

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ 2015

**КОГНИТИВНАЯ НАУКА
В МОСКВЕ: НОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



2015

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

ISBN 978-5-4465-0705-4



9 785446 507054 >

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ В СТРУКТУРЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ³

Белинская А.А. *, Уточкин И.С.

belinskaya.anastasy@gmail.com

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва

Аннотация. Восприятие зрительных ансамблей, в том числе способность к определению среднего признака или количества для группы однотипных объектов, работает для множества зрительных доменов (размер, ориентация, скорость, выражение лица и т.д.). Но несмотря на очевидную распространенность восприятия ансамблей, их когнитивная архитектура остается плохо изученной. Для ее изучения мы использовали метод индивидуальных различий. Мы изучали взаимосвязи между такими зрительными статистиками, как чувство числа, чувство среднего и чувство вариативности. Мы предполагали, что существует единая система статистического восприятия ансамблей — статистический модуль. Но данное предположение подтвердилось лишь частично.

Ключевые слова: зрительные ансамбли, механизм восприятия ансамблей, зрительные статистики, индивидуальные различия, чувство числа

Человек живет и действует в информационно насыщенной и даже информационно избыточной среде, которую он способен оценить быстро и достаточно адекватно. Данное исследование выполнено в рамках современного подхода, призванного объяснить относительно легкое восприятие человеком больших множеств однотипных объектов, несмотря на ограничения наших когнитивных способностей (Уточкин, 2012). Согласно этой точке зрения, зрительная система способна быстро извлекать и кодировать абстрактные статистические свойства подобных множеств. В данной работе совокупность этих свойств называется статистическим модулем. В него могут входить, например, такие зрительные статистики, как среднее по разным признакам или их численность. Предполагается, что данные свойства предшествуют детальному восприятию признаков отдельных объектов (Alvarez et al., 2003; Treisman, 2006).

Цель работы состояла в том, чтобы эмпирически выявить взаимосвязи между различными зрительными статистиками и характеристиками зрительного восприятия для доказательства того, что они действительно образуют единую структуру восприятия множеств однотипных объектов (зрительных ансамблей). Для изучения были выбраны такие зрительные

³Выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ 2015 г.

статистики, как чувство числа, зрительное усреднение и чувство вариативности, а также три перцептивных способности, потенциально влияющие на характер получаемых результатов: зрительный поиск и различение размера. Помимо этого, в батарею методик был включен тест на математические способности, так как существуют данные об их взаимосвязи с чувством числа (Овчарова, 2013; Halberda et al., 2008). Таким образом, основная эмпирическая гипотеза исследования состояла в предположении о наличии значимых взаимосвязей между всеми исследуемыми переменными.

В исследовании приняли участие 93 испытуемых в возрасте от 18 до 22 лет ($M = 19.53$), 51 девушка, 42 юноши, студенты различных факультетов НИУ-ВШЭ. У всех испытуемых было нормальное или скорректированное до нормального зрение, без проблем с цветоразличением. Тестовая серия состояла из шести частей: теста на чувство числа, теста на зрительное усреднение, теста на чувство вариативности, теста на математические способности, теста на определение размера, теста на зрительный поиск, теста на рабочую память. Последовательность их предъявления была случайной для каждого испытуемого, чтобы исключить возможность влияния усталости или, наоборот, адаптации к задаче.

Для устранения возможных побочных переменных стимульный материал во всех тестах (кроме теста на математические способности) был однотипен и представлял собой два перемешанных множества кружков синего и желтого цветов, предъявляемых на сером фоне. Тест на чувство числа состоял из 150 проб по 400 мс предъявления каждой пробы, испытуемый должен был определить, какое множество — желтых или синих — кружков больше по численности. Тест на зрительное усреднение состоял из 144 проб по 400 мс предъявления каждой пробы; задача испытуемого состояла в определении того, в каком именно множестве кружки были в среднем больше по размеру. Тест на чувство вариативности состоял из 144 проб по 400 мс предъявления каждой пробы; испытуемый определял, какое множество кружков разнообразней по присутствующим в нем размерам. Тест на различение размера состоял из 144 проб по 400 мс предъявления; испытуемый должен был решить, в каком множестве, желтом или синем, присутствует один отличающийся по размеру кружок. Тест на зрительный поиск состоял из 144 проб и прерывался с ответом испытуемого; в нем испытуемый должен был найти самый маленький объект и определить, к какому множеству (желтых или синих кружков) он принадлежит. Тест на математические способности состоял из 48 математических равенств, испытуемый должен был определить их правильность.

Все стимулы представлялись на ЭЛТ-мониторе с частотой обновления в 85 Гц. Разрешение монитора всегда было установлено на уровне

800 × 600 пикселей. Эксперимент проводился с использованием программы для предъявления стимулов StimMake для Windows, в темной комнате. Испытуемые находились на расстоянии 70 см от монитора, их ответы фиксировались с помощью клавиатуры. Перед каждым тестом вначале демонстрировалась инструкция и проводилась тренировочная серия, в которой испытуемому для увеличения скорости обучения давалась обратная связь. В основной серии обратная связь не давалась. Между разными тестами у испытуемого было время в диапазоне от 1 до 2 минут на отдых.

Полученные данные были подвергнуты корреляционному анализу с использованием коэффициента Пирсона. Были посчитаны корреляции между процентом правильных ответов в каждом тесте для каждого испытуемого. Ниже приведен перечень значимых корреляций на уровне .01: между точностью в тесте на чувство среднего и чувством числа (.385); между точностью в тесте на чувство среднего и зрительным поиском (.318); между точностью в тесте на чувство среднего и различением размера (.287). А также: между точностью в тесте на чувство числа и зрительным поиском (.480); между точностью в тесте на чувство числа и различением размера (.318); между точностью в тесте на чувство вариативности и различением размера (.534). Также были посчитаны корреляции для скорости выполнения всех тестов. Здесь надо отметить, что, так как для зрительного поиска и математических способностей основным показателем эффективности считается не точность, а время, затрачиваемое на решение задачи, то анализировались также корреляции между точностью испытуемых в других тестах и временем реакции в тестах на математические способности и зрительный поиск. Обнаружено, что существует корреляция на уровне тенденции между временем реакции в тесте математических способностей и точностью в тесте на зрительный поиск (.209), а скорость зрительного поиска коррелирует лишь с точностью зрительного поиска на уровне значимости .01 (.430) и на уровне тенденции с точностью в тесте на чувство числа (.236). Если же обратиться к парным корреляциям между временем реакции и всеми остальными тестами, то они следующие (на уровне значимости .01): между временем реакции в тесте на чувство среднего и чувством числа (.519); между временем реакции в тесте на чувство среднего и чувством вариативности (.432); между временем реакции в тесте на чувство среднего и различением размера (.543); между временем реакции в тесте на чувство среднего и математическими способностями (.278). А также: между временем реакции в тесте на чувство числа и чувством вариативности (.488); между временем реакции в тесте на чувство числа и различением размера (.368); между временем реакции в тесте на чувство

вариативности и различием размера (.356); между временем реакции в тесте на чувство вариативности и зрительным поиском (.271).

На основании полученных данных можно утверждать, что исходное предположение о наличии связей между различными зрительными статистиками подтвердилось. Но стоит сразу оговорить, что если считать, что существует единый «статистический модуль», то связи внутри него (то есть между различными статистиками) должны быть сильнее, чем вне нее (то есть между статистиками и другими способностями). А также должны существовать какие-то соподчинения между различными статистиками: например, чувство числа предшествует оценке среднего и отчасти дает основу для его расчета. Исходя из наших данных, нельзя говорить о более сильной связи между различными зрительными статистиками, нежели между статистиками и способностями к зрительному поиску и различению размера. Поэтому изначальную модель статистического модуля стоит отвергнуть. Тем не менее, основным результатом исследования, который представляется важным для обсуждения, состоит в наличии значимых корреляций — как в точности, так и во времени реакции — между такими зрительными статистиками, как чувство числа и чувство среднего. Данный результат является уникальным и не представленным ранее в других исследованиях. К сожалению, мы не можем говорить о связи чувства вариативности с другими зрительными статистиками, хотя можем наблюдать достаточно логичную связь между зрительным поиском и различением размера: ведь именно эти перцептивные способности опосредуют возможность оценки стандартного отклонения, чем по сути и является чувство вариативности. Здесь можно привести такую аналогию с математической статистикой: чем «грубее» измерения, тем меньше точность стандартного отклонения.

Но тот факт, что хотя бы две из выбранных для исследования зрительных статистик коррелируют между собой, уже является хорошим результатом, потому что подтверждает предположение о том, что данные способности лежат в основе единого механизма статистической обработки множеств. Тут же стоит отметить, что, как мы и предполагали, такие перцептивные способности, как зрительный поиск и различение размера, также связаны с двумя этими статистиками. Это может объясняться примерно так же, как и связь с вариативностью. Далее обратим внимание на тот факт, что корреляций между временами реакции в целом больше, чем корреляций между количеством правильных ответов в разных тестах. Но, как представляется, на эти результаты нельзя в полной мере опираться, так как они демонстрируют не способность (эффективность) к чувству числа, например, а скорее общий стиль, быстрый или медленный, конкретного испытуемого при решении подобных задач. Несмотря на это, в определенной степени полученные результаты

свидетельствуют о том, что время, необходимое на решение подобных задач, приблизительно схоже, что опять-таки согласуется с гипотезой, положенной в основу нашего исследования. Однако для понимания дальнейших перспектив исследований в данной области и изучения механизма «статистического» восприятия в целом важно подчеркнуть, что нами намеренно был создан стимульный материал, максимально сходный во всех тестах. Возможно, полученные корреляционные данные показывают связи лишь на одном — базовом — уровне восприятия ансамблей. В недавней работе Дж. Хабермана также изучались связи между различными зрительными статистиками при исследовании индивидуальных различий, и это его исследование демонстрирует крайне интересный для развития данной темы результат. А именно то, что связь существует только между статистиками «одного уровня»: например, средняя ориентация и цвет коррелируют между собой, но они не связаны с определением средней эмоцией лиц, хотя в свою очередь восприятие средней эмоции связано с восприятием среднего пола (Haberman, 2015). Данные результаты показывают, что изучаемая нами структура не только и не столько является единым целым, но еще и имеет различные уровни, не связанные между собой, а скорее имеющие один когнитивный ресурс, распределяющийся внутри уровня.

Литература

- Овчарова О.* Чувство числа и успешность в обучении математике у школьников с разным уровнем математических способностей // Теоретическая и экспериментальная психология. 2013. Т. 6. № 4. С. 110–117.
- Уточкин И.* Статистическая репрезентация множественных объектов в зрительном восприятии // Методология и история психологии. 2012. Т. 6. № 4. С. 57–83.
- Alvarez G.A.* Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122–131.
- Chong S.C., Treisman A.* Representation of statistical properties // Vision Research. 2003. Vol. 43. No. 4. P. 393–404.
- Haberman J., Brady T.F., Alvarez G.A.* Individual differences in ensemble perception reveal multiple, independent levels of ensemble representation // Journal of Experimental Psychology: General. 2015. Vol. 144. No. 2. P. 432–446.
- Halberda J., Mazocco M.M., Feigenson L.* Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement // Nature. 2008. Vol. 455. No. 7213. P. 665–668.
- Treisman A.* How the deployment of attention determines what we see // Visual Cognition. 2006. Vol. 14. No. 4–8. P. 411–443.

The “Statistical Module” in the Structure of Visual Perception

Belinskaia A.A. *, Utochkin I.S.

belinskaya.anastasy@gmail.com

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. Ensemble perception, including the ability to see the average or “number sense” from a group of items, operates in numerous feature domains (size, orientation, speed, facial expression, etc.). Although the ubiquity of ensemble representations is well established, the large-scale cognitive architecture of this process remains poorly defined. We address this using an individual differences approach. We studied the relationship between visual statistics such as number sense, average sense and variation sense. We assumed that the existing system of statistical perception ensembles functions as a statistical module. However, this assumption was only partially confirmed.

Keywords: ensembles, ensembles mechanism, statistics, individual differences, number sense