



# ИМПЛИЦИТНОЕ ЗАПОМИНАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ

## **АГАФОНОВ А.Ю.**

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1546-605X>, e-mail: [aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru)*

## **ФОМИЧЕВА А.Д.**

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)*

## **СТАРОСТИН Г.А.**

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4850-1504>, e-mail: [star.gregori@gmail.com](mailto:star.gregori@gmail.com)*

## **КРЮКОВА А.П.**

*Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8232-3951>, e-mail: [kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru)*

В статье рассмотрены исследования, выполненные в парадигме «выучивание последовательностей» (Sequence Learning). Частным случаем этого экспериментального подхода является метод запоминания временных последовательностей, элементами которых являются не стимулы или их пространственная локализация, а интервалы времени. Проведено и описано исследование, предметом которого являлось имплицитное усвоение последовательности временных интервалов. Цель эксперимента — проверить возможность неосознанного выучивания собственно хронометрических последовательностей, не связанных с последовательностями другого типа организации. Для обработки полученных результатов использовались смешанные линейные модели. Было установлено, что запоминание последовательностей временных интервалов может происходить независимо от наличия закономерности в порядке реагирования (моторный тип последовательности), правил организации стимулов (структурная последовательность) или их локализации (пространственная последовательность).

**Ключевые слова:** имплицитное научение, выучивание последовательностей, временные последовательности.

---

**Финансирование.** Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 19-013-00103.

**Для цитаты:** Агафонов А.Ю., Фомичева А.Д., Старостин Г.А., Крюкова А.П. Имплицитное запоминание последовательности временных интервалов // Экспериментальная психология. 2021. Том 14. № 1. С. 108—121. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140104>



# IMPLICIT LEARNING OF THE TIME INTERVAL SEQUENCE

## ANDREY YU. AGAFONOV

Samara National Research University, Samara, Russia

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1546-605X>, e-mail: [aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru)

## ARINA D. FOMICHEVA

Samara National Research University, Samara, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)

## GREGORY A. STAROSTIN

Samara National Research University, Samara, Russia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4850-1504>, e-mail: [star.gregori@gmail.com](mailto:star.gregori@gmail.com)

## ALYONA P. KRYUKOVA

Samara National Research University, Samara, Russia,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8232-3951>, e-mail: [kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru)

The article considers the studies performed in the «Sequence Learning» paradigm. A special case of this experimental approach is the method of temporal sequences memorization. The elements of such sequences are time intervals instead of stimulus or their spatial localization. The item of the conducted and described study was implicit learning of the time interval sequence. The goal of the experiment was to check the possibility of unconscious acquisition of the temporal sequences, not related to the sequences of another type of organization. To process the obtained results, mixed linear models were used. It was found that the learning of time interval sequences can occur regardless of the presence of regularity in the reaction order (motor sequence) and without rules in stimuli organization (structural sequence) or in the order of their localization (spatial sequence).

**Keywords:** implicit learning, sequence learning, temporal sequences.

---

**Funding.** The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project number 19-013-00103

**For citation:** Agafonov A.Y., Fomicheva A.D., Starostin G.A., Kryukova A.P. Implicit Learning of the Time Interval Sequence. *Eksperimental'naya psikhologiya = Experimental psychology (Russia)*, 2021. Vol. 14, no. 1, pp. 108–121. DOI:<https://doi.org/10.17759/exppsy.2021140104> (In Russ.).

## Введение

Бессознательные процессы стали предметом когнитивных исследований в шестидесятые годы прошлого века, когда появились новые для того времени экспериментальные методы (дихотическое слушание, техника прайминга, задача лексического решения и пр.). Отдельное направление в этой области изучения — феноменология имплицитного научения.

Под имплицитным научением (ИН) принято понимать неосознанное усвоение закономерностей в процессе познавательной деятельности. В результате такого вида научения у человека формируется знание, которое он не может эксплицировать, а, следовательно, вербализовать, но способен, как правило, довольно эффективно использовать при решении различных когнитивных задач [23; 6; 5; 4]. Иначе говоря, это научение, происходящее независимо от намерения субъекта и без осознания факта приобретенного знания.



Эффекты ИН неоднородны, что объясняется различием существующих методических подходов. К наиболее популярным экспериментальным парадигмам, которые используются по сей день при изучении ИН, относят: «усвоение искусственных грамматик», «решение комплексных динамических задач» и «выучивание последовательностей» [9].

Экспериментальный метод «выучивание последовательностей» (Sequence Learning) применяют в исследованиях ИН, связанного не просто с усвоением закономерности в структуре информационного материала, а с овладением правилом, устанавливающим порядок чередования элементов некоторой последовательности. Такими элементами могут выступать:

- а) моторные реакции (моторная последовательность);
- б) место локализации стимулов (пространственная последовательность);
- в) местонахождение стимула в структуре последовательности (структурная последовательность);
- г) интервалы времени (временная последовательность).

В русле исследований с использованием метода «выучивание последовательностей» М. Ниссен и П. Буллемер предложили так называемую SRT-парадигму (Serial Reaction Time task), которая предполагает решение задачи последовательного реагирования [18]. В ходе эксперимента испытуемый отвечает на предъявляемые стимулы нажатием соответствующих клавиш. Стимулы (или определенные характеристики стимулов) организованы в некоторую заданную экспериментатором последовательность, которая многократно повторяется. Эмпирическим маркером ИН в данном случае выступает уменьшение времени реакции в конце обучающей серии или, напротив, увеличение времени реагирования при нарушении закономерности, в соответствии с которой последовательность была выстроена. Размерность и организация последовательности определяются таким образом, чтобы испытуемый не смог ее эксплицировать. Данные тех испытуемых, которые смогли эксплицировать заданное экспериментатором правило, согласно которому последовательность построена, исключаются из дальнейшего анализа. Факт осознания последовательности стимульных элементов устанавливается в постэкспериментальном интервью.

Кроме SRT-парадигмы в экспериментальной практике также применяют TSL-парадигму (Task Sequence Learning), которая представляет собой последовательное решение задач. Эта техника предполагает выполнение серии однотипных задач. Последовательность организована определенным порядком смены правильных ответов [3; 14]. В данном случае зависимыми переменными могут выступать как время реакции, так и правильность выполнения задач. Разновидностью TSL-парадигмы является задача последовательного именованного (Serial Naming Task). Решая такого рода задачу, испытуемый должен отнести предъявленный стимул к одной из категорий. Стимулы предъявляются в случайном порядке, а последовательность категорий (например, «съедобное/несъедобное») определяется в соответствии с некоторой закономерностью их чередования [2].

В первых экспериментах с использованием техники «выучивание последовательностей» исследователи ставили перед собой задачу выявить роль внимания в усвоении латентных закономерностей. С этой целью, помимо реагирования на целевые стимулы, испытуемым предлагалось выполнять дополнительную задачу, которая, как оказалось, мешает усвоению скрытого правила. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что для ИН необходимо участие внимания [18]. А. Коэн с коллегами, в свою очередь, показали, что эффекты ИН в существенной мере зависят от структуры последовательности и ее осо-



бенностей. Так, например, последовательности, где связь между элементами определяется единственным способом (например, после *a* всегда следует *b*), могут эффективно усваиваться и без активности внимания. Напротив, наличие нескольких способов связи (после *a* может появиться либо *b*, либо *c*), что характеризует структурные последовательности вероятностного типа организации, требует усиления сознательного контроля [10].

Насколько широки возможности «когнитивного бессознательного» (Ж. Пиаже) и в какой мере требуется участие сознания в ИН? Этот вопрос стал ключевым для исследователей данного направления. Неудивительно, что после экспериментов первой волны техника «выучивание последовательностей» стала модифицироваться и усложняться, что позволило обнаружить новые эмпирические данные, уточняющие представление о природе ИН. Так, в частности, в экспериментах стали использовать комбинированные последовательности. Их отличительной особенностью является сочетание нескольких параметров (как правило, двух) предъявляемых стимулов (например, формы и цвета). Один из параметров является релевантным (требует реакции), другой — иррелевантным (не требует ответа). Существует два типа комбинированных последовательностей: коррелированные и некоррелированные.

В коррелированных последовательностях параметры стимулов строго заданы единой структурой. Ряды последовательностей равны по количеству элементов и связаны между собой. В качестве примера, демонстрирующего данный тип структурной последовательности, можно привести эксперимент, где использовались два параметра стимулов: форма (круг, квадрат, треугольник) и цвет (синий, желтый, красный). На обучающем этапе испытуемым предлагалось реагировать на определенную форму фигур. На тестовом этапе релевантным параметром становился цвет стимула. В группах, где последовательность цветов была аналогичной последовательности обучающей серии, время реакции значительно сокращалось, в отличие от группы испытуемых, для которых цвет менялся случайным образом. Полученный результат может служить одним из оснований для признания возможности имплицитного усвоения нескольких закономерностей в ходе когнитивной деятельности [1].

Подобное исследование было проведено Х. Хуангом с коллегами. Испытуемым предъявлялась последовательность букв (релевантный стимул) на цветном фоне (нерелевантный стимул). В зависимости от условий цвет либо задавался определенным правилом, либо изменялся случайным образом. Результаты показали, что корреляция двух правил улучшает усвоение целевой последовательности букв. Случайное же чередование цвета, наоборот, мешает этому процессу [15].

Некоррелированный тип последовательности отличается тем, что ряды параметров стимулов образованы различным количеством элементов, т. е. имеют разную размерность. Смещение двух рядов относительно друг друга осложняет процесс усвоения нескольких правил, однако не делает его невозможным. Например, в исследовании У. Мэйра испытуемым было необходимо реагировать на характеристики стимулов (черные или белые круги и квадраты), которые предъявлялись в одном из четырех секторов экрана. Результаты показали, что участники эксперимента имплицитно усвоили и последовательность локализации, и последовательность самих стимулов [17].

В подавляющем большинстве случаев испытуемым при выполнении экспериментальных заданий требуется реагировать на каждый предъявляемый стимул. В связи с этим возникает резонный вопрос: какого свойства имплицитное знание приобретается в процессе научения? Если запоминается последовательность стимулов, то следует гово-



речь о перцептивном научении. В этом случае испытуемые приобретают знание правила чередования перцептивных характеристик стимуляции (например таких, как размер, цвет или форма стимула). Если же усваивается последовательность реакций (например, закономерность в порядке нажатия клавиш), то речь должна идти о моторном научении [26]. Дифференциация перцептивного и моторного научения является важной методической задачей, поскольку особенности моторных реакций в ответ на последовательно предъявляемые стимулы могут объясняться как усвоением перцептивной последовательности, так и моторным научением.

Одними из первых данной темой заинтересовались Д.Б. Виллингем с коллегами. Результаты их экспериментов выявили возможность взаимодействия двух типов имплицитного знания с преобладанием моторного компонента научения [26]. М. Стадлер, изменив в одном условии способ реагирования, а в другом — локализацию предъявляемых стимулов, обнаружил, что изменение перцептивной информации влечет за собой большее увеличение времени реакции, нежели при изменении ответных реакций [25]. В другом эксперименте испытуемым было необходимо реагировать на последовательность цветных стимулов, появляющихся в четырех заданных правилом позициях. Предполагалось, что увеличение времени реакции при нарушении последовательности локализации будет служить показателем перцептивного научения, а при изменении порядка чередования цвета — моторного научения. В результате было отмечено наличие обоих типов знания, однако эффект усвоения перцептивной закономерности оказался менее выраженным [11]. В свою очередь, Г. Ремиллард, используя последовательности с вероятностной структурой организации, получил свидетельства в пользу доминирования перцептивного научения [21].

Позднее было предложено использовать задачу последовательного реагирования в сочетании с задачей на соотнесение стимулов. Так, Ф. Гейзен и коллеги предъявляли испытуемым три маленьких квадрата разных цветов, после чего на экране появлялся один большой квадрат. Ответом являлось нажатие клавиши, соответствующей количеству маленьких квадратов, имеющих тот же цвет, что и большой квадрат. В первом эксперименте задавалась последовательность цветов, во втором — последовательность ответов. В результате было получено два независимых свидетельства в пользу как перцептивного, так и моторного видов научения [13].

Таким образом, несмотря на противоречивость накопленных экспериментальных данных, есть основания полагать, что в процессе ИН могут одновременно усваиваться разные закономерности.

Приведенные выше экспериментальные работы посвящены изучению имплицитного усвоения структурных последовательностей, которые образованы с помощью параметров стимулов или посредством их пространственной локализации. Принципиально иными по способу организации являются временные последовательности, образованные различными интервалами времени. Последовательности временного типа организации строятся не по правилу структурирования стимульного ряда, а по правилу чередования временных промежутков. Например, И.Р. Олсон и М.М. Чан установили, что порядок продолжительности событий может также усваиваться путем имплицитного научения. В своем исследовании авторы задавали последовательность длительностей предъявления серии букв. Каждая инвариантная последовательность предшествовала появлению целевой буквы, требующей ответной реакции испытуемых. На обучающем этапе использовалась последовательность из восьми значений длительности (52 мс, 104 мс, 200 мс и т. д.). На тестовом этапе в одном



условии применялась другая последовательность, но по суммарной продолжительности равная последовательности обучающего этапа. Во втором условии между инвариантной последовательностью и целевым стимулом вводилось несколько букв произвольной длительности предъявления. Задержка реакции во всех условиях тестового этапа в сравнении с обучающей частью процедуры свидетельствовала о том, что эффективность выполнения задания обусловлена приобретением имплицитного знания именно порядка длительностей предъявления стимулов, а не общей продолжительностью последовательности [19].

А. Дестребекс и А. Клирманс предположили, что величина интервалов между моторным ответом и появлением следующего элемента стимульного ряда (response-to-stimulus intervals) может влиять на результативность выполнения задачи последовательного реагирования, а также на эффективность запоминания пространственной последовательности, т. е. на усвоение закономерности в локализации стимулов. Было установлено: более длительные интервалы времени (например, 1500 мс) способствуют приобретению знания о последовательности, которое впоследствии может быть эксплицировано. При отсутствии интервалов между реакциями и предъявлением последующих стимулов испытуемые не могли продемонстрировать осознанное знание порядка чередования локализации [12].

Временная последовательность может быть также образована закономерным чередованием межстимульных интервалов разной длительности. Ж. Шин и Р. Иври провели серию экспериментов, в которых межстимульные интервалы задавались определенным правилом чередования. Было выявлено, что последовательность временных интервалов может быть усвоена неосознанно, но только в том случае, если она согласована (скоррелирована) с последовательностью локализации стимулов. Авторы объясняют результаты тем, что время воспринимается в связи с определенными, последовательно сменяющимися друг друга событиями, а не как некая абстрактная сущность [24].

Таким образом, временные последовательности могут быть образованы либо посредством варьирования длительности демонстрации стимулов, либо различными временными интервалами между экспозициями. Вместе с тем открытым остается вопрос о том, возможно ли имплицитное запоминание временной последовательности, когда она не связана ни со структурным, ни с пространственным, ни с моторным типами последовательности. Если будет получена экспериментальная верификация гипотезы о наличии такого вида имплицитного научения, то это расширит сферу неосознаваемых психических явлений, обогатив наши представления о возможностях когнитивного бессознательного.

В проведенном и описанном ниже экспериментальном исследовании объектом являлось имплицитное научение, предметом — усвоение последовательностей временного типа организации. Моторные реакции также чередовались в случайном порядке. В этом состоит принципиальное отличие разработанной экспериментальной модели. Хотя ранее были получены результаты, свидетельствующие о возможности выучивания последовательности временных интервалов в условии их соотношения с другими видами последовательностей, нельзя говорить, что была усвоена именно последовательность интервалов времени. Связанность двух последовательностей (например, временной и пространственной) в данном эксперименте может являться источником угрозы внутренней валидности. В настоящей работе временная последовательность была обособлена от каких-либо других закономерностей чередования стимулов, т. е. целью исследования было обнаружение эффекта имплицитного выучивания собственно временной последовательности. Этим определяется новизна исследовательского замысла.



Согласно гипотезе, имPLICITНОЕ усвоение временной последовательности межстимульных интервалов приведет к повышению результативности решения целевых задач, которые не связаны с временными промежутками. В случае нарушения последовательности продуктивность решения должна снижаться, что и будет говорить об эффекте ИН. Проверка данного предположения позволит ответить на вопрос, возможно ли неосознанное усвоение собственно временных последовательностей в отсутствие каких-либо закономерностей в организации информационного материала или характере реагирования. В случае положительного результата можно будет говорить о новом виде имPLICITНОГО знания.

### Метод исследования

В эксперименте приняли участие 29 добровольцев в возрасте от 30 до 48 лет ( $M=36,4$ ). Из них — 12 мужчин и 17 женщин. С каждым испытуемым процедура эксперимента проводилась индивидуально в лабораторных условиях. Для проведения исследования была разработана компьютерная программа, позволяющая произвольно устанавливать время экспозиции стимулов, изменять межстимульные интервалы, фиксировать время реакции и сохранять результаты в базе данных. Программа была создана в среде Microsoft Visual Studio на языке C# с использованием NET Ramework WPF 3.5. В качестве стимулов использовались числа от 10 до 99 черного цвета, которые предъявлялись на сером фоне в центре экрана. Диагональ экрана — 70 см. Числа демонстрировались в случайном порядке. Размер стимулов —  $6,2 \times 7,8$  см.

По инструкции испытуемый, который располагался перед экраном монитора компьютера, должен был как можно быстрее реагировать нажатием клавиши «→» при предъявлении четного числа и нажатием клавиши «←» при демонстрации нечетного числа. Расстояние от глаз до экрана составляло 80 см. Реакция осуществлялась средним и указательным пальцами ведущей руки: правши реагировали нажатием на клавишу «→» средним пальцем и нажатием на клавишу «←» указательным пальцем, а левши, — наоборот. Стимулы предъявлялись через фиксированные интервалы времени: 1600 мс / 800 мс / 3200 мс / 2400 мс. Таким образом, временная последовательность, образующая один цикл, включала в себя четыре указанных межстимульных интервала и составляла по длительности 8 с. Интервалы времени автоматически отсчитывались от реакции испытуемого на стимул до появления следующего стимула. Время экспозиции стимулов не являлось константным и отсчитывалось от момента появления стимула на экране до момента нажатия на соответствующую клавишу. После реакции стимул исчезал с экрана.

Процедура эксперимента строилась следующим образом.

На *первом*, ознакомительном, этапе с целью адаптации испытуемого к экспериментальным условиям проводилась учебная серия, состоящая из двух циклов, в ходе которых предъявлялось 9 стимулов. Такое количество предъявлений достаточно для понимания сути задания и знакомства участника с условиями эксперимента. Результаты этого этапа не учитывались при последующей обработке. Через 15 с следовал следующий этап.

На *втором*, обучающем, этапе временная последовательность, составляющая цикл, повторялась 30 раз. Таким образом, всего предъявлялось 120 стимулов, что является оптимальным количеством экспозиций для обучающего этапа. Уменьшение количества предъявлений всегда связано с уменьшением вероятности возникновения эффекта имPLICITНОГО научения. В свою очередь, увеличение количества предъявлений приводит к утомлению, потере интереса к заданию и пр., что негативно сказывается на времени реакции.



На *третьем*, тестовом, этапе, который служил контрольным условием, предъявлялись 32 стимула, но те же самые межстимульные интервалы чередовались уже в случайном порядке. На третьем этапе было решено использовать такое же количество экспозиций, как в начале и в конце этапа обучения, т. е. 32 предъявления, поскольку последующая обработка данных предполагала сравнение времени реакции в начале (2–32-я реакции) и в конце (89–120-я реакции) обучающего этапа, а также сравнение времени реакции в конце обучающего и на тестовом этапах. Второй и третий этапы не разделялись временным промежутком.

На *четвертом* этапе с испытуемым проводилось постэкспериментальное интервью, целью которого было выявление адекватных экспликаций относительно наличия и характера заданной временной последовательности.

### Результаты и их обсуждение

После удаления выбросов (больше/меньше 2,5 сигм от среднего времени реакции) первым шагом при анализе полученных данных было сравнение времени реакции в начале (2–32-я реакции) и в конце (89–120-я реакции) обучающего этапа. Полученные результаты показали, что различия во времени реакции в начале обучения (645 мс) и в конце этапа обучения (638 мс) незначимы ( $t=0,9$ ;  $p=0,657$ ).

Для дальнейшего анализа полученных данных были выбраны результаты только тех испытуемых, которые продемонстрировали уменьшение времени реакции в конце второго этапа.

Эффект научения был обнаружен у 18 испытуемых. При последующем анализе данных принимались во внимание только их результаты.

В ходе обработки сравнивалось время реакции в начале (2–32-я реакции) и в конце (89–120-я реакции) второго этапа. (Реакция на первый стимул второго этапа была исключена из обработки). В свою очередь, время реакции в конце второго этапа сравнивалось со временем реакции на третьем этапе (121–152-я реакции).

Для обработки использовались смешанные линейные модели [7]. В качестве фиксированного эффекта задавался сравниваемый блок стимулов, а в качестве случайных эффектов — порядковый номер испытуемого и порядковый номер стимула. Этот способ обработки результатов по своей сути аналогичен дисперсионному анализу для повторных измерений, однако позволяет контролировать случайную изменчивость, связанную с особенностями, как стимулов, так и испытуемых, а потому позволяет получить более надежные и точные результаты.

Анализируемая смешанная модель была построена на языке R [20] в среде RStudio [22] с использованием пакета lme4 [8]. Значения р-уровня были получены с использованием аппроксимации числа степеней свободы по методу Саттертуэйта в пакете lmerTest [16]. Результаты представлены на рис. 1.

Анализ данных показал наличие значимых различий во времени реакции между сравниваемыми блоками стимулов ( $F(2;89) = 4,95$ ;  $p = 0,009$ ). Результаты свидетельствуют о том, что, во-первых, испытуемые значительно быстрее реагировали к концу второго этапа (649 мс) по сравнению с началом обучающей серии (680 мс) ( $t(90) = 3,01$ ;  $p = 0,003$ ). Во-вторых, демонстрируют снижение результативности, т. е. увеличение времени реакции (673 мс), при переходе к третьему этапу, когда структура последовательности изменялась и межстимульные интервалы чередовались случайным образом. При сравнении результатов третьего этапа и времени реакции в конце второго этапа получены значимые различия ( $t(89,1) = 2,29$ ;  $p = 0,024$ ). При этом среднее время реакции в начале второго этапа значимо не отличается от времени реакции на третьем этапе ( $t(89,1) = 0,73$ ;  $p = 0,468$ ).



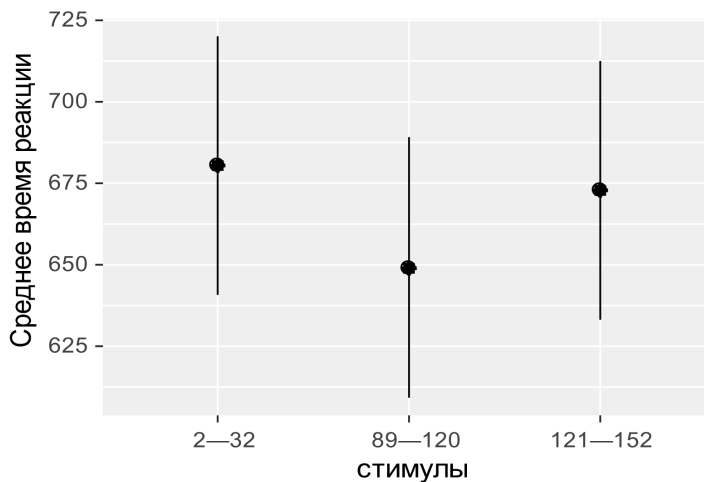


Рис. 1. Средние значения времени реакции и 95% доверительные интервалы для сравниваемых блоков стимулов

Сравнительный анализ времени реакции отдельно на четные и нечетные числа не проводился, поскольку результаты такого анализа в отношении цели исследования не являются информативными. Количество ошибочных ответов составило менее 2%. Время ошибочных реакций отдельно не учитывалось.

В ходе постэкспериментального интервью всем испытуемым задавались следующие вопросы: Какова цель данного эксперимента? Вы смогли заметить какую-либо закономерность при демонстрации чисел? Если «да», то в чем она состояла? Была ли какая-либо закономерность в смене временных промежутков? Если «да», то в чем она состояла?

Результаты интервью показали, что ни один из испытуемых, включая тех, чьи данные были исключены из статистического анализа, не смог сказать, в чем состояла закономерность в смене межстимульных интервалов. Среди тех, чьи результаты вошли в окончательный анализ (18 человек), шесть испытуемых предположили наличие правила в смене четных и нечетных чисел, что не соответствовало действительности, четыре человека указали на разную длительность временных промежутков, но при этом не могли описать закономерность, в соответствии с которой они чередовались на этапе обучения. Заметим, что второй и третий этапы процедуры не разделялись, что существенно осложняло задачу экспликации испытуемыми временной закономерности, так как на третьем этапе интервалы сменялись в случайном порядке. К тому же, в случае последовательностей временного типа организации использовать стандартную процедуру теста генерации не представляется возможным. Данный тест направлен на выявление эксплицитного знания той последовательности, которую испытуемые предположительно выучили в течение эксперимента. Как правило, ответом является название конкретного элемента стимульного ряда (например, F, R, W, U, J, R, T и т. д., или «круг», «квадрат», «круг», «треугольник», «ромб» и т. д.). В проведенном же исследовании последовательность была образована промежутками времени, составление последовательности которых в аналогичном варианте не представляется возможным. Поэтому мы ограничились опросом участников, в ходе которого выяснялось, были или не были обнаружены испытуемым какие-либо закономерности при восприятии стимульного материала и условий его предъявления.



Анализ результатов испытуемых, у которых было выявлено повышение эффективности реагирования к концу второго этапа, свидетельствует о возможности имплицитного усвоения последовательности, имеющей временной тип организации. Поскольку стимулы предъявлялись в случайном порядке, т. е. смена четных и нечетных чисел не подчинялась правилу, нельзя говорить о том, что испытуемыми была усвоена категориальная последовательность («четные» и «нечетные» числа) или последовательность моторных реакций. Значимое увеличение времени реакции на третьем этапе указывает на имплицитное усвоение на этапе обучения именно закономерности в чередовании интервалов внутри цикла. Если бы не были обнаружены различия во времени реакции в конце второго этапа и на этапе тестирования, то тогда нельзя было бы утверждать, что обнаружен эффект ИН. В этом случае результаты объяснялись бы научением, связанным с решением задачи различения (реагирование на четные и нечетные числа), но не имплицитным усвоением правила чередования межстимульных интервалов. Именно нарушение закономерности на тестовом этапе, что и привело к задержке времени реакции, является информативным маркером ИН. Другими словами, *необходимым* условием для установления эффекта ИН является повышение результативности в конце обучающего этапа, а *достаточным* условием — ухудшение результатов (увеличение времени реакции) на тестовом этапе по сравнению с концом этапа обучения.

Таким образом, результаты проведенного эксперимента продемонстрировали возможность имплицитного запоминания последовательностей временных интервалов независимо от наличия закономерностей в порядке реагирования и в отсутствие правила в предъявлении стимулов. Отсутствие закономерностей в смене локализации, чередовании перцептивных стимулов и сенсомоторных реакций служит доказательством того, что их наличие не является необходимым для усвоения порядка чередования временных интервалов, а значит, выучивание последовательности межстимульных интервалов от них не зависит.

В свою очередь, полученный результат — и в этом состоит его теоретическая значимость — позволяет выдвинуть предположение о наличии в когнитивной системе человека специального механизма, ответственного за имплицитное восприятие и запоминание не просто временных интервалов, а строго организованной последовательности, построенной из временных промежутков разной длительности. Стоит заметить, что в отличие от других экспериментальных техник, используемых при изучении ИН («усвоение искусственных грамматик», «комплексные динамические задачи»), в экспериментах по исследованию выучивания последовательностей основным маркером научения выступает время реакции (правильность решения в данном случае не оценивается). Уменьшение времени реагирования в условиях наличия закономерности, а затем возрастание времени реакции при ее отсутствии может свидетельствовать о выработке не просто одной определенной установки как «бессознательной готовности к совершению действия» (Д.Н. Узнадзе), а об определенной структуре имплицитных ожиданий относительно появления события (предъявления стимула). Формирование этой структуры и происходит вследствие многократного повторения последовательности временных отрезков, чередование которых носит закономерный характер.

Вопрос о том, почему не все испытуемые обнаружили эффект научения, требует специального рассмотрения. В любом эксперименте по имплицитному научению, какая бы техника ни использовалась, испытуемые показывают разную результативность. Поэтому индивидуально-типологические факторы эффективности научения могут являться предметом отдельного исследования.



## Выводы

Результаты проведенного исследования с применением экспериментальной техники «выучивание последовательностей» (Sequence Learning) свидетельствуют в пользу гипотезы о возможности имплицитного выучивания последовательностей временного типа организации.

Кроме того, результаты эксперимента демонстрируют — и в этом состоит новизна полученного эффекта — что данная последовательность усваивается независимо от отсутствия других типов связанных с ней последовательностей (моторная, перцептивная, пространственная).

Обнаруженный эффект позволяет сделать допущение: в когнитивной системе существует особый механизм (когнитивный оператор), который отвечает за неосознанное запоMиНАНИЕ последовательностей, элементом которых являются не перцептивные стимулы или их локализация, а временные интервалы.

## Литература

1. Агафонов А.Ю., Бурмистров С.Н., Козлов Д.Д., Крюкова А.П. ИмPLICITНОЕ выучивание комбинированных последовательностей // Интеграция образования. 2018. Том 22. № 2. С. 340—353. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.340-353
2. Агафонов А.Ю., Деева Т.М., Шилов Ю.Е. ИмPLICITНОЕ усвоение категориальных последовательностей [Электронный ресурс] // Когнитивные исследования на современном этапе: материалы Всероссийской конференции с международным участием по когнитивной науке (19—22 ноября 2018 г.). Электронные текстовые данные. Архангельск: САФУ, 2018. С. 9—11. URL: [https://narfu.ru/upload/medialibrary/ec1/Sbornik-KISE\\_2018-\\_isbn\\_.pdf#page=10](https://narfu.ru/upload/medialibrary/ec1/Sbornik-KISE_2018-_isbn_.pdf#page=10) (дата обращения: 04.03.2019).
3. Бурмистров С.Н., Крюкова А.П., Агафопова С.В. Эксплицитные и имPLICITНЫЕ процессы: эффекты интерференции при решении задач разного типа // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки. 2017. Том 19. № 2. С. 33—37.
4. Крюкова А.П., Агафонов А.Ю., Бурмистров С.Н., Козлов Д.Д., Шилов Ю.Е. Эффект переноса имPLICITНОГО знания на сенсомоторную деятельность // Экспериментальная психология. 2018. Том 11. № 3. С. 63—77. DOI:10.17759/exrpsy.2018110305
5. Морошкина Н.В. Влияние конфликта имPLICITНЫХ и эксплицитных знаний субъекта на результаты научения в задаче классификации // Экспериментальная психология. 2013. Том 6. № 3. С. 62—73.
6. Морошкина Н.В., Иванчей И.И. ИмPLICITНОЕ научение: исследование соотношения осознаваемых и неосознаваемых процессов в когнитивной психологии // Методология и история психологии. 2012. Том 6. № 4. С. 109—131.
7. Четвериков А.А. Линейные модели со смешанными эффектами в когнитивных исследованиях // Российский журнал когнитивной науки. 2015. Том 2. № 1. С. 41—51.
8. Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4 // Journal of Statistical Software. 2015. Vol. 67(1). P. 1—48. DOI:10.18637/jss.v067.i01
9. Cleeremans A., Destrebecqz A., Boyer M. Implicit learning: news from the front // Trends in Cognitive Sciences. 1998. Vol. 2. № 10. P. 406—416. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01232-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01232-7)
10. Cohen. A., Ivry R.I., Keele S.W. Attention and structure in sequence learning // Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1990. Vol. 16. № 1. P. 17—30. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.1.17>
11. Deroost N., Soetens E. Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures // Psychological Research. 2006. Vol. 70. № 2. P. 88-102. DOI: 10.1007/s00426-004-0196-3 · Source: PubMed
12. Destrebecqz A., Cleeremans A. Temporal effects in sequence learning // Advances in Consciousness Research. 2003. Vol. 48. P. 181—214. DOI: 10.1075/aicr.48.11des



13. Gheysen F., Gevers W., Schutter E.D., Wealvelde H.V., Fias W. Disentangling perceptual from motor implicit sequence learning with a serial color-matching task // *Experimental Brain Research*. 2009. Vol. 197. P. 163–174. DOI: 10.1007/s00221-009-1902-6
14. Heuer H., Schmidtke V., Kleinsorge T. Implicit learning of sequences of tasks // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2011. Vol. 27 (4). P. 967–983. DOI: 10.1037//0278-7393.27.4.967
15. Huang H.X., Zhang J.X., Liu D.Z., Li Y.L., Wang P. Implicit Sequence Learning of Background and Goal Information Under Double Dimensions // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 116. P. 2989–2993. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.01.694
16. Kuznetsova A., Brockhoff P., Christensen R. lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models // *Journal of Statistical Software*. 2017. Vol. 82(13). P. 1–26. DOI: 10.18637/jss.v082.i13
17. Mayr U. Spatial Attention and Implicit Sequence Learning: Evidence for Independent Learning of Spatial and Nonspatial Sequences // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1996. Vol. 22, № 2. P. 350–364. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.2.350>.
18. Nissen M.J., Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measure // *Cognitive Psychology*. 1987. Vol. 19. № 1. P. 1–32. DOI: 10.1016/0010-0285(87)90002-8
19. Olson I.R., Chun M.M. Temporal Contextual Cuing of Visual Attention // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2001. Vol. 27. № 5. P. 1299-1313. DOI: 10.1037//0278-7393.27.5.1299
20. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2019. URL: <https://www.R-project.org>
21. Remillard G. Pure perceptual-based sequence learning // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol 29. № 4. P. 581–597. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.4.581>
22. RStudio Team. RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA, 2016. URL: <http://www.rstudio.com/>
23. Seger C. A. Implicit learning // *Psychological Bulletin*. 1994. Vol. 115. № 2. P. 163–196. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.2.163>
24. Shin J., Ivry R. Concurrent learning of temporal and spatial sequences // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol. 28. № 3. P. 445–457. DOI: 10.1037//0278-7393.28.3.445
25. Stadler M.A. On learning complex procedural knowledge // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1989. Vol. 15. № 6. P. 1061–1069. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1061>
26. Willingham D.B., Nissen M.J., Bullemer P. On the development of procedural knowledge // *Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1989. Vol. 15. № 6. P. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1047>

## References

1. Agafonov A.Y., Burmistrov S.N., Kozlov D.D., Kryukova A.P. Implicitnoye vyuchivaniye kombinirovannykh posledovatel'nostey [Implicit Learning of Combined Sequences]. *Integratsiya obrazovaniya [Integration of education]*. 2018. Vol. 22. № 2. Pp. 340–353. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.340-353 (In Russ.).
2. Agafonov A.Y., Deeva T.M., Shilov Y.E. Implicitnoye usvoyeniye kategorial'nykh posledovatel'nostey [Implicit acquisition of categorical sequences]. *Kognitivniye issledovaniya na sovremennom etape: materialy Vserossiyskoy konferentsii s megdunarodnym uchastiyem po kognitivnoy nauke 19–22 noyabrya 2018. — Elektronniye tekstoviyeye danniiye. Arkhangel'sk: SAFU [Cognitive research at the present stage: materials of the All-Russian conference with international participation in cognitive science November 19–22, 2018]. Electronic text data. Arkhangel'sk: NAFU*. 2018. Pp. 9–11. URL: [https://narfu.ru/upload/medialibrary/ec1/Sbornik-KISE\\_2018-\\_isbn\\_.pdf#page=10](https://narfu.ru/upload/medialibrary/ec1/Sbornik-KISE_2018-_isbn_.pdf#page=10) (Accessed 04.03.2019). (In Russ.).
3. Kryukova A.P. Agafonov A.Y., Burmistrov S.N., Kozlov D.D., Shilov Y.E. Effect perenosa implicitnogo znaniya na sensomotornuyu deyatelnost' [Effect of transfer of implicit knowledge of artificial grammar under sensorimotor activity]. *Ekspierimental'naya psikhologiya [Experimental psychology]*, 2018. Vol. 11. No. 3. Pp. 63–77. doi:10.17759/exppsy.2018110305. (In Russ.).



4. Moroshkina N.V. Vliyaniye konflikta implicitnich i explicitnich znaniy subyecta na resul'tati naucheniya v zadache klassifikatsii [Influence of the conflict of implicit and explicit knowledge of a subject on the results of learning process in classification task]. *Ekspierimental'naya psikhologiya [Experimental psychology]*. 2013. Vol. 6. No. 3. Pp. 62–73. (In Russ.).
5. Moroshkina N.V., Ivanchei I.I. Implicitnoe naucheniye: issledovaniye sootnosheniya osoznayemich i neosoznayemich processov v kognitivnoi psikhologii [Implicit learning: a study of the relation of perceived and unconscious processes in cognitive psychology]. *Metodologiya i istoriya psikhologii [Methodology and history of psychology]*. 2012. Vol. 6. No. 4. Pp. 109–131. (In Russ.).
6. Chetverikov A. Lineiniye modeli so smeshannimi effectami v kognitivnich issledovaniyach [Linear Mixed Effects Regression in Cognitive Studies]. *Rossiyskiy jurnal kognitivnoi nauki [The Russian Journal of Cognitive Science]*. 2015. Vol. 2. No 1. Pp. 41 – 51. (In Russ.).
7. Burmistrov S.N., Kryukova A.P., Agafonova S.V. Explicitniye i implicitniye processyi: effectyi interferentsii pri reshenii zadach raznogo tipa [Explicit and implicit processes: effects of an interference at problem solving of different types]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Sotsial'nyye, gumanitarnyye, mediko-biologicheskiye nauki [Izvestiya of the Samara Science Centre of the Russian Academy of Sciences. Social, humanitarian, medicobiological sciences]*. 2017. Vol. 19. № 2. Pp. 33–37. (In Russ.).
8. Bates D., Maechler M., Bolker B., Walker S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4 // *Journal of Statistical Software*. 2015. Vol. 67(1). Pp. 1–48. doi:10.18637 / jss.v067.i01
9. Cleeremans A., Destrebecqz A., Boyer M. Implicit learning: news from the front // *Trends in Cognitive Sciences*. 1998. Vol. 2. № 10. Pp. 406–416. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(98\)01232-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01232-7)
10. Cohen. A., Ivry R.I., Keele S.W. Attention and structure in sequence learning // *Journal of Experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1990. Vol. 16. No. 1. Pp. 17–30. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.16.1.17>
11. Deroost N., Soetens E. Perceptual or motor learning in SRT tasks with complex sequence structures // *Psychological research*. 2006. Vol. 70. No. 2. Pp. 88–102. DOI: [10.1007/s00426-004-0196-3](https://doi.org/10.1007/s00426-004-0196-3)
12. Destrebecqz A., Cleeremans A. Temporal effects in sequence learning // *Advances in Consciousness Research*. 2003. Vol. 48. Pp. 181–214.
13. Gheysen F., Gevers W., Schutter E.D., Wealvelde H.V., Fias W. Disentangling perceptual from motor implicit sequence learning with a serial color-matching task // *Experimental Brain Research*. 2009. Vol. 197. Pp. 163–174. DOI [10.1007/s00221-009-1902-6](https://doi.org/10.1007/s00221-009-1902-6)
14. Heuer H., Schmidtke V., Kleinsorge T. Implicit learning of sequences of tasks // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2001. Vol. 27 (4). Pp. 967–983. DOI: [10.1037/0278-7393.27.4.967](https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.4.967)
15. Huang H.X., Zhang J.X., Liu D.Z., Li Y.L., Wang P. Implicit Sequence Learning of Background and Goal Information Under Double Dimensions // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 2014. Vol. 116. Pp. 2989–2993. DOI: [10.1016/j.sbspro.2014.01.694](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.694)
16. Kuznetsova A., Brockhoff P., Christensen R. lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models // *Journal of Statistical Software*. 2017. Vol. 82(13). Pp. 1–26. doi: [10.18637/jss.v082.i13](https://doi.org/10.18637/jss.v082.i13)
17. Mayr U. Spatial Attention and Implicit Sequence Learning: Evidence for Independent Learning of Spatial and Nonspatial Sequences // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1996. Vol. 22, No. 2. Pp. 350–364. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.22.2.350>
18. Nissen M.J., Bullemer P. Attentional requirements of learning: Evidence from performance measure // *Cognitive psychology*. 1987. Vol. 19. No. 1. Pp. 1–32. DOI: [10.1016/0010-0285\(87\)90002-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(87)90002-8)
19. Olson I.R., Chun M.M. Temporal Contextual Cuing of Visual Attention // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2001. Vol. 27. No. 5. Pp. 1299–1313. DOI: [10.1037/0278-7393.27.5.1299](https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.5.1299)
20. R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <https://www.R-project.org>
21. Remillard G. Pure perceptual-based sequence learning // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol 29. No. 4. Pp. 581–597. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.4.581>
22. RStudio Team (2016). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com>.



23. Seger C. A. Implicit learning // *Psychological Bulletin*. 1994. Vol. 115. № 2. Pp. 163–196. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.2.163>
24. Shin J., Ivry R. Concurrent learning of temporal and spatial sequences // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol. 28. No 3. Pp. 445–457. DOI: [10.1037/0278-7393.28.3.445](https://doi.org/10.1037/0278-7393.28.3.445)
25. Stadler M.A. On learning complex procedural knowledge // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1989. Vol. 15. No. 6. Pp. 1061–1069. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1061>
26. Willingham D.B., Nissen M.J., Bullemer P. On the development of procedural knowledge // *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1989. Vol. 15. No. 6. Pp. 1047–1060. DOI: <https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1047>

### **Информация об авторах**

*Агафонов Андрей Юрьевич*, доктор психологических наук, профессор, заведующий кафедрой общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1546-605X>, e-mail: [aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru)

*Фомичева Арина Дмитриевна*, студент факультета психологии, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)

*Старостин Григорий Анатольевич*, аспирант кафедры общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4850-1504>, e-mail: [star.gregori@gmail.com](mailto:star.gregori@gmail.com)

*Крюкова Алена Павловна*, ассистент кафедры общей психологии, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева (ФГАОУ ВО «Самарский университет»), г. Самара, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8232-3951>, e-mail: [kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru)

### **Information about the authors**

*Andrey Yu. Agafonov*, Dr.Sci. (Psychology), Professor, Head of the Department of General Psychology, Samara National Research University, Samara, Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1546-605X>, e-mail: [aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru)

*Arina D. Fomicheva*, Undergraduate Student of the Faculty of Psychology, Samara National Research University, Samara, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2622-1816>, e-mail: [fomar1999@mail.ru](mailto:fomar1999@mail.ru)

*Gregory A. Starostin*, Post-Graduate Student of the Department of General Psychology Samara National Research University, Samara, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4850-1504>, e-mail: [star.gregori@gmail.com](mailto:star.gregori@gmail.com)

*Alyona P. Kryukova*, Assistant of the Department of General Psychology, Samara National Research University, Samara, Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8232-3951>, e-mail: [kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru)

Получена 02.09.2019

Принята в печать 01.03.2021

Received 02.09.2019

Accepted 01.03.2021