

УДК 796.011.3:796.01-2.1-057.875

DOI 10.52928/2070-1640-2023-40-2-48-55

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕСТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ ДВИГАТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

канд. пед. наук, доц. **В.Н. СТАРЧЕНКО, А.А. КУРАКО**  
(Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины)  
Владимир Старченко ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8090-2933>  
Александр Курако ORCID <https://orcid.org/0009-0005-8225-2408>

Рассматривается одна из важных задач физического воспитания, связанная с формированием основ двигательного мышления студентов. С позиции информационного подхода представлена теоретическая модель двигательного мышления как системы нейросемантической обработки информации, поступающей из предметной области, и выработки на нее адекватного двигательного ответа.

Формирование двигательного мышления невозможно без разработки диагностического инструментария для определения уровня его сформированности. Основываясь на теоретической модели двигательного мышления, был разработан метрологически корректный тест для определения уровня сформированности двигательного мышления студентов. Апробация теста показала его адекватность объекту тестирования, приемлемую надежность и логическую адекватность (информативность) предмету тестирования. Статистически значимой разницы между результатами девушек и юношей как в тесте, так и в ретесте не выявлено.

Тест может быть использован для разработки методики формирования основ двигательного мышления студентов.

**Ключевые слова:** двигательное мышление, нейросемантический образ, предметная область, алгоритм тестирования, предметный алфавит, двигательный алфавит, тест, студенты.

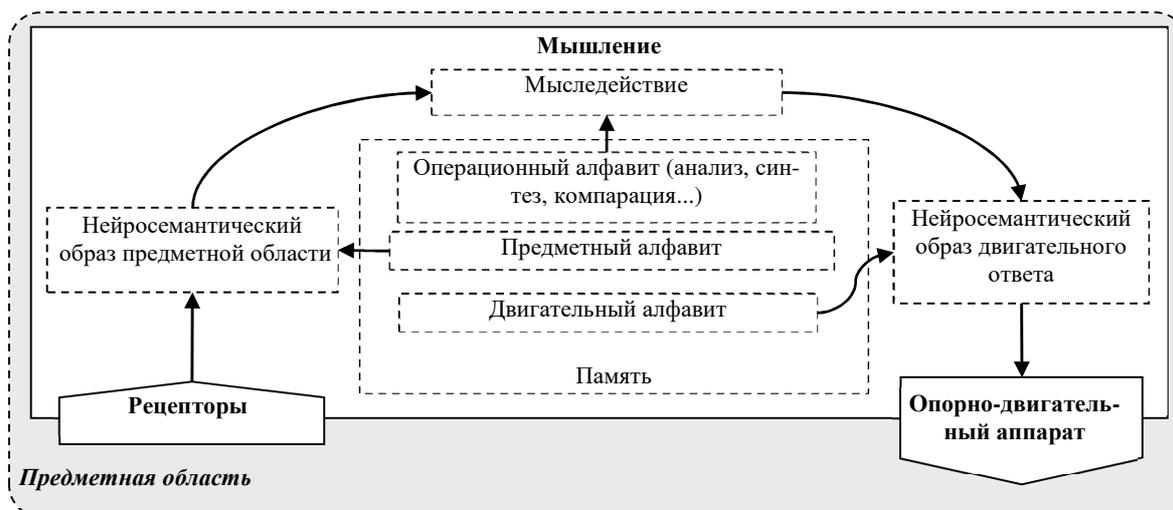
**Введение.** Формирование основ двигательного мышления (ДМ) человека представляется актуальной научно-практической задачей физического воспитания. Имеется ряд работ, посвященных ее решению на теоретическом, методическом и практическом уровнях [1; 2; 3]. Очевидно, что решение этой задачи тесно связано с проблемой тестирования уровня сформированности двигательного мышления. В противном случае разработать методику формирования основ ДМ студентов не представляется возможным.

Известен тест для определения уровня сформированности ДМ мышления у обучающихся на 1-й ступени общего среднего образования [2]. С целью решения проблемы формирования основ ДМ у студентов факультета физической культуры, нам было необходимо разработать метрологически корректный диагностический инструментарий для определения у них уровня его сформированности, что и стало целью нашего исследования. Соответственно поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) предъявить теоретическую модель двигательного мышления;
- 2) разработать тест для определения уровня сформированности двигательного мышления студентов;
- 3) апробировать и метрологически обосновать корректность теста для определения уровня сформированности двигательного мышления студентов.

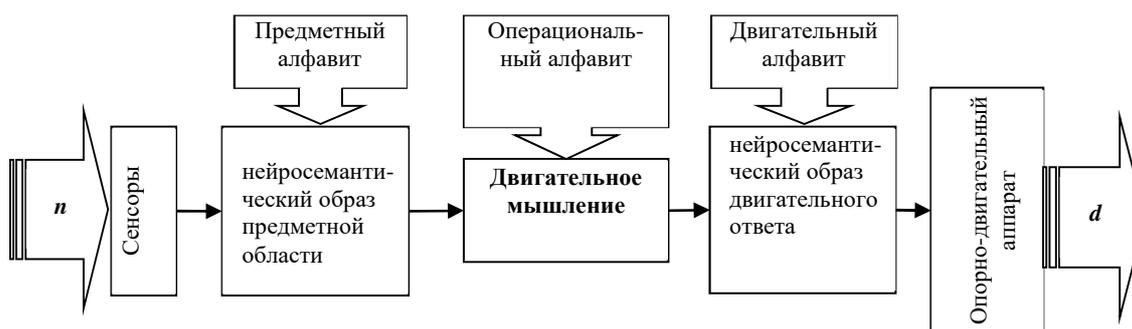
**Основная часть.** В рамках информационного подхода двигательное мышление человека представляет собой интеллектуальную систему нейросемантической обработки информации (ИНСОИ) (рисунок 1) [1; 2]. В ИНСОИ информационный поток из предметной области поступает через рецепторы и превращается в нейросемантический образ предметной области (этап восприятия, распознавания и понимания двигательной задачи), затем с помощью мыслительных операций этот образ трансформируется в нейросемантический образ двигательного ответа (этап идеального решения двигательной задачи). Сформированный образ ответа передается для реализации на двигательный аппарат человека (стадия двигательного ответа). В результате двигательного ответа происходит трансформация предметной области и цикл (восприятие – распознавание – осмысление – мышление – коррекция двигательного ответа – двигательный ответ) повторяется снова и снова до тех пор, пока не будет решена двигательная задача. Так осуществляется двигательная деятельность человека.

Формирование нейросемантического образа двигательной сферы происходит с помощью набора образов-идентификаторов, которые хранятся в памяти и могут быть названы предметным алфавитом. Совокупность таких образов (лексикон) является языком предметной области. Формирование нейросемантического образа двигательного ответа также происходит с помощью совокупности образов элементарных двигательных актов (образов элементарных двигательных умений и навыков), которые содержатся в двигательной памяти и представляют собой двигательный алфавит. Мыследействие осуществляется с помощью набора мыслительных операций, который называется операционным алфавитом.



**Рисунок 1. – Двигательное мышление человека как нейросемантическая система обработки информации (по В.Н. Старченко)**

На основе данной модели двигательного мышления был разработан тест, идея которого заключалась в том, чтобы максимально формализовать процесс опознания нейросемантического образа двигательной задачи и процесс формирования образа двигательного ответа с помощью предметного символического и двигательного алфавитов (рисунок 2).



***n*** – символическая последовательность «слова» предметного алфавита на входе системы;  
***d*** – последовательность двигательных действий на выходе системы

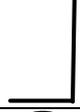
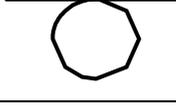
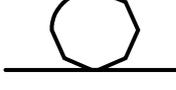
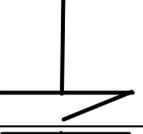
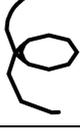
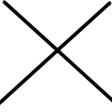
**Рисунок 2. – Схема тестирования двигательного мышления человека**

Овладев символами предметного алфавита и соответствующими им действиями двигательного алфавита, человек может быть проверен на умение безошибочно преобразовывать наборы знаков предметного алфавита («слова») в двигательные действия. Чем большую последовательность символов *n* человек может безошибочно преобразовать в последовательность двигательных действий *d*, тем лучше характеристики некоторых сторон его двигательного мышления. Однако каких сторон? Речь идет о способности распознавать символы предметного алфавита и на их основе формировать нейросемантический образ предметной области, затем путем комбинации операций анализа и синтеза с использованием двигательного алфавита проектировать адекватный двигательный ответ формируя его нейросемантический образ и реализовывать его в двигательной деятельности.

В нашем тесте предметный алфавит представлен 20 символами, каждый из которых обозначает позу или двигательное действие, с которыми студенты хорошо знакомы и без труда выполняют (таблица 1). Сложность двигательных действий не должна лимитировать результат теста.

При длине предметного алфавита 20 символов информационная емкость одного символа  $I = 4,32$  бита (определяется по формуле Хартли  $I = \log_2 L$ , где  $L$  – длина алфавита). Информационная емкость «слова» из нескольких символов вычисляется по формуле  $I_{сл} = (n + m - 1) \cdot 4,32$ , где  $n$  – длина слова,  $m$  – количество различных символов в «слове». Так, «слово» из одного символа имеет информационную емкость  $I_{сл} = (1 + 1 - 1) \cdot 4,32 = 4,32$  бита, а «слово» из 5 различных символов  $I_{сл} = (5 + 5 - 1) \cdot 4,32 = 38,88$  бита. Слово из 6 символов, из которых 5 оригинальных имеет информационную емкость  $I_{сл} = (6 + 5 - 1) \cdot 4,32 = 43,20$  бита. Обозначив сложность «слова»  $(n + m - 1)$  символом  $f$ , получаем  $I_{сл} = f \cdot 4,32$  бита.

Таблица 1. – Предметный алфавит и соответствующие его символам позы и двигательные действия

№ п/п	Символ	Название позы или двигательного действия	№ п/п	Символ	Название позы или двигательного действия
1		Основная стойка	11		Строевой шаг
2		Упор присев	12		Сед на пятке, нога в сторону, руки в стороны
3		Упор лежа	13		Стойка на лопатках
4		Упор лежа сзади	14		Мост
5		Упор лежа боком	15		Перекат
6		Упор углом	16		Кувырок вперед
7		Сед углом	17		Кувырок назад
8		Приседание	18		Длинный кувырок
9		Полушпагат	19		Поворот кругом
10		Равновесие (любое)	20		Переворот боком (любой)

Зависимость между сложностью «слова» ( $f$ ) и его информационной емкостью ( $I_{сл}$ ) показана на рисунке 3.

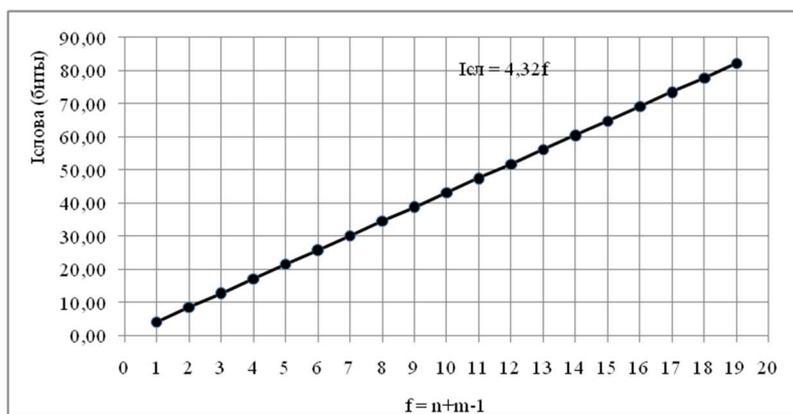


Рисунок 3. – Зависимость между сложностью «слова» ( $f$ ) и его информационной емкостью ( $I_{сл}$ )

В принципе, для измерения результата данного теста используется ранговая неметрическая шкала. Однако она нормирована таким образом, что ноль шкалы соответствует содержательному нулю количества и качества измеряемого параметра, а все числа шкалы разделены одинаковыми интервалами, поэтому шкалу измерений можно рассматривать как шкалу отношений.

Соответственно этому статистическая обработка результатов измерений позволяет использовать среднее арифметическое в качестве характеристики центральной тенденции выборки. Проверка статистических гипотез может осуществляться с использованием *t*-критерия Стьюдента.

В таблицах 2–4 представлены 3 эквивалентных варианта тестовых заданий (наборов символов) разработанных при помощи генератора случайных чисел.

Перед началом тестирования студентам необходимо выучить набор символов предметного алфавита и соответствующие им позы (двигательные действия) двигательного алфавита (см. таблицу 1). Практика показывает, что с этой целью достаточно дать студентом домашнее задание и провести практическое занятие.

Таблица 2. – Набор символов (вариант 1)

<i>m</i>	Сложность «слова» ( $f = n + m - 1$ )	Длина «слова» <i>n</i>										<i>I</i> <sub>сл.</sub> , бит	<i>t</i> <sub>n</sub> = <b>6<i>n</i></b> , с
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<b>1</b>	13										<b>4,32</b>	6
1	<b>2</b>	7	7									<b>8,64</b>	12
2	<b>3</b>	15	12									<b>12,96</b>	12
2	<b>4</b>	2	16	2								<b>17,28</b>	18
3	<b>5</b>	14	9	2								<b>21,60</b>	18
3	<b>6</b>	18	10	5	18							<b>25,92</b>	24
4	<b>7</b>	12	11	7	13							<b>30,24</b>	24
4	<b>8</b>	6	12	10	12	19						<b>34,56</b>	30
5	<b>9</b>	16	15	3	2	6						<b>38,88</b>	30
5	<b>10</b>	18	8	3	10	20	8					<b>43,20</b>	36
6	<b>11</b>	17	10	9	16	19	5					<b>47,52</b>	36
6	<b>12</b>	19	8	3	19	5	2	11				<b>51,84</b>	42
7	<b>13</b>	14	2	18	8	12	13	10				<b>56,16</b>	42
7	<b>14</b>	8	2	13	1	18	9	7	13			<b>60,48</b>	48
8	<b>15</b>	1	13	18	4	14	3	11	9			<b>64,80</b>	48
8	<b>16</b>	14	5	11	9	18	10	8	10	5		<b>69,12</b>	54
9	<b>17</b>	3	17	2	19	20	5	16	8	14		<b>73,44</b>	54
9	<b>18</b>	17	1	5	8	19	12	18	16	19	5	<b>77,76</b>	60
10	<b>19</b>	17	13	3	2	9	5	4	8	16	6	<b>82,08</b>	60

Таблица 3. – Набор символов (вариант 2)

<i>m</i>	Сложность «слова» ( $f = n + m - 1$ )	Длина «слова» <i>n</i>										<i>I</i> <sub>сл.</sub> , бит	<i>t</i> <sub>n</sub> = <b>6<i>n</i></b> , с
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	<b>1</b>	11										<b>4,32</b>	6
1	<b>2</b>	8	8									<b>8,64</b>	12
2	<b>3</b>	15	11									<b>12,96</b>	12
2	<b>4</b>	19	5	5								<b>17,28</b>	18
3	<b>5</b>	5	20	12								<b>21,60</b>	18
3	<b>6</b>	18	5	18	14							<b>25,92</b>	24
4	<b>7</b>	4	5	8	6							<b>30,24</b>	24
4	<b>8</b>	7	7	14	12	18						<b>34,56</b>	30
5	<b>9</b>	10	9	1	8	15						<b>38,88</b>	30
5	<b>10</b>	14	19	20	17	4	17					<b>43,20</b>	36
6	<b>11</b>	2	20	10	11	7	13					<b>47,52</b>	36
6	<b>12</b>	20	2	6	7	4	18	4				<b>51,84</b>	42
7	<b>13</b>	14	6	8	10	11	13	20				<b>56,16</b>	42
7	<b>14</b>	3	16	18	14	11	6	20	6			<b>60,48</b>	48
8	<b>15</b>	19	3	2	11	15	12	19	8			<b>64,80</b>	48
8	<b>16</b>	12	4	3	18	13	7	11	11	17		<b>69,12</b>	54
9	<b>17</b>	9	18	20	11	5	14	1	15	17		<b>73,44</b>	54
9	<b>18</b>	5	7	12	19	13	8	3	1	3	20	<b>77,76</b>	60
10	<b>19</b>	12	19	11	13	18	2	10	14	17	15	<b>82,08</b>	60

Таблица 4. – Набор символов (вариант 3)

$m$	Сложность «слова» ( $f = n + m - 1$ )	Длина «слова» $n$										$I_{сл.}$ , бит	$t_n = 6n$ , с
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	1	19										4,32	6
1	2	6	6									8,64	12
2	3	14	10									12,96	12
2	4	18	12	18								17,28	18
3	5	3	17	16								21,60	18
3	6	6	17	11	17							25,92	24
4	7	12	16	17	15							30,24	24
4	8	14	11	5	11	16						34,56	30
5	9	9	7	2	14	5						38,88	30
5	10	12	2	9	6	3	2					43,20	36
6	11	10	18	1	8	16	9					47,52	36
6	12	9	2	9	6	8	18	5				51,84	42
7	13	17	15	16	12	3	18	9				56,16	42
7	14	9	1	11	12	17	4	17	19			60,48	48
8	15	1	16	11	20	6	4	3	8			64,80	48
8	16	10	3	12	9	19	17	17	20	11		69,12	54
9	17	2	20	10	8	13	15	11	19	5		73,44	54
9	18	19	7	15	14	18	3	5	10	15	6	77,76	60
10	19	7	10	8	9	1	12	16	15	5	13	82,08	60

Тестовое задание состоит в распознавании и запоминании «слова» предметного алфавита, выработке проекта адекватного двигательного ответа и его осуществления. Начинается тестирование с демонстрации одного символа, который студент преобразует в двигательное действие. При этом с каждой успешной попыткой сложность предъявляемого студенту «слова» увеличивается на единицу. Если студент делает ошибку, он делает вторую попытку с новой последовательностью символов той же сложности, но из варианта 2 тестового набора символов. Совершив вторую ошибку, студент делает новую попытку с новой последовательностью символов той же сложности, но из варианта 3 тестового набора. Третья ошибка студента приводит к окончанию тестирования. В зачет студенту идет последнее безошибочно выполненное «слово». Например, студент А успешно справился со словами сложностью 1, 2, 3, 4, 5, при работе со словом сложностью 6 совершил ошибку, справился с аналогичным по сложности словом (из набора 2) со второй попытки, еще дважды ошибся со «словами» сложностью 7 (из наборов 2 и 3). Таким образом, студент завершил тест с результатом  $f = 6$ , информационная емкость такого «слова» = **25,92** бита.

Демонстрация последовательности символов студенту осуществляется с помощью демонстрационных карточек (рисунок 4).

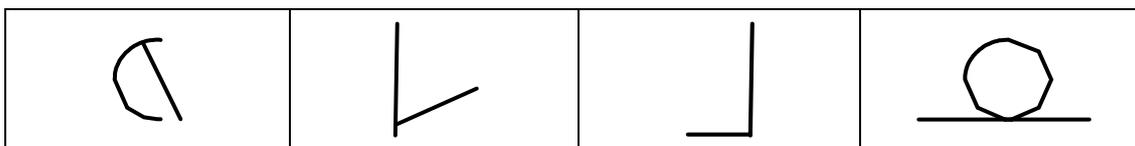
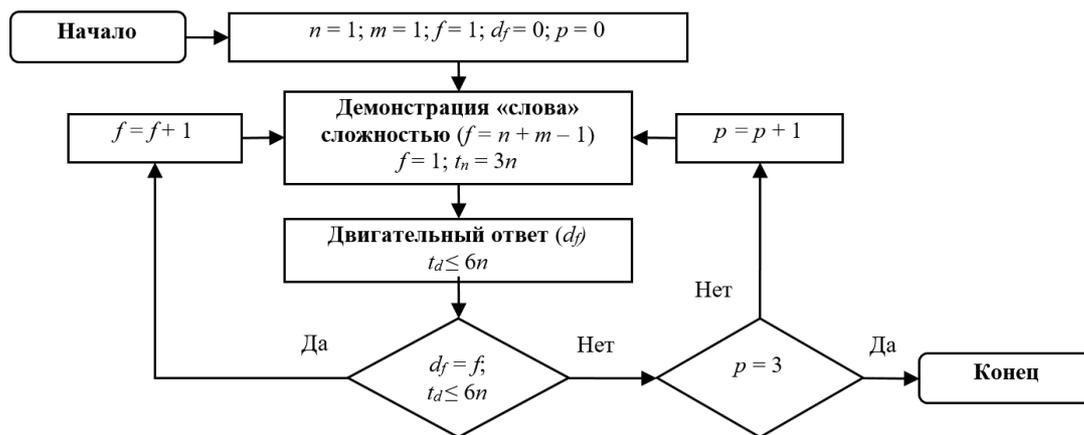


Рисунок 4. – Пример демонстрационной карточки тестового задания («слово» длиной  $n = 4$  символа и сложностью  $f = 4$ )

Демонстрация последовательности символов тестируемому осуществляется за время  $t_n = 3n$ , с (где  $n$  – количество букв в «слове»). Таким образом, последовательность из 5 символов демонстрируется в течение 15 с, а последовательность из 10 символов – в течение 30 с. Время, отводимое испытуемому на двигательный ответ, рассчитывается по формуле  $t_a = 6n$ . Так, для последовательности из 5 символов двигательный ответ должен осуществиться за 30 с, а для последовательности из 10 символов – за 60 с. Данные временные параметры определены экспериментально и в целом не лимитируют результаты теста. Следует отметить, что студентам не дается установка выполнить задание как можно быстрее. Им предлагается выполнять его в естественном для них темпе. Время демонстрации «слов» и время выполнения задания фиксируется секундомером с точностью до секунды.

Алгоритм тестирования двигательного мышления студентов графически представлен на рисунке 5.

Проводя тестирование, следует заполнять протокол, отмечая удачные попытки студента знаком «+», а неудачные знаком «-» (таблица 5). В протокол заносится сложность последнего правильного двигательного ответа ( $d_f$ ) и время его выполнения ( $t_a$ ).



$f$  – сложность «слова» ( $f = n + m - 1; f = 0 \rightarrow \infty$ );  $d_f$  – сложность двигательного ответа ( $d_f = 0 \rightarrow \infty$ );  
 $p$  – ошибка ( $p = 0 \rightarrow 3$ );  $t_n$  – время демонстрации «слова» ( $t_n = 3n$  с);  
 $t_d$  – время двигательного ответа ( $t_d \leq 6n$  с)

Рисунок 5. – Алгоритм тестирования двигательного мышления студентов

Таблица 5. – Протокол тестирования двигательного мышления студентов (с примером заполнения)

Время демонстрации (с)	3		6		9		12		15		18		21		24		27		30		Результат	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	$d_f/t_d$	$I_{сл}$	
А-в	+	+	+	+	+	-															5 / 11	21,60
Б-в	+	+	+	-	-																4 / 8	17,28
С-в	+	+	+	+	+	+	-														6 / 15	34,56
Ю-в	+	-	+	-																	3 / 10	12,96
М-в	+	+	+	-	-																4 / 7	17,28
Н-в	+	+	-	+	-																4 / 13	17,28
Ч-в	+	+	+	-	-	-															5 / 10	21,60

При решении задачи метрологического обоснования данного теста нам было необходимо определить его адекватность и надежность (стабильность). Для этого 4 марта 2023 г. был проведен тест, 10 марта – ретест. В тестировании приняли участие 30 студентов 3 курса факультета физической культуры ГГУ имени Ф. Скорины, из которых 14 девушек и 16 юношей.

Результаты теста и ретеста представлены в таблице 6.

Таблица 6. – Результаты теста и ретеста

Пол	Фамилия	Результаты (биты)		Проверка статистических гипотез (девушки ↔ юноши)					
		Тест	Ретест	Тест			Ретест		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Девушки	К-а Н.	38,88	38,88	$X_{exp} = 34,25$	$\delta = 5,21$		$X_{exp} = 35,18$	$\delta = 4,44$	
	К-н А.	43,2	38,88						
	Д-ч А.	30,24	34,56						
	П-о А.	30,24	30,24						
	Я-а В.	34,56	30,24						
	К-ч А.	25,92	25,92						

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	К-к П.	30,24	30,24			Критерий Стьюдента для несвязанных выборок $p$ -level = 0,72 (статистической разницы нет)			
	А-а А.	38,88	38,88						
	Ч-о А.	38,88	38,88						
	П-а А.	34,56	38,88						
	К-т Д.	38,88	30,24						
	Ж-я У.	34,56	30,24						
	К-а Я.	38,88	38,88						
З-а В.	30,24	38,88	Юноши	$\bar{X}_{ср} = 33,48$	$\delta = 6,60$	Критерий Стьюдента для несвязанных выборок $p$ -level = 0,69 (статистической разницы нет)	$\bar{X}_{ср} = 35,91$	$\delta = 5,40$	
Г-в Г.	38,88	43,2							
К-в А.	30,24	34,56							
Х-н М.	25,92	34,56							
В-й С.	34,56	34,56							
Ф-в Е.	25,92	25,92							
Ж-о О.	30,24	34,56							
М-в А.	34,56	34,56							
М-к А.	34,56	38,88							
О-в Д.	38,88	38,88							
Б-с Д.	38,88	34,56							
Х-ч А.	47,52	47,52							
Б-ь И.	34,56	38,88							
Ж-в И.	21,6	25,92							
Г-й Д.	25,92	34,56							
К-в Ю.	38,88	38,88							
К-в Д.	34,56	34,56							
$\bar{X}_{ср} =$	<b>33,84</b>	<b>35,57</b>							
$\delta =$	5,90	4,90							
Корреляция Пирсона	$R = 0,76$ (приемлемая надежность)								
Коэффициент адекватности	1,0								

Поскольку все принявшие участие в тестировании студенты продемонстрировали результаты, отличные от нуля, то коэффициент адекватности теста составил 1,0 [4, с. 184].

Коэффициент надежности (стабильности) теста составил 0,76, что интерпретируется как приемлемая надежность [4, с. 189]. Корреляционное поле зависимости результатов теста и ретеста показано на рисунке 6.

Тест был разработан на основе теоретической модели двигательного мышления, поэтому его логическая информативность высока.

Статистически значимой разницы между результатами девушек и юношей как в тесте ( $p > 0,05$ ), так и в ретесте ( $p > 0,05$ ) не обнаружено.

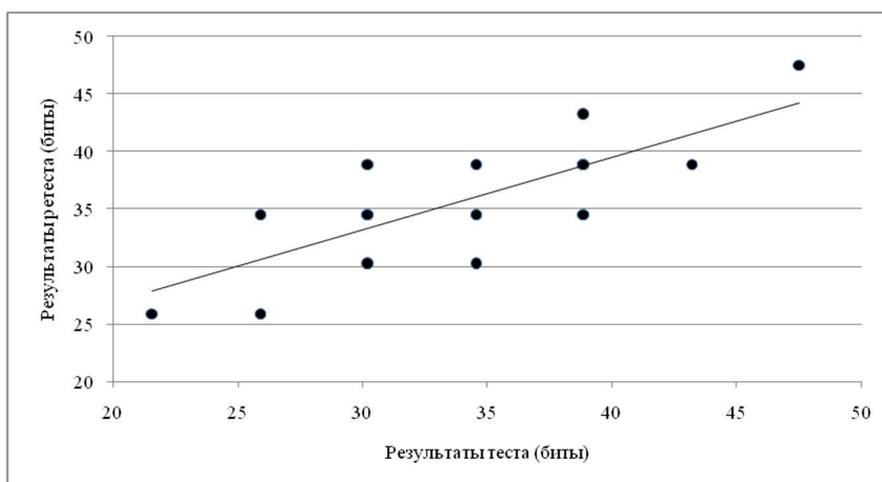


Рисунок 6. – Корреляционное поле зависимости результатов теста и ретеста

**Заключение.** Таким образом, рассмотренный нами диагностический инструментарий является теоретически обоснованным и метрологически корректным. Он может быть использован для разработки методики формирования основ двигательного мышления у студентов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Старченко В.Н., Чередник Т.А. Мышление: становление понятия // Весн. Магілеў. дзярж. ўн-та імя А. А. Куляшова, Сер. С, Псіхал.-пед. навукі. – 2020. – № 1(55). – С. 38–45.
2. Старчанка У.М. Рухальнае мысленне і тэхналогія яго развіцця // Изв. Гомел. гос. ун-та им. Франциска Скорины. – 2011. – № 1(64). – С. 167–172.
3. Старченко В.Н. Интеллектуально-двигательные упражнения как средство физического воспитания // Пед. наука и образование. – 2021. – № 3(36) – С. 69–79.
4. Старчанка У.М. Спартыўная метралогія: падручнік. – Мінск: РІВШ, 2021. – 368 с.

Поступила 28.08.2023

**THEORETICAL AND METROLOGICAL JUSTIFICATION OF THE TEST  
TO DETERMINE THE LEVEL OF FORMATION OF STUDENTS'  
MOTOR THINKING**

**U. STARCHANKA, A. KURAKA**  
(*Francisk Skorina Gomel State University*)

*This article discusses one of the important tasks of physical education related to the formation of the foundations of motor thinking of students. In the work, from the position of the information approach, a theoretical model of motor thinking is presented as a system of neuro-semantic processing of information coming from the subject area and the development of an adequate motor response to it.*

*The formation of motor thinking is impossible without the development of diagnostic tools to determine the level of its formation. Based on the theoretical model of motor thinking, the authors developed a metrologically correct test to determine the level of formation of students' motor thinking. The approbation of the test on thirty students of the Faculty of Physical Culture showed its adequacy to the object of testing, acceptable reliability and logical adequacy (informativeness) to the subject of testing. There was no statistically significant difference between the results of girls and boys both in the test and in the retest*

*The test can be used to develop a methodology for forming the foundations of students' motor thinking.*

**Keywords:** *motor thinking, neuro-semantic image, subject area, testing algorithm, subject alphabet, motor alphabet, test, students.*