

Научный обзор

УДК 159.9.07

<https://doi.org/10.21702/rpj.2022.4.2>

Осознанное восприятие: дискретность vs непрерывность

Дарья И. Костина¹✉, Маргарита Г. Филиппова², Михаил В. Аллахвердов³, Виктор М. Аллахвердов⁴
^{1, 2, 3, 4} Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

✉ d.kostina125@gmail.com

Аннотация: Введение. Является ли восприятие дискретным или непрерывным? Этот вопрос имеет давнюю историю, но в свете полученных в последние годы экспериментальных данных снова обретает актуальность. Имеющиеся модели опираются на разное понимание дискретности, и в них выделяются разные единицы дискретного восприятия. **Теоретическое обоснование.** В статье рассматривается развитие дискретных моделей восприятия и разбираются различные теоретические обоснования дискретности. **Результаты и их обсуждение.** Приводится обзор экспериментальных исследований, поддерживающих дискретные модели, обсуждаются основные направления их критики. Результаты новых исследований поддерживают идею о том, что дискретно именно осознаваемое восприятие, тогда как неосознаваемая обработка информации может быть непрерывной или осуществляться с большим временным разрешением. Сравниваются два популярных современных подхода к дискретному восприятию. В рамках одного из них предполагается, что дискретная единица восприятия относительно невелика и связана с временным разрешением, при этом она не является универсальной – дискретизация может осуществляться с разной частотой, например, для разных модальностей. В рамках второго подхода дискретизация связывается с необходимостью вычисления наилучшей осмысленной интерпретации поступающих данных. Дискретная единица в этом подходе (временное окно неосознаваемой обработки) является универсальной, но ее длительность не фиксирована и зависит от характера поступающих данных. Также предлагается альтернативный подход, опирающийся на положения концепции негативного выбора В. М. Аллахвердова, из которой также следует существование окна неосознаваемой обработки, длительность которого не является постоянной. Новизна данного подхода в том, что длительность окна связывается со сложностью операций контроля, задачей которого является отбор информации для поступления в сознание. Обсуждается возможность использования этого подхода для объяснения временной динамики эффектов прайминга и мигания внимания, за непостоянством временных границ которой мы видим проявление общей логики дискретизации.

Ключевые слова: дискретное восприятие, зрительное восприятие, перцептивный момент, постдиктивные эффекты, окно интеграции, сознание, негативный выбор, прайминг-эффекты, негативный прайминг, ЭЭГ-осцилляции

Основные положения:

- недавно полученные данные указывают на то, что величина дискретной единицы осознанного восприятия может достигать нескольких сотен миллисекунд;
- дискретизация на уровне неосознаваемой обработки осуществляется с большей частотой; согласно развиваемому нами подходу, дискретизация на уровне осознанного восприятия связывается с необходимостью контроля подготовленной репрезентации перед осознанием;
- сложность операций контроля, выполняемых перед осознанием, влияет на длительность окна неосознаваемой обработки;
- идея о зависимости длительности «окна» от сложности операций контроля имеет потенциал для объяснения временной динамики ряда экспериментальных эффектов, таких как маскированный прайминг-эффект или эффект мигания внимания.

Финансирование: Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 22-28-01242 «Квантование поступающей информации на дискретные единицы в процессе ее осознания»).

Для цитирования: Костина, Д. И., Филиппова, М. Г., Аллахвердов, М. В., Аллахвердов, В. М. (2022). Осознанное восприятие: дискретность vs непрерывность. *Российский психологический журнал*, 19(4), 23–46. <https://doi.org/10.21702/rpj.2022.4.2>

Введение

Когда мы что-то осознанно воспринимаем (например, движение), как изменяется содержание нашего сознания во времени? Обновляется ли оно непрерывно или дискретно (в отдельные моменты)?

Проблема временной организации восприятия обсуждается философами со времен античности (апория «Стрела» Зенона) до наших дней. Формулировки конкретных вопросов, рассматриваемых в ее рамках, менялись как со временем, так и в зависимости от того, в каком контексте эта проблема поднималась. Dainton (2018) так формулирует ее базовый вариант, занимавший философов в течение столетий: кажется, что непосредственно восприниматься может только настоящее – а, значит, непосредственное восприятие должно быть лишено временного измерения. Но как в таком случае мы можем непосредственно воспринимать изменения объектов? Некоторые из вариантов ответа на этот вопрос предполагают, что, несмотря на субъективное переживание восприятия как непрерывного потока, этот процесс требует некоторой дискретности.

В когнитивной психологии вопрос о дискретности восприятия в последнее время снова стал актуальным предметом дискуссии (напр., Herzog et al., 2016; White, 2018; Fekete et al., 2018; Doerig et al., 2019) в связи с получением ряда новых экспериментальных данных, поддерживающих дискретные модели. В данной статье мы постараемся обосновать логическую необходимость дискретизации процесса восприятия и рассмотрим основные теоретические и эмпирические аргументы в пользу дискретных моделей. Мы также обратим внимание на критику имеющихся моделей дискретного восприятия и предложим возможный механизм работы дискретного восприятия, который, как нам представляется, учитывает недостатки других моделей.

Для этого сначала попробуем разобраться, что понимается под дискретностью и непрерывностью. Вопрос о дискретности восприятия в общем смысле – это вопрос о том, возникают ли образы восприятия непрерывно или в отдельные моменты времени (Doerig et al., 2019). Miller (1988) отмечает, что, когда мы говорим об обработке информации когнитивной системой, строгое математическое определение дискретности и непрерывности неточно описывает их различие, поэтому целесообразнее разводить эти процессы, основываясь на величине дискретной единицы, а не на самом факте ее наличия. Можно рассматривать некий процесс как непрерывный, даже если на уровне его нейронного механизма он является в строгом смысле дискретным, но при этом его дискретная единица чрезвычайно мала. Таким образом, того факта, что в основе восприятия лежит дискретная (импульсная) работа головного мозга, недостаточно для того, чтобы определить само восприятие как дискретный процесс.

Понимание того, что именно является дискретной единицей, когда мы говорим об осознанном восприятии, варьируется в зависимости от подхода. Dainton (2018) выделяет 3 основные группы философских подходов к решению проблемы временной организации восприятия: синематические модели, модели с удержанием и модели с расширением. Синематические модели предполагают, что «поток сознания» состоит из непрерывной последовательности статичных «кадров». В моделях с удержанием единицами являются «эпизоды», которые сами по себе лишены временного расширения, но предполагают интеграцию новых данных с теми, которые поступили какое-то время назад, за счет чего могут быть репрезентированы свойства объектов, зависящие от изменений во времени. Как отмечают Herzog et al. (2020), временные характеристики объектов в рамках этих моделей кодируются в невременном формате, подобно другим признакам, таким как форма или цвет. Третья группа моделей – модели с расширением – предполагает, что эпизоды сознания сами по себе расширены во времени, поэтому изменения могут быть репрезентированы в них непосредственно. Рассматривая помимо философских моделей также психологические, Herzog et al. (2020) добавляют к этой классификации параметр дискретности, отмечая, что все три типа моделей могут предполагать как дискретность, так и непрерывность восприятия.

В рамках подхода, который можно обозначить как дискретный синематический, предполагается, что восприятие является дискретным, если оценка двух событий как последовательных или одновременных зависит не только от временного интервала между ними, но и от того, в какой именно момент они были предъявлены относительно некоего дискретного нейронального процесса (VanRullen & Koch, 2003). В рамках альтернативного подхода (Herzog et al., 2020) дискретность связывается не с восприятием последовательности/одновременности, а с тем, как происходит интеграция данных, предшествующая появлению образа восприятия: в рамках дискретного временного окна (дискретные модели с удержанием) или непрерывно, в рамках скользящего временного окна (непрерывные модели с удержанием) (Herzog et al., 2020).

Теоретическое обоснование

Развитие идеи дискретного восприятия

Рассматриваются факторы, способствовавшие распространению дискретных моделей в первой половине XX в. Обсуждается развитие дискретных моделей: от классической модели Stroud (1967) до современных подходов, признающих возможность одновременной дискретизации с разной частотой (VanRullen & Koch, 2003; VanRullen, 2016). Приводится

двухстадийная модель М. Herzog и коллег (Herzog et al., 2016; Herzog et al., 2020), объединяющая сильные стороны как дискретных, так и непрерывных моделей.

Идея дискретного восприятия несколько раз за время своего существования приобретала и теряла популярность. Будучи сформулированной в явном виде в XIX в. философом К. Э. фон Бэрмом (VanRullen, 2018), вскоре она получила и первые экспериментальные подтверждения. К примеру, было показано, что два последовательно предъявленных на одной позиции стимула воспринимаются как один, если интервал между ними меньше определенного порога, и как два – если больше (по Sokoliuk & VanRullen, 2019) (позже оказалось, что это можно объяснить и без допущения о дискретности, см. п. «Критика и защита дискретных моделей», – прим. авт.), также был впервые продемонстрирован фи-феномен (по Шульц, Шульц, 2002). Широкое распространение идея дискретности восприятия получила в начале XX в. (по VanRullen, 2018; White, 1963), чему способствовало появление кинематографа (ставшего метафорой процесса восприятия), а также открытие альфа-ритма (который сразу же попытались связать с циклической работой процессов, обеспечивающих восприятие (обз. Harter, 1967)).

Поспособствовало популярности дискретных моделей и распространение компьютерной метафоры. Так, J. M. Stroud, автор одной из влиятельных моделей дискретного восприятия, высказывает предположение, что человеческий мозг подобно компьютеру «решает логические задачи за конечное число шагов в конечное время», из чего делается вывод о необходимой дискретности процесса обработки информации (Stroud, 1967, p. 625). Психологическое время, согласно предложенной им модели, является дискретным и состоит из перцептивных моментов, каждый из которых равен примерно ста миллисекундам (однако эта величина, как полагает автор, может варьироваться в пределах 50–200 мс). В рамках одного такого момента теряется всякая информация о временных параметрах, таких как длительность и порядок появления стимулов. Если с точки зрения физического времени такой «момент» обладает определенной протяженностью, с точки зрения психологического времени это – минимальная единица, лишенная временного измерения. В рамках предложенной выше классификации, эту модель можно отнести к дискретным синематическим моделям.

J. M. Stroud связывает величину перцептивного момента с восприятием движения. Предполагается, что движение в фильме будет восприниматься как движение, если хотя бы один кадр фильма будет предъявляться в один такой «момент». Это отличает модель J. M. Stroud от современных синематических моделей, где предполагается, что движение может быть репрезентировано в рамках одного «момента», несмотря на его статичность, поскольку на нейронном уровне движение кодируется (подобно признакам статичных объектов) как частота импульсации соответствующего нейрона-детектора (Crick & Koch, 2003).

Схожую с концепцией J. M. Stroud модель универсальных для всех модальностей дискретных единиц восприятия предложил Röppel (1997, 2009). Длительность таких единиц 30–40 мс, и предполагается, что в их рамках все события воспринимаются как одновременные. Обработка информации с лучшим временным разрешением возможна (это требуется, например, для локализации звука в пространстве), но для того, чтобы события были восприняты как последовательные, они должны попасть в два разных блока. Один из современных подходов, развивающий идеи, предложенные в первых дискретных синематических моделях, также связывает дискретизацию с временным разрешением восприятия и предполагает, что в рамках одного перцептивного момента всякая временная информация

теряется (напр., VanRullen & Koch, 2003; VanRullen, 2016; Schneider, 2018; Ronconi et al., 2018). VanRullen & Koch (2003) вслед за J. M. Stroud предполагают, что величина перцептивного момента (т. е. частота, с которой работает обеспечивающий дискретное восприятие мозговой механизм) может варьироваться в зависимости от перцептивных характеристик стимула, а также – от внимания наблюдателя и особенностей задачи. Однако важным отличием от ранних моделей является отказ от идеи о том, что перцептивный момент, пусть даже имеющий переменную величину, является универсальной единицей восприятия. Предполагается, что дискретизация может осуществляться одновременно с разной частотой (например, для разных модальностей или для разных перцептивных признаков) (VanRullen & Koch, 2003; VanRullen, 2016).

В последние годы получено много новых свидетельств дискретности восприятия, что позволяет уточнять ранее предложенные и критикуемые модели. Один из современных подходов, развивающий идею дискретного восприятия, претендующий на то, чтобы разрешить противоречия предыдущих, – это подход М. Herzog и коллег (Herzog et al., 2016; Herzog et al., 2020). В данном подходе дискретность восприятия связывается с необходимостью интеграции информации во времени и, что главное (поскольку интеграция сама по себе может осуществляться и непрерывно), – с построением осмысленной интерпретации полученных данных (а это уже дискретный процесс).

Предполагается, что дискретному осознанию предшествует период неосознаваемой обработки, длительность которого может изменяться в зависимости от особенностей поступающей информации. Причем, бó льшую часть этого времени занимает не выделение признаков, а вычисление наилучшей интерпретации.

В рамках приведенной в предыдущем пункте классификации модель М. Herzog и коллег относится к дискретным моделям с удержанием. Длительность окна неосознаваемой обработки в рамках данного подхода не связана напрямую с временным разрешением – хотя содержание сознания обновляется дискретно, временные параметры (такие как длительность или последовательность предъявления стимулов) не теряются, как в синематических моделях, а кодируются в невременной форме подобно таким признакам, как цвет или форма. Как пишут авторы: «40-миллисекундный стимул не воспринимается непрерывно в течение тех 40 мс, что он предъявляется... Скорее, его длительность закодирована как, например, выходное значение некоторого детектора длительности» (Herzog et al., 2020, p. 833). При этом все свойства попадают в сознание одновременно, как часть единого согласованного образа восприятия, независимо от того, как происходил их анализ.

Экспериментальные данные М. Herzog и коллег показывают, что длительность дискретного окна интеграции может достигать 450 мс, т. е. примерно с такой задержкой может происходить осознание. Предлагаемая модель не накладывает каких-либо логических ограничений на возможную длительность таких окон. Авторы, однако, отмечают, что окна большей длительности могут требоваться в ситуации, когда поступающие данные многозначны или зашумлены. Высказывается предположение, что типичная длительность в 300–400 мс может быть оптимальной: достаточно большой для вычисления однозначной интерпретации, но достаточно маленькой, чтобы возможно было вовремя отреагировать на полученные данные. При этом авторы отмечают, что простые автоматические реакции могут осуществляться еще до завершения интеграции и осознания.

Для чего нужна дискретизация?

Разбираются различные теоретические обоснования дискретности восприятия, такие как большая предполагаемая эффективность дискретной обработки (VanRullen & Dubois, 2011; Chota & VanRullen, 2019); снижение неопределенности, связанной с разной скоростью обработки разных типов информации (Röppel, 2009), необходимость построения осмысленной и однозначной интерпретации поступающих данных (M. Herzog и коллеги, B. J. Baars, В. М. Аллахвердов) и проверка подготовленной интерпретации перед осознанием (В. М. Аллахвердов).

Начиная с одного и того же вопроса: является ли осознанное восприятие непрерывным или состоит из дискретных единиц, авторы, относящиеся к разным подходам, по-разному теоретически обосновывают свой выбор в пользу дискретности (напр., VanRullen & Koch, 2003; Chakravarthi & VanRullen, 2012; Herzog et al., 2020).

В рамках подхода, развивавшегося в ранней когнитивной психологии, дискретизация обосновывалась предположением о логической природе обработки информации в мозге (Stroud, 1967). В качестве аргумента в пользу дискретных алгоритмов приводилась их большая предполагаемая эффективность (Harter, 1967; Shallice, 1964).

Авторы одного из современных подходов (VanRullen & Dubois, 2011; Chota & VanRullen, 2019) также апеллируют к большей эффективности дискретной обработки: вместо того, чтобы непрерывно обрабатывать поступающие данные, зрительная система отбирает их с определенной частотой, тестируя среду на наличие изменений. Непрерывный поток при этом разбивается на дискретные порции, которые поступают для дальнейшей обработки.

Иной подход предлагает Röppel (2009), обосновывая необходимость дискретизации с точки зрения проблематики временного восприятия. E. Röppel указывает на проблему: скорость передачи и обработки информации различается для разных модальностей и разных типов информации в рамках одной модальности. Так, аудиальная и зрительная информация с разной скоростью достигает центральных структур в мозге. E. Röppel предполагает, что для минимизации неопределенности мозг использует нейронные осцилляции – все данные, поступившие в рамках одного периода, интегрируются в один блок и рассматриваются как одновременные (т. е. один период осцилляций задает один «перцептивный момент», – прим. авт.).

Говоря об эффективности, разные авторы, как правило, не проводят явного разделения между неосознаваемой обработкой и обновлением содержания сознания. При этом множество данных указывает на то, что на неосознаваемом уровне информация может обрабатываться с большим временным разрешением, чем на осознаваемом (обз. Elliott & Giersch, 2016), а обоснование с позиции эффективности вычислений либо снижения неопределенности не позволяет объяснить, зачем дополнительное снижение разрешения происходит при переходе от неосознаваемой обработки к осознаваемой.

Еще одну альтернативную гипотезу предлагает Chota (2020): дискретизация информации может быть важна для реализации алгоритмов предсказательного кодирования, позволяя сравнивать поступившие данные с предсказанными.

В рамках подхода, который развивают M. Herzog и коллеги (Herzog et al., 2016; Herzog et al., 2020), дискретизация на уровне осознанного восприятия связывается с необходимостью построения осмысленной и однозначной интерпретации поступающих данных, что невозможно, если интеграция и обновление сознания происходят непрерывно (см. п. «Критика и защита дискретных моделей»). Схожие идеи высказывают также Elliott & Giersch (2016).

Рассматриваемый подход согласуется с размышлениями других авторов, которые приходят к необходимости дискретной обработки информации, т. к. требуется проверка результатов обработки для их дальнейшего использования. Например, Baars (1988) приводит такой пример: если мы считаем $A + B = C$, а $C + D = E$, то мы не можем выполнить второе действие, не выполнив на предыдущем шаге первое действие и не проверив корректность выполнения задания. Схожую идею высказывает В. М. Аллахвердов (Аллахвердов, 2021), который предполагает, что перед осознанием требуется проверка подготовленных репрезентаций на согласованность и непротиворечивость, что было бы невозможным, если бы репрезентации непрерывно трансформировались из-за поступления новых данных.

Таким образом, теоретически можно предположить, что восприятие должно быть дискретным, однако необходимо понять, как именно реализуется этот процесс. Для этого рассмотрим некоторые основные направления исследований, которые внесли вклад в развитие идеи дискретного восприятия.

Результаты и их обсуждение

В последнее время появляется всё больше данных, поддерживающих дискретные модели восприятия. Можно выделить несколько направлений таких исследований.

Исследования ритмов восприятия, обусловленных ЭЭГ-осцилляциями

Приводятся экспериментальные свидетельства связи между ЭЭГ-осцилляциями и циклическими изменениями в восприятии. Рассматриваются гипотезы, предполагающие связь ЭЭГ-ритмов и работы механизмов, обеспечивающих дискретное восприятие.

ЭЭГ-осцилляции часто связывают с функционированием нейронного механизма, лежащего в основе дискретного восприятия (напр. Valera et al., 1981; VanRullen, 2016). Для альфа-ритма первые такие гипотезы появились вскоре после его обнаружения. Так, W. Pitts и W. S. McCulloch в 1947 г. предложили идею «кортикального сканирования» (циклической последовательной активации участков коры), лежащего в основе алгоритма распознавания форм, и связали этот процесс с альфа-ритмом (в данной модели такая циклическая последовательная активация суммируется с активацией, вызванной специфическими афферентами, позволяя последней преодолеть порог. Н. Виннер, развивавший схожую модель, сравнил этот процесс с процессом формирования изображения в телевизоре на основе телескопа (по Harter, 1967), – прим. авт.). Развивая данную идею, J. M. Stroud обозначил один период такого сканирования как один дискретный «момент» (по Harter, 1967). Альтернативная гипотеза, появившаяся в то же время, предполагала, что альфа-осцилляции отражают циклические изменения возбудимости коры (Lindsley, 1952), которые могут влиять и на восприятие, в том числе структурируя его во времени (Harter, 1967). Данная идея, в отличие от концепции «сканирования», сохраняет свою актуальность и в настоящее время (напр., Mathewson et al., 2009; Milton & Pleydell-Pearce, 2016).

Были получены многочисленные свидетельства связи между мозговыми ритмами и циклическими изменениями в процессе восприятия. Фаза ЭЭГ-осцилляций перед появлением стимулов коррелирует с особенностями реакции на них во множестве задач на восприятие и внимание. При этом чаще всего такая связь наблюдается для альфа- и тета-диапазонов (альфа-ритм связывают с дискретизацией на уровне сенсорной обработки, а тета- – с дискретизацией на уровне внимания (VanRullen, 2016), – прим. авт.) (см. обз.: VanRullen et al., 2011; VanRullen,

2018; Haegens & Golombic, 2018). Такая связь была обнаружена для скорости реакции (напр., Callaway & Yeager, 1960; Drewes & VanRullen, 2011), для вероятности осознания околопороговых и маскированных стимулов (Busch et al., 2009; Mathewson et al., 2009; Busch & VanRullen, 2010; Fiebelkorn et al., 2013; Zhou et al., 2021) и вероятности увидеть вызванный ТМС-импульсом фосфен (Fakche et al., 2022), для эффективности зрительного поиска (Dugué et al., 2015), для того, насколько восприятие стимула определяется сформированными ранее ожиданиями (Sherman et al., 2016) и т. д. Помимо этого есть множество исследований, демонстрирующих ритмические колебания поведенческих показателей, таких как точность опознания стимула и время реакции (напр., Dehaene, 1993; обз. VanRullen, 2018).

Подтверждают ли эти данные существование дискретных единиц восприятия? Циклические изменения точности опознания кратковременно предъявляемого стимула могут говорить о том, что появляясь в определенную фазу цикла, он попадает между двумя перцептивными моментами и потому не воспринимается (VanRullen, 2018). Однако есть и альтернативное объяснение: восприятие не дискретно, а лишь подвержено циклическим изменениям, которые связаны, например, с изменениями возбудимости нейронов (VanRullen, 2016; Harter, 1967). Как отмечает R. VanRullen, чтобы говорить о дискретности, наблюдаемые изменения должны касаться не только качества восприятия, но и его временной структуры. И такие данные были получены (хотя их пока не очень много). Так, если два объекта соприкасаются, после чего второй начинает двигаться, оценка причинной связи между этими событиями связана не только с временным интервалом между ними, но и с фазой альфа-ритма перед соприкосновением объектов (Cravo et al., 2015). Также обнаружено, что при равном интервале между двумя стимулами фаза альфа-ритма перед их предъявлением связана с восприятием их как предъявленных одновременно или последовательно (Valera et al., 1981; Milton & Pleydell-Pearce, 2016), а частота альфа-ритма коррелирует с временным разрешением зрительного восприятия (Samaha & Postle, 2015). Когда на альфа-ритм участников воздействовали с помощью ТМС-стимуляции с частотой 10 Hz, их способность оценивать порядок двух быстро предъявляемых друг за другом стимулов варьировалась в зависимости от того, попадали ли они в одно искусственно создаваемое временное окно (между двумя ТМС-импульсами) или в разные (Chota et al., 2021).

Как уже упоминалось, одно из возможных обоснований дискретизации связано с предсказательной обработкой: с необходимостью сравнивать предсказания и поступающие данные (Chota, 2020). Согласно одной из гипотез, альфа-ритм может являться маркером такого вида обработки (Alamia & VanRullen, 2019). Alamia & VanRullen (2019) использовали простую модель, реализующую алгоритм предсказательного кодирования (в таких моделях нейроны каждого уровня предсказывают результат, который должен быть получен на предыдущем уровне, предсказание отправляется вниз, а вверх возвращается значение ошибки предсказания), и с помощью нее воспроизвели ряд особенностей альфа-осцилляций. Одна из таких особенностей – т. н. «перцептивное эхо» поступающего сигнала (VanRullen & Macdonald, 2012). Когда испытуемые смотрят на стимул, яркость которого случайным образом изменяется, между значениями яркости и ЭЭГ-сигналом наблюдается корреляция. При увеличении временного смещения между параметром стимула и ЭЭГ-сигналом данная корреляция колеблется с частотой, равной частоте альфа-ритма, и эти колебания постепенно затухают в течение 600–1000 мс (причем частота и амплитуда «перцептивного эха» у конкретного испытуемого коррелировали с частотой и амплитудой альфа-ритма, наблюдающегося в покое

при закрытых глазах, – прим. авт.). Alamia & VanRullen (2019) подавали на вход модели данные, соответствующие случайным образом изменяющейся яркости, а выход второго (верхнего) уровня рассматривался как аналог сигнала ЭЭГ. Когда добавленные в модель задержки между уровнями примерно соответствовали таковым в реальной биологической системе, функция кросс-корреляции между данными и модельным ЭЭГ-сигналом демонстрировала аналогичные колебания в альфа-диапазоне. На модели с большим числом уровней была воспроизведена и другая особенность альфа-осцилляций – их распространение в виде бегущих волн. Модель продуцировала прямые бегущие волны (в направлении от нижних слоев к верхним) во время обработки сенсорных данных и обратные бегущие волны, когда предсказания «сверху вниз» отправлялись, а данные на вход не подавались. Аналогичные волны были обнаружены и в реальном ЭЭГ-сигнале: прямые – когда испытуемые смотрели на сенсорную стимуляцию, и обратные – при закрытых глазах (в другом исследовании (Luo et al., 2021) была показана связь между «перцептивным эхом» и осознанным восприятием. Испытуемым предъявлялись два стимула в условиях бинокулярной конкуренции, при этом яркость каждого из стимулов независимо друг от друга случайным образом изменялось. Для каждого из них рассчитывалась в отдельности кросс-корреляция с ЭЭГ-сигналом. Мощность альфа-осцилляций «перцептивного эха» была выше для того из стимулов, который в данный момент осознавался. При этом распространение «перцептивного эха» как бегущей волны от теменных отделов к фронтальным происходило независимо от осознания, – прим. авт.).

Данные, представленные далее в пункте «Исследования длительных постдиктивных эффектов», показывают, что неосознаваемая интеграция информации может длиться до нескольких сот миллисекунд, что делает неправдоподобной идею о том, что содержание восприятия (если признать его дискретным) может обновляться с частотой альфа- или тета-ритмов. Поэтому мы предполагаем, что приведенные в данном пункте свидетельства касаются, скорее, неосознаваемых этапов обработки. Об этом же говорит и невозможность выделить одну универсальную частоту дискретизации (см. п. «Критика и защита дискретных моделей»).

Нам кажется важным уточнить, что та или иная длительность окна дискретизации на физиологическом уровне, наблюдаемая в представленных экспериментах, не обуславливает необходимость такого же временного окна дискретизации на уровне сознания, поскольку данное окно характеризуется не предельным разрешением, которое могут обеспечивать мозговые процессы, а логикой обработки и проверки информации для решения имеющихся задач. Можно предположить, что в одно окно обработки на психическом уровне может попадать несколько дискретных элементов информации, обработанных на физиологическом уровне. Поэтому необходимо рассмотреть и другие феномены, в которых проявляется дискретность сознательного восприятия и предложить возможные логические механизмы выбора длительности дискретизации.

Исследования поведенческих свидетельств дискретного восприятия

Сообщается о существовании феноменов, явно или косвенно подтверждающих дискретный подход: исследования восприятия последовательности или одновременности движения и его причинности, некоторых зрительных иллюзий (иллюзия мерцающего колеса, wagon wheel иллюзия). Отдельно рассматриваются постдиктивные эффекты (влияние последующих стимулов на восприятие предыдущих), которые предполагают, что информация интегрируется перед осознанием.

Многие ранние исследования сводились к поиску временного окна, в рамках которого все стимулы воспринимаются как предъявленные одновременно или, например, несколько последовательных вспышек сливаются и воспринимаются как одна (обз. White, 1963; VanRullen & Koch, 2003). Исследовались также временные параметры восприятия причинности, в условиях, когда движущийся объект касается другого объекта, после чего тот также начинает двигаться (Shallice, 1964). Обнаружилось, что при задержке менее определенного порога (до 56 мс) испытуемым кажется, что первый объект напрямую запускает движение второго. При увеличении интервала до 140 мс кажется, что второй объект «прилипает» к первому и начинает движение с задержкой, а при дальнейшем увеличении интервала причинная связь перестает восприниматься (по White, 2018). Т. Shallice предположил, что причинная связь не воспринимается, если интервал между соприкосновением и началом движения второго объекта включает два и более перцептивных момента. Если этот интервал включает только один момент, воспринимается и причинная связь, и задержка (эффект «прилипания»), если менее одного момента – только причинная связь (критикуя такое объяснение, White (2018) отмечает, что если перцептивный момент лишен субъективной длительности (версию, которую предложил J. M. Stroud), то при интервале, составляющем один перцептивный момент, восприятия задержки и «прилипания» не должно происходить. Другая проблема, которую отмечает Р. А. White – в ряде исследований восприятие причинности сохраняется при гораздо больших задержках, что зависит от условий предъявления, – прим. авт.). Позже стало понятно, что объяснение этих эффектов может быть объяснено без допущения о дискретности окна интеграции.

С дискретным восприятием связывают некоторые зрительные иллюзии, такие как иллюзия мерцающего колеса (кажущееся мерцание круга, состоящего из чередующихся белых и черных сегментов определенной пространственной частоты и расположенного на периферии поля зрения) (частота иллюзорного мерцания соответствует диапазону альфа-ритма (Sokolik & VanRullen, 2019), – прим. авт.) или иллюзия колеса телеги – кажущееся изменение направления его движения (Sokolik & VanRullen, 2019). Такое изменение наблюдается, если смотреть на запись, частота кадров в которой меньше, чем частота вращения, но в ряде исследований была показана возможность ее возникновения и при наблюдении вращения «вживую», когда внешние источники дискретизации отсутствуют. Иллюзия наблюдалась при разных частотах вращения, но максимума достигла при частоте порядка 10 Гц. White (2018), однако, полагает, что данная иллюзия возникает слишком редко (в 30 % проб) и при слишком большом диапазоне частот, чтобы ее можно было связывать с наличием дискретных «кадров» восприятия.

С дискретностью восприятия также связывают существование постдиктивных эффектов (напр. обз. Shimojo, 2014), состоящих в том, что стимул, предъявленный позже, оказывает влияние на восприятие стимулов, предъявленных ранее (Herzog et al., 2016; Schneider, 2018). Одни из наиболее известных примеров таких эффектов – цветной фи-феномен (Kolers & von Grünau, 1976) и эффект обратной маскировки (напр., Breitmeyer & Ogmen, 2000). Другие примеры: т. н. «кожный кролик» – схожий с фи-феноменом эффект в тактильной модальности (Geldard & Sherrick, 1972), а также иллюзорное изменение порядка последовательно предъявленных на короткое время стимулов (при задержке менее 50 мс второй стимул чаще воспринимается, как предъявленный первым, если его контрастность выше) (Bachmann et al., 2004).

Другой широко изучаемый феномен из этого ряда – эффект отставания вспышки (flash-lag effect; Nijhawan, 1994) и его различные вариации. Если один стимул движется, а второй

появляется в какой-то момент на короткое время, то позиция первого стимула при появлении второго переоценивается: кажется, что второй стимул появляется позже, чем на самом деле. Этот эффект наблюдается даже когда появление второго стимула совпадает с началом движения первого (т. е. они появляются одновременно), но отсутствует – если второй стимул появляется в момент прекращения движения первого (есть данные, что эффект может сохраняться и в этих условиях, но только если требуется оценивать абсолютную позицию движущегося стимула в конце движения, а не позицию относительно статичного объекта, как в большинстве исследований (Hogendoorn, 2020), – прим. авт.), что не позволяет полностью принять объяснение данного эффекта лишь экстраполяцией движения (Shimojo, 2014). Генерализованная версия данного эффекта наблюдается, когда первый стимул не движется, а изменяется каким-то другим образом, например постепенно меняет цвет или пространственную частоту (Sheth et al., 2000).

Также показано, что величина эффекта отставания вспышки коррелирует с фазой ЭЭГ-осцилляций (в альфа- и тета-диапазонах) в момент появления стимулов (Chakravarthi & VanRullen, 2012). Chota & VanRullen (2019) пошли дальше и задавали осцилляции искусственно: вокруг стимулов предъявлялось кольцо, яркость которого колебалась с частотой 10 Hz. Величина эффекта задержки вспышки менялась в зависимости от того, в какой фазе искусственно задаваемого цикла предъявлялся стимул, что согласуется с интерпретацией данного эффекта как возникающего в процессе дискретизации. Если в процессе дискретизации поступающей информации сохраняются сведения о положении стимулов лишь в конце дискретного временного окна, то чем ближе к концу такого окна предъявляется статичный стимул, тем точнее оценка положения движущегося стимула в момент его предъявления (Schneider, 2018).

Исследования длительных постдиктивных эффектов

Продолжается обсуждение постдиктивных эффектов. Если кратковременные постдиктивные эффекты, речь о которых шла в предыдущем пункте, могут быть объяснены моделями, предполагающими дискретизацию с частотой альфа- или тета-ритма, то обнаружение длительных (вплоть до 450 мс) постдиктивных эффектов свидетельствует о том, что осознаваемое содержание восприятия может обновляться реже, чем предполагают классические дискретные модели.

Изучение постдиктивных эффектов важно для определения величины дискретной единицы осознанного восприятия (а именно для того, чтобы наметить ее возможные граничные значения (Herzog et al., 2020)), поскольку они демонстрируют, какой длительности может быть интеграция до того, как произойдет осознание какого-либо (возможно, промежуточного) результата. Как отмечает White (2017), интеграция информации может происходить на интервалах от нескольких миллисекунд до нескольких секунд, в зависимости от типа этой информации. Так, тактильные стимулы, поступающие с интервалом в 1–2 мс, интегрируются в единый тактильный образ текстуры. При восприятии движения в условиях зрительного зашумления интеграция информации может занимать 2–3 секунды (Burr & Santoro, 2001). В недавнем исследовании было обнаружено, что при восприятии медленно изменяющегося зрительного стимула длительность интеграции может достигать 15 секунд (Manassi & Whitney, 2022). Речь, однако, не идет об интеграции, необходимой для осознания стимула как такового – осознание стимула не может происходить с задержкой на 15 секунд или даже на 3.

В последнее время, однако, стали появляться данные о постдиктивных эффектах длительностью до нескольких сот миллисекунд, возникновение которых невозможно объяснить дискретизацией с частотой, соответствующей альфа- или тета-ритму (напр. Thibault et al., 2016; Sun et al., 2017; Stiles et al., 2018; Drissi-Daoudi et al., 2019; Drissi-Daoudi et al., 2020; обз. Herzog et al., 2020). К примеру, верная подсказка о положении слабаразличимого стимула, предъявляемого на 50 мс справа или слева от точки фиксации, помогает точнее определить его наклон, даже когда появляется спустя 400 мс после самого стимула (Thibault et al., 2016).

В другом исследовании (Scharnowski et al., 2009) с помощью транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) манипулировали тем, признаки какого из двух стимулов будут доминировать после их интеграции. И хотя предъявление первого и второго стимулов вместе занимало всего 60 мс, влияние ТМС на их интеграцию сохранялось даже тогда, когда между предъявлением первого из стимулов и воздействием проходило 400 мс. Схожие результаты были получены при использовании вместо ТМС зрительной маскировки (Pilz et al., 2013). Маска влияла на то, какой из стимулов будет доминировать в интегрированном образе, даже когда предъявлялась через 200 мс после первого стимула. Эти данные показывают, почему простые исследования временного разрешения восприятия не позволяют определить его временную структуру (исследуя только временное разрешение, можно было бы увидеть, что при задержке между появлением первого и второго стимула в 30 мс, интеграция происходит, а при задержке в 200–400 мс стимулы воспринимаются по-отдельности, и из этих данных не было бы ясно, сколько по времени занимает интеграция, и с какой задержкой формируется итоговый образ восприятия, – прим. авт.).

Многообещающие результаты получены с помощью последовательной метаконтрастной парадигмы (Sequential Metacontrast Paradigm, SQM; Otto et al., 2009). В рамках этой парадигмы в центре экрана появляется прерывистая вертикальная линия, а далее – последовательность кадров с двумя параллельными прерывистыми линиями, удаляющимися друг от друга. На одной из двух расходящихся линий нужно удерживать внимание. Первая линия не замечается, т. к. последующие ее маскируют, но если ее нижняя часть смещена вправо или влево, это влияет на восприятие той из движущихся линий, к которой привлечено внимание, – ее нижняя часть кажется смещенной (в соответствии со смещением на первой центральной линии). Если далее на одном из кадров также присутствует смещение, они интегрируются: два смещения в противоположных направлениях «отменяют» друг друга (ни одно из них не осознается, и линия кажется прямой); два смещения в одном направлении суммируются (итоговое смещение кажется более выраженным). Интеграция осуществляется до осознания: участники не могут отчитаться об отдельных смещениях – лишь о суммарном образе восприятия.

С помощью этой парадигмы удалось показать (Drissi-Daoudi et al., 2019), что такая интеграция может осуществляться в рамках дискретного временного окна длительностью до 450 мс. На возникновение интеграции влиял не интервал между стимулами сам по себе, а то, попадали ли стимулы в одно дискретное окно или в разные (авторы удлиннили пробу и добавили в нее три кадра со смещениями вместо двух, причем между первым и вторым был больший интервал, чем между вторым и третьим. Тем не менее именно первое и второе смещения интегрировались друг с другом в восприятии (т. к., вероятно, попадали в одно временное окно), а третье воспринималось отдельно. При дальнейшем удлиннении пробы было показано, что интеграция во втором временном окне происходит так же, как и в первом (Drissi-Daoudi et al., 2019), – прим. авт.). Внезапное смещение стимулов на экране приводило к досрочному закрытию

окна; саккада же, вызывающая идентичное смещение относительно сетчатки, не прерывала интеграцию (Drissi-Daoudi et al., 2020). В другом эксперименте (Drissi-Daoudi et al., 2021) одна из расходящихся линий отсутствовала на нескольких кадрах, т. е. воспринимаемое движение прерывалось. При этом на экране либо было изображено препятствие, за которое линия как бы «заходила» и из-за которого потом «появлялась», либо такого препятствия не было. Кадры со смещениями располагались до и после разрыва. Если препятствие присутствовало, из-за чего казалось, что движение линии непрерывно (хотя какая-то часть движения и невидима), два смещения чаще интегрировались друг с другом; если же препятствие отсутствовало – чаще воспринимались по-отдельности. Также окно неосознаваемой интеграции оказалось более длительным в условиях большей сложности стимульного материала: когда между смещениями, интеграция которых проверялась, присутствовало два других, «отменявших» друг друга (Vogelsang et al., 2021).

Все эти данные показывают, что осознание может происходить с задержкой до нескольких сот миллисекунд, причем длительность такой задержки, по всей видимости, зависит от характера поступающей информации.

Критика и защита дискретных моделей

Рассматриваются основные направления критики дискретных моделей и ответы на эту критику, предлагаемые в рамках двухстадийной модели M. Herzog et al. (2020). Обсуждается идея дискретных единиц разной величины на уровне неосознаваемой обработки и осознанного восприятия как возможный вариант разрешения существующих противоречий.

Одно из основных направлений критики дискретных моделей – невозможность выделить универсальную длительность дискретной единицы восприятия и зависимость ее оценки от используемого метода (Herzog et al., 2016; White, 2018). К примеру, пороги обнаружения неодновременности и определения временного порядка варьируются под влиянием большого числа факторов, и в некоторых исследованиях могут достигать очень малых значений (напр. 6 мс) (White, 2018). Концепция «перцептивного момента» допускает, что его величина может изменяться в связи с особенностями стимулов, но проблемы возникают даже при рассмотрении очень схожих эффектов, получаемых на одних и тех же стимулах. Так, очень близки друг к другу эффект задержки вспышки (см. п. «Исследования поведенческих свидетельств дискретного восприятия») и эффект Фрелиха (последний отличается тем, что статичный стимул находится на том месте, откуда начинает движение второй). Модель, основанная на существовании «перцептивного момента», предполагает, что средняя выраженность обоих эффектов обусловлена его длительностью (Schneider, 2018). Morrow & Samaha (2022) воспроизвели оба эффекта на одной выборке, используя одинаковые стимулы, но не обнаружили корреляции между их величинами.

Ronconi et al. (2017) также сравнивали два схожих эффекта: слияние двух вспышек (при появлении двух стимулов на одной позиции) и кажущееся движение (при их появлении на разных позициях). Исследовалась связь возникновения интеграции стимулов (в противовес восприятию их по-отдельности) и фазы ЭЭГ-колебаний перед их появлением. Для обоих эффектов такая связь наблюдалась, но для разных ЭЭГ-ритмов и с разной задержкой относительно появления стимулов (в случае эффекта слияния двух вспышек точнее всего предсказать интеграцию можно было на основе фазы колебаний в альфа-диапазоне (8–10 Hz)

за 300–400 мс до предъявления первого стимула, в случае кажущегося движения – на основе фазы в тета-диапазоне (6–7 Hz) за 400–500 мс до предъявления первого стимула (Ronconi et al., 2017), – прим. авт.), что предполагает разную величину дискретной единицы.

White (2018) видит проблему с ЭЭГ-свидетельствами дискретного восприятия в большом разбросе частот, для которых была показана связь с теми или иными перцептивными эффектами (включая низкочастотные колебания от 1 Hz). Как справедливо отмечает Р. А. White, если верна гипотеза о существовании множественных перцептивных циклов, в рамках которых дискретизация осуществляется с разной частотой (предлагаемая авторами одного из дискретных подходов: VanRullen & Koch, 2003; VanRullen, 2016), то это говорит, скорее, о дискретности неких локальных процессов обработки, а не сознательного восприятия как такового.

Другое направление критики связано с тем, что интеграция, в том числе постдиктивная, может осуществляться непрерывно, в рамках «скользящих», а не дискретных временных окон. Так, простые эффекты, демонстрирующие наличие предельного временного разрешения восприятия, могут быть легко объяснены без обращения к идее перцептивного момента, с помощью алгоритмов низкочастотной фильтрации («размытия» сигнала) (VanRullen & Koch, 2003). Allport (1968), одним из первых предложивший идею непрерывного перцептивного момента (модель «движущегося момента»), отмечает, что существование периода, в рамках которого все события воспринимаются как одновременные, вовсе не обязательно говорит о дискретности. В модели D. A. Allport к данным применяется функция, наподобие скользящего среднего. Все события, которые разделяет время меньше, чем длительность «движущегося момента», воспринимаются как одновременные, но это отношение не транзитивно.

Fekete et al. (2018) полагают, что интеграцией в рамках «скользящего окна» можно объяснить и более сложные постдиктивные эффекты, которые обычно рассматривают как свидетельства в пользу дискретности восприятия. Авторы отмечают, что формирование образа восприятия с задержкой, т. е. постдиктивно, может происходить и в случае непрерывной интеграции. В качестве примера приводится модель сглаживания, предполагающая, что значение некоторого свойства в конкретной временной точке вычисляется с учетом данных, поступивших как за некоторый предшествующий период, так и за некоторый период после нее.

Ответ на данную критику со стороны авторов одного из дискретных подходов (Herzog et al., 2020) состоит в том, что идея скользящего временного окна не позволяет объяснить феноменологию постдиктивных эффектов, т. к. предполагает, что образ восприятия должен меняться со временем, а не осознаваться «в готовом» виде. Например, в случае с кажущимся движением, если верна модель непрерывной интеграции, должна осознаваться сначала одна статичная точка, затем движущаяся точка, а затем вторая статичная точка. Но так не происходит! И в действительности осознается только одна движущаяся точка.

В некоторых случаях зрительные иллюзии могут видоизменяться постдиктивно сложным образом под воздействием окружающего стимулы контекста (Noguchi et al., 2007). На наш взгляд, это также говорит против непрерывной интерпретации. Кроме этого, в случае скользящего временного окна невозможной становится какая-либо проверка на непротиворечивость или иной контроль полученной интерпретации перед осознанием (подробнее об этом в следующем пункте).

Появляются и первые прямые экспериментальные свидетельства существования дискретных окон интеграции (Drissi-Daoudi et al., 2019; см. п. «Исследования длительных постдиктивных эффектов»).

Довольно удачное, на наш взгляд, примирение противоречий между непрерывной и дискретной обработкой дается в рамках двухстадийной модели М. Herzog et al. (2020). Здесь предполагается, что дискретному формированию образа восприятия предшествует длительный период неосознаваемой обработки, в процессе которой мозг оперирует данными в достаточно высоком временном разрешении. Проблема множественных временных разрешений в данном случае не стоит, поскольку они касаются отдельных процессов неосознаваемой обработки и не определяют величину дискретной единицы осознанного восприятия (которая в любом случае, больше).

Данная модель исключает существование универсального перцептивного момента, в рамках которого теряется вся временная информация, но, согласно нашим представлениям, не противоречит существованию дискретизации в рамках локальных неосознаваемых процессов обработки. Так, авторы допускают, что на уровне неосознаваемой обработки может осуществляться предсказательное кодирование (Herzog et al., 2020), для реализации которого, как отмечалось ранее, может быть необходима дискретизация (Chota, 2020).

Концепция негативного выбора и перспективы ее использования

Освещается взгляд концепции В. М. Аллахвердова на дискретность восприятия, где дискретизация связывается с необходимостью контроля подготовленной репрезентации перед осознанием. Высказывается идея о зависимости дискретной единицы осознанного восприятия от сложности операций контроля, и рассматривается ряд эффектов, известных в когнитивной психологии, которые имеют схожую временную динамику, которая, согласно нашим представлениям, может быть объяснена попаданием стимулов в одно окно неосознаваемой обработки или в разные.

Близкое к предложенному в двухстадийной модели (Herzog et al., 2016; Herzog et al., 2020), но иное понимание дискретности процесса восприятия следует из концепции негативного выбора В. М. Аллахвердова (Аллахвердов, 2000; Allakhverdov et al., 2019; Аллахвердов, 2021). Согласно данному подходу, перед осознанием подготовленные репрезентации проверяются на согласованность, и те из них, которые не могут быть непротиворечиво объединены с остальными (например, потому что содержат альтернативные интерпретации тех же данных), помечаются определенным образом («негативно выбираются») и не попадают в сознание. Таким образом, в данном случае дискретизация связывается с необходимостью контроля подготовленной интерпретации перед осознанием.

Негативный выбор, как утверждается в данной модели, обладает последствием. Предполагается, что стимулы, обработанные, но не интегрированные в итоговую осознаваемую репрезентацию («негативно выбранные»), с трудом осознаются и в последующем, за счет чего их осознание происходит с задержкой.

Данная концепция также предполагает существование окна неосознаваемой обработки, длительность которого не является постоянной. Но если в модели Stroud (1967) длительность дискретной единицы восприятия изменяется в зависимости от физических параметров стимула, а в двухстадийной модели М. Herzog и коллег (Herzog et al., 2016; Herzog et al., 2020) – от того, сколько времени требуется для построения осмысленной интерпретации конкретных данных, то согласно концепции В. М. Аллахвердова эта длительность находится под влиянием сложности операций контроля, выполняемых перед осознанием. Причем, в данном подходе

предполагается, что дискретность имеет отношение именно к осознанному восприятию, тогда как неосознаваемая обработка информации может осуществляться и непрерывно. Новой в данном случае оказывается идея о том, что «окно» должно завершаться контролем подготовленной репрезентации на согласованность. Задачей такого контроля является отбор информации для поступления в сознание.

Экспериментальных исследований, направленных на изучение факторов, определяющих длительность окна неосознаваемой обработки, не так много (см. п. «Исследования длительных постдиктивных эффектов»). Согласно нашим представлениям, при рассмотрении этого вопроса уместно обращение к другим известным в когнитивной психологии эффектам, имеющим «подходящую» временную динамику, которая может быть связана с попаданием стимулов в одно окно неосознаваемой обработки или в разные: таких, как маскированный прайминг-эффект или эффект мигания внимания. Идея о зависимости дискретной единицы осознанного восприятия от сложности операций контроля имеет, на наш взгляд, потенциал для объяснения динамики такого рода эффектов.

Например, динамика маскированного прайминга часто проявляет себя следующим образом: при коротких интервалах между праймом и целью (здесь и далее речь идет об интервалах между началом предъявления прайма и началом предъявления цели (*stimulus onset asynchrony, SOA*), – прим. авт.) неосознаваемые праймы позитивно влияют на процесс восприятия (позитивный прайминг); при увеличении же интервала это влияние часто сменяется на противоположное, и возникает контринтуитивный негативный прайминг-эффект. Наиболее хорошо на данный момент изучена динамика маскированного прайминга, возникающего в задаче идентификации простых стимулов, предполагающих бинарный ответ (напр., стрелка вправо/стрелка влево; квадрат/ромб), – т. е. в очевидно простых задачах. Позитивный прайминг в таких задачах наблюдается, когда интервал между появлениями прайма и цели не превышает 80 мс, а негативный – при увеличении интервала до 100–200 мс (напр., Eimer, 1999; Schlaghecken & Eimer, 2000; Boy & Sumner, 2010; Atas & Cleeremans, 2015).

И хотя наблюдаемая динамика чаще всего воспроизводится в таких простых задачах, где ответ дается достаточно автоматизированно, негативный прайминг наблюдается, в первую очередь, для медленных ответов (Eimer, 1999; Atas & Cleeremans, 2015; Wang et al., 2020) – т. е. для тех, при выполнении которых, как можно предположить, задействован сознательный контроль. Это согласуется с концепцией негативного выбора, предполагающей, что задержка в данном случае возникает на этапе осознания целевого стимула и не проявляется в ситуации, когда ответ дается автоматизированно.

Для более сложных стимулов, таких как слова или числа, маскированный негативный прайминг зачастую наблюдается на более длительных временных интервалах в 500–600 мс (напр., Yee, 1991; Milliken et al., 1998; Frings & Wentura, 2005; Filippova & Kostina, 2020). Динамика данного вида прайминга изучена хуже, но в ряде исследований наблюдается та же закономерность, что и для простых задач: смена позитивного прайминга на негативный при увеличении интервала (Ortells et al., 2003; Ortells et al., 2001; Yee, 1991).

Согласно нашим представлениям, фактором, определяющим смену прайминга с позитивного на негативный при увеличении интервала, может являться попадание прайма и цели не в одно окно неосознаваемой обработки, а в разные. В этом случае минимальный интервал, необходимый для возникновения негативного прайминга, будет связан с длительностью окна неосознаваемой обработки, которая меняется в зависимости от конкретных экспериментальных

условий. Так, при усложнении условий восприятия простых стимулов с бинарным ответом (например, при предъявлении стимулов периферически или меньшими по размеру) требуется больше времени для формирования негативного прайминга (Lingnau & Vorberg, 2005). Кроме того, сокращение количества используемых сложных стимулов (например, многократно повторяющихся слов в исследованиях Frings & Eder, 2009; D'Angelo & Milliken, 2012), по-видимому, способствует более раннему появлению негативного прайминга (в приведенных примерах уже при интервалах в 140–200 мс), что становится сопоставимым с появлением негативного прайминга в экспериментах с использованием более простых стимулов. Это предполагает, что на время, требуемое для формирования негативного прайминга, может влиять число используемых в эксперименте стимулов (что также должно быть связано со сложностью задачи контроля при их идентификации).

Схожую временную динамику можно наблюдать и в исследованиях эффекта мигания внимания в парадигме быстрого последовательного зрительного предъявления (*rapid serial visual presentation, RSVP*). В рамках этой парадигмы испытуемым на короткое время (напр. 100 мс и меньше) предъявляются друг за другом стимулы (обычно это буквы, цифры, слова или изображения), некоторые из которых являются целевыми. Вторая цель чаще всего остается незамеченной испытуемым, если предъявляется через 200–500 мс после первой (Shapiro et al., 1997; Dux & Marois, 2009). Если вторая цель предъявляется сразу после первой, она, как правило, успешно воспроизводится (напр. Raymond et al., 1992). Можно предположить, что эффект пропадает, если первая и вторая цель попадают в одно временное окно обработки (схожая интерпретация предлагается и в ряде моделей мигания внимания, согласно которым следующие сразу друг за другом цели могут попадать в один «временной эпизод» или «эпизод внимания», хотя природа этих эпизодов в разных моделях понимается по-разному (обз. Snir & Yeshurun, 2017), – прим. авт.). Так, было показано, что препятствуют возникновению эффекта мигания внимания: визуальное сходство двух целей (Makarov & Gorbunova, 2020), возможность их объединения в единый зрительный образ (Фаликман, 2001; Akyürek & Wolff, 2016), принадлежность трех последовательно предъявляемых целей к одной категории (Di Lollo et al., 2005) (например, если подряд предъявляются три целевых буквы или три цифры – третья цель воспроизводится так же хорошо, как первая. Если же вторая цель относится к иной категории, воспроизводимость третьей цели падает (Di Lollo et al., 2005), – прим. авт.), необходимость называть пару целей вместе, а не каждую из них по-отдельности (Ferlazzo et al., 2007).

Согласно концепции негативного выбора, и смена позитивного прайминга на негативный, и эффект мигания внимания могут быть следствием работы механизма контроля, запускающегося в конце временного окна неосознаваемой обработки. Рассмотренные эффекты могут стать удобным материалом для изучения факторов, определяющих длительность временного окна, в частности – предполагаемого нами влияния на эту длительность сложности задачи контроля.

Данные имеющихся исследований отличаются слишком большим числом параметров, чтобы можно было на их основе делать уверенные выводы. Поэтому нам представляется целесообразным создание процедур, регулирующих сложность задачи контроля, что позволило бы экспериментально проверить гипотезу о возможности изменения длительности окна осознанного восприятия. Итогом такого подхода может стать объединение различных явлений в более широком контексте, что является многообещающей перспективой.

Литература

- Аллахвердов, В. М. (2000). *Сознание как парадокс*. ДНК.
- Аллахвердов, В. М. (2021). *Таинственная прелесть сознания: Беседы о вечных проблемах, или Приглашение к абсурду: Собрание сочинений: в 7 т. (Т. 7)*. Владимир Даль.
- Фаликман, М. В. (2001). *Динамика внимания в условиях быстрого последовательного предъявления зрительных стимулов* (кандидатская диссертация). МГУ им. М. В. Ломоносова.
- Шульц, Д. П., Шульц, С. Э. (2002). *История современной психологии* (А. Д. Наследов, ред.). Евразия.
- Akyürek, E. G., & Wolff, M. J. (2016). Extended temporal integration in rapid serial visual presentation: Attentional control at Lag 1 and beyond. *Acta Psychologica, 168*, 50–64. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2016.04.009>
- Alamia, A., & VanRullen, R. (2019). Alpha oscillations and traveling waves: Signatures of predictive coding? *PLoS Biology, 17*(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000487>
- Allakhverdov, V. M., Filippova, M. G., Gershkovich, V. A., Karpinskaia, V. Y., Scott, T. V., & Vladykina, N. P. (2019). Consciousness, learning, and control: On the path to a theory. In A. Cleeremans, V. Allakhverdov, & M. Kuvaldina (Eds.), *Implicit learning: 50 years on* (pp. 71–107). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315628905>
- Allport, D. A. (1968). Phenomenal simultaneity and the perceptual moment hypothesis. *British Journal of Psychology, 59*(4), 395–406. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1968.tb01154.x>
- Atas, A., & Cleeremans, A. (2015). The temporal dynamic of automatic inhibition of irrelevant actions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 41*(2), 289–305. <https://doi.org/10.1037/a0038654>
- Baars, B. J. (1988). *A cognitive theory of consciousness*. Cambridge University Press.
- Bachmann, T., Pöder, E., & Luiga, I. (2004). Illusory reversal of temporal order: The bias to report a dimmer stimulus as the first. *Vision Research, 44*(3), 241–246. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2003.10.012>
- Boy, F., & Sumner, P. (2010). Tight coupling between positive and reversed priming in the masked prime paradigm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 36*(4), 892–905. <https://doi.org/10.1037/a0017173>
- Breitmeyer, B. G., & Ogmen, H. (2000). Recent models and findings in visual backward masking: A comparison, review, and update. *Perception & Psychophysics, 62*, 1572–1595. <https://doi.org/10.3758/BF03212157>
- Burr, D. C., & Santoro, L. (2001). Temporal integration of optic flow, measured by contrast and coherence thresholds. *Vision Research, 41*(15), 1891–1899. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(01\)00072-4](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(01)00072-4)
- Busch, N. A., & VanRullen, R. (2010). Spontaneous EEG oscillations reveal periodic sampling of visual attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 107*(37), 16048–16053. <https://doi.org/10.1073/pnas.1004801107>
- Busch, N. A., Dubois, J., & VanRullen, R. (2009). The phase of ongoing EEG oscillations predicts visual perception. *Journal of Neuroscience, 29*(24), 7869–7876. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0113-09.2009>
- Callaway III, E., & Yeager, C. L. (1960). Relationship between reaction time and electroencephalographic alpha phase. *Science, 132*(3441), 1765–1766. <https://doi.org/10.1126/science.132.3441.1765>

- Chakravarthi, R., & VanRullen, R. (2012). Conscious updating is a rhythmic process. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(26), 10599–10604. <https://doi.org/10.1073/pnas.1121622109>
- Chota, S. (2020). *The causal role of neural oscillations in attentional and perceptual sampling mechanisms* (Doctoral dissertation). Université Paul Sabatier, Toulouse III. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03117853/document>
- Chota, S., & VanRullen, R. (2019). Visual entrainment at 10 Hz causes periodic modulation of the flash lag illusion. *Frontiers in Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00232>
- Chota, S., Marque, P., & VanRullen, R. (2021). Occipital Alpha-TMS causally modulates temporal order judgements: Evidence for discrete temporal windows in vision. *NeuroImage*, 237. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118173>
- Cravo, A. M., Santos, K. M., Reyes, M. B., Caetano, M. S., & Claessens, P. M. E. (2015). Visual causality judgments correlate with the phase of alpha oscillations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(10), 1887–1894. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00832
- Crick, F., & Koch, C. (2003). A framework for consciousness. *Nature Neuroscience*, 6, 119–126. <https://doi.org/10.1038/nn0203-119>
- D'Angelo, M. C., & Milliken, B. (2012). Context-specific control in the single-prime negative-priming procedure. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(5), 887–910. <https://doi.org/10.1080/17470218.2011.630478>
- Dainton, B. (2018). Temporal consciousness. In E. N. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy (Winter 2018 Edition)*. <https://plato.stanford.edu/archives/win2018/entries/consciousness-temporal/>
- Dehaene, S. (1993). Temporal oscillations in human perception. *Psychological Science*, 4(4), 264–270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1993.tb00273.x>
- Di Lollo, V., Kawahara, J.-I., Shahab Ghorashi, S. M., & Enns, J. T. (2005). The attentional blink: Resource depletion or temporary loss of control? *Psychological Research*, 69, 191–200. <https://doi.org/10.1007/s00426-004-0173-x>
- Doerig, A., Scharnowski, F., & Herzog, M. H. (2019). Building perception block by block: A response to Fekete et al. *Neuroscience of Consciousness*, 2019(1). <https://doi.org/10.1093/nc/niy012>
- Drewes, J., & VanRullen, R. (2011). This is the rhythm of your eyes: The phase of ongoing electroencephalogram oscillations modulates saccadic reaction time. *Journal of Neuroscience*, 31(12), 4698–4708. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4795-10.2011>
- Drissi-Daoudi, L., Doerig, A., & Herzog, M. H. (2019). Feature integration within discrete time windows. *Nature Communications*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12919-7>
- Drissi-Daoudi, L., Ögmen, H., & Herzog, M. H. (2021). Features integrate along a motion trajectory when object integrity is preserved. *Journal of Vision*, 21(12), 4. <https://doi.org/10.1167/jov.21.12.4>
- Drissi-Daoudi, L., Ögmen, H., Herzog, M. H., & Cicchini, G. M. (2020). Object identity determines trans-saccadic integration. *Journal of Vision*, 20(7). <https://doi.org/10.1167/jov.20.7.33>
- Dugué, L., Marque, P., & VanRullen, R. (2015). Theta oscillations modulate attentional search performance periodically. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(5), 945–958. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00755
- Dux, P. E., & Marois, R. (2009). The attentional blink: A review of data and theory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 1683–1700. <https://doi.org/10.3758/APP.71.8.1683>
- Eimer, M. (1999). Facilitatory and inhibitory effects of masked prime stimuli on motor activation and behavioural performance. *Acta Psychologica*, 101(2–3), 293–313. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00009-8)

- Elliott, M. A., & Giersch, A. (2016). What happens in a moment. *Frontiers in Psychology*, 6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01905>
- Fakche, C., VanRullen, R., Marque, P., & Dugué, L. (2022). α Phase-amplitude tradeoffs predict visual perception. *eNeuro*, 9(1). <https://doi.org/10.1523/ENEURO.0244-21.2022>
- Fekete, T., Van de Cruys, S., Ekroll, V., & van Leeuwen, C. (2018). In the interest of saving time: A critique of discrete perception. *Neuroscience of Consciousness*, 2018(1). <https://doi.org/10.1093/nc/niy003>
- Ferlazzo, F., Lucido, S., Di Nocera, F., Fagioli, S., & Sdoia, S. (2007). Switching between goals mediates the attentional blink effect. *Experimental Psychology*, 54(2), 89–98. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.54.2.89>
- Fiebelkorn, I. C., Snyder, A. C., Mercier, M. R., Butler, J. S., Molholm, S., & Foxe, J. J. (2013). Cortical cross-frequency coupling predicts perceptual outcomes. *Neuroimage*, 69, 126–137. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.11.021>
- Filippova, M. G., & Kostina, D. (2020). Dynamics of priming-effect for subliminally presented ambiguous pictures. *Journal of Cognitive Psychology*, 32(2), 199–213. <https://doi.org/10.1080/20445911.2019.1708916>
- Frings, C., & Eder, A. B. (2009). The time-course of masked negative priming. *Experimental Psychology*, 56(5), 301–306. <https://doi.org/10.1027/1618-3169.56.5.301>
- Frings, C., & Wentura, D. (2005). Negative priming with masked distractor-only prime trials: Awareness moderates negative priming. *Experimental Psychology*, 52(2). <https://doi.org/10.1027/1618-3169.52.2.131>
- Geldard, F. A., & Sherrick, C. E. (1972). The cutaneous “rabbit”: A perceptual illusion. *Science*, 178(4057), 178–179. <https://doi.org/10.1126/science.178.4057.178>
- Haegens, S., & Golumbic, E. Z. (2018). Rhythmic facilitation of sensory processing: A critical review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 86, 150–165. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.12.002>
- Harter, M. R. (1967). Excitability cycles and cortical scanning: A review of two hypotheses of central intermittency in perception. *Psychological Bulletin*, 68(1), 47–58. <https://doi.org/10.1037/h0024725>
- Herzog, M. H., Drissi-Daoudi, L., & Doerig, A. (2020). All in good time: Long-lasting postdictive effects reveal discrete perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 24(10), 826–837. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2020.07.001>
- Herzog, M. H., Kammer, T., & Scharnowski, F. (2016). Time slices: What is the duration of a percept? *PLoS Biology*, 14(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002493>
- Hogendoorn, H. (2020). Motion extrapolation in visual processing: Lessons from 25 years of flash-lag debate. *Journal of Neuroscience*, 40(30), 5698–5705. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0275-20.2020>
- Kolers, P. A., & von Grünau, M. (1976). Shape and color in apparent motion. *Vision Research*, 16(4), 329–335. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(76\)90192-9](https://doi.org/10.1016/0042-6989(76)90192-9)
- Lindsley, D. B. (1952). Psychological phenomena and the electroencephalogram. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 4(4), 443–456. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(52\)90075-8](https://doi.org/10.1016/0013-4694(52)90075-8)
- Lingnau, A., & Vorberg, D. (2005). The time course of response inhibition in masked priming. *Perception & Psychophysics*, 67, 545–557. <https://doi.org/10.3758/BF03193330>
- Luo, C., VanRullen, R., & Alamia, A. (2021). Conscious perception and perceptual echoes: A binocular rivalry study. *Neuroscience of Consciousness*, 2021(1). <https://doi.org/10.1093/nc/niab007>

- Makarov, I. M., & Gorbunova, E. S. (2020). Target-target perceptual similarity within the attentional blink. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.551890>
- Manassi, M., & Whitney, D. (2022). Illusion of visual stability through active perceptual serial dependence. *Science Advances*, 8(2). <https://doi.org/10.1126/sciadv.abk2480>
- Mathewson, K. E., Gratton, G., Fabiani, M., Beck, D. M., & Ro, T. (2009). To see or not to see: Prestimulus α phase predicts visual awareness. *Journal of Neuroscience*, 29(9), 2725–2732. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3963-08.2009>
- Miller, J. (1988). Discrete and continuous models of human information processing: Theoretical distinctions and empirical results. *Acta Psychologica*, 67(3), 191–257. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(88\)90013-3](https://doi.org/10.1016/0001-6918(88)90013-3)
- Milliken, B., Joordens, S., Merikle, P. M., & Seiffert, A. E. (1998). Selective attention: A reevaluation of the implications of negative priming. *Psychological Review*, 105(2), 203–229. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.2.203>
- Milton, A., & Pleydell-Pearce, C. W. (2016). The phase of pre-stimulus alpha oscillations influences the visual perception of stimulus timing. *NeuroImage*, 133, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.02.065>
- Morrow, A., & Samaha, J. (2022). No evidence for a single oscillator underlying discrete visual percepts. *European Journal of Neuroscience*, 55(11–12), 3054–3066. <https://doi.org/10.1111/ejn.15362>
- Nijhawan, R. (1994). Motion extrapolation in catching. *Nature*, 370, 256–257. <https://doi.org/10.1038/370256b0>
- Noguchi, Y., Shimojo, S., Kakigi, R., & Hoshiyama, M. (2007). Spatial contexts can inhibit a mislocalization of visual stimuli during smooth pursuit. *Journal of Vision*, 7. <https://doi.org/10.1167/7.13.13>
- Ortells, J. J., Abad, M. J. F., Noguera, C., & Lupiáñez, J. (2001). Influence of prime-probe stimulus onset asynchrony and prime precuing manipulations on semantic priming effects with words in a lexical-decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 27(1), 75–91. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.27.1.75>
- Ortells, J. J., Fox, E., Noguera, C., & Abad, M. J. F. (2003). Repetition priming effects from attended vs. ignored single words in a semantic categorization task. *Acta Psychologica*, 114(2), 185–210. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.08.002>
- Otto, T. U., Ögmen, H., & Herzog, M. H. (2009). Feature integration across space, time, and orientation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 35(6), 1670–1686. <https://doi.org/10.1037/a0015798>
- Pilz, K. S., Zimmermann, C., Scholz, J., & Herzog, M. H. (2013). Long-lasting visual integration of form, motion, and color as revealed by visual masking. *Journal of Vision*, 13, 12. <https://doi.org/10.1167/13.10.12>
- Pöppel, E. (1997). A hierarchical model of temporal perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(2), 56–61. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01008-5](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01008-5)
- Pöppel, E. (2009). Pre-semantically defined temporal windows for cognitive processing. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1525), 1887–1896. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0015>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849–860. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.18.3.849>

- Ronconi, L., Busch, N. A., & Melcher, D. (2018). Alpha-band sensory entrainment alters the duration of temporal windows in visual perception. *Scientific Reports*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-29671-5>
- Ronconi, L., Oosterhof, N. N., Bonmassar, C., & Melcher, D. (2017). Multiple oscillatory rhythms determine the temporal organization of perception. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(51), 13435–13440. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714522114>
- Samaha, J., & Postle, B. R. (2015). The speed of alpha-band oscillations predicts the temporal resolution of visual perception. *Current Biology*, 25(22), 2985–2990. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.10.007>
- Scharnowski, F., Rüter, J., Jolij, J., Hermens, F., Kammer, T., & Herzog, M. H. (2009). Long-lasting modulation of feature integration by transcranial magnetic stimulation. *Journal of Vision*, 9(6), 1. <https://doi.org/10.1167/9.6.1>
- Schlaghecken, F., & Eimer, M. (2000). A central-peripheral asymmetry in masked priming. *Perception & Psychophysics*, 62, 1367–1382. <https://doi.org/10.3758/BF03212139>
- Schneider, K. A. (2018). The flash-lag, Fröhlich and related motion illusions are natural consequences of discrete sampling in the visual system. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01227>
- Shallice, T. (1964). The detection of change and the perceptual moment hypothesis. *British Journal of Statistical Psychology*, 17(2), 113–135. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8317.1964.tb00254.x>
- Shapiro, K. L., Raymond, J. E., & Arnell, K. M. (1997). The attentional blink. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(8), 291–296. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(97\)01094-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(97)01094-2)
- Sherman, M. T., Kanai, R., Seth, A. K., & VanRullen, R. (2016). Rhythmic influence of top-down perceptual priors in the phase of prestimulus occipital alpha oscillations. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 28(9), 1318–1330. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00973
- Sheth, B. R., Nijhawan, R., & Shimojo, S. (2000). Changing objects lead briefly flashed ones. *Nature Neuroscience*, 3, 489–495. <https://doi.org/10.1038/74865>
- Shimojo, S. (2014). Postdiction: Its implications on visual awareness, hindsight, and sense of agency. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00196>
- Snir, G., & Yeshurun, Y. (2017). Perceptual episodes, temporal attention, and the role of cognitive control: Lessons from the attentional blink. *Progress in Brain Research*, 236, 53–73. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.07.008>
- Sokoliuk, R., & VanRullen, R. (2019). Perceptual illusions caused by discrete sampling. In V. Arstila, A. Bardou, S. Power, A. Vatakis (Eds.), *The Illusions of Time* (pp. 315–338). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-030-22048-8_17
- Stiles, N. R., Li, M., Levitan, C. A., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2018). What you saw is what you will hear: Two new illusions with audiovisual postdictive effects. *PloS One*, 13(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0207894>
- Stroud, J. M. (1967). The fine structure of psychological time. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 138(2), 623–631. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1967.tb55012.x>
- Sun, L., Frank, S. M., Hartstein, K. C., Hassan, W., & Tse, P., U. (2017). Back from the future: Volitional postdiction of perceived apparent motion direction. *Vision Research*, 140, 133–139. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2017.09.001>
- Thibault, L., van den Berg, R., Cavanagh, P., & Sergent, C. (2016). Retrospective attention gates discrete conscious access to past sensory stimuli. *PloS ONE*, 11(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148504>

- Valera, F. J., Toro, A., John, E. R., & Schwartz, E. L. (1981). Perceptual framing and cortical alpha rhythm. *Neuropsychologia*, 19(5), 675–686. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(81\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0028-3932(81)90005-1)
- VanRullen, R. (2016). Perceptual cycles. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(10), 723–735. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.006>
- VanRullen, R. (2018). Perceptual rhythms. In J. T. Wixted (Ed.), *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience* (pp. 1–44). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn212>
- VanRullen, R., & Dubois, J. (2011). The psychophysics of brain rhythms. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00203>
- VanRullen, R., & Koch, C. (2003). Is perception discrete or continuous? *Trends in Cognitive Sciences*, 7(5), 207–213. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00095-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00095-0)
- VanRullen, R., & Macdonald, J. S. P. (2012). Perceptual echoes at 10 Hz in the human brain. *Current Biology*, 22(11), 995–999. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.050>
- VanRullen, R., Busch, N. A., Drewes, J., & Dubois, J. (2011). Ongoing EEG phase as a trial-by-trial predictor of perceptual and attentional variability. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00060>
- Vogelsang, L., Drissi-Daoudi, L., & Herzog, M. H. (2021). What determines the temporal extent of unconscious feature integration? *Journal of Vision*, 21(9), 2323. <https://doi.org/10.1167/jov.21.9.2323>
- Wang, Y., Yao, Z., & Wang, Y. (2020). The internal temporal dynamic of unconscious inhibition related to weak stimulus–response associations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 73(3), 344–356. <https://doi.org/10.1177/1747021819878121>
- White, C. T. (1963). Temporal numerosity and the psychological unit of duration. *Psychological Monographs: General and Applied*, 77(12), 1–37. <https://doi.org/10.1037/h0093860>
- White, P. A. (2017). The three-second “subjective present”: A critical review and a new proposal. *Psychological Bulletin*, 143(7), 735–756. <https://doi.org/10.1037/bul0000104>
- White, P. A. (2018). Is conscious perception a series of discrete temporal frames? *Consciousness and Cognition*, 60, 98–126. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2018.02.012>
- Yee, P. L. (1991). Semantic inhibition of Ignored Words during a Figure Classification Task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43(1), 127–153. <https://doi.org/10.1080/14640749108401002>
- Zhou, Y. J., Iemi, L., Schoffelen, J.-M., de Lange, F. P., & Haegens, S. (2021). Alpha oscillations shape sensory representation and perceptual sensitivity. *Journal of Neuroscience*, 41(46), 9581–9592. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1114-21.2021>

Поступила в редакцию: 28.07.2022

Поступила после рецензирования: 09.11.2022

Принята к публикации: 10.11.2022

Заявленный вклад авторов

Дарья Игоревна Костина – концепция или дизайн работы, анализ литературных источников, составление статьи, итоговая переработка статьи, окончательное утверждение версии для публикации.

Маргарита Георгиевна Филиппова – составление статьи, итоговая переработка статьи, окончательное утверждение версии для публикации.

Костина Д. И., Филиппова М. Г., Аллахвердов М. В., Аллахвердов В. М.

Осознанное восприятие: дискретность vs непрерывность

Российский психологический журнал, 2022, Т. 19, № 4, 23–46. doi: 10.21702/rpj.2022.4.2

КОГНИТИВНЫЕ НАУКИ

Михаил Викторович Аллахвердов – анализ литературных источников, окончательное утверждение версии для публикации.

Виктор Михайлович Аллахвердов – концепция или дизайн работы, окончательное утверждение версии для публикации.

Информация об авторах

Дарья Игоревна Костина – младший научный сотрудник, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57204643113, ResearcherID: M-9871-2018, SPIN-код: 1209-6224, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5277-1048>, e-mail: d.kostina125@gmail.com

Мargarита Георгиевна Филиппова – кандидат психологических наук, научный сотрудник, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; Scopus Author ID: 37088540500, ResearcherID: L-4658-2013, SPIN-код: 7063-5371, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9654-822X>, e-mail: m.g.filippova@spbu.ru

Михаил Викторович Аллахвердов – кандидат психологических наук, доцент кафедры проблем конвергенции естественных и гуманитарных наук, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57209199514, ResearcherID: C-6851-2014, SPIN-код: 9638-1836, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6228-1248>, e-mail: m.allakhverdov@spbu.ru

Виктор Михайлович Аллахвердов – доктор психологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; Scopus Author ID: 23487699200, ResearcherID: N-3175-2013, SPIN-код: 3831-2224, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6753-0300>, e-mail: vimiall@gmail.com

Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.