

Вартанов А.В., Кузнецов А.С., Лосик Г.В. Восприятие объектов с вариативной формой // *Психологический журнал* Международного университета природы, общества и человека «Дубна». 2009. № 2. <http://www.psyanima.ru/>.

## Восприятие объектов с вариативной формой<sup>1</sup>

А.В. Вартанов, А.С. Кузнецов, Г.В. Лосик

*В результате исследования активного и пассивного тактильного восприятия, а также зрительного восприятия объектов с вариативной формой (на основе прямого ранжирования и многомерного шкалирования различий), было показано, что во всех случаях субъективно одномерное качество «упругости», равно как и вес объектов, описывается двумерной сферической моделью. Показано, что наличие зрительного контроля не изменяет оценки при ощупывании объектов, а опыт ощупывания объектов в свою очередь незначительно влияет на зрительные оценки субъективной упругости объектов.*

**Ключевые слова:** восприятие, моделирование, шкала упругости.

### Проблемы исследования

Одной из важнейших проблем зрительного, слухового и тактильного восприятия является проблема константности опознавания соответствующих объектов по отношению к условиям их восприятия. До настоящего времени остается не исследованным психологический и психофизиологический механизм распознавания сильно вариативных по форме зрительных объектов, когда инвариантных физических признаков, объединяющих столь разные образы, казалось бы, не может существовать. Эта проблема очень актуальна для разработки алгоритмов автоматического распознавания роботом зрительных объектов с вариативной формой (фигуры и лица человека, формы тела разных животных). На данный момент существуют разные алгоритмы распознавания и идентификации сложных объектов, которые базируются в основном на выделении эталонного объекта и сравнении с ним остальных объектов по определенным признакам. Однако эти алгоритмы оказываются недостаточно эффективными для целого класса объектов, варьирующих по форме. Особенно это проявляется в связи с двойной задачей: с одной стороны, необходимо идентифицировать сам объект, независимо от возможных вариаций его формы, а с другой стороны – необходимо идентифицировать типичные варианты изменения формы, независимо от других, константных свойств этого объекта. Аналогичная задача в слуховой модальности стоит перед разработчиками компьютерных систем распознавания слитной речи, а в области тактильного восприятия такие задачи еще только ставятся. Анализ существующих компьютерных алгоритмов показывает, что такая двойная задача для них принципиально

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 07-06-90604 а/Б

нерешаема. Более продуктивным может быть бионический подход, основанный на знании механизмов решения такой двойной задачи восприятия объектов с вариативной формой человеком.

Когда человек свободно манипулирует объектами со сложной, вариативной формой, например, с надувными игрушками, то он обозначает свои ощущения на бытовом языке как «мягкий», «упругий», «эластичный», «податливый», «твердый», «гибкий» и проч. Эти ощущения в первую очередь относятся к тактильной области, однако это качество может оцениваться и косвенно, например, зрительно, по определенным признакам. Какое же физическое свойство таких объектов может соответствовать этим ощущениям? Под упругостью в физике понимается свойство тел восстанавливать свои размеры, форму и объем после прекращения действия внешних сил или других причин, вызвавших деформацию тел. Однако о способности тел восстанавливать свои размеры и форму человек может судить, только наблюдая за объектами после нанесения на них тех или иных воздействий. Что же здесь является главным и необходимым? Сила давления? Допустимая степень сжатия? Сила сопротивления при деформации? А может быть степень трансформации или гибкость формы? Объем, занимаемый этим объектом или его частями? Вполне вероятно, что все эти показатели в той или иной степени могут участвовать в формировании искомого ощущения человека при свободном манипулировании с такими объектами (когда возможно ощупывание объектов не только одним пальцем, а всей рукой и с разных сторон).

В ходе длительной истории развития психофизики исследовались различные протетические континуумы стимулов, но до настоящего времени не построена психофизическая функция собственно ощущения упругости или эластичности объектов. Как известно по Стивенсу [13], в общем виде психофизическая зависимость может выражаться степенной функцией  $S = k \cdot I^b$ , где  $S$  – ощущение,  $k$  – константа (фактор шкалы, отражающий выбор единиц измерения параметра, вызывающего ощущение),  $I$  – интенсивность стимула и  $b$  – показатель степени, в которую возводится интенсивность, постоянный для данного сенсорного параметра. Экспериментально показано, что для разных сенсорных континуумов, близких, но не совпадающих с качеством упругости, необходимы различные показатели степени ( $b$ ). Проблема, однако, заключается в том, чтобы определить, какие же физически измеряемые показатели могут быть положены в основу построения такой психофизической функции для ощущения собственно упругости – пластичности, отражающие возможность вариативности формы объекта. При этом также не до конца ясно, является ли субъективное качество упругости «простым», одномерным качеством, или это более сложное, многомерное качество, состоящее из комбинации нескольких простых, описанных выше. Последнее обстоятельство определяет и трудность экспериментального исследования качества упругости, которое заключается в проблеме выбора адекватной процедуры измерения.

При построении психофизических шкал для простых качеств применяются различные методы шкалирования, которые могут быть основаны как на пороговых измерениях, так и использовать прямые субъективные оценки величины соответствующего качества, а также имеются методы подравнивания или отмеривания. Однако сложные качества, такие как, например, цвет, субъективно характеризуемые несколькими параметрами – цветовым тоном, яркостью и насыщенностью, этими методами исследовать сложно, так как очень трудно обеспечить физическое изменение стимулов по каждому из этих качеств отдельно, поскольку они все взаимосвязаны – влияние яркости на цветовой тон (*феномен Бецольда-Брюкке*);

зависимость насыщенности цвета от яркости, и т.п. Как отмечается в работе [6], по мере углубления в психологическую феноменологию становилось ясно, что многие сенсорные феномены имеют довольно сложную структуру и определить физические корреляты этих феноменов очень непростая сама по себе задача, а в некоторых случаях и просто не имеющая решения. В полной мере это справедливо и по отношению к ощущению упругости или того качества, которое показывает в осязании характер вариативности формы объекта.

Проблема субъективного шкалирования психических явлений, не имеющих однозначной связи с простыми физическими характеристиками стимуляции, привели к созданию нового направления в психофизике, связанного с именем Луиса Терстоуна [3; 6]. Основная идея Терстоуна заключалась в том, чтобы построить субъективную шкалу, основываясь только на структуре внутренних взаимоотношений между реакциями (ощущениями). При этом набор физических объектов, вызывающих ощущения, может представлять собой просто шкалу наименований, их не обязательно даже упорядочивать, что особенно важно, когда непонятен признак, по которому такая упорядоченность сложных объектов возможна. Построение таких сложных шкал в виде пространственной (математической) модели возможно с помощью методов многомерного шкалирования [3; 4; 14], базирующихся на оценках степени субъективного различия пар объектов. В этом случае с помощью формальных статистических критериев можно найти минимальное число осей пространства модели, описывающей всю систему оценок различий как расстояний между точками в этом пространстве. При этом сами оси могут интерпретироваться как субъективные признаки, определяющие различие стимулов, а вычисленные координаты точек-стимулов в пространстве модели – как значения признаков для каждого объекта. Кроме того, полученные оси можно рассматривать и как нейрофизиологические каналы преобразования информации. Из теории Е.Н.Соколова [6] о кодировании признаков восприятия в нервной системе номером канала-детектора и строения локального анализатора следует предположение о структуре такого пространства в виде сферической модели.

В наших предыдущих исследованиях [1; 2] показано, что при тактильном восприятии упругих надувных объектов (форма которых может изменяться за счет степени наполнения их воздухом) наиболее удобным физически измеримым показателем может служить общий объем такого объекта, определяемый по закону Архимеда через выталкивающую силу воды. В этом случае была построена соответствующая степенная психофизическая функция с показателем  $2.45 \pm 0.18$ . Было показано также, что система оценок величины субъективного различия пар объектов с вариативной формой при их свободном ощупывании описывается двумерной сферической пространственной (евклидовой) моделью. Однако остается неясным, возможна ли оценка исследуемого качества упругости мягкого объекта не на ощупь (тактильно), а зрительно? Как связаны зрительный и тактильный каналы восприятия? В какой степени существенен опыт манипуляций с данными объектами для их зрительной оценки? Не ясно также, характерна ли двухканальная система построения анализатора только для активного тактильного восприятия объектов с целью определения их упругости, или это общий принцип организации локальных анализаторов, имеющий место и для пассивного тактильного восприятия силы давления на ладонь (веса), и для зрительного восприятия изменения формы объектов.

Цель данного исследования – построение модели соответствующих локальных анализаторов, выявление психофизических зависимостей, которые связаны со специфическим ощущением человека, разными способами (тактильно и зрительно) воспринимающего сложные объекты с вариативной формой.

## Метод

**Стимулы.** В эксперименте использовались 3 набора стимулов для 3 условий восприятия:

1) Для активного ощупывания использовались 12 одинаковых объектов (двухкамерные детские надувные нарукавники для плавания в форме Винни-Пуха фирмы Intex размером 29 см на 18 см, надувалась только одна камера – «голова мишки»), которые были в разной степени наполнены воздухом и, в связи с этим, отличались только по степени субъективной упругости и, соответственно, деформацией формы. Для этих объектов была измерена выталкивающая сила воды в граммах, весь набор объектов задавал диапазон значений от 330 до 738 грамм. Объекты предъявлялись в специальном ящике, позволяющем ощупывать их только одной рукой и исключая возможность зрительного контроля испытуемого. Данный ящик был оборудован двумя видеокамерами, позволяющими в случае необходимости выводить с разных ракурсов изображение предъявляемых для ощупывания предметов на экран монитора компьютера.

2) Для визуального определения использовались стандартизованные по размеру, ракурсу съемки и общей яркости цветные фотографии вышеописанных 12 объектов (рис. 1), которые предъявлялись на экране монитора компьютера на фиксированное время (1 сек).

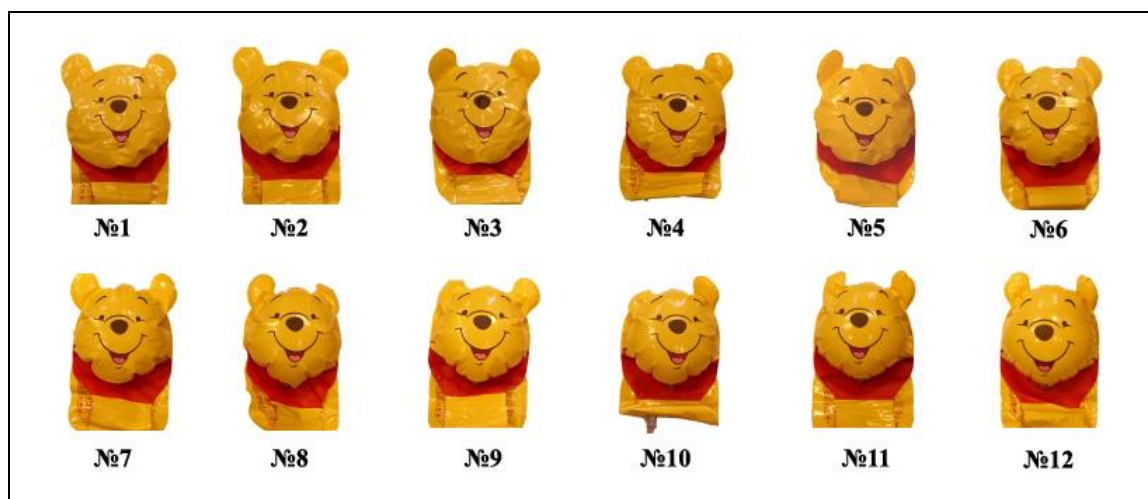


Рис. 1. Фотографии двухкамерных детских надувных нарукавников для плавания в форме Винни-Пуха фирмы Intex у которых в разной степени надута одна камера («голова мишки»).

3) Для пассивного восприятия использовались 12 одинаковых баночек с круглым плоским дном диаметром 3 см, заполненных грузом, которые образовывали диапазон от 15 до 290 грамм с приблизительно одинаковым субъективным шагом. Объекты также предъявлялись в специальном ящике, требующем фиксировать правую руку испытуемого в определенном положении.

**Методики.** Использовались две психофизические методики:

1. Ранжирование объектов на основании прямой субъективной оценки выраженности исследуемого качества, обозначаемого как «упругость» объекта для первого и второго наборов стимулов или «вес» для третьего набора. Каждый из соответствующих 12 объектов-стимулов предъявлялся отдельно в случайном порядке (один и тот же объект мог

предъявляться несколько раз, не менее 3-х). Испытуемый должен был дать оценку в виде ранга от 1 – минимальное ощущение, до 12 – максимальное ощущение.

2. Оценка степени субъективного различия пары объектов, проводимая в соответствии с процедурой попарного шкалирования. Для каждого из наборов стимулов в случайном порядке предъявляли пару объектов (12 объектов образовывали всего 66 пар). Каждая пара могла встречаться несколько раз, не менее 3-х. Испытуемый должен был дать оценку степени общего различия между ними баллом от 0 – нет различия, до 9 – максимальное различие. Минимально и максимально различающиеся пары испытуемый определял самостоятельно, без подсказок экспериментатора на основании предварительного ознакомления со всем набором объектов и нескольких предварительных (тренировочных) сравнений, которые не включались в протокол. Для анализа получаемых оценок различия использовалась программа (разработчик А.В. Вартанов), реализующая метод метрического многомерного шкалирования [14].

### **Испытуемые.**

В эксперименте приняли добровольное участие по первой методике 13 испытуемых, а по второй методике 5 человек, все в возрасте от 20 до 30 лет, правая рука (на основании самоотчета) являлась ведущей у всех испытуемых. Все испытуемые перед экспериментом знакомились с объектами (стимулами) путем их осмотра и ощупывания и отмечали, что предметы различаются только степенью надутости, упругостью и особенностью деформации формы.

### **Экспериментальный план.**

Эксперимент состоял из пяти серий, проводимых в следующем порядке (возможно в разное время и в другие экспериментальные дни).

1) Визуальное восприятие стимулов второго набора (фотографий надувных игрушек), до опыта тактильного манипулирования с реальными объектами, представленными на фотографиях.

2) Активное тактильное восприятие стимулов из первого набора (надувных игрушек), испытуемый мог свободно ощупывать объекты одной правой рукой без зрительного контроля.

3) Повторное визуальное восприятие стимулов из второго набора, после опыта тактильного манипулирования с реальными объектами, представленными на фотографиях.

4) Комбинированное активное зрительно-тактильное восприятие стимулов первого набора – свободное ощупывание правой рукой с возможностью зрительного восприятия объектов.

5) Пассивное тактильное (без зрительного контроля) восприятие стимулов третьего набора – рука испытуемого лежит ладонью вверх, грузы устанавливаются на ладонь и снимаются экспериментатором, движения руки или пальцев запрещены.

## **Результаты**

Результаты эксперимента по прямому ранжированию величины «упругости» представлены в таблице 1 усредненно по испытуемым. В этой таблице представлены также результаты физических измерений данных стимулов.

Результаты эксперимента с пассивным восприятием веса (прямые оценки) представлены в таблице 2 усредненно по испытуемым.

Таблица 1.

Параметры стимулов и результаты прямых оценок степени упругости

	Выталкивающая сила (кг)	Тактильно	Зрительно-тактильно	Зрительно без тактильного опыта	Зрительно после тактильного опыта
s 1	0.330	1.74	1.85	4.15	4.25
s 2	0.408	2.44	2.59	4.83	5.00
s 3	0.458	2.85	2.89	4.13	4.05
s 4	0.477	3.41	3.81	4.57	4.94
s 5	0.532	4.30	4.30	5.02	5.37
s 6	0.553	5.07	4.89	5.13	5.73
s 7	0.575	5.93	5.93	5.10	5.47
s 8	0.605	6.44	7.00	5.96	6.44
s 9	0.618	6.59	6.59	5.40	5.99
s 10	0.643	7.19	7.33	5.89	6.33
s 11	0.672	8.00	8.07	7.19	7.53
s 12	0.738	8.78	8.74	8.17	8.48

Таблица 2.

Соотношение веса баночек с их пассивным восприятием (прямые оценки)

Вес (гр)	Ранжирование	Вес (гр)	Ранжирование
15	1.00	170	6.55
45	2.41	190	7.24
75	3.49	230	8.28
95	4.47	245	8.86
120	5.35	265	9.13
145	6.24	290	9.31

Оказалось, что прямые оценки субъективной упругости мягких объектов (на ощупь без зрительного контроля) могут быть аппроксимированы степенной функцией Стивенса с показателем степени 2.33 (с 95% доверительным интервалом от 2.10 до 2.57). Это, преимущественно тактильное качество, может оцениваться и чисто визуально, по внешнему виду мягких объектов (даже по фотографии). Однако при отсутствии опыта тактильных

манипуляций с данными мягкими объектами, показатель психофизической функции Стивенса равен 0.96 (с 95% доверительным интервалом от 0.56 до 1.35), т.е. отличается от такового для тактильного восприятия. Опыт ощупывания не сильно, но изменяет систему зрительных оценок степени упругости. После опыта ощупывания данных объектов, прямые оценки величины упругости (или степени зрительной деформации их формы) изменяются, эти изменения можно описать логарифмической функцией (рис. 2). В этом случае взаимосвязь оценок при тактильном восприятии с оценками при зрительном восприятии без и с опытом тактильных манипуляций также описывается логарифмическими функциями. Но при этом общее соответствие оценок с опытом манипуляций несколько улучшается: коэффициент линейной корреляции без опыта равен 0.895, а после ощупывания – 0.927. Наличие же зрительного канала восприятия при тактильном определении степени упругости мягких объектов практически не изменяет ранговые оценки: зависимость оценок при наличии зрительного канала и при его отсутствии линейна, коэффициент корреляции равен 0.996. При этом показатель степени соответствующей психофизической функции при комбинированном зрительно-тактильном восприятии равен 2.09 (с 95% доверительным интервалом от 1.75 до 2.43), что не отличается от такового при чисто тактильном восприятии. На рис. 3 представлены результаты для тактильного и комбинированного зрительно-тактильного восприятия. На рис. 2 – сопоставляются изменения результатов оценивания вследствие опыта тактильной манипуляции с объектами. На рис. 4 представлены результаты сопоставления тактильной и зрительной оценки «упругости» объектов.

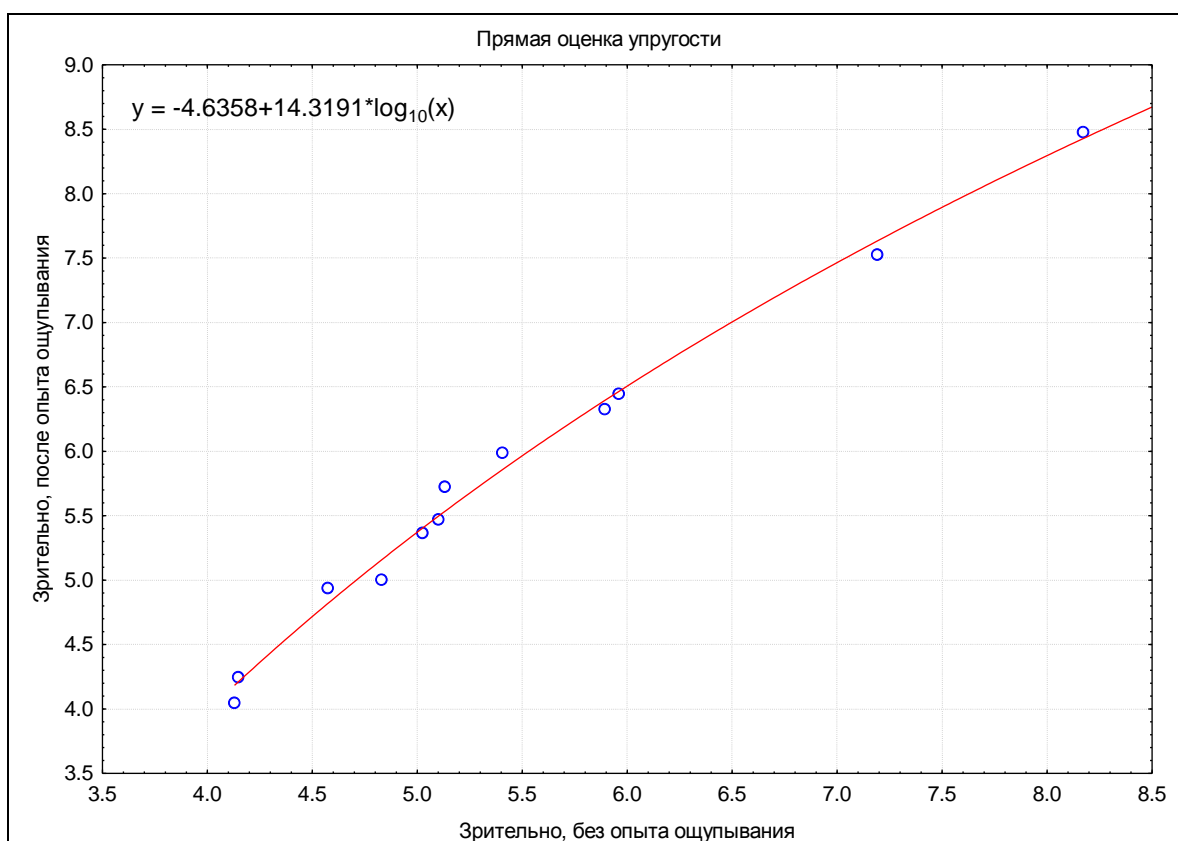


Рис. 2. Соотношение зрительного восприятия «упругости» объектов до и после опыта тактильной манипуляции с объектами.

В результате экспериментов по многомерному шкалированию обнаружено, что исследуемое субъективно одномерное качество «упругости», реализуется двухканальным анализатором. Для тактильного восприятия система оценок многомерного шкалирования величины субъективного различия в упругости пар объектов хорошо (коэффициент корреляции равен 0.98) описывается двумерной сферической (вариативность радиуса равна 12.97%) пространственной (евклидовой) моделью. Показатели абсолютной величины упругости для исследованных объектов, рассчитанные как угол в построенной двумерной модели, хорошо совпадают с прямыми оценками величины упругости: коэффициент линейной корреляции равен 0.97. На рис. 5 представлены результаты шкалирования, а на рис. 6 – сопоставление с прямыми оценками.

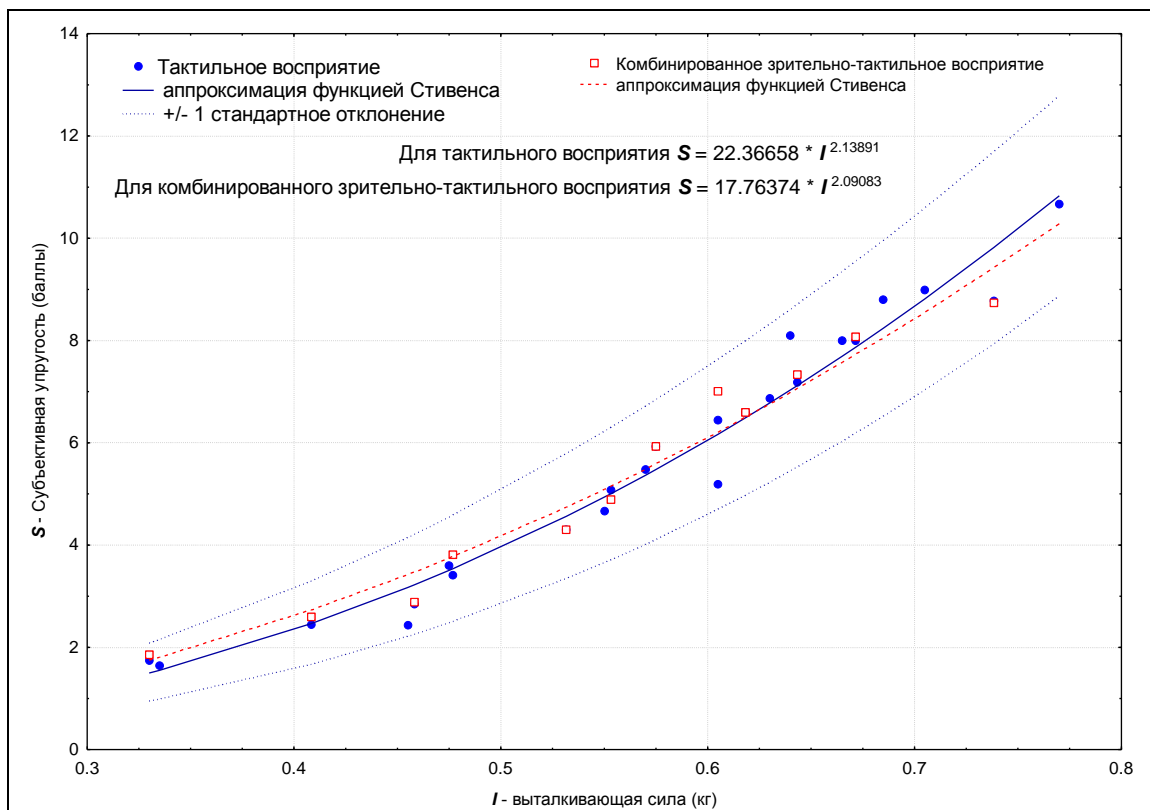


Рис. 3. Психофизические функции для тактильного и комбинированного зрительно-тактильного восприятия.



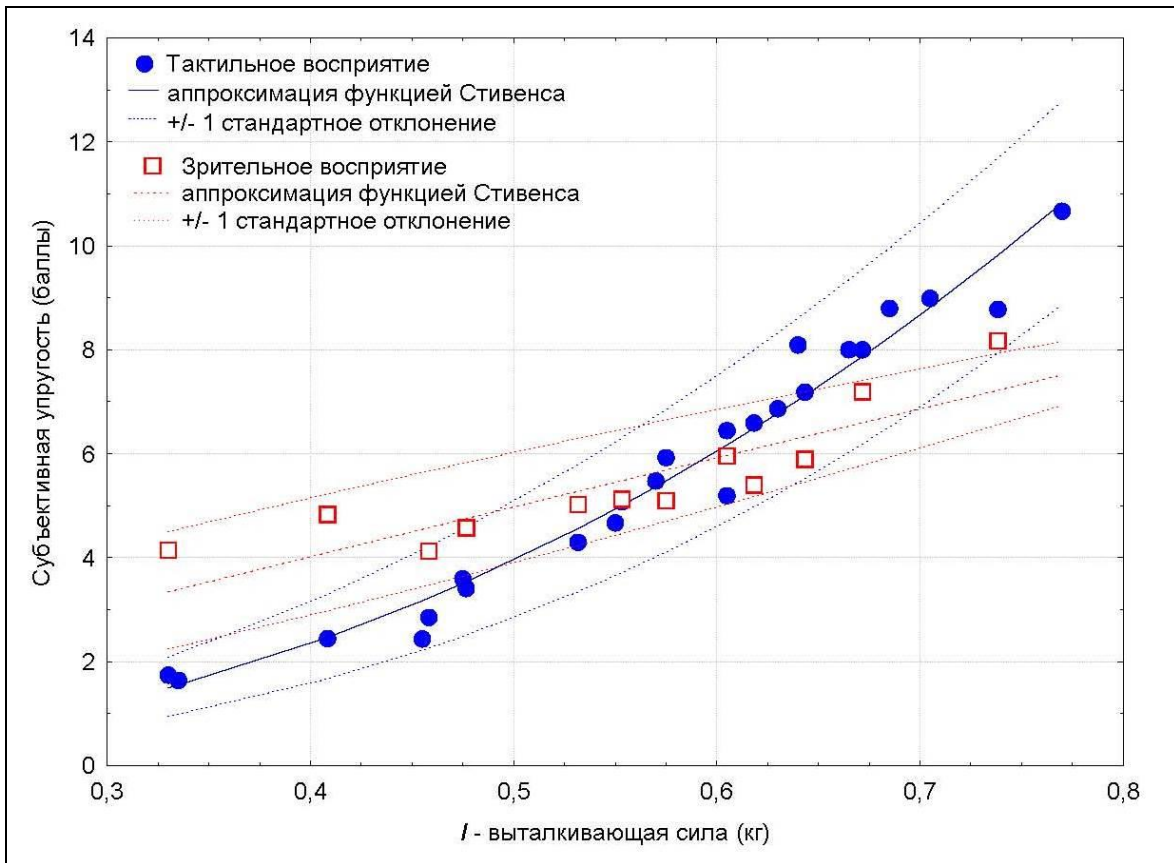


Рис. 4. Сопоставление тактильной и зрительной оценки «упругости».

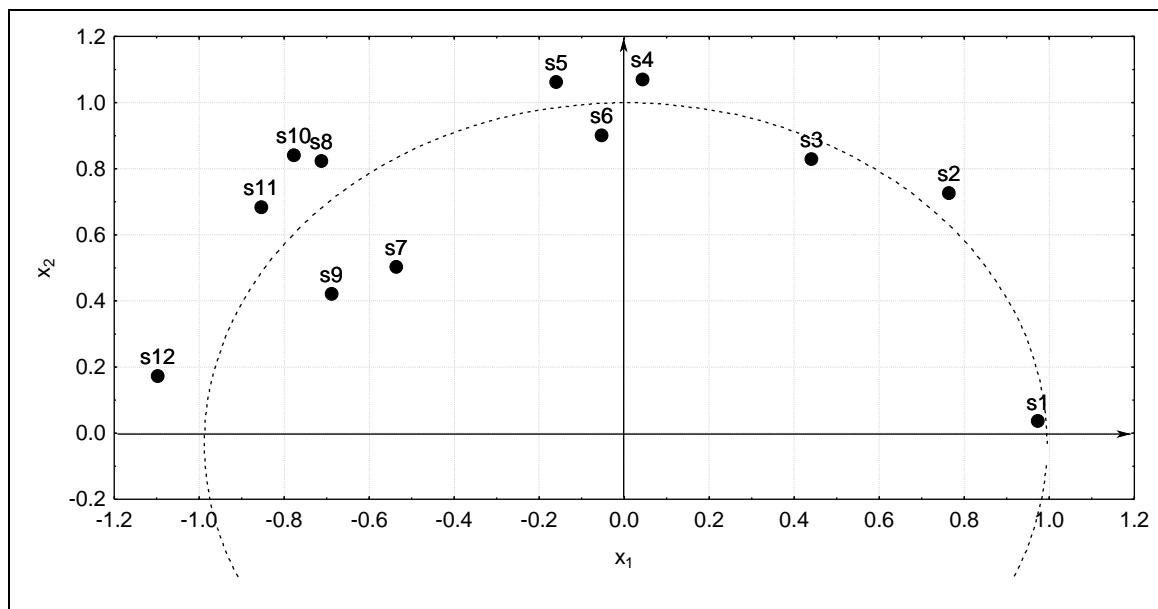
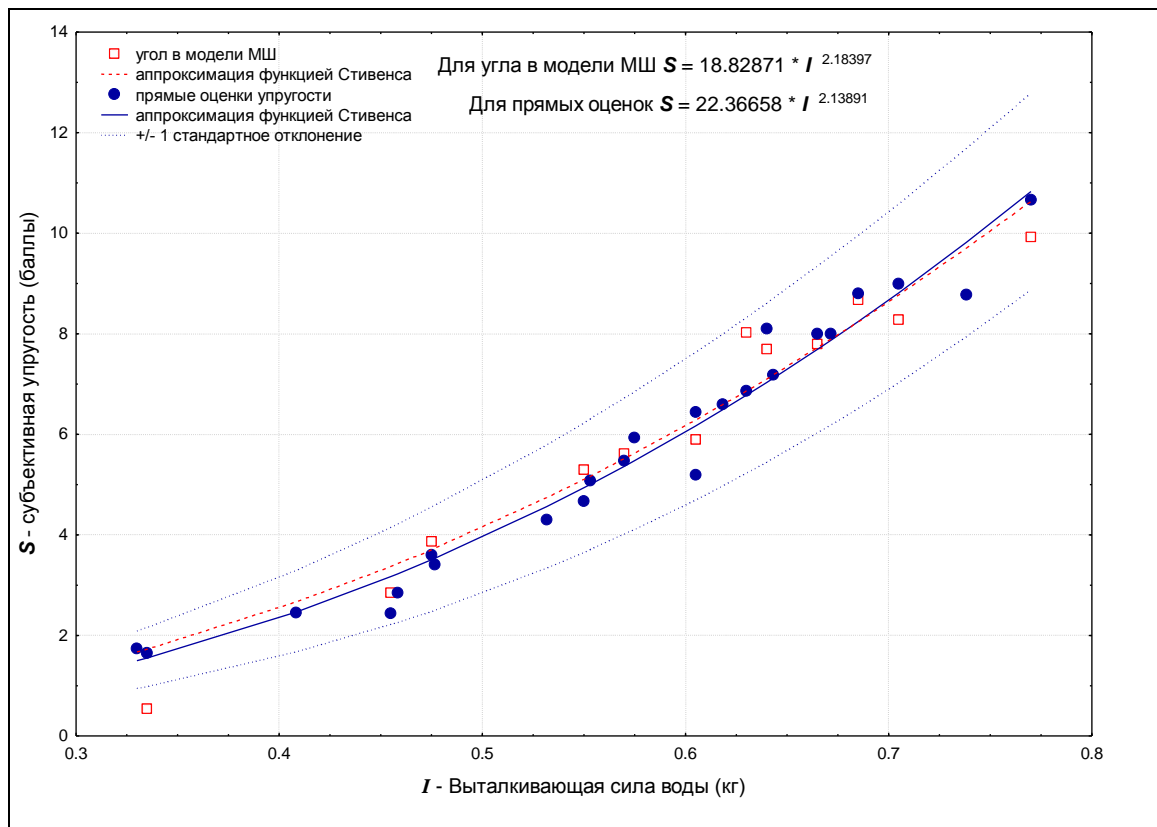


Рис. 5. Двухканальная модель анализатора субъективного качества упругости при тактильном восприятии.



**Рис. 6. Сравнение результатов прямой оценки и модели многомерного шкалирования при тактильном восприятии.**

Система оценок многомерного шкалирования величины субъективного визуального различия формы пар объектов (фотографий) хорошо (коэффициент корреляции равен 0.96) описывается четырехмерной сферической (вариативность радиуса равна 7.17 %) пространственной (евклидовой) моделью. При этом только первые две оси модели отражают степень «надутости» данных мягких объектов, т.е. их упругость при тактильном восприятии. Третья и четвертая оси модели описывают другие зрительно и эмоционально важные качества этих объектов (например, куда «смотрят» на фотографии – налево или направо – «лица» данных «мишек»). На рис. 7 представлено распределение стимулов в системе первых двух осей данного пространства, а на рис. 8 – соотношение прямых оценок, вычисленными по данной модели анализатора.

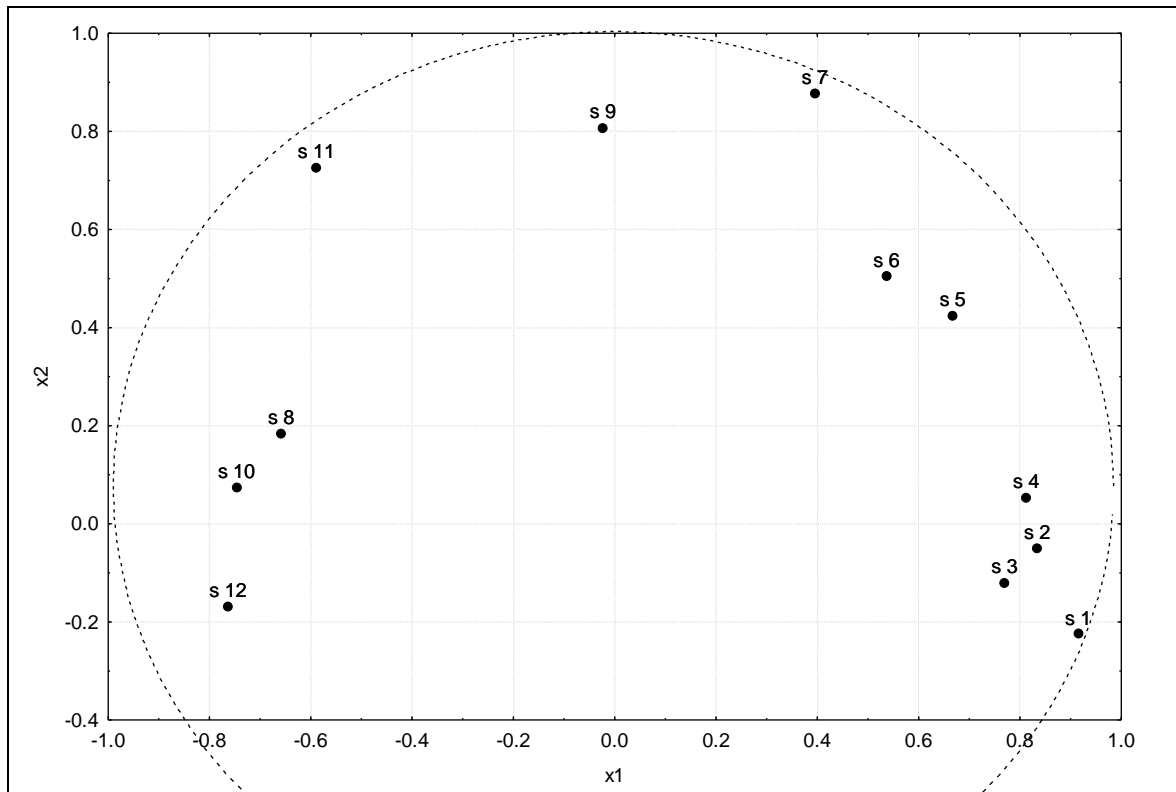


Рис. 7. Распределение стимулов в системе первых двух осей при зрительном различении объектов.

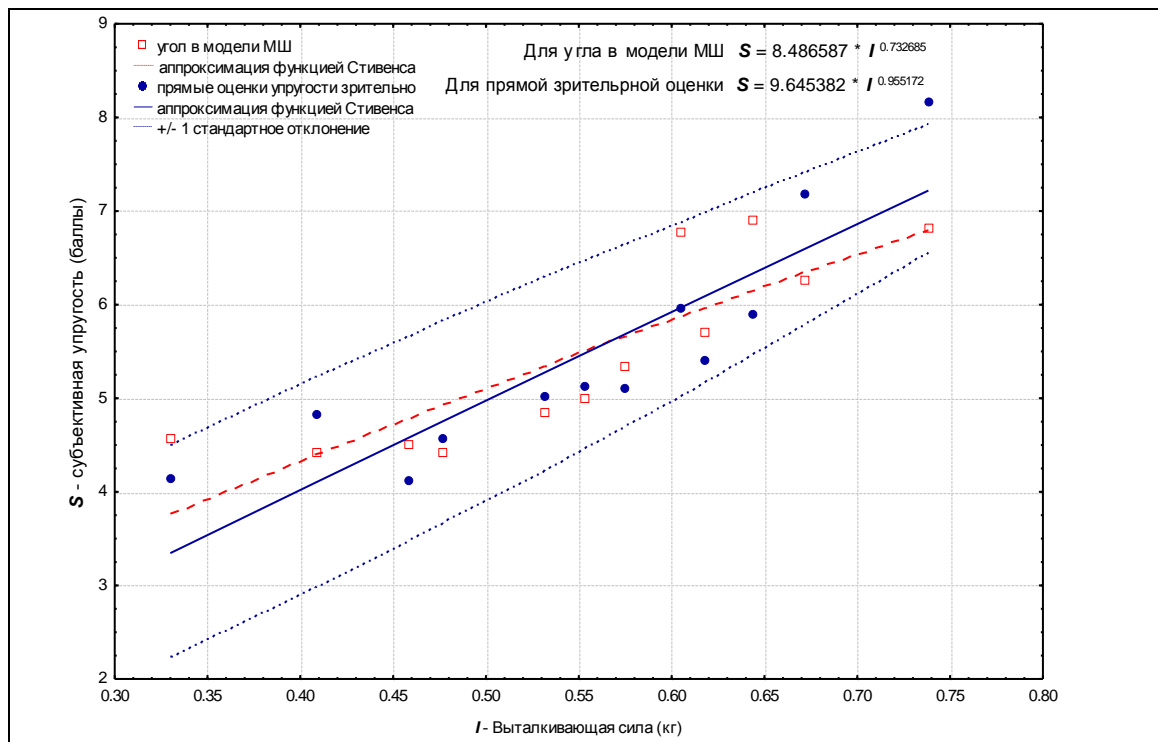


Рис. 8. Соотношение прямых оценок и вычисленных из модели для зрительного восприятия «упругости».

Система оценок многомерного шкалирования величины субъективного различия при пассивном восприятии веса пар объектов также хорошо (коэффициент корреляции равен 0.95) описывается двумерной сферической (вариативность радиуса равна 10.43 %) пространственной (евклидовой) моделью. Угол в данной модели линейно (коэффициент корреляции равен 0.98) связан с прямыми ранговыми оценками при пассивном восприятии веса (давления на ладонь). Показатель степени психофизической функции Стивенса, рассчитанный по углу в модели, равен 0.64 (с 95% доверительным интервалом от 0.52 до 0.77), т.е. очень близок к соответствующему значению, вычисленному по прямым оценкам. На рис. 9 представлены результаты многомерного шкалирования различий при пассивном восприятии веса. На рис. 10 показано соотношение результатов прямой оценки и расчетных данных по этой модели.

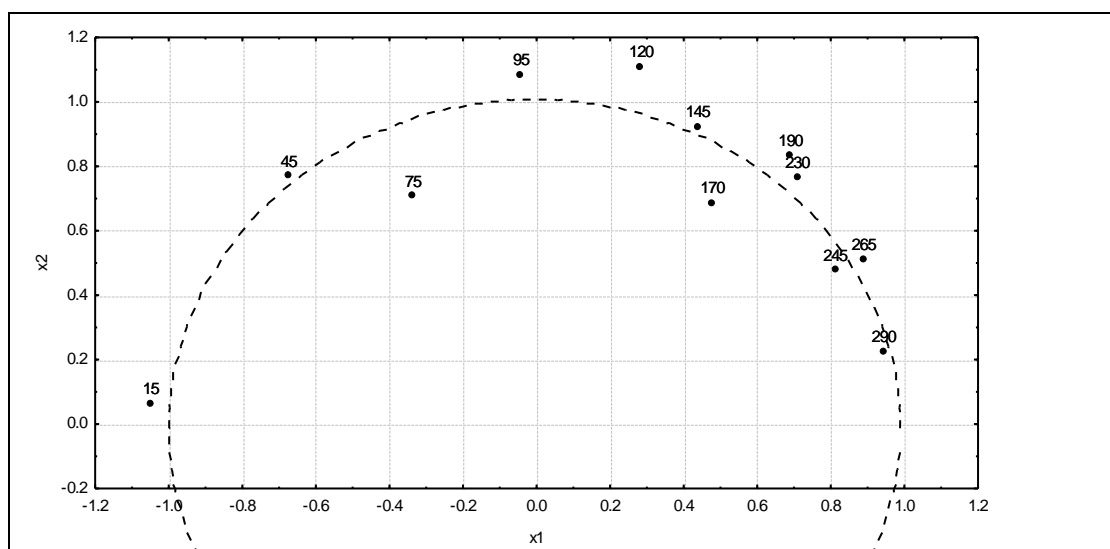


Рис. 9. Распределение стимулов в системе двух осей при пассивном тактильном различении веса объектов (вес в граммах указан над точками). Цифры над точками-стимулами показывают вес сравниваемых объектов в граммах.

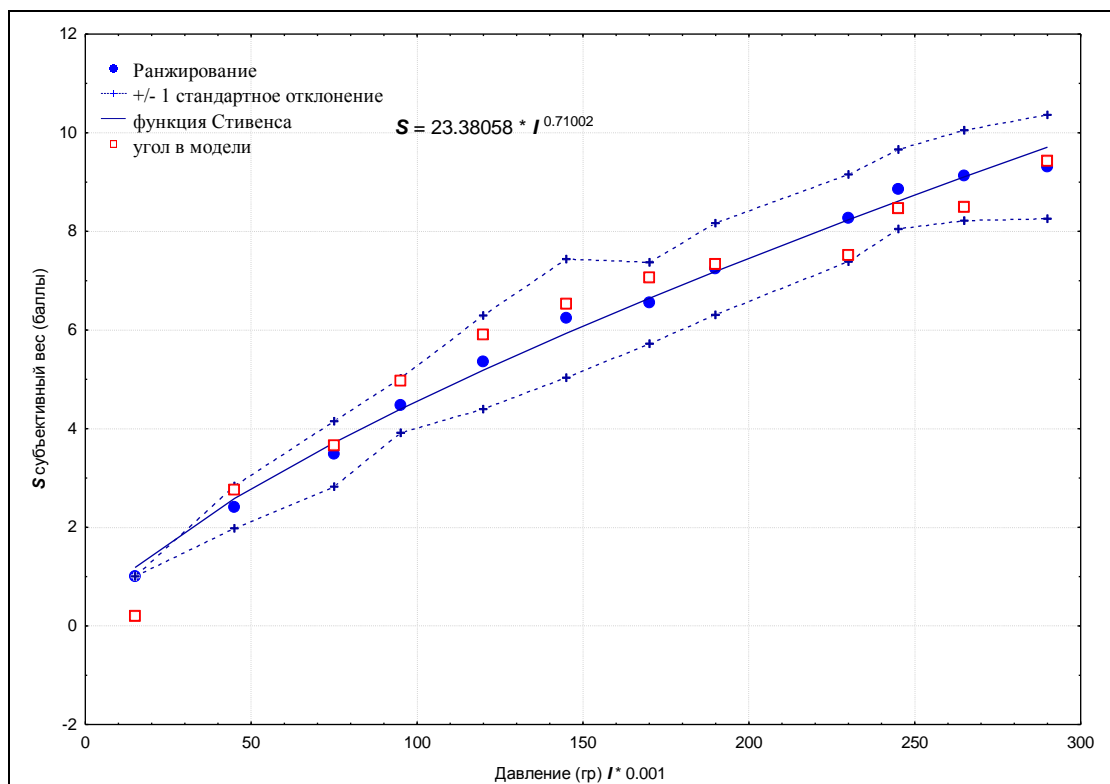


Рис. 10. Соотношение прямых оценок и вычисленных из модели для пассивного тактильного восприятия веса.

Полученные результаты позволяют количественно сопоставить разные формы восприятия упругости – чисто тактильное, чисто зрительное, смешанное зрительно-тактильное, а также сопоставить прямые оценок и вычисленные из построенных моделей соответствующих анализаторов. На рис. 11 приведены показатели степени психофизической функции Стивенса для всех этих случаев. На рис. 12 приведены коэффициенты корреляции соответствующих оценок с физически измеренным показателем упругости. Видно, что тактильное восприятие для данного качества является более точным, чем зрительное.

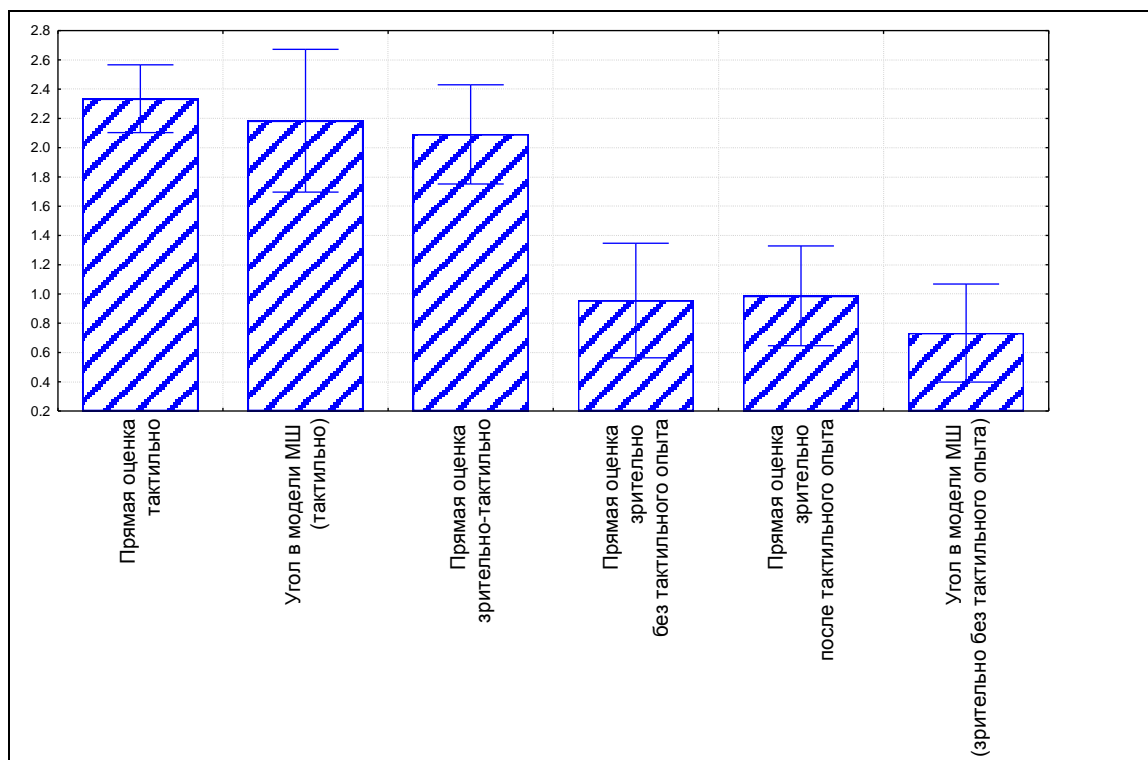


Рис. 11. Показатели степени психофизической функции Стивенса для всех экспериментальных условий оценки упругости объектов.

## Обсуждение

Результаты проведенных экспериментов с прямой оценкой величины и оценками степени различия объектов по исследуемым субъективным качествам хорошо согласуются между собой и подтверждают правомерность построенных моделей. Полученные экспериментальные данные показывают, что двухканальная система кодирования обнаруживается не только при активном тактильном восприятии, но и при пассивном тактильном восприятии, а также и при зрительном восприятии объектов с вариативной формой. Это хорошо согласуется с общими принципами кодирования информации в нервной системе. Построенная двумерная сферическая модель для исследованных субъективно одномерных качеств позволяет поставить вопрос о возможных нейронных механизмах восприятия. Два нейронных канала предполагаемого анализатора могут быть интерпретированы по аналогии с восприятием яркости ахроматических стимулов [12]. При восприятии яркости в простейшей конфигурации «диск-кольцо», в которой меняется яркость теста и фона, обнаруживается оппонентность яркостной системы. Нейронные каналы восприятия «упругости» при тактильном ощупывании предметов с вариативной формой и давления при пассивном тактильном восприятии могут быть основаны на двух, расположенных в разных местах рецепторах давления (или прикосновения). Похожие нейронные механизмы описаны как результат интеграции информации интернейронами при осуществлении рефлекса сгибания тела у пиявки [9].

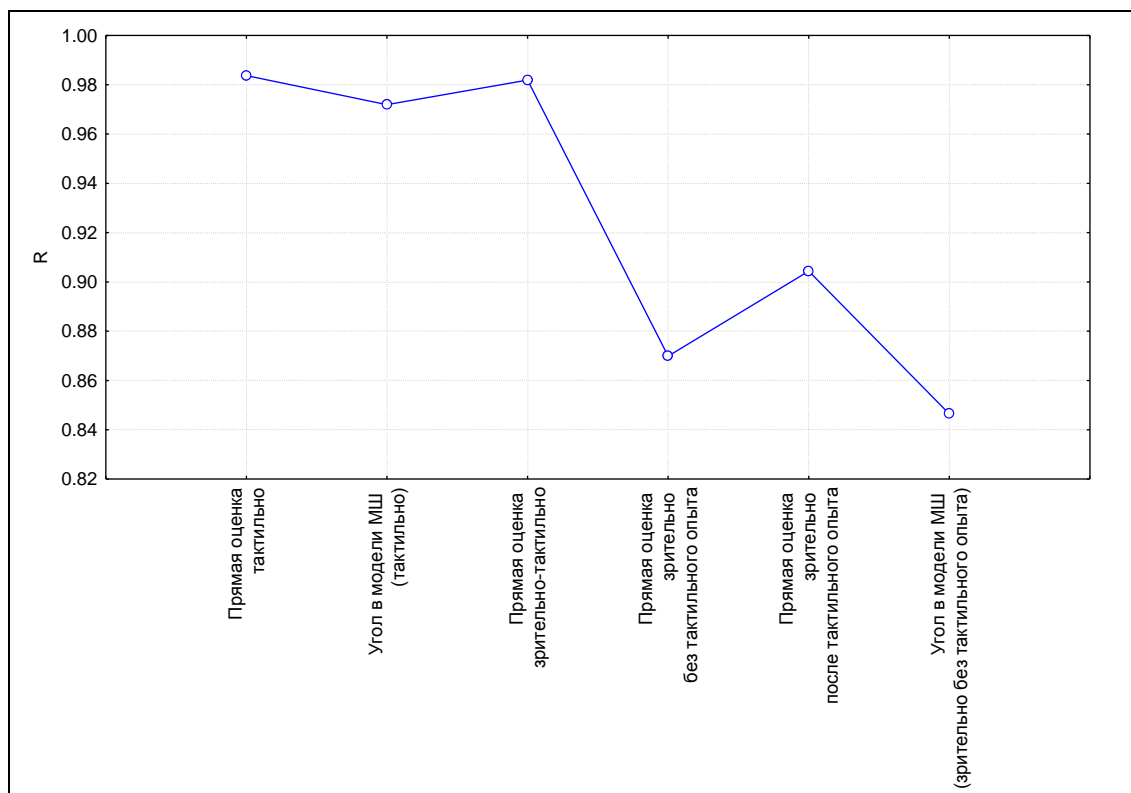


Рис. 12. Коэффициенты корреляции физически измеренного показателя упругости с экспериментальными оценками в разных условиях.

Таким образом, проведенное исследование подтверждает гипотезу Г.В. Лосика [7] о роли перцептивных действий, отражающих параметры вариативности ощущений, а не только инвариантных качеств воспринимаемого объекта. Это позволяет предложить антропоморфный (на основе нейроподобных элементов) кибернетический алгоритм распознавания сложных объектов с вариативной формой, который базируется не на идее перебора и сличения распознаваемого изображения с базой эталонов, а на выделении системы признаков, по которым может изменяться объект данного класса.

## Выводы

Обнаружено, что прямые оценки субъективной упругости мягких объектов (на ощупь без зрительного контроля) могут быть аппроксимированы степенной функцией Стивенса с показателем степени 2.33 (с 95% доверительным интервалом от 2.10 до 2.57). Система оценок многомерного шкалирования величины субъективного различия в упругости пар объектов хорошо (коэффициент корреляции равен 0.98) описывается двумерной сферической (вариативность радиуса равна 12.97%) пространственной (евклидовой) моделью, т.е. субъективно одномерное качество «упругости», реализуется двухканальным анализатором.

Система оценок многомерного шкалирования величины субъективного визуального различия формы пар объектов (фотографий) хорошо (коэффициент корреляции равен 0.96) описывается четырехмерной сферической (вариативность радиуса равна 7.17 %) пространственной (евклидовой) моделью, две оси которой упорядочивают эти объекты по

субъективной упругости также, как при тактильном восприятии, а две другие оси отражают параметры изображений, не связанных с этим качеством (поворот и яркость фотографий).

Показано, что наличие зрительного контроля не изменяет оценки при ощупывании объектов, а опыт ощупывания объектов в свою очередь незначительно влияет на зрительные оценки субъективной упругости объектов.

Система оценок многомерного шкалирования величины субъективного различия при пассивном восприятии веса пар объектов также хорошо (коэффициент корреляции равен 0.95) описывается двумерной сферической (вариативность радиуса равна 10.43 %) пространственной (евклидовой) моделью.

### Литература:

1. Вартанов А.В., Кузнецов А.С., Лосик Г.В. Тактильное восприятие объектов с вариативной формой // Сенсорные системы, 2008, т. 22, № 4, с. 324–332.
2. Вартанов А.В., Кузнецов А.С., Лосик Г.В. Шкала упругости в процессе осязания / Третья международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов: В 2 т. Москва, 20–25 июня 2008 г. – М.: Художественно-издательский центр, 2008. Т. 1: с. 216.
3. Гусев А.Н., Михалевская М.Б., Измайлов Ч.А. Измерение в психологии. М.: УМК «Психология», 2005.
4. Дейвисон М. Многомерное шкалирование: методы наглядного представления данных / Пер. с англ. В.С.Каменского. М.: Финансы и статистика, 1988. 254 с.
5. Запорожец А.В. Развитие восприятия и деятельность // Психология ощущений и восприятия / Под ред. Гиппенрейтер и др. М.: «ЧеРо», 2002, с. 539-546.
6. Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М. Психофизиология цветового зрения. М.: Изд-во МГУ, 1989. 206 с.
7. Лосик Г.В. Перцептивные действия человека: кибернетический аспект. Минск ОИПИ, 2008. 138 с.
8. Николаева Е.И. Психофизиология. Психологическая физиология с основами физиологической психологии. М.: ПЕР СЭ; Логос, 2003.
9. Николлс Дж. Г., Мартин А. Р., Валлас Б. Дж., Фукс П. А. От нейрона к мозгу. М. 2003.
10. Соколов Е.Н. Восприятие и условный рефлекс: новый взгляд. М.: УМК «Психология»; Московский психологосоциальный институт, 2003. 287 с.
11. Соколов Е.Н., Вайтквявичюс Г.Г. Нейроинтеллект: от нейрона к компьютеру. М.: Наука, 1989. 238 с.
12. Соколов Е.Н., Измайлов Ч.А. Цветовое зрение. М.: МГУ. 1984.
13. Стивенс С. С. Математика, измерение, психофизика. // Экспериментальная психология / Под ред. С. С. Стивенса. М.: ИЛ, 1960. Т.1. С. 11 - 92.
14. Torgerson W.S. Theory and Methods of Scaling. N.Y. Willey, 1958.

Поступила в редакцию 02.04.2009 г.

### Сведения об авторах

А.В. Вартанов – кандидат психологических наук, старший научный сотрудник кафедры психофизиологии факультета психологии Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

E-mail: [a\\_v\\_vartanov@mail.ru](mailto:a_v_vartanov@mail.ru)



А.С. Кузнецов – студент факультета практической психологии Московской академии образования Натальи Нестеровой.

E-mail: [kuznetsov.alexey.s@gmail.com](mailto:kuznetsov.alexey.s@gmail.com)

Г.В. Лосик – доктор психологических наук, старший научный сотрудник Объединенного института проблем информатики НАН Беларуси.

E-mail: [losik@newman.bas-net.by](mailto:losik@newman.bas-net.by)