

## ОБЗОРЫ

## Применение VR/AR технологий в комплексном лечении посттравматического стрессового расстройства

Ермакова Л.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский Государственный Университет, Санкт-Петербург, Россия

В настоящем обзоре представлены современные данные о применении технологий виртуальной и дополненной реальности (VR/AR) в комплексной терапии посттравматического стрессового расстройства (ПТСР). Рассмотрены основные нейрофизиологические механизмы воздействия VR/AR, включая модуляцию деятельности миндалевидного тела, медиальной префронтальной коры и гиппокампа, а также влияние на нейровегетативную регуляцию. Проведен анализ опубликованных клинических исследований, метаанализов и пилотных проектов, подтверждающих эффективность VR/AR-интервенций в снижении симптомов ПТСР, улучшении переносимости терапии и повышении приверженности лечению. Отдельное внимание уделено отечественным разработкам, в том числе применению VR в психосоциальной реабилитации военнослужащих и развитию многомодальных VR-технологий. Выделены ключевые ограничения внедрения VR/AR-терапии в российскую медицинскую практику и обозначены перспективные направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** посттравматическое стрессовое расстройство, виртуальная реальность, дополненная реальность, VR-терапия, экспозиционная терапия, нейрофизиология, психосоциальная реабилитация

Список сокращений:

КИ — клинические исследования  
ПТСР — посттравматическое стрессовое расстройство  
РКИ — рандомизированные клинические исследования  
AR — дополненная реальность  
VR — виртуальная реальность

## Введение

### *Актуальность проблемы*

Посттравматическое стрессовое расстройство (ПТСР) является одним из наиболее тяжелых и стойких психических состояний, возникающих в ответ на пережитые травматические события, такие как боевые действия, насилие, стихийные бедствия и техногенные катастрофы [Молчанова, 2014; Бухтияров и соавт., 2018]. Согласно классификации DSM-V Американской психиатрической ассоциации от 2013 года, ПТСР характеризуется нарушениями в 4-х ключевых доменах: 1) навязчивые воспоминания (интрузии), 2) избегающее поведение, 3) негативные изменения в когнитивной и эмоциональной сфере и 4) выраженные симптомы гиперактивации [Бухтияров и соавт., 2018].

Проблема ПТСР носит междисциплинарный характер и находится на стыке психологии, психиатрии, нейронаук и социальных практик. Она выходит за рамки сугубо медицинского понимания и не имеет единственного универсального метода лечения. Данный синдром существенно снижает качество жизни пострадавших, увеличивает риск девиантного поведения (например, злоупотребления психоактивными веществами), ведет к преждевременной потере трудоспособности и дезадаптации в обществе. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 3,9 % населения мира на каком-то этапе жизни сталкиваются с ПТСР [Kessler et al., 2017; Koenen et al., 2017]. По данным эпидемиологических исследований, ПТСР диагностируется у 27,8 % участников боевых действий в западных странах [Richardson et al., 2010], 17-19 % ветеранов Афганистана [Raskind et al., 2013]. Точная распространенность ПТСР среди российских военнослужащих не установлена, однако по неофициальным данным она может достигать 40 %. Эти данные свидетельствуют не только о существенной нагрузке на систему здравоохранения, но прежде всего о том, что в настоящее время отсутствуют по-настоящему эффективные и универсальные методы лечения ПТСР, способные обеспечить устойчивое улучшение без риска ре-травматизации. Традиционные подходы, такие как экспозиционная терапия, хотя и обладают доказанной эффективностью, часто сопровождаются выраженным эмоциональным дистрессом и высокой частотой отказов от продолжения лечения. Многие пациенты не готовы к полной иммерсии в травматические воспоминания, что делает терапию труднопереносимой и ограничивает ее применимость в реальной практике [Maples-Keller et al., 2017]. В этих условиях особенно актуальной

становится задача разработки методов, которые сочетали бы эффективность воздействия с мягкой, контролируемой подачей травматического материала, минимизируя психоэмоциональную нагрузку на пациента [Difede et al., 2006].

Терапия ПТСР требует комплексного подхода, включая психологические, социальные, культурные и нейробиологические аспекты. В этом контексте технологии VR/AR открывают возможность объединять достижения психотерапии, когнитивной психологии, нейронаук и компьютерных технологий, формируя основу для более гибкой и персонализированной психосоциальной реабилитации. VR/AR-технологии позволяют воспроизводить травматические сценарии в контролируемой, безопасной и высокоиммерсивной среде, что способствует более точной настройке экспозиции и повышает комплаенс пациента (приверженность к терапии) [Maples-Keller et al., 2017; Rauch et al., 2006]. Использование VR/AR в комплексной терапии ПТСР не только повышает приверженность лечению, но и обеспечивает персонализацию терапевтического процесса, делая его более гибким и адаптированным к специфике травматического опыта [Carl et al., 2019]. Актуальность внедрения VR-подходов особенно возрастает в условиях роста числа вооруженных конфликтов и связанных с ними психотравмирующих воздействий. Применение новых технологий в комплексной терапии позволяет оптимизировать работу специалистов, сокращая временные и эмоциональные издержки как для пациентов, так и для врачей.

Целью настоящего обзора является обобщение и анализ современных данных о применении технологий VR/AR в комплексной терапии ПТСР. В работе рассматриваются принципы работы, механизм действия, эффективность, ограничения и перспективы VR/AR-технологий, обсуждается опыт их применения в различных клинических сценариях, анализируются результаты опубликованных исследований.

## Методология поиска

Поиск отечественных и зарубежных публикаций по теме применения VR/AR-технологий при терапии ПТСР проводился в базах данных PubMed, РИНЦ и eLibrary. Поиск в системе PubMed выполнен 20.05.2025 с учетом следующих параметров: поиск по заголовкам и аннотациям; ключевые слова: post-traumatic stress disorder, PTSD, virtual reality, VR, augmented reality, AR, virtual therapy, exposure therapy; язык публикации — английский

и русский.

Поле запроса в поисковой системе PubMed выглядело следующим образом:

((“post-traumatic stress disorder”[Title/Abstract] OR PTSD[Title/Abstract])

AND (“virtual reality”[Title/Abstract] OR VR[Title/Abstract]

OR “augmented reality”[Title/Abstract] OR AR[Title/Abstract]

OR “virtual therapy”[Title/Abstract] OR “exposure therapy”[Title/Abstract]))

AND (English[Language] OR Russian[Language])

Критерии включения: исследования с участием пациентов с диагностированным ПТСР (по DSM-IV или DSM-5), публикации в рецензируемых журналах, наличие описания применения VR/AR-технологий и количественных данных об эффективности. Критерии исключения: публикации без клинической выборки (только технические разработки), обзоры без анализа эффективности.

Глубина поиска составила 10 лет, однако в анализ были включены и более ранние работы, представляющие собой интерес и практическую ценность в контексте применения VR/AR в терапии ПТСР.

В результате поиска было выявлено 98 публикаций, из которых после удаления дублирующихся и нерелевантных работ в итоговый анализ вошли 10 статей: 6 клинических исследований, 2 мета-анализа и систематических обзора и 2 нарративных обзора.

## Результаты

### *Механизм действия VR/AR-терапии при ПТСР: нейрофизиологические аспекты*

Применение VR/AR-технологий в терапии ПТСР основано на воздействии на психические механизмы, обеспечивающие актуализацию и переработку травматических воспоминаний, угасание патологических реакций страха, освоение новых моделей реагирования и контроль аффективной сферы. Одним из ключевых патофизиологических механизмов ПТСР является нарушение процессов угасания страха при доминировании патологического гипервозбуждения миндалевидного тела и сниженной активности медиальной префронтальной коры и гиппокампа [Tan G et al., 2011]. Это приводит к устойчивому сохранению травматических ассоциаций и снижению способности к когнитивной переработке травматического опыта.

Применение VR позволяет создавать контролируемую терапевтическую среду, в которой обеспечивается повторная безопасная экспозиция к травматическим стимулам при отсутствии реальной угрозы. Такая иммерсивная экспозиция активирует миндалевидное тело, ответственное за детекцию угрозы, но при этом задействует сети медиальной префронтальной коры и гиппокампа, участвующие в когнитивной переработке и формировании новых контекстных ассоциаций [Rauch et al., 2006, Javanbakht et al., 2024]. Баланс между этими системами способствует угасанию патологического страха через процессы нейропластичности и ре-консолидации памяти [Carl et al., 2019].

Кроме того, VR-терапия может регулировать механизмы нейровегетативной регуляции. Исследования демонстрируют снижение активности симпатической нервной системы и нормализацию вариабельности сердечного ритма, что отражает снижение гипервозбуждения, характерного для ПТСР [Rizzo et al., 2015].

AR-технологии расширяют возможности VR-интервенций за счет интеграции экспозиции в естественные жизненные контексты пациента, что способствует генерализации терапевтических эффектов и дополнительной тренировке механизмов адаптации за пределами кабинета психотерапевта [Difede et al., 2001].

Важной особенностью VR/AR является возможность точного дозирования интенсивности стимулов и индивидуализации терапевтических сценариев в реальном времени в зависимости от реакции и состояния пациента, что снижает риск повторной травматизации и повышает переносимость терапии [Rizzo et al., 2015].

Таким образом, терапевтические вмешательства с помощью VR/AR задействуют комплексную перестройку аффективных, когнитивных и физиологических компонентов патологического страха, способствуя восстановлению баланса между реакциями угрозы и контролем над эмоциями.

### *Анализ исследований по эффективности VR/AR в комплексной терапии ПТСР*

Литературные данные отражают возрастающий научный и клинический интерес к использованию VR/AR-технологий в лечении ПТСР. Существующие стандарты лечения ПТСР, основанные на когнитивно-поведенческой и экспозиционной терапии, демонстрируют высокую эффективность

в контролируемых условиях, однако в реальной клинической практике их применение сопряжено с определенными ограничениями. Эмоциональная тяжесть воспроизведения травматических событий, трудности полного погружения в травматический опыт, высокий процент отказов от лечения обуславливают необходимость поиска дополнительных терапевтических решений.

Развитие технологий VR/AR открывает принципиально новые возможности для преодоления этих барьеров. Управляемая иммерсивная среда позволяет гибко регулировать интенсивность и длительность экспозиции, повышать безопасность терапевтического процесса и учитывать индивидуальные особенности пациента, что способствует лучшей переносимости и повышению приверженности лечению. На сегодняшний день отсутствуют рекомендации по количеству и продолжительности терапевтических сессий, необходимых для достижения устойчивого положительного эффекта. В таблице 1 представлены обобщенные данные клинических исследований, оценивающих эффективность VR/AR-интервенций в терапии ПТСР.



Таблица 1

Обзор клинических исследований, в которых оценивалась эффективность VR-технологий в комплексной терапии ПТСР

| Автор, год              | Дизайн      | Выборка  | Краткое описание   | Основные результаты   |
|-------------------------|-------------|--|--|---|
| [Difede et al., 2006]   | КИ          | Пострадавшие при теракте 11.09.2001, участники служб реагирования (n = 20, 11 — VR терапия, 9 — контроль, группа ожидания) | В группе VR были проведены 14 индивидуальных сеансов с поэтапной экспозицией, построенной на реалистичной симуляции событий теракта 11.09.2001. В группе исходный средний показатель по шкале VR балл по шкале CAPS был равен M = 78,0; SD = 24,0. Большинство участников были работниками служб реагирования. У 6 из 9 участников экспозиционная терапия не оказала никакого влияния на симптомы ПТСР, в то время как фоне VR выраженность симптомов снизилась на 25-50 %   | В группе VR показано существенное ↓ симптомов ПТСР по шкале CAPS (t = 3,32, p = 0,01), размер эффекта — 1,53; у 5 из 8 ремиссия, $\chi^2 = 7,3$ , p < 0,01  |
| [Rothbaum et al., 2001] | Открытое КИ | Ветераны войны во Вьетнаме (n = 10)  | Участники прошли 8-16 сеансов с применением VR-технологий, в ходе которых погружались в 2 виртуальные среды: полет на военном вертолете и патрулирование в джунглях. Для оценки симптомов ПТСР применялись шкалы CAPS и IES  | Через 6 месяцев по шкале CAPS ↓ выраженности симптомов ПТСР (p = 0,0021). По шкале IES через 3 месяца отмечено достоверное ↓ симптомов интрузии (p < 0,05)  |
| [Rizzo et al., 2010]    | Открытое КИ | Действующие военнослужащие США (n = 20)  | Открытое исследование эффективности VR-системы «Virtual Iraq/Afghanistan» с погружением в сценарии боевых действий. Пациенты прошли 10-11 сессий VR с возрастающей экспозицией к травматическим стимулам. Использовались виртуальные среды, имитирующие условия патрулирования, городские конфликты и операции в пустыне с применением визуальных, звуковых, обонятельных и тактильных стимулов. Для оценки клинической динамики применялись следующие шкалы: PCL-M, PHQ-9, и BAI  | У 80 % участников после VR была зафиксирована ремиссия. Средний балл по шкале PCL-M ↓ с 54,4 до 35,6 баллов (p < 0,001), тревожность по шкале BAI ↓ на 33 % (p < 0,003), а депрессивные симптомы по PHQ-9 ↓ на 49 % (p < 0,002)   |
| [Reger et al., 2016]    | РКИ         | Военнослужащие США после боевых действий в Ираке и Афганистане (n = 162, 54 — VR, 54 — ПЭТ, 54 — группа контроля)          | Военнослужащие были рандомизированы в 3 группы, после чего проходили 10 сессий терапии. В исследовании оценивалась выраженность симптомов ПТСР по шкале CAPS, а также показатели по следующим шкалам: шкала ПТСР PCL-C, шкала депрессивных симптомов BDI-II, шкала тревожности BAI, шкала восприятия стигматизации обращения за психологической помощью SSRPH и шкала отношения к получению психиатрической помощи IASMHS. Независимые специалисты проводили оценку на исходном уровне, в середине терапии, после завершения лечения, а также через 3 и 6 месяцев в рамках последующего наблюдения | Исследование не подтвердило гипотезу о превосходстве VR-технологии над ПЭТ. После лечения клинически значимое улучшение (CAPS < 65) было достигнуто у 21 участника из группы ПЭТ (41,2 %), у 17 участников из группы VR-терапии (32,7 %) и у 10 % в контрольной группе (p < 0,001). Лишь у 1 участника в группе VR было зафиксировано устойчивое улучшение без рецидива симптомов. По остальным шкалам статистически значимых различий также выявлено не было |

|                                  |     |   |   |   |
|----------------------------------|-----|---|---|---|
| [Beidel et al., 2019]            | РКИ | Ветераны и военнослужащие действующей службы после участия в боевых действиях в Ираке/Афганистане (n = 92, 49 — Trauma management therapy, 43 — VR)   | В исследовании сравнивались два подхода к применению VR-технологий в терапии ПТСР. Группа ТМТ проходила сессии с применением VR в сочетании с когнитивно-поведенческой групповой терапией, направленной на снижение депрессии, выраженности гнева и социальной изоляции. Другая группа проходила VR в сочетании с психообразовательными сессиями. Каждая группа проходила 29 сессий в течение 17 недель. Оценка эффективности терапии проводилась до начала, в середине и по завершении лечения, также через 3 и 6 месяцев в рамках последующего наблюдения. В качестве показателей использовались: выраженность симптомов ПТСР по шкалам CAPS и PCL-M, депрессивные симптомы по шкале BDI-II, уровень гнева по шкале STAXI-2, социальная изоляция по шкале UCLA Loneliness Scale, нарушения сна по шкале ISI | В обеих группах наблюдалось статистически значимое ↓ выраженности симптомов ПТСР по CAPS и PCL-M ( $p < 0,001$ ). Показано ↓ выраженности депрессивных симптомов ( $p < 0,001$ ) и гнева ( $p = 0,001$ ) в обеих группах. Существенное снижение социальной изоляции ( $p = 0,001$ ) зафиксировано только в группе ТМТ. Улучшения сохранялись через 6 месяцев после терапии в обеих группах. Симптомы бессонницы — улучшение не было достигнуто ни в одной из групп. |
| [van 't Wout-Frank et al., 2024] | РКИ | Военнослужащие США (n = 54, 26 — транскраниальная стимуляция постоянным током (ТСПТ) с VR-программой; 28 — плацебо-стимуляция с той же VR-программой) | VR-программа включала 6 сессий по 25 минут (сцены боевых действий), проводимых 2 раза в неделю на протяжении 3 недель. Оценка проводилась до лечения, через 1 и 3 месяца после. Оценка проводилась с помощью опросников PCL-5, шкал качества жизни, социальной адаптации, тревоги и депрессии   | По результатам, в группе ТСПТ с VR было зафиксировано статистически значимое ↓ симптомов ПТСР через 1 месяц по сравнению с группой VR и плацебо-стимуляцией ( $t = -2,27$ ; $p = 0,02$ ), а также достоверно усиленная нейронная адаптация к VR-сценам ( $p < 0,001$ ). Различий между группами по качеству жизни, депрессии и социальной адаптации не отмечено. Терапевтический эффект ТСПТ с VR сохранялся на протяжении как минимум 3 месяцев                    |

Список сокращений: КИ — клиническое исследование; ПТСР — посттравматическое стрессовое расстройство; ПЭТ — пролонгированная экспозиционная терапия; РКИ — рандомизированное клиническое исследование; ТПСТ — транскраниальная стимуляция постоянным током; BAI (Beck Anxiety Inventory) — шкала тревожности Бека; BDI-II (Beck Depression Inventory-II) — шкала депрессии Бека II; CAPS (Clinician-administered PTSD Scale) — шкала для клинической диагностики ПТСР; IASMHS (Inventory of Attitudes Toward Seeking Mental Health Services) — шкала отношения к получению психиатрической помощи; IES (Impact of Event Scale) — шкала оценки влияния травматического события; ISI (Insomnia Severity Index) — индекс тяжести инсомнии; PCL-5 (PTSD Checklist for DSM-5) — шкала самооценки проявлений ПТСР; PCL-C (PTSD Checklist – Civilian Version) — шкала оценки симптомов ПТСР (гражданская версия); PCL-M (PTSD Checklist – Military Version) — шкала оценки симптомов ПТСР (военная версия); PHQ-9 (Patient Health Questionnaire-9) — опросник по состоянию здоровья; SSRPH (Stigma Scale for Receiving Psychological Help) — шкала восприятия стигматизации обращения за психологической помощью; STAXI-2 (State-Trait Anger Expression Inventory-2) — опросник для диагностики специфики переживания гнева; UCLA (UCLA Loneliness Scale) — шкала объективного ощущения одиночества.

Также мы проанализировали метаанализы, систематические обзоры и нарративные обзоры касательно применения VR для терапии ПТСР. Систематический обзор [Gonçalves et al., 2012], включивший 10 исследований (4 РКИ, 2 контролируемых нерандомизированных и 4 неконтролируемых), показал, что в 7 работах применение VR приводило к статистически значимому снижению симптомов ПТСР по сравнению с контрольной группой. В то же время различий в эффективности между VR и традиционной экспозиционной терапией выявлено не было. Авторы отмечают ограниченность выборок, недостаточную стандартизацию числа терапевтических сессий и методологические недочеты в части рандомизированных исследований. В метаанализе [Deng et al., 2019] были проанализированы 18 исследований, включая 13 РКИ ( $n = 654$ ) и 5 исследований с одной группой ( $n = 160$ ). Обобщенный анализ основных эффектов показал умеренный размер эффекта ( $g = 0,327$ ; 95 % ДИ [доверительный интервал]: 0,105–0,550;  $p < 0,01$ ) в пользу VR по сравнению с контролем. Также был обнаружен дозозависимый эффект: большее число сессий ассоциировалось с более выраженным снижением симптоматики ПТСР. Сохранение эффекта наблюдалось через 3 месяца ( $g = 0,697$ ) и через 6 месяцев ( $g = 0,848$ ) по окончании терапии.

Совокупные данные систематических обзоров и метаанализов подтверждают эффективность VR-терапии при ПТСР. При этом результаты РКИ указывают, что использование VR в качестве «монотерапии» не всегда позволяет достичь оптимального терапевтического эффекта по всему спектру симптомов ПТСР.

В отличие от VR, эффективность которой подтверждена рядом клинических исследований и мета-анализов, AR-технологии представляют собой пока лишь зарождающееся направление. На сегодняшний день они находятся на стадии пилотных и экспериментальных работ и еще не располагают сопоставимой доказательной базой.

В последние годы в России усиливается интерес к применению VR/AR в терапии ПТСР. Пока речь идет главным образом об изучении и апробации наиболее эффективных инструментов терапии ПТСР, среди которых VR рассматривается как один из наиболее перспективных подходов. Активно обсуждается потенциал применения VR у участников боевых действий [Цицилин и соавт., 2025].

## *Ограничения применения VR/AR-терапии ПТСР в условиях отечественного здравоохранения*

Несмотря на активно накапливаемую доказательную базу и положительные клинические результаты, широкое внедрение VR/AR-технологий в практику лечения ПТСР в России по-прежнему ограничено рядом объективных факторов [Косоногов и соавт., 2022].

Ключевыми барьерами остаются высокая стоимость оборудования, отсутствие отечественного сертифицированного программного обеспечения и нехватка квалифицированных специалистов, владеющих VR/AR-технологиями в контексте психотерапии [Косоногов и соавт., 2022]. На сегодняшний день программы профессиональной подготовки в области медицинской VR-терапии носят фрагментарный характер и находятся на этапе формирования.

Вместе с тем, активное развитие отечественных пилотных проектов, локальных IT-разработок и накопление клинического опыта в реабилитационных центрах создают предпосылки для дальнейшей интеграции VR/AR в российскую систему психосоциальной реабилитации при ПТСР, особенно в группах ветеранов и участников боевых действий.

## **Заключение**

Применение технологий VR/AR в терапии ПТСР представляет собой перспективное и активно развивающееся направление современной психотерапии. VR/AR-интервенции позволяют преодолеть значительную часть ограничений традиционных методов экспозиционной терапии, минимизируя риск ретравматизации за счет контролируемого и индивидуализированного воспроизведения травматических сценариев.

Анализ опубликованных клинических исследований, метаанализов и пилотных проектов подтверждает воспроизводимость положительных терапевтических эффектов VR/AR-технологий как в зарубежной практике, так и в рамках первых отечественных проектов. Наряду с этим остаются нерешенными вопросы, связанные с высокой стоимостью оборудования, недостатком лицензированного программного обеспечения, отсутствием стандартизированных протоколов терапии и системы профессиональной подготовки специалистов.

С учетом нарастающей потребности в эффективных технологиях психосоциальной и нейрореабилитации, особенно в свете роста числа пациентов с профессионально обусловленным ПТСР среди военнослужащих и участников боевых действий, дальнейшее развитие VR/AR-технологий в отечественной практике требует междисциплинарного сотрудничества, создания нормативной базы, научно-технологического прорыва и формирования единой системы подготовки профессиональных кадров. Формирование отечественной школы VR/AR-психотерапии ПТСР представляется актуальной задачей современной психиатрии, психотерапии, неврологии и медицинской реабилитации.

## Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

## Литература

Бухтияров И.В., Глухов Д.В. Формирование посттравматических стрессовых расстройств у военнослужащих в боевой обстановке. *Медицинский труд и промышленная экология*, 2018, No. 2.

Косоногов В.В., Ефимов К.В., Рахманкулова З.К. Обзор психофизиологических исследований стресса с использованием VR. *Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова*, 2022, No. 72(4), 472–486.

Молчанова Е.С. Посттравматическое стрессовое и острое стрессовое расстройство в формате DSM-V: внесенные изменения и прежние проблемы. *Медицинская психология в России*, 2014, No. 6(1), 2. DOI: 10.24411/2219-8245-2014-00006

Цицилин П.В. Многомодальная VR-терапия при ПТСР: концепция и пилотное исследование. *Вестник науки*, 2025, No. 3, 84.

Beidel D.C., Frueh B.C., Neer S.M., et al. Trauma management therapy with virtual-reality augmented exposure therapy for combat-related PTSD: a randomized controlled trial. *J Anxiety Disord*, 2019, No. 61, 64–74. DOI: 10.1016/j.janxdis.2017.08.005

Carl E., Stein A.T., Levihn-Coon A., et al. Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Anxiety Disord*, 2019, No. 61, 27–36. DOI: 10.1016/j.janxdis.2018.08.003

Deng W., Hu D., Xu S., et al. The efficacy of virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms: a systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*, 2019, No. 257, 698–709. DOI: 10.1016/j.jad.2019.07.086

Difede J., Cukor J., Jayasinghe N., et al. Virtual reality exposure therapy for the treatment of posttraumatic stress disorder following September 11, 2001. *J Clin Psychiatry*, 2007, No. 68(11), 1639–47.

Difede J., Cukor J., Patt I., et al. The application of virtual reality to the treatment of PTSD following the WTC attack. *Ann N Y Acad Sci*, 2006, No. 1071, 500–1. DOI: 10.1196/annals.1364.052

Gonçalves R., Pedrozo A.L., Coutinho E.S., et al. Efficacy of virtual reality exposure therapy in the treatment of PTSD: a systematic review. *PLoS One*, 2012, No.7(12), e48469. DOI: 10.1371/journal.pone.0048469

Javanbakht A., Hinchey L., Gorski K., et al. Unreal that feels real: artificial intelligence-enhanced augmented reality for treating social and occupational dysfunction in post-traumatic stress disorder and anxiety disorders. *Eur J Psychotraumatol*, 2024, No. 15(1), 2418248. DOI: 10.1080/20008066.2024.2418248

Kessler R.C., Aguilar-Gaxiola S., Alonso J., Benjet C., Bromet E.J., Cardoso G., et al. Trauma and PTSD in the WHO world mental health surveys. *Eur J Psychotraumatol*, 2017, No. 8(sup5), 1353383. DOI:10.1080/20008198.2017.1353383

Koenen K.C., Ratanatharathorn A., Ng L., McLaughlin K.A., Bromet E.J., Stein D.J., et al. Posttraumatic stress disorder in the World Mental Health Surveys. *Psychol Med*, 2017, Oct, No. 47(13), 2260–74. DOI:10.1017/S0033291717000708

Maples-Keller J.L., Bunnell B.E., Kim S.J., et al. The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders. *Harv Rev Psychiatry*, 2017, No. 25(3), 103–13. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000138

Raskind M.A., Peterson K., Williams T., et al. A trial of prazosin for combat trauma PTSD with nightmares in active-duty soldiers returned from Iraq and Afghanistan. *American Journal of Psychiatry*, 2013. DOI: 10.1176/appi.ajp.2013.12081133

Rauch S.L., Shin L.M., Phelps E.A. Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and extinction: human neuroimaging research—past, present, and future. *Biol Psychiatry*, 2006, No. 60(4), 376–82.

Reger G.M., Koenen-Woods P., Zetocha K., et al. Randomized controlled trial of prolonged exposure using imaginal exposure vs. virtual reality exposure in active duty soldiers with deployment-related posttraumatic stress disorder (PTSD). *J Consult Clin Psychol*, 2016, No. 84(11), 946–59. DOI: 10.1037/ccp0000134

Richardson L.K., Frueh B.C., Acierno R. Prevalence estimates of combat-related post-traumatic stress disorder: critical review. *Aust N Z J Psychiatry*, 2010, No. 44(1), 4–19. DOI: 10.3109/00048670903393597

Rizzo A., Cukor J., Gerardi M., et al. Virtual reality exposure for PTSD due to military combat and terrorist attacks. *J Contemp Psychother*, 2015. DOI: 10.1007/s10879-015-9306-3

Rizzo A.S., Difede J., Rothbaum B.O., Reger G., Spitalnick J., Cukor J., McLay R. Development and early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD. *Ann N Y Acad*

Sci, 2010, Oct, No. 1208, 114–25. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2010.05755.x

Rothbaum B.O., Hodges L.F., Ready D., et al. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *J Clin Psychiatry*, 2001, No. 62(8), 617–22. DOI: 10.4088/jcp.v62n0808

Tan G., Dao T.K., Farmer L. Heart rate variability (HRV) and posttraumatic stress disorder (PTSD): A pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2011, No. 36(1), 27–35.

Поступила в редакцию: 31 мая 2025 г.

Дата публикации: 28 ноября 2025 г.

## Сведения об авторах

*Ермакова Людмила Алексеевна*. Врач-педиатр, Санкт-Петербургский Государственный Университет, Университетская наб., д. 7-9, 199034, Санкт-Петербург, Россия.

E-mail: [yermakova26@yandex.ru](mailto:yermakova26@yandex.ru)

## Ссылка для цитирования

Ермакова Л.А. Применение VR/AR технологий в комплексном лечении посттравматического стрессового расстройства. *Психологические исследования*. 2025. Т. 18, № 103. С. 3.

URL: <https://psystudy.ru>

Адрес статьи:

<https://doi.org/10.54359/ps.v18i103.1977>

# Application of VR/AR technologies in the comprehensive treatment of post-traumatic stress disorder

Yermakova L.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia

This review summarizes current evidence on the use of virtual and augmented reality (VR/AR) technologies in the comprehensive treatment of post-traumatic stress disorder (PTSD). The neurophysiological mechanisms underlying VR/AR interventions are discussed, including modulation of amygdala, medial prefrontal cortex, and hippocampal activity, as well as effects on autonomic regulation. The review integrates findings from clinical studies, meta-analyses, and pilot trials demonstrating the efficacy of VR/AR interventions in reducing PTSD symptoms, improving treatment tolerability, and enhancing patient adherence. Particular attention is devoted to Russian developments, including the use of VR in the psychosocial rehabilitation of military personnel and the advancement of multimodal VR technologies. Finally, key barriers to the integration of VR/AR therapy into Russian clinical practice are identified, and promising directions for future research are outlined.

**Keywords:** post-traumatic stress disorder, virtual reality, augmented reality, VR therapy, exposure therapy, neurophysiology, rehabilitation

## References

Beidel D.C., Frueh B.C., Neer S.M., et al. Trauma management therapy with virtual-reality augmented exposure therapy for combat-related PTSD: a randomized controlled trial. *J Anxiety Disord*, 2019, No. 61:64–74. DOI:10.1016/j.janxdis.2017.08.005

Bukhtiyarov I.V., Glukhov D.V. Formirovanie posttravmaticheskikh stressovykh rasstroistv u voennosluzhashchikh v boevoi obstanovke. *Meditsinskii trud i promyshlennaya ekologiya*, 2018, No. 2. (in Russian)

Carl E., Stein A.T., Levihn-Coon A., et al. Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Anxiety Disord*, 2019, No. 61, 27–36. DOI: 10.1016/j.janxdis.2018.08.003

Deng W., Hu D., Xu S., et al. The efficacy of virtual reality exposure therapy for PTSD symptoms: a systematic review and meta-analysis. *J Affect Disord*, 2019, No. 257, 698–709. DOI: 10.1016/j.jad.2019.07.086

Difede J., Cukor J., Jayasinghe N., et al. Virtual reality exposure therapy for the treatment of posttraumatic stress disorder following September 11, 2001. *J Clin Psychiatry*, 2007, No. 68(11), 1639–47.

Difede J., Cukor J., Patt I., et al. The application of virtual reality to the treatment of PTSD following the WTC attack. *Ann N Y Acad Sci*, 2006, No. 1071, 500–1. DOI: 10.1196/annals.1364.052

Gonçalves R., Pedrozo A.L., Coutinho E.S., et al. Efficacy of virtual reality exposure therapy in the treatment of PTSD: a systematic review. *PLoS One*, 2012, No. 7(12), e48469. DOI: 10.1371/journal.pone.0048469

Javanbakht A., Hinchey L., Gorski K., et al. Unreal that feels real: artificial intelligence-enhanced augmented reality for treating social and occupational dysfunction in post-traumatic stress disorder and anxiety disorders. *Eur J Psychotraumatol*, 2024, No. 15(1), 2418248. DOI: 10.1080/20008066.2024.2418248

Kessler R.C., Aguilar-Gaxiola S., Alonso J., Benjet C., Bromet E.J., Cardoso G., et al. Trauma and PTSD in the WHO world mental health surveys. *Eur J Psychotraumatol*, 2017, No. 8(sup5), 1353383. DOI:10.1080/20008198.2017.1353383

Koenen K.C., Ratanatharathorn A., Ng L., McLaughlin K.A., Bromet E.J., Stein D.J., et al. Posttraumatic stress disorder in the World Mental Health Surveys. *Psychol Med*, 2017, Oct, No. 47(13), 2260–74. DOI:10.1017/S0033291717000708

Kosonogov V.V., Efimov K.V., Rakhmankulova Z.K. Obzor psikhofiziologicheskikh issledovaniy stressa s ispol'zovaniem VR. *Zhurnal vysshei nervnoi deyatelnosti im. I.P. Pavlova*, 2022, No. 72(4), 472–486. (in Russian)

Maples-Keller J.L., Bunnell B.E., Kim S.J., et al. The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders. *Harv Rev Psychiatry*, 2017, No. 25(3), 103–13. DOI: 10.1097/HRP.0000000000000138

Molchanova E.S. Posttravmaticheskoe stressovoe i ostroe stressovoe rasstroistvo v formate DSM-V: vnesennye izmeneniya i prezhnie problemy. *Meditsinskaya psikhologiya v Rossii*, 2014, No. 6(1), 2. DOI:10.24411/2219-8245-2014-00006 (in Russian)

Raskind M.A., Peterson K., Williams T., et al. A trial of prazosin for combat trauma PTSD with nightmares in active-duty soldiers returned from Iraq and Afghanistan. *American Journal of Psychiatry*, 2013. DOI: 10.1176/appi.ajp.2013.12081133

Rauch S.L., Shin L.M., Phelps E.A. Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and extinction: human neuroimaging research—past, present, and future. *Biol Psychiatry*, 2006, No. 60(4), 376–82.

Reger G.M., Koenen-Woods P., Zetocha K., et al. Randomized controlled trial of prolonged exposure using imaginal exposure vs. virtual reality exposure in active duty soldiers with deployment-related posttraumatic stress disorder (PTSD). *J Consult Clin Psychol*, 2016, No. 84(11), 946–59. DOI: 10.1037/ccp0000134

Richardson L.K., Frueh B.C., Acierno R. Prevalence estimates of combat-related post-traumatic stress disorder: critical review. *Aust N Z J Psychiatry*, 2010, No. 44(1), 4–19. DOI: 10.3109/00048670903393597

Rizzo A., Cukor J., Gerardi M., et al. Virtual reality exposure for PTSD due to military combat and terrorist attacks. *J Contemp Psychother*, 2015. DOI: 10.1007/s10879-015-9306-3

Rizzo A.S., Difede J., Rothbaum B.O., Reger G., Spitalnick J., Cukor J., McLay R. Development and early evaluation of the Virtual Iraq/Afghanistan exposure therapy system for combat-related PTSD. *Ann N Y Acad Sci*, 2010, Oct, No. 1208, 114–25. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2010.05755.x

Rothbaum B.O., Hodges L.F., Ready D., et al. Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *J Clin Psychiatry*, 2001, No. 62(8), 617–22. DOI: 10.4088/jcp.v62n0808

Tan G., Dao T.K., Farmer L. Heart rate variability (HRV) and posttraumatic stress disorder (PTSD): A pilot study. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 2011, No. 36(1), 27–35.

Tsitsilin P.V. Mnogomodal'naya VR-terapiya pri PTSR: kontseptsiya i pilotnoe issledovanie. *Vestnik nauki*, 2025, No. 3, 84. (in Russian)

## Information about authors

*Yermakova Lyudmila Alekseevna*. Pediatrician, Saint-Petersburg State University, University embankment, d. 7-9, 199034, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: [yermakova26@yandex.ru](mailto:yermakova26@yandex.ru)



For citation:

Yermakova L.A. Application of VR/  
AR technologies in in the comprehensive  
treatment of post-traumatic stress disorder.  
Psikhologicheskie Issledovaniya, 2025, Vol. 18,  
No. 103, p. 3.

<https://psystudy.ru>