

## Целое и части в сенсомоторных действиях<sup>1</sup>

А.И.Назаров, А.П. Трусов

*Изучались сенсомоторные аспекты соотношения целого (в виде зрительного образа маршрута движения) и его частей (в виде движений по линейным отрезкам представляемого маршрута). Испытуемые вначале обводили курсором контур фигуры, перемещая для этого перо планшета Wacom в плоскости XY, а затем воспроизводили маршрут движения либо с закрытыми глазами (1-я серия), либо глядя на экран с изображением разноцветных шаров разной величины (зрительный шум). Сложность маршрута движения менялась путём увеличения количества равновеликих линейных отрезков (от 4 до 10), образующих фигуру. Регистрировались позиционные составляющие X и Y как функции времени, а также первые производные от них (скорости движений). Оценивались топологические и метрические показатели качества воспроизводимых маршрутов в обеих сериях, а также скорости движений при воспроизведении. Показана зависимость метрики и скорости воспроизведений от сложности маршрута, причём для "хороших" фигур метрические ошибки были меньше, чем для "плохих". В 1-й серии имел место дрейф центра тяжести воспроизводимого маршрута в сторону конечного пункта движения. Также при воспроизведении средняя скорость движения по маршруту была существенно больше, чем при обычном обведении контура фигуры. Отмечены значительные индивидуальные различия в пространственных и скоростных параметрах воспроизведений, что объясняется особенностями перцептивной и сенсомоторной организации индивида.*

**Ключевые слова:** *целое и части, сенсомоторика, серийные действия, топология и метрика, инструментальные движения*

### Введение

Применительно к сенсомоторике проблема соотношения целого и части приобретает, помимо пространственного, ещё и временное измерение. В качестве целого выступает образ *всей последовательности* двигательных действий, которые образуют её составные части. Пространственно-временная развёртка этого образа обеспечивается динамикой интермодальных взаимодействий, сопровождающей выполнение двигательного действия или серии таких действий. Содержание интермодальных взаимодействий чрезвычайно разнообразно и зависит от многих условий, относящихся не только к моторике и восприятию, но и ко всей личностной организации [6, 8]. В экспериментальной психологии это содержание изучается в основном с использованием инструментальных движений, выполняемых либо под зрительным контролем, либо без него [4, 13]. Наиболее популярными задачами для испытуемого являются точностные движения – дискретные (наведение курсора на неподвижную цель) или непрерывные (сопровождение курсором движущейся цели, проведение курсора по лабиринту, перемещение курсора по контуру фигуры). В этих задачах концептуальная модель целостного действия координирует динамическое взаимодействие трёх его разномодальных составляющих – образа задачи, образа текущей ситуации (ситуативного образа), и образа движения (более подробно см. [9]). Под текущей ситуацией понимается не только воспринимаемая внешняя ситуация вместе с пространственной картиной движения, но и ситуация внутренняя, образуемая

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект №11-06-00020а

проприоцептивными и кинестетическими сигналами, а также эфферентными командами (Н.А.Бернштейн называл это внутренней картиной движения [2]). Текущая ситуация даже при постоянстве внешних условий непрерывно меняется в результате выполнения движения. Поэтому непрерывно меняется и содержание ситуативного образа, в отличие от постоянства образа задачи.

В образе движения (моторном образе) заключена информация о динамических параметрах собственно исполнительской части действия, к которым относятся скорость, усилие, и последовательность его отдельных этапов (последние можно сравнить с отдельными синтагмами в составе целого предложения). Организацию последовательности этапов (например, при выполнении движения по сложному маршруту, гимнастического упражнения, танца, и т.п.) можно рассматривать как преобразование симультанного образа действия в сукцессивный ряд пространственно-временных фигур кинематических цепей двигательного аппарата<sup>1</sup>. (Подробнее о порождении и регуляции серийных действий<sup>2</sup> см. в отчёте по проекту РФФИ №05-06-80509а).

О содержании процессов, протекающих при выполнении серийных сенсомоторных действий, известно немного, хотя в зарубежной литературе этой проблеме в последнее время уделяется немало внимания [10-16]. Есть несколько отечественных работ по аналогичной тематике [1, 7]. Мотивация этих работ и интерпретация получаемых результатов преимущественно связаны со старой (можно даже сказать – устаревшей) идеей программирования двигательных актов, которая сама по себе является дискуссионной и легкомысленно привнесённой в психологию из компьютерной идеологии.

В данной работе на примере простой задачи управления перемещением курсора по контуру фигуры, изучались пространственные и скоростные характеристики ручных движений, выполняемых при различных вариантах их афферентации. В одном случае движения частично афферентировались образом *восприятия* целостной фигуры, в другом – её *представляемым* образом, причём, в обоих случаях в состав афферентного синтеза входила также мышечно-суставная чувствительность. Тем самым моделировалась та фаза формирования двигательного навыка, когда происходит переход из внешнего плана построения движения (в условиях воспринимаемой внешней ситуации) во внутренний, идеальный план. В ряде работ на примере более простых задач (целеуказание, рисование прямой линии) было показано, что такой переход сопровождается некоторой модификацией метрических (пространственных) параметров движений [1, 4, 8]. Что касается модификации их динамических характеристик (есть она или нет), то этот вопрос остаётся пока открытым.

Учитывая, что живые двигательные действия включены в целостный организм индивида, в данной работе было уделено внимание индивидуальным особенностям выполнения движений, которые скорее всего определяются не столько содержанием двигательной задачи и конкретными условиями её решения, сколько спецификой всей перцептивной и сенсомоторной организации индивида.

---

<sup>1</sup> Ср. с превращением симультанной мысли в сукцессивную речь, о чём говорил Выготский [3]. По существу, это один из аспектов извечной психо-физической проблемы.

<sup>2</sup> То есть действий, состоящих из непрерывной последовательности нескольких двигательных актов.

## Метод

На экране ноутбука испытуемым предъявлялись рисунки с изображением фигур в виде ломаных линий, состоящих из прямолинейных равновеликих отрезков длиной 5 см (см. ниже). Испытуемый должен был провести курсор по контуру всей фигуры, начиная с заданной стартовой позиции. Фигуры отличались по количеству сегментов (4, 6, 8, 10, соответственно менее и более сложные) и их направлениям (2 вертикальных, 2 горизонтальных, 2 диагональных). Кроме того, для одной половины фигур (в дальнейшем они будут обозначаться нечётными цифрами 1, 3, 5, 7) была характерна бо́льшая симметричность и регулярность, по сравнению с другой половиной, для которой выбрано обозначение фигур чётными цифрами 2, 4, 6, 8.

Испытуемый обводил фигуру курсором, управляя им путём перемещения пера по рабочей поверхности планшета Wacom. При этом, след от движения курсора отсутствовал. Коэффициент передачи в позиционной системе перо планшета – курсор был равен 2 (при перемещении пера на 1 см курсор перемещался на 0,5 см). Испытуемый сам выбирал комфортную для себя скорость движения курсора, стараясь допускать минимальные отклонения его от контура фигуры.

Каждая проба состояла из блока 4-х обведений с интервалом между ними 3-5 сек. Проба начиналась нажатием испытуемым клавиши *Пробел*. При этом на экране ноутбука появлялась фигура, которую испытуемый сразу же начинал обводить, перемещая курсор от обозначенной на рисунке стартовой позиции до конечной точки. По окончании обведения всей фигуры испытуемый нажимал клавишу *Пробел*. Далее следовали ещё два обведения той же фигуры. После третьего обведения изображение фигуры исчезало, и испытуемый должен был сразу же воспроизвести по памяти, по возможности точнее, последовательность тех движений, которые он совершал непосредственно до этого при восприятии фигуры. Таким образом, каждая проба состояла из двух частей – экспозиции (3 повторных обведения воспринимаемой фигуры) и воспроизведения. Интервал между пробами составлял 15-20 сек.

В 1-й серии при воспроизведении испытуемый закрывал глаза и открывал их только после окончания этой части пробы. Во 2-й серии, которая проводилась с теми же испытуемыми, но с фигурами иной конфигурации, воспроизведение протекало при открытых глазах испытуемого, но в это время на всём экране ноутбука высвечивалось "шумовое" изображение, состоящее из разноцветных шаров разной величины. Испытуемый воспроизводил маршрут<sup>1</sup> предшествовавших движений, глядя приблизительно в центр шумовой картинки. Предполагалось, что образ восприятия зрительного шума во время воспроизведения будет интерферировать с представляемым образом эталонного маршрута, что должно отразиться как на пространственных, так и на динамических параметрах выполняемого действия. Всего с каждым испытуемым в одной серии было проведено по 8 проб, состоящих из  $8 \times 4 = 32$  обведений. В обеих сериях фигуры предъявлялись в порядке возрастания количества сегментов. При этом, за нечётной фигурой следовала чётная с тем же количеством сегментов. 2-я серия проводилась спустя 20 дней после 1-й.

Перед основными пробами испытуемые вначале свободно перемещали перо по поверхности планшета, наблюдая при этом за перемещением курсора на экране; затем им предлагалось написать на планшете с закрытыми глазами слово *психология* и

<sup>1</sup> В зависимости от контекста будут использованы слова фигура или маршрут как синонимы.

расписаться, как они обычно это делают на бумаге. Всё это позволяло им ознакомиться с работой аппаратной части эксперимента, с одной стороны, а экспериментатору – судить о способности испытуемого выполнять необходимые движения.

Регистрация ручных движений во время проб и последующая обработка данных (см. ниже) производились с помощью системы сбора данных E-440 (ООО L-Card) и программного пакета PowerGraph Professional при частоте квантования входного сигнала 100 Гц.

В эксперименте участвовали 6 добровольцев – 4 студентки университета "Дубна" и 2 молодых мужчин (инженер-физик и менеджер предприятия; в тексте обозначены номерами 2 и 3, соответственно).

### Результаты

Первичными данными служили две позиционные кривые, отражавшие перемещение пера планшета по координатам X и Y как функции от времени (см. Приложение). Нормирование этих кривых заключалось в их смещении относительно нулевой линии, так чтобы на ней всегда располагалась стартовая точка маршрута движения. Затем PowerGraph переводился в режим X-Y осциллографа, что при соответствующих настройках позволяло получать плоскостное изображение маршрута движения руки испытуемого при обведении контура фигуры. Для каждой пробы строились два таких изображения – одно соответствовало данным третьего обведения, оно служило в качестве эталона, с которым сопоставлялось воспроизведение в 4-й, тестовой фазе. Сравнивая одноимённые координаты критических точек<sup>1</sup> эталонного и тестового маршрутов, можно было судить о величине их рассогласования, которая была эквивалентна евклидовому расстоянию между этими точками. Для каждой пробы вычислялась средняя ошибка воспроизведения (D), равная частному от деления суммы рассогласований в критических точках на количество этих точек в данной фигуре. Оцифровка координат критических точек производилась автоматически при наведении на них курсора. Эти данные вводились в программу Excel для вычисления рассогласований и величины D.

Кроме определения пространственных ошибок, в программе PowerGraph (режим *Обработка*→*Функции*→*Differential*) производилось дифференцирование позиционных кривых для получения информации о скорости ручных движений как функции времени. В этой же программе (режим *Анализ*→*Таблица значений*→*Statistic*→*Функция*→*RMS*) вычислялась среднеквадратичная величина скорости для каждого маршрута на 3-й и 4-й фазах пробы.

На рис.1 и 2 представлены примеры обработанных данных для 1-й и 2-й серий, соответственно. В табл. 1 приведены средние показатели ошибок (D) для разных маршрутов и испытуемых. Наиболее характерным для обеих серий и всех испытуемых является хорошее *топологическое* соответствие между эталонным и воспроизводимым маршрутом. Исключение составляют некоторые пробы у испытуемых 2, 4, 5, которые при воспроизведении допускали искажения маршрутов в виде их зеркального отражения, пропуска какого-либо сегмента или движения в неправильном направлении; в табл.1 эти редкие случаи отмечены красными звёздочками. Заметим,

---

<sup>1</sup> То есть точек, в которых менялось направление движения, включая конечную точку маршрута.

что при топологических ошибках показатель  $D$  значительно выше, чем только при метрических.

В 1-й серии величина  $D$ , усреднённая по всем испытуемым и нечётным фигурам, существенно меньше, чем для чётных (0,59 и 0,88, соответственно). Это означает, что "хорошие" маршруты движений воспроизводятся в среднем с гораздо меньшими метрическими ошибками, чем "плохие". Однако, это правило не распространяется на испытуемых 2 и 4, у которых иногда наблюдались искажённые воспроизведения.

Во 2-й серии различие между средними  $D$  для чётных и нечётных фигур (0,71 и 0,71, соответственно) отсутствует. Это объясняется, в частности, тем, что у одной половины испытуемых (1, 5, 6) средние  $D$  для нечётных фигур больше, чем для чётных, а у другой половины (2, 3, 4) – меньше. Интересно, что зрительный шум оказал наибольшее влияние на испытуемых 2 и 4, которые к тому же отличились в обеих сериях своими топологическими ошибками. В классификации когнитивных стилей этих испытуемых, повидимому, можно отнести к категории полезависимых.

Объективными коррелятами сложности маршрута движения являются количество сегментов фигуры и их направлений. Поэтому самыми простыми из нашего набора можно считать маршруты с фигурами 1 и 2, а самыми сложными – с фигурами 7 и 8. Естественно ожидать роста показателя  $D$  с увеличением сложности маршрута. Это действительно имело место в обеих сериях в случае чётных ("плохих") фигур: в 1-й серии  $D = 0,43$  для фигуры 2 и  $D = 1,14$  для фигуры 8; во 2-й серии для аналогичных фигур  $D = 0,61$  и  $0,92$ , соответственно. Здесь видна монотонно возрастающая тенденция к увеличению  $D$  с ростом сложности. В случае нечётных ("хороших") фигур такая тенденция в обеих сериях отсутствует.

Характерной особенностью воспроизведения в 1-й серии был дрейф "центра тяжести" маршрута, как правило, в направлении вектора, соединяющего начало и конец движения. Во 2-й серии этот дрейф был меньше.

В своих послеэкспериментальных отчётах все испытуемые отмечали, что последние 4 маршрута были более сложными. В обеих сериях при воспроизведении они ориентировались преимущественно на представляемый зрительный, а не двигательный образ маршрута. Только одна испытуемая (5) иногда прибегала к образу движения руки, когда зрительный образ плохо сохранялся в памяти. Из отчётов испытуемых следует также, что целостный образ маршрута был скорее на заднем плане, а запоминание и воспроизведение осуществлялось посегментно. Разнонаправленные движения при обведении контура целостной фигуры дробят её на отдельные сенсомоторные единицы, интегрированные только в зрительной, а не двигательной модальности.



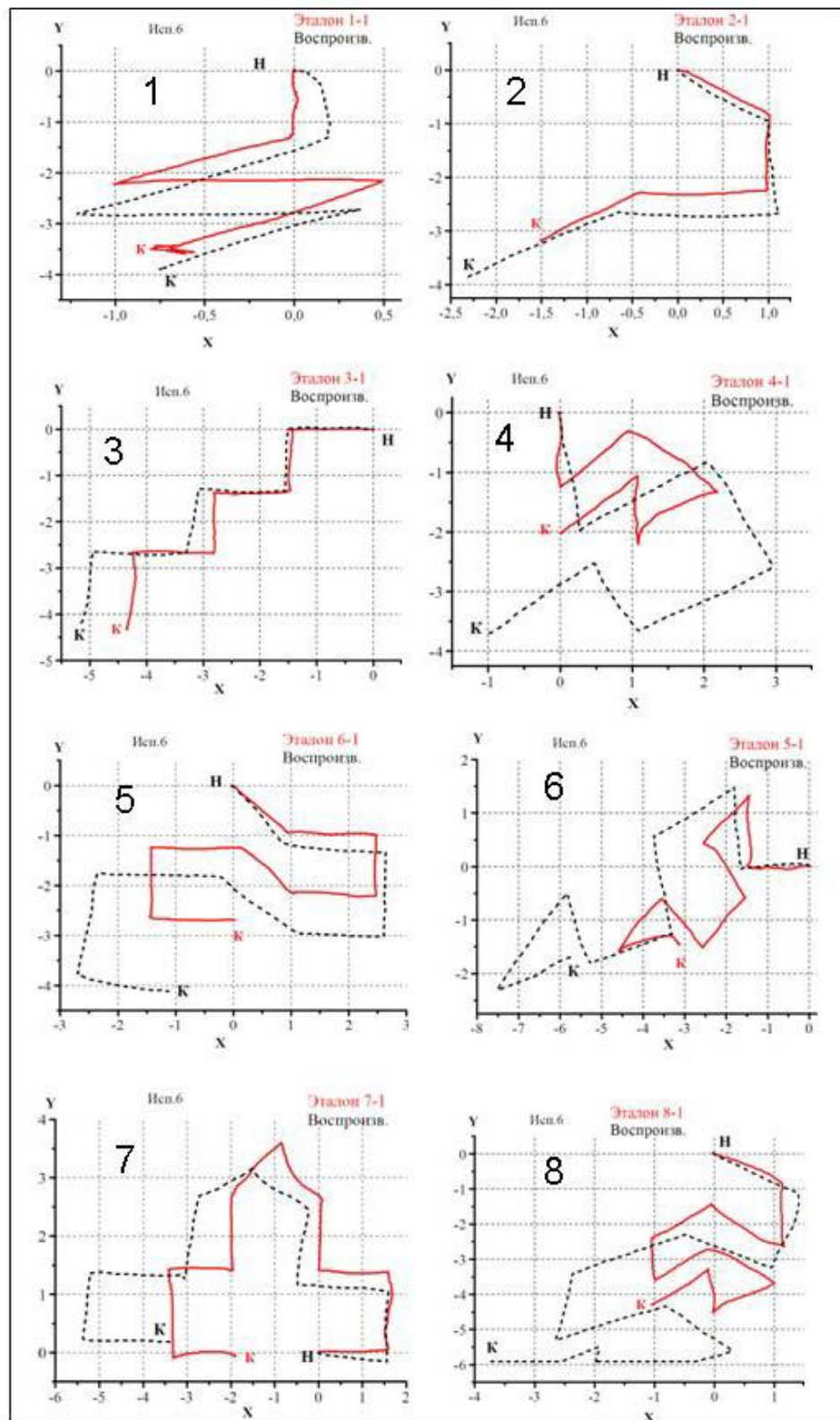


Рис. 1. Примеры движений по эталонному маршруту (красные линии) и при воспроизведении его с закрытыми глазами (чёрный пунктир) в 1-й серии. Н – начало, К – конец движения. По координатам X и Y отложены условные единицы. Номера маршрутов обозначены цифрами на графиках. Данные испытуемого 6

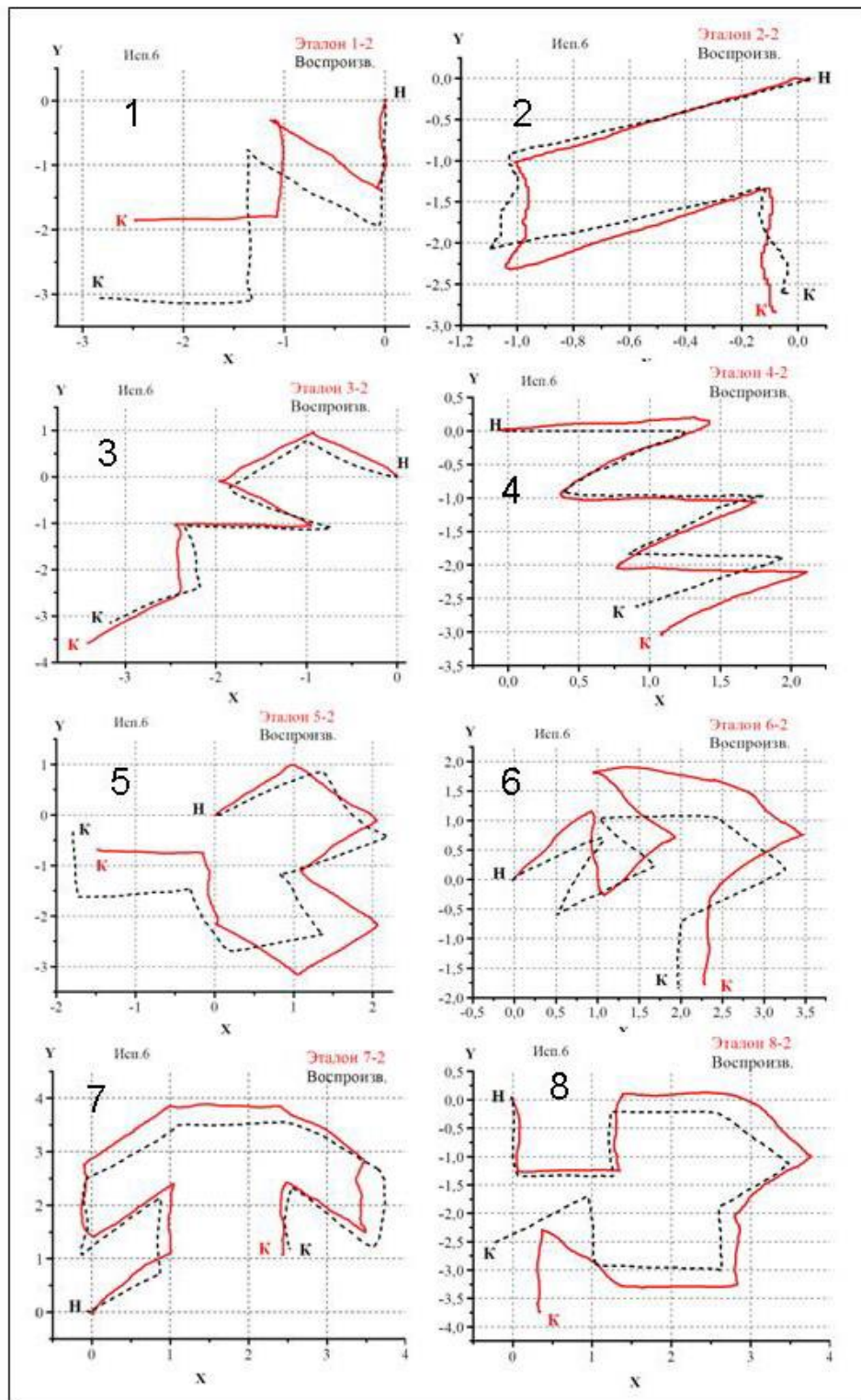


Рис. 2. Примеры движений по эталонному маршруту (красные линии) и при воспроизведении его с открытыми глазами (чёрный пунктир) на фоне зрительного шума во 2-й серии. Н – начало, К – конец движения. По координатам X и Y отложены условные единицы. Номера маршрутов обозначены цифрами на графиках. Данные испытуемого 6

**Таблица 1.**  
**Средние показатели метрических ошибок (D, условные единицы)**

Фигуры	Испытуемые						Среднее	Ст. откл.
	1	2	3	4	5	6		
<b>1-я серия</b>								
1(4)	0,94	0,65	0,60	0,24	**	0,67	0,62	0,25
3(6)	0,56	0,58	0,67	0,69	0,30	0,40	0,53	0,15
5(8)	0,80	0,44	0,29	0,61	0,28	0,94	0,56	0,27
7(10)	0,79	1,02	0,35	0,46	0,31	1,00	0,66	0,32
<i>Ср. неч.</i>	<i>0,77</i>	<i>0,67</i>	<i>0,48</i>	<i>0,50</i>	<i>0,30</i>	<i>0,75</i>	<b>0,59</b>	
2(4)	0,57	0,63	0,19	0,29	0,40	0,52	0,43	0,17
4(6)	0,91	0,55	0,34	1,28*	0,50	1,42	0,83	0,44
6(8)	1,13	2,38*	0,38	0,72	0,36	1,80	1,13	0,82
8(10)	0,83	**	1,20	1,13*	0,69	1,85	1,14	0,45
<i>Ср. чёт.</i>	<i>0,86</i>	<i>0,59</i>	<i>0,53</i>	<i>0,51</i>	<i>0,49</i>	<i>1,40</i>	<b>0,88</b>	
<b>Среднее</b>	<b>0,82</b>	<b>0,89</b>	<b>0,50</b>	<b>0,68</b>	<b>0,41</b>	<b>1,08</b>	<b>0,73</b>	
Ст.откл.	0,19	0,68	0,32	0,37	0,15	0,56		
<b>2-я серия</b>								
1(4)	0,39	0,35	0,31	0,49	1,32	0,93	0,63	0,41
3(6)	0,65	1,73*	0,26	0,77*	0,84	0,24	0,75	0,54
5(8)	0,72	0,96*	0,18	1,22*	0,77	0,77	0,77	0,34
7(10)	0,50	0,95	0,57	1,09	0,53	0,37	0,67	0,28
<i>Ср. неч.</i>	<i>0,57</i>	<i>0,65</i>	<i>0,33</i>	<i>0,78</i>	<i>0,87</i>	<i>0,58</i>	<b>0,71</b>	
2(4)	0,37	0,38	0,21	2,21	0,30	0,20	0,61	0,79
4(6)	0,26	1,04	0,28	0,51	0,19	0,19	0,41	0,33
6(8)	0,44	1,87*	0,66	1,33*	0,49	0,54	0,89	0,58
8(10)	0,84	2,37*	0,34	0,41	1,06	0,50	0,92	0,76
<i>Ср. чёт.</i>	<i>0,48</i>	<i>0,71</i>	<i>0,37</i>	<i>1,04</i>	<i>0,51</i>	<i>0,36</i>	<b>0,71</b>	
<b>Среднее</b>	<b>0,52</b>	<b>1,21</b>	<b>0,35</b>	<b>1,00</b>	<b>0,69</b>	<b>0,47</b>	<b>0,72</b>	
Ст.откл.	0,20	0,72	0,17	0,60	0,38	0,27		

\* - воспроизведения с искажениями; \*\* - маршрут не воспроизведен.

Числа в скобках – количество сегментов в траектории маршрута.

В Приложении приведены таблицы по средним скоростям ручных движений при обведении эталонного маршрута и его воспроизведении. Наглядная картина индивидуальных распределений скоростей (средних для каждой фигуры) в 1-й серии представлена на рис.3. Вдоль воображаемой диагонали графика, идущей от начала координат, расположены величины скоростей от наименьшей к наибольшей. Каждая стрелка на графике начинается в точке, соответствующей средней скорости движения



по контуру эталона, а заканчивается в точке, соответствующей средней скорости движения при его воспроизведении. Таким образом, длина стрелки обозначает разницу между этими двумя скоростями, а её направление – в какую сторону произошло изменение. У большинства испытуемых и для большинства маршрутов изменения средней скорости при воспроизведении весьма значительны и направлены в сторону её *увеличения*. Есть два исключения. У испытуемого 3, у которого диапазон скоростей намного меньше, по сравнению с остальными, их изменения относительно невелики и всегда направлены в сторону *уменьшения*. У испытуемой 4 изменения скоростей для разных маршрутов разнонаправлены (стрелки "смотрят" в разные стороны). Для всех испытуемых (за исключением испытуемой 5, у которой все стрелки образуют компактную группу) характерен большой разброс скоростей для разных маршрутов.

Во 2-й серии наблюдается аналогичная картина распределения скоростей по отдельным маршрутам. Однако восприятие зрительного шума при воспроизведении оказало разное влияние на испытуемых. Это видно из сравнения данных обеих серий, изображённых на рис.4. В отличие от предыдущего рисунка, здесь показаны результаты для каждого испытуемого, усреднённые по всем маршрутам. Примечательны два факта. Во-первых, зрительный шум не оказал практически никакого влияния на скорость воспроизведения испытуемыми 2 и 5 (соответствующие стрелки имеют очень маленькую длину), тогда как в 1-й серии эталонная и воспроизводимая скорости у этих испытуемых были существенно разными. Во-вторых, во 2-й серии у испытуемых 1 и 4 направление сдвига скоростей при воспроизведении изменилось на диаметрально противоположное, по сравнению с 1-й серией, то есть сдвиг уменьшился, а не увеличился.

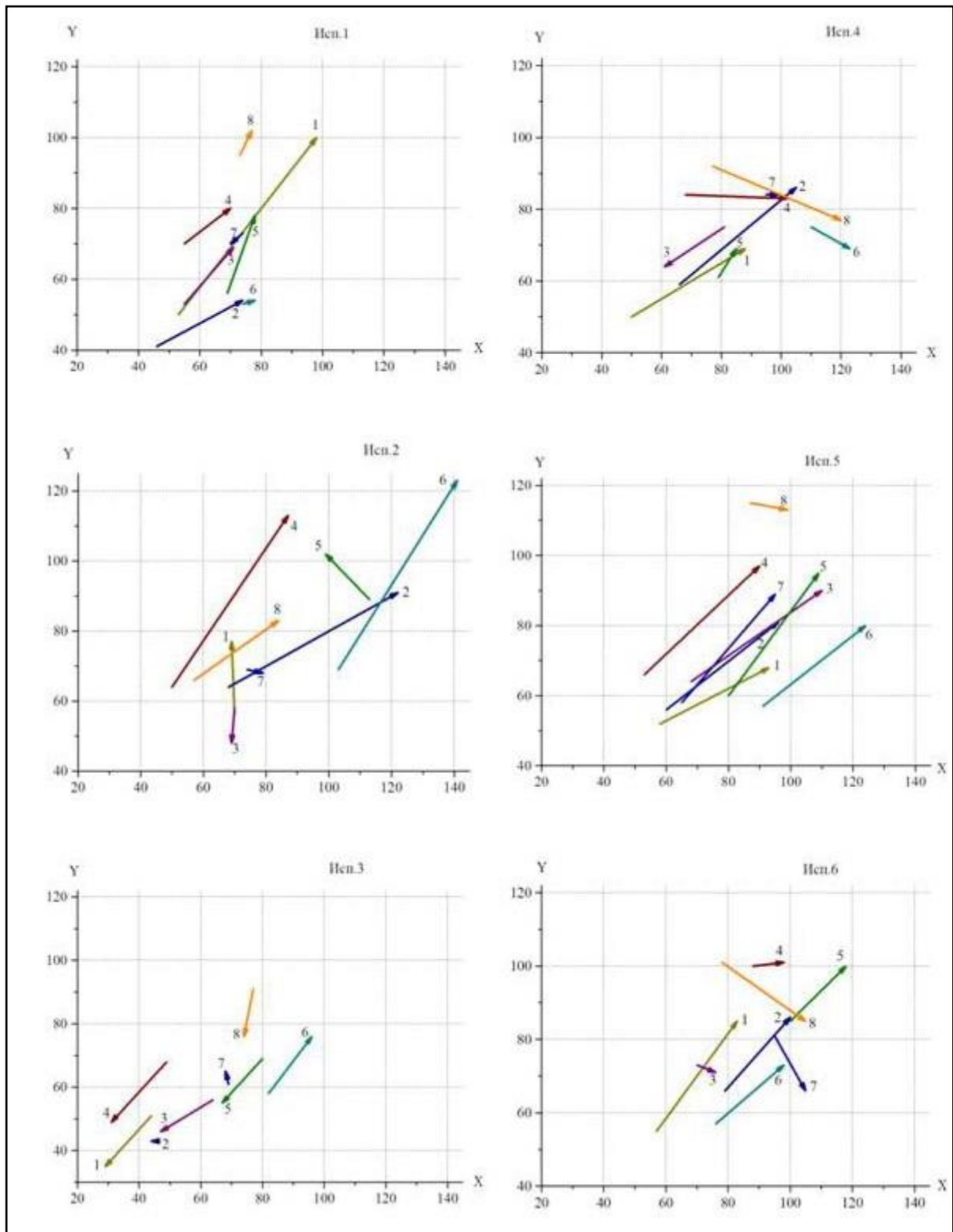
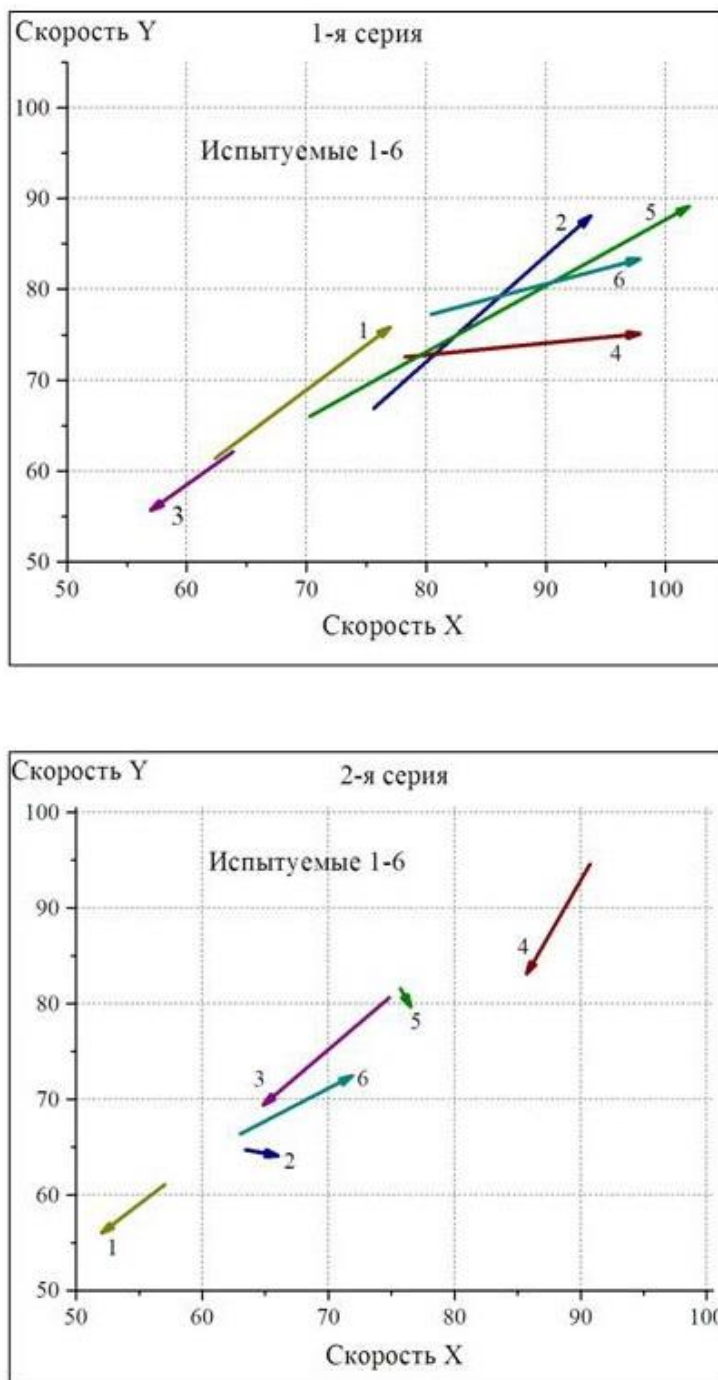


Рис.3. Средние скорости ручных движений для эталонных маршрутов (начало стрелки) и их воспроизведений (конец стрелки) в 1-й серии. Цифрами у стрелок обозначены номера маршрутов. По осям X и Y отложены величины средних скоростей (в условных единицах)



**Рис.4.** Средние скорости ручных движений для эталонных маршрутов (начало стрелки) и их воспроизведений (конец стрелки). Условия движений по эталонным маршрутам были идентичны в обеих сериях. В 1-й серии воспроизведение происходило при закрытых глазах испытуемых; во 2-й серии испытуемые воспроизводили эталонный маршрут, смотря на экран с шумовой картинкой

## Выводы

1. Если при воспроизведении маршрута движения по памяти для его топологии характерны лишь незначительные погрешности, то его метрике свойственны существенные ошибки. Индивидуальные различия в соблюдении этого правила, иногда значительные, зависят не только от навыка управления тонкими ручными движениями, но и от свойств внутреннего образа пространства, в котором происходит построение этих движений, – его стабильности, помехоустойчивости и масштабного соотношения с физическим пространством. В нашем эксперименте высокие показатели по всем этим трём параметрам обнаружил лишь испытуемый 3, у которого среднее  $D$  было минимальным в обеих сериях (0,50 и 0,35, табл.1), а зрительный шум не только не оказал какого-либо отрицательного воздействия, но даже несколько улучшил их.

2. Метрические ошибки ( $D$ ) для "хороших" (более симметричных) фигур меньше, чем для "плохих". Учитывая, что соответствующие им движения по своему двигательному составу и биомеханическим свойствам были практически одинаковыми, это различие следует отнести на счёт перцептивных особенностей образов этих фигур, афферентирующих в общем-то однотипные движения. Образы "хороших" фигур, даже при всей их сложности, лучше запоминаются и более стабильны, чем образы "плохих" фигур. Именно этим можно объяснить тот факт, что только в случае "плохих" (с чётной нумерацией) фигур с возрастанием их сложности увеличивалась средняя ошибка  $D$ .

3. Хотя испытуемых ориентировали на то, чтобы во всех случаях они обводили контур фигуры и воспроизводили его с комфортной для себя скоростью, последняя оказалась существенно разной даже для одного и того же испытуемого, не говоря уже о разных маршрутах. У испытуемых 3 и 5 векторы скоростей для разных фигур чётко сгруппированы вокруг главной диагонали плоскости  $X-Y$  и имеют преимущественно одно направление (рис.4); иными словами, при разных маршрутах средняя скорость движения у этих испытуемых меняется одинаково по обеим координатам. У остальных испытуемых такой упорядоченности векторов скорости не наблюдается, что может быть обусловлено ещё недостаточно стабильной координацией ведущего и фоновых уровней.

4. Средняя скорость движения при воспроизведении маршрута меняется, по сравнению с эталонной (рис.4). При воспроизведении с закрытыми глазами она существенно увеличивается, за исключением испытуемого 3, у которого она, напротив, уменьшилась. Однако, при воспроизведении в условиях зрительного шума наблюдаются три тенденции – увеличения (исп.6), уменьшения (исп.1, 3 и 4) и практического равенства скоростей (исп.2, 5). Сравнивая скоростные данные двух серий и сопоставляя их с показателями  $D$ , испытуемых можно отнести к разным группам по признакам точности, стабильности и помехоустойчивости воспроизведения.

## Комментарии

1. В данном эксперименте целостный маршрут движения был отражён в образе восприятия симультанно и в готовом виде. Его нужно было развернуть в последовательность простейших парциальных движений, отслеживая каждый линейный сегмент маршрута, а затем воспроизвести весь маршрут по сохранившемуся в памяти *представлению*. В последнем содержалась информация как о зрительных, так и о двигательных компонентах воспроизводимого действия. Поэтому нельзя считать, что при воспроизведении движения осуществлялись без зрительного контроля, только



на основе проприоцепции (в широком смысле, включающем в это понятие и кинестетику). Действие регулировалось и зрительной, и моторной составляющими представляемого образа, который входил в целостный сенсомоторный комплекс, функционирующий соответственно специфике этого действия.

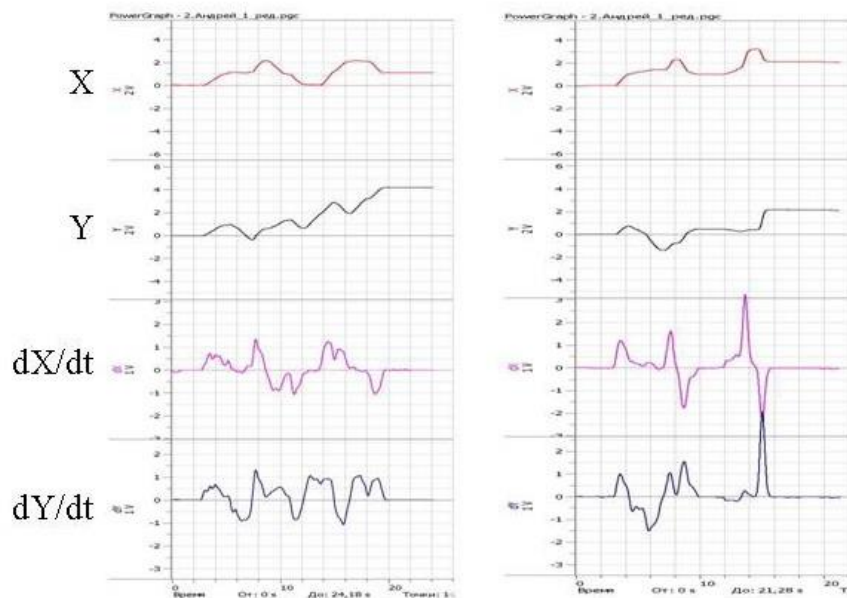
2. Следует иметь в виду, что рассмотренные данные о топологии, метрике и скорости воспроизводящих движений относятся к начальным или, по крайней мере, к промежуточным стадиям формирования двигательного навыка, поскольку количество повторных обведений каждой фигуры было ограничено. При большем количестве повторов и наличии знания испытуемыми о допущенных ошибках соответствующие показатели скорее всего были бы ближе к идеальным и без существенных индивидуальных различий. Однако исследование этапов стандартизации и автоматизации движений не входило в задачи данной работы.

### **Литература:**

1. Ахметшина М. Исследование мануальной и локомоторной координации движений в тестах с открытыми и закрытыми глазами // Международная школа-конференция молодых исследователей "Флеровские чтения", Дубна, 3-8 января 2008. Тезисы, с. 3-5
2. Бернштейн Н.А. Физиология движений и активность. - М.: Наука, 1990.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь // Собр. соч. в 6 т., т.2.- М.: "Педагогика", 1982, с.356.
4. Георгиева Р.Х. Сенсомоторные аспекты психофизики зрения. Канд. дисс., спец. 19.00.01. – М., 1980.
5. Гордеева Н.Д. Экспериментальная психология исполнительного действия. – М.: Тривола, 1995.
6. Запорожец А.В. Развитие произвольных движений. – М., Изд-во АПН РСФСР, 1960.
7. Корнеев А.А., Курганский А.В. Воспроизведение траектории движения, заданной зрительным образцом: зависимость от способа предъявления и сложности траектории // Материалы конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования», Москва, 16 июня 2011, с. 144-149.
8. Методика Мира-и-Лопеца (методика миокинетической психодиагностики) [Электронный ресурс]. – URL: <http://smspsy.narod.ru>
9. Назаров А.И. Психологическая модель двигательного действия // Вестник Российской Академии естественных наук, 2005/1, с.89-95.
10. Agam Y., Galperin H., Gold B. J. Sekuler R. Learning to imitate novel motion sequences // Journal of Vision (2007) 7(5):1, 1–17.
11. Drever J., Straube A., Eggert T. A new method to evaluate order and accuracy of inaccurately and incompletely reproduced movement sequences // Behav. Res. (2011) 43:269–277.
12. Keller P.E., Koch I. Action planning in sequential skills: relations to music performance // The Quarterly journal of experimental psychology, 2008, 61 (2), 275–291.
13. Philip, B.A., Wu, Y., Donoghue, J.P., Sanes, J.N. Performance differences in visually and internally guided continuous manual tracking movements. // Exp. Brain Res, 2008, vol. 190, p.p.475–491.

- 
14. Rhodes B., Bullock D., Verwey W., Averbek B., and Page M. Learning and production of movement sequences: Behavioral, neurophysiological, and modeling perspectives. // Technical Report CAS/CNS-2003-024
  15. Sakai K., Kitaguchi K., and Hikosaka O.. Chunking during human visuomotor sequence learning // *Experimental Brain Research*, 2003. – P. 229–242.
  16. Sun R. Introduction to sequence learning // *Sequence Learning – Paradigms, Applications and Algorithms*, Springer-Verlag LNAI, 2000. - Vol. 1828. – P. 1–10.

**Приложение**



Пример регистрации позиционных (X, Y) и скоростных ( $dX/dt$  и  $dY/dt$ ) параметров движений при третьем обведении контура фигуры 8 (график слева) и его воспроизведении с закрытыми глазами (график справа). Испытуемый 2.

**Средние скорости движений (условные единицы)**

Фигуры	Эталон		Воспроизв.	
	X	Y	Xв	Yв
	1-я серия			
1	55	52	77	72
2	61	55	90	74
3	68	63	72	65
4	61	75	80	87
5	87	70	93	83
6	89	62	110	79
7	79	71	86	74
8	75	93	93	89
<b>Средн.</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>88</b>	<b>78</b>
Ст.откл.	13	13	12	8
	2-я серия			
1	55	68	56	80
2	45	72	43	70
3	75	73	68	63
4	90	53	95	57
5	78	77	70	62
6	74	84	74	77
7	68	87	71	80
8	81	85	80	79
<b>Средн.</b>	<b>71</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>71</b>
Ст.откл.	15	11	15	9

Испытуемые	Эталон		Воспроизв.	
	X	Y	Xв	Yв
	1-я серия			
1	62	61	77	76
2	76	67	94	88
3	64	62	57	56
4	78	73	98	75
5	70	66	102	89
6	80	77	98	83
<b>Средн.</b>	<b>72</b>	<b>68</b>	<b>88</b>	<b>78</b>
Ст.откл.	8	6	17	12
	2-я серия			
1	57	61	52	56
2	63	65	66	64
3	75	81	65	69
4	91	95	86	83
5	76	82	77	80
6	63	66	72	72
<b>Средн.</b>	<b>71</b>	<b>75</b>	<b>70</b>	<b>71</b>
Ст.откл.	12	13	12	10

Поступила в редакцию: 19.02.2013 г.

**Сведения об авторах**

А.И. Назаров – кандидат психологических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры психологии Международного университета природы, общества и человека «Дубна», заведующий лабораторией экспериментальной психологии.

E-mail: [koval39@inbox.ru](mailto:koval39@inbox.ru)



---

А.П. Трусов – студент 2 курса магистратуры при кафедре психологии  
Международного университета природы, общества и человека «Дубна».