

УДК 159.99

Аллахвердов М.В., Стародубцев А.С.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

Влияние положения дистрактора на эффект Струпа¹

Influence of Distracter's Location on Stroop Interference

Аннотация

В статье рассматривается механизм возникновения интерференции Струпа в парадигме логики познания. Предполагается, что одним из ключевых процессов, влияющих на интерференцию, является когнитивный контроль задачи, который осуществляет проверку того, на какую задачу требуется дать ответ. Обсуждаются причины возникновения интерференции, и возможные следствия из предлагаемых утверждений, делается попытка описать работу механизма контроля задачи в тесте Струпа. На основе проведенного анализа были сформулированы две экспериментальные гипотезы о влиянии контроля задачи на величину интерференции в зависимости от особенностей игнорируемой характеристики струп-стимула (дистрактора). Результаты Эксперимента 1 (20 человек) свидетельствуют в пользу того, что проверочные действия контроля задачи в отношении выполнения задачи игнорирования в тесте Струпа во многом является причиной возникновения интерференционного эффекта. В Эксперименте 2 (34 человека) подтвердилась гипотеза о том, что снижение когнитивного контроля задачи вследствие высокой предсказуемости стимулов приводит к быстрому научению, повышающему эффективность выполнения заданий в тесте Струпа.

Ключевые слова: логика познания, когнитивный контроль, контроль задачи, дистрактор, тест Струпа

Abstract

This paper discusses interference effect in terms of logic of cognition. We argue that cognitive Task Control is one of the most important processes determining the effect. In a cognitive system, Task Control monitors which tasks require solving. In the interference task when one's Task Control tests whether the meaning of the word is being ignored, the opposite happens. That leads to a mistake and an increase in response times. This offers a new look at what causes interference and allows for new experimental hypotheses. In this article, we test two hypotheses about the Task Control influence on interference level depending on the characteristics of the Stroop stimuli dimension to be ignored. The results of Experiment 1 (20 subjects) demonstrate that Task Control monitoring actions are indeed one of the reasons of interference effect. Experiment 2 (34 subjects) support the hypothesis that high predictability of the stimuli reduces Task Control activity and hence increases learning effect, which in turn reduces interference effect.

Keywords: logic of cognition, cognitive control, Task Control, distractor, Stroop interference test

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ 15-06-05112.

Введение

В последние годы многие ученые, как кажется на первый взгляд, смогли получить удовлетворяющий их ответ на вопрос, почему возникает интерференция Струпа, т.е. почему назвать цвет, которым написано слово, обозначающее другой цвет, требует больше времени, чем назвать цвет, которым написан бессмысленный набор символов (Stroop, 1935). Наиболее часто предполагается, что ключевую роль в возникновении эффекта играют исполнительные функции (executive functions), которые управляют селективным вниманием, тормозящими и активирующими процессами в мозге, когнитивной гибкостью и другими процессами, влияющими на поведение человека (Purdy, 2011). И тогда, пишут они, причина временной задержки в тесте Струпа связана с параллельной обработкой конфликтной информации, поступающей по двум каналам к некоему неведомому, но заведомо ограниченному буферу (MacLeod, 1991). Считается, что исполнительные функции управляют данным процессом, вызывая торможение нежелательного ответа и усиливая требуемый ответ. Блокировка иррелевантного ответа, таким образом, будет зависеть от того, насколько хорошо развит процесс контроля и торможения неверных ответов и характеристик самого стимула: чем больше нагрузки требует обработка стимула, тем больше будет затрачиваться времени исполнительными функциями. Считается, что все эти функции можно совершенствовать (тренировать), тем самым увеличивая эффективность деятельности. Следовательно, чем лучше развиты исполнительные функции, и в первую очередь тормозящий контроль (inhibitory control), тем меньше будет эффект интерференции. Во многом поэтому тест Струпа, вместе с другими известными интерференционными задачами, такими как фланкер-тест, тест Саймона, часто используется как диагностический метод для оценки эффективности этих функций.

В развитие такой трактовки появляются попытки симулировать процесс возникновения интерференционного эффекта с помощью математических моделей, что приводит к построению множества моделей параллельной обработки информации, приводящей к временным задержкам при предъявлении Струп-стимула. Наиболее популярны сейчас модель WEAVER++ (Roelofs, 2003) и модель исключения ответов (Mahon et al., 2007). Первая модель пытается описывать процесс воспроизведения слов, и в том числе семантическую интерференцию, наблюдаемую в эффекте Струпа, как следствие раннего вмешательства исполнительных функций, тормозящих на этапе актуализации всех возможных значений стимула иррелевантные ответы. Вторая модель рассматривает интерференцию как результат торможения на поздних этапах обработки информации, когда она уже попадает в некий узкий буфер ответа.

На наш взгляд, эти теории сталкиваются с определенными логическими трудностями. Сомнительна сама предпосылка о наличии определенных ограниченных когнитивных ресурсов (для распределения которых, как считается, и нужны исполнительные функции) (Аллахвердов, 2000; Андриянова, 2016; Аллахвердов, 2015; Карпинская, Шилов, 2015; Филлипова, Морошкина, 2015; Владыкина, 2014; Морошкина, Гершкович, 2008; Агафонов, 2006 и многие др.). Экспериментальные данные показывают, что когнитивная система обрабатывает объемы информации, значительно превосходящие те ограничения, которые наблюдаются в сознательной деятельности. Чаще всего ограничения носят не структурный характер, обусловленный врожденными физиологическими параметрами. Ведь эти ограничения подвержены ситуативному функциональному изменению. Другими словами, в каждый конкретный момент регистрируемые ограничения могут меняться, исходя из опыта, условий среды, имплицитных установок и т.д. Если цель исполнительных функций, согласно определению, состоит в решении задач в условиях ограниченных

ресурсов, то функция когнитивного контроля состоит в том, чтобы обеспечить главное требование познавательной деятельности – проверку поступающей информации на непротиворечивость с уже имеющимся осознанным актуальным знанием. Когнитивный контроль позволяет принять решение, что из поступающей информации следует осознать, а что – осознавать не следует. Поскольку такой когнитивный контроль предшествует осознанию, то он включается непроизвольно – сознанию доступны только его результаты. Проверка на непротиворечивость занимает время, поскольку она возможна только для неизменной ситуации – в противном случае, избавление от одних противоречий может порождать новые. Внесение изменений в актуальное знание требует последующей проверки на непротиворечивость обновленной системы, а, следовательно, контрольные процессы должны осуществляться последовательно.

Процессы когнитивного контроля и эффект интерференции

Возможной причиной эффекта Струпа, на наш взгляд, является взаимодействие процессов когнитивного контроля, которые проверяют правильность выполнения конкретных операций, необходимых для решения актуальной задачи (*контроль операций*) и выбора релевантной задачи (*контроль задачи*) (Аллахвердов, Аллахвердов, 2014, 2015 и др.). Мы допускаем, что это только одна из причин интерференции, хотя, по-видимому, одна из ключевых. Мы также предполагаем, что данные контрольные процессы вызывают многие интерференционные явления, а отнюдь не только феномен перцептивной интерференции Струпа. Однако в рамках данной статьи рассматривается именно последний феномен.

Особенность выполнения задания в тесте Струпа заключается в том, что перед человеком ставится одновременно две задачи. Релевантная (или основная) задача – называть цвет, которым написано слово, и дополнительная нерелевантная задача – игнорировать (не читать) слово-

дистрактор. Когнитивная система автоматически производит обработку как названия цвета, так и значения слова, контроль операций автоматически блокирует слово-дистрактор, не допуская его осознания. Для когнитивной системы эта задача настолько проста, что не вызывает никаких трудностей. Ошибка возникает в тот момент, когда непроизвольно включается контроль задачи: ту ли задачу я решаю? *Контроль задачи* в тесте Струпа связан сразу с двумя заданиями: называю ли я цвет и не читаю ли я слово? Как только *контроль задачи* переходит на проверку игнорирования слова, результат чтения неизбежно попадает в сознание. Ведь для того, чтобы убедиться, что я нечто не делаю, надо сравнить то, что я делаю, с тем, что я не должен делать. Поскольку результат контроля попадает в сознание, то в сознание в этот момент автоматически попадает то, что по условиям задачи не должно быть объектом внимания. Следовательно, выдается сигнал об ошибке, что приводит к увеличению времени реакции.

Исходя из такого объяснения, в экспериментальных исследованиях важным фактором, влияющим на величину интерференции, является соотношение сложности двух заданий (Аллахвердов, Аллахвердов, 2014, 2015). Чем сложнее сама поставленная в инструкции задача, тем дольше будет выполняться *контроль операций*, и тем реже будет осуществляться *контроль задачи*. Отсюда следует: при увеличении сложности основного задания интерференция будет снижаться, в то время как при увеличении сложности дополнительного задания время реакции возрастет. Как известно, интерференция возникает тогда, когда по инструкции испытуемый должен называть цвет, не читая слова. Обратная задача – читать слова, не называя цвет – в восходящей к Струпу классической парадигме практически не вызывает интерференции. Стандартное объяснение: поскольку читать легче, чем называть цвет, то этот более простой ответ быстрее обрабатывается (требует меньше ресурсов для активации и больше для торможения), поэтому в случае задачи игнорировать значение слова на нее выделяется больше

ресурсов, уменьшая когнитивные ресурсы для решения основной задачи называния цвета. Это и приводит к временной задержке. Однако такое объяснение не соответствует экспериментальным данным. К примеру, рассмотрим детей, которые только научились читать, и для которых эта задача явно сложнее (т.е., исходя из данного объяснения, ее легче игнорировать), чем называние цвета. Но неожиданно у таких детей наблюдается большая величина интерференции, чем у опытных взрослых читателей. Более того, широкий анализ данных показал значимую связь между навыком чтения и величиной эффекта: чем лучше человек читает, тем ниже интерференция (Protopapas, Archonti, Skaloumbakas, 2006). Если исходить из объяснения, даваемого в этой статье, то односторонняя направленность интерференции, наоборот, объясняется тем, что чтение – более сложный процесс по сравнению с процессом определения и называния цвета. Если задача чтения сложнее, чем называние цвета, то потому и уровень интерференции очень низкий, практически близкий к нулю. Для детей чтение – более сложный процесс, поэтому в случае классической инструкции теста Струпа интерференция будет большой. Однако этот результат может меняться при некоторых условиях. Сам Струп показал, что длительная тренировка приводит к обратному эффекту: после многодневного выполнения основного задания теста, обратная задача – читать слово, не обращая внимания на цвет, – вызывает сильную интерференцию (подробнее о влиянии тренировки на величину эффекта Струпа – в параграфе «Контроль задачи и процесс научения»). Правда, этот эффект быстро пропадает (MacLeod, 1991). Задача читать слова, игнорируя цвет, которым слово написано, вызывает большую интерференцию и в том случае, если в рамках компьютерного теста Струпа ответ дается с помощью клавиш, которые обозначены соответствующими цветами (Blais, 2006). К тому же, если задача испытуемого при предъявлении Струп-стимула – наводить курсором мыши на квадрат соответствующего цвета, то прямой эффект Струпа практически

полностью исчезает, в то время как обратный эффект проявляется значимо сильнее (Durgin, 2000). По-видимому, здесь меняется задача: вместо названия цвета выполняется зрительный поиск.

Предположение о влиянии сложности игнорируемого и основного задания на величину интерференции Струпа проявляется в различных модификациях этого теста. Например, одним из усложнений игнорируемого задания является использование в качестве слов-стимулов эмоционально значимых или эмоционально нейтральных слов. Такая модификация получила название эмоционального Струп-теста. Исследования показывают, что в тесте Струпа название цвета эмоциогенных слов медленнее, чем нейтральных. Анализ экспериментальных данных эмоционального Струп-теста позволил ученым разделить быстрый и медленный эффекты (McKenna, Sharma, 2004; Сысоева, 2014). Быстрый эффект предполагает, что временная задержка возникает непосредственно из-за влияния предъявляемого стимула, а медленный – из-за влияния предыдущего стимула. Исследования показали, что в эмоциональном Струп-тесте преобладает медленный эффект, в то время как в классическом Струп-тесте наблюдаются оба (Phaf, Kan, 2007). На основе этого даже появилась идея о блочном предъявлении стимулов в эмоциональном Струп-тесте, где сначала одной серией предъявляются все нейтральные стимулы, а другой – все значимые, или наоборот. Эксперименты показывают, что в этом случае эффект интерференции для эмоционально значимых слов выше. Алгом, Чайут и Лев (Algom, Chajut, Lev, 2004), исходя из таких данных, даже предполагают, что Струп-тест и эмоциональный Струп-тест имеют различную природу. Однако нам представляется вполне возможным другое объяснение. Оба описываемых эффекта зависят от работы *контроля задачи*. Практически всегда при прохождении испытуемым классических карт теста Струпа возникает следующее впечатление: испытуемый несколько стимулов подряд дает достаточно быстрый ответ, а потом вдруг у испытуемого происходит

заминка, он медленнее называет цвет одного или нескольких стимулов, а через некоторое время снова начинает более успешно справляться с заданием. И таких переключений при выполнении стандартной карты Струпа может быть много.

Таким образом, при предъявлении подряд серии одинаковых эмоционально нагруженных стимулов, *контроль задачи* при переключении между двумя инструкциями будет чаще попадать именно на такой более сложный стимул, что приведет к более высоким показателям интерференции. В случае же случайного предъявления, где за эмоциогенным словом может идти нейтральное слово, *контроль задачи* с одинаковой вероятностью при переключении может попасть как на сложный, так и на нейтральный стимул, и если он попадает на последний, то интерференционный эффект ниже, поэтому и общая успешность испытуемого, в случае смешанного предъявления стимулов, выше.

Исходя из предложенной здесь модели, мы предполагаем, что когнитивная система готовит ответы на все поставленные перед человеком задачи (в том числе те, которые когнитивная система сама поставила перед собой). Поскольку в случае Струп-интерференции автоматически решается и дополнительная задача (читается слово), *контроль задачи* должен выполнить проверку, что ответ дается именно на нужную из двух задач. Другими словами, в экспериментальных данных можно увидеть, что испытуемый реагирует на ответ-дистрактор (правильный ответ для игнорируемой задачи, и неправильный для основной задачи называния цвета), по-видимому, автоматически проверяя, что из двух ответов выбран требуемый инструкцией.

В исследованиях Ходжсона с коллегами (Hodgson, Parris, Gregory, Jarvis, 2009) анализировались движения глаз испытуемого в процессе выполнения теста Струпа. Они предъявляли испытуемым в центре экрана как классические Струп-стимулы, так и пространственные Струп-стимулы, в

которых использовались слова, указывающие направление: «up» (вверх), «down» (вниз), «right» (вправо) и «left» (влево). Для каждого стимула в каждом из четырех направлений (слева, сверху, справа и снизу от стимула) на некотором расстоянии от него предъявлялся квадрат определенного цвета. Они рассматривали движение глаз испытуемого в случае предъявления конгруэнтного стимула (значение слова совпадает с цветом, которым оно написано – для классического Струпа, значение слова совпадает с правильным направлением движения глаз – для пространственных стимулов). Их результаты показали, что для обоих типов стимулов испытуемый совершает ошибку в среднем в 4,6% случаев, т.е. переводит взгляд в сторону неправильного ответа, а только потом уже в сторону релевантного ответа. При этом в 67% таким неправильным ответом выступает именно иррелевантный стимул – дистрактор. Например, испытуемому предъявляется слово «КРАСНЫЙ», написанное синим цветом. При этом синий квадрат находится слева от стимула (правильный ответ), красный – снизу, а желтый и зеленый цвета находятся сверху и справа соответственно. Для указанного стимула, если человек ошибается, то он с большей вероятностью переводит взгляд именно вниз на дистрактор, а не вправо или вверх. Таким образом, реакция происходит именно на ту характеристику Струп-стимула, которую требуется игнорировать.

С одной стороны, полученные данные, по-видимому, добавляют экспериментальное подтверждение в копилку моделей интерференции, которые предполагают торможение на поздних этапах обработки стимула (например, модель исключения ответов). С другой стороны, этот результат допускает и другое объяснение в рамках предложенного нами подхода. Неправильное автоматическое движение взгляда в сторону дистрактора свидетельствует не о конфликте ответов и подавлении одного из них, а о конфликте задач. Переключение *контроля задачи* на проверку правильности выполнения задания игнорирования неминуемо приводит к произвольной

реакции на неправильный ответ. Другими словами, для выполнения поставленных инструкций *контроль задачи* запускает как поиск ответа на целевую задачу, так и поиск ответа на иррелевантную задачу-дистрактор. Когнитивная система должна убедиться, что она дает правильный ответ на обе задачи: реагирует на целевой стимул и игнорирует дистрактор.

Попробуем подтвердить нашу интерпретацию в случае прохождения теста Струпа с помощью клавиатуры, где ответ дается нажатием на клавишу. Покажем, что в этом случае осознается не только ответ на основную задачу, но и проверяется, что не нажимается клавиша, соответствующая значению слова или цвету дистрактора (в зависимости от инструкции исследования). Можно предположить, что в таком варианте теста Струпа при близком расположении друг к другу клавиш, соответствующих ответам как на релевантную, так и на иррелевантную характеристику стимула, время выполнения теста Струпа будет быстрее, чем в случае, если данные клавиши будут находиться далеко друг от друга. Эта идея и была проверена в эксперименте 1.

Эксперимент 1

Испытуемые

В эксперименте приняло участие 20 испытуемых (13 женщин, 7 мужчин в возрасте от 18 до 28 лет) – студенты и работники психологического и филологического факультетов СПбГУ.

Стимульный материал

В качестве стимулов использовались слова «КРАСНЫЙ», «СИНИЙ», «ЖЕЛТЫЙ» и «ЗЕЛЕНый» и соответствующие этим значениями 4 цвета. Всего испытуемым предъявлялось 96 стимулов. Стимулы предъявлялись в центре экрана на сером фоне.

В эксперименте использовались стимулы 3 типов: конгруэнтные стимулы, когда слово было окрашено в тот цвет, которое оно обозначает

(например, слово «красный», написанное красным цветом); нейтральные стимулы, когда слово было окрашено в белый цвет; и неконгруэнтные стимулы, когда слово было окрашено в один из 3 оставшихся цветов (например, слово «красный», окрашенное в синий, зеленый или желтый цвета).

Процедура

Предъявление стимулов осуществлялось в случайной последовательности, после предъявления половины стимулов был предусмотрен небольшой перерыв. В исследовании использовалась обратная версия теста Струпа, в которой испытуемый должен был реагировать на значение слова, игнорируя цвет, которым оно написано. Такая модификация была выбрана в связи с тем, что, на наш взгляд, данная задача больше похожа на задачу наведения мыши на цветной квадрат на экране в экспериментах Дургина (Durgin, 2000), а потому, как мы предполагаем, в таком случае обратный эффект должен быть сильнее.

Задача испытуемых состояла в нажатии указательным пальцем правой руки на одну из четырех клавиш клавиатуры, соответствующую возможным вариантам ответа. Использовалась стандартная версия английской раскладки клавиатуры PC/AT. Клавишам «S» и «D» были присвоены ответы, обозначающие синий и желтый цвет соответственно, а клавишам «J» и «K» – зеленый и красный цвет. На каждую из клавиш предварительно была нанесена наклейка из цветной бумаги соответствующего цвета. Таким образом, клавиши, соответствующие синему и желтому цветам, располагались рядом с клавишей «A» (в английской раскладке), красная и зеленая – рядом с клавишей «L». Эти две клавиши, «A» и «L», в свою очередь были фиксационными клавишами, которые необходимо удерживать указательным пальцем ведущей руки до появления целевого стимула. Перед каждой пробой испытуемому на экране предъявлялась информация, какую из двух фиксационных клавиш ему необходимо зажать в каждой пробе. В

половине проб необходимо было зажимать клавишу «А», а в другой половине – «L». Сразу после появления целевого стимула испытуемый должен был перенести указательный палец с фиксационной клавиши на цветную клавишу, соответствующую значению окрашенного слова (то есть, при предъявлении слова «КРАСНЫЙ», независимо от его цвета, испытуемому следовало нажать красную кнопку).

В эксперименте рассматривалось влияние двух факторов. В первом случае нами предполагалось возможное влияние на время реакции расстояния между фиксационной клавишей и цветной клавишей, соответствующей правильному ответу на основное задание для конкретного Струп-стимула. Клавиши могли располагаться рядом или далеко. Например, в части стимулов испытуемый после предъявления неконгруэнтного стимула со словом «СИНИЙ» должен был нажать клавишу «S», переведя указательный палец с близко расположенной фиксационной клавиши «А», в других стимулах – с отдаленно расположенной фиксационной клавиши «L». Данный фактор мы обозначили как «удаленность клавиши цели от фиксационной клавиши».

Второй фактор был выделен только для неконгруэнтных стимулов. Рассматривалось влияние на время реакции расстояния от фиксационной клавиши до клавиши-дистрактора, соответствующей цвету, в который было окрашено стимульное слово. Клавиша-дистрактор также могла быть расположена близко или далеко от фиксационной клавиши. Второй фактор был обозначен как «удаленность клавиши-дистрактора от фиксационной клавиши». Помимо этого, оценивалось взаимодействие этих двух факторов, которое предполагает четыре возможных варианта взаимного расположения клавиш цели и дистрактора (таблица 1).

Таблица 1 – Взаимное расположение клавиш цели и дистрактора в зависимости от их расположения относительно фиксационной клавиши

		Клавиша цели	
		Близко к фиксационной клавише	Далеко от фиксационной клавиши
Клавиша дистрактора	Близко к фиксационной клавише	близко друг к другу	далеко друг от друга
	Далеко от фиксационной клавиши	далеко друг от друга	близко друг к другу

Результаты

Основное внимание в анализе результатов было уделено изучению влияния двух факторов – удаленность клавиши цели от фиксационной клавиши и удаленность клавиши-дистрактора от фиксационной клавиши – на время реакции испытуемого при предъявлении неконгруэнтных стимулов.

Количество ошибок. Количество ошибок для конгруэнтных и нейтральных стимулов составило меньше 1%, в то время как для неконгруэнтных стимулов этот показатель в среднем равняется 4%. Анализ ошибок в пробах с неконгруэнтными стимулами никаких значимых результатов не показал. В дальнейшем все ошибочные пробы были исключены из анализа.

Время реакции. В таблице 2 приведено среднее время реакции на стимул в зависимости от его типа, фактора удаленности до клавиши цели (клавиша целевого ответа близко к фиксационной клавише или далеко) и фактора удаленности клавиши дистрактора (только для неконгруэнтных стимулов).

Таблица 2 – Среднее время реакции в зависимости от типа стимулов, фактора «удаленности от клавиши цели» и фактора «удаленности от клавиши дистрактора», в мс

	Конгруэнтные стимулы		Нейтральные стимулы			Неконгруэнтные стимулы	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>		<i>M</i>	<i>SD</i>
Цель близко	929	6.5	946	7	Дистрактор близко	1076	9
					Дистрактор далеко	1158	10
Цель далеко	976	6	1011	7	Дистрактор близко	1126	9
					Дистрактор далеко	1090	8

Как видно, для конгруэнтных и нейтральных стимулов реакция на удаленную цель значительно выше (для конгруэнтных: $t(38) = 23.7613$, $p < .001$; для нейтральных: $t(38) = 29.364$, $p < .001$).

Для анализа неконгруэнтных стимулов был проведен двухфакторный ANOVA. Было обнаружено значимое взаимодействие факторов «удаленность клавиши цели от фиксационной клавиши» и «удаленность клавиши дистрактора от фиксационной клавиши» ($F(1,1786) = 16,609$; $p < .001$). Как видно из таблицы 2, при близости клавиши цели к фиксационной клавише более быстрая реакция наблюдается в условии близости клавиши дистрактора (1076 мс) по сравнению с условием, когда клавиша ответа-дистрактора находится на расстоянии от фиксационной клавиши (1158 мс). Данные различия статистически значимы (post-hoc анализ: метод Бонфферони, $p = .012$). В случае удаленности клавиши цели от фиксационной клавиши более быстрая реакция наблюдается при удаленности от фиксационной клавиши и клавиши дистрактора (1090 мс) по сравнению с условием, когда клавиша дистрактора находится рядом с фиксационной клавишей (1126 мс). Данные отличия также статистически значимы (post-hoc анализ: метод Бонфферони, $p = .042$). Таким образом, данный результат предполагает, что в случае неконгруэнтного стимула большую роль играет близость клавиши цели и клавиши дистрактора друг к другу, при этом

данный фактор оказывается более значимым, чем расстояние от фиксационной клавиши до клавиши целевого ответа или клавиши дистрактора.

По-видимому, можно предположить, что испытуемый, хотя бы иногда, прежде, чем дать ответ на основную задачу, проверяет, а действительно ли он сейчас не отвечает на другую задачу, не реагирует ли он сейчас на дистрактор? Если клавиши для целевого ответа и для ответа-дистрактора находятся на большем расстоянии друг от друга, испытуемому требуется больше времени для осуществления такого контроля, чем когда эти клавиши находятся рядом друг с другом (возможно, испытуемый даже неосознанно переводит взгляд в сторону клавиши ответа-дистрактора). Таким образом, наша гипотеза получила экспериментальное подтверждение.

Контроль задачи и процесс научения

Представленные результаты позволили нам получить подтверждение гипотезы о том, что во время выполнения интерференционного теста Струпа происходит процесс обработки как основного задания, так и задачи игнорирования. *Контроль задачи* проверяет: «Решаю ли я поставленную задачу?», что приводит к неизбежности осознания ответов на обе задачи, и затем осуществляется выбор той задачи, на которую, в первую очередь, требуется дать ответ. Когда такая задача определяется, *контроль задачи* делает окончательную проверку, что дается именно тот ответ, который необходимо дать.

Теория В.М. Аллахвердова (1993) утверждает, что одним из факторов, влияющих на научение при решении простых однотипных задач, является снижение когнитивного контроля над выполнением задания. Так, при выполнении достаточно однообразного задания *контроль задачи* все реже осуществляет проверку того, действительно ли когнитивная система готовит ответ на поставленную задачу. Тем самым те внутренние процессы, которые

осуществляет данная система, выходят из-под сознательного контроля, и осуществляются как автоматическое действие. Другими словами, с учетом некоторых допущений один из механизмов научения можно описать так: научение заключается в том, что контрольные процессы неминуемо перестают вмешиваться в автоматическую (а потому во многом изначально эффективную) работу когнитивной системы.

Нам представляется, что это одна из причин высокой эффективности научения в тесте Струпа. Испытуемые уже к повторному выполнению теста Струпа показывают значительно более низкий уровень интерференции, а через несколько тренировочных сессий эффект практически полностью сходит на нет: время реакции на релевантный цвет Струп-стимула не отличается от времени реакции на цвета бессмысленного набора символов (Stroop, 1935). При предъявлении серии неконгруэнтных стимулов *контроль задачи* все реже проверяет, как выполняются обе задачи, а потому и процесс называния цвета, и процесс игнорирования слова становятся эффективнее. Свидетельством этому являются исследования, в которых ученые варьировали соотношение конгруэнтных и неконгруэнтных стимулов. Исследования показали, что чем реже встречаются неконгруэнтные стимулы, тем выше интерференция. Так, если в тесте используется всего лишь 25% неконгруэнтных стимулов, интерференция будет значительно выше, чем в случае, когда все предъявляемые стимулы неконгруэнтны (Lowe, Mitterer, 1982). Почему же количество конгруэнтных стимулов влияет на скорость обработки неконгруэнтных стимулов? По-видимому, такой эффект связан именно со снижением когнитивного контроля в процессе научения. Отсутствие конгруэнтных стимулов ставит перед испытуемым однообразные задачи, поэтому их решение быстро выходит из-под влияния контролирующих процессов. Появление стимулов, в которых значение слова и его цвет совпадают, приводит к изменению установленного образа действия, и когнитивный контроль снова начинает участвовать в обработке

информации. Таким образом, при большом количестве конгруэнтных стимулов научение задаче игнорирования минимально, а потому появление каждого неконгруэнтного стимула воспринимается как неожиданное, следовательно, и когнитивный контроль осуществляется чаще, что и приводит к увеличению времени реакции на такие стимулы.

Долгая тренировка выполнения классической карты Струпа, в которой все стимулы были неконгруэнтными, приводила в последующем к появлению обратного эффекта Струпа: цвет слова начинал интерферировать в задании, где испытуемым нужно было прочитать слово. Такой эффект, однако, быстро исчезает. В проведенных А.С. Стародубцевым пилотажных исследованиях было показано: если испытуемому предъявляется длительная серия неконгруэнтных стимулов, а после этого предъявляется серия конгруэнтных стимулов, то у всех испытуемых наблюдается резкое замедление на одном из 3 первых конгруэнтных стимулов. Такая реакция может объясняться тем, что после долгой тренировки с неконгруэнтными стимулами смена задания на работу с конгруэнтными стимулами приводит к тому, что снова запускается когнитивный контроль, который реагирует на изменение стимулов. Это и проявляется во времени реакции. Таким образом, мы предполагаем, что выполнение предсказуемой и повторяемой задачи влияет на снижение когнитивного контроля, и проявляется в поведении в виде увеличения эффективности деятельности.

На основе этой гипотезы нами был разработан экспериментальный дизайн, который проверяет скорость научения выполнению теста Струпа в зависимости от предсказуемости задачи.

Эксперимент 2

Испытуемые

В исследовании приняло участие 34 человека (21 девушка и 13 юношей в возрасте от 18 до 27 лет) – учащиеся факультета психологии СПбГУ.

Испытуемые были разделены на 2 группы случайным образом. В первую группу попало 20 человек, во вторую группу – 14 человек.

Стимульный материал

В качестве стимулов использовались слова «синий», «зеленый» и «красный», каждое из которых было окрашено в один из этих трех цветов, при этом цвет и значение слова никогда не совпадали, т.е. все стимулы были неконгруэнтными. Таким образом, в эксперименте предъявлялось 6 уникальных сочетаний «слово-цвет». Эти Струп-стимулы предъявлялись по центру на черном экране. Слева и справа от стимула испытуемым также предъявлялось по цветному квадрату. Во всех пробах один из квадратов был окрашен в цвет, который соответствовал значению целевого слова (целевой квадрат). Второй квадрат был окрашен в один из двух оставшихся цветов и отвлекал испытуемого от выполнения целевой задачи (квадрат-дистрактор). В соответствии с инструкцией испытуемые должны были как можно быстрее реагировать на значение слова. Если квадрат, окрашенный в цвет, соответствующий значению слова, находился справа, испытуемый должен был нажать на клавиатуре на клавишу со стрелкой вправо. Если такой квадрат предъявлялся слева, то, соответственно, испытуемому требовалось нажать на клавишу со стрелкой влево. Целевой квадрат равное количество раз появлялся справа или слева для каждого из шести стимулов. Таким образом, всего было 12 сочетаний стимулов и квадратов.

В случае, если цвет квадрата-дистрактора совпадал с цветом шрифта, которым было написано слово, такая проба называлась неконгруэнтной, так как это создавало возможность испытуемому совершить в данной пробе нерелевантное задаче действие – среагировать не на значение слова, а на цвет шрифта. Если же цвет квадрата-дистрактора не совпадал с цветом шрифта, такая проба считалась нейтральной.

Процедура

В эксперименте испытуемым первой группы последовательно предъявлялось два блока стимулов. Один блок состоял из 8 серий, в каждой из которых в случайном порядке предъявлялись только нейтральные пробы (всего 96 проб: 8 серий, в которых в случайном порядке предъявлялись 12 возможных сочетаний для нейтральных проб). Второй блок состоял из 96 неконгруэнтных проб (8 серий, в которых в случайном порядке предъявлялись 12 возможных сочетаний для неконгруэнтных проб). Сами блоки предъявлялись по контрбалансированному плану. Во второй группе испытуемым предъявлялось 128 проб (96 конгруэнтных и 96 нейтральных) в случайном порядке, т.е. неконгруэнтные и нейтральные пробы предъявлялись вперемешку.

Результаты

Пробы, в которых испытуемые дали ошибочный ответ (менее 4%) и ответы со скоростью более 2 секунд (менее 2%), были удалены из последующего анализа. В эксперименте отслеживалось влияние двух факторов: «тип пробы» (неконгруэнтная или нейтральная) и фактор «часть блока»: к какой из двух половин (первые 48 проб или вторые 48 проб) относится проба. На рисунке 1 представлено среднее время реакции в зависимости от типа и части блока для первой группы.

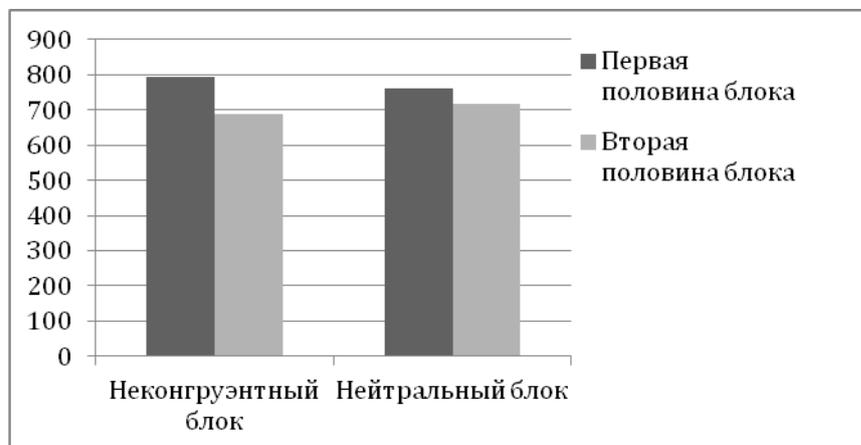


Рисунок 1 – Среднее время реакции в зависимости от типа и части блока

Двухфакторный дисперсионный анализ результатов первой группы показал значимое влияние фактора «часть блока» ($F = 93,88$ $p < .001$) и взаимодействия факторов «части блока» и «тип пробы» ($F(1, 3615) = 14,76$ $p < .001$). Post-hoc анализ выявил, что в первой половине неконгруэнтного блока средняя скорость реакции более медленная по сравнению с нейтральным блоком ($M_{\text{неконгр}} = 795$ мс, $SD_{\text{неконгр}} = 7$ мс; $M_{\text{нейтр}} = 762$ мс, $SD_{\text{нейтр}} = 11$ мс; метод Бонферони: $p = .015$). Однако анализ второй половины блоков показывает обратную ситуацию: реакция на неконгруэнтные стимулы значительно быстрее нейтральных ($M_{\text{неконгр}} = 689$ мс, $SD_{\text{неконгр}} = 7$ мс; $M_{\text{нейтр}} = 719$ мс, $SD_{\text{нейтр}} = 12$ мс; метод Бонферони: $p = .025$).

Для второй группы такая разница в научении для двух типов стимулов не обнаруживается ($F(1,2525) = 1,22$ $p = .73$). В первой половине теста на неконгруэнтные стимулы затрачивается в среднем 743 мс ($SD_{\text{неконгр}} = 7$ мс), в то время как на нейтральные – 727 мс ($SD_{\text{нейтр}} = 7$ мс). Во второй половине теста время реакции на оба типа стимулов уменьшается ($M_{\text{неконгр}} = 712$ мс, $SD_{\text{неконгр}} = 7$ мс; $M_{\text{нейтр}} = 718$ мс, $SD_{\text{нейтр}} = 7$ мс).

Полученные результаты говорят в пользу высказанной нами гипотезы о том, что высокая предсказуемость стимулов увеличивает эффект научения. Как видно, у второй группы испытуемых, которым пробы предъявлялись в случайном порядке, эффект научения слабее, чем у первой. Такой результат объясняется именно различием в способе предъявления стимулов: демонстрируются ли они блоками или в случайном порядке. При случайном предъявлении стимулов *контроль задачи* проверяет правильность выполнения обеих поставленных задач: правильно ли выполняется реакция на значение слова и правильно ли игнорируется цвет, которым написано слово. С увеличением количества обработанных проб *контроль задачи* снижается, что и приводит к появлению эффекта научения от первой половины ко второй. Однако, судя по всему, в случае случайного предъявления проб эффект не такой сильный, потому что возможная

вариативность последующей пробы выше (она может быть либо нейтральной, либо неконгруэнтной), а значит предсказуемость последующего стимула ниже, а поэтому и *контроль задачи* дольше задействуется в выполнении этого задания. Другая ситуация наблюдается в случае предъявления серии однотипных проб (все неконгруэнтные или все нейтральные). Время реакции в начале блока больше, чем в первой половине стимулов, предъявляемых в случайном смешанном порядке ($t(1851) = 8.4$, $p < .001$). Можно предположить следующее развитие ситуации. Когнитивная система автоматически обрабатывает все возможные варианты дальнейших стимулов (все 24 варианта), и эта информация подготавливается для дальнейших процессов. *Контроль задачи* проверяет, выполняются ли обе задачи, поставленные инструкцией: дается ответ, соответствующий значению слова, и игнорируется квадрат-дистрактор. Пока когнитивная система не поняла, что стимулы однотипные, в каждом последующем предъявлении она готовится к возможному появлению другого типа стимула (так, человек, подбрасывающий монетку, и у которого выпадает 10 раз подряд «орел», ожидает, что вот теперь точно должна быть «решка»). Это приводит к тому, что *контроль задачи* активнее проверяет, какую именно задачу нужно решать, а, следовательно, увеличивается и время, необходимое для ответа в первой половине блока. По-видимому, для нейтральных проб это также приводит к более длительному ответу, так как при этом усложняется задача игнорирования квадрата-дистрактора (с осторожностью предполагаем: когнитивная система пытается угадать, зачем ей предъявляется квадрат другого цвета и что с ним нужно сделать). Однако полученный в исследовании высокий показатель среднего времени реакции на нейтральные пробы при блочном предъявлении требует отдельной экспериментальной проверки.

Во втором блоке скорость ответов испытуемых возрастает. Это связано с тем, что после продолжающейся серии однотипных заданий когнитивная

система формирует гипотезу, что все предъявляемые стимулы однотипные. Данная гипотеза эмпирически подтверждается, в результате чего *контроль задачи* начинает все реже и реже контролировать выполнение заданий, и поэтому во второй части при блочном методе предъявления стимулов наблюдается значительный эффект научения. Более того, из результатов видно, что этот эффект сильнее именно для неконгруэнтных стимулов. По нашему мнению, это может быть еще одним свидетельством именно в пользу проверяемой теории возникновения интерференционного эффекта: неконгруэнтный стимул оказывается более предсказуемым (*контроль задачи* заранее знает, какие именно задачи решаются когнитивной системой), а потому задачи воспринимаются как более однотипные и быстрее выходят из-под сознательного контроля.

Общее обсуждение

В двух экспериментах, представленных в данной статье, подтверждается идея, согласно которой в возникновении феномена Струпа немаловажную роль играет процесс *контроля задачи*.

Наши результаты свидетельствуют о том, что выполняемые *контролем задачи* проверочные действия (какие именно задачи требуют решения и решены ли они, например, а не реагирую ли я на дистрактор) во многом и определяют этот классический эффект (Эксперимент 1). Поэтому снижение контрольных операций в данном случае приводит к увеличению показателей научения (Эксперимент 2).

Отметим, что представленные здесь результаты мы рассматриваем как эксплораторные, позволяющие сформулировать идею и получить первичное подтверждение высказанным гипотезам. Поэтому есть необходимость дальнейших исследований в этом направлении: планируется как увеличение выборок в уже апробированных экспериментах, так и разработка новых

независимых исследований, которые смогут проверить высказанные в работе гипотезы с помощью другой независимой процедуры. Требуется активная дальнейшая работа, направленная на более четкое выявление принципов работы механизмов контроля в когнитивной деятельности человека.

Список использованных источников

- Агафонов А.Ю. Феномен осознания в когнитивной деятельности // Диссертация на соискание ученой степени доктора психологических наук. 2006. 378 с.
- Аллахвердов В.М. Опыт теоретической психологии. СПб., Печатный двор, 1993. 326 с.
- Аллахвердов В.М. Сознание как парадокс. СПб., ДНК, 2000 528 с.
- Аллахвердов В.М. Как сознание выбирает одно значение из многих возможных? // Петербургский психологический журнал. 2015. № 13. С. 1-13.
- Аллахвердов В.М., Аллахвердов М.В. Феномен Струпа: интерференция как логический парадокс // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика. 2014. № 4. С. 90-102.
- Аллахвердов В.М., Аллахвердов М.В. О чем проще не думать? (О природе струп-интерференции) // Шаги/Steps. 2015. Т. 1. № 1. С. 124-139.
- Андрянова Н.В. Возникновение устойчивых ошибок в процессе сенсомоторного научения и способы их коррекции // Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 19.00.01 – Общая психология, психология личности, история психологии. 2016. 117 с.
- Владыкина Н.П. Дифференциальный порог как порог осознания различий // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2014. № 4. С. 103-108.
- Карпинская В.Ю., Шилов Ю.Е. Роль процесса классификации при восприятии многозначных стимулов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. № 1-2. С. 378-381.
- Морошкина Н.В., Гершкович В.А. Сознательный контроль в мнемических задачах и задачах научения // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Социология. 2008. № 2. С. 91-100.
- Сысоева Т.А. Теоретический анализ механизмов возникновения эмоционального эффекта Струпа // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2014. Т. 11. № 1. С. 49-65.
- Филиппова М.Г., Морошкина Н.В. Осознаваемая и неосознаваемая многозначность: два вида когнитивного контроля // Сибирский психологический журнал. 2015. № 56. С. 37-55.
- Algom D., Chajut E., Lev S. A rational look at the emotional stroop phenomenon: a generic slowdown, not a stroop effect // Journal of experimental psychology: General. 2004. Vol. 133. № 3. Pp. 323-338.

- Blais C. A stimulus-response account of stroop and reverse stroop effects: дис. – University of Waterloo, 2006, 101 p.
- Durgin F.H. The reverse Stroop effect // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2000. Vol. 7. № 1. Pp. 121-125.
- Hodgson T.L. et al. The saccadic Stroop effect: Evidence for involuntary programming of eye movements by linguistic cues // *Vision research*. 2009. Vol. 49. № 5. Pp. 569-574.
- Lowe D.G., Mitterer J.O. Selective and divided attention in a Stroop task // *Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie*. 1982. Vol. 36. № 4. Pp. 684-700.
- MacLeod C.M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review // *Psychological bulletin*. 1991. Vol. 109. № 2. Pp. 163-203.
- Mahon B.Z. et al. Lexical selection is not by competition: a reinterpretation of semantic interference and facilitation effects in the picture-word interference paradigm // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2007. Vol. 33. № 3. Pp. 503-535.
- McKenna F.P., Sharma D. Reversing the emotional Stroop effect reveals that it is not what it seems: the role of fast and slow components // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2004. Vol. 30. № 2. Pp. 382-392.
- Phaf R.H., Kan K.J. The automaticity of emotional Stroop: A meta-analysis // *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*. 2007. Vol. 38. № 2. Pp. 184-199.
- Protopapas A., Archonti A., Skaloumbakas C. Reading ability is negatively related to Stroop interference // *Cognitive Psychology*. 2007. Vol. 54. № 3. Pp. 251-282.
- Purdy M.H. Executive functions: Theory, assessment, and treatment // *Cognitive communication disorders*. 2011. Pp. 77-93.
- Roelofs A. Goal-referenced selection of verbal action: modeling attentional control in the Stroop task // *Psychological review*. 2003. Vol. 110. № 1. Pp. 88-125.
- Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions // *Journal of experimental psychology*. 1935. Vol. 18. № 6. Pp. 643-662.

References

- Agafonov A.Iu. Fenomen osoznaniia v kognitivnoi deiatel'nosti // *Dissertatsiia na soiskanie uchenoi stepeni doktora psikhologicheskikh nauk*. 2006. 378 p. (In Russian)
- Allakhverdov V.M. Opyt teoreticheskoi psikhologii. St. Petersburg, Pechatnyi dvor Publ., 1993. 326 p. (In Russian)
- Allakhverdov V.M. Soznanie kak paradoks. St. Petersburg, DNK Publ., 2000 528 p.
- Allakhverdov V.M. Kak soznanie vybiraet jedno znachenie iz mnogikh vozmozhnykh? // *Peterburgskii psikhologicheskii zhurnal*. 2015. № 13. Pp. 1-13. (In Russian)
- Allakhverdov V.M., Allakhverdov M.V. Fenomen Strupa: interferentsiia kak logicheskii paradoks // *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriia 16. Psikhologiya. Pedagogika*. 2014. № 4. Pp. 90-102. (In Russian)
- Allakhverdov V.M., Allakhverdov M.V. O chem proshche ne dumat'? (O prirode strup-interferentsii) // *Shagi/Steps*. 2015. Vol. 1. № 1. Pp. 124-139. (In Russian)

- Andriianova N.V. Vozniknovenie ustoichivykh oshibok v protsesse sensomotornogo naucheniia i sposoby ikh korrektsii // Dissertatsiia na soiskanie uchenoi stepeni kandidata nauk po spetsial'nosti 19.00.01 – Obshchaia psikhologiiia, psikhologiiia lichnosti, istoriia psikhologii. 2016. 117 p. (In Russian)
- Vladykina N.P. Differentsial'nyi porog kak porog osoznaniia razlichii // Vestnik sankt-peterburgskogo universiteta. 2014. № 4. Pp. 103-108. (In Russian)
- Karpinskaia V.Iu., Shilov Iu.E. Rol' protsessa klassifikatsii pri vospriiatii mnogoznachnykh stimulov // Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. 2015. Vol. 17. № 1-2. Pp. 378-381. (In Russian)
- Moroshkina N.V., Gershevik V.A. Soznatel'nyi kontrol' v mnemicheskikh zadachakh i zadachakh naucheniia // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriia 12. Sotsiologiiia. 2008. № 2. Pp. 91-100. (In Russian)
- Sysoeva T.A. Teoreticheskii analiz mekhanizmov vozniknoveniia emotsional'nogo effekta Strupa // Psikhologiiia. Zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki. 2014. Vol. 11. № 1. Pp. 49-65. (In Russian)
- Filippova M.G., Moroshkina N.V. Osoznavaemaia i neosoznavaemaia mnogoznachnost': dva vida kognitivnogo kontroliia // Sibirskii psikhologicheskii zhurnal. 2015. № 56. Pp. 37-55. (In Russian)
- Algom D., Chajut E., Lev S. A rational look at the emotional stroop phenomenon: a generic slowdown, not a stroop effect // Journal of experimental psychology: General. 2004. Vol. 133. № 3. Pp. 323-338.
- Blais C. A stimulus-response account of stroop and reverse stroop effects: дис. – University of Waterloo, 2006, 101 p.
- Durgin F.H. The reverse Stroop effect // Psychonomic Bulletin & Review. 2000. Vol. 7. № 1. Pp. 121-125.
- Hodgson T.L. et al. The saccadic Stroop effect: Evidence for involuntary programming of eye movements by linguistic cues // Vision research. 2009. Vol. 49. № 5. Pp. 569-574.
- Lowe D.G., Mitterer J.O. Selective and divided attention in a Stroop task // Canadian Journal of Psychology / Revue canadienne de psychologie. 1982. Vol. 36. № 4. Pp. 684-700.
- MacLeod C.M. Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review // Psychological bulletin. 1991. Vol. 109. № 2. Pp. 163-203.
- Mahon B.Z. et al. Lexical selection is not by competition: a reinterpretation of semantic interference and facilitation effects in the picture-word interference paradigm // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2007. Vol. 33. № 3. Pp. 503-535.
- McKenna F.P., Sharma D. Reversing the emotional Stroop effect reveals that it is not what it seems: the role of fast and slow components // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2004. Vol. 30. № 2. Pp. 382-392.
- Phaf R.H., Kan K.J. The automaticity of emotional Stroop: A meta-analysis // Journal of behavior therapy and experimental psychiatry. 2007. Vol. 38. № 2. Pp. 184-199.
- Protopapas A., Archonti A., Skaloumbakas C. Reading ability is negatively related to Stroop interference // Cognitive Psychology. 2007. Vol. 54. № 3. Pp. 251-282.
- Purdy M.H. Executive functions: Theory, assessment, and treatment // Cognitive communication disorders. 2011. Pp. 77-93.

Roelofs A. Goal-referenced selection of verbal action: modeling attentional control in the Stroop task // Psychological review. 2003. Vol. 110. № 1. Pp. 88-125.

Stroop J.R. Studies of interference in serial verbal reactions // Journal of experimental psychology. 1935. Vol. 18. № 6. Pp. 643-662.