

## Онтогенез эффекта проактивной интерференции в зрительной кратковременной памяти

Ольга М. Разумникова<sup>1</sup> , Елена И. Николаева<sup>2,3\*</sup> 

<sup>1</sup> Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>3</sup> Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Елец, Российская федерация

\*Почта ответственного автора: [klemtina@yandex.ru](mailto:klemtina@yandex.ru)

---

### Аннотация

**Введение.** Процессы селекции и запоминания информации претерпевают изменения в ходе онтогенеза контролируемых функциональных систем мозга, в том числе – формирования тормозного контроля, связанного с организацией проактивной интерференции. *Целью* настоящего исследования стало изучение закономерностей изменений объема запоминания зрительно предъявленной информации на разных этапах онтогенеза (в возрастном диапазоне от 5 до 78 лет), обусловленного как действием проактивной интерференции, так и активностью обучения в процессе воспроизведения в ходе тестирования. **Методы.** В исследовании участвовали 563 человека, включая детей дошкольного и школьного возраста, студентов и пенсионеров. Для исследования тормозных функций в процессах памяти была использована компьютеризированная методика, направленная на изучение запоминания одного и того же набора зрительных стимулов, предъявляемых в разном порядке в трех сериях. Новая серия начиналась после совершения ошибки испытуемым в предыдущей серии. **Результаты.** Обнаружены нелинейные изменения проактивной интерференции (RIF) при воспроизведении зрительной информации в онтогенезе: проактивная интерференция менее выражена в дошкольном возрасте, достигает максимальной выраженности у студентов в возрасте 20 лет

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

и сохраняется на высоком уровне у пожилых людей при снижении объема воспроизведенного материала. Сравнение проактивной интерференции у людей с разной продуктивностью памяти обнаружило, что выраженность проактивной интерференции выше при высоких показателях продуктивности вне зависимости от возраста и интерференция незначительна у людей с низкой продуктивностью памяти. Связи интерференции с полом выявлена только в дошкольном и младшем школьном возрасте: у девочек проактивная интерференция выше. Возможно, обусловлено скоростью созревания мозга в этом возрастном диапазоне у мальчиков и девочек. **Обсуждение результатов.** Показано, что критическим периодом формирования проактивной интерференции является возрастной диапазон 6–8 лет, когда выраженность интерференции зависит от пола, что, возможно, обусловлено условиям созревания мозга у мальчиков и девочек. Наибольшей выраженности проактивная интерференция достигает у студентов в возрасте 20 лет и в дальнейшем постепенно снижается в пожилом возрасте.

### Ключевые слова

кратковременная память, онтогенез, проактивная интерференция, обучение запоминанию, тормозные функции

### Для цитирования

Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2023). Онтогенез эффекта проактивной интерференции в зрительной кратковременной памяти. *Российский психологический журнал*, 20(4), 101–115. <https://doi.org/10.21702/rpj.2023.4.6>

---

## Введение

Тормозные функции как компоненты исполнительного контроля поведения при запоминании информации могут проявляться в проактивной интерференции (Bari & Robbins, 2013; Luna, Marek, Larsen, Tervo-Clemmens & Chahal, 2015). Ранее было показано, что проактивная интерференция доминирует во временной динамике запоминания зрительно предъявленной информации в группах как двадцатилетних, так и шестидесятилетних участников исследования. Однако организация когнитивных функций (внимания и интеллекта) различается в зависимости от возраста и предпочитаемой стратегии запоминания: эффекта забывания, вызванного воспроизведением, либо обучения запоминанию в ходе тестирования (Разумникова, 2019).

Эффект забывания, вызванного воспроизведением (*Retrieval-Induced Forgetting* (RIF)) (Anderson, 2003; Murayama, Miyatsu, Buchli & Storm, 2014) – это ухудшение воспроизведения, обусловленное проактивной интерференцией запоминаемой информации, или нарушением исполнительного контроля извлечения следа памяти

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

(Anderson, Reinholz, Kuhl & Mayr, 2011; Aslan & Bauml, 2011; Rowland, 2014). Большой RIF отражает эффективные тормозные функции (Noreen & MacLeod, 2015).

Ранние этапы онтогенеза характеризуются развитием тормозных функций как следствием миелинизации нервных волокон и формированием функциональных связей префронтальной коры при организации целенаправленного поведения (Разумникова, Николаева, 2021). У детей дошкольного возраста временная динамика этого процесса существенно различается в зависимости от их генетических особенностей и условий воспитания (Николаева, 2010). Эффективность формирования тормозных функций и исполнительного контроля на ранних этапах онтогенеза рассматривается как основа успешного школьного обучения детей (Ribner, Willoughby & Blair, 2017; Sánchez-Pérez et al., 2017) и как предиктор высокого интеллекта и социального статуса в будущем (Moffitt et al., 2011).

Поздние этапы онтогенеза характеризуются ослаблением тормозных функций, с которым связывают ухудшение запоминания при старении (Collette, Schmidt, Scherrer, Adam & Salmon, 2009; Healey, Hasher & Campbell, 2013). Причем более выраженный RIF у пожилых людей сопровождается лучшим исполнительным контролем внимания (Разумникова, 2019; Разумникова, Николаева, 2019), что может отражать относительное сохранение тормозных функций как когнитивного ресурса «успешного» старения.

Отмеченное разнообразие в динамике снижения эффективности когнитивной деятельности пожилых людей связывают с комплексом изменений в тормозном контроле, рабочей памяти и скорости ментальных операций, каждый из которых характеризуется индивидуальной возрастной траекторией (Grégoire, Rivalan, Le Moine & Dellu-Hagedorn, 2012; Rozas, Juncos-Rabadán & González, 2008; Sylvain-Roy, Lungu & Belleville, 2015).

**Цель** настоящего исследования – изучение закономерностей онтогенеза запоминания зрительно предъявленной информации в широком возрастном диапазоне от 5 до 78 лет с использованием модели формирования памяти, включающей эффект забывания, вызванного воспроизведением, либо обучения запоминанию в ходе тестирования.

## Методы

### *Испытуемые*

В исследовании принимали участие 563 человека, из них:

- 89 детей дошкольного возраста (ГрД);
- 56 младших школьников (ГрШм);
- 64 ученика средней школы (ГрШс);

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

- 37 подростков – старших школьников (ГрШст);
- 193 двадцатилетних студента (ГрС);
- 124 человека пенсионного возраста (ГрП).

Взрослые участники исследования или родители детей были ознакомлены с условиями тестирования и дали информированное согласие на его проведение. Исследование было одобрено Этическими комитетами ФГО НГТУ и РПГУ им. Герцена.

Для сравнительного анализа изменений показателей памяти было выделено 6 возрастных групп, численный состав которых показан в таблице 1.

**Таблица 1**

*Возрастные особенности шести исследованных групп*

Группа	Количество		Возраст (годы)
	Мужчины	Женщины	
Дошкольники (ГрД)	38	51	5,7 ± 0,4
Младшие школьники (ГрШм)	27	29	7,6 ± 0,4
Школьники среднего возраста (ГрШс)	31	33	10,9 ± 0,4
Старшие школьники (ГрШст)	16	21	14,2 ± 0,6
Студенты (ГрС)	49	144	20,0 ± 0,3
Пожилые (ГрП)	34	90	62,6 ± 0,3

### **Методика исследования**

Для исследования тормозных функций (проактивной интерференции) в процессах памяти использовали **компьютеризированную методику запоминания зрительных стимулов**: объектов живой природы разных категорий, разного цвета и разного пространственного расположения.

При первом предъявлении на экране появлялись три стимула, случайно выбранных из набора в 30 объектов. Согласно инструкции, требовалось выбирать

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

любой из них, отметив его курсором мышки. В дальнейшем при каждом новом предъявлении добавлялся один новый стимул, тогда как инструкция для испытуемого оставалась прежней: отмечать стимул, который ранее не был выбран (Разумникова, Савиных, 2016).

На рисунке 1 показан пример с предъявлением 11 стимулов с ранее отмеченными для запоминания восемью, при следующем предъявлении отмечен один из новых стимулов. При повторном нажатии на тот же, уже выбранный объект, первая серия тестирования заканчивалась и начиналась следующая с предъявлением тех же объектов, но в другой случайной последовательности. Всего использовали три серии тестирования.

### Рисунок 1

*Пример стимулов, предъявляемых при тестировании зрительной памяти (слева кружками отмечены те, что были выбраны; справа – новый стимул)*



Для статистического анализа показателей запоминания использовали пакет программ Statistica 13.3.1 Ru AXA805I391121ARCN5-S.

## Результаты

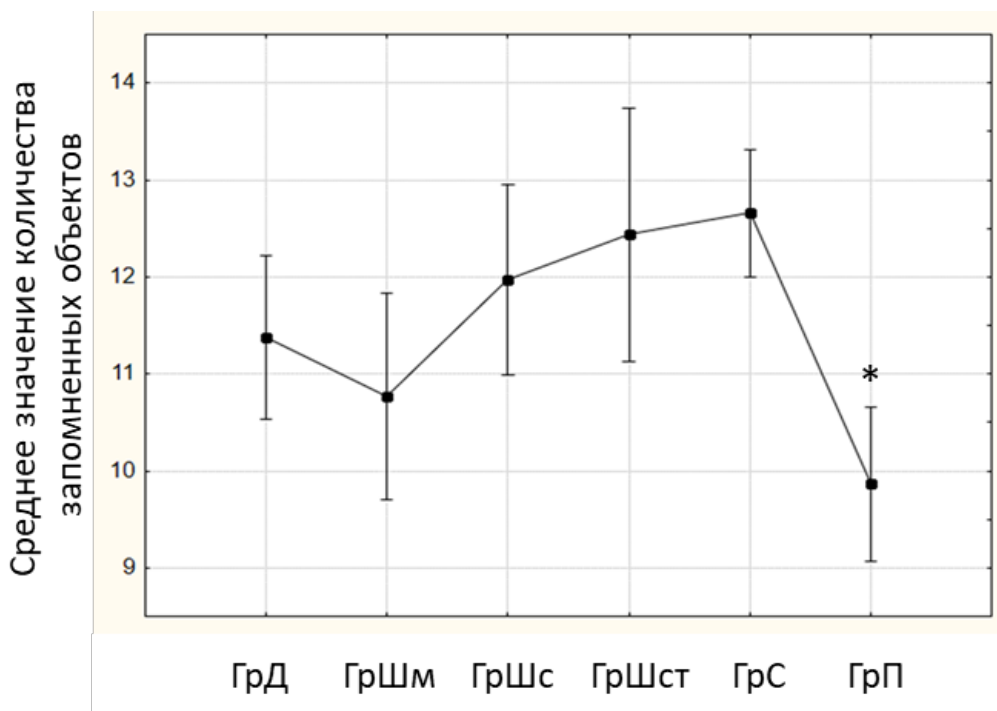
### ***Возрастные особенности кратковременной зрительной памяти как отражение эффекта проактивной интерференции***

Для выяснения возможных индивидуальных изменений динамики показателей памяти при повторном предъявлении стимулов использовали дисперсионный анализ (двухфакторный ANOVA с повторными измерениями) с факторами ВОЗРАСТ (6), ПОЛ (2) и зависимой переменной СЕРИЯ (3). Обнаружен значимый эффект для фактора ВОЗРАСТ ( $F_{5,547} = 6,69$ ;  $p < 0,000005$ ;  $\eta^2 = 0,06$ ), обусловленный более низкими значениями воспроизведения у пожилых (в ГрП) по сравнению с другими группами при значимых различиях со студентами и школьниками старше 11 лет (ГрС, ГрШст и ГрШс) (рисунок 2). При этом лучшие средние показатели памяти отмечены у старших школьников (ГрШст) и студентов (ГрС).

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Рисунок 2**

Связанные с возрастом изменения средних значений воспроизведения зрительной кратковременной памяти в шести группах



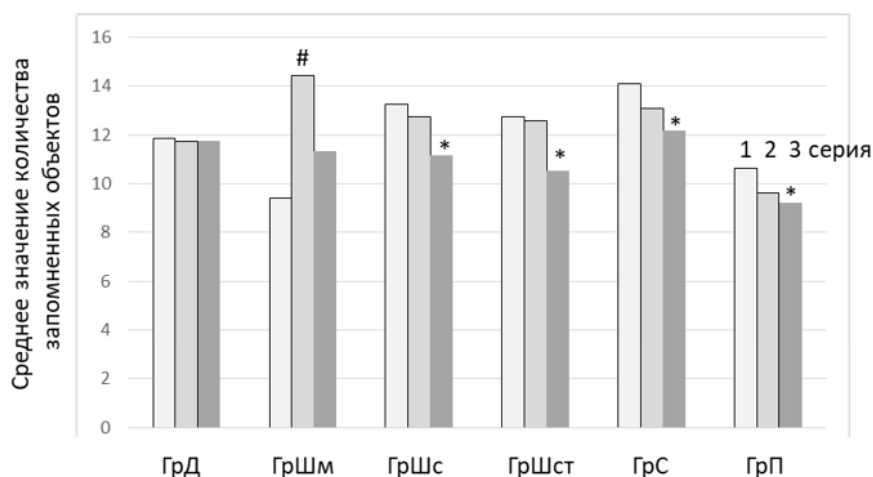
**Примечание:** ГрД – дошкольники, ГрШм – младшие школьники, ГрШс – учащиеся средней школы, ГрШст – старшие школьники, ГрС – студенты, ГрП – пожилые; \* –  $p < 0,02$  с поправкой Бонферрони для ГрП по сравнению с ГрШс, ГрШст, ГрС.

Значимого эффекта для фактора **ПОЛ** не было обнаружено.

Влияние **возраста** на динамику воспроизведения запомненных объектов согласно обнаруженному эффекту взаимодействия ВОЗРАСТ x СЕРИЯ ( $F_{10, 1094} = 1,81$ ;  $p < 0,05$ ;  $\eta^2 = 0,02$ ) показано на рисунке 3. Этот эффект обусловлен различиями в воспроизведении объектов, предъявленных в 1 серии, при значимо больших показателях в сравнении с серией 3 для четырех групп: ГрШс, ГрШст, ГрС и ГрП, но отсутствия таких различий у дошкольников (ГрД) и максимальном значении воспроизведения для младших школьников (ГрШм) в серии 2 по сравнению с сериями 1 и 3.

### Рисунок 3

Влияние возраста на динамику воспроизведения следа памяти в трех сериях зрительно предъявленных стимулов



**Примечание.** Обозначения групп как на рисунке 2 и таблице 1; \* –  $p < 0,05$  в серии 3 по сравнению с серией 1, # –  $p < 0,01$  в серии 2 по сравнению с сериями 1 и 3.

### Возрастные особенности эффекта проактивной интерференции в кратковременной зрительной памяти, связанные с эффективностью воспроизведения

На следующем этапе анализа были выделены три группы, различающиеся средними значениями воспроизведения согласно распределению суммарных показателей памяти: соответственно, с низкими показателями  $5,2 \pm 0,5$  (45 человек) (ГР0); средними  $10,0 \pm 0,2$  (345 человек) (ГР1) и высокими  $16,0 \pm 0,2$  (167 человек) (ГР2).

В табл. 2 представлен численный состав трех сформированных групп (ГР0–ГР2) и соответствующие средние значения показателей памяти для шести возрастных групп. Значимые различия по количественному составу обнаружены только при сравнении студентов (ГрС) и пожилых (ГрП) в ГР0 с большей представленностью числа пожилых людей с низкими показателями памяти ( $p < 0,02$  согласно критерию  $\chi^2$ ).

ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

**Таблица 2**

Численный состав и число запомненных объектов (объем памяти) в группах, различающихся эффективностью воспроизведения следа памяти (ГР0–ГР2) в зависимости от возраста (ГрД–ГрП)

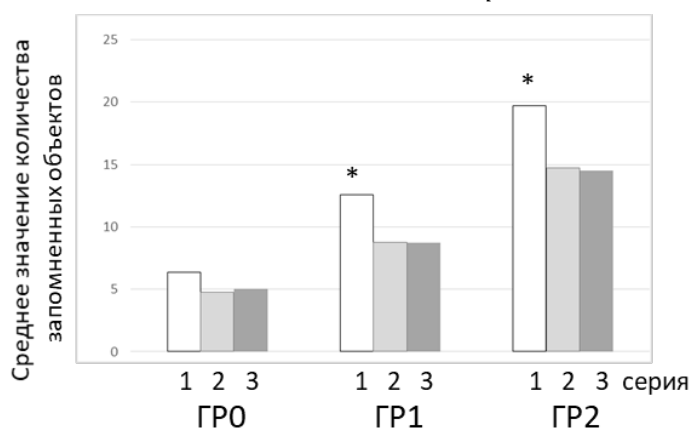
Группа	Показатель	ГрД	ГрШм	ГрШ	ГрШс	ГрС	ГрП
ГР0	N (%)	6 (7)	8 (14)	4 (6)	1 (3)	10 (5)*	16 (13)*
	объем	17,0 ± 2,8	15,3 ± 2,4	13,0 ± 3,5	15,0 ± 6,9	17,4 ± 2,2	16,5 ± 1,7
ГР1	N (%)	60 (67)	30 (54)	37 (58)	18 (49)	114 (60)	86 (71)
	объем	31,2 ± 0,9	28,5 ± 1,3	31,4 ± 1,1	29,6 ± 1,6	30,8 ± 0,7	28,4 ± 0,7
ГР2	N (%)	23 (26)	18 (32)	23 (36)	18 (48)	67 (35)	19 (16)
	объем	47,4 ± 1,4	46,7 ± 1,6	47,3 ± 1,4	46,3 ± 1,6	51,9 ± 0,8	48,0 ± 1,6

**Примечание.** \* –  $p < 0,02$  согласно критерию  $\chi^2$ .

ANOVA с факторами ГРУППА (3), ПОЛ (2) и СЕРИЯ (3) выявил тенденцию эффекта взаимодействия ГРУППА x СЕРИЯ ( $F_{4,1078} = 1,85$ ;  $p < 0,12$ ) за счет отсутствия значимых изменений в ГР0 и сходный в ГР1 и ГР2 эффект RIF (рисунок 4).

**Рисунок 4**

Особенности временной динамики показателя воспроизведения в трех сериях предъявления стимулов для трех сформированных групп, различающихся эффективностью запоминания: ГР0 – низкой, ГР1 – средней, ГР2 – высокой



**Примечание.** \* –  $p < 0,0001$  при сравнении показателей в серии 1 с двумя другими сериями.



## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

В ходе планового анализа динамики воспроизведения стимулов в трех сериях предъявления стимулов обнаружены общие независимые от возраста эффекты отсутствия значимых изменений в группе с низким объемом воспроизведения (ГР0) и выраженном проявлении RIF у испытуемых с лучшими показателями объема памяти (ГР1 и ГР2) ( $p < 0,0001$ ). Причем этот эффект отмечен для 2-ой серии предъявления и сохранялся в 3 серии (рис. 4).

Значимый эффект взаимодействия ПОЛ x СЕРИЯ ( $F_{2,172} = 3,30, p = 0,039$ ) обнаружен в ГР1 для дошкольников (ГрД) и младших школьников (ГрШМ): RIF был характерен для девочек, но отсутствовал у мальчиков (таблица 3).

**Таблица 3**

*Особенности временной динамики запоминания зрительно предъявленных стимулов мальчиками и девочками из групп дошкольников и младших школьников*

Серия	Воспроизведение	
	Мальчики (n=42)	Девочки (n=48)
1	10,1 ± 0,8	13,4* ± 0,8
2	9,9 ± 0,8	8,8 ± 0,8
3	8,9 ± 0,8	8,5 ± 0,8

*Примечание.* \* –  $p < 0,01$ .

## Обсуждение результатов

Мы получили данные, согласно которым наиболее выраженное снижение объема воспроизведения в зрительной памяти происходит в пожилом возрасте, а пик запоминания приходится на двадцатилетний возраст.

Эти результаты согласуются с ранее отмеченной возрастной динамикой зрительной памяти, обусловленной развитием механизмов исполнительного контроля селекции информации и связывания элементов зрительных образов и их нарушением при старении вследствие дефицита торможения в зрительной системе (Brockmole & Logie, 2013; Gazzaley et al., 2008). Несмотря на более низкие в сравнении с детьми и молодыми людьми показатели, в ГрП присутствует эффект RIF, причем большая выраженность этого эффекта у пожилых людей сопровождается лучшим исполнительным контролем внимания (Разумникова, 2019), а успешное воспроизведение памяти обеспечивается реорганизацией нейронных сетей с вовлечением височной и дорзолатеральной префронтальной коры (Bennett, Sekuler, McIntosh & Della-Maggiore, 2001). Следовательно, именно ресурсные возможности исполнительной системы контроля поведения лежат в основе сохранения кратковременной зрительной памяти в пожилом возрасте.

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

Согласно результатам выполненного анализа динамики эффективности кратковременной зрительной памяти, RIF отсутствует только в выделенной нами ГР0 с наиболее низкими показателями памяти (см. рисунок 4), в ГР1 выявляется у девочек младшего возраста (но не мальчиков) и максимально выражен в ГР2 (с лучшими показателями запоминания). Известно, что функции исполнительного контроля в детском возрасте формируются раньше у девочек, чем мальчиков (Chaku & Hoyt, 2019; Vrantsidis, Wakschlag, Espy & Wiebe, 2022), хотя результаты исследований последних лет свидетельствуют, что в возрастном развитии эффект индивидуальной варибельности выше, чем гендерный (Thanadkit, Sudjainark, Boonpleng & Kulsaravuth, 2021; Wierenga, Bos, van Rossenberg & Crone 2019).

Полученные нами данные подтверждают связь RIF и сформированных тормозных функций в селекции информации (Friedman & Miyake, 2017), а также то, что устойчивый RIF характерен для индивидов с лучшей памятью (Aslan & Bauml, 2011). Этот эффект интерференции связывают с торможением иррелевантной информации как функции префронтальной коры. Так как нейроанатомическая модель тормозной модуляции воспроизведения следа памяти, включает 1) переключение внимания на другие стимулы, 2) торможение индивидуальной репрезентации памяти и 3) генерализованного торможения гиппокампа и процессов реактивации воспроизведения (DePue, 2012), то в онтогенезе каждый из этих процессов может приобретать ведущее значение. В детском возрасте – переключение внимания, в молодом – торможение в сформированных нейронных сетях энграммы, а в пожилом – преимущественно гиппокампальное. Эти возрастные эффекты наряду с их индивидуальной варибельностью вовлечения в механизмы воспроизведения обуславливают разнообразие динамики показателей памяти.

Устойчивый процесс проактивной интерференции формируется только к 10 годам, о чем свидетельствуют наличие генерализованного для всех четырех старших возрастных (ГрШ-ГрП) эффекта RIF (рисунок 3) при отсутствии значимых серийных изменений воспроизведения в ГрД и ярко выраженной его динамике в группах школьников (разного возраста) повышением количества запомненных объектов во второй серии с последующим снижением этого показателя в третьей серии. В дошкольном возрасте, по-видимому, стратегии запоминания очень разнообразны, и итоговый в ГрД результат представлен суммацией по крайней мере трех эффектов: сформированной у одной части детей стратегией RIF, тогда как у другой части может преобладать обучение запоминанию (*Retrieval-Based Learning, RBL*) (Pastötter, Schicker, Niedernhuber & Bäuml, 2011; Roediger & Karpicke, 2006), а у третьей – неконтролируемое спонтанное запоминание.

Отличием ГрШм является доминирование эффекта RBL при воспроизведении памяти во 2 серии, который на следующем этапе запоминания объектов уже приводит к развитию RIF. Эффект RBL полезен для эффективного обучения и развития интеллектуальных способностей (Karpicke & Blunt, 2011; Pastötter & Bäuml, 2014). В связи с этим его доминирование у младших школьников свидетельствует, по-

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

видимому, об успешной программе образования и наличии у детей способностей и мотивации для получения новых знаний.

Рабочая память, в том числе зрительная – компонент исполнительных функций, основная задача которых состоит в том, чтобы контролировать переходный процесс от привычного поведения к новому (Николаева, Вергунов, 2017). Следовательно, поэтому мы видим внешне обусловленную активацию исполнительных функций, связанную с мотивацией на достижение на начальном этапе школьного образования, которая, по-видимому, не столь актуальна в других возрастных группах.

Особенности рабочей памяти в дошкольном возрасте обнаруживают биологически разворачивающийся процесс, обусловленный постепенным формированием тормозного контроля при незрелой префронтальной коре (Николаева, 2019). При этом у детей дошкольного возраста активно обучение, что обнаруживается в отсутствии резкого падения воспроизведения от серии к серии. Однако и процесс проактивной интерференции, и процесс обучения далеки от зрелого состояния. Именно поэтому дети этого возраста легко выучивают новую информацию и с такой же легкостью ее забывают. Безусловно, это эволюционно обусловленный процесс, поскольку ребенок еще не способен устойчиво выявлять релевантную информацию (Николаева, 2011).

Ухудшение памяти в пожилом возрасте происходит не только за счет биологического процесса старения, но и за счет снижения мотивации пробовать разные стратегии, придумывать их и включать в ежедневную жизнь (Разумникова, 2015; Разумникова, Николаева, 2019). Исследования привлечения пожилых для когнитивного тренинга и активации когнитивных ресурсов свидетельствуют, что только малая их часть способна к освоению новых видов деятельности (Разумникова, Асанова, 2018). Однако, люди творческих профессий, например, дирижеры, актеры или те, кто занимаются научной работой, способны сохранять в памяти достаточно большие объемы информации, поскольку мотивированы менять стратегии для эффективной профессиональной деятельности. Следовательно, важной рекомендацией для поддержания эффективного функционирования памяти при старении является обучение стратегиям освоения новой информации, которое в молодом возрасте является естественным процессом.

### **Заключение**

Эффект проактивной интерференции (RIF) при запоминании зрительно предъявленной образной информации слабо представлен у дошкольников, развивается с возрастом, достигает максимальной выраженности у двадцатилетних студентов и сохраняется в пенсионном возрасте, несмотря на отмеченное ослабление памяти у пожилых людей.

Эффект RIF вне зависимости от возраста сопровождается лучшими показателями воспроизведения и отсутствует в группе со слабой памятью. При средних

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

показателях эффективности запоминания RIF связан не только с возрастом, но и с полом дошкольников и младших школьников: в возрасте 6–8 лет RIF характерен для девочек, но не для мальчиков. Лучшие показатели памяти и максимальная проактивная интерференция отмечены у двадцатилетних студентов.

Таким образом, эффект проактивной интерференции развивается с возрастом и способствует лучшему запоминанию серии зрительно представленных объектов с достижением пика воспроизведения памяти в 20 лет и его последующего ослабления в шестидесятилетнем возрасте. Критическим периодом развития этого эффекта является возраст 6–8 лет. Отсутствие возрастных различий во временной динамике воспроизведения зрительной памяти как при ее низких, так и высоких показателях, можно связать с комплексом неучтенных в настоящем исследовании факторов, например, с комбинацией разных стратегий запоминания и гибкости их использования в зависимости от индивидуальной мотивации выполнения задания.

### **Литература**

- Николаева, Е. И. (2010). *Психология детского творчества*. Питер.
- Николаева, Е. И. (2011). *Эволюционные корни креативности*. В: Творчество: от биологических оснований к социально-культурным феноменам. Д. В. Ушаков (ред.). Издательство «Институт психологии РАН».
- Николаева, Е. И. (2019). Исполнительные функции в раннем детстве. Обзор иностранных источников. *Комплексные исследования детства*, 1(4), 330–337. <https://doi.org/10.33910/2687-0223-2019-1-4-330-337>
- Николаева, Е. И., Вергунов, Е. Г. (2017). Что такое «executive functions» и их развитие в онтогенезе. *Теоретическая и экспериментальная психология*, 10(2), 62–81.
- Разумникова, О. М. (2015). Закономерности старения мозга и способы активации его компенсаторных ресурсов. *Успехи физиологических наук*, 46(2), 3–16.
- Разумникова, О. М. (2019). Возрастные особенности соотношения тормозных функций исполнительной системы внимания и зрительно-образной памяти. *Экспериментальная психология*, 12(2), 61–74.
- Разумникова, О. М., Асанова, Н. В. (2018). Мотивационные индукторы поведения как резервы успешного старения. *Успехи геронтологии*, 31(5), 737–742.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2019). Тормозные функции мозга и возрастные особенности организации когнитивной деятельности. *Успехи физиологических наук*, 50(1), 75–89.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2019). Возрастные особенности тормозного контроля в модели проактивной интерференции. *Вопросы психологии*, 2, 124–132.
- Разумникова, О. М., Николаева, Е. И. (2021). *Онтогенез тормозного контроля когнитивных функций и поведения*. Издательство НГТУ.
- Разумникова, О. М., Савиных, М. А. (2016). *Программный комплекс для определения характеристик зрительно-пространственной памяти*. Авторское свидетельство 2016617675.
- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language*, 49, 415–445. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2003.08.006>
- Anderson, M. C., Reinholz, J., Kuhl, B., & Mayr, U. (2011). Intentional suppression of unwanted memories grows more difficult as we age. *Psychology and Aging*, 26, 397–405.

- Aslan, A., & Bauml, K.-H. T. (2011). Individual differences in working memory capacity predict retrieval-induced forgetting. *Journal of Experimental Psychology Learning, Memory, and Cognition*, 37(1), 264–269.
- Bari, A., & Robbins, T. W. (2013). Inhibition and impulsivity: behavioral and neural basis of response control. *Progress in Neurobiology*, 108, 44–79. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2013.06.005>
- Bennett, P. J., Sekuler, A. B., McIntosh, A. R., & Della-Maggiore, V. (2001). The effects of aging on visual memory: evidence for functional reorganization of cortical networks. *Acta Psychologica (Amst)*, 107(1–3), 249–273. [https://doi.org/10.1016/s0001-6918\(01\)00037-3](https://doi.org/10.1016/s0001-6918(01)00037-3)
- Brockmole, J. R., & Logie, R. H. (2013). Age-related change in visual working memory: a study of 55,753 participants aged 8–75. *Frontiers in Psychology*, 29(4). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00012>
- Chaku, N., & Hoyt, L. T. (2019). Developmental trajectories of executive functioning and puberty in boys and girls. *Journal of Youth and Adolescence*, 48(7), 1365–1378. <https://doi.org/10.1007/s10964-019-01021-2>
- Collette, F., Schmidt, C., Scherrer, C., Adam, S., & Salmon, E. (2009). Specificity of inhibitory deficits in normal aging and Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging*, 30(6), 875–889. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2007.09.007>
- Depue, B. E. (2012). A neuroanatomical model of prefrontal inhibitory modulation of memory retrieval. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(5), 1382–1399. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.02.012>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186–204.
- Gazzaley, A., Clapp, W., Kelley, J., McEvoy, K., Knight, R.T., & D'Esposito, M. (2008). Age-related top-down suppression deficit in the early stages of cortical visual memory processing. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 13122–13126. <https://doi.org/10.1073/pnas.0806074105>
- Grégoire, S., Rivalan, M., Le Moine, C., & Dellu-Hagedorn, F. (2012). The synergy of working memory and inhibitory control: Behavioral, pharmacological and neural functional evidences. *Neurobiology of Learning and Memory*, 97, 202–212.
- Healey, M. K., Hasher, L., & Campbell, K. L. (2013). The role of suppression in resolving interference: evidence for an age-related deficit. *Psychology of Aging*, 28(3), 721–728. <https://doi.org/10.1037/a0033003>
- Karpicke, J. D., & Blunt, J. B. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*, 331, 772–775. <https://doi.org/10.1126/science.1199327>
- Luna, B., Marek, S., Larsen, B., Tervo-Clemmens, B., & Chahal, R. (2015). An integrative model of the maturation of cognitive control. *Annual Review of Neuroscience*, 38, 151–170. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071714-034054>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J. et al. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 2693–2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Murayama, K., Miyatsu, T., Buchli, D., & Storm, B. C. (2014). Forgetting as a consequence of retrieval: A meta-analytic review of retrieval induced forgetting. *Psychological Bulletin*, 140, 1383–1409.
- Noreen, S., & MacLeod, M. D. (2015). What do we really know about cognitive inhibition? Task demands and inhibitory effects across a range of memory and behavioral tasks. *PLoS ONE*, 10, 1–21.
- Pastötter, B., & Bäuml, K. H. (2014). Retrieval practice enhances new learning: the forward effect of testing. *Frontiers in Psychology*, 5. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00286>

## ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ, ИССЛЕДОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

- Pastötter, B., Schicker, S., Niedernhuber, J., & Bäuml, K. H. (2011). Retrieval during learning facilitates subsequent memory encoding. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(2), 287–297. <https://doi.org/10.1037/a0021801>
- Ribner, A. D., Willoughby, M. T., & Blair, C. B. (2017). Executive function buffers the association between early math and later academic skills. *Frontiers in Psychology*, 30(8). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00869>
- Roediger, H. L., & Karpicke J. D. (2006). Test-enhanced learning: taking memory tests improves long-term retention. *Psychological Sciences*, 17, 249–255. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01693.x>
- Rowland, C. A. (2014). The effect of testing versus restudy on retention: a meta-analytic review of the testing effect. *Psychological Bulletin*, 140(6), 1432–1463. <https://doi.org/10.1037/a0037559>
- Rozas, A. X., Juncos-Rabadán, O., & González, M. S. (2008). Processing speed, inhibitory control, and working memory: three important factors to account for age-related cognitive decline. *International Journal of Aging and Human Development*, 6, 115–130.
- Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J. A. et al. (2017). Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills and academic achievement in primary school children: Behavioral results. *Frontiers in Psychology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02327>
- Sylvain-Roy, S., Lungu, O., & Belleville, S. (2015). Normal aging of the attentional control functions that underlie working memory. *The journals of gerontology. Series B, Psychological sciences and social sciences*, 70, 698–708.
- Thanadkit, G., Sudjainark, S., Boonpleng, W., & Kulsaravuth, N. (2021). A comparison of executive functions among early childhood children in Early Childhood Development Centers. *Journal of Health Science Research*, 15(2), 100–111.
- Vrantsidis, D. M., Wakschlag, L. S., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2022). Differential associations of maternal behavior to preschool boys' and girls' executive function. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 83. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2022.101468>
- Wierenga, L. M., Bos, M. G. N., van Rossenberg, F., & Crone, E. A. (2019). Sex Effects on development of brain structure and executive functions: Greater variance than mean effects. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 31(5), 730–753. [https://doi.org/10.1162/jocn\\_a\\_01375](https://doi.org/10.1162/jocn_a_01375)

Поступила в редакцию: 01.06.2023

Поступила после рецензирования: 19.07.2023

Принята к публикации: 02.09.2023

### Заявленный вклад авторов

**Ольга Михайловна Разумникова** – разработка концепции исследования, организация сбора данных, их анализ и интерпретация, обзор литературы, работа с текстом статьи.

**Елена Ивановна Николаева** – организация сбора данных, научная консультация, редакция и работа с текстом статьи.

## Информация об авторах

**Разумникова Ольга Михайловна** – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры психологии и педагогики, Новосибирский государственный технический университет (ФГБОУ ВО НГТУ), г. Новосибирск, Российская Федерация; WoS Researcher ID: R-5716-2016; Scopus Author ID: 6603665668; РИНЦ Author ID 77350; SPIN-код РИНЦ: 6016-6988; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7831-9404>; e-mail: [razoum@mail.ru](mailto:razoum@mail.ru)

**Николаева Елена Ивановна** – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры возрастной психологии и педагогики семьи, Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена (ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация; Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, г. Елец, Российская федерация; WoS ResearcherID: D-2869-2016; SPIN-код РИНЦ: 4312-0718; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8363-8496>; e-mail: [klemtina@yandex.ru](mailto:klemtina@yandex.ru)

## Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.