимости As needed

а также по необходимости после или перед стрессовыми ситуациями или ситуациями, связанными с интенсивными интеллектуальными нагрузками. Выполнение упражнения с диафрагмально-релаксационным дыханием в описанном режиме продолжалось в течение 2 нед.

Все учащиеся, обученные методике диафрагмального дыхания, были поделены на две группы, самостоятельно выполнявшие тренинги в течение 2 нед (1-я группа) и не выполнявшие (2-я группа). Для контроля эффективности через 2 нед выполнения упражнений у учащихся 1-й и 2-й групп была проведена повторная регистрация уровня умственной работоспособности. Показано, что самостоятельное регулярное выполнение тренингов подростками 1-й группы способствовало нормализации показателей функционального состояния центральной нервной системы на уровне физиологической нормы (табл. 4). Так, у

учащихся 1-й группы в течение 2 нед тренинга достоверно увеличился функциональный уровень нервной системы с  $2,51 \pm 0,02$  до  $2,58 \pm 0,03$  ед.,  $p < 0,05$ ; стабилизировалась устойчивость нервной реакции, что подтверждали данные увеличения показателя устойчивости нервной системы с  $1,35 \pm 0,05$  до  $1,61 \pm 0,05$  ед.,  $p < 0,05$ ; повышался уровень функциональных возможностей с  $2,29 \pm 0,18$  до  $2,58 \pm 0,09$  ед.,  $p < 0,05$ . При этом среди учащихся 2-й группы, не выполнявших упражнения регулярно, напротив, снизился показатель функционального уровня нервной системы с  $2,53 \pm 0,01$  до  $2,31 \pm 0,02$  ед.,  $p < 0,05$ . Устойчивость нервной реакции снизилась с  $1,39 \pm 0,02$  до  $1,07 \pm 0,01$  ед.,  $p < 0,05$ , а показатель уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы – с  $2,25 \pm 0,15$  ед. до использования способа до  $2,19 \pm 0,11$  ед. после использования способа,  $p \geq 0,05$ .

Таблица 4 / Table 4

**Показатели функционального состояния центральной нервной системы, характеризующие динамику изменения уровня умственной работоспособности у учащихся (ед.)**

**Indicators of the functional state of the central nervous system, characterizing the dynamics of changes in the level of mental performance in students (units)**

Показатель Index	Период регистрации показателя Index registration period			
	до внедрения способа before the implementation of the method		после внедрения способа after the implementation of the method	
	группы учащихся / student groups			
	1-я / 1 <sup>st</sup>	2-я / 2 <sup>nd</sup>	1-я / 1 <sup>st</sup>	2-я / 2 <sup>nd</sup>
Функциональный уровень нервной системы Functional level of the nervous system	2.51 ± 0.02	2.53 ± 0.01	2.58 ± 0.03*	2.31 ± 0.02*
Устойчивость нервной реакции / Stability of the nervous reaction	1.35 ± 0.02	1.39 ± 0.02	1.61 ± 0.05*	1.07 ± 0.03*
Уровень функциональных возможностей сформированной функциональной системы The level of functional capabilities of the formed functional system	2.29 ± 0.18	2.25 ± 0.15	2.58 ± 0.09*	2.19 ± 0.11

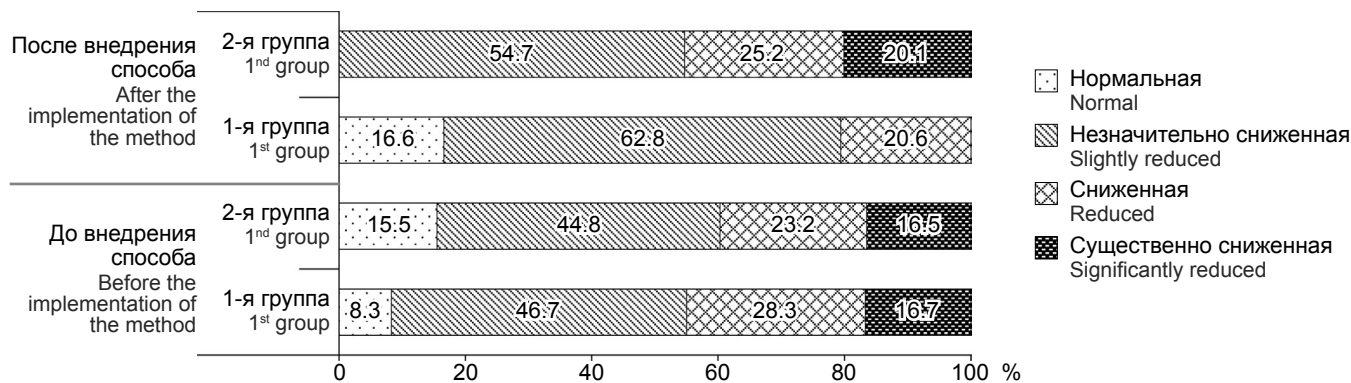


Рис. 2. Распределение учащихся в зависимости от уровня умственной работоспособности.

Fig. 2. Distribution of students depending on the level of mental performance.

После внедрения способа среди учащихся 1-й группы в 2 раза возросло число подростков с нормальным уровнем работоспособности; уменьшилось в 16,7 раза число учащихся с существенно сниженной умственной работоспособностью (рис. 2). Во 2-й же группе, напротив, число учащихся с существенно сниженной работоспособностью увеличилось в 1,7 раза, а также отмечалась тенденция увеличения числа подростков со сниженным уровнем умственной работоспособности – с 23,2 до 25,2%; при этом спустя 2 нед наблюдения не было выявлено учащихся с нормальным уровнем умственной работоспособности.

На основании полученных данных была разработана формула расчёта эффективности способа, основанная на балльной оценке четырёх показателей: ФУС, УР, УФВ и умственной работоспособности (табл. 5).

Далее по формуле рассчитывали комплексную эффективность использования способа:

$$\mathcal{E} = \mathcal{O}\mathcal{E}_{\text{ФУС}} + \mathcal{O}\mathcal{E}_{\text{УР}} + \mathcal{O}\mathcal{E}_{\text{УФВ}} + \mathcal{O}\mathcal{E}_p$$

Если сумма составляет от 4,1 до 8 баллов, использование способа для повышения работоспособности эффективно и

не требует индивидуальной коррекции у учащегося; от 0,1 до 4 баллов – использование способа неэффективно, требуется повторное обучение диафрагмально-релаксационному дыханию, увеличение до 2 раз частоты выполнения упражнения под контролем учителя в школе и до 3 раз в сутки по 2 мин самостоятельно учеником вне школы;  $\leq 0$  баллов – использование способа неэффективно, требуется повторное обучение диафрагмально-релаксационному дыханию, увеличение до 3 раз частоты выполнения упражнения под контролем учителя в школе и до 4 раз в сутки продолжительностью 5 мин самостоятельно вне школы учеником.

Показано, что оценка показателя эффективности среди учащихся 1-й группы в среднем составляла  $7,4 \pm 0,22$  балла, что свидетельствовало о высокой эффективности разработанного способа при правильном и регулярном выполнении методики диафрагмального дыхания, тогда как у обследуемых 2-й группы, не выполнявших регулярно тренинги, индекс эффективности был достоверно ниже и не превышал  $1,3 \pm 0,44$  балла ( $p \leq 0,05$ ), что отражало низкую эффективность нерегулярного использования способа для повышения умственной работоспособности подростков.

Таблица 5 / Table 5

**Схема расчёта эффективности использования способа повышения работоспособности**

**Scheme for calculating the effectiveness of using the method to improve performance**

Показатель Index	Расчёт эффективности Efficiency calculation	Оценка эффективности (ОЭ), баллы Performance assessment (PA), points	Интерпретация эффективности Interpreting efficiency
ФУС <sub>э</sub> Functional level of the system (FLS) <sub>e</sub>	$\text{ФУС}_1 - \text{ФУС}_2 \leq -0,1 / \text{FLS}_1 - \text{FLS}_2 \leq -0,1$	0	Нет изменений / No change
	$\text{ФУС}_1 - \text{ФУС}_2 = 0 / \text{FLS}_1 - \text{FLS}_2 = 0$	1	Нет эффекта / No effect
	$\text{ФУС}_1 - \text{ФУС}_2 \geq 0,1 / \text{FLS}_1 - \text{FLS}_2 \geq 0,1$	2	Есть эффект / There is an effect
УР <sub>э</sub> Stability of response SR <sub>e</sub>	$\text{УР}_1 - \text{УР}_2 \leq -0,1 / \text{SR}_1 - \text{SR}_2 \leq -0,1$	0	Нет изменений / No change
	$\text{УР}_1 - \text{УР}_2 = 0 / \text{SR}_1 - \text{SR}_2 = 0$	1	Нет эффекта / No effect
	$\text{УР}_1 - \text{УР}_2 \geq 0,1 / \text{SR}_1 - \text{SR}_2 \geq 0,1$	2	Есть эффект / There is an effect
УФВ <sub>э</sub> The functional capabilities level (FCL) <sub>e</sub>	$\text{УФВ}_1 - \text{УФВ}_2 \leq -0,1 / \text{FCL}_1 - \text{FCL}_2 \leq -0,1$	0	Нет изменений / No change
	$\text{УФВ}_1 - \text{УФВ}_2 = 0 / \text{FCL}_1 - \text{FCL}_2 = 0$	1	Нет эффекта / No effect
	$\text{УФВ}_1 - \text{УФВ}_2 \geq 0,1 / \text{FCL}_1 - \text{FCL}_2 \geq 0,1$	2	Есть эффект / There is an effect
	$\text{УФВ}_1 - \text{УФВ}_2 \geq 0,12 / \text{FCL}_1 - \text{FCL}_2 \geq 0,12$	2	Есть эффект / There is an effect
P <sub>э</sub> Efficiency calculation EC <sub>e</sub>	$P_1 - P_2 \leq -0,1 / \text{EC}_1 - \text{EC}_2 \leq -0,1$	0	Нет изменений / No change
	$P_1 - P_2 = 0 / \text{EC}_1 - \text{EC}_2 = 0$	1	Нет эффекта / No effect
	$P_1 - P_2 \geq 0,1 / \text{EC}_1 - \text{EC}_2 \geq 0,1$	2	Есть эффект / There is an effect

Примечание. Индексы: 1 – показатель, зарегистрированный до применения способа; 2 – показатель, зарегистрированный после 2 нед использования способа; э – расчётная эффективность способа по показателю.

Note. Indices: 1 – index registered before the method; 2 – index registered after two weeks of using the method; e – the estimated efficiency of the method in terms of the index.

## Обсуждение

Известны различные способы повышения уровня умственной работоспособности детей. Так, Г.Н. Баскакова, А.К. Мокшанцева [16] предложили для управления работоспособностью использовать в перерывах между учебной нагрузкой активный отдых и психофизиологическую разгрузку с помощью дыхательных упражнений в течение 1–3 мин с задержкой дыхания на выдохе в произвольном ритме; осуществление гипервентиляции лёгких воздухом, увлажнённым летучими морепродуктами, например, морскими водорослями «Альга-флора», в течение 1–2 мин. Для контроля физиологического состояния авторы предлагают использовать изменение частоты пульса и дыхания и по результатам сравнения с исходными значениями судить об оптимальности режима воздействия, а в качестве контролируемого параметра использовать время выравнивания пульса. Однако недостатком данного метода является необходимость контроля пульса школьниками в процессе выполнения упражнения: навыком владеть не все учащиеся, и это может создавать определённые трудности. Вдыхание воздуха, увлажнённого летучими морепродуктами, например, морскими водорослями «Альга-флора», также имеет ряд противопоказаний для подростков с аллергическим анамнезом, что ограничивает использование методики в условиях целого класса, требует технического оборудования и выполнения санитарно-эпидемиологических условий обеспечения инфекционной безопасности при создании увлажнённого аэрозоля.

Е.Н. Лобыкина [17] в разработанном ею методе повышения умственной работоспособности школьников предлагает применять биологически активные вещества, а именно йодсодержащий препарат, что может быть противопоказано определённой категории детей. Недостаток данного метода определяет и необходимость работы с детьми психотерапевта и эндокринолога, что в современных условиях дефицита медицинских кадров и организации медицинского сопровождения в образовательных учреждениях является трудновыполнимым условием.

Известен также способ повышения работоспособности и снижения утомляемости, разработанный В.П. Давиденко [18], основанный на проведении «целительной паузы» в обстановке учебно-трудовой деятельности путём попеременного напряжения и расслабления мышц в сочетании с попеременным выполнением комплексов успокаивающего и мобилизующего дыхания. При этом обучение данному типу дыхания проводится «вслепую» и на основании субъективных ощущений самого обучающегося, отсутствуют объективный контроль правильности выполнения дыхательных упражнений и технические возможности обеспечения контроля эффективности обучения на основе принципа биологической обратной связи.

Несмотря на бесспорные преимущества представленной техники, она подразумевает соблюдение некоторых требований, которые невозможны в условиях массовой школы, таких как использование препаратов, работа узких специалистов, некоторые сложности в мониторинге выполнения процедур самими обучающимися, а также отсутствие технической возможности реализации принципа биологической обратной связи, то есть визуального контроля обучающимися успешности освоения навыка. Способ повышения умственной работоспособности и профилактики утомления у подростков старшего школьного возраста должен быть основан на использовании естественных защитных саногенетических механизмов регуляции организма с возможностью объективного контроля выполняемых процедур и наличием биологической обратной связи управления физиологическими функциями организма.

В.И. Васильев [19] предложил использовать способ биоуправления как эффективное средство оздоровления. Автор показал, что в процессе использования функционального биоуправления с помощью диафрагмально-релаксацион-

ного дыхания у школьников создаётся система устойчивых навыков саморегуляции, возникают предпосылки оздоровления, вырабатывается толерантность к учебному процессу, усиливается концентрация внимания при усвоении учебной информации. В то же время на начальном этапе без предварительной диагностики исходных параметров пульса, частоты дыхания и температуры кожи испытуемых обучают диафрагмально-релаксационному дыханию, и только потом проводится тренировка на компьютерной установке с визуализацией успешности выполнения дыхательных упражнений. Нами экспериментально доказано, что уже после первой попытки обучения данному типу дыхания происходит улучшение регистрируемых показателей (температуры кожи, пульса, частоты дыхательных движений). Поэтому во время непосредственной работы часть учащихся уже имеют улучшенные показатели, и диагностика после обучения технике диафрагмально-релаксационного дыхания не покажет существенного изменения регистрируемых параметров. В разработанном нами способе степень изменения показателей до и после диагностики используется как фактор убеждения учащегося в эффективности упражнений с применением диафрагмально-релаксационного дыхания, поскольку уже после 4 мин выполнения объективно демонстрируется результат. Кроме того, недостатком способа В.И. Васильева является отсутствие регистрации мышечного напряжения до и после упражнения с диафрагмально-релаксационным дыханием. Согласно нашим данным, после первого сеанса диафрагмально-релаксационного дыхания у учащихся в первую очередь снижался до 1,5 раза именно уровень мышечного напряжения.

Преимуществом разработанного нами способа является включение на начальном этапе объективной диагностики уровня работоспособности и использование спустя 2 нед после выполнения сеансов упражнений с диафрагмально-релаксационным дыханием расчёта эффективности предложенного способа для оценки изменений работоспособности. На основании регистрируемых показателей до и после выполнения упражнения даётся оценка успешности обучения диафрагмально-релаксационному дыханию, определяется необходимая длительность самостоятельного выполнения упражнения учащимся.

Разработанный способ основан на коррекции поведения учащихся в отношении формирования мотивации и систематического выполнения упражнения с диафрагмально-релаксационным дыханием в рамках когнитивно-поведенческого подхода. Теоретическая модель модификации поведения описывается схемой:

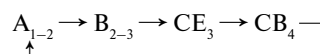
$$A_{1-2} - B_{2-3} - CE_3 - CB_4,$$

где  $A_{1-2}$  – активирующее событие (1–2-й этапы применения способа);  $B_{2-3}$  – когнитивная переработка информации (2–3-й этапы применения способа);  $CE_3$  – эмоциональная реакция (3-й этап применения способа);  $CB_4$  – поведенческая реакция (4-й этап применения способа).

Психокоррекционная интервенция подразумевает на всех этапах: на уровне  $A_{1-2}$  в форме индивидуальной работы с каждым учеником и групповой работы применения способа под контролем учителя на переменах. На уровне  $B_{2-3}$  на 2-м и 3-м этапах применения способа происходит выявление мотивирующих факторов, убеждающих ученика в необходимости выполнении диафрагмально-релаксационного дыхания путём сравнения индивидуальных показателей до и после выполнения техники и предоставления информации о степени снижения умственной работоспособности учащегося, зарегистрированной на 1-м этапе реализации способа. На уровне эмоциональных реакций  $CE_3$  с учеником на 3-м этапе обсуждаются максимально выраженные изменения после 4-минутного выполнения техники дыхания, объясняется смысл происходящих изменений и демонстрируются варианты повышения работоспособности через установленные изменения пульса, дыхания, мышечного напряжения, температуры тела, субъективных ощущений, которые

могут быть выражены в виде эмоционального, физического расслабления. На уровне СВ<sub>4</sub> интервенция происходит в виде конкретных рекомендаций по длительности выполнения техники дыхания без использования прибора самим учеником дома самостоятельно, на перемене под контролем учителя и в ситуациях, важных для самого ученика.

В результате проводимой комплексной интервенции происходят существенные сдвиги в убеждении ученика, подразумевающие возможность обязательного систематического выполнения упражнений указанной длительности по предложенной схеме, за счёт изменения когнитивных оценок. Учащийся получает объективную информацию о степени освоения навыка дыхания, исходном уровне умственной работоспособности, который требуется повысить, обучается правильной технике диафрагмально-релаксационного дыхания под визуальным контролем изменения показателей пульса, частоты дыхания, мышечного напряжения, температуры тела и получает опыт успешного повышения умственной работоспособности при систематическом выполнении техники дыхания по предложенной схеме. В итоге происходит сначала краткосрочное изменение поведения, убеждений и мотивации, которое в последующем становится более стойким за счёт появляющегося у ученика чувства высокой работоспособности. На основании этих субъективных ощущений у ученика формируются новые активирующие события. Графически процесс может быть представлен следующим образом:



При этом поведение СВ<sub>4</sub> становится самоподкрепляющим.

Это позволяет закреплённой модели поведения оставаться стабильной на протяжении длительного времени, необходимого для поддержания и повышения умственной работоспособности на уровне 1,1–2 единиц.

Полученные результаты требуют верификации и на других выборках (учащиеся начальных классов, среднего звена, учащиеся общеобразовательных организаций – школы), поскольку исследование проведено только среди учеников старшего школьного возраста лицеев специализированного профиля. Для оценки умственной работоспособности использовали физиологический подход – метод вариационной хронорефлексографии, который можно было бы дополнить для получения полной картины умственной работоспособности лицеистов при учёте академической успеваемости. Экспериментальную часть, включавшую обучение лицеистов и проведение функционального биоуправления, проводили в течение 2 нед, после чего сразу фиксировали изменения. Увеличение срока наблюдения за сохранением полученных изменений позволило бы установить степень сохранения эффекта от применения метода и определить кратность и период повторения функционального биоуправления среди лицеистов.

## Заключение

Способ повышения умственной работоспособности у подростков старшего школьного возраста, основанный на применении диафрагмально-релаксационного дыхания, при сравнительном анализе показателей работоспособности у учащихся, самостоятельно выполнявших тренинги в течение 2 нед, и учащихся, не выполнявших тренинги, показал высокую эффективность. Об этом объективно свидетельствуют критерии успешности освоения учащимися навыков с помощью биологической обратной связи; установленное минимальное время выполнения упражнений для каждого ученика; наглядное убеждение и формирование мотивации ученика на основании регистрируемых показателей (температуры тела, мышечного напряжения, пульса, частоты дыхания) до и после самостоятельного 4-минутного выполнения упражнений с применением диафрагмально-релаксационного дыхания.

## Литература

(п.п. 8–11 см. References)

1. Кучма В.Р. Вызовы XXI века: гигиеническая безопасность детей в изменяющейся среде (часть I). *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. 2016; (3): 4–22.
2. Александрова И.Э. Гигиеническая оптимизация учебного процесса в школе в условиях использования электронных средств обучения. *Анализ риска здоровью*. 2020; (2): 47–54. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.05>
3. 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; VI(2): 47–52.
4. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Захарова И.Н., Макарова С.Г., Маслова О.И. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста. *Педиатрическая фармакология*. 2017; 14(1): 7–23. <https://doi.org/10.15690/pf.v14i1.1697>
5. Скоблина Н.А., Бокарева Н.А., Татаринчик А.А., Булацева М.Б. Особенности режима дня и образа жизни современных старших школьников. *Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики*. 2018; (2): 44–51.
6. Кузьмин Я.И., Фрумин И.Д. *Российское образование: достижения, вызовы, перспективы*. М.; 2019.
7. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной российской школе: идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены. В кн.: *Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с международным участием*. Екатеринбург; 2018: 20–6.
12. Баранов А.А., Кучма В.Р., Ануфриева Е.В., Соколова С.Б., Скоблина Н.А., Виравова А.Р. и др. Оценка качества оказания медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях. *Вестник Российской академии медицинских наук*. 2017; 72(3): 80–194. <https://doi.org/10.15690/vramn830>
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. Сетко И.М., Сетко Н.П. Современные проблемы состояния здоровья школьников в условиях комплексного влияния факторов среды обитания. *Оренбургский медицинский вестник*. 2018; (2): 4–14.
15. Мороз М.П. *Экспресс-диагностика работоспособности и функционального состояния человека: методическое руководство*. СПб.: ИМАТОН; 2007.
16. Баскакова Г.Н., Мокшанцева А.К. Способ регуляции работоспособности человека. Патент РФ № 2219827; 2000.
17. Лобыкина Е.Н. Способ повышения умственной работоспособности школьников. Патент РФ № 2289437; 2004.
18. Давиденко В.П. Способ повышения работоспособности и снижения утомляемости. Патент РФ № 2146121; 2000.
19. Васильев В.И. Влияние диафрагмально-релаксационного типа дыхания на здоровье учащихся средней общеобразовательной школы. *Известия Пензенского государственного педагогического университета им. В.Г. Белинского*. 2006; (5): 121–3.

## References

1. Kuchma V.R. Challenges of the XXI century: hygienic safety of the children in a changing environment (part I). *Voprosy shkol'noy i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya*. 2016; (3): 4–22. (in Russian)
2. Aleksandrova I.E. Hygienic optimization of educational process at school involving massive use of electronic learning devices. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (2): 47–54. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.2.05> (in Russian)
3. Setko N.P., Bulycheva E.V., Valova A.Ya. Modern approaches to the modeling of the psychoemotic state of students with the help of modern digital technologies. *Orenburgskiy meditsinskiy vestnik*. 2018; VI(2): 47–52. (in Russian)
4. Karkashadze G.A., Namazova-Baranova L.S., Zakharova I.N., Makarova S.G., Maslova O.I. Syndrome of high academic loads in school-aged children and adolescents. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2017; 14(1): 7–23. <https://doi.org/10.15690/pf.v14i1.1697> (in Russian)

## Original article

5. Skoblina N.A., Bokareva N.A., Tatarinchik A.A., Bulatseva M.B. The special aspects of lifestyle and day regimen of modern senior schoolchildren. *Sovremennye problemy zdravookhraneniya i meditsinskoy statistiki*. 2018; (2): 44–51. (in Russian)
6. Kuzmin Ya.I., Frumin I.D. *Russian Education: Achievements, Challenges, Prospects [Rossiyskoe obrazovanie: dostizheniya, vyzovy, perspektivy]*. Moscow; 2019. (in Russian)
7. Kuchma V.R. Health risk factors of students in a modern Russian school: identification, assessment and prevention by hygiene products. In: *A Modern Model of Medical Care for Children in Educational Institutions: a Collection of Articles of the VI National Congress on School and University Medicine with International Participation [Sovremennaya model' meditsinskogo obespecheniya detey v obrazovatel'nykh organizatsiyakh: sbornik statey VI Natsional'nogo kongressa po shkol'noy i universitetskoy meditsine s mezhdunarodnym uchastiem]*. Ekaterinburg; 2018: 20–6. (in Russian)
8. Porter S. Stress in Schools: Seeking Solutions; 2007. Available at: <https://www.nais.org/Magazines-Newsletters/ISMagazine/Pages/Stress-in-Schools.aspx>
9. Gall M., Stixrd W. The 4S's of Adolescent Success; 2008. Available at: <https://www.nais.org/Magazines-Newsletters/ISMagazine/Pages/The-4-S%27s-of-Adolescent-Success.aspx>
10. Leonard N.R., Gwadz M.V., Ritchie A., Linick J.L., Cleland C.M., Elliott L., et al. A multi-method exploratory study of stress, coping, and substance use among high school youth in private schools. *Front. Psychol*. 2015; 6: 1028. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01028>
11. Boen C.E., Kozlowski K., Tyson K.D. “Toxic” schools? How school exposures during adolescence influence trajectories of health through young adulthood. *SSM Popul. Health*. 2020; 11: 100623. <https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2020.100623>
12. Baranov A.A., Kuchma V.R., Anufrieva E.V., Sokolova S.B., Skoblina N.A., Virabova A.R., et al. Quality evaluation of healthcare services in schools. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2017; 72(3): 80–194. <https://doi.org/10.15690/vramn830> (in Russian)
13. Paranicheva T.M., Makarova L.V., Lukyanets G.N., Lezzhova G.N., Tyurina E.V., Orlov K.V. 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): 71–84. (in Russian)
14. 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; (2): 4–14. (in Russian)
15. Moroz M.P. *Express Diagnostics of Working Capacity and Functional State of a Person: Methodical Manual [Ekspress-diagnostika rabotosposobnosti i funktsional'nogo sostoyaniya cheloveka: metodicheskoe rukovodstvo]*. St. Petersburg: IMATON; 2007. (in Russian)
16. Baskakova G.N., Mokshantseva A.K. Method of regulating human working capacity Patent RF № 2219827; 2000. (in Russian)
17. Lobykina E.N. Method of improving the mental performance of schoolchildren. Patent RF № 2289437; 2004. (in Russian)
18. Davidenko V.P. A method for improving performance and reducing fatigue. Patent RF № 2146121; 2000. (in Russian)
19. Vasilev V.I. Influence of diaphragmatic-relaxation type of breathing on the health of secondary school students. *Izvestiya Penzenskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. V.G. Belinskogo*. 2006; (5): 121–3. (in Russian)