

УДК 612.74:615.47

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ ВЕДУЩЕЙ РУКИ НА ГРАФИЧЕСКОМ ПЛАНШЕТЕ

О.Г. АВРУНИН, К.Г. СЕЛИВАНОВА

В работе описан метод компьютерного тестирования мелкой моторики ведущей руки на графическом планшете. Приведены предварительные результаты экспериментального исследования испытуемых. Описана методика оценки тонкой моторики рук. Показаны основные параметры, служащие критерием оценки эффективности методики. Оценку качества выполнения заданий проводят компьютерной обработкой результатов тестирования с использованием специализированной программы, позволяющей определять уровень развития моторики на основе количественных оценок.

Ключевые слова: моторика, мелкая моторика, ведущая рука, тестирование, графический планшет.

ВВЕДЕНИЕ

У каждого человека свойства мелкой моторики рук индивидуальны, к которым относятся письмо и рисование, сила нажима ручкой, жесты, различные манипуляции с мелкими предметами, манера работы на клавиатуре и др. [5]. Под мелкой моторикой следует понимать последовательность тонких движений рук, которые необходимы для выполнения какой-либо определенной задачи [3, 11]. В настоящее время оценка мелкой моторики рук основана на сборе и анализе факторов, отражающих уровень развития различных аспектов мануальной деятельности — рисование, выполнение различных графических заданий, копирование — испытуемый выполняет движения ведущей рукой, которые оценивает сам экспериментатор, фиксируя показатели выполнения заданий на подготовленных бланках и опросных листах. К сожалению, в данном случае оценка параметров (неровность линий, скорость проведения линий, сила нажима) носит субъективный характер и дает адекватный результат только при наличии значительного опыта у использующего их специалиста [5].

1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ, ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

В последнее время наблюдается рост числа людей с теми или иными двигательными нарушениями, имеющими различную этиологию и патогенез. Многие двигательные расстройства на ранних стадиях проявляются в виде нарушений тонкой моторики рук. Поэтому весьма актуальна задача, как можно раньше выявить у людей возможные отклонения мелкой моторики. Для этого должны существовать методики экспресс-оценки, которые могли бы объективно и быстро оценить уровень развития моторики. Применение компьютерных технологий в данном виде исследований позволяет снизить роль субъективного фактора [16]. Исходя из вышеиз-

ложенного, целью нашей работы является разработка метода автоматизированного тестирования мелкой моторики ведущей руки на цифровом графическом планшете высокого разрешения [16].

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ

Значительное разнообразие методов, позволяющих оценить уровень развития двигательных навыков, обусловлено взаимосвязью мелкой моторики с развитием межполушарной специализации и когнитивных показателей (речь, память, внимание, логика и т.д.). Отдельные элементы оценки мелкой моторики руки являются составной частью способов диагностики двигательных расстройств и контроля особенностей нейропсихологического развития человека. Объем информативных показателей о состоянии мелкой моторики достаточно ограничен. Он определяется конкретной исследовательской задачей и методическими подходами к его осуществлению [5].

Для оценивания индивидуальных особенностей тонкой моторики ведущей руки было разработано специализированное программное средство, которое реализуется на обычном персональном компьютере (ПК) со стандартным цифровым графическим планшетом высокого разрешения в комплекте с беспроводным пером. Базовыми исследованиями для разработки послужили работы П.П. Григала [2, 5], Н.И. Хорсевой [5, 16], М.Г. Супруна [15], Е.П. Ильина [6]. Материалом для проведения эксперимента послужили исследования С.Я. Рубинштейна [11], М.М. Кольцовой [7], Л.А. Рожковой [10] в области психомоторики и анализа моторных функций детей и взрослых. Метод тестирования разрабатывался на базе работ специалистов по мелкой моторике. К ним относятся Н.И. Озерский [9], С.Е. Большакова [4], О.В. Трошин, И.Г. Халецкий и О.В. Халецкая [1].

Техническим оснащением послужило использование стандартного цифрового графического планшета высокого разрешения – устройства ввода информации в компьютер беспроводным пером. Работа с графическим планшетом обеспечивает развитие мелкой моторики рук, т. к. навигация пером удобна и эргономична, мышцы кисти и руки в целом всегда расслаблены, пальцы и ладонь в движении. Перо – естественный инструмент для человеческой руки, поэтому навигация и работа на ПК с пером удобна и точна. Также, на развитие моторики влияют те факты, что от силы нажатия на перо увеличивается или уменьшается интенсивность линии, пером можно производить штриховку, некоторые модели графических планшетов чувствительны к рисованию пальцами. Для проведения эксперимента был использован графический планшет Wacom Bamboo One CTF-430/S-Ru (рис. 1), который имеет максимальную простоту работы и широкую функциональность для исследования тонкой моторики рук при выполнении беспроводным пером ряда последовательных тестов в виде различного рода линейных задач. Планшет Wacom Bamboo One формата А6 (4:3) имеет 512 уровней чувствительности к нажатию, разрешающая способность его составляет 1040 линий на дюйм, точность ± 0.5 мм, рабочая область – 127.6 x 92.8 мм, скорость передачи данных 100 точек в секунду; подключение к ПК – через интерфейс USB [17].

В работах [12, 13] описаны первые полученные результаты исследований индивидуальных особенностей мелкой моторики рук, графических навыков и тонических движений участников эксперимента. Тестирование проводилось как провокационная проба перед письмом и после него, представляя собой доклинические испытания. Для объективности оценивания уровня развития мелкой моторики ведущей руки, каждому испытуемому предоставлялась возможность тренировки с техническим средством.



Рис. 1. Изображение цифрового графического планшета Wacom Bamboo One CTF-430 с беспроводным пером

Первый этап экспериментально-практического исследования моторной сферы проводился на базе внедрения тестирования в лабораторный практикум среди учащихся 4 и 5 курсов университета на протяжении учебного года. В эксперименте приняли участие 34 условно здоровых

человека (15 женщин и 19 мужчин) в возрасте 20–23 лет, из них у 33 человек ведущей рукой была правая, и лишь у одного участника – левая [12, 13, 14]. На рис. 2 представлена рабочая область и возможности цифрового графического планшета [17].

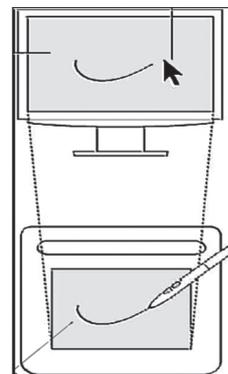


Рис. 2. Иллюстрация рабочей области планшета

Каждый человек проходил испытание индивидуально в абсолютно одинаковых условиях тестирования, предложенные графические задания выполнялись самостоятельно и технически правильно. В процессе доклинического испытания использовались следующие методы: опрос испытуемых на наличие жалоб, наблюдение, тестирование с помощью специализированного программного средства. На рис. 3 представлено необходимое положение пишущей руки и самого испытуемого во время тестирования [17]. Каждому участнику эксперимента помогают принять комфортное положение, так чтобы графический планшет находился на уровне локтевого сгиба на горизонтальной поверхности без наклона, руки свободно находились на столе, а ноги касались опоры. Комфортная поза во время тестирования является важным условием, поскольку позволяет адекватно определить количественные характеристики движения кисти ведущей руки, не искаженными возможными напряжениями, связанными с неудобным положением рук и туловища [16].

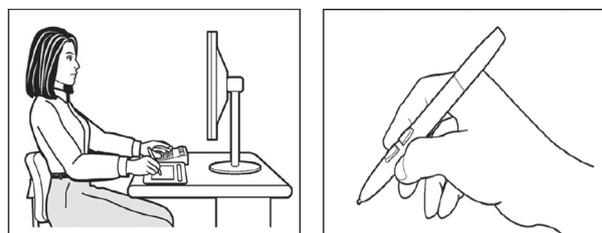


Рис. 3. Положение испытуемого во время эксперимента (а) и его пишущей руки (б)

Опрос испытуемых проводился в форме записи жалоб на возможные причины возникновения дрожаний: стресс, нарушение сна, длительный прием лекарственных средств, алкогольное

и наркотическое действие, регулярные физические и психо-эмоциональные нагрузки на организм, переломы костей рук. Наблюдение за учащимися осуществлялось за тем, как выполнялось задание, при этом регистрировалась скорость и время выполнения теста, сила нажима на беспроводное перо.

Каждому участнику был присвоен индивидуальный код с информацией о возрасте, пола, ведущей руки, результатах опроса состояния здоровья и порядкового номера.

Тестирование включало в себя выполнение 20 шаблонов заданий – рисование прямых линий различной длины с разным углом наклона и пространственной ориентацией.

Проведение эксперимента должно удовлетворять следующим техническим требованиям: высокая контрастность цветовой гаммы, средняя (не утомляющая зрение) яркость экрана, оптимальная продолжительность выполнения одного задания – одна минута. Компьютерная программа автоматически регистрирует число просмотренных (А), правильно выполненных (В), пропущенных (С), ошибочно выполненных (D) шаблонов заданий. На основании этих показателей рассчитывались критерии точности выполнения заданий (Т) (1) и оценки уровня развития мелкой моторики ведущей руки (Р) (2) [16]:

$$T = \frac{A}{A+B+C+D}; \quad (1)$$

$$P = A \cdot T. \quad (2)$$

Заданные прямые являются графиком линейной функции (3), которая имеет вид [13]:

$$y = ax + b, \quad (3)$$

где x – независимая переменная, y – зависимая переменная, a – угловой коэффициент, b – величина сдвига прямой.

При этом фиксировалась заданная и экспериментальная длина линий; проводился автоматизированный подсчет отклонений от исходного значения; регистрировалась сила нажатия беспроводного пера на графический планшет при рисовании линий; строились графики отклонения координат x (4) и y (5) заданных линий при проведении тестирования [13]:

$$X = \frac{x \cdot Width}{w}; \quad (4)$$

$$Y = Height - \frac{y \cdot Height}{h}, \quad (5)$$

где x, y – координаты пера в координатах устройства Bamboo; w, h – количество точек по горизонтали и вертикали в Bamboo; X, Y – координаты пера в координатах устройства отображения; $Width$ – ширина рабочего экрана планшета; $Height$ – высота рабочей области экрана планшета.

При регистрации силы давления на беспроводное перо, изменялась толщина линий в зависимости от нажима [13]:

$$LineWidth = 1 + \frac{pressure}{100}, \quad (6)$$

где $LineWidth$ – толщина линии, а $pressure$ – давление из устройства.

Выполнение заданий на графическом планшете представляет собой сложный координированный процесс, как и акт письма, т. к. включает ряд факторов: общий тонический фон пишущей руки и всей рабочей позы, а также вибрационную иннервацию мышц предплечья, запястья и пальцев, которая очень ритмична и монотонна [13]. У испытуемых, в ходе длительного выполнения задания, наблюдается утомляемость мышц ведущей руки и синкинезии – результат недостаточной дифференцированности движений, когда при выполнении требуемого действия включаются «ненужные» мышцы [5]. Изучение таких двигательных отклонений является важным для определения различных нарушений моторной деятельности, что послужит перспективной работой. Для этого предполагается внедрить в программное средство дополнительное задание – рисование спирали Архимеда как наиболее подходящего графического объекта определения синкинезий. Сначала испытуемый ведет пером на планшете спираль Архимеда в направлении по часовой стрелки (левая спираль) и против нее (правая), при этом выполняя задание «раскручивание» данной спирали. Затем, с целью выявления утомляемости мышц ведущей руки, необходимо вести спираль на «закручивание», т. к. это графическое движение сложнее в выполнении, чем в «раскручивании».

Обобщенная Архимедова спираль определяется как кривая r , которая задается в полярных координатах уравнением [8]:

$$r = a \cdot \varphi, \quad (7)$$

где a – смещение по лучу вектора OP (рис. 5, б) против часовой стрелки – правая спираль, если смещение по часовой – левая; φ – полярный угол наклона вектора OP к полярной оси.

Общий вид графика спирали Архимеда, описываемый формулой (7) в полярных координатах, представлено на рис. 4 [8].

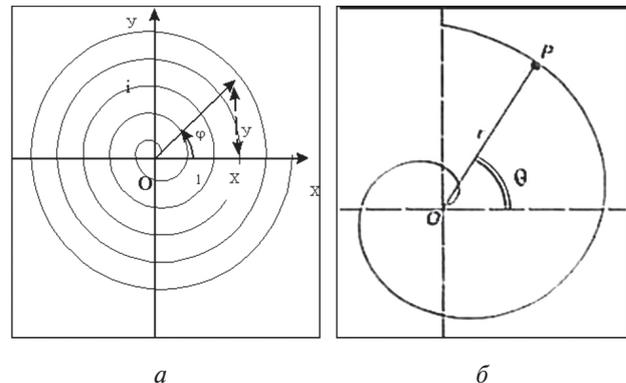


Рис. 4. Спираль Архимеда: общий вид (а) и ее фрагмент (б)

3. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения уровня развития тонкой моторики ведущей руки результаты тестирования оценивались по восьми критериям (характер, длина, угол наклона, отклонение и правильность рисования линий), при этом регистрировалось время и точность выполнения заданий.

Результаты первого этапа исследований сравнивались между собой для установления достоверности данных и контроля показателей нормы, при этом учитывался опрос испытуемых, т. к. у 12 человек из 34 были жалобы на различные сбои моторной сферы в силу своей деятельности, что было подтверждено экспериментом.

Продолжительность выполнения одного задания – 1 минута. Время, потраченное на рисование одной линии, зависит от ее исходной длины. Чем больше длина заданной прямой, тем больше времени понадобится испытуемому на выполнение теста. При этом регистрируются 8 показателей: время выполнения каждого теста, длина исходной и экспериментальной линии, количество правильно выполненных и с некоторыми техническими неточностями заданий, число пропущенных тестов, при этом отображаются в графическом виде сила нажима и отклонение координат прямых. Таким образом, время тестирования одного участника эксперимента в среднем составляет не более 10 минут, с учетом того, что некоторые испытуемые достаточно медленно выполняют тест.

На рис. 5 изображены результаты тестирования испытуемых (линии различной длины, угла наклона и пространственной ориентации), у которых были некоторые жалобы на сбои моторной сферы, в силу своей дополнительной деятельности. Предлагаемый набор данных для анализа достаточный для отображения общего функционального состояния мелкой моторики человека. Из рисунка хорошо видно, что у испытуемых слабый нажим, есть ошибки при рисовании линий, невысокая точность, много заданий было пропущено, поэтому у них оказался средний и низкий уровень развития тонкой моторики ведущей руки. Анализ неточностей при выполнении тестов показал, что участники испытаний с теми или иными двигательными затруднениями делали одинаковые ошибки, а также отмечается напряжение при удержании пера, замедленный темп движений.

На рис. 6 показаны данные тестирования в норме первых семи шаблонов заданий на примере одного из участников эксперимента. Данный испытуемый во время тестирования выполнил 10 заданий технически верно, 7 заданий – с некоторыми неточностями, а 3 задания пропустил. Пятое и шестое задания выполнены с максимальной степенью точности, первое и второе – правильно, а при выполнении тре-

тьего и четвертого заданий наблюдаются некоторые ошибки рисования (поданы в укрупненном масштабе, так длины линий меньше остальных). Полученные результаты тестов находятся в пределах нормы, что было подтверждено дальнейшей компьютерной обработкой.

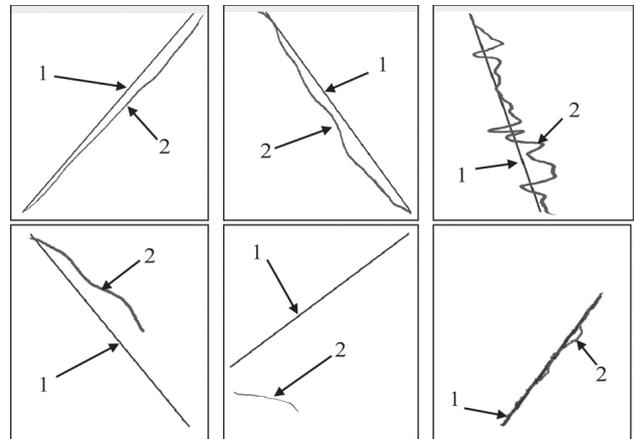


Рис. 5. Схематическое отображение результатов выполнения тестов с небольшими отклонениями от нормы на примере трех участников эксперимента (1 – заданная линия, 2 – экспериментальная)

Автоматизированный анализ характеристик двигательной деятельности позволяет представить данные тестирования в форме параметров состояния мелкой моторики ведущей руки в графическом виде. Графическое отображение позволяет наглядно представить результаты исследования и выделить закономерности в динамике.

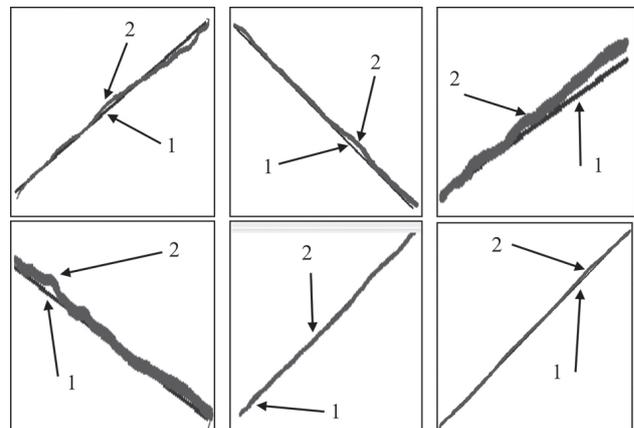


Рис. 6. Схематическое отображение результатов выполнения первых шести шаблонов заданий в норме на примере одного испытуемого (1 – заданная линия, 2 – экспериментальная)

На рисунках 7 и 8 показана автоматизированная оценка результатов тестирования испытуемого на примере обработки первых шести шаблонов заданий. На первом графике отображается сила нажима беспроводным пером при рисовании, на втором и третьем – отклонения координат x и y соответственно исходных линий и экспериментальных.

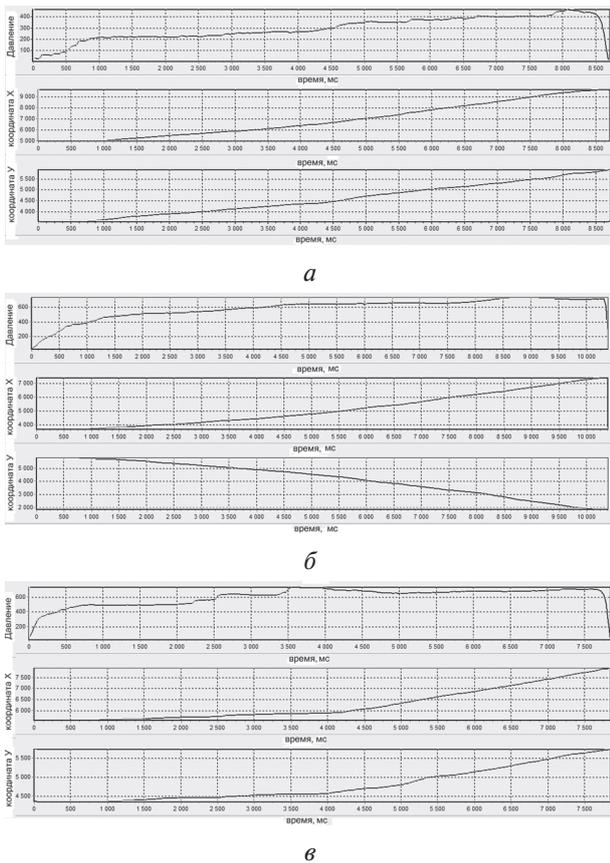


Рис. 7. Автоматизированная оценка результатов тестирования испытуемого в графическом виде 1-го (а), 2-го (б), 3-го (в) заданий

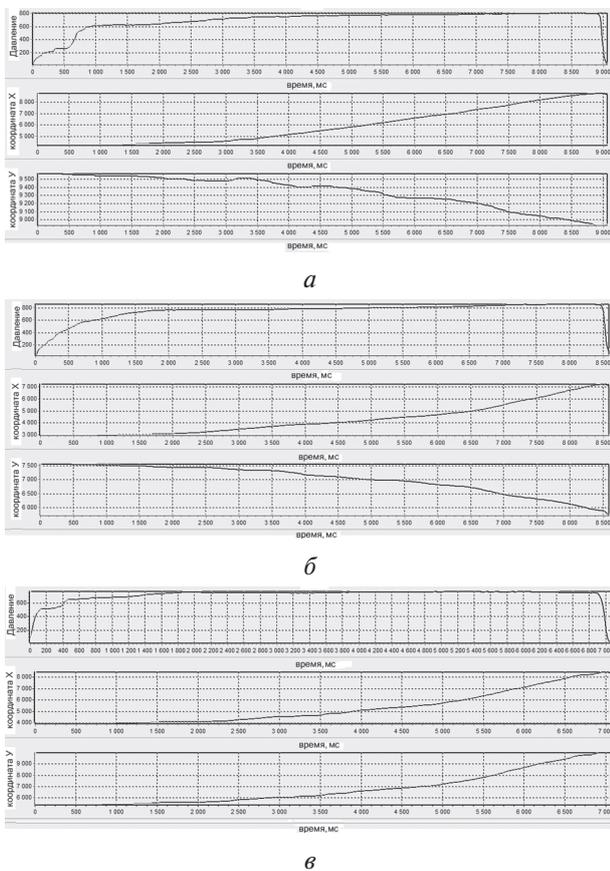


Рис. 8. Автоматизированная оценка результатов тестирования испытуемого в графическом виде 4-го (а), 5-го (б), 6-го (в) заданий

При наблюдении за выполнением заданий у данного испытуемого не было обнаружено синкинезий, отсутствовали какие-либо жалобы по состоянию здоровья, которые могли бы стать предпосылками возникновения тремора или других двигательных нарушений. Как видно на рисунках 7 и 8, сила нажима небольшая, находится на определенном уровне, при этом сильно не изменяется, что свидетельствует об отсутствии каких-либо двигательных нарушений. Отклонение координат заданных и экспериментальных прямых носит характер монотонного убывания или возрастания, что тоже является нормой. Среднее время выполнения одного задания составляет 7,52 с, максимально потраченное время – 13 с (т. к. максимальная длина линии 894 пикселей), а минимальное – 2,2 с (длина – 25 пикселей). Средняя разница между исходной и экспериментальной длинами прямых составляет 52,71 пиксел, максимальная разница – 80, минимальная – 21. Точность выполнения составляет: $T = \frac{17}{17+10+3+7} = 0,46$. Уровень развития

тонкой моторики составляет: $P = 17 \cdot 0,46 = 7,81$, что представляет собой высокий уровень. Таким образом, проанализировав все параметры, уровень развития мелкой моторики ведущей руки данного участника эксперимента – высокий. В работе [13] наведены данные уровня развития мелкой моторики испытуемых по результатам опроса, наблюдения, качества выполнения заданий и т.д. В таблице приведены результаты анализа тестирования при расчетах точности выполнения T и уровня развития моторики P , которые должны отличаться от показанных в работе [13], т. к. в основу положены другие дополнительные расчеты.

В таблице показано, что 20 человек имеет высокий уровень развития моторики, что составляет 58,82% из общего количества участников эксперимента; у 9-ти человек – средний (26,47%), и у 5-ти людей оказался низкий уровень (14,71%). Таким образом, у большинства испытуемых данные тестирования оказались в пределах нормы, и лишь у пятерых человек обнаружено отклонения от нормы, что объясняется техническими неточностями при выполнении заданий и их пропуском.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что разработанный метод автоматизированного тестирования позволяет провести качественный и количественный анализ индивидуальных особенностей тонкой моторики рук на примере здоровых людей, участвующих в эксперименте. Для этого было разработано специализированное программное средство, которое выполняет автоматизированную оценку уровня развития мелкой моторики ведущей руки испытуемых.

Таблица

Анализ результатов тестирования испытуемых при расчетах точности и уровня развития моторики

№ п\п	<i>T</i>	<i>P</i>	Уровень развития моторики
1	0,46	7,82	высокий
2	0,5	10	высокий
3	0,33	3,3	низкий
4	0,5	10	высокий
5	0,49	9,26	высокий
6	0,46	7,81	высокий
7	0,43	6,42	средний
8	0,47	8,46	высокий
9	0,47	8,46	высокий
10	0,43	6,43	средний
11	0,47	8,46	высокий
12	0,39	5,12	средний
13	0,35	3,9	низкий
14	0,49	8,76	высокий
15	0,47	8,46	высокий
16	0,5	5	средний
17	0,46	7,81	высокий
18	0,49	9,26	высокий
19	0,44	7,11	средний
20	0,47	8,46	высокий
21	0,39	5,12	средний
22	0,49	9,26	высокий
23	0,46	7,81	высокий
24	0,31	2,79	низкий
25	0,44	3,56	низкий
26	0,46	7,81	высокий
27	0,47	8,46	высокий
28	0,49	9,26	высокий
29	0,16	0,67	низкий
30	0,44	7,11	средний
31	0,39	5,12	средний
32	0,49	9,26	высокий
33	0,41	5,76	средний
34	0,46	7,81	высокий

Следующим этапом исследований является внедрение в тестирование изображений нелинейных объектов (например, спираль Архимеда), цель которого заключается в выявлении утомляемости мышц ведущей руки и тремора. Качество выполнения различных заданий на графическом планшете комплексно отражает функциональное состояние моторной зоны коры головного мозга и межполушарных связей, вследствие чего это может послужить тренажером для развития или совершенствования уровня моторной деятельности.

Таким образом, с помощью специализированного программного средства имеется возможность выявить изменения мелкой моторики ведущей руки, количественно оценить уровень двигательных навыков. В дальнейшем, при те-

стировании нескольких групп людей (норма, стресс, различные нарушения моторной сферы) возникнет возможность установления диагностической достоверности (валидности) предлагаемого метода. Сравнение показателей нормы со значениями, соответствующими различным степеням отклонения, позволяет объективно оценить состояния мелкой моторики.

Литература.

[1] Патент РФ №2171625 на изобретение от 10.08.2001. Способ диагностики отклонений нервно-психического развития детей. Авторы: Трошин О. В., Халецкий И. Г. Халецкая О. В.

[2] Патент РФ №2314743 на изобретение от 11.04.2006. Способ диагностики мелкой моторики руки. Авторы: Григал П. П., Хорсева Н. И.

[3] Бернштейн Н.А. Очерки о физиологии движений и физиологии активности. — М.: Наука, 1966. — 335 с.

[4] Большакова С. Е. Формирование мелкой моторики рук: Игры и упражнения. — М.: ТЦ Сфера, 2008.

[5] Григал П.П., Хорсева Н.И. Десятипальцевый хаотичный теппинг: возрастные особенности мелкой моторики руки детей. // Труды МФТИ, том 1, №1, 2009. — С. 46–52.

[6] Ильин Е.П. Психомоторная организация человека. — СПб.: Питер, 2003.

[7] Кольцова М.М. Двигательная активность и развитие функций мозга ребенка. — М., 1973. — 193 с.

[8] Корн Г.А., Корн Т.М. Справочник по математике для научных работников и инженеров. — М.: «Наука», 1974. — 832 с.

[9] Озерецкий Н.И. Методика исследования психомоторики. — М. Л.: Госмедиздат, 1930.

[10] Рожкова Л.А., Переслени Л.И. Нейрофизиологические критерии оценки уровня развития механизмов когнитивной деятельности у детей в аспекте проблем дифференциальной диагностики. // Дефектология. 2001, №4. — С. 3–11.

[11] Рубинштейн С.Я. Экспериментальные методики патопсихологии. — М.: ЭКСМО – ПРЕСС, 1999. — 414 с.

[12] Селиванова К.Г. Возможности исследования тонкой моторики рук в динамике с помощью графического планшета // Сборник материалов докладов «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы», Биомедсистемы, 2012. — С. 164–166.

[13] Селиванова К.Г. Экспериментальное исследование тонкой моторики рук с помощью цифрового графического планшета // Вестник НТУ «ХПИ», № 18 (991), 2012. — С. 137–143.

[14] Селиванова К.Г. Оценка исследований мелкой моторики рук в динамике с применением графического планшета // Сборник материалов докладов «Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке», 2013. — С. 218–219.

[15] Супрун М.Г. Коррекция моторики кисти ведущей руки. Ростов н/Д: ГинГО, 2001.

[16] Хорсева Н. И., Захарова И. Е. Психофизиологические показатели как критерий оценки эффективности коррекционной работы логопеда. // Горизонты образования. № 3 (33), 2011. — С. 87–92.

- [17] Wacom Bamboo One. Руководство пользователя для Windows и Macintosh. Русская версия 1.0, 2007. – 55 с.

Поступила в редколлегию 22.07.2013



Аврунин Олег Григорьевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биомедицинской инженерии ХНУРЭ. Научные интересы: методы интраскопической диагностики и хирургического планирования оперативных вмешательств на головном мозге человека; методы и средства медицинских навигационных систем; медицинские информационные системы; методы и средства диагностики и планирования оперативных вмешательств в оториноларингологии; методы визуализации, автоматизированной обработки и анализа медицинских изображений и биосигналов.



Селиванова Карина Григорьевна, аспирант кафедры биомедицинской инженерии ХНУРЭ. Научные интересы: компьютерная обработка биосигналов, исследование индивидуальных особенностей мелкой моторики рук.

УДК 612.74:615.47

Розробка методу автоматизованого тестування дрібної моторики провідної руки на графічному планшеті / О.Г. Аврунін, К.Г. Селіванова // Прикладна радіоелектроніка: наук.-техн. журнал. – 2013. – Том 12. – № 3. – С. 459–465.

У статті розглянуто метод дослідження індивідуальних особливостей тонкої моторики провідної руки за допомогою тестування на графічному планшеті. Розроблено спеціалізований програмний засіб, що реалізує автоматизовану оцінку рівня розвитку тонкої моторики.

Ключові слова: моторика, дрібна моторика, ведуча рука, тестування, графічний планшет.

Табл.: 01. Іл.: 09. Бібліогр.: 17 найм.

UDC 612.74:615.47

Developing a method of automated testing of leading hand fine motor skills on graphic tablet / O.G. Avrunin, K.G. Selivanova // Applied Radio Electronics: Sci. Journ. – 2013. – Vol. 12. – № 3. – P. 459–465.

The paper describes a method of computer testing of leading hand fine motor skills on a graphic tablet. Preliminary results of the experimental study of the tessees are given. Methods of evaluating the fine motor skills of hands are described. The main parameters serving as a criterium of evaluating the efficiency of the methods are shown. A specialized program which performs automatic assessing of the level of development of fine motor skills on the basis of quantitative estimations has been developed.

Keywords: motor skills, fine motor skills, leading hand, testing, graphic tablet.

Tab.: 01. Fig.: 09. Refs.: 17 items.