

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ

УДК 612.821+612.822.3

**Е.К. АЙДАРКИН, М.И. ОГАРЕВ,  
С.Ю. ПОКУЛЬ, Д.Н. ЩЕРБИНА,  
Е.С. АЙДАРКИНА**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ  
ТЕКУЩЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО  
СОСТОЯНИЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В  
ДИНАМИКЕ РЕШЕНИЯ АРИФМЕТИЧЕСКИХ  
ЗАДАЧ**

### Реферат

*Разработаны методы контроля эффективности мыслительной деятельности в динамике решения арифметических задач и соответствующего им уровня напряжения организма с целью контроля текущего функционального состояния обучающегося в процессе автоматизированного тестирования знаний.*

Информатизация и компьютеризация современного образовательного процесса, его интенсификация требуют учета психофизиологической цены деятельности студента с целью решения задачи индивидуализации учебных нагрузок, что лежит в основе повышения эффективности обучения и сохранения здоровья.

В разрабатываемых системах оценки качества образования отсутствует показатель, связанный с оценкой влияния учебной нагрузки на состояние здоровья, что приводит к тому, что современный учебный процесс своей технологией и объемом информации предъявляет к учащимся высокие психологические и физиологические требования, которые часто не соответствуют их индивидуальным возможностям. Такое несоответствие приводит к снижению функциональных резервов организма, его компенсаторного и адаптационного потенциала.

Используемые в настоящее время методы контроля уровня здоровья студентов связаны с функциональной диагностикой состояния основных систем организма (сердечно-сосудистая, дыхательная, двигательная и т.д.) [9–11] в покое или в условиях элементарных тестовых нагрузок, непосредственно

не связанных с реальным образовательным процессом.

Важным элементом оценки уровня здоровья является контроль текущего функционального состояния (ФС) студента в процессе выполнения им стандартных образовательных процедур. Текущее ФС может быть оценено по соотношению эффективности деятельности и уровня напряжения студента в динамике образовательного процесса [4]. Применяемая все более активно в настоящее время система компьютеризированного тестирования позволяет до некоторой степени формализовать процедуру, связанную с приемом и переработкой информации обучающимся. Однако для реальной оценки эффективности деятельности обучающегося при выполнении тестовых нагрузок отсутствуют параметры, характеризующие динамику его мыслительной деятельности.

Для решения данной проблемы есть два подхода. В первом случае необходимо выявить психофизиологические характеристики когнитивных процессов, задействованных в решении образовательной задачи, которые коррелируют с объективно регистрируемыми параметрами. Для объективного контроля состояния когнитивных функций могут быть использованы методы регистрации связанных с событием потенциалов (ССП) [3, 5, 12]. Однако этот подход в настоящее время не может быть реализован с достаточной долей эффективности [4].

Во втором случае необходимо ввести дополнительную элементарную задачу, которая будет конкурировать с основной. По характеру изменения эффективности решения дополнительной задачи можно судить о процессах, связанных с решением основной задачи [13]. Периодичность получения информации в данном случае определяется задаваемой частотой выполнения дополнительной нагрузки. Данное направление, несмотря на дополнительную отвлекающую задачу, является перспективным для решения поставленной проблемы.

В связи с этим целью настоящей работы был выбор и проверка эффективности параметров, обеспечивающих контроль динамики эффективности деятельности и уровня напряжения студента при решении тестовых арифметических примеров для разработки методов оценки его текущего функционального состояния.

### Методика исследования

В исследовании приняли участие 10 студентов биолого-почвенного факультета Ростовского государственного университета. Во время тестирования испытуемые находились в экспериментальном боксе в спокойной обстановке в положении сидя с открытыми глазами. Испытуемому предлагалось решить 60 арифметических примеров на умножение двузначных чисел. На экране появлялся пример и номера вариантов ответов (рис. 1). С помощью цифровых клавиш клавиатуры испытуемый мог просматривать варианты ответов. При возникновении последующего варианта ответа предыдущий исчезал. Все три варианта ответа заканчивались на одну и ту же цифру, что позволяло снизить вероятность угадывания правильного ответа. Числа в примерах не были кратными десяти. Для выбора правильного варианта необходимо было нажать левой рукой на клавишу Enter, что приводило к появлению следующего примера.

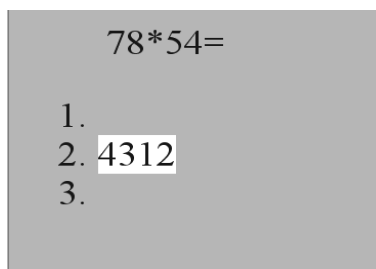


Рис. 1. Внешний вид дисплея при выполнении теста на умножение двузначных чисел

В структуру обследования входили две серии теста: (1) без параллельной задачи, (2) с одновременным выполнением простой аудио-моторной реакции (ПАМР). В качестве слуховых стимулов использовались щелчки длительностью 1 с (межстимульный интервал 2 с, девиация предъявления стимула 20 %, интенсивность звука 100 дБ).

Перед первой серией регистрировались фоновые показатели исследуемых систем организма (состояние «глаза открыты»), а также время ПАМР (ВР) в отсутствие конкурирующих задач. Первая серия, в которой испытуемые занимались только математическим счетом, предназначалась для ознакомления с методикой и оценки стратегий решения, используемых разными студентами. Вторая серия – была основной, в ней индикатором уровня напряжения когнитивных функций мозга служило ВР ПАМР.

Испытуемому предлагалось перемножать двузначные числа, предъявляемые на дисплее, и параллельно (правой рукой) реагировать на звуковой стимул.

Выбор и реализация режимов стимуляции, регистрация ЭЭГ, ЭКГ и пневмограммы, а также ВР осуществлялись при помощи компьютерного энцефалографа-анализатора «Энцефалан – 131-03» (изготовитель – НПКФ «Медиком-ЛТД», г. Таганрог). При этом регистрировалась ЭЭГ-активность головного мозга в 21 стандартном отведении (система 10-20) с шагом дискретизации 4 мс и частотой пропускания 0,5–70 Гц относительно объединенных ушных электродов. Индифферентный электрод располагался на лбу. Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировались в MATLAB, где получали суммарные ССП (эпоха анализа 1000 мс – 100 мс до и 900 мс – после стимула) и проводилась их дальнейшая обработка. ЭКГ и пневмограмма оцифровывались с частотой 250 Гц. В процессе обработки вычислялись последовательности RR- (ритмограмма сердца) и DD-интервалов (промежуток времени между соседними дыхательными циклами).

Рассчитывались следующие показатели эффективности деятельности:

- процент правильно решенных примеров;
- временные характеристики решения примеров (среднее время решения примера, общее время выполнения теста);
- ВР при ПАМР.

Для оценки состояния когнитивных функций и уровня напряжения организма вычислялись следующие показатели:

- амплитудно-временные параметры основных компонентов связанных с событием потенциалов (ССП);
- среднее значение RR-интервалов за изучаемый период тестирования;
- среднее значение интервалов между двумя соседними дыхательными циклами (DD-интервал).

### Результаты исследования

В таблице представлены результаты тестирования 10 испытуемых. Необходимо отметить, что испытуемые отличались друг от друга общим временем выполнения теста, средним временем решения примера, процентом правильно решенных примеров.

### Результаты тестирования на умножение двузначных чисел

№ исп.	Общее время выполнения теста, мин	Среднее время решения одного примера, мин	Процент правильно решенных примеров, %
1	90	1,4	86
2	68	1,0	100
3	76	1,2	94
4	71	1,1	72
5	44	0,7	54
6	43	0,7	81
7	69	1,0	74
8	37	0,6	81
9	42	0,6	97
10	85	1,5	80

Первая серия обследований выявила индивидуальные характеристики испытуемых, позволявшие оценить скорость выполнения заданий и основную стратегию решения (добросовестное выполнение задания или угадывание). Во второй серии в качестве основных параметров, в которых отражалась динамика мыслительного процесса, использовались ВР ПАМР и время решения предлагаемых примеров.

Сравнительный анализ динамики времени решения примеров и доли правильно решенных примеров в данных двух сериях показал отсутствие достоверных различий, что свидетельствует о том, что использование ПАМР не приводило к изменению эффективности и качества решения арифметических примеров.

В контрольном замере ВР ПАМР были достоверно короче (среднее значение 0,2 с) по сравнению с таковыми в процессе решения арифметических примеров (среднее значение 0,6 с) (рис. 2).

Анализ динамики последовательных ВР в ходе решения арифметических задач показал, что большинство пропущенных стимулов и длительных ВР находились рядом друг с другом (рис. 3), что свидетельствовало о наибольшем переключении

внимания на решение арифметических задач именно в эти моменты.

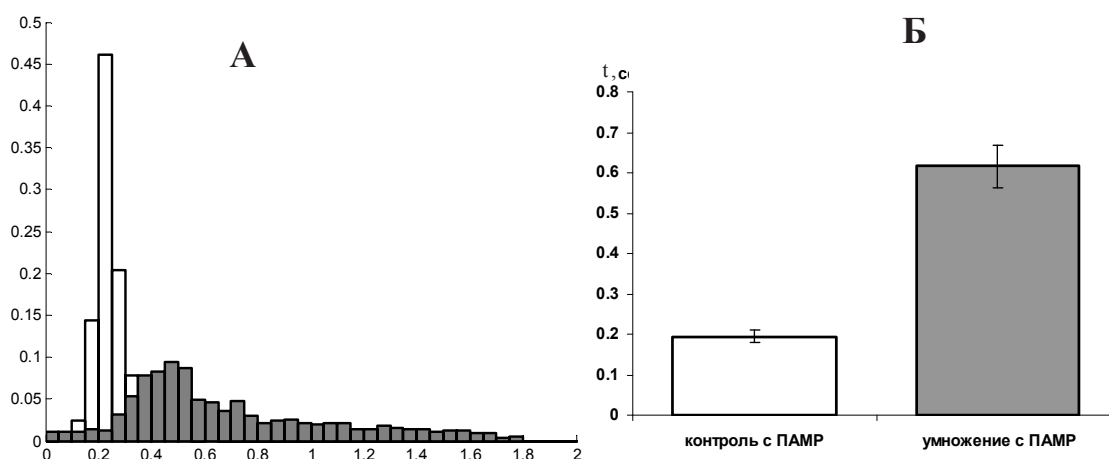
В связи с этим можно предположить, что у испытуемых формировались две модели деятельности – одна связана с выполнением ПАМР, а другая – с умножением. Между этими моделями происходила конкуренция. В случае преобладания пропусков и больших ВР при ПАМР можно было говорить о преобладании модели связанной с умножением, что было связано с высокой когнитивной нагрузкой (КН). В случае преобладания малых ВР – доминировала процедура, связанная с реализацией ПАМР (низкая КН). Конкуренция этих двух моделей деятельности, вероятно, была связана с подготовительным обеспечением процедуры умножения на фоне снижения эффективности реализации ПАМР, что можно оценить как средний уровень КН.

В связи с дифференциацией ВР ПАМР были выделены три зоны (рис. 3), соответствующие указанным выше трем видам деятельности и трем уровням КН. Первая зона включала латентные периоды ПАМР от 150 до 250 мс. Вторая – латентные периоды от 250 до 800–1000 мс. Верхняя граница второй зоны рассчитывалась индивидуально,

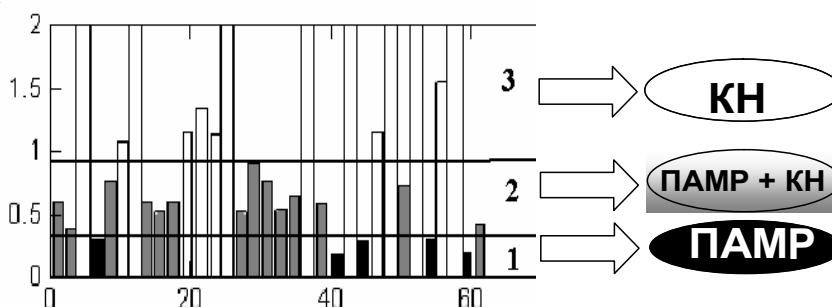
как средняя величина латентных периодов, после которых следовал пропуск. И третья зона включала ВР выше 800–1000 мс и пропуски.

Из рис. 4 видно, что два примера (А и Б) отличались по субъективной сложности и требовали различных усилий. Для первого случая (А) характерно быстрое решение примера (57 с) с равным соотношением по времени высокой и средней КН (по 25 с). Второй пример (Б) потребовал суще-

ственно больше времени для решения (152 с), и в основном оно было связано со средней КН (100 с). Усредненные данные по всей серии, состоящей из 60 арифметических примеров (рис. 4 В) показали, что из всего времени решения (59 мин) основная часть была также связана со средней КН (38 мин), тогда как на саму процедуру умножения, связанную с высокой КН, было потрачено существенно меньше времени (21 мин).



**Рис. 2.** Индивидуальная гистограмма распределения латентных периодов ПАМР в контроле (белый цвет) и во время умножения (серый цвет) и усредненные значения латентных периодов ПАМР (справа). По оси абсцисс – латентный период ПАМР в с, по ординат – их вероятность в долях



**Рис. 3.** Динамика латентных периодов ПАМР и когнитивной нагрузки (КН) в процессе решения арифметических примеров. По оси абсцисс – время от момента предъявления примера в с, по оси ординат – длительность латентных периодов в с. Сплошные белые прямоугольники – пропуски реакции на слуховой стимул, ПАМР – простая аудио-моторная реакция, зона 1 – низкая КН (черные столбцы), зона 2 – средняя КН (серные столбцы), зона 3 – высокая КН (белые столбцы)

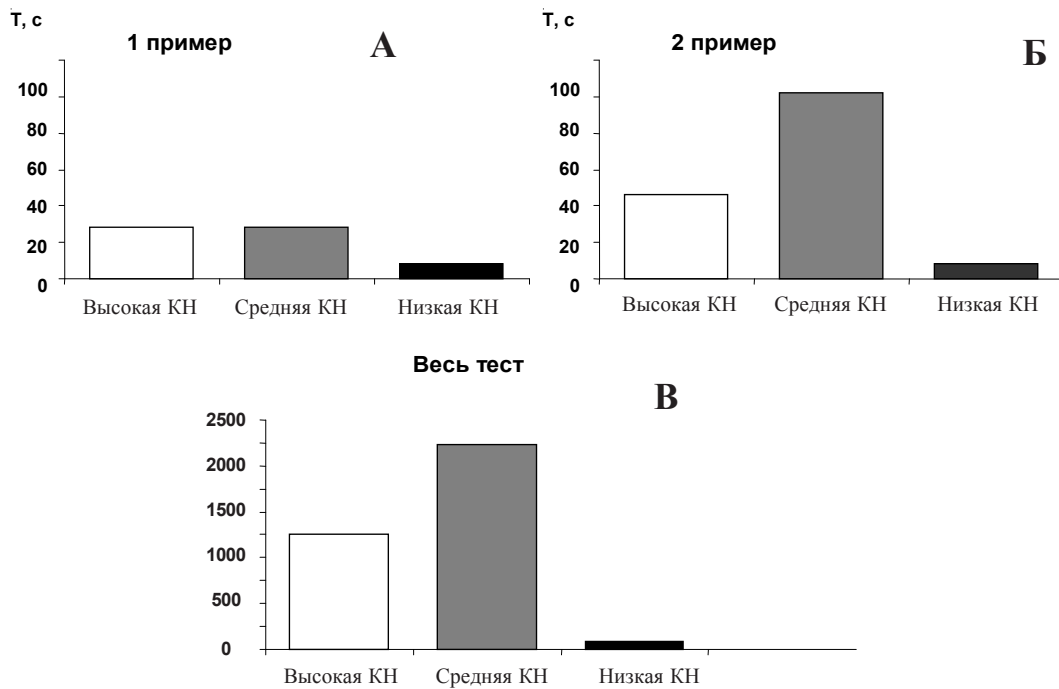


Рис. 4. Индивидуальное распределение времени между различными моделями деятельности в процессе решения арифметических примеров

Анализ ССП, зарегистрированных на слуховые стимулы в контроле (без решения примеров) (рис. 5) показал, что они лучше всего выражены в лобно-центральных отведениях и состоят из компонентов  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $P_2$  и  $P_3$ , которым предшествует небольшая волна ожидания. Слуховые ССП, регистрируемые в процессе решения арифметических задач, имели аналогичную конфигурацию. Отличия были связаны с отсутствием волны ожидания и компонента  $P_3$ , а также с существенным уменьшением амплитуды компонента  $N_1$ .

Дальнейший детальный анализ слуховых ССП в зависимости от уровня КН (рис. 6) показал, что при слабой КН ответ был похож на ССП, регистрируемый в отсутствие процедуры решения арифметических примеров. Однако при этом снижены амплитуды всех исследуемых компонентов, особенно компонента  $P_3$ . При средней КН исчезал компонент  $P_3$ , с сохранением компонента  $N_2$ . Сильная когнитивная нагрузка была связана с увеличением длительности компонента  $P_2$  и исчезновением компонента  $N_2$ .

Анализ вегетативных параметров (рис. 7) показал, что введение процедуры умножения достоверно уменьшало среднее значение RR-интервалов, а использование ПАМР – увеличивало по отношению

к фону. Сочетание этих двух нагрузок приводило к промежуточному значению RR-интервалов, сходному с фоновым состоянием, но достоверно отличающемуся от указанных выше двух тестовых ситуаций.

Для дыхательной функции наблюдались противоположные влияние используемых нагрузок. Процедура умножения приводила к недостоверному по отношению к фону увеличению DD-интервала, а введение ПАМР – его недостоверному по отношению к фону уменьшению, что в итоге обеспечивало достоверные различия данного параметра в указанных тестовых процедурах. Сочетание процедур умножения и ПАМР было связано с достоверным снижением величины DD-интервала по сравнению с фоном, но достоверно не отличалось от данного показателя в условиях реализации испытуемым только ПАМР.

Таким образом, введение дополнительной задачи, связанной с реализацией ПАМР, позволило разделить процесс перемножения чисел на чередующиеся стадии с малой, средней и высокой когнитивной нагрузкой, что обеспечивает довольно эффективный текущий контроль за динамикой мыслительных процессов. Низкой когнитивной нагрузке соответствовало состояние концентрации

студента на решении дополнительной задачи, что характеризовалось хорошо связанными с когнитивной деятельностью компонентами ССП на слуховой стимул, снижению частоты сердечных сокращений (ЧСС) и учащению дыхательных движений.

Высокая КН была связана с глубокой концентрацией испытуемого на процедуре умножения и приводила к увеличению ВР ПАМР (или появлению пропусков), угнетению основных поздних компонентов ССП ( $N_2$ ,  $P_3$ ), а также к увеличению ЧСС.

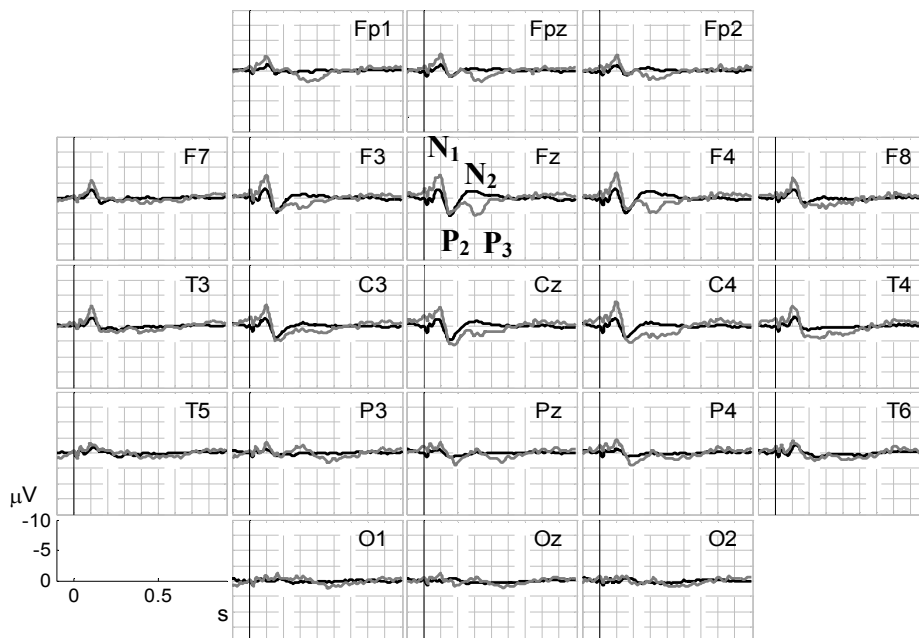


Рис. 5. Зависимость конфигурации слуховых ССП от локализации электродов в контроле (серая кривая, 972 усреднения) и во время умножения (черная кривая, 7459 усреднений)

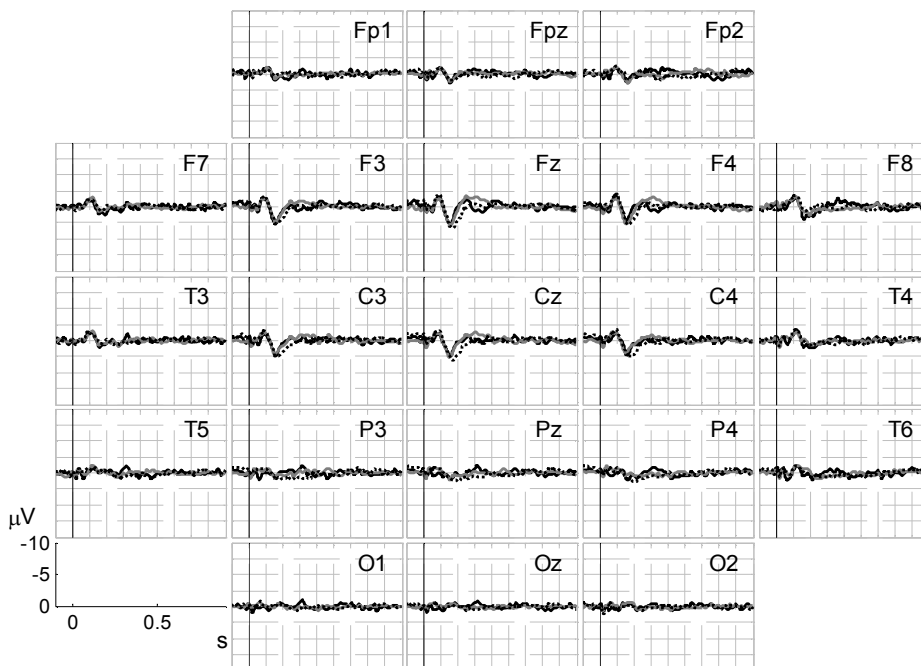


Рис. 6. Зависимость конфигурации слуховых ССП от локализации электродов и при низкой (черная линия, 527 усреднений), средней (серая линия, 3895 усреднений) и высокой КН (пунктир, 1173 усреднений)

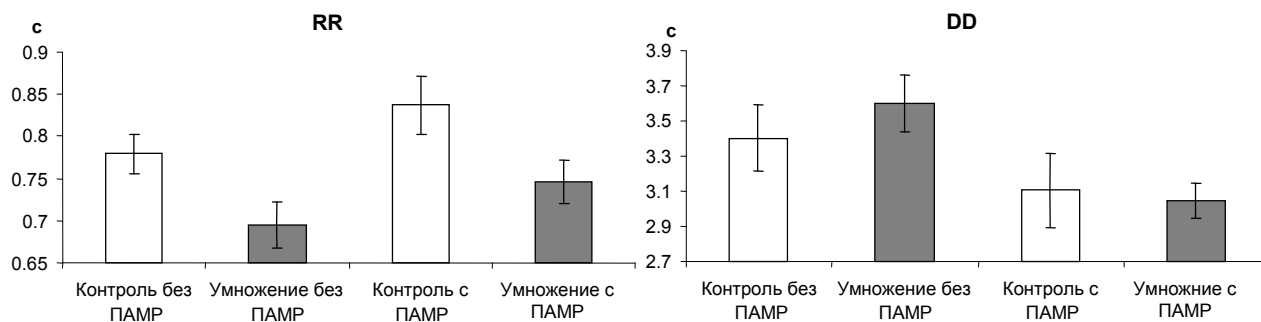


Рис. 7. Динамика средних значений RR- и DD-интервалов в зависимости от используемых тестовых процедур

### Обсуждение результатов

Тестовая процедура умножения двухзначных чисел является удобной информационной нагрузкой, используемой при изучении когнитивных процессов и вегетативной регуляции в процессе мыслительной деятельности и позволяющей реализовать контроль текущего ФС в динамике тестовой процедуры, основанный на оценке соотношения эффективности деятельности и уровня напряжения испытуемого (активационный подход) [4]. В отличие от существующих методов диагностики ФС [4, 6, 7, 13, 15] активационный подход требует оценить реальную динамику мыслительной деятельности в процессе выполнения автоматизированного арифметического теста.

В связи с этим использование ПАМР в качестве индикатора КН позволило разделить мыслительную деятельность на три уровня и получить динамику мыслительных процессов при решении каждого примера и всей серии примеров в условиях компьютерного тестирования. Отсутствие принципиальных количественных и качественных различий решения примеров в условиях реализации дополнительной задачи (ПАМР) и без нее показывает определенную перспективность данного метода.

Выделение двух возможных механизмов и трех комбинаций их взаимодействия позволяет подойти к разбиению процесса решения примеров на однородные стадии (зоны) и попытаться описать характер мыслительных операций в каждой из них.

Выполнение только ПАМР свидетельствует о низкой КН, связанной с тем, что испытуемый отвлекается от основной мыслительной задачи. Данный период отвлечения может быть связан с паузой в мыслительном процессе, вызванным субъективной трудностью решения примера:

- сомнение в правильности заключительного или промежуточного результата и, как следствие, подготовка повторного цикла;

- отдых после чрезмерного напряжения внимания при решении трудной задачи.

В результате указанных выше причин наблюдается преобладание инструкции, требующей выполнения дополнительной задачи (ПАМР). Эта мысль подтверждается формированием компонента  $P_3$ , который свидетельствует о привлечении значительных ресурсов внимания к дополнительной задаче [12]. Однако выраженность компонента  $P_3$  в данных условиях существенно ниже, чем в условиях реализации ПАМР без решения арифметических задач, что свидетельствует об отвлечении значительной части ресурсов на основную арифметическую задачу.

Совместное выполнение ПАМР и умножения двухзначных чисел, связанное со средней КН, отражает процесс конкуренции между двумя инструкциями и, соответственно, моделями деятельности. При этом возможны различные комбинации мыслительных операций. Но наиболее вероятным в данный период является процесс реализации подготовительных операций для последующего проведения различных этапов операции умножения – знакомство с числами, разбиение на этапы процедуры умножения, реализация наиболее простых этапов и т.д. В данных условиях существенно увеличивается ресурс внимания, связанный с решением арифметических задач, что отражается в исчезновении компонента  $P_3$  на звуковой стимул в условиях средней КН. При этом, однако, сохраняется несколько уменьшенный компонент  $N_2$ , который, в частности, связан с подготовкой ПАМР [1, 2].

Работа с наиболее сложными этапами индивидуального алгоритма, связанного с особенностями

умножения двузначных чисел у конкретного испытуемого, представляет собой высокую КН, включающую в себя вычисление, запоминание и хранение в оперативной памяти промежуточных вычислений. При этом требуются еще большие ресурсы внимания, что приводит к потере внимания к дополнительной задаче вообще (появление пропусков). Результатом этого является исчезновение на слуховой стимул компонента  $N_2$ , связанного с двигательной организацией ПАМР.

Следовательно, указанный подход позволяет использовать ВР ПАМР в качестве меры эффективности решения арифметической задачи. С другой стороны, он позволяет разбить весь период решения задачи на стадии, в каждой из которых можно оценить уровень напряжения организма (цена деятельности) по функционированию сердечно-сосудистой и дыхательной систем. При этом концентрация внимания на дополнительной задаче (ПАМР) приводит к снижению ЧСС, и к увеличению частоты дыхания. Преобладание мыслительных процессов, связанных с решением арифметических задач, связано с противоположными изменениями. Наши результаты совпадают с литературными данными, свидетельствующими о том, что увеличение ЧСС во время умножения связано с увеличением эмоционального напряжения при информационной нагрузке [8, 14], что указывает на достаточно высокий уровень сложности предлагаемых арифметических задач. Активность дыхательной системы существенно не зависит от информационной нагрузки [14], но усиливается при реализации сенсомоторных реакций.

Следовательно, сопоставление эффективности деятельности выполнения арифметических задач, оцениваемой по величине ВР ПАМР, с соответствующим ей уровнем напряжения, оцениваемым по параметрам активности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, позволяет оценить динамику текущего ФС обучающегося в ходе выполнения автоматизированных тестовых арифметических примеров [4]. Данная тестовая процедура является аналогом процедуры автоматического контроля знаний у студентов, что позволяет распространить использование этого метода на широкий класс образовательных задач.

С другой стороны, знание интервалов времени, которые были потрачены на подготовительные или основные стадии решения арифметических задач, позволит оценить тонкую структуру мыслительных

процессов, а следовательно, и качество выполнения задания каждым испытуемым.

Таким образом, использование разработанного метода оценки текущего функционального состояния может значительно повысить информативность результатов тестирования знаний и объективно оценить уровень сложности тестовых задач, а следовательно, получить дополнительную информацию для повышения эффективности обучения за счет его индивидуализации и для регуляции уровня психоэмоционального напряжения с целью сохранения уровня здоровья обучающихся.

### Abstract

*The methods of control of the thinking during decision of mathematic examples and the level of efforts of organism for diagnostics of functional state are created.*

### Литература

1. Айдаркин Е.К. Исследование особенностей взаимодействия зрительной и слуховой систем // Валеология. 2006. № 3. С. 82–93.
2. Айдаркин Е.К. Нейрофизиологические механизмы непроизвольного внимания в условиях сенсомоторной интеграции // Валеология. 2006. № 2. С. 39–51.
3. Айдаркин Е.К., Кириллова Е.В. Исследование механизмов межсистемного взаимодействия для разработки методов и средств контроля психофизиологического и функционального состояния человека в сложных человеко-машинных системах // Валеология. 2002. № 4. С. 36.
4. Айдаркин Е.К., Пахомов И.В. Работоспособность и функциональное состояние. Ростов н/Д., 2004.
5. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. Таганрог, 1997.
6. Данилова Н.Н. Психофизиологическая диагностика функциональных состояний. М., 1992.
7. Данилова Н.Н. Функциональные состояния / Основы психофизиологии. М., 1997. С. 168–181.
8. Данилова Н.Н., Астафьев С.В. Изменение variability сердечного ритма при информационной нагрузке // Журн. высш. нерв. деят. 1999. Т. 49. Вып. 1. С. 28–38.
9. Кураев Г. А. Поле деятельности и проблемы валеологии // Валеология. 2004. № 2. С. 6–9.
10. Кураев Г.А., Сергеев С.К., Шленов Ю.В. Валеологическая система сохранения здоровья населения России // Валеология. 1996. № 1. С. 7–17.
11. Леднова М.И., Морозова Г.И., Иваницкая Л.Н. Опыт комплексного валеологического обследования



сотрудников и студентов РГУ // Валеология. 2000. № 2. С. 69.

12. *Наатанен Р.* Внимание и функции мозга. М., 1998.

13. Основы инженерной психологии / Под редакцией Б.Ф. Ломова. М., 1986.

14. *Суворов Н.Ф., Таиров О.П.* Психофизиологические механизмы избирательного внимания. Л., 1985.

15. *Фролов М.В.* Контроль функционального состояния человека-оператора. М., 1987.

УНИИ валеологии РГУ

Статья поступила в редакцию 28.11.06

УДК 612.821+612.822.3

**Е.К. АЙДАРКИН, О.М. БАХТИН,  
Г.Б. МАРТЫНОВА**  
СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
ВЕРТИКАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
В НОРМЕ И ПРИ СЕНСОРНЫХ  
ДИСФУНКЦИЯХ В ОНТОГЕНЕЗЕ

**Реферат**

*Проведены исследования зависимости длины и площади статокинезиограммы от возраста, состояния (глаза открыты-закрыты), сенсорных дисфункций (здоровые, слабовидящие, слабослышащие). Результаты показали различные варианты становления системы, обеспечивающей вертикальную позу у исследуемых групп, с более эффективным ее формированием у здоровых испытуемых к 17-18 годам.*

Сохранение вертикальной устойчивости представляет собой динамический процесс, состоящий из непрерывных колебаний тела относительно неподвижных стоп. Согласно сложившимся представлениям, стабилизация положения звеньев тела относительно друг друга достигается системой локальных рефлексов на растяжение, а управление этими рефлексам, обеспечивающее устойчивое положение тела в пространстве, осуществляется на основе вестибулярных и проприоцептивных рефлексов, а также зрительной информации [1–3].

Участие зрительного контроля в стабилизации вертикальной устойчивости подтверждается следующими фактами. Реакция на различные возмущения (вестибулярная стимуляция или воздействия на

платформу) максимально выражена при закрытых глазах и значительно снижается при открытых [4, 5, 10, 14]. При инвертировании изображения на сетчатке с помощью специальных линз было обнаружено, что вертикальная устойчивость в таких условиях становится хуже даже по сравнению с показателями, регистрируемыми при закрытых глазах [4, 15].

Формирование вертикальной устойчивости существенно изменяется в онтогенезе, а стабилизация ее возникает в возрасте 13-14 лет [8, 13]. Существует предположение [9, 12], что в норме зрительная система наиболее важна в старшем возрасте, тогда как у детей зрение принимает меньшее участие в обеспечении вертикальной устойчивости.

Наличие зрительных дисфункций, особенно врожденных или рано приобретенных, снижает роль зрительного фактора в формировании вертикальной устойчивости в онтогенезе, что выражается в ухудшении стабилеографических показателей у людей с ослабленным зрением [6, 7, 13].

Анализ литературы по указанной проблеме не позволил ответить на ряд вопросов – в какой степени ослабление зрительного контроля сказывается на вертикальной устойчивости на разных этапах онтогенеза, в чем проявляются особенности формирования статической функции при этом, наблюдается ли с возрастом компенсация возникающих нарушений, как влияют на данные характеристики дисфункции других сенсорных систем?

В связи с этим целью настоящей работы было исследование динамики стабилеографических показателей у испытуемых разного возраста с рано приобретенными формами зрительных и слуховых дисфункций, а также с отсутствием таковых.