

## Влияние имплицитных правил искусственной грамматики на сенсомоторную деятельность<sup>1</sup>

А. П. Крюкова<sup>1,a</sup>, С. Н. Бурмистров<sup>2,b</sup>, А. Ю. Агафонов<sup>3,c</sup>, Ю. Е. Шилов<sup>4,d</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П.

Королева

<sup>a</sup>[kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru), <sup>b</sup>[burm33@mail.ru](mailto:burm33@mail.ru), <sup>c</sup>[aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru), <sup>d</sup>[sheloves@samsu.ru](mailto:sheloves@samsu.ru)

**Аннотация.** В статье описано исследование эффекта переноса правил искусственной грамматики в процессе имплицитного научения на решение сенсомоторных задач. Участники эксперимента обучались правилам искусственной грамматики. Задание контрольного этапа состояло в том, чтобы реагировать на появление двух разных стимулов. В экспериментальной группе всегда перед предъявлением стимула зеленого цвета появлялась грамматическая строка, перед предъявлением стимула желтого цвета – аграмматическая. В контрольной группе цвет стимула не зависел от грамматичности строки. В результате было обнаружено значимое уменьшение времени реакции в экспериментальной группе. Таким образом, перенос имплицитно усвоенного знания правил искусственной грамматики приводит к повышению эффективности сенсомоторной деятельности.

**Ключевые слова:** имплицитное научение, эффект переноса, научение искусственной грамматики, сенсомоторная деятельность.

## Impact of implicit rules of artificial grammar on sensorimotor activity

A. P. Kryukova<sup>1,a</sup>, S. N. Burmistrov<sup>2,b</sup>, A. Yu. Agafonov<sup>3,c</sup>, Yu. E. Shilov<sup>4,d</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Samara National Research University

<sup>a</sup>[kryukova.1991@bk.ru](mailto:kryukova.1991@bk.ru), <sup>b</sup>[burm33@mail.ru](mailto:burm33@mail.ru), <sup>c</sup>[aa181067@yandex.ru](mailto:aa181067@yandex.ru), <sup>d</sup>[sheloves@samsu.ru](mailto:sheloves@samsu.ru)

**Abstract.** The scientific paper describes a research of effect of transfer of rules of artificial grammar in process of implicit learning on solving of sensorimotor tasks. Participants of experiment learned rules of artificial grammar. Task of control phase was to react on appearance of two different stimuli. In experimental group, always before presentation of green stimulus a grammatical sequence appeared; before presentation of yellow stimulus – ungrammatical. In control group, color of stimulus was not dependent on grammatically of sequence. The results have shown that significant reduction of reaction time was discovered in experimental group. Thus, transfer of implicitly learned knowledge of rules of artificial grammar leads to increase of effectiveness of sensorimotor activity.

**Key words:** implicit learning, effect of transfer, artificial grammar learning, sensorimotor activity.

**Введение.** Имплицитное научение является неосознаваемой когнитивной деятельностью, в результате которой приобретается знание достаточно сложных правил без их субъективного понимания. Соответственно, затруднен вербальный отчет о том, в чем

---

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке РГНФ (проект № 16-16-63002).

состоят эти правила (см.: Шилов 2015, Cleeremans 2001). Несмотря на это, как показывают данные многочисленных исследований, человек довольно эффективно использует такого рода знание в последующей познавательной деятельности (см.: Иванчей, Морошкина 2013, Крюкова 2016).

Одним из феноменов, обнаруженных в области исследований имплицитного научения, является эффект переноса. Он выражается в способности человека неосознанно обнаруживать в массиве новой информации закономерность, которая была имплицитно усвоена ранее (см.: Pothos 2007).

А.Ребер предположил, что имплицитное знание имеет абстрактный характер, то есть при восприятии информации происходит усвоение именно правил, по которым она организована. Иными словами, имплицитное научение в меньшей степени зависит от конкретных стимулов. А.Ребер, чтобы проверить эту гипотезу, использовал свой метод «научение искусственным грамматикам». Эксперимент строился в три этапа: обучение, тестирование и постэкспериментальное интервью. На обучающем этапе испытуемых просили запомнить серию строчек из букв (например, NVTZX), составленных по правилам искусственной грамматики. Далее испытуемым сообщали, что расположение букв в строчках определялось специальным правилом, но не объясняли его. Во время тестового этапа участникам надо было указать, какие из предъявленных новых строчек отвечают этому правилу, а какие – нет. В исходном варианте эксперимента обучающие и тестовые строчки были созданы из одного набора букв (Reber 1967).

В эксперименте, где был обнаружен эффект переноса, на обучающем и тестовом этапах использовались разные наборы букв. Испытуемым после обучающего этапа сообщали о замене стимулов. Результаты показали, что при выполнении тестового задания с новыми буквами количество правильных ответов значимо больше уровня случайного угадывания, как и в условиях исходного эксперимента. Интервью не выявило корректных эксплицитных знаний правила. Таким образом, был установлен эффект переноса имплицитного знания искусственной грамматики с одного стимульного материала на другой (Reber 1969).

В последующих исследованиях был обнаружен перенос с одной модальности на другую. Например, на обучающем этапе участникам эксперимента включали для прослушивания серию мелодий. При генерации этих мелодий была использована искусственная грамматика, которая в качестве локальных стимулов содержала ноты. Для тестовой же части на экране монитора предъявляли строчки из букв. Оказалось, что испытуемые смогли верно определить грамматичность строчек, несмотря на обучение правилу при восприятии материала, относящегося к другой модальности (Altmann et al. 1995).

В рамках изучения взаимодействия эксплицитной и имплицитной информации был проведен эксперимент, в котором также был установлен эффект переноса. Процедура была построена так, чтобы проверить возможность имплицитного применения эксплицитно заученного правила. Испытуемым показывали изображение самой искусственной грамматики и подробно объясняли, как с ее помощью составлять строчки. Затем, участники получали инструкцию о том, что им будут предъявлены строчки, которые надо распределить в соответствии с усвоенным правилом. Однако при создании строк использовались буквы, отличные от тех, что были изображены на рисунке искусственной грамматики. Результаты показали, что испытуемые смогли имплицитно применить (56% правильных ответов) осознанно приобретенное знание правила. Вывод авторов заключается в том, что характер знания (эксплицитное оно или имплицитное) не определяет область его дальнейшего применения (Бурмистров и др. 2016).

В проведенном и описанном ниже эксперименте рассматривается другой вид переноса. Наша гипотеза состоит в том, что перенос может иметь место и при решении задач, не относящихся к стандартным заданиям применения метода «научение искусственным грамматикам», а именно – при решении сенсомоторных задач.

**Процедура.** В эксперименте приняли участие 40 человек обоих полов, возраст варьировался от 18 до 43 лет. (Средний возраст – 22 года). Вся выборка была случайным образом дифференцирована на две группы (по 20 человек в каждой): экспериментальную и контрольную. С каждым испытуемым процедура проводилась индивидуально.

Экспериментальные процедуры проводились на персональном компьютере с матрицей серийного образца при разрешении экрана 1366x768 пикселей, диагональ экрана 15,6 дюймов. Для проведения эксперимента была разработана специальная компьютерная программа, позволяющая задавать порядок и время предъявления стимульного материала, а также фиксировать правильность и время ответа испытуемых.

В качестве стимульного материала использовались 40 грамматических и 25 аграмматических строчек, созданных с помощью искусственной грамматики. Еще 10 строк были созданы с помощью случайной расстановки букв из другого набора.

Эксперимент состоял из пяти этапов: предварительный, обучающий, тестовый, контрольный, постэкспериментальное интервью. Испытуемые получали инструкцию перед началом каждого этапа.

В экспериментальной группе на первом этапе всем испытуемым в центре экрана монитора предъявлялась строка из букв, которые были составлены без правил. Через 2 секунды над строкой появлялся кружок зеленого или желтого цвета, диаметр которого равен 3 см. Расстояние между строкой и кружком – 1 см. Кружок вместе со строкой оставался на экране в течение 300 мс. Задача испытуемых состояла в том, чтобы как можно быстрее нажать клавишу «←» при появлении кружка зеленого цвета; как можно быстрее нажать клавишу «→» при появлении кружка желтого цвета. Испытуемые решали 10 таких сенсомоторных задач. Если испытуемые успевали нажать клавишу до истечения времени предъявления, то стимулы исчезали при нажатии. Если испытуемые отвечали дольше, то после 300 мс экран оставался пустым до нажатия клавиши. Интервал между нажатием клавиши и предъявлением следующей строки длился 1 с. Фиксировалось время реакции испытуемых, оно исчислялось с момента появления кружка и до нажатия клавиши.

Данный этап необходим для предварительного измерения времени реакции каждого испытуемого, чтобы сравнить с соответствующим показателем после экспериментального воздействия на контрольном этапе.

На этапе обучения в центре экрана по одной предъявлялись 15 грамматических строчек. Перед началом обучающего этапа испытуемым сообщили, что стимульные строчки созданы по правилам, показали искусственную грамматику (но не ту, которую использовали для генерации строк к данному эксперименту, что также сказали испытуемым), объяснили принцип ее работы. Все строки демонстрировались по 3 с. Испытуемых просили запомнить строки. После исчезновения каждой из них появлялось окно для записи, чтобы испытуемые могли воспроизвести запомненную информацию. Окончание записи испытуемые подтверждали нажатием клавиши «Enter», и через 1 с. появлялась следующая строка. Поскольку этот этап был необходим только для обучения, то результаты не фиксировались.

Во время тестового этапа последовательно в случайном порядке предъявлялись 10 грамматических и 10 аграмматических строчек, созданных на основании той же искусственной грамматики, что и строчки обучающего этапа. От испытуемых требовалось как можно быстрее нажать клавишу «←», если они считают, что строка соответствует правилу; как можно быстрее нажать клавишу «→», если считают строку не соответствующей правилу. После каждого ответа испытуемые получали обратную связь, сообщающую о том, верным было их решение или ошибочным. Фиксировалась правильность ответа.

На контрольном этапе стимульный материал предъявлялся так же, как на предварительном. Однако в этом случае были использованы 15 грамматических и 15 аграмматических строчек, созданных с помощью той же искусственной грамматики, что и строки обучающей серии. Кроме того, в экспериментальной группе цвет кружка зависел от грамматичности строки: грамматическая строка предъявлялась перед появлением зеленого

кружкá; аграмматическая строка предваряла появление желтого кружкá. О существовании связи между цветом кружкá и типом строки испытуемым не рассказывали.

Задание для испытуемых заключалось в том, чтобы как можно быстрее нажать клавишу «←», когда появится зеленый кружок; как можно быстрее нажать клавишу «→», когда появится желтый кружок. Таким образом, каждый испытуемый решал 30 сенсомоторных задач (грамматические и аграмматические строки предъявлялись в случайном порядке). Фиксировалось время реакции, измеряемое с момента появления кружкá до нажатия клавиши.

В завершении эксперимента было проведено постэкспериментальное интервью, содержащее вопросы двух видов. Во-первых, вопросы были направлены на проверку наличия эксплицитного знания искусственной грамматики: «Вы поняли правило, в соответствии с которым были созданы строки?», «Пожалуйста, укажите минимум пять пунктов правила, которое было использовано при создании правильных строк», «Напишите правильные биграммы, триграммы или целые строки». Во-вторых, с помощью вопросов выявлялось, обнаружили ли испытуемые связь между типом строки и цветом кружкá на контрольном этапе: «У Вас есть предположение о том, для чего на четвертом этапе вместе с кружком появлялась строка?», «Когда Вы задумались о том, зачем появляются строчки: до, в начале, середине, в конце четвертого этапа, или вообще об этом не думали?». Испытуемые записывали свои ответы.

Условия контрольной группы отличались только отсутствием связи типа строчки и цвета кружкá на контрольном этапе. Например, зеленый кружок мог появиться с равной вероятностью как при грамматической, так и при аграмматической строке.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты анализа ответов на вопросы постэкспериментального интервью выявили четырех испытуемых (по два человека в каждой группе), которые предположили, что существует связь цвета кружкá с типом строки на контрольном этапе, и намеренно пытались предугадать цвет стимулов через определение грамматичности строк. Их результаты были исключены из дальнейшей обработки.

Учитывались результаты только тех участников, у кого при классификации 20-ти строк на тестовом этапе было зафиксировано наличие имплицитного научения, то есть тех, кто дал больше 10-ти правильных ответов (14 человек в экспериментальной группе, 16 человек в контрольной).

Для того чтобы проследить динамику времени реакции при решении 30-ти сенсомоторных задач на контрольном этапе, результаты были разделены на три части: «часть 1» - время реакции при выполнении первых десяти заданий; «часть 2» - время реакции при выполнении вторых десяти заданий; «часть 3» - время реакции при выполнении третьих десяти заданий. На рисунке 1 показаны средние значения времени реакции для каждой части.

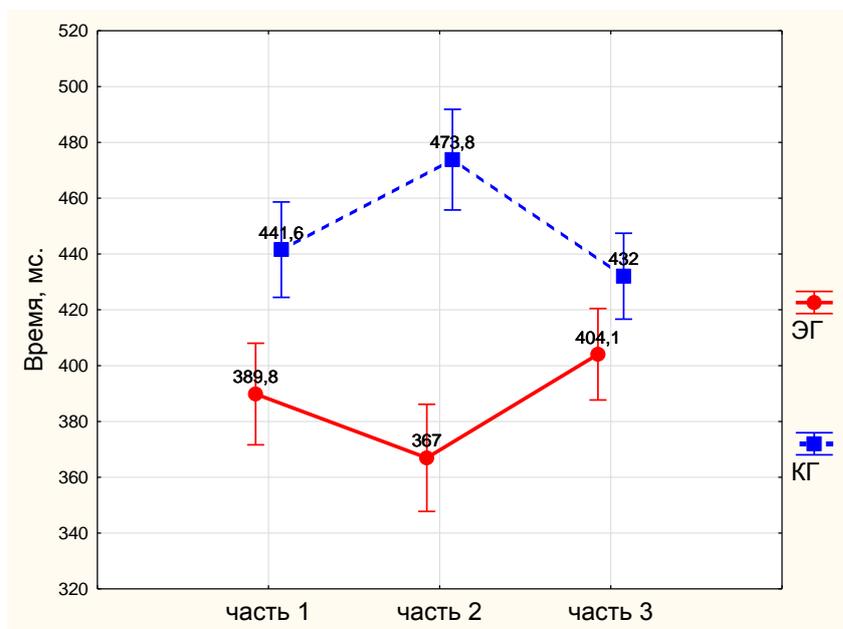


Рис. 1. График средних значений времени реакции с доверительными интервалами. (ЭГ – экспериментальная группа, КГ – контрольная группа)

Для попарного сравнения результатов каждой части был использован критерий Тьюки. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты попарного сравнения частей (матрица р-уровней по критерию Тьюки)

	Группа	ЭТАП	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}
1	ЭГ	часть 1		0,421226	0,854038	0,000526	0,000020	0,009760
2	ЭГ	часть 2	0,421226		0,029198	0,000020	0,000020	0,000023
3	ЭГ	часть 3	0,854038	0,029198		0,032822	0,000021	0,222196
4	КГ	часть 1	0,000526	0,000020	0,032822		0,057057	0,962359
5	КГ	часть 2	0,000020	0,000020	0,000021	0,057057		0,003842
6	КГ	часть 3	0,009760	0,000023	0,222196	0,962359	0,003842	

Примечание. ЭГ – экспериментальная группа, КГ – контрольная группа.

При сравнении времени реакции в каждой из частей с аналогичным показателем предварительного этапа внутри групп был использован t-критерий Стьюдента для связанных выборок.

Обработка результатов показала, что в экспериментальной группе при выполнении вторых десяти задач (часть 2) на контрольном этапе время реакции статистически значимо меньше, чем при выполнении третьих десяти задач (часть 3), и меньше, чем в каждой из частей контрольной группы. При этом между первой и второй частями экспериментальной группы различия по времени реакции не значимы, хотя во второй части время меньше (см. рис. 1 и таблицу 1). Сравнение с помощью t-критерия Стьюдента выявило то, что в экспериментальной группе время реакции, измеренное на предварительном этапе ( $M=400$  мс), значимо больше, чем в первой части ( $p=0,048$ ) и во второй ( $p=0,017$ ). Это может говорить о том, что время ответа стало уменьшаться при решении заданий еще первой части. Таким образом, было установлено значимое уменьшение времени реакции в экспериментальной группе на контрольном этапе. Это позволяет утверждать, что на основании серии первых предъявлений контрольного этапа испытуемые неосознанно зафиксировали связь грамматичности строки с цветом кружка. Это сформировало

специфическую установку на появление кружка определенного цвета, что, в свою очередь, способствовало более быстрой реакции.

В контрольной группе время реакции в первой и во второй частях значительно больше, чем в каждой из частей экспериментальной группы (см. рис. 1 и таблицу 1). Вероятно, в контрольной группе неосознаваемые решения являлись ошибочными, так как они приводили к увеличению времени ответа. Вместе с тем, между результатами третьих частей обеих групп различия являются не значимыми. Однако в третьей части контрольной группы время реакции уменьшается, а в третьей части экспериментальной группы время увеличивается. Дело в том, что, отвечая на вопросы постэкспериментального интервью, большинство испытуемых как экспериментальной, так и контрольной группы указали, что предполагали о существовании связи между стимулами или ответами тестового и контрольного этапов, но определять тип строк и цвет кружков пробовали в основном к концу контрольного этапа. Многие участники говорили, что начинали выполнять эти не требующиеся действия из-за простоты задания на контрольном этапе. Возможно, из-за этой осознанной деятельности произошло увеличение времени в третьей части экспериментальной группы и уменьшение в контрольной группе. То есть, в третьих частях преобладает осознанная активность.

Результаты постэкспериментального интервью содержат данные о том, что испытуемые не смогли корректно указать пункты правила, в соответствии с которым были созданы грамматические строки. В действительности написанные участниками эксперимента биграммы, триграммы, правила в равной степени принадлежали как грамматическим, так и аграмматическим строкам. Чаще всего, испытуемые верно называли первые буквы строк, несколько сочетаний букв, но неправильной являлась последовательность правильных биграмм и триграмм, а также были пропущены буквы.

**Выводы.** В современных когнитивных исследованиях был обнаружен эффект переноса усвоенных правил искусственной грамматики на выполнение аналогичных задач, но с другими стимулами. Процедура настоящего эксперимента была спланирована так, чтобы рассмотреть возможность эффекта переноса имплицитного научения на другой вид когнитивной деятельности. В результате было обнаружено, что перенос имплицитно усвоенного знания правил искусственной грамматики приводит к повышению эффективности сенсомоторной деятельности. Эффект выражается в более быстрой реакции на стимулы, которые связаны с грамматичностью строчек.

## Литература

*Altmann G. T., Dienes Z., Goode A.* 1995. Modality independence of implicitly learned grammatical knowledge. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 21, 4, 899–912.

*Cleeremans A.* 2001. Conscious and unconscious processes in cognition. In *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* 4, 2584–2589.

*Pothos E. M.* 2007. Theories of artificial grammar learning. *Psychological Bulletin* 133, 227–244.

*Reber A. S.* 1969. Transfer of syntactic structure in synthetic languages. *Journal of Experimental Psychology* 81, 115–119.

*Бурмистров С. Н., Агафонов А. Ю., Крюкова А. П.* 2016. Взаимодействие имплицитной и эксплицитной информации в процессе усвоения искусственной грамматики // *Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований. Серия «Интеграция академической и университетской психологии»*. М.: Институт психологии РАН, 519–526.

*Иванчей И. И., Морошкина Н. В.* 2013. Взаимодействие имплицитных и эксплицитных знаний при научении искусственным грамматикам // Психологические исследования 6, 32, 2–17.

*Крюкова А. П.* 2016. Знание без осознания: опыт исследований имплицитного научения // Вестник Кемеровского государственного университета 4, 166–170.

*Шилов Ю. Е.* 2015. Когнитивные аспекты изучения бессознательного в современной психологии // Известия Самарского научного центра РАН 17, 1(4), 907–912.