

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ И ЭМПИРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Роль механизмов реконсолидации и интерференции в обновлении эпизодических воспоминаний**Малышева Д.¹, Ануфриева А.А.¹**¹ Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Эпизодические воспоминания адаптивны и пластичны, и существует несколько предполагаемых механизмов их изменения. Предыдущие исследования сопоставляли гипотезы реконсолидации и ретроактивной интерференции на основании того, что для запуска процесса реконсолидации обязательна реактивация прошлых воспоминаний, а для интерференции — нет. Однако эффективность методов реактивации спорна, поэтому в текущем исследовании для различения механизмов использовался другой признак. При реконсолидации изначальное воспоминание меняется при вторжении новой информации; при интерференции новые и старые воспоминания существуют отдельно и смешиваются в момент извлечения из-за схожести. Было выдвинуто предположение, что при работе механизма интерференции одинаковые пространственные контексты запоминания и воспроизведения (напр., комнаты или их изображения) будут выступать подсказкой для обоих воспоминаний, что увеличит вероятность вторжения нового воспоминания в старое. При работе механизма реконсолидации изменение пространственного контекста воспроизведения не повлияет на точность припоминания, так как воспоминания к этому моменту уже объединены. Для проверки данной гипотезы было проведено два онлайн-эксперимента в парадигме «3d-list-interference», где дополнительно контролировалась семантическая близость запоминаемых слов и учитывался эмоциональный контекст (эмоциональное состояние участников). В пилотном эксперименте приняли участие 85 человек (73 — женского пола) в возрасте от 18 лет до 41 года ($M = 22,02$, $SD = 4,25$). Между группами не было обнаружено значимых различий, что могло быть обусловлено недостаточным различием пространственных контекстов запоминания и воспроизведения и несбалансированными списками слов для запоминания, поэтому стимульный материал был переработан. В основном эксперименте приняли участие 122 человека (94 — женского пола) в возрасте от 18 до 54 лет ($M = 23,16$, $SD = 5,56$). В данной итерации было обнаружено значимое влияние пространственного контекста и семантической близости списков на точность воспроизведения. Однако полученные результаты оказались обратными предсказаниям механизма интерференции: точность воспроизведения первого списка была ниже в группе с совпадающими пространственными контекстами и семантически далекими списками, чем во всех остальных группах. Результаты обсуждаются с точки зрения запоминания, зависящего от внешнего (пространственного) и внутреннего (эмоционального) состояния.

Ключевые слова: эпизодическая память, реконсолидация, интерференция, теория интеграции, семантическая близость

Введение

Согласно представлениям Э. Тульвинга, долговременная память подразделяется на процедурную и декларативную [Tulving, 1972]. Последняя состоит из воспоминаний, о которых человек может сознательно отчитаться. К ним относятся семантические знания — обобщенная информация об окружающем мире — и эпизодические воспоминания — память о конкретных событиях, к которым можно впоследствии вернуться и как бы заново пережить (так называемое ментальное путешествие во времени) [Tulving, 1972]. Согласно современным исследованиям, семантическая и эпизодическая память неразрывно связаны и постоянно взаимодействуют друг с другом [Baddeley, 1988; Tulving, 2001], но сохраняют определенную автономию [Greenberg, Verfaellie, 2010]. Для того, чтобы люди могли выживать и адаптироваться, воспоминания гибко изменяются и обновляются в зависимости как от прошлого опыта, так и от новой информации [Sinclair, Barense, 2019]. В этой работе мы сосредоточимся на изменениях в эпизодической памяти.

Изначально воспоминания проходят через процесс консолидации: сразу после кодирования они находятся в лабильном состоянии, но спустя некоторое время становятся стабильными и более устойчивыми к изменениям [Else et al., 2018; McGaugh, 2000]. В 1960-х годах в результате экспериментов на грызунах исследователи предположили, что при определенных условиях ранее консолидированные воспоминания могут снова переходить в редактируемое состояние и затем повторно консолидироваться, что приводит к изменению первоначальных воспоминаний [Agren, 2014; Misanin et al., 1968; Schneider, Scherman, 1968]. В 2000-х годах исследования в данной сфере продолжились, получив название «гипотезы реконсолидации»: если уже консолидированные воспоминания снова становятся активными и доступными, они могут пройти через процесс реконсолидации и измениться [Else et al., 2018; Nader et al., 2000; Sara, 2000; Schafe, LeDoux, 2000]. С того момента эффекты реконсолидации были обнаружены для множества организмов, от моллюсков до крыс, и для различных видов памяти, однако исследователи получали противоречивые результаты касательно применимости данной гипотезы к декларативной памяти человека [Agren, 2014; Else et al., 2018; Kim et al., 2021]. Отечественные исследования в данной сфере в основном рассматривают реконсолидацию с точки зрения психофизиологии, поэтому зачастую изучается научение у жи-

вотных и используются медикаментозные методы вызова реконсолидации [Александров и др., 2015; Зюзина, Балабан, 2015; Созинов и др., 2023], что не входит в теоретические рамки текущего исследования. В исследованиях реконсолидации декларативной памяти человека используются поведенческие экспериментальные методы, о которых пойдет речь далее.

Важным для гипотезы реконсолидации является понятие реактивации — процесса, когда воспоминания при восприятии чего-либо ассоциирующегося с ними (напоминания, подсказки) переходят в «активное» состояние, способствующее их доступности [Misanin et al., 1968]. Именно реактивация приводит консолидированные воспоминания в лабильное состояние, запуская таким образом процесс реконсолидации [Agren, 2014; Kim et al., 2021]. К поведенческим методам реактивации относятся вопросы о процедуре предыдущего дня [Hupbach et al., 2007, 2008; Klingmüller et al., 2017] или о деталях того, что ранее запоминали респонденты [Chan, LaPaglia, 2013], пространственный контекст (напр., комната, в которой проходит эксперимент) [Capelo et al., 2019; Hupbach et al., 2007, 2008; Klingmüller et al., 2017] или неполные стимулы (напр., видео с вырезанным ключевым моментом) [Sinclair, Barense, 2018].

Наиболее распространенной парадигмой изучения реконсолидации эпизодической памяти является «3d-list-interference» (рис. 1), которую впервые применили Хупбах и др. [Hupbach et al., 2007]. В их исследовании участники за два дня запоминали два разных списка объектов и на третий должны были воспроизвести названия объектов из первого заученного списка. При этом в группе, где во второй день испытуемые учили второй список в той же аудитории, что и первый, то есть происходила реактивация воспоминаний о первом дне с помощью пространственного контекста, при воспроизведении первого списка на третий день участники припоминали больше объектов из второго, то есть значительно возрастал процент вторжений второго списка в первый. Полученные результаты авторы связали именно с реактивацией воспоминаний [Hupbach et al., 2007]. В последующей серии экспериментов эта группа исследователей обнаружила, что ключевым для реактивации является пространственный контекст запоминания второго списка: если помещения, где испытуемые учили первый и второй списки, совпадали, процент вторжений на третий день возрастал. Манипуляции другими переменными для реактивации — присутствие одного и того же эксперимен-



Рис. 1. Схема экспериментов [Hupbach et al., 2007] и [Klingmüller et al., 2017]

татора во время запоминания обоих списков или вопрос-напоминание о первом списке перед заучиванием второго — не оказывали такого эффекта [Hupbach et al., 2008].

Однако Клингмюллер и др. [Klingmüller et al., 2017] не смогли воспроизвести результаты Хупбаха и др. [Hupbach et al., 2007]. В репликации было две ключевых группы: одна все экспериментальные дни находилась в одном и том же помещении (комната А), другая же на второй день перемещалась в комнату В, а на третий возвращалась в комнату А. Так как пространственный контекст — важное условие для запуска реактивации [Hupbach et al., 2008], ожидалось, что у первой группы будет наблюдаться больше вторжений по сравнению со второй (рис. 1). Однако результаты группы с реактивацией значимо не отличались от группы без нее. Кроме того, Клингмюллер и др. отметили, что в исследовании Хупбаха и др. увеличение вторжений второго списка в первый считалось подтверждением и реактивации, и процесса реконсолидации в принципе, а значит, отдельно реактивация не была зафиксирована [Hupbach et al., 2007]. Они выдвинули гипотезу о том, что если после реактивации не последует процедура вмешательства, то реактивированные воспоминания улучшатся, но экспериментально данное предположение не подтвердилось. Авторы пришли к выводу о том, что данные результаты могут быть объяснены с позиции ретроактивной интерференции, для которой реактивация не является критическим условием: из-за того, что пространственный контекст запо-

минания обоих списков был один и тот же, при воспроизведении произошла неверная атрибуция источника, в результате чего информация про второй список начала извлекаться во время припоминания первого списка [Klingmüller et al., 2017]. Таким образом, в основе идеи интерференции лежит неверное определение источника воспоминаний из-за схожести эпизодов.

Гипотезы реконсолидации и интерференции также сопоставлялись в исследовании Капело и др. [Capelo et al., 2019]. В первом эксперименте в соответствии с гипотезой интерференции предполагалось отсутствие различий между группами с реактивацией и без нее. Однако у группы с реактивацией сохранился увеличенный процент вторжений по сравнению с группой без реактивации, даже когда обе группы воспроизводили первый список в совершенно новом пространственном контексте. Во втором эксперименте процент вторжений также оказался больше только у группы с реактивацией, а группа, у которой специально стимулировали количество вторжений в соответствии с гипотезой интерференции, значимо не отличалась от группы без реактивации. Так, данное исследование ставит под вопрос обоснованность объяснения обновления эпизодических воспоминаний с точки зрения ретроактивной интерференции и говорит в пользу гипотезы реконсолидации [Capelo et al., 2019].

В связи с неоднозначными результатами появлялись другие теории изменения воспоминаний.

Например, теория интеграции похожа на гипотезу реконсолидации тем, что для нее тоже важно наличие реактивации [Gisquet-Verrier, Riccio, 2018, 2019], однако она опирается на запоминание, зависящее от состояния (*state-dependent learning*). В зависимости от исследования под состоянием может подразумеваться как внешний (в том числе пространственный) [Godden, Baddeley, 1975], так и внутренний (в том числе эмоциональный) контекст в моменты запоминания и воспроизведения [Unsworth et al., 2012]. В теории интеграции состояние рассматривают как внутренний контекст [Gisquet-Verrier, Riccio, 2018, 2019; Kiley, Parks, 2022] и варьируют с помощью смены состояния (напр., между запоминанием и воспроизведением просят представить дом, в котором вырос участник, и нарисовать его), намеренного забывания или индукции эмоций (напр., припоминания негативного момента из жизни) [Kiley, Parks, 2022; Unsworth et al., 2012]. Например, Кайли и Паркс показали, что обновление эпизодических воспоминаний происходило только в случае, когда во время запоминания, реактивации и воспроизведения одинаковым было эмоциональное состояние участников, а не пространственный контекст [Kiley, Parks, 2022]. Пространственный контекст во все дни (и в фазах запоминания, и в фазе воспроизведения) оставался одним и тем же для всех групп. Согласно гипотезе реконсолидации, это необходимое и достаточное условие для реактивации и изменения воспоминаний, следовательно, между группами не должно было быть разницы в точности воспроизведения. Однако процент вторжений был больше, когда во все дни эмоциональное состояние испытуемых было одинаковым, что соответствовало предположению теории интеграции.

Механизм ретроактивной интерференции также связывают с запоминанием, зависящим от состояния, но уже с точки зрения пространственного контекста: Клингмюллер и др. предположили, что увеличение процента вторжений в группе с реактивацией (см. рис. 1) связано с тем, что пространственный контекст воспроизведения совпадает с пространственными контекстами запоминания обоих списков. Так, пространственный контекст воспроизведения выступает подсказкой для обоих списков, что приводит к неверной атрибуции источника. В группе без реактивации пространственный контекст воспроизведения выступает подсказкой только для первого списка, поэтому процент вторжений ниже [Klingmüller et al., 2017]. Таким образом, идея запоминания, зависящего от состояния, важна и для теории интеграции, и

для механизма интерференции, но в гипотезе интерференции под состоянием понимают внешний (пространственный) контекст, а в теории интеграции — внутренний. Поэтому далее под теорией интеграции мы будем подразумевать запоминание, зависящее от внутреннего состояния.

Основываясь на вышеописанных экспериментах, можно сделать вывод, что варьирование пространственного контекста является одним из основных инструментов в изучении изменения эпизодических воспоминаний. В предыдущих исследованиях контекст зачастую операционализировали как пространство аудитории, в которой проходил эксперимент, иногда также включали присутствующего экспериментатора. Основными факторами, которые при этом контролировались, были новизна окружения для участников и достаточное различие между контекстами [Capelo et al., 2019; Hupbach et al., 2011; Klingmüller et al., 2017]. Однако контекст — более обширное понятие, которое может содержать сенсорные (визуальные, звуковые и т.п.), пространственно-временные и социальные элементы, а также эмоциональное состояние [Robertson et al., 2015]. Таким образом, контекст можно определить как область пространства, которая 1) окружает ключевой элемент в течение некоторого времени, 2) может содержать множество других элементов и событий и 3) воспринимается агентом с субъективной точки зрения, то есть в каком-либо психическом состоянии [Yeh, Barsalou, 2006]. Такая разноплановость позволяет контексту «маркировать» ключевую информацию и делать ее более доступной для запоминания и воспроизведения [напр., Unsworth et al., 2012; Yeh, Barsalou, 2006].

Таким образом, существует несколько предполагаемых механизмов изменения эпизодических воспоминаний: гипотеза реконсолидации, ретроактивная интерференция и теория интеграции. Во всех ключевую роль играют контексты запоминания и воспроизведения. Теория интеграции и механизм интерференции указывают на важность сохранения одинакового контекста (состояния) в фазы запоминания и воспроизведения для того, чтобы произошло изменение воспоминаний: в теории интеграции акцент делается на внутреннем контексте, а в гипотезе интерференции — на внешнем. Для гипотезы реконсолидации наибольшую роль в изменении воспоминаний играет совпадение пространственных контекстов в фазы запоминания, чтобы до запоминания новой информации произошла реактивация старого воспоминания и запустился процесс его изменения. Предыдущие



Рис. 2. Схема пилотного и основного экспериментов текущего исследования

исследования при сравнении механизмов реконсолидации и интерференции как раз опирались на то, что для реконсолидации критическим условием является реактивация прошлых воспоминаний, а для интерференции она не обязательна [Hupbach et al., 2007; Klingmüller et al., 2017]. Для реактивации при этом использовалось варьирование пространственного контекста на второй день исследования (см. рис. 1): если комнаты в фазах запоминания (первый и второй день) совпадали, считалось, что произошла реактивация. Однако такой подход можно подвергнуть критике из-за противоречивых результатов, связанных с наличием реактивации [напр., Klingmüller et al., 2017].

Текущее исследование предлагает обратить внимание на другое различие механизмов: согласно гипотезе реконсолидации, новая и старая информация объединяются до момента воспроизведения и существуют уже только в едином, трансформированном виде. Интерференция же подразумевает, что новое и старое воспоминания существуют отдельно, и в момент воспроизведения информация извлекается из неверного источника из-за их схожести [Capelo et al., 2019; Klingmüller et al., 2017]. В связи с этим можно предположить следующее. Для механизма интерференции одинаковый пространственный контекст запоминания и воспроизведения будет выступать подсказкой для обоих воспоминаний, так что при воспроизведении на третий день исследования (рис. 2) увеличится вероятность неверной атрибуции источника информации и вторжения нового воспоминания в старое.

Поэтому при одинаковых пространственных контекстах запоминания и воспроизведения точность воспроизведения будет ниже, чем при разных. А для механизма реконсолидации варьирование пространственного контекста воспроизведения не будет влиять на точность, так как воспоминания к моменту воспроизведения уже существуют в объединенном виде. Таким образом, смещение фокуса исследования с фазы запоминания и варьирования пространственного контекста в ней на фазу воспроизведения может пролить свет на механизмы изменений эпизодических воспоминаний. Смещение фокуса влечет за собой изменение в классической процедуре «3d-list-interference» парадигмы (рис. 1) — варьирование пространственного контекста в третий день (фаза воспроизведения), а не во второй (рис. 2).

Дополнительно, в предыдущих исследованиях не учитывалась семантическая близость понятий, запоминаемых респондентами, хотя этот фактор также может влиять на изменение воспоминаний. Под семантической близостью в текущем исследовании имеется в виду семантическое родство (semantic relatedness) — расстояние между репрезентациями понятий, учитывающее любые семантические связи (напр., «чай» и «чашка» семантически родственны) [Harispe et al., 2013]. Предыдущие исследования показали, что явное присутствие семантически близких дистракторов как при запоминании, так и при воспроизведении ухудшает свободное припоминание целевых стимулов [напр., Marsh et al., 2008]. В парадигме

семантического прайминга семантически похожие дистракторы, предъявляемые на подпороговом уровне, наоборот, позволяют быстрее обрабатывать и идентифицировать целевые стимулы и реагировать на них [напр., Meade & Fernandes, 2016]. В связи с этим можно предположить, что предъявление семантически близкой информации на подпороговом уровне при запоминании или воспроизведении улучшит показатели долговременной памяти испытуемых [Meade & Fernandes, 2016]. Кроме того, текущее исследование похоже на парадигму DRM: участники учат списки слов (напр., «мокрый», «слезы», «смех», «печаль»), которые семантически связаны с непредставленным похожим критическим стимулом «плач». Испытуемые впоследствии склонны ложно припоминать и распознавать критические стимулы, причем с той же вероятностью, что и ранее предъявленные слова [Otgaar & Candel, 2011]. Таким образом, семантическая близость списков может усиливать взаимодействие воспоминаний и приводить к искажениям результатов относительно влияния фактора контекста в парадигме «3d-list-interference». Следовательно, необходимо проверить роль семантической близости слов в списках, заучиваемых в разные дни, в возникновении вторжений при воспроизведении.

Резюме

Для успешной адаптации эпизодические воспоминания человека могут меняться [Sinclair, Barense, 2019], и предполагается существование нескольких механизмов изменений. В предыдущих исследованиях сопоставлялись гипотезы ретроактивной интерференции и реконсолидации на основании того, что для реконсолидации критическим условием является реактивация прошлых воспоминаний, а для интерференции она не обязательна. Однако методы реактивации подвергались критике [напр., Kiley, Parks, 2020; Klingmüller et al., 2017], поэтому для текущего исследования был выбран другой признак для различения механизмов — момент, когда происходит «смещение» воспоминаний, то есть когда информация из нового воспоминания связывается со старым воспоминанием. При реконсолидации в результате вторжения новой информации изначальное воспоминание сливается с ней и продолжает существовать уже в объединенном виде. При интерференции новые и старые воспоминания существуют отдельно и смешиваются при припоминании из-за схожести. Важную роль в этих процессах играет контекст, включающий пространственные и эмоциональные аспекты [Robertson et al., 2015; Yeh, Barsalou, 2006].

Предполагается, что при механизме интерференции будет разница в точности воспроизведения на третий день между условиями с совпадающими и различающимися пространственными контекстами запоминания и воспроизведения: совпадающий контекст будет выступать подсказкой одновременно для старого и нового воспоминания, что приведет к росту процента вторжений. При механизме реконсолидации разницы в проценте вторжений при варьировании пространственного контекста воспроизведения, наоборот, не ожидается, так как смешение воспоминаний с точки зрения данной гипотезы происходит не в момент, а до извлечения информации. В отличие от реконсолидации и интерференции, альтернативная теория интеграции подчеркивает значимость не пространственного, а эмоционального контекста для изменения воспоминаний [Gisquet-Verrier, Riccio, 2018; Kiley, Parks, 2022]. Кроме того, необходимо учитывать возможное влияние семантической близости запоминаемой информации на запоминание и воспроизведение [Greenberg, Verfaellie, 2010; Meade, Fernandes, 2016].

С учетом вышеизложенного настоящее исследование направлено на прояснение механизмов влияния пространственного контекста на точность воспроизведения. В рамках эмпирической части было проведено два онлайн-эксперимента с целью сопоставления предсказаний гипотез о механизмах изменения эпизодических воспоминаний в рамках парадигмы «3d-list-interference» при помощи варьирования пространственного контекста воспроизведения. Онлайн-формат был выбран для того, чтобы лучше изучить воздействие пространственного контекста, создаваемого в рамках эксперимента, без влияния побочных факторов, которые могут возникать при использовании реальных аудиторий (присутствие экспериментатора, нахождение в новой локации и т. п.). Пилотный эксперимент был направлен на апробацию методики в онлайн-среде и прояснение механизмов реконсолидации и интерференции в эпизодической памяти с учетом семантической близости списков. Основной эксперимент был проведен на основе полученных в пилоте результатов. В нем контролировалась семантическая близость, а также фиксировалось эмоциональное состояние участников.

Пилотный эксперимент

Цели и гипотезы

Цель данного исследования состоит в проведении критического эксперимента для сопоставления

предсказаний гипотез о механизмах реконсолидации и ретроактивной интерференции с учетом фактора семантической близости списков.

Одно из основных различий в механизмах реконсолидации и интерференции — предположение о моменте смещения эпизодических воспоминаний. Согласно гипотезе реконсолидации, старое и новое воспоминание объединяются в одно еще до воспроизведения. Ретроактивная интерференция же подразумевает хранение двух воспоминаний отдельно, а ошибки при воспроизведении связывает с неверной атрибуцией источника. В связи с этим можно ожидать различия во влиянии варьирования пространственного контекста воспроизведения на его точность.

Выдвигаются две конкурирующие гипотезы. При совпадающих пространственных контекстах фаз запоминания и воспроизведения будет наблюдаться больший процент вторжений слов из второго списка в первый в сравнении с условием различных пространственных контекстов. Данные результаты будут говорить в пользу механизма интерференции. В случае отсутствия различий между условиями с совпадающими и различными пространственными контекстами фаз запоминания и воспроизведения результаты будут свидетельствовать в пользу механизма реконсолидации. Следовательно, в рамках данного исследования пространственный контекст варьируется на третий день, то есть в фазе воспроизведения (см. рис. 2).

В текущем исследовании также контролировалась семантическая близость слов между списками, запоминаемыми испытуемыми. Гипотеза о ее влиянии на успешность воспроизведения заключается в том, что семантическая близость усиливает взаимовлияние воспоминаний. Следовательно, ожидается, что в условии с семантически близкими списками процент вторжений будет больше по сравнению с далекими.

Методика

В качестве методики была использована парадигма «3d-list-interference» [Hupbach et al., 2007]. В обоих экспериментах был применен межгрупповой план с двумя независимыми переменными: пространственный контекст воспроизведения (2 уровня: Комната А — совпадает с контекстом запоминания / Комната В — не совпадает) и семантическая близость списков (2 уровня: близкие / далекие).

В связи с онлайн-форматом экспериментов для варьирования пространственного контекста использовались фоновые изображения с ноутбуками, которые окружают разные объекты (рис. 3). Изображения были подобраны с учетом факторов новизны и различия контекстов для участников. Семантическая близость списков варьировалась с помощью слов из одинаковых категорий: в близких списках каждому слову в первом списке соответствовало слово из такой же категории во втором списке; в далеких списках не было слов из одинаковых категорий. В качестве зависимой переменной выступал процент вторжений слов из Списка 2 в Список 1 при воспроизведении Списка 1 на третий экспериментальный день.

Испытуемые были разделены на 4 группы в соответствии с данными факторами (табл. 1). Согласно гипотезе о влиянии пространственного контекста на успешность воспроизведения, ожидается либо больший процент вторжений у групп 1 и 3 по сравнению с группами 2 и 4, что будет свидетельствовать в пользу интерференции, либо отсутствие различий между данными группами, что будет говорить о реконсолидации. Согласно гипотезе о влиянии семантической близости на успешность воспроизведения, ожидается больший процент вторжений у групп 3 и 4 по сравнению с группами 1 и 2.

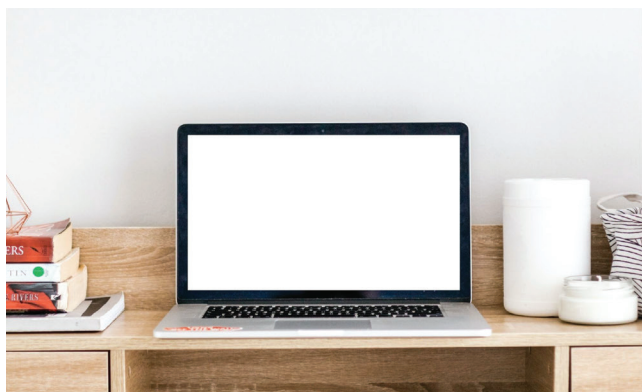


Рис. 3. Комнаты А и В (пилотный эксперимент)

Таблица 1

Распределение участников по группам в зависимости от пространственного контекста воспроизведения и семантической близости списков

	комната А	комната В
далекие	группа 1	группа 2
близкие	группа 3	группа 4

Оборудование и стимульный материал

Эксперимент был запрограммирован в программе PsychoPy v2021.2.3 и размещен на онлайн-платформе Pavlov.org. Ответы регистрировались с помощью стандартной клавиатуры на используемых испытуемыми ноутбуках или компьютерах.

В качестве стимульного материала использовались три списка слов (табл. 2), имеющих конкретные и легко доступные зрительные репрезентации (то есть не абстрактные). Частично слова для первого и одного из вторых списков были взяты из эксперимента Клингмюллер и др. [Klingmüller et al., 2017], но с тем условием, чтобы они были семантически далекими. Семантическая близость определялась как косинусное расстояние между векторными представлениями слов, которое было подсчитано с помощью ChatGPT на основе данных из социальной сети Twitter. Слова считались семантически близкими, если косинусное расстояние превышало 0,6, и семантически далекими, если оно было менее 0,4 (косинусное расстояние варьируется от 0 до 1, где 1 — максимальная семантическая близость). Таким образом были со-

ставлены две версии второго списка — семантически близкая и далекая по сравнению с первым.

Так как эксперимент проводился в онлайн-формате и испытуемые запоминали не реальные объекты, а списки слов, предъявляемых на экране, соответствующий зрительный образ был не таким легкодоступным даже с учетом использования не абстрактных слов. Следовательно, воспроизведение информации стало более затруднительным. Из-за онлайн-формата также увеличилось число отвлекающих элементов. Кроме того, участники должны были воспроизводить списки с помощью ввода слов на клавиатуре, а не устно. В связи с этими обстоятельствами было решено уменьшить количество слов в списках до 15 (по сравнению с 20 у Хупбаха и др. [Hupbach et al., 2007] и 30 у Клингмюллер и др. [Klingmüller et al., 2017]).

Для варьирования пространственного контекста использовались фоновые изображения с ноутбуками (рис. 3). Демонстрация слов и ввод ответов осуществлялись на фоне данных картинок в пределах экранов изображенных ноутбуков.

Таблица 2

Списки слов (пилотный эксперимент)

Список 1	Список 2 (семантически близкий)	Список 2 (семантически далекий)
цветы	букет	сумка
часы	будильник	утюг
карандаш	ручка	яблоко
глобус	карта	бутылка
лампа	ночник	книга
подушка	одеяло	диск
расческа	зеркало	гиря
ложка	тарелка	таблетка
лупа	очки	иголка
скрипка	гитара	ремень
ключи	дверь	крем
губка	щетка	телефон
носки	шорты	скотч
деньги	кошелек	свеча
чай	кофе	игрушка

Процедура

Участники были случайным образом разделены на 4 группы в зависимости от факторов пространственного контекста воспроизведения (2 уровня: Комната А — совпадает с контекстом запоминания / Комната В — не совпадает) и семантической близости списков (2 уровня: близкие / далекие).

Первой группе в первый день эксперимента (понедельник / вторник) в случайном порядке предъявлялись 15 слов из Списка 1 на фоне Комнаты А. Каждое слово предъявлялось на 2,5 сек. с промежутком в 1 сек. Такое время для запоминания обусловлено двумя предыдущими исследованиями: в одном при запоминании изображений каждое предъявлялось на 4 сек. [Tay et al., 2023], а в другом слова предъявлялись на 2 сек. [Kiley, Parks, 2022]. Для текущего исследования было выбрано промежуточное значение, так как 2 сек. мы сочли слишком коротким промежутком, но при этом для кодирования слов нужно меньше времени по сравнению с изображениями, которые при запоминании вербализуются. Участники должны были проговаривать слова вслух при предъявлении и запоминать их. Затем испытуемые воспроизводили как можно больше слов, печатая их в произвольном порядке. Демонстрация и ввод повторялись, пока участники не воспроизводили правильно не менее 10 слов, но всего не более 3 раз. На второй день (среда / четверг той же недели) испытуемым на фоне Комнаты А в случайном порядке предъявлялись 15 слов Списка 2, семантически близкого Списку 1. Процедуры запоминания и воспроизведения были аналогичны первому дню. На третий день (пятница / суббота той же недели) испытуемые должны были в свободном порядке воспроизвести как можно больше слов из Списка 1 на фоне Комнаты А.

Вторая группа отличалась от первой тем, что учила во второй день список, семантически далекий Списку 1. У третьей группы отличался пространственный контекст воспроизведения — в последний день они воспроизводили Список 1 на фоне Комнаты В, — но, как и первая группа, третья учила списки семантически близких слов. У четвертой группы был аналогичный третьей группе контекст воспроизведения (Комната В) и семантически далекие Списки 1 и 2 (см. табл. 1 и рис. 2).

Выборка

Согласно анализу мощности, проведенному в программе G*Power, при среднем размере эффекта и мощности 0,80 необходимая выборка для данного дизайна эксперимента составляет 128 человек. В исследовании приняли участие 126 человек (20 —

мужского, 106 — женского пола) в возрасте от 18 до 48 лет ($M = 22,26$, $SD = 4,92$). Все респонденты являлись носителями русского языка и не имели психологических/неврологических заболеваний. Испытуемые были набраны с помощью размещения записей и сообщений в социальных сетях (VK, Telegram и т. п.) с приглашением пройти эксперимент. Участники исключались из выборки, если:

- не прошли все этапы эксперимента;
- не ввели код своей группы (от 1 до 4) во второй или третий экспериментальный день и, следовательно, видели две версии Списка 2 или пространственного контекста воспроизведения, что недопустимо в рамках данного исследования;
- их результаты (процент слов из Списка 2 от общего количества воспроизведенных слов на третий день) оказались за пределами межквартильного размаха по выборке.

По данным критериям был исключен 41 испытуемый. Итоговая выборка составила 85 человек (12 — мужского, 73 — женского пола) в возрасте от 18 лет до 41 года ($M = 22,02$, $SD = 4,25$). Количество участников было меньше рассчитанного в связи с пилотным характером эксперимента.

Результаты

Данные были проанализированы с помощью Python v3.10.12 и jamovi v2.2.2. Для проверки наличия различий в проценте вторжений Списка 2 в Список 1 на третий экспериментальный день был использован двухфакторный дисперсионный анализ (two-way ANOVA), так как оценка равенства дисперсий с помощью критерия Левеня показала незначимые результаты ($F(3, 81) = 1,11$, $p = 0,349$). В качестве факторов выступили пространственный контекст воспроизведения (комната А / В) и семантическая близость списков (близкие / далекие).

Дисперсионный анализ не показал статистически значимых различий для факторов пространственного контекста воспроизведения ($F(1, 85) = 0,99$, $p = 0,323$, $\eta^2 p = 0,012$) и семантической близости ($F(1, 81) = 0,03$, $p = 0,860$, $\eta^2 p = 0,000$). Взаимодействие факторов также оказалось незначимым ($F(1, 45) = 0,26$, $p = 0,610$, $\eta^2 p = 0,003$).

Обсуждение результатов

В результате пилотного эксперимента было обнаружено, что фактор пространственного контекста воспроизведения не оказывал значимого влияния на процент вторжений слов из второго списка в первый. Согласно гипотезе, данные результаты

говорят в пользу механизма реконсолидации, при котором существует уже единое трансформированное воспоминание, поэтому пространственный контекст воспроизведения не влияет на степень изменения воспоминаний. Гипотеза о том, что семантическая близость списков будет вызывать больший процент вторжений, не подтвердилась, так как не было обнаружено значимых различий в зависимости от этого фактора. Отсутствие влияния семантической близости в данной парадигме может указывать на то, что результаты предыдущих исследований, где данный фактор не контролировался, не подвержены его воздействию.

Однако при интерпретации результатов стоит учитывать ряд ограничений. Основное состоит в использовании цифровой среды: известно только одно онлайн-исследование, реализованное с помощью данной парадигмы [Tau et al., 2023], однако в нем для реактивации использовался не какой-либо цифровой контекст (фоновое изображение, сайт и т. д.), а только напоминание о процедуре первого дня, поэтому данный эксперимент не подходит для изучения варьирования пространственного контекста в цифровом формате. Таким образом, в исследованиях реконсолидации нет примеров использования цифрового пространственного контекста, поэтому неизвестно, достаточно ли фонового изображения для его создания. Предыдущие исследования указывают на важность именно пространственных характеристик и отсутствия влияния визуальных подсказок [Hupbach et al., 2009; Kiley, Parks, 2020], однако данные результаты получены с использованием реального окружения. Возможно, использование цифровых средств предоставляет качественно иной опыт, когда визуальные характеристики изображенного на экране играют большую роль, чем реальное окружение испытуемого [Forcato et al., 2007]. Также предполагается, что испытуемые при использовании достаточно похожих изображений офисного окружения могли не заметить разницу, поэтому более перцептивно отличные фоны могут помочь лучше дифференцировать пространственный контекст.

Кроме того, возможны альтернативные объяснения результатов. Контекст определяется не только пространственными характеристиками, но и эмоциональным состоянием [Robertson et al., 2015]. Согласно теории интеграции, оно может влиять на паттерн вторжений [Kiley, Parks, 2022]: если эмоциональное состояние различается в фазы запоминания и воспроизведения, вторжения нового воспоминания в старое не произойдет, и значимых различий в проценте вторжений между группами

не будет. Таким образом, эмоциональный контекст может влиять на изменение воспоминаний одновременно с пространственным и иначе, чем пространственный. Следовательно, нужно отдельно отслеживать эмоциональное состояние участников для лучшего понимания полученных данных.

С учетом обозначенных выше ограничений был проведен основной эксперимент. В нем были использованы такие же гипотезы и дизайн, но был переработан стимульный материал и добавлен мониторинг эмоционального состояния респондентов перед каждым этапом эксперимента.

Основной эксперимент

Цели, гипотезы и методика

Целью основного эксперимента является сравнение предсказаний гипотез о механизмах реконсолидации и интерференции с учетом возможного влияния семантической близости и эмоционального контекста на данные процессы. Операционализации и гипотезы основного эксперимента соответствуют пилотному.

Оборудование и стимульный материал

Для основного эксперимента стимульный материал был изменен. Во-первых, были подобраны более отличающиеся изображения ноутбуков (рис. 4; природное и искусственное окружение с разными преобладающими фоновыми цветами и освещением), так как сильное различие в пространственных контекстах может способствовать проявлению реконсолидации [Klingmüller et al., 2017].

Во-вторых, списки слов были переработаны и уравнены по количеству слогов в словах (в каждом списке — 8 двусложных и 7 трехсложных слов) с сохранением условия семантической близости (табл. 3).

Процедура

В основном эксперименте в каждый экспериментальный день перед основной частью с запоминанием / воспроизведением слов был добавлен контроль эмоционального состояния в виде опросника ШПАНА (PANAS) [Осин, 2012], так как внутренние переживания тоже рассматриваются как составляющая контекста и могут оказывать влияние на обновление воспоминаний [Kiley, Parks, 2022; Robertson et al., 2015].

Выборка

В исследовании приняли участие 136 человек



Рис. 4. Комнаты А и В (основной эксперимент)

(28 — мужского, 108 — женского пола) в возрасте от 18 до 54 лет ($M = 23,26$, $SD = 5,58$). Испытуемые также набирались с помощью приглашений в социальных сетях.

В данной итерации эксперимента поле для ввода кода группы было сделано обязательным (то есть эксперимент не запускался, пока испытуемый не введет код), поэтому по данному критерию респонденты больше не исключались. Однако добавился новый критерий исключения: участники не должны были ранее принимать участие в пилотном эксперименте. Были исключены 14 респондентов, итоговая выборка составила 122 человека (28 — мужского, 94 — женского пола в возрасте от 18 до 54 лет ($M = 23,16$, $SD = 5,56$), все являлись носителями русского языка.

Результаты

Различия в проценте вторжений Списка 2 в Список 1 также проверялись с помощью двухфакторного дисперсионного анализа, так как критерий Левеня оказался незначимым ($F(3, 118) = 1,87$, $p = 0,139$). Дисперсионный анализ показал статистически значимые различия для факторов пространственного контекста воспроизведения ($F(1, 118) = 8,19$, $p = 0,005$, $\eta^2p = 0,065$) и семантической близости ($F(1, 118) = 10,65$, $p = 0,001$, $\eta^2p = 0,083$), однако взаимодействие факторов оказалось незначимым ($F(1,118) = 0,83$, $p = 0,365$, $\eta^2p = 0,007$).

В связи со значимыми результатами были проведены попарные сравнения с поправкой Тьюки, которые показали значимые различия между первой (комната А, далекие) и второй (комната В, далекие), первой и третьей (комната А, близкие) и пер-

Таблица 3

Списки слов (основной эксперимент)

Список 1	Список 2 (семантически близкий)	Список 2 (семантически далекий)
цветы	букет	булка
часы	будильник	утюг
карандаш	ручка	веревка
газета	журнал	картина
лампа	люстра	шахматы
подушка	одеяло	рыба
паста	щетка	билет
ложка	тарелка	таблетка
линзы	очки	иголка
скрипка	гитара	зонтик
яблоко	банан	ведро
голубь	ворона	телефон
сапоги	ботинки	кольцо
деньги	кошелек	рюмка
молоко	кофе	игрушка

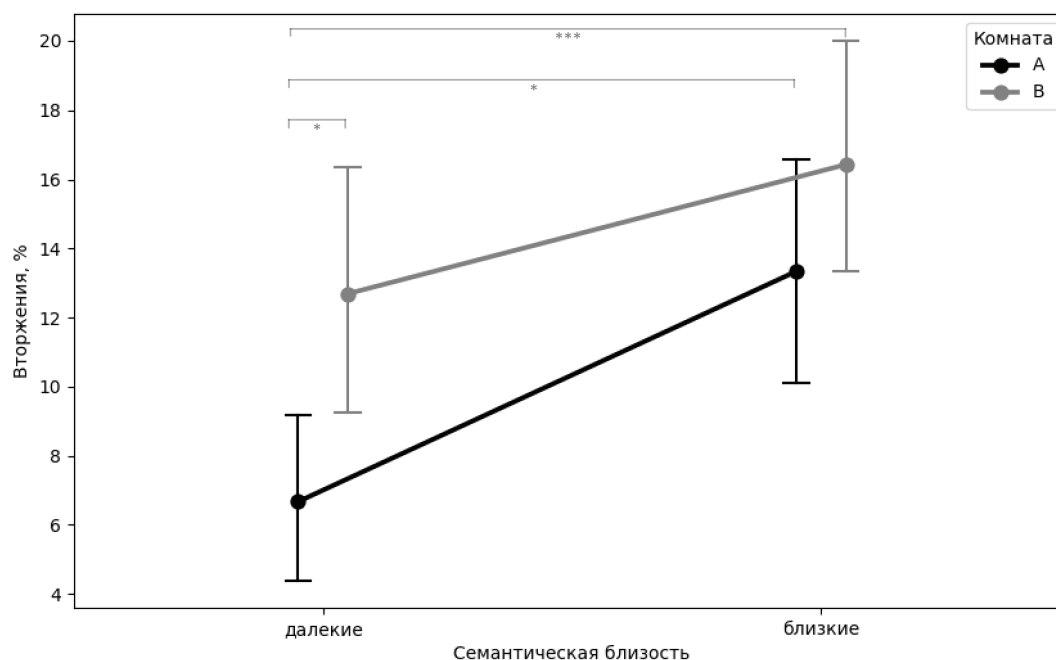


Рис. 5. Процент вторжений Списка 2 в Список 1 (основной эксперимент)

Примечания. Комната А = одинаковые пространственные контексты запоминания и воспроизведения, Комната В = разные; на графике отражены 95 % доверительные интервалы; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

вой и четвертой (комната В, близкие) группами ($p = 0,040$, $p = 0,018$ и $p < 0,001$ соответственно). Процент вторжений у первой группы был меньше, чем у второй, третьей и четвертой.

Различия в эмоциональном состоянии в зависимости от дня эксперимента проверялись с помощью критерия Фридмана (непараметрический вариант вместо ANOVA с повторными измерениями), так как у третьего замера позитивного аффекта и второго и третьего замеров негативного аффекта критерий Левеня показал значимые результаты ($F(3, 118) = 4,17$, $p = 0,008$; $F(3, 118) = 5,89$, $p < 0,001$ и $F(3, 118) = 8,34$, $p < 0,001$ соответственно).

Критерий Фридмана для позитивного аффекта оказался незначимым ($\chi^2(2) = 1,15$, $p = 0,561$). Различия в негативном аффекте оказались значимыми ($\chi^2(2) = 8,99$, $p = 0,011$), поэтому были проведены попарные сравнения, которые показали значимые различия между первым и третьим замерами ($p = 0,003$), при этом первый был больше третьего.

Обсуждение результатов

В основном эксперименте были обнаружены значимые различия в проценте вторжений в зависимости от факторов пространственного контекста воспроизведения и семантической близости списков. В условии с совпадающими пространствен-

ными контекстами запоминания и воспроизведения и семантически далекими списками процент вторжений оказался ниже по сравнению с условиями с разными пространственными контекстами и с близкими списками. С одной стороны, наличие различий в зависимости от пространственного контекста воспроизведения свидетельствует в пользу механизма интерференции: так как два воспоминания смешиваются только в момент извлечения информации, пространственный контекст оказывает влияние на процесс извлечения. С другой стороны, идея интерференции предсказывала обратный паттерн вторжений: при одинаковых пространственных контекстах запоминания и воспроизведения процент вторжений должен был быть выше, чем в условии с разными контекстами, так как одинаковый пространственный контекст выступал бы подсказкой для обоих списков и увеличивал бы вероятность неверной атрибуции источника [Klingmüller et al., 2017; Unsworth et al., 2012]. Однако полученные результаты также могут быть истолкованы с точки зрения запоминания, зависящего от состояния (в данном случае — от пространственного контекста): при несовпадении пространственного контекста заучивания и воспроизведения припоминание было затруднено, вследствие чего увеличилось количество вторжений [Godden, Baddeley, 1975; Klingmüller et al.,

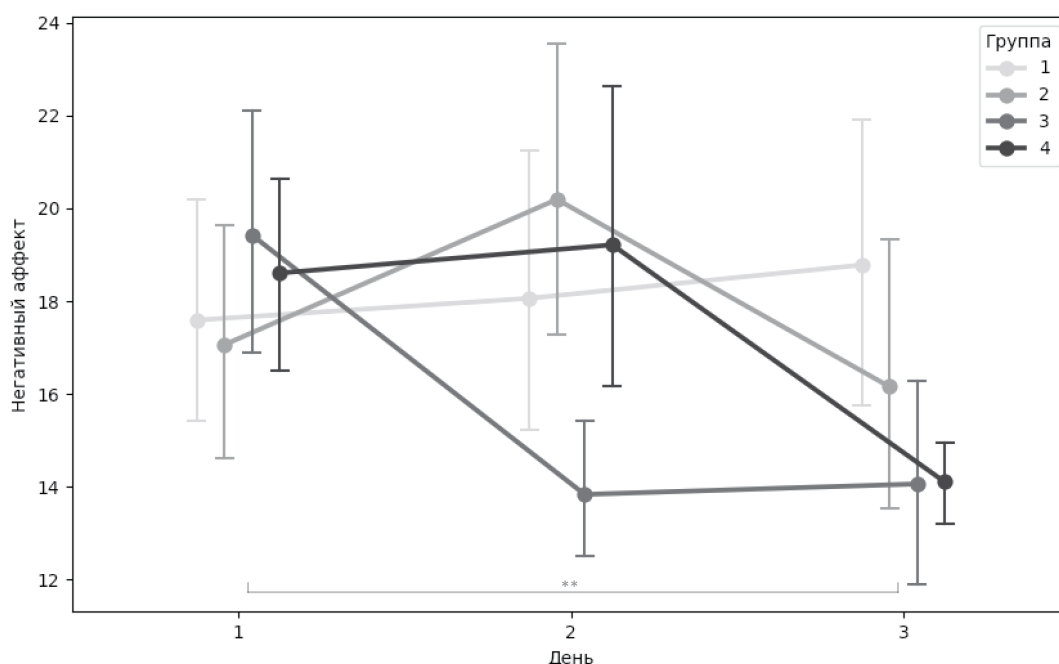


Рис. 6. Изменение негативного аффекта в зависимости от группы и дня измерения

Примечания. Группа 1 = одинаковые пространственные контексты запоминания и воспроизведения + семантически далекие списки, Группа 2 = разные контексты + далекие списки, Группа 3 = одинаковые контексты + близкие списки, Группа 4 = разные контексты + близкие списки (см. табл. 1); на графике отражены 95 % доверительные интервалы; * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

2017]. Так, можно предположить, что совпадение пространственных контекстов в фазы запоминания и воспроизведения выступает в роли подсказки, которая облегчает отчет.

Таким образом, текущее исследование показало, что на точность извлечения эпизодического воспоминания оказывает влияние не только пространственный контекст запоминания [Capelo et al., 2019; Hupbach et al., 2007, 2008], но и пространственный контекст воспроизведения. Данные результаты говорят в пользу идеи о том, что схожие эпизодические воспоминания хранятся отдельно. В таком случае ошибки воспроизведения предположительно происходят из-за неверной атрибуции источника, а не объединения воспоминаний, как это рассматривается в гипотезе реконсолидации.

Однако мониторинг эмоционального состояния показал значимое снижение негативного аффекта на третий день по сравнению с первым: внутренний контекст (эмоциональный) менялся, то есть запоминание, реактивация и воспроизведение происходили в неодинаковых условиях. Согласно теории интеграции, данная ситуация должна приводить к отсутствию изменений в воспоминаниях [Kiley, Parks, 2022] и, следовательно, к отсутствию

различий в проценте вторжений между группами. Так как различия были обнаружены, возникает предположение о том, что изменения воспоминаний могут в большей степени зависеть от внешнего (пространственного), а не от внутреннего контекста.

Гипотеза о влиянии семантической близости частично подтвердилась, так как при условии семантически далеких списков и одинакового пространственного контекста запоминания и воспроизведения (группа 1) процент вторжений был меньше, чем в обеих группах с близкими списками вне зависимости от пространственного контекста воспроизведения (группы 3 и 4). В соответствии с гипотезой, семантическая близость списков привела к усилению взаимодействия воспоминаний между собой, что вызвало рост процента вторжений. Реактивация воспоминаний о первом списке (которая в данном эксперименте присутствовала во всех группах) могла выступать в качестве прайминга для семантически близкого второго списка, поэтому участники запоминали второй список лучше. То есть тот факт, что участники вспоминали о первом дне эксперимента во время заучивания второго списка, мог облегчить запоминание слов второго дня. Кроме того, участ-

ники из групп с семантически близкими списками могли заметить принцип построения списков. Это предположительно могло привести к тому, что на третий день при припоминании люди были более склонны вспоминать критические стимулы — слова, которые не входили в первый список, — а наиболее активированными были слова второго списка за счет семантического прайминга и того, что их учили недавно. Однако при далеких списках и разных пространственных контекстах воспроизведения (группа 2) не было обнаружено значимых различий по сравнению с группами 3 и 4 с близкими списками. Это может свидетельствовать о том, что стимульный материал требует доработки (см. ограничения).

Ограничения

По сравнению с пилотным экспериментом, в результате увеличения выборки и модификации стимульного материала влияние факторов на процент вторжений стало значимым. Однако размеры эффектов все еще остались маленькими, что может объясняться воздействием побочных переменных. Во-первых, в связи с онлайн-форматом присутствовали неконтролируемые смещения в виде помех из реального окружения респондента и неточного следования таймингу проведения этапов.

Во-вторых, при формировании списков следует строже контролировать частотность слов, а также сбалансировать порядок предъявления списков, чтобы не возникал эффект последовательности (в текущем исследовании списки всегда шли в одинаковом порядке) [Kiley, Parks, 2022]. Кроме того, стоит более автоматизированно и рандомизированно формировать списки. Для данного исследования слова подбирались в триадах (напр., «часы (Список 1) — будильник (семантически близкий Список 2) — утюг (семантически далекий Список 2)»), при этом присутствовал контроль за тем, чтобы в семантически не близком Списке 2 не было слов, семантически близких любым словам из Списка 1. Однако списки формировались вручную, поэтому в семантически далеком Списке 2 все равно могли остаться слова, достаточно сильно ассоциирующиеся со словами из Списка 1 (напр., «часы — телефон»), что могло повлиять на результаты.

В-третьих, в текущем исследовании проводился только мониторинг эмоционального состояния, то есть данная переменная фиксировалась, но не контролировалась. В будущих исследованиях следует усилить контроль за данной переменной (напр., индуцировать определенное эмоциональ-

ное состояние перед каждым этапом эксперимента) для лучшего понимания возможного влияния внутреннего контекста на результаты.

Заключение

В результате исследования было обнаружено, что варьирование пространственного контекста воспроизведения и семантической близости запоминаемых списков оказывает влияние на точность припоминания первого списка. С одной стороны, полученные результаты согласуются с предыдущими исследованиями, в которых значимые различия в точности воспроизведения появлялись только при использовании сильно различающихся пространственных контекстов (напр., аудитория vs. подвальное помещение) [Klingmüller et al., 2017]. С другой стороны, обнаруженный паттерн вторжений оказался противоположен идее интерференции: при совпадающих пространственных контекстах запоминания и воспроизведения и семантически далеких списках процент вторжений был ниже, чем при разных пространственных контекстах и близких списках. Полученные результаты можно объяснить с точки зрения запоминания, зависящего от состояния: разные пространственные контексты запоминания и воспроизведения затрудняли припоминание, поэтому процент вторжений увеличился [Godden, Baddeley, 1975; Klingmüller et al., 2017]. Однако также были обнаружены изменения в негативном аффекте в фазе воспроизведения по сравнению с первой фазой запоминания. Согласно теории интеграции, для изменения воспоминаний необходимо сохранение одинакового эмоционального контекста в фазы запоминания и воспроизведения [Kiley, Parks, 2022], иначе различий в проценте вторжений между группами не будет. Полученные результаты с наличием различий говорят в пользу идеи о большем влиянии внешнего (пространственного), а не внутреннего контекста на изменение воспоминаний.

Таким образом, в данном эксперименте был впервые использован онлайн-формат для парадигмы «3d-list-interference». В дальнейших исследованиях стоит продолжить изучение варьирования пространственного и эмоционального контекстов в онлайн-среде и их влияния на изменение эпизодических воспоминаний. Одним из возможных направлений может стать полностью цифровой контекст (сайты, приложения, папки и т. п.) и его воздействие на обновление воспоминаний [Storm, Stone, 2014]. Подобные исследования обладают

высокой экологической валидностью в современном мире, когда большую часть информации человек получает именно в онлайн-среде.

Литература

Александров Ю.И., Горкин А.Г., Созинов А.А., Сварник О.Е., Кузина Е.А., Гаврилов В.В. Консолидация и реконсолидация памяти: психофизиологический анализ. *Вопросы психологии*, 2015, No. 3, 1–13. <https://lib.ipran.ru/upload/papers/25510948.pdf>

Зюзина А.Б., Балабан П.М. Угашение и реконсолидация памяти. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*, 2015, No. 65(5), 564. DOI:10.7868/S0044467715050172

Осин Е.Н. Измерение позитивных и негативных эмоций: разработка русскоязычного аналога методики PANAS. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 2012, No. 9(4), 91–110. <https://psy-journal.hse.ru>

Созинов А.А., Александров И.О., Горкин А.Г., Греченко Т.Н., Александров Ю.И. Консолидация, реконсолидация памяти, угашение и забывание: обзор литературы. *Российский Психологический Журнал*, 2023, No. 20(3), 131–156. DOI:10.21702/rpj.2023.3.7

Agren T. Human reconsolidation: A reactivation and update. *Brain Research Bulletin*, 2014, Vol. 105, 70–82. DOI:10.1016/j.brainresbull.2013.12.010

Baddeley A. Cognitive psychology and human memory. *Trends in Neurosciences*, 1988, No. 11(4), 176–181. DOI:10.1016/0166-2236(88)90145-2

Capelo A.M., Albuquerque P.B., Cadavid S. Exploring the role of context on the existing evidence for reconsolidation of episodic memory. *Memory (Hove, England)*, 2019, No. 27(3), 280–294. DOI:10.1080/09658211.2018.1507040

Chan J.C., LaPaglia J.A. Impairing existing declarative memory in humans by disrupting reconsolidation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, No. 110(23), 9309–9313. DOI:10.1073/pnas.1218472110

Elsej J.W., Van Ast V.A., Kindt M. Human memory reconsolidation: A guiding framework and critical review of the evidence. *Psychological Bulletin*, 2018, No. 144(8), 797. DOI:10.1037/bul0000152

Forcato C., Burgos V.L., Argibay P.F., Molina V.A., Pedreira M.E., Maldonado H. Reconsolidation of declarative memory in humans. *Learning and Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 2007, No. 14(4), 295–303. DOI:10.1101/lm.486107

Gisquet-Verrier P., Riccio D.C. Memory integration: An alternative to the consolidation/reconsolidation hypothesis. *Progress in Neurobiology*, 2018, Vol. 171, 15–31. DOI:10.1016/j.pneurobio.2018.10.002

Gisquet-Verrier P., Riccio D.C. Memory integration as a challenge to the consolidation/reconsolidation hypothesis: Similarities, differences and perspectives. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 2019, Vol. 12, 71. DOI:10.3389/fnsys.2018.00071

Godden D.R., Baddeley A.D. Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 1975, No. 66(3), 325–331. DOI:10.1111/j.2044-8295.1975.tb01468.x

Greenberg D.L., Verfaellie M. Interdependence of episodic and semantic memory: Evidence from neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 2010, No. 16(5), 748–753. DOI:10.1017/S1355617710000676

Harispe S., Ranwez S., Janaqi S., Montmain J. Semantic measures for the comparison of units of language, concepts or instances from text and knowledge base analysis. *arXiv preprint arXiv:1310.1285*, 2013. <https://arxiv.org/abs/1310.1285>

Hupbach A., Gomez R., Hardt O., Nadel L. Reconsolidation of episodic memories: A subtle reminder triggers integration of new information. *Learning and Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 2007, No. 14(1–2), 47–53. DOI:10.1101/lm.365707

Hupbach A., Gomez R., Nadel L. Episodic memory reconsolidation: Updating or source confusion? *Memory (Hove, England)*, 2009, No. 17(5), 502–510. DOI:10.1080/09658210902882399

Hupbach A., Gomez R., Nadel L. Episodic memory updating: The role of context familiarity. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2011, No. 18(4), 787–797. DOI:10.3758/s13423-011-0117-6

Hupbach A., Hardt O., Gomez R., Nadel L. The dynamics of memory: Context-dependent updating. *Learning and Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 2008, No. 15(8), 574–579. DOI:10.1101/lm.1022308

Kiley C., Parks C.M. Generalising reconsolidation: Spatial context and prediction error. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, 2020, No. 73(11), 1745–1756. DOI:10.1177/1747021820922555

Kiley C., Parks C.M. Mechanisms of memory updating: State dependency vs. reconsolidation. *Journal of Cognition*, 2022, No. 5(1), 7. DOI:10.5334/joc.198

Kim G., Kwon M., Kang W., Lee S.H. Is reconsolidation a general property of memory? *Frontiers in Human Neuroscience*, 2021, Vol. 15, 643106. DOI:10.3389/fnhum.2021.643106

Klingmüller A., Caplan J.B., Sommer T. Intrusions in episodic memory: Reconsolidation or interference? *Learning and Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 2017, No. 24(5), 216–224. DOI:10.1101/lm.045047.117

Marsh J.E., Hughes R.W., Jones D.M. Auditory distraction in semantic memory: A process-based approach. *Journal of Memory and Language*, 2008, No. 58(3), 682–700. DOI:10.1016/j.jml.2007.05.002

McGaugh J.L. Memory — a century of consolidation. *Science*, 2000, No. 287(5451), 248–251. DOI:10.1126/sci-

ence.287.5451.248

Meade M.E., Fernandes M.A. The role of semantically related distractors during encoding and retrieval of words in long-term memory. *Memory* (Hove, England), 2016, No. 24(6), 801–811. DOI:10.1080/09658211.2015.1053491

Misanin J.R., Miller R.R., Lewis D.J. Retrograde amnesia produced by electroconvulsive shock after reactivation of a consolidated memory trace. *Science* (New York, N.Y.), 1968, No. 160(3827), 554–555. DOI:10.1126/science.160.3827.554

Nader K., Schafe G.E., LeDoux J.E. Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, 2000, No. 406, 722–726. DOI:10.1038/35021052

Otgaar H., Candel I. Children's false memories: Different false memory paradigms reveal different results. *Psychology, Crime and Law*, 2011, No. 17(6), 513–528. DOI:10.1080/10683160903373392

Robertson B.-A., Eacott M.J., Easton A. Putting memory in context: Dissociating memories by distinguishing the nature of context. *Behavioural Brain Research*, 2015, Vol. 285, 99–104. DOI:10.1016/j.bbr.2014.10.045

Sara S.J. Retrieval and reconsolidation: Toward a neurobiology of remembering. *Learning and Memory*, 2000, Vol. 7, 73–84. DOI:10.1101/lm.7.2.73

Schafe G.E., LeDoux J.E. Memory consolidation of auditory Pavlovian fear conditioning requires protein synthesis and protein kinase A in the amygdala. *The Journal of Neuroscience*, 2000, Vol. 20, RC96. DOI:10.1523/jneurosci.20-18-j0003.2000

Schneider A.M., Sherman W. Amnesia: A function of the temporal relation of footshock to electroconvulsive shock. *Science* (New York, N.Y.), 1968, No. 159(3811), 219–221. DOI:10.1126/science.159.3811.219

Sinclair A.H., Barense M.D. Surprise and destabilize: Prediction error influences episodic memory reconsolidation. *Learning and Memory* (Cold Spring Harbor, N.Y.), 2018, No. 25(8), 369–381. DOI:10.1101/lm.046912.117

Sinclair A.H., Barense M.D. Prediction error and memory reactivation: How incomplete reminders drive reconsolidation. *Trends in Neurosciences*, 2019, No. 42(10), 727–739. DOI:10.1016/j.tins.2019.08.007

Storm B.C., Stone S.M. Saving-Enhanced Memory. *Psychological Science*, 2014, No. 26(2), 182–188. DOI:10.1177/0956797614559285

Tay K.R., Bolt F., Wong H.T., Vasileva S., Lee J. Reminder-dependent alterations in long-term declarative memory expression. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2023, Vol. 206, 107858. DOI:10.1016/j.nlm.2023.107858

Tulving E. Episodic and semantic memory. In: E. Tulving, W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. — Cambridge, MA: Academic Press, 1972. — pp. 381–403. DOI:10.4135/9781446212967.n15

Tulving E. Episodic memory and common sense: How

far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological sciences*, 2001, No. 356(1413), 1505–1515. DOI:10.1098/rstb.2001.0937

Unsworth N., Spillers G.J., Brewer G.A. Dynamics of context-dependent recall: An examination of internal and external context change. *Journal of Memory and Language*, 2012, No. 66(1), 1–16. DOI:10.1016/j.jml.2011.05.001

Yeh W., Barsalou L.W. The situated nature of concepts. *The American Journal of Psychology*, 2006, No. 119(3), 349–384. DOI:10.2307/20445349

Поступила в редакцию: 27 декабря 2024 г.

Дата публикации: 27 июля 2025 г.

Сведения об авторах

Малышева Дарья. Стажер-исследователь, научно-учебная лаборатория психологии социального неравенства, департамент психологии, факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, д. 20, 101000, Москва, Россия.

E-mail: dmalysheva@edu.hse.ru

Ануфриева Анастасия Анатольевна. Младший научный сотрудник, научно-учебная лаборатория когнитивной психологии пользователя цифровых интерфейсов, департамент психологии, факультет социальных наук, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», ул. Мясницкая, д. 20, 101000, Москва, Россия.

E-mail: aanufrieva@hse.ru

Ссылка для цитирования

Малышева Д., Ануфриева А.А. Роль механизмов реконсолидации и интерференции в обновлении эпизодических воспоминаний. *Психологические исследования*. 2025. Т. 18, № 101. С. 3.

URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи:

<https://doi.org/10.54359/6qde4x11>



Reconsolidation and interference mechanisms in episodic memory updating

Malysheva D.¹, Anufrieva A.A.¹

¹ National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Episodic memories are adaptive and malleable, and several mechanisms have been proposed to explain how they are updated. Previous research has contrasted the reconsolidation and retroactive interference hypotheses, based on the idea that reconsolidation requires reactivation of prior memories, whereas interference does not. However, the effectiveness of reactivation procedures remains controversial. Therefore, the current study employed an alternative criterion to differentiate between these mechanisms. According to the reconsolidation hypothesis, the original memory is modified by the intrusion of new information. In contrast, the interference hypothesis posits that new and old memories coexist independently and may become confused during retrieval due to their similarity. Therefore, we hypothesized that if interference is the operative mechanism, matching spatial contexts during encoding and retrieval (e.g., identical rooms or images thereof) would serve as cues for both memories, thereby increasing the likelihood of the newer memory intruding upon the older one. Conversely, if reconsolidation is at play, changes in the spatial retrieval context would not affect recall accuracy, as the memories would already be integrated. To test the hypothesis, two experiments were conducted using the “3d-list-interference” paradigm. Semantic relatedness between word lists was controlled, and participants’ emotional states were also considered. The pilot study involved 85 participants (73 female), aged 18 to 41 years ($M = 22.02$, $SD = 4.25$). No significant group differences were found, possibly due to insufficient distinctiveness between the encoding and retrieval spatial contexts and imbalanced word lists. The stimulus materials were therefore revised. The main experiment involved 122 participants (94 female), aged 18 to 54 years ($M = 23.16$, $SD = 5.56$). Here, both spatial context and semantic relatedness significantly affected recall accuracy. However, the results were contrary to the predictions of the interference mechanism: recall accuracy for List 1 was lower in the condition with matching spatial contexts and semantically unrelated lists than in all other conditions. These findings are discussed in terms of state-dependent memory, considering the influence of both external (spatial) and internal (emotional) contextual factors.

Keywords: episodic memory, reconsolidation, interference, memory integration, semantic relatedness

References

- Agren T. Human reconsolidation: A reactivation and update. *Brain Research Bulletin*, 2014, Vol. 105, 70–82. DOI:10.1016/j.brainresbull.2013.12.010
- Aleksandrov Yu.I., Gorkin A.G., Sozinov A.A., Svarnik O.E., Kuzina E.A., Gavrilov V.V. *Voprosy psikhologii*, 2015, No. 3, 1–13. <https://lib.ipran.ru/upload/papers/25510948.pdf> (in Russian)
- Baddeley A. Cognitive psychology and human memory. *Trends in Neurosciences*, 1988, No. 11(4), 176–181. DOI:10.1016/0166-2236(88)90145-2
- Capelo A.M., Albuquerque P.B., Cadavid S. Exploring the role of context on the existing evidence for reconsolidation of episodic memory. *Memory* (Hove, England), 2019, No. 27(3), 280–294. DOI:10.1080/09658211.2018.1507040
- Chan J.C., LaPaglia J.A. Impairing existing declarative memory in humans by disrupting reconsolidation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2013, No. 110(23), 9309–9313. DOI:10.1073/pnas.1218472110
- Elsej J.W., Van Ast V.A., Kindt M. Human memory reconsolidation: A guiding framework and critical review of the evidence. *Psychological Bulletin*, 2018, No. 144(8), 797. DOI:10.1037/bul0000152
- Forcato C., Burgos V.L., Argibay P.F., Molina V.A., Pedreira M.E., Maldonado H. Reconsolidation of declarative memory in humans. *Learning and Memory* (Cold Spring Harbor, N.Y.), 2007, No. 14(4), 295–303. DOI:10.1101/lm.486107
- Gisquet-Verrier P., Riccio D.C. Memory integration: An alternative to the consolidation/reconsolidation hypothesis. *Progress in Neurobiology*, 2018, Vol. 171, 15–31. DOI:10.1016/j.pneurobio.2018.10.002
- Gisquet-Verrier P., Riccio D.C. Memory integration as a challenge to the consolidation/reconsolidation hypothesis: Similarities, differences and perspectives. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 2019, Vol. 12, 71. DOI:10.3389/fnsys.2018.00071
- Godden D.R., Baddeley A.D. Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 1975, No. 66(3), 325–331. DOI:10.1111/j.2044-8295.1975.tb01468.x
- Greenberg D.L., Verfaellie M. Interdependence of episodic and semantic memory: Evidence from neuropsychology. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 2010, No. 16(5), 748–753. DOI:10.1017/S1355617710000676
- Harispe S., Ranwez S., Janaqi S., Montmain J. Semantic measures for the comparison of units of language, concepts or instances from text and knowledge base analysis. *arXiv preprint arXiv:1310.1285*, 2013. <https://arxiv.org/abs/1310.1285>
- Hupbach A., Gomez R., Hardt O., Nadel L. Reconsolidation of episodic memories: A subtle reminder triggers integration of new information. *Learning and Memory* (Cold Spring Harbor, N.Y.), 2007, No. 14(1–2), 47–53. DOI:10.1101/lm.365707
- Hupbach A., Gomez R., Nadel L. Episodic memory reconsolidation: Updating or source confusion? *Memory* (Hove, England), 2009, No. 17(5), 502–510. DOI:10.1080/09658210902882399
- Hupbach A., Gomez R., Nadel L. Episodic memory updating: The role of context familiarity. *Psychonomic Bulletin and Review*, 2011, No. 18(4), 787–797. DOI:10.3758/s13423-011-0117-6
- Hupbach A., Hardt O., Gomez R., Nadel L. The dynamics of memory: Context-dependent updating. *Learning and Memory* (Cold Spring Harbor, N.Y.), 2008, No. 15(8), 574–579. DOI:10.1101/lm.1022308
- Kiley C., Parks C.M. Generalising reconsolidation: Spatial context and prediction error. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* (2006), 2020, No. 73(11), 1745–1756. DOI:10.1177/1747021820922555
- Kiley C., Parks C.M. Mechanisms of memory updating: State dependency vs. reconsolidation. *Journal of Cognition*, 2022, No. 5(1), 7. DOI:10.5334/joc.198
- Kim G., Kwon M., Kang W., Lee S.H. Is reconsolidation a general property of memory? *Frontiers in Human Neuroscience*, 2021, Vol. 15, 643106. DOI:10.3389/fnhum.2021.643106
- Klingmüller A., Caplan J.B., Sommer T. Intrusions in episodic memory: Reconsolidation or interference? *Learning and Memory* (Cold Spring Harbor, N.Y.), 2017, No. 24(5), 216–224. DOI:10.1101/lm.045047.117
- Marsh J.E., Hughes R.W., Jones D.M. Auditory distraction in semantic memory: A process-based approach. *Journal of Memory and Language*, 2008, No. 58(3), 682–700. DOI:10.1016/j.jml.2007.05.002
- McGaugh J.L. Memory — a century of consolidation. *Science*, 2000, No. 287(5451), 248–251. DOI:10.1126/science.287.5451.248
- Meade M.E., Fernandes M.A. The role of semantically related distractors during encoding and retrieval of words in long-term memory. *Memory* (Hove, England), 2016, No. 24(6), 801–811. DOI:10.1080/09658211.2015.1053491
- Misanin J.R., Miller R.R., Lewis D.J. Retrograde amnesia produced by electroconvulsive shock after reactivation of a consolidated memory trace. *Science* (New York, N.Y.), 1968, No. 160(3827), 554–555. DOI:10.1126/science.160.3827.554
- Nader K., Schafe G.E., LeDoux J.E. Fear memories require protein synthesis in the amygdala for reconsolidation after retrieval. *Nature*, 2000, No. 406, 722–726. DOI:10.1038/35021052
- Osin E.N. *Psikhologiya. Zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki*, 2012, No. 9(4), 91–110. (in Russian)
- Otgaar H., Candel I. Children's false memories: Different false memory paradigms reveal different results. *Psychology, Crime and Law*, 2011, No. 17(6), 513–528. DOI:10.1080/10683160903373392



Robertson B.-A., Eacott M.J., Easton A. Putting memory in context: Dissociating memories by distinguishing the nature of context. *Behavioural Brain Research*, 2015, Vol. 285, 99–104. DOI:10.1016/j.bbr.2014.10.045

Sara S.J. Retrieval and reconsolidation: Toward a neurobiology of remembering. *Learning and Memory*, 2000, Vol. 7, 73–84. DOI:10.1101/lm.7.2.73

Schafe G.E., LeDoux J.E. Memory consolidation of auditory Pavlovian fear conditioning requires protein synthesis and protein kinase A in the amygdala. *The Journal of Neuroscience*, 2000, Vol. 20, RC96. DOI:10.1523/jneurosci.20-18-j0003.2000

Schneider A.M., Sherman W. Amnesia: A function of the temporal relation of footshock to electroconvulsive shock. *Science (New York, N.Y.)*, 1968, No. 159(3811), 219–221. DOI:10.1126/science.159.3811.219

Sinclair A.H., Barense M.D. Surprise and destabilize: Prediction error influences episodic memory reconsolidation. *Learning and Memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*, 2018, No. 25(8), 369–381. DOI:10.1101/lm.046912.117

Sinclair A.H., Barense M.D. Prediction error and memory reactivation: How incomplete reminders drive reconsolidation. *Trends in Neurosciences*, 2019, No. 42(10), 727–739. DOI:10.1016/j.tins.2019.08.007

Sozinov A.A., Aleksandrov I.O., Gorkin A.G., Grechenko T.N., Aleksandrov Yu.I. Rossiiskii psikhologicheskii zhurnal, 2023, No. 20(3), 131–156. DOI:10.21702/rpj.2023.3.7 (in Russian)

Storm B.C., Stone S.M. Saving-Enhanced Memory. *Psychological Science*, 2014, No. 26(2), 182–188. DOI:10.1177/0956797614559285

Tay K.R., Bolt F., Wong H.T., Vasileva S., Lee J. Reminder-dependent alterations in long-term declarative memory expression. *Neurobiology of Learning and Memory*, 2023, Vol. 206, 107858. DOI:10.1016/j.nlm.2023.107858

Tulving E. Episodic and semantic memory. In: E. Tulving, W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory*. — Cambridge, MA: Academic Press, 1972. — pp. 381–403. DOI:10.4135/9781446212967.n15

Tulving E. Episodic memory and common sense: How far apart? *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological sciences*, 2001, No. 356(1413), 1505–1515. DOI:10.1098/rstb.2001.0937

Unsworth N., Spillers G.J., Brewer G.A. Dynamics of context-dependent recall: An examination of internal and external context change. *Journal of Memory and Language*, 2012, No. 66(1), 1–16. DOI:10.1016/j.jml.2011.05.001

Yeh W., Barsalou L.W. The situated nature of concepts. *The American Journal of Psychology*, 2006, No. 119(3), 349–384. DOI:10.2307/20445349

Zyuzina A.B., Balaban P.M. Zhurnal vysshei nervnoi deyatel'nosti im. IP Pavlova, 2015, No. 65(5), 564. DOI:10.7868/S0044467715050172 (in Russian)

Information about authors

Malysheva Daria. Research Assistant at the Laboratory for Psychology of Social Inequality, School of Psychology, Faculty of Social Sciences, National Research University Higher School of Economics, Myasnikskaya St., 20, 101000, Moscow, Russia.

E-mail: dmalysheva@edu.hse.ru

Anufrieva Anastasia Anatolievna. Junior Research Associate at the Laboratory for Cognitive Psychology of Digital Interface Users, School of Psychology, Faculty of Social Sciences, National Research University Higher School of Economics, Myasnikskaya St., 20, 101000, Moscow, Russia.

E-mail: aanufrieva@hse.ru

For citation:

Malysheva D., Anufrieva A.A. Reconsolidation and interference mechanisms in episodic memory updating. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 2025, Vol. 18, No. 101, p. 3.

<https://psystudy.ru>