

Стратегия или локальный контроль? Взаимодействие эффектов Граттона и пропорции в методике Струпа*

А. С. Стародубцев^{1а}, А. В. Сладкоштиева¹, А. А. Землянов²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

² Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Российская Федерация, 191186, Санкт-Петербург, наб. р. Мойки, 48

Для цитирования: Стародубцев А. С., Сладкоштиева А. В., Землянов А. А. Стратегия или локальный контроль? Взаимодействие эффектов Граттона и пропорции в методике Струпа // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2023. Т. 13. Вып. 2. С. 229–243. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2023.207>

В моделях когнитивного контроля выделяют механизм общей стратегии решения задачи и специфические механизмы контроля конкретных стимулов. Продолжаются дискуссии по поводу того, вследствие работы какой разновидности контроля (стратегического или реактивного) проявляются эффект Граттона и эффект пропорции в тесте Струпа. Эффект Граттона заключается в снижении эффекта Струпа после неконгруэнтного стимула, эффект пропорции — в снижении интерференции при преобладании в пропорции неконгруэнтных струп-стимулов. В данном исследовании мы поставили цель проверить, будет ли наблюдаться взаимодействие между этими эффектами. В случае его обнаружения можно говорить, что оба изучаемых эффекта продуцируются работой единого когнитивного механизма. Подобные исследования общей стратегии с помощью методики Струпа включают в себя конгруэнтные и неконгруэнтные стимулы. Конгруэнтные стимулы вызывают эффект фасилитации ответа, который смешивается с эффектом интерференции, что затрудняет конечную интерпретацию. Чтобы этого избежать, мы использовали разную пропорцию неконгруэнтных и нейтральных стимулов. Мы провели три эксперимента, в которых использовалась разная пропорция неконгруэнтных стимулов по сравнению с нейтральными (66:33/33:66 и 80:20/20:80), а также тип дизайна (внутригрупповой и межгрупповой планы). В результате проведенных экспериментов был обнаружен только эффект Граттона — не было обнаружено ни эффекта пропорции, ни значимого взаимодействия эффектов Граттона и эффекта пропорции. Данные результаты сложно объяснить с точки зрения стратегических моделей, которые оба эффекта объясняют изменением глобальной стратегии решения задачи. Учитывая систематическое отсутствие взаимодействия эффекта Граттона с другими эффектами в литературе, можно говорить о том, что он вызван локальной системой контроля, на которую эффект пропорции если и влияет, то незначительно. Обсуждается связь эффекта пропорции и стратегического контроля и факторы, которые ее опосредуют.

Ключевые слова: струп-интерференция, когнитивный контроль, автоматические процессы, эффект пропорции, эффект Граттона.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 20-013-00778.

^а Автор для корреспонденции.

Специфика когнитивного контроля состоит в том, что он организует целенаправленное поведение в противовес автоматическим процессам психики. Одна из его функций — обеспечивать решение когнитивных задач, несмотря на воздействие иррелевантной информации (дистракторов) (Bugg, 2012). Действие контроля должно быть наиболее интенсивным в ситуациях, когда дистракторы побуждают к неправильному ответу. Напротив, когда дистракторы не вызывают сильных «тенденций к ответу», действие когнитивного контроля нецелесообразно. В некоторых моделях когнитивный контроль — это общая стратегия решения задач, не привязанная к стимулам, которые ее вызывают (Bustamante et al., 2021). Другой подход описывает когнитивный контроль как несколько независимых механизмов, причем работа каждого из них определяется стимулом-триггером (Verbruggen et al., 2014).

Вокруг многих эффектов контроля разворачиваются дискуссии: вызваны ли они работой стратегического контроля или есть специализированный процесс, вызывающий исходный феномен. В данной работе мы исследуем этот вопрос на материале методики Струпа, которая считается золотым стандартом для изучения механизмов контроля (MacLeod, 2005).

Эффект Струпа заключается в задержке называния цвета слов, когда цвет чернил не совпадает со значением (например, слово «красный» в синем цвете) (Stroop, 1935). Задержка в этом условии относительно контрольного условия (например, цветные окрашенные квадраты) называется интерференцией Струпа; ускорение ответов при совпадении цвета и значения называется эффектом фасилитации; разница между скоростью ответа на неконгруэнтные (цвет не совпадает со значением) и конгруэнтные (цвет совпадает со значением) стимулы называется эффектом конгруэнтности.

Заметим, что в струп-тесте человек в большинстве случаев отвечает правильно, несмотря на воздействие дистрактора. Происходит ли подобное благодаря общему высокоуровневому механизму, работающему во многих ситуациях? К примеру, в модели фокуса внимания преодолеть интерференцию помогают ресурсы внимания, которые направляются на цель, а не на дистрактор (Spinelli, Lupker, 2020). В модели мониторинга конфликта подобное перераспределение внимания и повторное, более внимательное решение задачи происходит после работы механизма мониторинга конфликта, который обнаруживается между цветом и значением (Botvinick et al., 2004). При этом более внимательная обработка стимула может быть вызвана не только непосредственно конфликтом в методике Струпа, но и другим конфликтом или полученной ранее информацией о будущем конфликте (Starodubtsev, Allakhverdov, 2017). Верно и обратное: конфликтность стимула в методике Струпа влияет на будущее выполнение задач, даже прямо не связанных со струп-интерференцией.

С другой стороны, ряд авторов считает, что разрешение конфликта в Струп-интерференции обусловлено локальным механизмом, который не распространяет свое влияние на другие ситуации. Возникла идея о «реактивном контроле», который включается только в ответ на специфические стимулы и исправляет конфликт только в данном конкретном стимуле и конкретной задаче (Bugg et al., 2008). На эффект Струпа также смотрели с позиции научения. Так как надпись «красный» чаще встречается с красным цветом, то формируется устойчивая ассоциация надписи и цвета. Разрешение конфликта между цветом и значением в этом случае аналогич-

но выполнению менее привычного действия. В модели PER, в которой учитывается частотность определенных сочетаний цвет — значение и общая частотность ответов, объяснили ряд эффектов интерференции вообще без механизма когнитивного контроля (Schmidt, 2013).

Заметим, что конкретные модели интерференции отличаются не только по основанию глобальности/локальности механизма контроля, но данная работа рассматривает именно этот аспект.

Эффекты пропорции и Граттона

В литературе при обсуждении степени глобальности когнитивного механизма приводят данные об эффектах пропорции и Граттона. Эффект пропорции заключается в увеличении эффекта конгруэнтности¹, когда неконгруэнтных стимулов меньше, чем конгруэнтных (Bugg et al., 2008). Эффект Граттона отражает снижение эффекта конгруэнтности при ответе на следующий стимул после неконгруэнтного по сравнению с интерференцией после конгруэнтного стимула (Gratton et al., 1992).

Оба этих эффекта пытались объяснить работой и глобальных, и локальных механизмов. В ряде концепций предполагается, что высокая пропорция неконгруэнтных стимулов активирует стратегию, снижающую интерференцию. Например, согласно гипотезе фокуса внимания, в пропорции «больше неконгруэнтных стимулов» целесообразно быть внимательнее к цвету слова и подавлять процесс чтения, но в пропорции «больше конгруэнтных стимулов» подавлять чтение не имеет смысла, так как значение и цвет чаще совпадают (Spinelli, Lupker, 2020). Эффект Граттона с позиции стратегического контроля объясняется тем, что неконгруэнтный стимул вызывает стратегию, которая позволяет лучше справиться с интерференцией (Questienne et al., 2018).

С другой стороны, в ряде моделей предполагается, что эффекты пропорции и Граттона активируются вследствие работы локального механизма, работающего только в данной ситуации. В модели автоматизма эффект пропорции описывается как научение контингенциям (contingency learning) — случайным связям между параметрами стимула и правильным ответом (Schmidt, Besner, 2008). Например, в пропорции «больше конгруэнтных стимулов» слово «синий» чаще встречается с соответствующим цветом чернил. В модели автоматического извлечения эпизода эффект Граттона объясняется тем, что при повторном предъявлении стимула автоматически извлекаются из памяти репрезентации действий и информация о контроле из предыдущего аналогичного эпизода (предыдущего стимула). Поэтому снижается время ответа на следующий за неконгруэнтным аналогичный стимул, но увеличивается время ответа на конгруэнтный, так как репрезентация, взятая от предыдущего стимула, будет неадаптивна (Sparé, Hommel, 2008). В свою очередь, в модели реактивного контроля обозначают эффект пропорции, распространяющийся только на конкретные стимулы: item-specific proportion effect (Bugg et al., 2008). Также эффект Граттона может быть объяснен локальной динамической корректировкой контроля от пробы к пробе, а не постоянной выработанной

¹ Разница между скоростью ответов на конгруэнтные и неконгруэнтные стимулы. В некоторых работах термины «интерференция» и «эффект конгруэнтности» используют как синонимы, хотя это не совсем корректно.

стратегией (Duthoo, Notebaert, 2012). В эксперименте трудно отличить реактивный контроль от автоматических процессов. Для простоты будем данные концепции называть локальными механизмами контроля.

Среди различных позиций существует гораздо больше доказательств того, что эффект пропорции вызван работой глобальных механизмов, а эффект Граттона — локальных. В исследовании Б. Кокрейна (B. Cochrane) и Дж. Пратта (J. Pratt) эффект пропорции распространяется и на визуально похожие стимулы (Cochrane, Pratt, 2022). В работе Дж. Багга (J. Bugg) и К. Хатчинсона (K. Hutchison) эффект пропорции распространялся и на следующий за ним блок, состоящий из других стимулов (Bugg, Hutchison, 2012). Более того, исходный эффект воспроизводится даже при контроле фактора контингенций (Spinelli, Lupker, 2021). Наконец, эффект пропорции меняется в зависимости от инструкции: при сообщении о преобладании неконгруэнтных стимулов эффект конгруэнтности снижается даже при равном их соотношении (Entel et al., 2014).

Эффект Граттона, в свою очередь, является неустойчивым, и в некоторых исследованиях при контроле фактора контингенций он пропадает (Schmidt, De Houwer, 2011), однако в некоторых работах он все же обнаруживался (Blais et al., 2014). Более сильный аргумент — это то, что конфликтность одного стимула не влияет на последующие стимулы, если они не похожи. К примеру, М. Спарэ (M. Sparé) и Б. Хоммель (B. Hommel) не обнаружили эффекта Граттона при изменении голоса диктора в аудиоверсии теста Струпа (Sparé, Hommel, 2008). В обзорной работе С. Брэм (S. Braem) и коллеги показали, что неконгруэнтность стимула в большинстве исследований не влияет на величину интерференции в следующей пробе при смене интерференционной задачи (Braem et al., 2019). Например, К. Баусенхарт (K. Bausenhart) и коллеги не обнаружили переноса эффекта Граттона при чередовании задач Эриксона и Симона, в отличие от переноса эффекта пропорции (Bausenhart et al., 2021).

Частично эффект Граттона состоит из постконфликтного замедления. Эффект постконфликтного замедления заключается в замедлении ответа на нейтральный или конгруэнтный стимул после неконгруэнтного стимула (Rey-Mermet, Meier, 2017). Логика некоторых моделей позволяет сопоставить эффект Граттона с эффектом послеошибочного замедления. Например, по модели Ботвинника, в тесте Струпа когнитивная система автоматически порождает ответ, соответствующий значению слова (Dignath et al., 2020). Затем ошибка обнаруживается, и задача решается повторно, уже с большими затратами ресурсов внимания. Таким образом, даже при правильном ответе человек делает внутреннюю ошибку, которая может породить замедление.

В исследовании У. Дузу (W. Duthoo) и коллег была высказана идея, что эффект Граттона опосредуется стратегией решения задачи (Duthoo et al., 2014). В их эксперименте эффект Граттона затухал при увеличении межпробного интервала между стимулами. Однако исходный эффект действовал и в более длительных интервалах при высокой пропорции неконгруэнтных стимулов. Таким образом, под влиянием пропорции изменяется стратегия решения задачи, которая управляет длительностью эффекта Граттона. При таком объяснении логика работы когнитивного контроля согласуется с моделью ценности контроля — при высокой пропорции неконгруэнтных стимулов целесообразно чаще использовать механизмы адаптации к неконгруэнтным стимулам (Bustamante et al., 2021). На основании этих исследований,

напротив, можно предположить, что эффект Граттона не является полностью локальным в том смысле, что на его величину оказывает влияние пропорция стимулов. Например, в исследовании К. Блеза (С. Blais) и коллег эффект конгруэнтности возрастает по мере увеличения в пропорции конгруэнтных проб (Blais et al., 2014).

Настоящее исследование

В целом принято считать, что эффект пропорции вызван глобальным механизмом (изменением стратегии), а эффект Граттона — локальными механизмами контроля. В случае если это действительно так, эффект Граттона не должен зависеть от пропорции стимулов. Мы ставим перед собой цель проверить этот вывод. При этом эффект Граттона обычно исследуют на конгруэнтных и неконгруэнтных стимулах (Schmidt, De Houwer, 2011). Наличие конгруэнтных стимулов позволяет использовать чтение слов как адаптивный механизм в условиях большего количества конгруэнтных стимулов и приводить к правильному ответу. Таким образом, обозначенные эффекты могут говорить не о снижении интерференции, а об увеличении фасилитации. Согласно некоторым авторам (MacLeod, MacDonald, 2000; Lindsay, Jacoby, 1994), эффекты фасилитации и интерференции могут друг друга перекрывать, что усложнит отделение одного эффекта от другого. Чтобы не путать механизмы между собой, мы выбрали для использования вместе с неконгруэнтными стимулами контрольное условие — нейтральные стимулы, которые исключают эффект фасилитации.

Эксперимент 1

(разная пропорция неконгруэнтных и нейтральных стимулов)

Материал и метод. *Испытуемые.* Выборка составила 30 человек (10 мужчин) в возрасте от 18 до 34 лет ($M = 22$; $SD = 3,3$) с нормальным или скорректированным до нормального зрением.

Стимулы. Всего было 536 проб (24 в тренировке). В качестве нейтральных стимулов использовались значки xxxxx в желтом, красном, синем или зеленом цвете. В качестве неконгруэнтных стимулов использовались слова «красный», «синий», «желтый», «зеленый», окрашенные в аналогичные цвета, при этом значение и цвет слов никогда не совпадали. Использовался шрифт Arial. Угловой размер стимула в среднем составил $5,5^\circ$. Ни одно из значений и цветов не предъявлялось более четырех раз подряд, не допускалось полного повторения цвета и значения стимула в пробах, идущих подряд. Было равное число каждого сочетания цвета и значения. Эксперимент был создан и реализован в программе PsychoPy3 (Peirce et al., 2019).

Оборудование. Стимулы предъявлялись на LCD-дисплее стационарного компьютера. Характеристики монитора: диагональ 24' (61 см); ширина экрана 53 см; высота экрана: 29,5 см; разрешение: 1920 × 1080 (16:9); частота обновления экрана 60 Гц.

Процедура. Использовалась классическая методика Струпа. Все стимулы предъявлялись в середине экрана. Для ответа были выбраны следующие клавиши: Z — синий, X — красный, N — зеленый, M — желтый. При предъявлении стимула испытуемому нужно было как можно быстрее нажать клавишу, соответствующую цвету стимула (на клавиши была наклеена цветная бумага). К примеру, если испы-

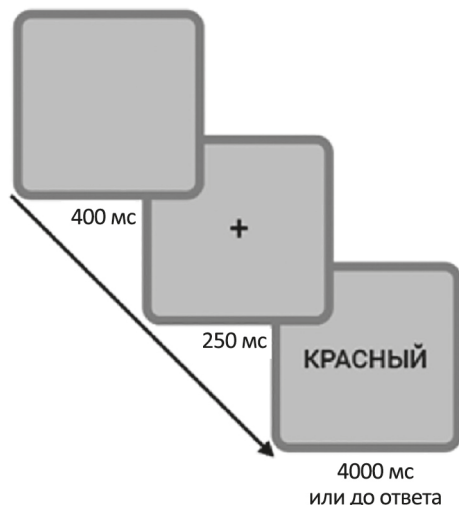


Рис. 1. Процедура эксперимента 1

туемому предъявлялось слово «синий», написанное красным цветом, то ему нужно было нажать клавишу «X», которая обозначала красный цвет стимула. Процедуру эксперимента см. на рис. 1.

В тренировке было 24 пробы (12 нейтральных и 12 неконгруэнтных). В основном эксперименте было два блока по 216 проб: в блоке А соотношение неконгруэнтных и нейтральных было 2:1, в блоке Б — 1:2. Половина выборки начинала с блока А, половина — с блока Б. Между блоками испытуемым был предоставлен перерыв.

Анализ данных. Анализ данных проводился в программной среде RSTUDIO (R Core Team, 2019). Использовался трехфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями: три внутригрупповых фактора — тип пробы, тип предыдущей пробы, пропорция блока проб. Производилось усреднение по испытуемым, при этом в анализе не учитывались ошибочные ответы, ответы после ошибочных ответов, ответы быстрее 200 мс или медленнее 2000 мс (4,2 % проб в первом эксперименте, 6,3 и 11,1 % во втором и третьем экспериментах соответственно). Также не анализировались пробы, в которых было повторение целевого цвета два раза подряд (18 % проб в первом эксперименте, 18 % во втором и 22 % в третьем). В качестве анализа *post hoc* использовался критерий Стьюдента с поправкой Холма.

Результаты². Не было выявлено нарушений нормальности распределения по критерию Шапиро — Уилка ($W = 0,97$, $p = 0,67$; аналогично для второго и третьего экспериментов $W = 0,97$, $p = 0,84$ и $W = 0,92$, $p = 0,08$ соответственно), также не было выявлено значимого отличия дисперсий по критерию Левиня ($F = 0,53$, $p = 0,81$). Аналогично для второго и третьего экспериментов ($F = 0,13$, $p = 0,94$ и $F = 0,93$, $p = 0,43$ соответственно).

Было выявлено значимое влияние фактора «тип стимула» ($F(1, 29) = 24,9$, $MS = 76245$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,02$): испытуемые значимо медленнее отвечали на не-

² Все усредненные анализируемые значения для всех испытуемых см. в Приложении.

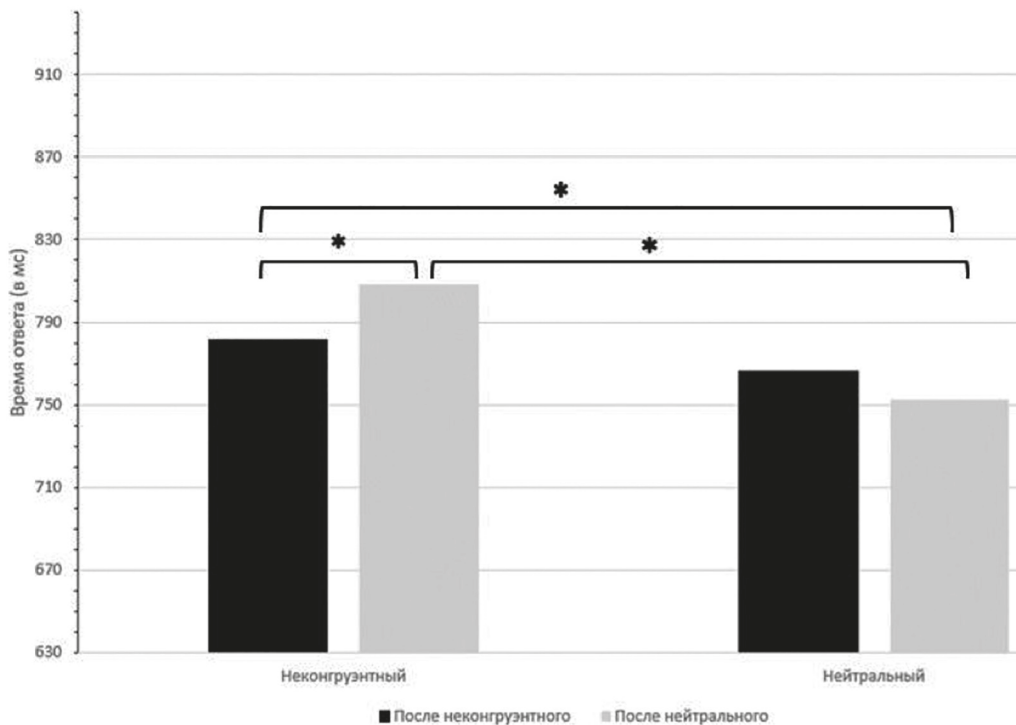


Рис. 2. Взаимодействие факторов «тип стимула» и «тип предыдущего стимула»

Примечание: * — значимое отличие.

конгруэнтные стимулы по сравнению с нейтральными ($t(1,29) = 5,0, p < 0,0001, 95\% \text{ CI} [21 \text{ мс}, 50 \text{ мс}]$).

Выявлено значимое взаимодействие факторов «тип стимула» и «тип предыдущего стимула» ($F(1, 29) = 14,3, MS = 24766, p < 0,001, \eta^2 = 0,007$) (рис. 2). Post hoc анализ выявил, что на неконгруэнтные стимулы после нейтральных испытуемые отвечают значимо дольше, чем после неконгруэнтных ($t(1, 29) = -3,1, p = 0,02^3, 95\% \text{ CI} [5 \text{ мс}, 40 \text{ мс}]$). При повторении нейтрального стимула испытуемые отвечают значимо быстрее, чем при повторении неконгруэнтного ($t(1, 19) = 3,3, p = 0,02, 95\% \text{ CI} [15 \text{ мс}, 60 \text{ мс}]$). Ответы даются быстрее на нейтральный после неконгруэнтного, чем на неконгруэнтный после нейтрального, значимость на уровне тенденции ($t(1, 19) = -2,6, p = 0,08, 95\% \text{ CI} [-47 \text{ мс}, -6 \text{ мс}]$). После нейтрального стимула испытуемые значимо дольше реагируют на неконгруэнтные стимулы, чем на нейтральные ($t(1, 29) = 6,3, p < 0,0001, 95\% \text{ CI} [38 \text{ мс}, 74 \text{ мс}]$), однако после неконгруэнтного стимула данная разница незначима.

Наблюдалось значимое взаимодействие факторов «пропорция» и «тип предыдущего стимула» ($F(1, 29) = 4,5, MS = 8520, p < 0,05, \eta^2 = 0,002$) (рис. 3). Тем не менее все тесты post hoc не достигли значимого уровня.

³ Доверительные интервалы в таких случаях рассчитывались для разницы ответов на неконгруэнтные стимулы после нейтральных и на неконгруэнтные стимулы после неконгруэнтных.

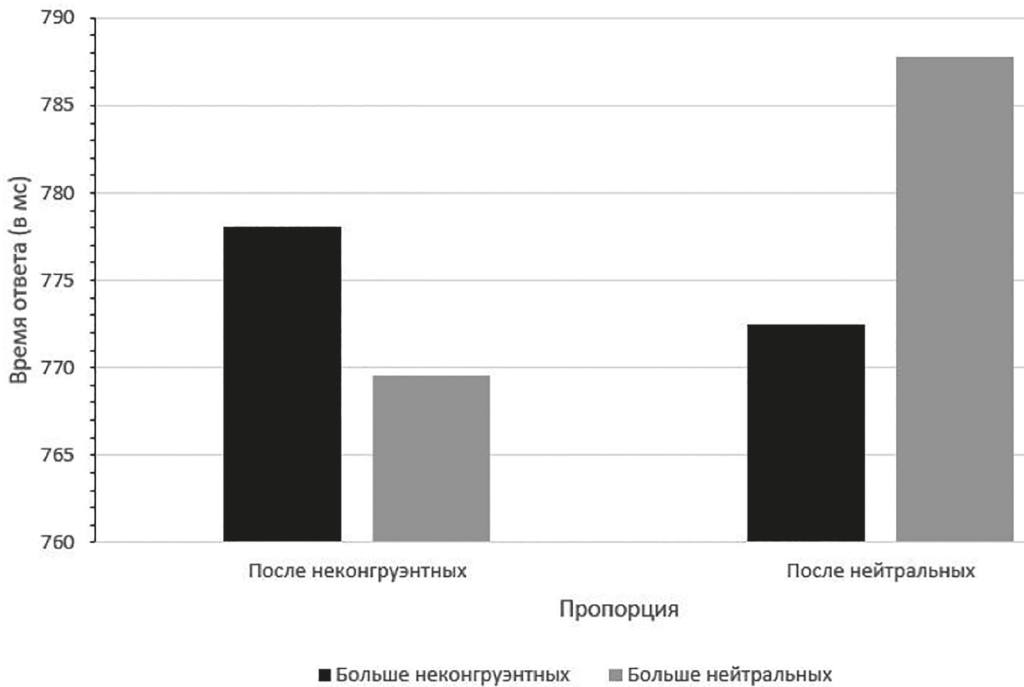


Рис. 3. Взаимодействие факторов «пропорция» и «тип предыдущего стимула»

Обсуждение результатов. Мы наблюдали эффект, аналогичный эффекту Граттона — увеличение величины интерференции (разница между временем ответов на неконгруэнтный и нейтральный стимулы) после неконгруэнтного стимула в сравнении с интерференцией после нейтрального стимула. В последнем случае величина интерференции статистически незначима.

Однако нам не удалось обнаружить ни значимого эффекта пропорции, ни значимого взаимодействия фактора пропорции с эффектом Граттона. Единственный обнаруженный нами фактор, связанный с пропорцией стимулов, — тенденция испытуемых ускоряться после неконгруэнтного стимула в пропорции «больше нейтральных». Тем не менее для этой интересной закономерности тесты *post hoc* не показали значимых отличий.

Возможно, сам эффект пропорции в нашем эксперименте оказывал слабое влияние по двум причинам: во-первых, соотношение стимулов было всего лишь 2:1, в то время как чаще используют пропорцию 3:1 или 4:1. Во-вторых, мы использовали внутригрупповой план, в котором каждый испытуемый работал с разными пропорциями. Между тем известно, что работа с блоком из определенной пропорции может влиять и на работу со следующим блоком стимулов. В итоге исходный эффект пропорции «размывается» пропорцией предыдущего блока.

Мы проверили дополнительный анализ данных, добавив в анализ межгрупповой фактор «с какого блока начинается эксперимент: с преимущественно неконгруэнтного или с преимущественно нейтрального». Выяснилось, что этот фактор значимо взаимодействует с фактором пропорции ($F(1, 28) = 13,3, p < 0,002, MS = 42640$), хотя тесты *post hoc* не показали значимых отличий даже без поправки

на множественные сравнения (так как у нас всего 15 испытуемых в одном условии при межгрупповом сравнении). В следующих экспериментах мы использовали соотношение стимулов 4:1, и испытуемые работали только с фиксированной пропорцией стимулов.

Эксперимент 2 (больше неконгруэнтных стимулов)

Материал и метод. *Испытуемые.* Выборка составила 20 человек (4 мужчины) в возрасте от 18 до 25 лет ($M = 19,9$, $SD = 2,25$) с нормальным или скорректированным зрением.

Стимулы. Использовались 32 тренировочных пробы и 360 основных. Соотношение неконгруэнтных и нейтральных проб было 4:1. Эксперимент был поделен на три части, по 120 проб в каждой, между частями испытуемым предлагается перерыв.

В остальном эксперимент 2 был аналогичен эксперименту 1 (за исключением неучета фактора пропорции, которая была постоянной).

Результаты. Обнаружено значимое влияние фактора «тип стимула» ($F(1, 19) = 20,3$, $p < 0,001$, $MS = 42643$, $\eta^2 = 0,02$ — время ответов на неконгруэнтные стимулы значимо больше, чем на нейтральные ($t(1, 19) = 4,5$, $p < 0,0002$, 95 % CI [25 мс, 68 мс]). Обнаружено значимое взаимодействие факторов «тип стимула» и «тип предыдущего стимула» ($F(1, 19) = 5,9$, $MS = 37080$, $p = 0,03$, $\eta^2 = 0,014$)

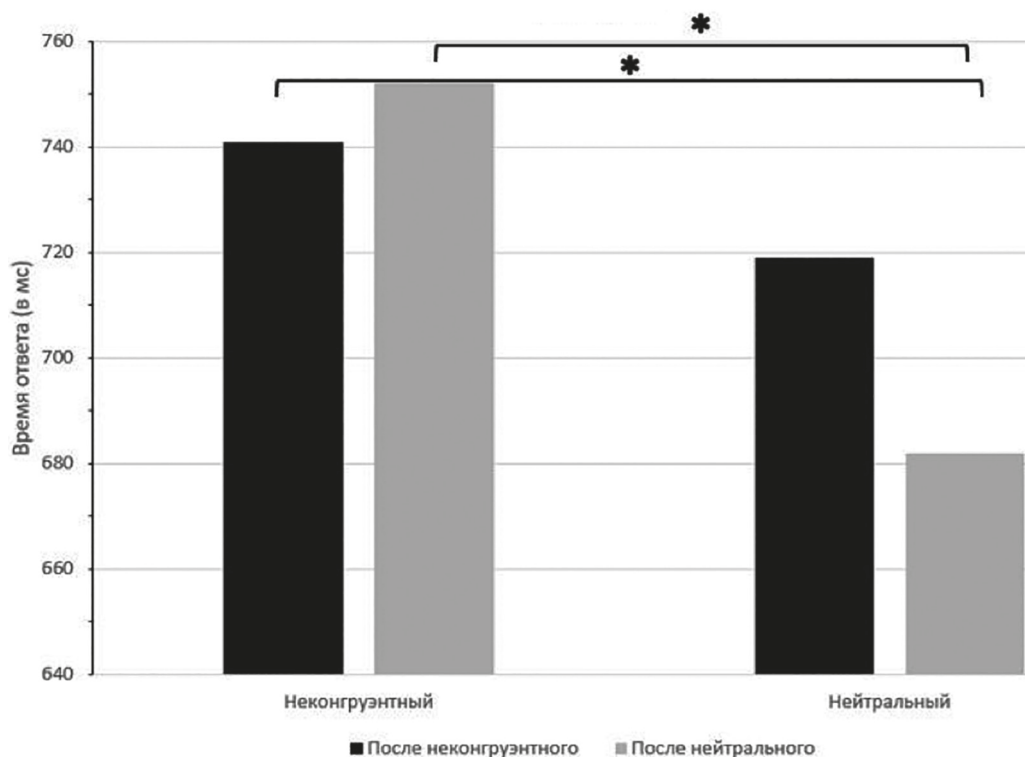


Рис. 4. Взаимодействие факторов «тип стимула» и «тип предыдущего стимула»

Примечание: * — значимое отличие.

(рис. 4). После нейтрального стимула респонденты отвечают медленнее на неконгруэнтные стимулы по сравнению с нейтральными: ($t(1, 19) = 4, p < 0,004, 95\% \text{ CI} [33 \text{ мс}, 86 \text{ мс}]$). На неконгруэнтные после неконгруэнтных время ответа значимо больше, чем на нейтральные после нейтральных ($t(1, 19) = 3,3, p = 0,005, 95\% \text{ CI} [21 \text{ мс}, 96 \text{ мс}]$). На неконгруэнтные после нейтральных на уровне тенденции отвечают дольше, чем на нейтральные после неконгруэнтных ($t(1, 19) = -2,6, p = 0,08, 95\% \text{ CI} [6 \text{ мс}, 62 \text{ мс}]$).

Эксперимент 3 (больше нейтральных стимулов)

Материал и метод. *Испытуемые.* Выборка составила 20 человек (5 мужчин) в возрасте от 18 до 27 лет ($M = 20,3, SD = 2,64$) с нормальным или скорректированным зрением.

Стимулы. Аналогично эксперименту 2, за исключением пропорции стимулов. Соотношение нейтральных и неконгруэнтных было 4:1. Также в качестве нейтральных использовались знаки XXXXX, ?????, &&&& или ##### (без этого изменения невозможно было придерживаться правила не повторять одинаковые стимулы более четырех раз подряд).

Оборудование, дизайн исследования, процедура и способ анализа данных аналогичны эксперименту 2.

Результаты. Обнаружен только один значимый фактор — «тип стимула» ($F(1, 19) = 16,4, MS = 49055, p < 0,001, \eta^2 = 0,045$). Время ответов на неконгруэнтные стимулы больше времени ответов на нейтральные стимулы ($t(1, 19) = 4,01, p = 0,0007, 95\% \text{ CI} [24 \text{ мс}, 75 \text{ мс}]$). Все остальные отличия оказались незначимыми.

Общее обсуждение

Мы воспроизвели эффект Граттона, используя нейтральные и неконгруэнтные стимулы. Однако нам не удалось получить значимого взаимодействия эффектов Граттона и пропорции.

Тем не менее эффект Граттона значимо выражен только во втором эксперименте, где преобладали неконгруэнтные стимулы: только после нейтрального стимула интерференция значима, но не в третьем (преобладают нейтральные стимулы). Средние значения основных эффектов для экспериментов 2–3 представлены на рис. 5: в целом основные эффекты находятся на сопоставимом уровне, хотя это и требует дальнейших исследований.

С одной стороны, полученные данные не демонстрируют влияния стратегического контроля на последствие неконгруэнтных стимулов. Возможно, стратегический контроль может только усиливать соответствующие тенденции при преобладании в пропорции неконгруэнтных стимулов (из-за чего значимые отличия у нас получились только в эксперименте 2, но не в эксперименте 3). Также это выражено по неагрегированным значениям в эксперименте 1 — преобладание в пропорции неконгруэнтных стимулов ведет к общему замедлению после неконгруэнтного стимула. Причем это свидетельствует скорее об увеличении общей эффективности выполнения задачи после неконгруэнтного стимула в пропорции «больше неконгруэнтных», что соответствует моделям усиления внимания.

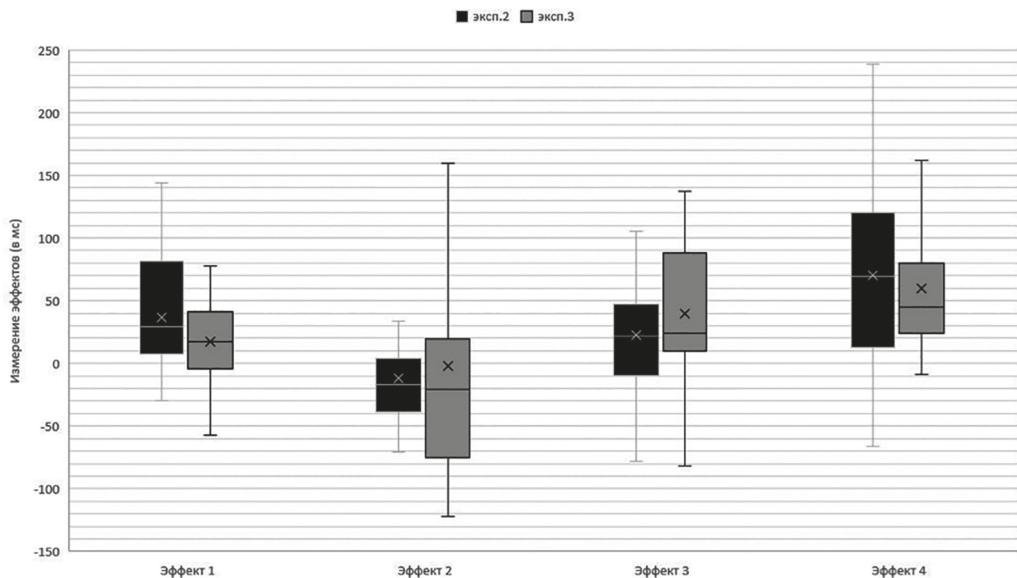


Рис. 5. Средние значения основных эффектов (эксперимент 2 — «больше неконгруэнтных», эксперимент 3 — «больше нейтральных»). Эффекты: 1 — разница между временем ответов на нейтральные стимулы в зависимости от того, был ли предыдущий стимул неконгруэнтным или нейтральным; 2 — разница между временем ответов на неконгруэнтные стимулы в зависимости от того, предшествовали ли им неконгруэнтные или нейтральные стимулы; 3 — разница между скоростью ответов на неконгруэнтные и нейтральные стимулы, если предшествующие стимулы были неконгруэнтными; 4 — разница между скоростью ответов на неконгруэнтные и нейтральные стимулы, если предшествующие стимулы были нейтральными

Полученные результаты также не согласуются с идеей о схожих механизмах эффектов постконфликтного и послеошибочного замедления: эффект замедления после конфликта, действующий на нейтральные стимулы, не возрастал по мере снижения частоты неконгруэнтных стимулов (эффект 1). Оно происходило не тогда, когда неконгруэнтный стимул очень редок, а когда неконгруэнтных стимулов много. Скорее можно предположить, что неконгруэнтные стимулы оказывают накопительный эффект, аналогичный медленному эффекту Струпа (Benarroch-Altman, 2021). Однако отметим, что потенциально реакция на редкие события может быть другой — в пропорции с сильным преобладанием каких-либо стимулов (например, 1:40).

Наше исследование ставит следующую проблему: действительно ли под влиянием пропорции неконгруэнтности меняется стратегия когнитивного контроля? Можно предположить, что изменение пропорции нейтральных стимулов недостаточно сильно влияет на стратегический контроль. Использование нейтральных стимулов в текущих условиях не стало эффективным способом наблюдения работы когнитивного контроля. Это потенциально может свидетельствовать о том, что обычно эффект пропорции наблюдается из-за фасилитации конгруэнтных проб. В будущих работах планируется уточнить, будет ли проявляться такой же паттерн результатов при других методах активирования когнитивного контроля: введения инструкций о преобладании неконгруэнтных стимулов, введения подсказок о не-

конгруэнтных стимулах, повышение заметности неконгруэнтных стимулов, увеличение сложности основного задания (голосовая версия задачи Струпа). В случае если эффектов стратегического контроля не будет получено и при учете данных факторов, можно сделать вывод о незначительном влиянии стратегического контроля на феномены струп-интерференции.

Выводы

Таким образом, эффект Граттона в нашем исследовании оказался относительно устойчивым к изменению пропорции неконгруэнтных стимулов. Несмотря на данные об усилении эффекта Граттона при преобладании в пропорции неконгруэнтных стимулов, эти стимулы влияют на следующую пробу и при обратной пропорции. Возможно, что изменение пропорции неконгруэнтных стимулов оказывает слабое влияние на «интенсивность» когнитивного контроля. Требуется проверка, влияют ли на эффект Граттона другие способы активизации когнитивного контроля.

Литература/References

- Bausenhardt, K. M., Ulrich, R., Miller, J. (2021). Effects of conflict trial proportion: A comparison of the Eriksen and Simon tasks. *Attention, Perception & Psychophysics*, 83 (2), 810–836. <https://doi.org/10.3758/s13414-020-02164-2>
- Benarroch-Altman, M. F. (2021). *Proportion Manipulation of the Emotional Stroop*. Doctoral dissertation. Hamilton. <http://hdl.handle.net/11375/27080> (accessed: 10.06.2022).
- Blais, C., Stefanidi, A., Brewer, G. A. (2014). The Gratton effect remains after controlling for contingencies and stimulus repetitions. *Frontiers in psychology*, 5, 1207. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01207>
- Botvinick, M. M., Cohen, J. D., Carter, C. S. (2004). Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *Trends in cognitive sciences*, 8 (12), 539–546. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.10.003>
- Braem, S., Bugg, J. M., Schmidt, J. R., Crump, M. J., Weissman, D. H., Notebaert, W., Egner, T. (2019). Measuring adaptive control in conflict tasks. *Trends in cognitive sciences*, 23 (9), 769–783. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2019.07.002>
- Bugg, J. M. (2012). Dissociating levels of cognitive control: The case of Stroop interference. *Current Directions in Psychological Science*, 21 (5), 302–309. <https://doi.org/10.1177/0963721412453586>
- Bugg, J. M., Hutchison, K. A. (2012). Converging evidence for control of color-word Stroop interference at the item level. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 39 (2), 433. <https://doi.org/10.1037/a0029145>
- Bugg, J. M., Jacoby, L. L., Toth, J. P. (2008). Multiple levels of control in the Stroop task. *Memory & Cognition*, 36 (8), 1484–1494. <https://doi.org/10.3758/MC.36.8.1484>
- Bustamante, L., Lieder, F., Musslick, S., Shenhav, A., Cohen, J. (2021). Learning to overexert cognitive control in a Stroop task. *Cognitive, Affective & Behavioral Neuroscience*, 21 (3), 453–471. <https://doi.org/10.3758/s13415-020-00845-x>
- Cochrane, B. A., Pratt, J. (2022). The item-specific proportion congruency effect transfers to non-category members based on broad visual similarity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 29, 1–10. <https://doi.org/10.3758/s13423-022-02104-1>
- Dignath, D., Eder, A. B., Steinhäuser, M., Kiesel, A. (2020). Conflict monitoring and the affective-signaling hypothesis — An integrative review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 27 (2), 193–216. <https://doi.org/10.3758/s13423-019-01668-9>
- Duthoo, W., Abrahamse, E. L., Braem, S., Notebaert, W. (2014). Going, going, gone? Proactive control prevents the congruency sequence effect from rapid decay. *Psychological Research*, 78 (4), 483–493. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0498-4>
- Duthoo W., Notebaert W. (2012). Conflict adaptation: It is not what you expect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65 (10), 1993–2007. <https://doi.org/10.1080/17470218.2012.676655>
- Entel, O., Tzelgov, J., Bereby-Meyer, Yo. (2014). Proportion congruency effects: Instructions may be enough. *Frontiers in Psychology*, 5, 1108. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01108>

- Gratton, G., Coles, M. G., Donchin, E. (1992). Optimizing the use of information: strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121 (4), 480. Available at: <https://psycnet.apa.org/buy/1993-12151-001> (accessed: 10.06.2022).
- Lindsay, D. S., Jacoby, L. L. (1994). Stroop process dissociations: the relationship between facilitation and interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20 (2), 219. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.20.2.219>
- MacLeod, C. M. (2005). *The Stroop Task in Cognitive Research*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10870-002>
- MacLeod, C. M., MacDonald, P. A. (2000). Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in cognitive sciences*, 4 (10), 383–391.
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman E., Lindeløv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior research methods*, 51 (1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Questienne, L., Van Opstal, F., van Dijck, J. P., Gevers, W. (2018). Metacognition and cognitive control: behavioural adaptation requires conflict experience. *Quarterly journal of experimental psychology*, 71 (2), 411–423. <https://doi.org/10.1080/17470218.2016.1251473>
- R Core Team (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available at: <https://www.R-project.org/> (accessed: 18.03.2022).
- Rey-Mermet, A., Meier, B. (2017). Post-conflict slowing after incongruent stimuli: From general to conflict-specific. *Psychological research*, 81 (3), 611–628. <https://doi.org/10.1007/s00426-016-0767-0>
- Schmidt, J. R. (2013). The Parallel Episodic Processing (PEP) model: Dissociating contingency and conflict adaptation in the item-specific proportion congruent paradigm. *Acta Psychologica*, 142 (1), 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.11.004>
- Schmidt, J. R., Besner, D. (2008). The Stroop effect: why proportion congruent has nothing to do with congruency and everything to do with contingency. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 34 (3), 514. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.34.3.514>
- Schmidt, J. R., De Houwer, J. (2011). Now you see it, now you don't: Controlling for contingencies and stimulus repetitions eliminates the Gratton effect. *Acta psychologica*, 138 (1), 176–186. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.06.002>
- Spapé, M. M., Hommel, B. (2008). He said, she said: Episodic retrieval induces conflict adaptation in an auditory Stroop task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 15 (6), 1117–1121. <https://doi.org/10.3758/PBR.15.6.1117>
- Spinelli, G., Lupker, S. J. (2020). Item-specific control of attention in the Stroop task: Contingency learning is not the whole story in the item-specific proportion-congruent effect. *Memory & Cognition*, 48 (3), 426–435. <https://doi.org/10.3758/s13421-019-00980-y>
- Spinelli, G., Lupker, S. J. (2021). Proactive control in the Stroop task: A conflict-frequency manipulation free of item-specific, contingency-learning, and color-word correlation confounds. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 47 (10), 1550. <https://doi.org/10.1037/xlm0000820>
- Starodubtsev, A. S., Allakhverdov, M. V. (2017). The influence of the attitude about the presence of conflicting stimuli in the Stroop test on the magnitude of interference. *Vestnik of St Petersburg University. Psychology*, 7 (2), 137–153. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu16.2017.203> (In Russian)
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18 (6), 643. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Verbruggen, F., McLaren, I. P., Chambers, C. D. (2014). Banishing the control homunculi in studies of action control and behavior change. *Perspectives on Psychological Science*, 9 (5), 497–524. <https://doi.org/10.1177/1745691614526414>

Статья поступила в редакцию 21 июня 2022 г.;
рекомендована к печати 9 февраля 2023 г.

Контактная информация:

Стародубцев Алексей Сергеевич — аспирант; fleksbr@yandex.ru
Сладкоштитева Анастасия Владимировна — студент; st076509@student.spbu.ru
Землянов Александр Андреевич — студент; humsteralex@gmail.com

Strategy or local control? Interaction of Gratton effect and proportion's effect in the Stroop test*

A. S. Starodubtsev^{1a}, A. V. Sladkoshtieva¹, A. A. Zemlyanov²

¹ St. Petersburg State University,

7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

² The Herzen State Pedagogical University of Russia,

48, nab. r. Moiki, St. Petersburg, 191186, Russian Federation

For citation: Starodubtsev A. S., Sladkoshtieva A. V., Zemlyanov A. A. Strategy or local control? Interaction of Gratton effect and proportion's effect in the Stroop test. *Vestnik of Saint Petersburg University. Psychology*, 2023, vol. 13, issue 2, pp. 229–243. <https://doi.org/10.21638/spbu16.2023.207> (In Russian)

Models of cognitive control contain the mechanism of the general strategy of solving a task and control of specific stimuli special mechanisms. There is an ongoing discussion as to which control is responsible for the Gratton effect and the Stroop test's proportion effect. The Gratton effect consists in decreasing the Stroop effect after an incongruent stimulus, the proportion effect is to increase interference when incongruent stimuli predominate among other types of stimuli. In this study, we set out to test whether there would be an interaction between these effects. If it is detected, we can say that both effects of study are produced by a general cognitive mechanism. Similar studies of general strategy using the Stroop task include congruent and incongruent stimuli. Congruent stimuli produce a response facilitation effect that is mixed with an interference effect, making final interpretation difficult. To avoid this, we used different proportions of incongruent and neutral stimuli. We conducted three experiments using different proportions of incongruent versus neutral stimuli (66:33/33:66 and 80:20/20:80), as well as the type of design (intragroup and intergroup plans). Only the Gratton effect was detected in the experiments performed — no proportion effect or significant interaction between the Gratton and proportion effects was found. In three experiments ($N=70$), only indirect evidence was found for the effect of proportion on the Gratton effect. These results are difficult to explain in terms of “strategic” interference model who explain both effects by a change in the global strategy for solving the task. Given the systematic lack of interaction between the Gratton effect and other effects in the literature, we can say that the Gratton effect is caused by a local control system, which the proportion effect influences, if at all, only slightly. The connection between the proportion effect and strategic control and the factors that mediate it are discussed.

Keywords: Stroop interference, cognitive control, automatic processes, proportion effect, Gratton effect.

Received: June 21, 2022

Accepted: February 9, 2023

Authors' information:

Alexei S. Starodubtsev — Postgraduate Student; fleksbr@yandex.ru

Anastasia V. Sladkoshtieva — Student; st076509@student.spbu.ru

Aleksandr A. Zemlyanov — Student; humsteralex@gmail.com

* The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research grant no. 20-013-00778.

^a Author for correspondence.

Приложение

Среднее время ответов во всех анализируемых условиях в экспериментах 1–3

№ эксперимента	Пропорция «больше нейтральных»				Пропорция «больше неконгруэнтных»			
	неконгруэнтные стимулы		нейтральные стимулы		неконгруэнтные стимулы		нейтральные стимулы	
	после неконг.	после нейтрал.	после неконг.	после нейтрал.	после неконг.	после нейтрал.	после неконг.	после нейтрал.
1	774	822	765	754	788	794	768	751
2	–				741	752	719	682
3	715	718	676	658	–			