



# ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ КАК ИНДИКАТОР ЗНАНИЯ ОТВЕТА ПРИ РЕШЕНИИ АНАГРАММ

**ЛАПТЕВА Е. М.\***, *Федеральный институт развития образования, Москва, Россия,*  
*e-mail: ek.lapteva@gmail.com*

В настоящей работе была предпринята попытка расширенной репликации эксперимента Эллис и др. (Ellis et al., 2011), где по динамике времени взгляда на лишнюю букву (дистрактор) при решении анаграмм было показано постепенное приближение испытуемых к ответу. Причем одинаковая динамика наблюдалась как при решении перебором, так и при инсайтном решении. Мы ввели два дополнительных параметра анаграмм: частотность слова-ответа и частотность сочетаний дистрактора с буквами ответа. Редкие слова и/или стимулы с дистрактором, образующим частотные сочетания отгадывались реже/дольше, чем остальные. Причем тип дистрактора оказывал влияние на вероятность решения только для редких слов-ответов. По результатам анализа движений глаз, как в инсайтных, так и в неинсайтных пробах, в первой половине решения дистрактор не выделялся, а во второй половине решения имел меньшее время взгляда, чем буквы решения. В более сложных стимулах (по частоте слова и по типу дистрактора) дистрактор выделялся позже, чем в более простых стимулах, либо не выделялся вообще. Результаты анализа движений глаз согласуются с результатами Эллис и др. по инсайтным и неинсайтным решениям, а также с действием факторов, затрудняющих решение анаграмм.

**Ключевые слова:** инсайт, анаграмма, движения глаз.

## Введение

Феномен инсайта является одним из ключевых в теориях психологии мышления. Инсайтом называется озарение, внезапное осознание принципа решения. Исследователи выдвигают разные предположения о том, как человек приходит к инсайту.

Одна точка зрения состоит в том, что инсайт связан с качественным переходом в решении, например, с преодолением тупика. Инсайтным решениям противопоставляются случаи, когда человек пошагово, аналитически приходит к решению задачи. Понимание инсайта как мгновенного перехода от незнания к знанию апеллирует к субъективным отчетам испытуемых, например, к динамике «чувства близости решения» (Metcalf, Wiebe, 1987).

В то же время, самоотчет не дает нам информации о процессах поиска решения, происходящих помимо сознания. Существует некоторое количество исследований, использующих косвенные индикаторы активации неосознанного решения. В эксперименте Бауэрса с коллегами (Bowers et al., 1990) на материале Теста отдаленных ассоциаций испытуемые различали триады, имеющие и не имеющие решение, на уровне выше случайного. Авторы интерпретируют этот эффект как «частичное знание ответа» благодаря распространению активации от слов задания, которая еще не преодолевает порог сознания. Похожий дизайн использовали Новик и Шерман (Novick, Sherman, 2003) на материале анаграмм. Задания предъявлялись на ограниченное время, и испытуемый должен был решить, есть ли слово-решение, или анаграмма нерешаема. Согласно их данным, большее время предъявления анаграммы было связано с большим количеством правильных угадываний, хотя ответ за это время еще не появлялся. Критика подобного подхода состоит в том, что перед испытуемым стоит задача

### Для цитаты:

*Лаптева Е. М.* Движения глаз как индикатор знания ответа при решении анаграмм // Экспериментальная психология. 2016. Т. 9. № 3. С. 41–53. doi:10.17759/exppsy.2016090304

\* *Лаптева Е. М.* Кандидат психологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный институт развития образования. E-mail: ek.lapteva@gmail.com



оценки решаемости, а не решения задачи (триады Теста отдаленных ассоциаций или анаграммы), и неизвестно, насколько похожи процессы, лежащие в основании оценки/решения.

Тем не менее, существуют и более непосредственные способы измерить степень приближения к решению задачи. Лунг и Доминоовски (Lung, Dominowski, 1985) в задаче «девять точек» выявили компоненты репрезентации, которые еще не являются решением, но составляют его часть. Они показали, что правильному решению предшествуют попытки, содержащие в себе эти субцели. В случае анаграмм удобным способом регистрации достижения подобных субцелей является анализ движений глаз. В работе Эллис с коллегами (Ellis et al., 2011) испытуемым предъявлялись анаграммы с лишней буквой (дистрактором). Было показано, что доля фиксаций на дистракторе начинает постепенно снижаться на 3,5 секунды до ответа испытуемого, причем происходит это как в случае решения анаграммы перебором, так и в случае инсайтного решения. Авторы делают вывод, что знание ответа начинает «накапливаться» у испытуемого за некоторое время до осознания этого ответа. И подчеркивают, что это касается также и случаев инсайтного решения, когда субъективно появление ответа ощущается как внезапное.

Метод исследования, предложенный Эллис с коллегами (Ellis et al., 2011), представляется перспективным для более детального изучения феномена инсайта на материале анаграмм различной сложности. Варьирование частотности слова-ответа, количества перестановок букв анаграммы для получения ответа, частотности буквосочетаний анаграммы и др. позволяет манипулировать уровнем сложности анаграммы и влиять на стратегии решения (Adams et al., 2011; Furby, 1977; Knight, Muncer, 2011; Mendelsohn, O'Brien, 1974). Целью настоящего исследования была попытка воспроизведения результатов Эллис и др. (Ellis et al., 2011) с учетом дополнительных факторов, которые могут оказать влияние на динамику фиксаций на дистракторе.

В настоящем эксперименте мы варьировали два признака анаграмм: частотность слова-ответа и частотность сочетаний дистрактора с буквами слова-ответа. Мы предполагали, во-первых, затрудняющий эффект низкой частоты слова-ответа и дистрактора, образующего высокочастотные сочетания с буквами слова-ответа, а также их взаимодействие. В свою очередь, анализ движений глаз позволил бы проследить динамику фиксаций на дистракторе, которая отражала бы возникающие при решении затруднения. Мы предполагаем, что дистрактор, образующий высокочастотные сочетания с буквами слова-ответа должен выделяться позже, чем дистрактор, образующий низкочастотные сочетания. Кроме того, на выделение дистрактора может оказывать косвенное влияние вероятность нахождения слова сама по себе, которая зависит, например, от частотности слова-ответа (Mendelsohn, O'Brien, 1974).

## Метод исследования

### *Программы и оборудование*

Стимулы предъявлялись на ЖК экране с диагональю 17", 1024x768 пикселя с частотой обновления 75 Гц; расстояние до экрана – 60–70 см. Испытуемые сидели в кресле с подголовником, что минимизировало движения головы в ходе эксперимента.

Запись происходила при помощи трекера TheEyeTribe на частоте 30 Гц<sup>1</sup>. Погрешность калибровки составляла не больше 1,5°. Предъявление стимулов и расчет фиксаций осуществлялись в программе OGAMA.

<sup>1</sup> Выбор частоты записи 30 Гц (а не максимально возможной частоты в 60 Гц) связан с возникшими техническими трудностями работы с трекером TheEyeTribe. При анализе данных выяснилось, что трекер не работал согласно частоте 60 Гц, заданной в программе предъявления OGAMA, а использовал свои установки по умолчанию, т. е. 30 Гц.



### Стимулы

Каждый стимул представлял собой 6 заглавных букв (48 кегль), расположенных по кругу на расстоянии 150 пикселей друг от друга (круг диаметром 12 угловых градусов)<sup>2</sup>. В центре воображаемого круга располагался крест. На всех стимулах буквы располагаются на одних и тех же позициях на экране. Всего было 40 стимулов.

Пять из шести букв стимула представляют собой анаграмму, шестая буква – дистрактор. В стимуле буквы перемешаны так, что никогда не оказываются соседними две буквы, которые стоят рядом в слове-ответе. Последовательности таких расположений букв случайно применены к набору букв каждого стимула. Стимулы для всех испытуемых одинаковые, один стимул – фиксированное перемешивание букв. Пример стимула представлен на рис. 1.

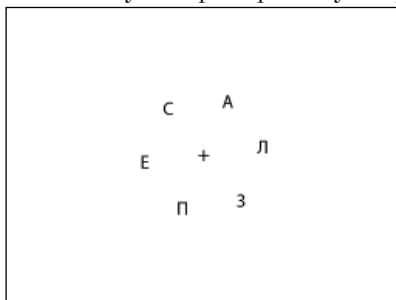


Рис. 1. Пример стимула

### Дизайн

В стимулах варьировались два признака: частотность слова-ответа и частотность буквосочетаний дистрактора (лишней буквы) с буквами слова-ответа.

1. Ответы анаграмм были выбраны на основании словаря частотности Шарова ([dict.ruslang.ru/freq.php](http://dict.ruslang.ru/freq.php)). Двадцать высокочастотных слов (94–2016 употреблений на 1 млн слов, медиана 251) и 20 низкочастотных слов (10–21 употреблений на 1 млн слов, медиана 14).

2. Дистракторы к анаграммам подбирались так, чтобы дистрактор образовывал с буквами слова-ответа связи двух уровней силы: высокочастотные или низкочастотные. Мы опирались на подсчет частотности пар буквосочетаний по массиву художественных текстов (Валуева и др., 2015). Дистрактором всегда была согласная буква. Частота встречаемости первой буквы слова-ответа и дистрактора в качестве первой буквы слова по словарю частотности статистически не различалась.

Таким образом, было 4 группы стимулов по 10 в каждой категории. Общий список стимулов и их характеристики приведены в Приложении.

### Процедура

Перед началом основной серии испытуемого знакомили с общим порядком прохождения эксперимента (подробности см. ниже) и производили калибровку айтрекера. После калибровки испытуемые читали инструкцию по решению анаграмм и знакомились с примером стимула. Задача испытуемого – как можно скорее найти зашифрованное в анаграмме нарицательное существительное из пяти букв и произнести ответ вслух. Экспериментатор тогда останавливает пробу (это отсекает время решения анаграммы), и слайд сменяется на

<sup>2</sup> В нашем исследовании мы ориентировались на угловые размеры, указанные в статье Эллис и др. (Ellis et al., 2011). К сожалению, точные размеры стимулов в исходном эксперименте оказалось невозможно восстановить. Авторы указывают расстояние между буквами 450 точек. Пятиугольник со стороной 450 пикселей подступает к краям экрана 1024x768, 19", что «обрезает» зоны интереса указанным радиусом 225 пикселей краем экрана. При этом угловые размеры круга диаметром 12 градусов (~12,6 см или 334 пикселя) не соответствуют вычисленным по расстоянию и размерам стимула в пикселях.



фиксационный крест. Экспериментатор записывает ответ на анаграмму. После этого испытуемый сообщает, каким образом он пришел к ответу, выбирая из четырех вариантов, с которыми познакомился перед началом эксперимента.

1. Решение пришло мне в голову неожиданно, будто из ниоткуда. Мне кажется, я не сделал(а) ничего, чтобы найти ответ.

2. Я попробовал(а) перебрать различные сочетания букв, чтобы решить анаграмму, но это не привело к успеху. Вдруг решение пришло само.

3. Я попробовал(а) перебрать различные сочетания букв, чтобы решить анаграмму. В результате такого перебора мне удалось найти ответ.

4. Я не решил(а) анаграмму.

Затем экспериментатор нажимает на клавишу, и появляется новый стимул.

Основная серия состояла из 40 анаграмм, которые предъявлялись до ответа испытуемого, но не дольше, чем на 40 секунд. В промежутках между анаграммами на экране предъявлялся фиксационный крест.

### **Выборка**

В эксперименте участвовали 24 испытуемых с высшим или неоконченным высшим образованием, 19–55 лет, 15 женщин и 9 мужчин. Участников собирали среди добровольцев в сети Интернет.

### **Результаты исследования**

В связи с техническими неполадками не были записаны данные по движениям глаз и по времени реакции для 126 из 960 проб. При этом ответы испытуемых и их инсайтность зафиксированы для всех проб. Доля правильных ответов по всем пробам составила 0,59, среднее время правильного решения – 15,3 с ( $SD=11,8$ ).

Мы провели дисперсионный анализ  $2 \times 2$  с повторными измерениями, в котором зависимой переменной выступила точность решения и варьировались частотность слова и тип дистрактора (частотность буквосочетания дистрактора с буквами ответа); кроме того, учитывалось их взаимодействие. Есть главный эффект частотности слова:  $F=10,97$ ;  $p<0,01$ . Редкие слова разгадываются реже, чем частотные ( $M=0,48$  vs.  $M=0,60$ ). А также главный эффект типа дистрактора ( $F=4,923$ ;  $p<0,05$ ). Чаще разгадываются стимулы с дистрактором, образующим редкие сочетания с буквами ответа, чем частотные ( $M=0,58$  vs.  $M=0,51$ ). Кроме того, значим эффект взаимодействия частотности слова и типа дистрактора:  $F=7,573$ ,  $p<0,05$ . Для редких слов дистрактор, «слипающийся» с буквами ответа, затруднял решение ( $M=0,55$  vs.  $M=0,41$ ), а для частотных различия не было.

Аналогичный анализ, в котором зависимой переменной выступило время ответа на анаграмму, показал значимый эффект частотности слова  $F=31,2$ ,  $p<0,001$  и не показал значимого эффекта типа дистрактора или взаимодействия. Редкие слова разгадываются дольше, чем частотные ( $M=16,2$  с vs.  $M=13,0$  с).

В дальнейший анализ были включены данные только по пробам, на которые испытуемый дал правильный ответ.

Доля инсайтных решений (вариант 1 или 2 по опроснику) составила 61,7%, а доля неинсайтных – 38,3% соответственно. Инсайтные решения были более быстрыми, чем неинсайтные:  $M=11,5$  с и  $M=17,2$  с ( $t=-5,8522$ ;  $df=390,06$ ;  $p<0,001$ ), корреляция доли инсайтных решений анаграммы с временем реакции:  $r=-0,54$  ( $p<0,001$ ). Распределение времени решения для инсайтных и неинсайтных проб см. на рис. 2.

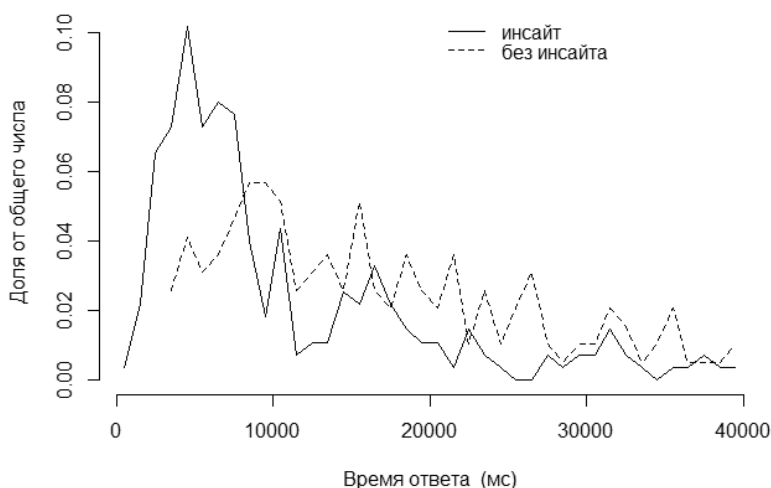


Рис. 2. Распределение времени ответа в инсайтных и неинсайтных пробах

### **Влияние свойств анаграмм на инсайтность решения**

Частотные слова разгадываются чаще инсайтным образом, чем неинсайтным:  $M=8,1$  и  $M=5,35$  ( $t=2,7224$ ;  $df=19$ ,  $p<0,05$ ). Редкие слова не различаются по количеству инсайтных и неинсайтных решений, хотя есть тенденция в том же направлении:  $M=6,05$  и  $M=4,65$  ( $t=1,7097$ ;  $df=19$ ;  $p=0,1$ ).

Стимулы, в которых дистрактор образовывал с буквами ответа частотные буквосочетания, чаще разгадывались инсайтно, чем неинсайтно:  $M=6,75$  и  $M=4,55$  ( $t=2,3637$ ;  $df=19$ ;  $p<0,05$ ). Для анаграмм с низкой частотностью сочетаний дистрактора с буквами ответа значимой связи не выявлено, хотя есть тенденция в том же направлении:  $M=7,4$  и  $M=5,45$  ( $t=2,0895$ ;  $df=19$ ;  $p=0,05$ ).

Мы рассчитали долю инсайтных решений от всех правильных решений в каждой из четырех групп анаграмм (по частотности слова и частотности буквосочетаний дистрактора). Дисперсионный анализ  $2 \times 2$  с зависимой переменной доли инсайтных решений не выявил влияния никакого из факторов или их сочетания.

### **Первичная обработка данных по движениям глаз**

Фиксации рассчитывались в программе OGAMA по максимальной дистанции  $1,5$  угловых градуса и временному интервалу в  $100$  мс ( $50$  пикселей на экране,  $3$  точки в сырых координатах).

Около половины всех проб показали фиксации, смещенные от букв стимула при сохранении паттерна фиксаций, соответствующего структуре стимула. Эти пробы были обработаны вручную, пересчетом координат фиксаций так, чтобы они располагались на буквах стимула.

Вокруг каждой буквы стимула зона интереса представляла собой круг радиусом  $75$  точек. Попадание в этот круг считалось фиксацией на букве, расположенной в его центре. Доля фиксаций на какой-либо букве стимула от общего количества фиксаций по всем пробам составила  $66\%$ . Мы посчитали корреляцию времени реакции и количества фиксаций на буквах стимула для каждого испытуемого, медианная корреляция



составила 0,91. Все фиксации в каждой пробе были переведены в двеллы<sup>3</sup>. Каждый двелл включал в себя последовательные фиксации в пределах одной и той же зоны интереса. Подавляющее большинство двеллов состояли из одной (94%) или двух (5%) фиксаций.

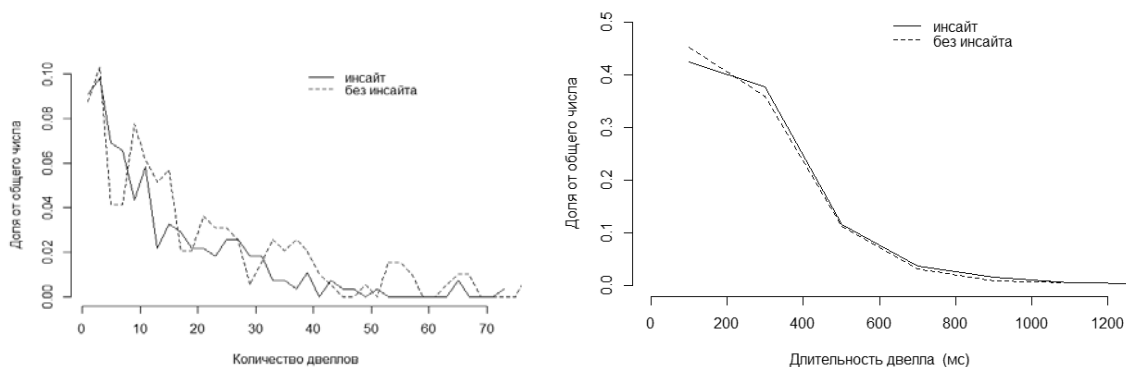


Рис. 3.: а) распределение количества двеллов в инсайтных и неинсайтных пробах; б) распределение длительности двеллов в инсайтных и неинсайтных пробах

В противоположность результатам Эллис (Ellis, 2011), в нашем эксперименте длительность двеллов была немного больше в инсайтных пробах, чем в неинсайтных (медианы в обоих случаях – 233 мс, но различия по критерию Манна–Уитни:  $W=6408700$ ,  $p<0,01$ ), а коротких двеллов больше в неинсайтных пробах.

#### **Анализ продолжительности взгляда на дистрактор в ходе решения анаграммы**

Все двеллы в каждой пробе были разделены на первую и вторую половину (в случае нечетного количества двеллов средняя исключалась из анализа). В анализ вошли пробы, в которых было не менее 8 двеллов (59,3% всех проб с правильным ответом). Медианная продолжительность всех двеллов составила 233 мс (средняя продолжительность двеллов – 292 мс, но характеристики распределения не позволяют пользоваться параметрическими характеристиками и методами расчетов).

По первой половине двеллов мы вычислили долю времени взгляда на дистрактор и долю времени взгляда на согласную букву решения (усредненную по всем согласным слова-ответа) от суммарной продолжительности двеллов в пробе. Аналогичные вычисления были произведены для второй половины двеллов.

Данные по относительному времени взгляда на дистрактор и на согласные буквы слова-ответа в первой и второй половине решения приведены в табл. 1. Относительное время взгляда на дистрактор было меньше, чем на согласные буквы решения, причем это выполнялось как в первой, так и во второй половине решения (для первой половины  $V=11126$ ,  $p<0,05$ <sup>4</sup>, для второй половины  $V=9411$ ,  $p<0,01$ ). При этом во второй половине решения снижалось относительное время взгляда на дистрактор, но не на согласные буквы решения (для дистрактора:  $V=9978$ ,  $p<0,05$ ; для согласной буквы ответа:  $V=10285$ , не значимо).

<sup>3</sup> В статье Эллис с коллегами используется термин «dwell».

<sup>4</sup> Различия в длительности фиксаций на дистракторе и согласных буквах решения здесь и далее оцениваются по критерию Уилкоксона для связанных выборок.



Таблица 1

**Медиана доли длительности двеллов от общей длительности двеллов в пробе**

Фаза решения	Медиана доли длительности двеллов, % (медиана длительности двеллов, мс)	
	Дистрактор*	Согласная буква решения
Первая половина*	11,6 (333)	17,1 (417)
Вторая половина**	10,3 (299)	17,6 (488)

*Примечание:* Здесь и далее звездочками отмечены строчки, в которых есть значимые различия: «\*\*» –  $p < 0,01$ ; «\*» –  $p < 0,05$ . В скобках указана медианная суммарная длительность двеллов

Однако при раздельном анализе инсайтных и неинсайтных проб получилось, что в обоих случаях в первой половине решения не было различий между дистрактором и согласными буквами решения по относительному времени взгляда. При этом как в инсайтных, так и в неинсайтных пробах во второй половине решения относительное время взгляда на дистрактор было меньше, чем на согласные буквы решения. Снижение относительного времени взгляда на дистрактор осталось на уровне тенденции (для инсайтных проб:  $V=2537$ ,  $p=0,08$ ; для неинсайтных проб:  $V=1931$ ,  $p=0,05$ ). Для согласных букв решения не было значимого изменения относительного времени взгляда между первой и второй половиной решения (табл. 2).

Таблица 2

**Медиана доли длительности двеллов от общей длительности двеллов в инсайтных и неинсайтных пробах**

Тип пробы	Фаза решения	Медиана доли длительности двеллов, % (медиана длительности двеллов, мс)	
		Дистрактор	Согласная буква решения
Инсайт	Первая половина	11,1 (334)	17,6 (393)
	Вторая половина*	11,9 (266)	17,9 (466)
Без инсайта	Первая половина	13,4 (347)	16,8 (472)
	Вторая половина**	9,8 (366)	17,8 (584)

*Примечание.* В скобках указана медианная суммарная длительность двеллов.

Мы провели отдельный анализ, чтобы выяснить, влияют ли характеристики дистрактора на относительное время взгляда на него в ходе решения.

Дистрактор, образующий с буквами ответа *редкие сочетания* (предположительно легкий для выделения), в первой половине решения не отличался от согласных букв решения по относительному времени взгляда, а во второй половине решения имел меньшее относительное время ( $V=3026$ ,  $p < 0,05$ ). Дистрактор, образующий с буквами ответа более *частые сочетания* (предположительно более сложный для обнаружения), имел значимо меньшее относительное время взгляда, как в первой ( $V=2272$ ,  $p < 0,05$ ), так и во второй половине решения ( $V=1767$ ,  $p < 0,01$ ) (см. табл. 3).



Таблица 3

**Медиана доли длительности двеллов от общей длительности двеллов для стимулов с разным типом дистракторов**

Тип дистрактора	Фаза решения	Медиана доли длительности двеллов, % (медиана длительности двеллов, мс)	
		Дистрактор	Согласная буква решения
Редкие сочетания	Первая половина	13,0 (366)	16,0 (433)
	Вторая половина*	12,5 (399)	17,3 (516)
Частые сочетания	Первая половина*	9,9 (299)	18,1 (400)
	Вторая половина**	8,7 (234)	18,0 (461)

*Примечание.* В скобках указана медианная суммарная длительность двеллов.

Результаты по частотности дистрактора могут показаться парадоксальными: по общему количеству решений дистрактор, образующий частые сочетания с буквами ответа, показал себя как более сложный (анаграммы с ним решались реже), а по времени выделения среды букв стимула – как более сложный. Следует отметить, что первый анализ проводился для всех проб, а анализ движений глаз проводился по пробам с количеством двеллов больше семи. Мы пересчитали долю решений анаграмм с разными типами дистрактора для этих проб. На группе проб, вошедших в анализ движений глаз, средняя точность для двух типов дистрактора перестает демонстрировать значимые различия ( $M=0,47$  vs.  $M=0,42$ ;  $t=1,3814$ ;  $df=600,92$ ;  $p=0,17$ ). Ориентируясь на взаимодействие факторов дистрактора и частотности слова, полученное на всех пробах («слипающийся» дистрактор показал меньшую долю решений только для редких слов), мы провели отдельный анализ по пробам, в которых ответом являлись редкие слова. В подгруппе проб с количеством двеллов больше семи дистрактор с редкими сочетаниями с буквами ответа повторил результат всех проб: показал себя как более легкий (доля правильных ответов:  $M=0,47$  vs.  $M=0,34$ ;  $t=2,4999$ ;  $df=322,82$ ;  $p<0,05$ ).

В редких словах дистрактор, образующий редкие сочетания с буквами ответа (легкий), имел меньшее относительное время взгляда по сравнению с согласными буквами решения только во второй половине решения ( $V=798$ ,  $p<0,05$ ). При этом дистрактор, образующий частотные буквосочетания (сложный), не отличался по относительному времени взгляда от согласных букв решения ни в первой, ни во второй половине решения (табл. 4).

Таблица 4

**Медиана доли длительности двеллов от общей длительности двеллов для стимулов с редким словом-ответом и разным типом дистрактора**

Тип дистрактора (в редких словах)	Фаза решения	Медиана доли длительности двеллов, % (медиана длительности двеллов, мс)	
		Дистрактор	Согласная буква решения
Редкие сочетания	Первая половина	12,5 (334)	15,5 (422)
	Вторая половина*	12,0 (366)	17,0 (473)
Частые сочетания	Первая половина	13,5 (383)	17,9 (381)
	Вторая половина	11,6 (299)	16,7 (510)

*Примечание.* В скобках указана медианная суммарная длительность двеллов.





Дополнительно мы провели аналогичный анализ для слов разной частотности. Для редких слов не было выявлено различий между относительным временем взгляда на дистрактор и согласные буквы ответа в первой половине решения, но отмечено меньшее относительное время взгляда на дистрактор, чем на согласные буквы ответа во второй половине решения ( $V=2284$ ,  $p<0,05$ ). Для высокочастотных слов относительное время взгляда на дистракторе была меньше, чем на согласных буквах решения, как в первой, так и во второй половине решения ( $V=2357$ ,  $p<0,01$  и  $V=2449$ ,  $p<0,01$ ) (см. табл. 5).

Таблица 5

**Медиана доли длительности двеллов от общей длительности двеллов для стимулов с разной частотностью слова-ответа**

Частотность слова	Фаза решения	Медиана доли длительности двеллов, % (медиана длительности двеллов, мс)	
		Дистрактор	Согласная буква решения
Редкие слова	Первая половина	13,4 (334)	16,0 (400)
	Вторая половина*	11,7 (333)	17,0 (500)
Частотные слова	Первая половина**	10,3 (233)	18,5 (433)
	Вторая половина**	9,5 (267)	18,2 (488)

*Примечание.* В скобках указана медианная суммарная длительность двеллов.

**Обсуждение результатов**

На данных по успешности решения анаграмм мы получили ожидаемый затрудняющий эффект обоих факторов и их взаимодействие:

- дистрактор, образующий высокочастотные сочетания с буквами слова-ответа, делал решение анаграмм менее вероятным, чем дистрактор, образующий редкие сочетания;
- высокочастотные слова отгадывались чаще и быстрее, чем низкочастотные слова;
- затрудняющий эффект дистрактора, «слипающегося» с буквами ответа, проявился для редких слов, но не для высокочастотных слов.

Анализ глазодвигательной активности в целом сочетается с данными по общей успешности решения.

Предсказанную картину более раннего обнаружения «легкого» дистрактора мы получили в сравнении двух типов дистрактора на материале редких слов. В случае если дистрактор «слипался» с буквами слова-ответа, он не отличался статистически значимо от согласных букв ответа ни в первой, ни во второй половине решения. Дистрактор, образующий редкие сочетания с буквами слова ответа, имел меньшее относительное время взгляда во второй половине решения. На объединенном материале слов высокой и низкой частотности эта закономерность не прослеживалась. По-видимому, это связано с тем, что в высокочастотных словах «слипающийся» дистрактор не вызывает значимых затруднений, как видно из анализа общей успешности решения.

Высокая частотность слова в языке была связана с обнаружением дистрактора (меньшим относительным временем взгляда по сравнению с согласными буквами решения) уже в первой половине решения. Более трудным представляется выделение дистрактора в низкочастотных словах: для них меньшее относительное время взгляда на дистрактор наблю-



дается только во второй половине решения, но не в первой. Следует отметить, что количество двеллов, входящих в первую и вторую половины решения стимулов с высокочастотным ответом, приблизительно в полтора раза меньше, чем для стимулов с низкочастотным ответом (в половину решения входят по 9 и 14 двеллов соответственно). Можно предположить, что между началом обнаружения дистрактора и решением анаграммы должен пройти отрезок времени некоторой длины и в случае быстрого решения часть этого отрезка попадает на первую половину решения. Проверка этого предположения представляет собой самостоятельный предмет будущих исследований.

Наши результаты по инсайтным и неинсайтным решениям также повторяют результаты Эллис с коллегами (Ellis et al., 2011): снижение относительного времени взгляда на дистрактор во второй половине решения наблюдалось как в инсайтных, так и в неинсайтных пробах. Вслед за авторами первого исследования мы интерпретируем полученные результаты как свидетельство в пользу постепенной подготовки субъективно «мгновенного» инсайтного решения.

При сходстве результатов с исследованием, от которого мы отталкивались, следует отметить некоторые различия. В статье Эллис с коллегами на стр. 772 приводятся диаграммы распределения длительности двеллов. На диаграмме присутствуют ненулевые значения для двеллов длительностью приблизительно от 30 мс с максимальным количеством двеллов длительностью около 200 мс. На данных, распределенных таким образом, в статье строится анализ с использованием параметрических методов – сравнение средних и дисперсионный анализ. В нашей работе мы использовали алгоритм вычисления фиксации, основанный на пороговом разбросе при минимально заданной длительности фиксации (Dispersion-Threshold Identification). Минимальная длительность фиксации (и, соответственно, двелла) была определена в 100 мс (Salvucci, Goldberg, 2000). Как результат, распределение длительности двеллов было убывающим. Фактически, у нас отсутствовала «левая часть» распределения, включенного в анализ Эллис с коллегами. Статистически мы решили эту проблему использованием непараметрических методов. Однако остаются вопросы: как с точки зрения анализа глазодвигательной активности интерпретировать «фиксации» длительностью 30–100 мс. Кроме того, включение двеллов короткой длительности в анализ Эллис с коллегами объясняет меньшее число двеллов на пробу в нашем исследовании (по диаграммам пики в районе 5–10 двеллов – в нашей работе и 10–20 двеллов – у Эллис с коллегами), несмотря на более долгое решение анаграмм (15,3 с vs. 10,5 с).

В завершение считаем необходимым сделать оговорку по поводу большой чувствительности подобного анализа к методам расчета. Включение в анализ фиксации в стороне от букв стимула и/или использование фиксации без объединения их в двеллы спутывает картину результатов, оставляя ее совершенно неинтерпретируемой. По всей видимости, параметры фиксации вне зоны стимула и факт повторного взгляда на букву имеют свои закономерности в процессе решения, которые могут маскировать динамику взгляда на дистрактор. Тем не менее, успешное воспроизведение результатов предыдущих исследований, столь нечастое в психологической науке, повышает доверие к методу исследования процесса решения анаграмм через анализ динамики относительного времени взгляда на букву-дистрактор.

#### *Финансирование*

Работа выполнена в рамках проекта Института психологии РАН при поддержке Российского научного фонда, грант №14-18-03773.



### Литература

1. Валуева Е.А., Гольшова Е.А., Ушаков Д.В. Сигнальная модель инсайта и вероятность решения инсайтных задач // Творчество: Наука, искусство, жизнь. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Я.А. Пономарева (24–26 сентября 2015 г.) / Под ред. С.С. Беловой, А.А. Григорьева, А.Л. Журавлева, Е.М. Лаптевой, Д.В. Ушакова, М.А. Холодной. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2015. С. 60–64.
2. Adams J.W., Stone M., Vincent R.D., Muncer S.J. The Role of Syllables in Anagram Solution: A Rasch Analysis // The Journal of General Psychology. 2011. Vol. 138. № 2. P. 94–109. doi: 10.1080/00221309.2010.5405922
3. Bowden E.M. The Effect of Reportable and Unreportable Hints on Anagram Solution and the Aha! Experience // Consciousness and Cognition. 1997. Vol. 6. № 4. P. 545–573. doi: 10.1006/ccog.1997.03253
4. Bowers K.S., Regehr G., Balthazard C., Parker K. Intuition in the context of discovery // Cognitive Psychology. 1990. Vol. 22. № 1. P. 72–110. doi: 10.1016/0010-0285(90)90004-N4
5. Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // Consciousness and Cognition. 2011. Vol. 20. № 3. P. 768–776. doi: 10.1016/j.concog.2010.12.0075
6. Furby L. Anagram Solving Strategies in Children // The Journal of General Psychology. 1977. Vol. 96. № 2. P. 267–279. doi: 10.1080/00221309.1977.99208246
7. Lung C., Dominowski R.L. Effects of strategy instructions and practice on nine-dot problem solving. // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1985. Vol. 11. № 4. P. 804–811. doi: 10.1037/0278-7393.11.1-4.8047
8. Knight D., Muncer S.J. Type and token bigram frequencies for two-through nine-letter words and the prediction of anagram difficulty // Behavior Research Methods. 2011. Vol. 43. № 2. P. 491–498. doi: 10.3758/s13428-011-0068-x8
9. Mendelsohn G.A., O'Brien A.T. The solution of anagrams: A reexamination of the effects of transition letter probabilities, letter moves, and word frequency on anagram difficulty // Memory & Cognition. 1974. Vol. 2. № 3. P. 566–574. doi: 10.3758/BF031969229
10. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving // Memory & Cognition. 1987. Vol. 15. № 3. P. 238–246. doi: 10.3758/BF0319772210
11. Novick L.R., Sherman S.J. On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution // The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A. 2003. Vol. 56. № 2. P. 351–382. doi: 10.1080/0272498024400028811
12. Salvucci D.D., Goldberg J.H. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols // Proceedings of the symposium on Eye tracking research & applications - ETRA '00. New York, USA: ACM Press, 2000. P. 71–78 doi: 10.1145/355017.355028

## EYE MOVEMENTS AS INDICATOR OF SOLUTION KNOWLEDGE IN ANAGRAM SOLVING

LAPTEVA E.M.\*, Federal Institute of Development of Education, Moscow, Russia,  
e-mail: ek.lapteva@gmail.com

The current study attempted to replicate the results of Ellis et al. (2011) in an extended way. In the original study Ellis et al. demonstrated that eye movements may indicate the solution knowledge prior to response. They compared viewing times on the distractor letter vs. solution letters. Viewing time on distractor letter started decreasing since several seconds prior to response both in insight and non-insight trials. We added two additional parameters of anagrams: solution-word frequency and frequency of co-

### For citation:

Lapteva E.M. Eye movements as indicator of solution knowledge in anagram solving. *Экспериментальная психология = Experimental psychology (Russia)*, 2016, vol. 9, no. 3, pp. 41–53. doi:10.17759/exppsy.2016090304

\*Lapteva E.M. PhD (Psychology), Leading Researcher, Federal Institute of Development of Education.  
E-mail: ek.lapteva@gmail.com



occurrence (“agglutination”) of the distractor letter with the solution letters. Low-frequency words and/or stimuli with high agglutinating distractor were solved less often and longer than others, with the effect of distractor type only for the low-frequency words. Eye-tracking data analysis revealed that either in insight and non-insight trials distractor did not differ from solution letters in the first half of the solving process, but had fewer viewing time in the second half of the solving process. In the more difficult stimuli (by solution-word frequency and distractor type) distractor was revealed later than in easier ones or did not differ at all. Eye-tracking data on viewing time on distractor vs. solution letters were in accordance with the Ellis et al.’s results and the anagram difficulty factors.

**Keywords:** insight, anagram, eye movements.

#### Funding

The current study is a part of the project №14-18-03773 of Institute of Psychology of RAS funded by the Russian Science Foundation.

#### References

1. Adams J.W., Stone M., Vincent R.D., Muncer S.J. The Role of Syllables in Anagram Solution: A Rasch Analysis. *The Journal of General Psychology*, 2011, vol. 138, no. 2, pp. 94–109. <http://dx.doi.org/10.1080/00221309.2010.540592>
2. Bowden E.M. The Effect of Reportable and Unreportable Hints on Anagram Solution and the Aha! Experience. *Consciousness and Cognition*, 1997, vol. 6, no. 4, pp. 545–573. <http://dx.doi.org/10.1006/ccog.1997.0325>
3. Bowers K.S., Regehr G., Balthazard C., Parker K. Intuition in the context of discovery. *Cognitive Psychology*, 1990, vol. 22, no. 1, pp. 72–110. [http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285\(90\)90004-N](http://dx.doi.org/10.1016/0010-0285(90)90004-N)
4. Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M. Eye movements reveal solution knowledge prior to insight. *Consciousness and Cognition*, 2011, vol. 20, no. 3, pp. 768–776. <http://dx.doi.org/10.1016/j.concog.2010.12.007>
5. Furby L. Anagram Solving Strategies in Children. *The Journal of General Psychology*, 1977, vol. 96, no. 2, pp. 267–279. <http://dx.doi.org/10.1080/00221309.1977.9920824>
6. Lung C., Dominowski R.L. Effects of strategy instructions and practice on nine-dot problem solving. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1985, vol. 11, no. 4, pp. 804–811. <http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.11.1-4.804>
7. Knight D., Muncer S.J. Type and token bigram frequencies for two-through nine-letter words and the prediction of anagram difficulty. *Behavior Research Methods*, 2011, vol. 43, no. 2, pp. 491–498. <http://dx.doi.org/10.3758/s13428-011-0068-x>
8. Mendelsohn G.A., O'Brien A.T. The solution of anagrams: A reexamination of the effects of transition letter probabilities, letter moves, and word frequency on anagram difficulty. *Memory & Cognition*, 1974, vol. 2, no. 3, pp. 566–574. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03196922>
9. Metcalfe J., Wiebe D. Intuition in insight and noninsight problem solving. *Memory & Cognition*, 1987, vol. 15, no. 3, pp. 238–246. <http://dx.doi.org/10.3758/BF03197722>
10. Novick L.R., Sherman S.J. On the nature of insight solutions: Evidence from skill differences in anagram solution. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 2003, vol. 56, no. 2, pp. 351–382. <http://dx.doi.org/10.1080/02724980244000288>
11. Valueva E.A., Golysheva E.A., Ushakov D.V. Signal'naya model' insaita i veroyatnost' resheniya insaitnykh zadach [Signal model of insight: probability of insight problem solving]. In S.S. Belova, A.A. Grigor'ev, A.L. Zhuravlev, E.M. Lapteva, D.V. Ushakov, M.A. Kholodnaya (eds.), *Tvorchestvo: Nauka, iskusstvo, zhizn'. Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 95-letiyu so dnya rozhdeniya Ya.A. Ponomareva (24–26 sentyabrya 2015 g.)* [Creativity: Science, Art, Life. Proceedings of the Allrussian science conference dedicated to the ninety-five anniversary of Ya.A. Ponomarev (September 24–26, 2015)]. Moscow: «Institut psikhologii RAN» Publ., 2015. Pp. 60–64.
12. Salvucci D.D., Goldberg J.H. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. . *Proceedings of the symposium on Eye tracking research & applications - ETRA '00*, New York, New York, USA, ACM Press, 2000, pp. 71–78. <http://dx.doi.org/10.1145/355017.355028>



Приложение

Стимулы и их характеристики

Частотность слова-ответа	Частотность буквосочетания	Ответ	Дистрактор	Анаграмма
1	1	ручей	з	зерчйу
1	1	петух	к	хтпкуе
1	1	камин	п	пмкнаи
1	1	слюна	п	лнсюпа
1	1	белка	г	екбгла
1	1	вышка	д	ыквшад
1	1	вилка	ч	иквалч
1	1	пират	г	ртигап
1	1	парус	м	псаумр
1	1	месть	б	ьбетмс
1	2	штора	л	латршо
1	2	будка	з	дзукба
1	2	магия	т	гяимт
1	2	пчела	р	лрепач
1	2	седло	н	лсдоне
1	2	синяк	л	яснлки
1	2	комар	в	ормква
1	2	русло	г	ргсоул
1	2	гроза	с	гаосрз
1	2	полос	к	юлпсок
2	1	слеза	п	алзпес
2	1	рубль	в	вулрб
2	1	режим	г	меиргж
2	1	палец	б	пбеацл
2	1	кухня	в	увнкхя
2	1	книга	п	пнгкиа
2	1	земля	г	яелзмг
2	1	герой	з	рэйеог
2	1	время	к	мвяекр
2	1	армия	б	амярби
2	2	водка	г	вдагок
2	2	закон	л	кзнаол
2	2	конец	р	еоцнкр
2	2	место	г	согетм
2	2	номер	в	рмвоен
2	2	плечо	н	чпнеол
2	2	точка	л	аолктч
2	2	форма	с	фрсаом
2	2	число	в	илвсчо
2	2	центр	с	нцстер