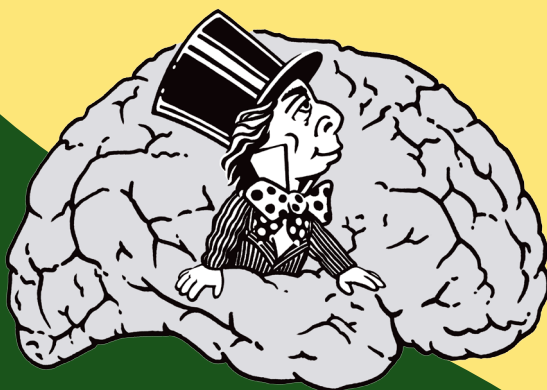


# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2023

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 21 – 22 июня 2023 г. Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, А.Я. Койфман. – М.: ООО «Буки Веди», Московский институт психоанализа. 2023 г. – 604 стр.

© Авторы статей, 2023

ISBN 978-5-4465-3880-5

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-3880-5

© Авторы статей, 2023

## ПЕРЕНОС НАУЧЕНИЯ МЕЖДУ ЗРИТЕЛЬНЫМИ ПРИЗНАКАМИ В ВОСПРИЯТИИ АНСАМБЛЕЙ

А. С. Марутян\* (1), В. А. Хвостов (1, 2)

[asmарутян@edu.hse.ru](mailto:asmарутян@edu.hse.ru)

1 – НИУ ВШЭ, Москва; 2 – Университет Исландии, Рейкьявик

**Аннотация.** Восприятие ансамблей – способность человека извлекать из групп схожих объектов статистические показатели и форму распределения тех или иных признаков, включая ориентацию, цвет, направление и скорость движения, размер и др. Это перцептивный механизм, позволяющий человеку взаимодействовать с миром, избегая перенасыщения информацией, поступающей в сенсорные системы, а также преодолевая ограничения внимания и рабочей памяти. Данное исследование посвящено перцептивному научению в ансамблевом восприятии и его специфичности/переносу между зрительными признаками. Был проведен трехдневный межгрупповой эксперимент, в ходе которого испытуемые практиковались в усреднении ориентаций или цветов групп треугольников с прохождением пре- и посттестов (тестирования до и после тренировочных сессий). Результаты показали повышение точности в усреднении того или иного признака вследствие тренировки, однако отсутствие изменений в точности усреднения второго признака, перенос на который предполагался. Так, мы пришли к выводу, что ансамблевое восприятие подвержено перцептивному научению, но перенос научения между зрительными признаками в извлечении ансамблевых статистик, вероятно, затруднен.

**Ключевые слова:** восприятие ансамблей, научение, зрительные признаки, перенос, психофизика

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

### Введение

Восприятие ансамблей – способность человека извлекать из групп схожих объектов статистические показатели (среднее, размах, дисперсия) и форму распределения тех или иных признаков, включая ориентацию, цвет, направление и скорость движения, размер и др., а также численность объектов. Это перцептивный механизм, позволяющий наблюдателю преодолевать перенасыщение информацией, поступающей в сенсорные системы, а также ограничения внимания и рабочей памяти (Whitney, Leib, 2018).

Несмотря на большой массив работ, посвященных восприятию ансамблей, существуют неисследованные аспекты, в частности – перцептивное научение в ансамблевом восприятии и его специфичность/перенос. Так, была показана возможность научения в извлечении средней ориентации и в обнаружении

выбросов (нахождение элемента, выбивающегося из группы по определенному признаку), а также перенос научения от второй задачи к первой, но не в обратном направлении (Hochstein, Pavlovskaya, 2020). Тем не менее перенос научения между признаками и само научение в восприятии ансамблей на сегодняшний день практически не изучены. В данной работе мы задаемся двумя вопросами: (1) Возможно ли перцептивное научение в восприятии ансамблей? (2) Возможен ли перенос научения между зрительными признаками в извлечении ансамблевых статистик?

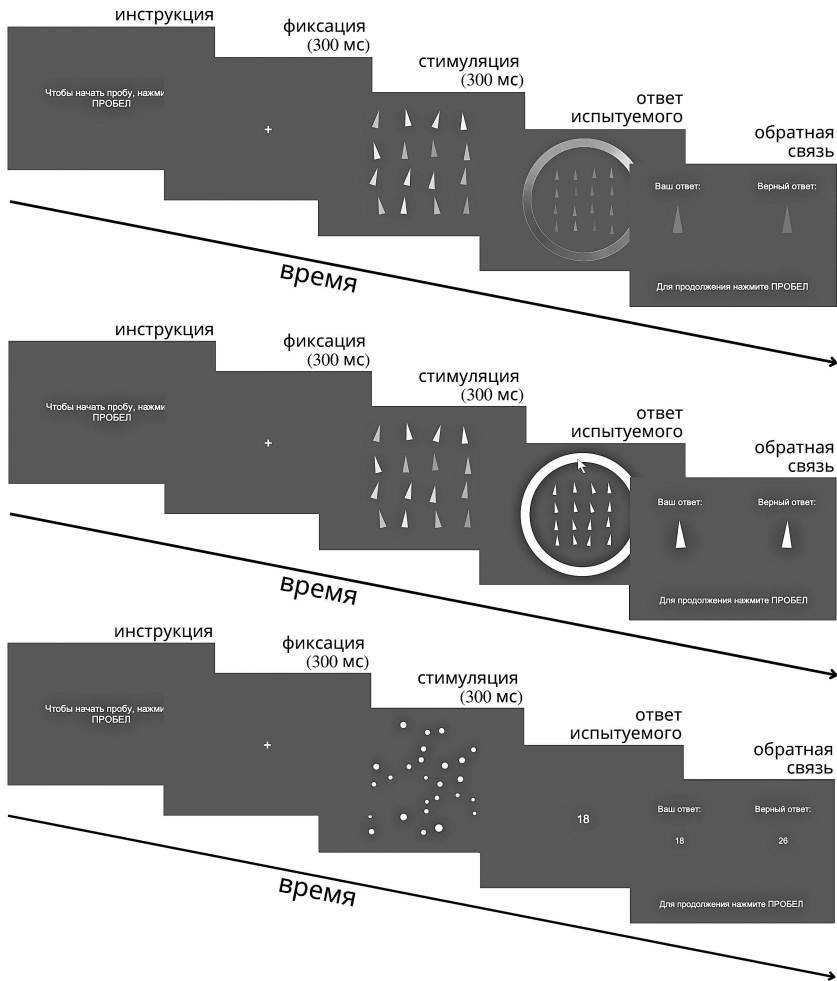
## Методика

Выборка составила 12 человек ( $M=20.6$  года). Примеры экспериментальных проб представлены на рис. 1. Каждая проба начиналась с фиксационного креста (300 мс), за которым следовал набор из 16 разноцветных равнобедренных треугольников с разной ориентацией острого угла (300 мс). Далее испытуемые отчитывались о среднем цвете или средней ориентации треугольников на цветовой или ориентационном кольце (в центре кольца находился набор из 16 треугольников с корректируемыми цветом или ориентацией от изменения положения мыши на кольце) и получали обратную связь о правильности своих ответов.

Средние значения двух признаков для набора треугольников определялись независимо друг от друга и генерировались случайно из равномерных распределений для каждой пробы. Среднее значение определялось как случайное число от 0 до  $359^\circ$ , размах генерировался из диапазона от 30 до  $120^\circ$  с шагом  $2^\circ$ . В каждой пробе было восемь пар треугольников с разными значениями обоих признаков: восемь значений генерировались с интервалами друг от друга, равными  $1/7$  от размаха, и были равномерно распределены на отрезке [ср. знач.  $-1/2 \times$  размах; ср. знач.  $+1/2 \times$  размах].

В эксперименте также было контрольное условие – определение численности предъявленных объектов, в качестве которых использовались круги. Контрольные пробы строились аналогично экспериментальным. Численность кругов варьировалась от 1 до 36, диаметр каждого выбирался из диапазона от 12 до 37 пикселей и был независим от численности.

Испытуемые были случайно распределены в одну из двух групп: одна группа практиковалась в усреднении ориентаций (группа ориентации), вторая – в усреднении цветов (группа цвета). Они проходили три составных блока: блок претестов, включающий в себя претесты цвета, ориентации и определения численности (100 проб в каждом), блок научения, состоящий из трех серий (по 750 проб в каждой серии), и блок посттестов, включающий в себя, подобно блоку претестов, посттесты цвета, ориентации и численности (по 100 проб). Претесты и посттесты состояли из проб, подобных основным, и позволяли измерить способность усреднять признаки / определять численность до и после тренировочных серий для вывода о наличии/отсутствии научения. Эксперимент длился три дня: блок претестов и одну серию научения испытуемые проходили в первый день, две оставшиеся серии научения – во второй день и блок посттестов – в третий день. Порядок прохождения претестов совпадал

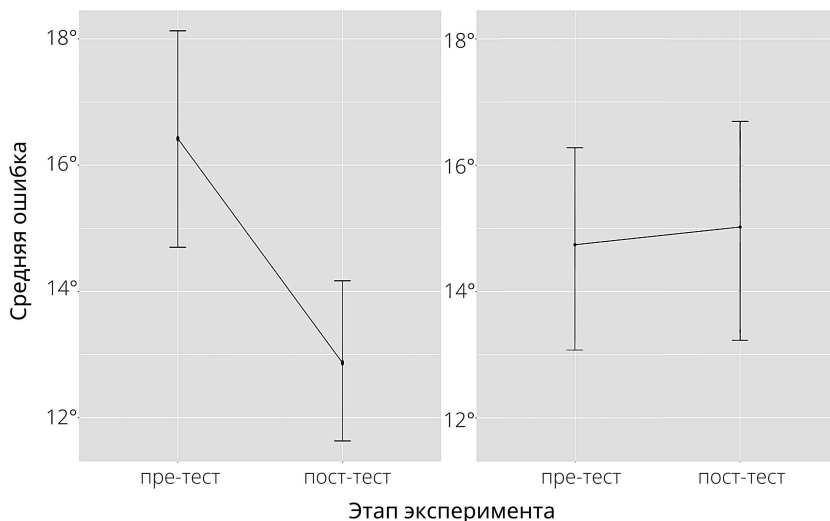


**Рисунок 1.** Примеры проб с отчетом о среднем цвете, средней ориентации и численности (разные оттенки серого соответствуют разным цветам, использованным в пробах)

с порядком посттестов для каждого испытуемого и был рандомизирован между испытуемыми.

### Анализ данных

Ключевое анализируемое значение – точность ответов, выражаемая в средней ошибке в тесте/серии научения. Значение ошибки в условиях цвета и ориентации вычислялось как модуль разности ответа испытуемого и верного



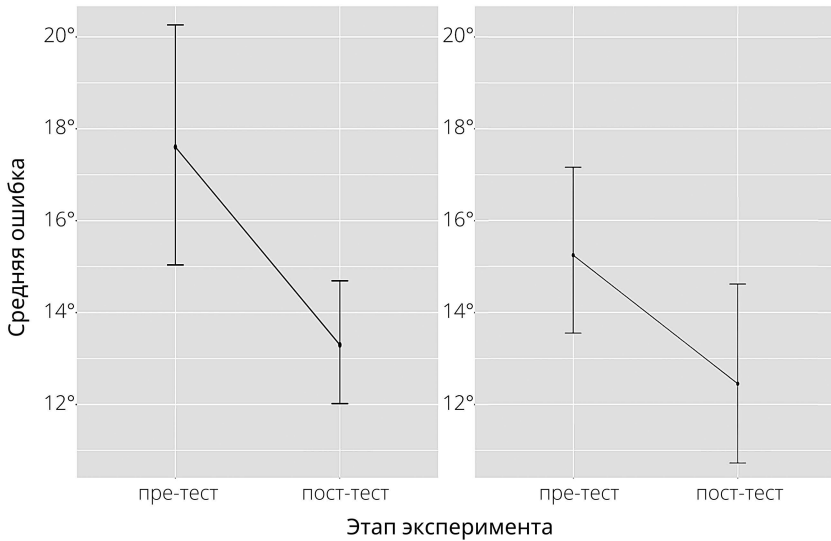
**Рисунок 2.** Средняя ошибка в пре- и посттестах для признака, который усредняли испытуемые во время тренировок (слева), и для признака, который не усреднялся в тренировке (справа)

ответа и могло быть от 0 до 180°. В контрольном условии ошибка считалась как модуль разности между ответом испытуемого и верным ответом, деленный на верный ответ. Пробы, где ошибка превышала среднюю ошибку более чем на три стандартных отклонения распределения ошибок испытуемого в конкретном тесте, были исключены из дальнейшего анализа.

## Результаты

Средняя ошибка для целевого признака, который испытуемые усредняли во время тренировок (для цвета в группе цвета и для ориентации в группе ориентации — в анализ были включены данные обеих групп), в посттесте оказалась ниже ошибки в претесте ( $V(11)=76$ ,  $p<.001$ ,  $r=.83$ ), что свидетельствует о научении в усреднении признаков (рис. 2). Также были сравнены пре- и посттесты по второму признаку — побочному (перенос на который предположительно мог произойти): переноса научения обнаружено не было ( $V(11)=33$ ,  $p=.689$ ,  $r=.14$ ).

Помимо общего научения, было рассмотрено научение в рамках отдельных признаков (рис. 3) и его перенос. В обоих экспериментальных условиях произошло уменьшение средней ошибки в посттесте по сравнению с претестом (ориентация:  $V(5)=20$ ,  $p=.031$ ,  $r=.81$ ; цвет:  $V(5)=21$ ,  $p=.016$ ,  $r=.9$ ). Перенос научения не был обнаружен (с ориентации на цвет:  $V(5)=7$ ,  $p=.781$ ,  $r=.3$ ; с цвета на ориентацию:  $V(5)=11$ ,  $p=.5$ ,  $r=.04$ ). Наконец, в контрольном условии уменьшения/увеличения ошибки в посттесте относительно претеста обнаружено не было ( $V(11)=50$ ,  $p=.424$ ,  $r=.25$ ).



**Рисунок 3.** Средняя ошибка в пре- и посттестах ориентации (слева) и цвета (справа) для отдельных групп

### Обсуждение и выводы

Полученные результаты свидетельствуют о возможности научения в извлечении ансамблевых статистик, в частности – в усреднении простых зрительных признаков, таких как цвет и ориентация. Результаты исследования согласуются с данными, полученными ранее (Hochstein, Pavlovskaya, 2020), и экстраполируют выводы о научении на новый признак и другие стимулы. Отсутствие переноса научения напрямую говорит о его специфичности в усреднении низкоуровневых зрительных признаков. Вероятно, механизмы, отвечающие за извлечение статистик для разных признаков, независимы, как и сами признаки, что соответствует результатам ряда работ (Yörük, Boduroglu, 2020; Khvostov, Utochkin, 2019).

Согласно теории обратной иерархии (Hochstein, Ahissar, 2002; Ahissar, Hochstein, 2004), научение – это процесс, направляемый сверху вниз и начинающийся в высокоуровневых областях зрительной системы. Однако чем больше точечной информации нужно для выполнения задачи, тем более ранние области коры задействуются, поскольку в них кодируется и хранится более детальная информация, и тем специфичнее научение. Достаточно высокое значение полученных средних ошибок говорит об относительной сложности задачи – следовательно, в ходе научения в восприятии ансамблей (по крайней мере, с низкоуровневыми признаками) задействуются ранние области коры, и это научение является низкоуровневым, что согласуется с отсутствием переноса между признаками. Сравнивая с переносом между задачами в другой

работе (Hochstein, Pavlovskaya, 2020), можно предположить, что обнаружение выбросов является более высокоуровневой задачей, чем усреднение признаков, и научение в обнаружении выбросов менее специфично, что согласуется с односторонностью переноса.

## Литература

Ahissar M., Hochstein S. The reverse hierarchy theory of visual perceptual learning // Trends in Cognitive Sciences. 2004. Vol. 8. No.10. P. 457–464. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.08.011>

Hochstein S., Ahissar M. View from the top: Hierarchies and reverse hierarchies in the visual system // Neuron. 2002. Vol. 36. No.5. P. 791–804. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(02\)01091-7](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(02)01091-7)

Hochstein S., Pavlovskaya M. Perceptual learning of ensemble and outlier perception // Journal of Vision. 2020. Vol. 20. No. 8. P. 13. <https://doi.org/10.1167/jov.20.8.13>

Khvostov V.A., Utochkin I.S. Independent and parallel visual processing of ensemble statistics: Evidence from dual tasks // Journal of Vision. 2019. Vol. 19. No. 9. P. 3. <https://doi.org/10.1167/19.9.3>

Whitney D., Leib A.Y. Ensemble perception // Annual Review of Psychology. 2018. Vol. 69. No. 1. P. 105–129. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044232>

Yörük H., Boduroglu A. Feature-specificity in visual statistical summary processing // Attention, Perception, & Psychophysics. 2020. Vol. 82. No. 2. P. 852–864. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01942-x>

## LEARNING TRANSFER BETWEEN VISUAL DIMENSIONS IN ENSEMBLE PERCEPTION

A. S. Marutyan\* (1), V. A. Khvostov (1, 2)

[asmarutyan@edu.hse.ru](mailto:asmarutyan@edu.hse.ru)

1 – Higher School of Economics, Moscow;

2 – University of Iceland, Reykjavik

**Abstract.** Ensemble perception is the ability to extract from groups of similar objects statistical information and the form of distribution of certain features, including orientation, color, motion direction and speed, and size. It is a perceptual mechanism that allows a person to interact with the world, avoiding sensory overload and overcoming the limitations of attention and working memory. This study focuses on perceptual learning in ensemble perception and its specificity/transference between visual features. A three-day intergroup experiment was conducted in which subjects practiced averaging the orientations or colors of a set of triangles, with pre- and post-tests (testing before and after training sessions). The results showed an increase in accuracy of averaging either dimension due to training, but no change in accuracy in averaging the second dimension, a learning transfer to which had been assumed. Thus, we conclude that ensemble perception is subject to learning, but the transfer of learning between visual features in the extraction of ensemble statistics seems to be problematic.

**Keywords:** ensemble perception, learning, visual features, transfer, psychophysics

This article is an output of a research project implemented as part of the Basic Research Program at HSE University.