

Научная статья

УДК 159.9.072

<https://doi.org/10.21702/rpj.2021.2.2>

## Роль интерференции в имплицитном усвоении последовательностей Струп-стимулов

Сергей Н. Бурмистров<sup>1</sup>✉<sup>id</sup>, Андрей Ю. Агафонов<sup>2</sup><sup>id</sup>, Арина Д. Фомичева<sup>3</sup><sup>id</sup>, Юрий Е. Шилов<sup>4</sup><sup>id</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Российская Федерация

✉ [burm33@mail.ru](mailto:burm33@mail.ru)

### Аннотация

**Введение.** Феномен интерференции позволяет выявлять существенные характеристики процесса формирования нового знания. Новизна данного исследования заключается в использовании эффекта интерференции для диссоциации эксплицитного и имплицитного научения. Проверялось предположение о том, что эффект интерференции, возникающий при реагировании на Струп-стимулы, снижает продуктивность приобретения эксплицитного знания последовательности, но не оказывает значимого влияния на имплицитное усвоение последовательности.

**Методы.** В исследовании приняли участие 80 человек (средний возраст 22,7 лет). В эксперименте использовались задачи «the serial reaction time task», в которых требуется быстро и точно реагировать на последовательно предъявляемые стимулы. Одним испытуемым ( $n = 40$ ) предъявлялись названия цветов, написанные шрифтом конгруэнтного (соответствующего) цвета, другим испытуемым ( $n = 40$ ) демонстрировались названия цветов, написанные шрифтом неконгруэнтного (несоответствующего) цвета (Струп-стимулы). Требовалось, не читая слова, реагировать на цвет шрифта, которым оно написано. Для выявления эксплицитного знания последовательности использовался тест узнавания фрагментов последовательности (the recognition test).

**Результаты.** Полученные результаты выявили статистически значимый эффект усвоения последовательности у испытуемых, выполнявших задание в конгруэнтных и неконгруэнтных условиях. При этом все испытуемые продемонстрировали низкий уровень эксплицитного знания последовательности (не более 51,9% правильных ответов в тесте узнавания). Установлено, что имплицитное выучивание последовательности позволяет устранить эффект интерференции (задержку во времени реакции на неконгруэнтные стимулы).

**Обсуждение результатов.** Результаты подтвердили предположение о том, что эффект интерференции не снижает продуктивность имплицитного усвоения последовательности. Отсутствие значимых различий между группами, реагировавшими на конгруэнтные и неконгруэнтные стимулы, не позволяет в полной мере оценить влияние эффекта интерференции на эксплицитное усвоение последовательности. В целом данные проведенного исследования

свидетельствуют в поддержку того, что эффект интерференции затрудняет экспликацию структуры последовательности.

### **Ключевые слова**

когнитивное бессознательное, неосознаваемые процессы, имплицитное научение, эксплицитное обучение, структурированная последовательность, усвоение последовательностей, интерференция, неконгруэнтные стимулы, эффект Струпа, эффективность научения

### **Основные положения**

- в исследовании рассмотрена возможность имплицитного усвоения последовательности в условиях интерференции;
- результаты проведенного эксперимента выявили эффекты приобретения имплицитного знания структурированной последовательности;
- обнаружено, что имплицитное усвоение последовательности позволяет элиминировать эффект интерференции, возникающий при реагировании на Струп-стимулы.

### **Благодарности**

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (грант № 19-013-00103).

---

### **Для цитирования**

Бурмистров, С. Н., Агафонов, А. Ю., Фомичева, А. Д. и Шилов, Ю. Е. (2021). Роль интерференции в имплицитном усвоении последовательностей Струп-стимулов. *Российский психологический журнал*, 18(2), 21–34. <https://doi.org/10.21702/rpj.2021.2.2>

---

### **Введение**

Проблема усвоения последовательностей в последние десятилетия приобрела особую актуальность. В значительной степени это связано с ростом интереса когнитивных психологов к имплицитным (неосознаваемым) психическим процессам, в частности, к имплицитному научению. Под имплицитным научением (ИН) в широком смысле понимается обучение, которое происходит в отсутствие намерения учиться, а полученные таким образом знания с трудом поддаются вербализации (Cleeremans, Allakhverdov, & Kuvaldina, 2019). Способность имплицитно усваивать закономерности в последовательностях стимулов и совершаемых действий давно стала предметом обсуждения в научной литературе. Так, еще в середине прошлого века К. С. Лешли отмечал, что психологов главным образом интересует вопрос, осознаются ли организационные процессы, отображаемые в серийном действии (Lashley, 1951). Однако заметных продвижений в исследовании этого вопроса удалось достичь только с появлением экспериментальной парадигмы «выучивание последовательностей» (the task sequence learning [TSL]), разработанной в 1980-е гг. Nissen & Bullemer (1987). В TSL-парадигме используется задача «быстрого реагирования на последовательность стимулов» (the serial reaction time [SRT]), по условиям которой испытуемые должны по возможности быстро и точно реагировать на стимулы, порядок предъявления которых устанавливается фиксированной и повторяющейся последовательностью (закономерностью) либо сложной системой правил. Многие авторы отмечают, что задача SRT наилучшим образом подходит для обнаружения

эффектов, свидетельствующих о существовании имплицитного научения (например, Shanks & Johnstone, 1998; Clegg, DiGirolamo, & Keele, 1998; Frensch, Lin, & Buchner, 1998; Janacsek & Nemeth, 2012; Abrahamse, van der Lubbe, Verwey, Szumska, & Jaśkowski, 2012; Schwarb & Schumacher, 2012).

Высокий интерес к методу SRT в значительной степени связан с двухзадачной версией этой процедуры (the dual-task SRT), позволяющей исследовать роль внимания в научении, влияние сложности задач на научение, нейроанатомические основы ИН и другие аспекты научения (Hsiao & Reber, 2001). Классическим примером использования двухзадачной процедуры является исследование Nissen & Bullemer (1987), в котором испытуемые должны были быстро и точно нажимать клавиши в ответ на последовательно предъявляемые стимулы (звездочки), и одновременно с этим требовалось считать звуки низкого тона. Перед предъявлением каждого стимула испытуемые слышали звук высокого либо низкого тона. Нужно было посчитать количество раз, которое прозвучал звук низкого тона, и сообщить общую сумму после окончания блока. Результаты показали, что при решении дополнительной задачи происходит минимальное усвоение последовательности. Обнаруженный результат авторы объяснили зависимостью механизма имплицитного научения от объема доступного внимания.

В дальнейшем были предложены альтернативные объяснения снижению продуктивности имплицитного научения в двухзадачной процедуре. Так, Rah, Reber, & Hsiao (2000) высказали предположение, что значительное снижение эффективности имплицитного усвоения последовательности при одновременном решении второй задачи происходит не из-за отвлечения внимания, а в результате введения условий, требующих обработки дополнительного набора стимулов (звуков), не имеющих прогнозной ценности. Также в ряде других работ были представлены разные точки зрения на то, какие общие и конкретные эффекты интерференции могут возникать в условиях двойной задачи SRT (Cohen, Ivry, & Keele, 1990; Frensch, Buchner, & Lin, 1994; Stadler, 1995; Frensch & Miner, 1994; Heuer & Schmidtke, 1996; Schmidtke & Heuer, 1997; Frensch et al., 1998).

Под *интерференцией* (*эффектом интерференции*) традиционно понимается снижение показателей эффективности научения, возникающее при введении дополнительной задачи. Несмотря на то, что эффект интерференции еще мало изучен, он претендует на роль феномена, отражающего специфические процессы, лежащие в основе поведения в условиях многозадачности или наличия противоречивых требований (Созинов, Крылов и Александров, 2013). В исследовании ИН эффект интерференции позволяет анализировать роль сознания в ИН (например, Бурмистров, Агафонов, Козлов и Крюкова, 2016; Бурмистров, Крюкова и Агафонова, 2017), процесс обработки нескольких потоков информации (например, Keele, Ivry, Mayr, Hazeltine, & Heuer, 2003; Агафонов, Бурмистров, Козлов и Крюкова, 2018), некоторые функциональные особенности механизмов, входящих в состав когнитивного бессознательного (например, Waldron & Ashby, 2001; Агафонов, 2007) и другие вопросы.

В двухаспектной версии задачи SRT (double-dimension serial reaction task) эффект интерференции отражает влияние одновременно обрабатываемых потоков информации (последовательностей) друг на друга. Например, в исследовании Huang, Zhang, Liu, Li, & Wang (2014) рассматривалось влияние фоновой последовательности на имплицитное усвоение закономерности чередования целевых стимулов. В качестве стимульного материала использовались буквы черного цвета, которые демонстрировались на цветном или белом фоне. Испытуемые получали инструкцию: реагировать на буквы независимо от цвета фона. Последовательность цветов фона определялась одним из трех условий: 1) менялась согласно правилу, 2) менялась

в случайном порядке, и 3) фон всегда был белым (контрольное условие). Результаты показали, что случайное изменение цвета фона интерферирует с усвоением последовательности букв. Продуктивность имплицитного научения у испытуемых, выполнявших задание в условии 2, была значительно ниже, чем в условиях 1 и 3. Аналогичные эффекты описаны в экспериментах с двумя некоррелированными (не связанными между собой) последовательностями (например, Russeler, Münte, & Rösler, 2002; Cock & Meier, 2007; Weiermann, Cock, & Meier, 2010; Meier & Cock, 2010; Weiermann & Meier, 2012). Обнаруженные в этих исследованиях результаты показали, что усвоению последовательности может препятствовать сопутствующий случайный или некоррелированный поток информации.

Особый интерес при рассмотрении проблемы интерференции в ИН представляют данные экспериментов с использованием Струп-стимулов (слов, написанных шрифтом неконгруэнтного цвета, например, слово «синий», написанное желтым цветом). В задаче реагирования на Струп-стимулы испытуемые вынуждены обрабатывать обе характеристики стимулов (цвет шрифта и название цвета). При этом испытуемые, по сути, решают две задачи одновременно: основную – реагировать на цвет, и дополнительную – не читать слова (Аллахвердов и Аллахвердов, 2014). В одном из таких исследований Haider, Eichler, & Lange (2011) проверяли гипотезу о том, что значительное увеличение скорости реакции испытуемого в задаче SRT может рассматриваться в качестве признака приобретения эксплицитного знания структуры последовательности. Результаты проведенных экспериментов показали исчезновение Струп-интерференции только у тех испытуемых, которые продемонстрировали владение эксплицитным знанием последовательности. При этом сами авторы отмечают, что полученные результаты не позволяют установить хронологию между появлением осознаваемого знания и сокращением времени реакции на Струп-стимулы. Иначе говоря, вопрос, какой из двух эффектов является причиной, а какой – следствием, остается открытым. Способность когнитивной системы имплицитно усваивать последовательность неконгруэнтных стимулов подтверждают результаты экспериментов Deroost, Vandenbossche, Zeischka, Coomans, & Soetens (2012). Ученые обнаружили, что задержка во времени реакции на Струп-стимулы исчезает с приобретением имплицитного знания последовательности. Сокращение времени реакции на неконгруэнтные стимулы, по мнению авторов, было достигнуто благодаря использованию имплицитного знания последовательности для осуществления функций когнитивного контроля.

Таким образом, эффект интерференции в исследовании ИН может быть представлен: а) в качестве фактора, снижающего (нарушающего) продуктивность ИН при параллельном решении двух задач или при одновременной обработке двух некоррелированных потоков информации, и б) в качестве средства (инструмента) исследования различных аспектов имплицитного научения. Основная цель данной работы состоит в выявлении эффектов имплицитного выучивания последовательности в условиях интерференции. В частности, планируется рассмотреть влияние эффекта интерференции на формирование имплицитного и эксплицитного знания последовательности. Поскольку интерференция происходит в сознании человека (Аллахвердов и Аллахвердов, 2014), можно предположить, что этот фактор будет снижать продуктивность приобретения эксплицитного знания последовательности, не оказывая существенного влияния на процесс имплицитного научения.

## Методы

Использовались задачи «the serial reaction time task».

### **Испытуемые**

В эксперименте приняли участие 80 человек, из них 45 женщин. Испытуемых распределили случайным образом на 4 группы: две экспериментальные (ЭГ1 и ЭГ2) и две контрольные (КГ1 и КГ2), по 20 человек в каждой. Средний возраст составил 22,7 года ( $SD = 2,94$ ). Все обладали нормальной (или скорректированной до нормальной) остротой зрения и цветовым зрением.

### **Оборудование и стимульный материал**

Стимулы: 1) названия 4 цветов (зеленый, желтый, красный и синий), напечатанные шрифтом конгруэнтного цвета; 2) названия тех же 4 цветов, напечатанные шрифтом неконгруэнтного цвета (слово «желтый», напечатанное шрифтом зеленого цвета, слово «зеленый» – желтым цветом, слово «синий» – красным цветом, слово «красный» – синим цветом). Размер стимулов: высота – 1,5 см, ширина – от 8 до 11 см (в зависимости от количества букв в слове). Демонстрация стимулов происходила в центре экрана на сером фоне. Внизу экрана демонстрировались 4 квадрата (длина стороны – 2 см), окрашенных в зеленый, желтый, красный и синий цвета. Квадраты показывали цвет клавиш, которые использовались для ответных реакций («А», «Z», «К» и «М»). В каждом задании цвет квадратов менялся в случайном порядке. Ответы вводились средним и указательным пальцами обеих рук. Эксперимент проводился на ноутбуке с диагональю монитора 13,3 дюйма и стандартной клавиатурой. Расстояние от глаз испытуемого до экрана компьютера составляло примерно 60 см.

### **Процедура**

Эксперимент начинался знакомством с инструкцией. Испытуемым ЭГ1 и КГ1 сообщалось, что на экране поочередно будут демонстрироваться названия 4 цветов, написанные шрифтом другого цвета. Задача состояла в том, чтобы как можно быстрее нажать клавишу, цвет которой будет соответствовать цвету шрифта, не обращая внимание на название цвета (условие с неконгруэнтными стимулами). Испытуемые ЭГ2 и КГ2 получали инструкцию, в которой так же требовалось реагировать на цвет шрифта, но без установки на игнорирование названия цвета (условие с конгруэнтными стимулами).

Сначала испытуемым давался пробный блок из 25 задач, аналогичных тем, которые использовались в основном задании. Каждая задача начиналась с появления внизу экрана 4 цветных квадратов (которые демонстрировались до момента выбора ответа), через 100 мс на экране появлялся стимул (время предъявления – 100 мс). Если испытуемый нажимал клавишу, не соответствующую цвету стимула, то появлялась надпись – «ошибка» (на 100 мс). Пауза между задачами составляла 300 мс. Основное задание состояло из 12 блоков по 73 задачи (всего 876 задач). Между блоками давался перерыв на отдых (15 секунд), во время которого на экране демонстрировались среднее время реакции и количество допущенных ошибок в блоке. Во всех группах последовательность предъявления стимулов в первых трех задачах каждого блока была случайной. Начиная с четвертой задачи, в ЭГ1 и ЭГ2 последовательность целевого параметра стимулов (цвета шрифта) во всех блоках (кроме 9 и 12) определялась правилом второго порядка, структура которого включала 10 элементов: D–B–C–A–C–B–D–C–B–A (правило заимствовано из работы Nissen & Bullemer, 1987). Обозначения цветов: А – желтый, В – зеленый, С – синий, D – красный. В 9 и 12 блоках стимулы предъявлялись в псевдослучайной последовательности, сгенерированной с учетом двух ограничений: 1) одинаковые стимулы не повторялись два раза подряд, и 2) пропорции стимулов не отличались от блоков, в которых

использовалось правило. В КГ1 и КГ2 последовательность предъявления стимулов на протяжении всей процедуры была псевдослучайной.

Таким образом, в эксперименте использовался факторный дизайн 2x2. В качестве одного фактора выступала последовательность предъявления стимулов: структурированная в ЭГ1 и ЭГ2 либо псевдослучайная в КГ1 и КГ2. Другим фактором была конгруэнтность названия цвета и цвета шрифта: неконгруэнтные стимулы предъявлялись в ЭГ1 и КГ1, конгруэнтные – в ЭГ2 и КГ2. Все испытуемые выполняли задание в одном из четырех условий.

После выполнения 12 блоков задач SRT всем испытуемым задавался один вопрос: как Вы считаете, изменение цвета шрифта слов происходило в случайном порядке или определялось правилом? Нужно было выбрать один из четырех вариантов ответа: 1) изменение цвета шрифта слов происходило в случайном порядке; 2) возможно, последовательность чередования цвета шрифта слов была неслучайной, но я в этом не уверен(а); 3) я заметил(а) существование закономерности в изменении цвета шрифта слов, но не использовал(а) это при выборе ответа; 4) я обнаружил(а) существование закономерности в изменении цвета шрифта слов и могу частично или полностью ее описать.

Затем сообщалось, что последовательность предъявления стимулов определялась специально разработанным правилом. Для выявления степени усвоения данного правила предлагалось выполнить тест на узнавание фрагментов последовательности (the recognition test). Этот вариант теста на обнаружение эксплицитного знания считается более чувствительным к релевантным знаниям, чем любой вариант задачи генерации (например, Perruchet & Amorim, 1992; Willingham, Greely, & Bardone, 1993; Stadler, 1995). Тест на узнавание включал в себя 40 серий по 3 задачи (всего 120 задач), аналогичные использованным в основном задании. В 20 сериях из 40 последовательность стимулов отвечала правилу. Серии чередовались в случайном порядке. После каждой серии задач требовалось выбрать, соответствует она правилу или нет. Обратной связи, информирующей о правильности ответов, испытуемые не получали.

## Результаты

Анализ данных проводился на языке R (R Core Team, 2019) в среде RStudio (RStudio Team, 2016). Для обработки полученных результатов использовался дисперсионный анализ, позволяющий сравнивать между собой более двух групп, анализировать влияние как внутригрупповых, так и межгрупповых факторов одновременно, а также делать поправку на повторные измерения.

Результаты испытуемых, допустивших более 20 % ошибок в задачах с неконгруэнтными стимулами (2 из ЭГ1, 2 из КГ1) и более 10 % в задачах с конгруэнтными стимулами (1 из ЭГ2), не учитывались в дальнейшем анализе. Также в обработке не участвовали 10 первых реакций в каждом блоке. Из оставшегося массива данных были исключены ошибочные ответы ( $M = 49,78$ ,  $SD = 30,98$ ) и реакции, отклоняющиеся от среднего времени реакции на 3 сигмы (1,99 %), что в сумме составляет 8,4 % от общего количества реакций. Соответственно, в дальнейшем анализе сравнивалось среднее время реакции (BP) правильных ответов 75 испытуемых. Зависимая переменная (BP) измерялась в миллисекундах (мс).

### *Усвоение последовательности*

Для анализа эффектов усвоения последовательности рассчитывалось изменение BP: 1) на этапе научения (с 1 по 8 блок) и 2) на каждом из двух отрезков, в которых структурная последовательность менялась на псевдослучайную (8 и 9, 11 и 12 блоки). Сравнение

проводилось отдельно для ЭГ1 и ЭГ2. Однофакторный дисперсионный анализ показал значимые различия ВР внутри групп между блоками в ЭГ1 ( $F(4, 68) = 55,69$ ,  $MSe = 2670$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,54$ ) и в ЭГ2 ( $F(4, 72) = 36,95$ ,  $MSe = 1505$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,52$ ). Сравнения ВР между блоками проводились по критерию Тьюки. При сравнении результатов 1 и 8 блоков было обнаружено сокращение ВР в ЭГ1 на 223,9 мс ( $p < 0,001$ ), в ЭГ2 на 133,7 мс ( $p < 0,001$ ). При сравнении 8 и 9, 11 и 12 блоков было обнаружено увеличение ВР. В ЭГ1 ВР в 9 блоке увеличилось на 76,8 мс ( $p = 0,027$ ), в 12 блоке – на 105,6 мс ( $p < 0,001$ ). В ЭГ2 ВР в 9 блоке возросло на 48,3 мс ( $p = 0,022$ ), в 12 блоке – на 41,7 мс ( $p = 0,067$ ).

### **Взаимодействие факторов усвоения последовательности и интерференции**

Для анализа эффектов взаимодействия усвоения последовательности и интерференции сравнивались данные ЭГ1 и ЭГ2. Был проведен двухфакторный дисперсионный анализ (группа x блок) с поправкой на повторные измерения (блок – внутригрупповой фактор) (табл. 1). Было выявлено значимое влияние на время реакции фактора «группа» ( $F(1, 35) = 9,441$ ,  $MSe = 11880$ ,  $p = 0,004$ ,  $\eta_p^2 = 0,52$ ), фактора «блок» ( $F(4, 140) = 91,643$ ,  $MSe = 2071$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,14$ ) и взаимодействия факторов ( $F(4, 140) = 7,021$ ,  $MSe = 2071$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,08$ ). Множественные сравнения при помощи критерия Тьюки показали значимые различия между группами в 1-м блоке ( $p < 0,001$ ). При этом ВР в ЭГ1 было больше, чем в ЭГ2 на 99,5 мс. В 8 блоке разница между группами сократилась до 9,3 мс ( $p = 0,99$ ). В результате перехода со структурной последовательности на псевдослучайную в 9 и 12 блоках ВР в ЭГ1 выросло больше, чем в ЭГ2. В 9 блоке разница между группами составила 28,5 мс ( $p = 0,727$ ), в 12 блоке – 63,9 мс ( $p = 0,005$ ). Среднее ВР в блоках каждой из четырех групп представлено на рисунке 1.

Для определения эффекта влияния независимой переменной (усвоения последовательности) отдельно от дополнительной переменной (практики выполнения задания) было проведено сравнение динамики ВР на этапе обучения (с 1 по 8 блок) в экспериментальных и контрольных группах. Сокращение ВР с 1 по 8 блок в ЭГ1 составило 223,9 мс, в КГ1 – 121 мс, в ЭГ2 – 133,7 мс, в КГ2 – 82,3 мс. Разница между ЭГ1 и КГ1 – 102,9 мс, между ЭГ2 и КГ2 – 51,4 мс. Однофакторный ANOVA выявил значимые различия между группами:  $F(3, 71) = 10,81$ ,  $MSe = 6183$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,31$ . По критерию Тьюки достоверные отличия обнаружены между ЭГ1 и КГ1 ( $p = 0,001$ ).

Таблица 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа ВР испытуемых ЭГ1 и ЭГ2 в 1, 8, 9, 11, 12 блоках

Фактор(ы)	SS	MS	df1	df2	F-критерий	p-уровень
Группа	112162	112162	1	35	9,441	0,004
Блок	759054	189763	4	140	91,643	< 0,001
Группа x блок	58150	14538	4	140	7,021	< 0,001

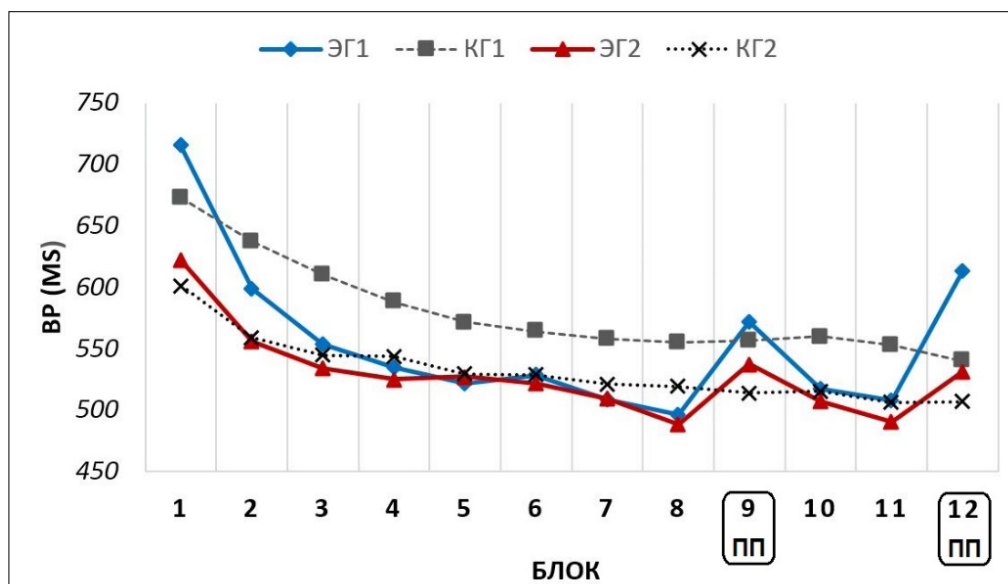


Рисунок 1. Среднее время реакции в блоках, рассчитанное по результатам всех испытуемых  
 Условные обозначения: ПП – псевдослучайная последовательность.

### Эксплицитное и имплицитное знание последовательности

Количество испытуемых, выбравших один из первых трех вариантов ответа (никто не выбрал четвертый вариант) на вопрос об использовании правила, определявшего чередование цвета шрифта слов, и процент правильных ответов в тесте на узнавание представлены в таблице 2. Сравнение среднего количества правильных ответов каждой из экспериментальных групп с объединенными данными контрольных групп (КГ), проведенное с помощью однофакторного дисперсионного анализа, показало значимое влияние фактора «группа» на долю правильных ответов:  $F(2, 72) = 3,618$ ,  $MSe = 43,04$ ,  $p = 0,032$ ,  $\eta_p^2 = 0,091$ . Множественные сравнения по критерию Тьюки выявили значимые различия между ЭГ2 ( $M = 47,1\%$ ) и КГ ( $M = 51,7\%$ ):  $p = 0,039$ . На уровне тенденции отличаются ЭГ1 ( $M = 51,9\%$ ) и ЭГ2 ( $p = 0,07$ ). ЭГ1 достоверно не отличается от контрольных групп ( $p = 0,99$ ).

Группы	Ответы			Тест
	1	2	3	
ЭГ1	9 (50%)	7 (38,9%)	2 (11,1%)	51,9%
КГ1	10 (55,6%)	6 (33,3%)	2 (11,1%)	52,4%



Таблица 2

Количество испытуемых, выбравших варианты ответа (1, 2 или 3), и результаты теста на узнавание

Группы	Ответы			Тест
	1	2	3	
ЭГ2	8 (42,1%)	10 (52,6%)	1 (5,3%)	47,1%
КГ2	11 (55%)	7 (35%)	2 (10%)	51,1%

Следующим шагом в анализе эксплицитного и имплицитного знания последовательности было сравнение ВР в основном задании у испытуемых, показавших результат до 20 (50 %) правильных ответов в тесте узнавания (9 из ЭГ1 и 14 из ЭГ2), и испытуемых с результатом более 20 правильных ответов (9 из ЭГ1 и 5 из ЭГ2) (табл. 3). Двухфакторный дисперсионный анализ (группа x блок) с поправкой на повторные измерения (блок – внутригрупповой фактор) выявил значимое влияние на ВР фактора «группа» ( $F(3, 33) = 3,796$ ,  $MSe = 11894$ ,  $p = 0,019$ ,  $\eta_p^2 = 0,17$ ), фактора «блок» ( $F(4, 132) = 92,857$ ,  $MSe = 2044$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,53$ ) и взаимодействия факторов ( $F(12, 132) = 3,192$ ,  $MSe = 2044$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,105$ ). Множественные сравнения по критерию Тьюки не выявили значимых отличий в ЭГ1 и ЭГ2 между испытуемыми, давшими до 50 % правильных ответов в тесте узнавания, и испытуемыми с результативностью более 50 % правильных ответов ( $p > 0,1$ ).

Таблица 3

Среднее ВР испытуемых ЭГ1 и ЭГ2, показавших правильность ответов в тесте узнавания на уровне случайного угадывания (СУ) и выше (> СУ)

Блоки	ЭГ1		ЭГ2	
	9 (СУ)	9 (> СУ)	14 (СУ)	5 (> СУ)
1	751,8	691,2	607,7	662,1
8	502,3	492,9	485,8	495,1
9	594,2	554,6	528,6	558,7
11	510,3	507,2	490,9	490,8
12	612,9	615,7	523,1	559,1

## Обсуждение результатов

В эксперименте проверялись две гипотезы: 1) фактор интерференции не окажет значимого влияния на имплицитное усвоение последовательности; 2) фактор интерференции будет препятствовать формированию эксплицитного знания последовательности. Для проверки первой гипотезы анализировались данные, отражающие усвоение последовательности, влияние эффекта интерференции (до и после усвоения последовательности) и степень осознания приобретенного знания. Для проверки второй гипотезы сравнивались результаты выполнения теста на узнавание фрагментов последовательности ЭГ1 и ЭГ2.

Сокращение ВР в ЭГ1 и ЭГ2 с 1 по 8 блок и увеличение ВР в 9 и 12 блоках свидетельствуют об усвоении последовательности испытуемыми обеих групп. Разница во ВР в блоке 1 между ЭГ1 и ЭГ2 отражает влияние эффекта интерференции до приобретения знания последовательности. Анализ результатов последующих блоков показал, что по мере усвоения последовательности задержка во ВР, вызванная влиянием неконгруэнтных стимулов, постепенно сокращалась до полного исчезновения в 5 блоке (рис. 1). В свою очередь, более значительное увеличение ВР в 9 и 12 блоках в ЭГ1 по сравнению с ЭГ2 показывает, что при изменении последовательности эффект интерференции возвращается. Это объяснение согласуется с результатами экспериментов Deroost et al. (2012), обнаруживших сокращение Струп-эффекта на этапе обучения и его полное восстановление после изменения последовательности.

Поскольку приобретение практических навыков приводит к снижению эффекта интерференции (например, Kline, 1921; Stroop, 1992), было проведено сравнение результатов выполнения обучающей части испытуемыми экспериментальных и контрольных групп. Различия в динамике сокращения ВР в ходе обучения свидетельствует о том, что испытуемые ЭГ1 усвоили использованную последовательность. В свою очередь, знание последовательности позволило существенно снизить эффект интерференции при реагировании на неконгруэнтные стимулы.

Анализ ответов на вопрос о существовании закономерности в порядке предъявления стимулов показал очень низкую субъективную оценку осведомленности о последовательности во всех группах (табл. 2). Всего 7 испытуемых, в т. ч. 4 из контрольных групп, выбрали третий вариант ответа – «заметил существование закономерности в изменении цвета шрифта слов, но не использовал это при выборе ответа». И никто не выбрал четвертый вариант – «обнаружил существование закономерности в изменении цвета шрифта слов и могу частично или полностью ее описать». Данная оценка совпадает с результатами выполнения теста на узнавание фрагментов последовательности: среднее количество правильных ответов в каждой из групп находится на уровне, близком к случайному угадыванию. Отсутствие значимых отличий во ВР у испытуемых с результатом до 50% верных ответов и испытуемых, давших более 50% правильных ответов в тесте узнавания, указывает на то, что эксплицитное знание не оказало значимого влияния на результат выполнения основного задания. Мы допускаем, что некоторые испытуемые приобрели эксплицитные знания отдельных фрагментов последовательности. Однако эти знания не влияли на скорость реакции испытуемых.

Сравнение результатов выполнения теста на узнавание фрагментов последовательности ЭГ1 и ЭГ2 не подтвердило гипотезу о негативном влиянии интерференции на приобретение эксплицитного знания использованной закономерности. Обе экспериментальные группы не показали явных признаков осознания последовательности. Основной причиной, вероятно, является использование случайного чередования цвета клавиш для ответа. Как отмечалось

выше, некоррелированность (несвязанность) двух последовательностей способна вызывать эффект интерференции. В данном эксперименте случайная последовательность моторных реакций могла снизить эксплицитное усвоение последовательности перцептивных стимулов. Также некоторое сокращение эксплицитного знания, вероятно, было вызвано использованием псевдослучайной последовательности стимулов в последнем блоке процедуры. Испытуемые могли запомнить комбинации стимулов из последнего блока (эффект края) и ошибочно указать их в качестве соответствующих правилу в тесте узнавания. Вместе с тем, поскольку ЭГ1 не показала наличие эксплицитного знания последовательности, полученный результат не фальсифицирует вторую гипотезу. Новые исследования с использованием других тестов позволят лучше понять влияние интерференции на эксплицитное и имплицитное научение.

### **Заключение**

Проведенное исследование было направлено на рассмотрение процесса усвоения последовательности в условиях интерференции. Обнаруженные результаты позволяют сделать следующие выводы: *во-первых*, Струп-интерференция не оказывает значимого влияния на имплицитное усвоение последовательности; *во-вторых*, приобретение имплицитного знания позволяет элиминировать эффект интерференции. Первый вывод согласуется с представлением о способности когнитивного бессознательного осуществлять независимую обработку разных потоков информации, в частности, семантической и перцептивной. Второй вывод показывает, что имплицитное научение можно исследовать не только в аспекте влияния различных факторов (например, ресурсов внимания или рабочей памяти) на этот процесс, но и в качестве фактора, оказывающего существенное влияние на другие психические процессы.

### **Литература**

- Агафонов, А. Ю. (2007). *Когнитивная психомеханика сознания или как сознание неосознанно принимает решение об осознании*. Самара: Бахрах-М.
- Агафонов, А. Ю., Бурмистров, С. Н., Козлов, Д. Д. и Крюкова, А. П. (2018). Имплицитное выучивание комбинированных последовательностей. *Интеграция образования*, 22(2), 339–352. <https://doi.org/10.15507/1991-9468.091.022.201802.339-352>
- Аллахвердов, В. М. и Аллахвердов, М. В. (2014). Феномен Струпа: интерференция как логический парадокс. *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 16. Психология. Педагогика*, 4, 90–102.
- Бурмистров, С. Н., Агафонов, А. Ю., Козлов, Д. Д. и Крюкова, А. П. (2016, июнь). Эффекты переноса и интерференции в имплицитном научении (на материале искусственных грамматик). В Ю. И. Александров, К. В. Анохин (ред.), *Седьмая международная конференция по когнитивной науке: тезисы докладов* (с. 184–185). Светлогорск: Институт психологии РАН.
- Бурмистров, С. Н., Крюкова, А. П. и Агафонова, С. В. (2017). Эксплицитные и имплицитные процессы: эффекты интерференции при решении задач разного типа. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки*, 19(2), 33–37.
- Созинов, А. А., Крылов, А. К. и Александров, Ю. И. (2013). Эффект интерференции в изучении психологических структур. *Экспериментальная психология*, 6(1), 5–47.
- Abrahamse, E. L., van der Lubbe, R. H. J., Verwey, W. B., Szumska, I., & Jaśkowski, P. (2012). Redundant sensory information does not enhance sequence learning in the serial reaction time task.

- Advances in Cognitive Psychology*, 8(2), 109–120. <https://doi.org/10.2478/v10053-008-0108-y>
- Cleeremans, A., Allakhverdov, V., & Kuvaldina, M. (Eds.). (2019). *Implicit learning: 50 years on*. Routledge.
- Clegg, B. A., DiGirolamo, G. J., & Keele, S. W. (1998). Sequence learning. *Trends in Cognitive Sciences*, 2(8), 275–281. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01202-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01202-9)
- Cock, J., & Meier, B. (2007). Incidental task sequence learning: Perceptual rather than conceptual? *Psychological Research*, 71, 140–151. <https://doi.org/10.1007/s00426-005-0005-7>
- Cohen, A., Ivry, R. I., & Keele, S. W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(1), 17–30. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.1.17>
- Deroost, N., Vandenbossche, J., Zeischka, P., Coomans, D., & Soetens, E. (2012). Cognitive control: A role for implicit learning? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 38(5), 1243–1258. <https://doi.org/10.1037/a0027633>
- Frensch, P. A., & Miner, C. S. (1994). Effects of presentation rate and individual differences in short-term memory capacity on an indirect measure of serial learning. *Memory & Cognition*, 22, 95–110. <https://doi.org/10.3758/bf03202765>
- Frensch, P. A., Buchner, A., & Lin, J. (1994). Implicit learning of unique and ambiguous serial transitions in the presence and absence of a distractor task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 567–584. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.20.3.567>
- Frensch, P. A., Lin, J., & Buchner, A. (1998). Learning versus behavioral expression of the learned: The effects of a secondary tone-counting task on implicit learning in the serial reaction task. *Psychological Research*, 61, 83–98. <https://doi.org/10.1007/s004260050015>
- Haider, H., Eichler, A., & Lange, T. (2011). An old problem: How can we distinguish between conscious and unconscious knowledge acquired in an implicit learning task? *Consciousness and Cognition*, 20(3), 658–672. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.10.021>
- Heuer, H., & Schmidtke, V. (1996). Secondary-task effects on sequence learning. *Psychological Research*, 59, 119–133. <https://doi.org/10.1007/BF01792433>
- Hsiao, A. T., & Reber, A. S. (2001). The dual-task SRT procedure: Fine-tuning the timing. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 336–342. <https://doi.org/10.3758/BF03196170>
- Huang, H.-X., Zhang, J.-X., Liu, D.-Z., Li, Y.-L., & Wang, P. (2014). Implicit sequence learning of background and goal information under double dimensions. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 116, 2989–2993. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.694>
- Janacsek, K., & Nemeth, D. (2012). Predicting the future: From implicit learning to consolidation. *International Journal of Psychophysiology*, 83(2), 213–221. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.11.012>
- Keele, S. W., Ivry, R., Mayr, U., Hazeltine, E., & Heuer, H. (2003). The cognitive and neural architecture of sequence representation. *Psychological Review*, 110(2), 316–339. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.110.2.316>
- Kline, L. W. (1921). An experimental study of associative inhibition. *Journal of Experimental Psychology*, 4(4), 270–299. <https://doi.org/10.1037/h0071479>
- Lashley, K. S. (1951). The problem of serial order in behavior. In L. A. Jeffress (Ed.), *Cerebral mechanisms in behavior; the Hixon Symposium* (pp. 112–146). Wiley.
- Meier, B., & Cock, J. (2010). Are correlated streams of information necessary for implicit sequence learning? *Acta Psychologica*, 133(1), 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2009.08.001>

- Nissen, M. J., & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning: Evidence from performance measures. *Cognitive Psychology*, 19(1), 1–32. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(87\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8)
- Perruchet, P., & Amorim, M.-A. (1992). Conscious knowledge and changes in performance in sequence learning: Evidence against dissociation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(4), 785–800. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.18.4.785>
- R Core Team (2019). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna.
- Rah, S. Ky., Reber, A. S., & Hsiao, A. T. (2000). Another wrinkle on the dual-task SRT experiment: It's probably not dual task. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 309–313. <https://doi.org/10.3758/bf03212986>
- RStudio Team (2016). *RStudio: Integrated Development for R*. RStudio, Inc., Boston, MA.
- Russeler, J., Münte, T. F., & Rösler, F. (2002). Influence of stimulus distance in implicit learning of spatial and nonspatial event sequences. *Perceptual and Motor Skills*, 95(3), 973–987. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3.973>
- Schmidtke, V., & Heuer, H. (1997). Task integration as a factor in secondary-task effects on sequence learning. *Psychological Research*, 60, 53–71. <https://doi.org/10.1007/bf00419680>
- Schwarb, H., & Schumacher, E. H. (2012). Generalized lessons about sequence learning from the study of the serial reaction time task. *Advances in Cognitive Psychology*, 8(2), 165–178.
- Shanks, D. R., & Johnstone, T. (1998). Implicit knowledge in sequential learning tasks. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (pp. 533–572). Sage Publications, Inc.
- Stadler, M. A. (1995). Role of attention in implicit learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(3), 674–685. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.21.3.674>
- Stroop, J. R. (1992). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 121(1), 15–23. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.121.1.15>
- Waldron, E. M., & Ashby, F. G. (2001). The effects of concurrent task interference on category learning: Evidence for multiple category learning systems. *Psychonomic Bulletin & Review*, 8, 168–176. <https://doi.org/10.3758/BF03196154>
- Weiermann, B., & Meier, B. (2012). Implicit task sequence learning with auditory stimuli. *Journal of Cognitive Psychology*, 24(4), 468–475. <https://doi.org/10.1080/20445911.2011.653339>
- Weiermann, B., Cock, J., & Meier, B. (2010). What matters in implicit task sequence learning: Perceptual stimulus features, task sets, or correlated streams of information? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36(6), 1492–1509. <https://doi.org/10.1037/a0021038>
- Willingham, D. B., Greeley, T., & Bardone, A. M. (1993). Dissociation in a serial response time task using a recognition measure: Comment on Perruchet and Amorim (1992). *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 19(6), 1424–1430. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.19.6.1424>

Дата получения рукописи: 21.12.2020

Дата окончания рецензирования: 06.02.2021

Дата принятия к публикации: 25.03.2021

### Информация об авторах

**Сергей Николаевич Бурмистров** – старший преподаватель кафедры общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева,

г. Самара, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57202999504, ResearcherID: F-6229-2019, SPIN-код: 3500-9463; e-mail: [burm33@mail.ru](mailto:burm33@mail.ru)

**Андрей Юрьевич Агафонов** – доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57203001123, ResearcherID: N-2792-2017, SPIN-код: 2087-3000; e-mail: [aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru)

**Арина Дмитриевна Фомичева** – студент факультета психологии, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Российская Федерация; ResearcherID: AAT-4123-2021, SPIN-код: 1298-3120; e-mail: [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)

**Юрий Егорович Шилов** – кандидат психологических наук, доцент кафедры общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет им. академика С. П. Королева, г. Самара, Российская Федерация; Scopus Author ID: 57190282478, SPIN-код: 6510-5259; e-mail: [sheloves@samsu.ru](mailto:sheloves@samsu.ru)

#### **Заявленный вклад авторов**

**Сергей Николаевич Бурмистров** – разработка экспериментального макета, разработка компьютерной программы для проведения эксперимента, проведение экспериментальных процедур, анализ и интерпретация полученных результатов.

**Андрей Юрьевич Агафонов** – подготовка текста статьи, научное руководство, анализ данных, обеспечение финансирования.

**Арина Дмитриевна Фомичева** – обработка данных, анализ и презентация результатов, оформление и редакторская правка.

**Юрий Егорович Шилов** – организация процедуры эксперимента, подбор испытуемых, анализ материала для обзора литературы.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**