

УДК 159.91:681.3

<https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>

## Психофизиологические особенности взаимодействия с пугающим образом в виртуальной реальности

А. В. Варламов<sup>✉</sup>, Н. В. Яковлева

Рязанский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова,  
Рязань, Российская Федерация

*Автор, ответственный за переписку:* Варламов Андрей Витальевич, [andrey.varlamov.62@gmail.com](mailto:andrey.varlamov.62@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

**Актуальность.** Технология виртуальной реальности (VR), которая часто используется для генерации ситуаций психотерапевтической экспозиции, представляется практикующим специалистам в качестве удобного инструмента визуализации. Однако существует риск искаженного истолкования виртуального опыта клиентом, в случае которого закрепление адаптивного поведения и снижения тревожности при контакте с объектом опредмеченного страха в реальном мире не произойдет.

**Цель.** Изучение психофизиологических коррелят эмоционального состояния, возникающего в ситуации визуального наблюдения пугающего виртуального образа.

**Материалы и методы.** В рамках исследования организован психофизиологический эксперимент с участием 60 испытуемых-добровольцев (10 юношей, 50 девушек, средний возраст 21 год), составивших экспериментальную (лица с опредмеченными страхами в анамнезе) и контрольную (условно здоровые лица) выборки. В эксперименте использовалось контролируемое погружение испытуемых в VR с пугающим виртуальным образом с предварительным, сопровождающим и отсроченным снятием психофизиологических показателей электроэнцефалограммы и электрокардиограммы, а также с использованием методов психодиагностики.

**Результаты.** В исследовании установлено существование специфической психофизиологической реакции у испытуемых экспериментальной группы при контакте с пугающим виртуальным образом — статистически выраженные колебания частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, а также дельта и альфа ритмов. У испытуемых контрольной группы данная реакция менее выражена и не имеет четко выраженной специфики.

**Выводы.** Опыт взаимодействия с пугающим виртуальным образом при погружении в VR, согласно полученным результатам, в достаточной степени соответствует опыту взаимодействия с аналогичным объектом в реальности. Сделан вывод об обоснованности использования VR для формирования коррекционных программ для работы с тревожно-фобической симптоматикой.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность; психотерапия; переживание страха в VR; психофизиологические корреляты переживания страха; психотерапия пугающего образа

### Для цитирования:

Варламов А. В., Яковлева Н. В. Психофизиологические особенности взаимодействия с пугающим образом в виртуальной реальности // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2023. Т. 11, № 3. С. 345–360. <https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>.

<https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>

## Psychophysiological Features of Interaction with a Frightening Image in Virtual Reality

Andrey V. Varlamov✉, Natal'ya V. Yakovleva

Ryazan State Medical University, Ryazan, Russian Federation

Corresponding author: Andrey V. Varlamov, [andrey.varlamov.62@gmail.com](mailto:andrey.varlamov.62@gmail.com)

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Virtual reality (VR) technology, which is often used to generate situations of psychotherapeutic exposure, is presented to practitioners as a convenient visualization tool. However there is a risk of a distorted interpretation of the virtual experience by the client, in that case the stabilization of adaptive behavior and reduction of anxiety in contact with the object of the specified fear in the real world will not occur.

**AIM:** To study the psychophysiological correlates of the emotional state arising in the situation of visual observation of a frightening virtual image.

**MATERIALS AND METHODS:** As part of the study, a psychophysiological experiment was organized with the participation of 60 volunteers (10 boys, 50 girls, average age is 21) who made up experimental (persons with a history of identified fears) and control (conditionally healthy persons) samples. The experiment used controlled immersion of subjects in VR with a frightening virtual image with preliminary, accompanying and delayed removal of psychophysiological indicators of electroencephalogram and electrocardiogram, as well as using methods of psychodiagnostics.

**RESULTS:** The study established the existence of a specific psychophysiological reaction in the experimental group of subjects in contact with a frightening virtual image represented as statistically marked fluctuations in heart rate and respiratory rate, as well as delta and alpha rhythms. In the subjects of the control group, this reaction is less marked and does not have a clearly defined specificity.

**CONCLUSIONS:** The experience of interacting with a frightening virtual image when immersed in VR, according to the results obtained, is sufficiently consistent with the experience of interacting with a similar object in reality. The conclusion is made about the validity of the use of VR for the formation of correctional programs for working with anxiety-phobic symptoms.

**Keywords:** *virtual reality; psychotherapy; fear experience in VR; psychophysiological correlates of fear experience; psychotherapy of frightening image*

### For citation:

Varlamov A. V., Yakovleva N. V. Psychophysiological Features of Interaction with a Frightening Image in Virtual Reality. *Science of the young (Eruditio Juvenium)*. 2023;11(3):345–360. <https://doi.org/10.23888/HMJ2023113345-360>.

### Актуальность

Технология виртуальной реальности (VR; англ.: *virtual reality*) находит все больше применений в различных сферах жизнедеятельности человека [1, 2]. Развиваясь изначально в качестве способа мультимедийного развлечения, VR быстро приобрела статус инструмента создания и демонстрации трехмерных цифровых миров, используемых в широком спектре профессиональных задач. Наиболее известными для медицинской и психологической отраслей научного знания примерами использования VR можно считать ее применение в симуляционном обучении врачей практическим навыкам [3–5], а также использование в рамках экспозиционной психотерапии [6–9]. Конструктивные особенности гарнитур виртуальной реальности, которые позволяют транслировать пользователю цифровую трехмерную реальность посредством полного замещения визуального и аудиального каналов рецепции (использование VR-очков и наушников позволяет создать в сознании пользователя т. н. «эффект присутствия») [10], позволяют проводить экспозиционное воздействие в условиях максимальной реалистичности демонстрируемого образа и безопасности объективной окружающей среды. Данный механизм часто используется в психотерапии фобических расстройств (определенных страхов), так как позволяет применять эффективный экспозиционный метод даже при работе с пугающими образами экстремальной природы [11–13].

Доказательная психотерапия фобических расстройств является популярной темой научного исследования в зарубежных публикациях. Среди публикаций, упоминающих психотерапевтические воздействия, индексируемых в англоязычном сегменте (всего 13 751 публикация за 2021 г.), в 2476 рассматриваются вопросы лечения тревожно-фобического расстройства (около 18% публикаций согласно базе данных PubMed). При этом только в 134 публикациях за этот год рассматривается использование технологии VR в психотерапевтической практике. Тем не менее,

технология используется в рамках метода экспозиционного воздействия когнитивно-поведенческого подхода, который на данный момент является единственным направлением психотерапии, имеющим статистические данные, подтверждающие его эффективность [14].

Поведенческие и экспозиционные воздействия являются неотъемлемой частью когнитивно-поведенческой психотерапии изолированных фобий [15]. Идея техник «наводнения» и «постепенной адаптации» заключается в том, что переживание опыта взаимодействия с пугающим образом в безопасных условиях психологической консультации — используются экскурсии на высотные здания, в метро, контакт с экзотическими животными через стекло террариума и т. д. — позволяет клиенту закрепить чувство нормальности присутствия этих объектов и ситуаций в жизни, что в перспективе снижает тревогу при их реальном наблюдении [16]. Технология VR, которая часто используется для генерации ситуаций психотерапевтической экспозиции, представляется практикующими специалистами в качестве удобного инструмента визуализации. Реалистичность тех образов, которые могут быть продемонстрированы клиентам, должна быть поставлена под сомнение. Несоответствие размеров образа или реалистичности его движений (например, при рассматривании клиентом виртуального гигантского паука) может привести к неверному его восприятию. То есть, существует риск искаженного истолкования виртуального опыта клиентом, в случае которого закрепление адаптивного поведения и снижения тревожности при контакте с объектом определенно не произойдет. Доказательная психотерапия подразумевает обоснованность каждого используемого воздействия [17]. Возникает необходимость экспериментальным путем выяснить, соответствует ли эмоциональное состояние человека, имеющего ту или иную изолированную фобию, во время погружения в экспозиционную VR типичному для него переживанию страха или тревоги от контакта с реальным объектом страха.

Подобное экспериментальное исследование должно основываться на ряде принципиальных положений:

1. Использование как субъективных (психодиагностические методы), так и объективных (психофизиологические показатели) методов регистрации данных;

2. Добровольное участие испытуемых и их полноценное информирование о цели исследования, а также об аспектах экспериментального воздействия;

3. Безопасность используемой VR-технологии и максимально возможное снижение уровня возможной субъективной угрозы пугающего виртуального образа (его статичность);

4. Кратковременность воздействия с целью получения данных о непосредственном эмоциональном переживании, вызванном первым впечатлением от наблюдения пугающего виртуального образа.

Данные положения позволили нам разработать дизайн исследования и реализовать его.

**Цель.** Изучить психофизиологические корреляты эмоционального состояния, возникающего в ситуации визуального наблюдения пугающего виртуального образа.

#### **Задачи:**

1. Проанализировать актуальную научную литературу и выявить установленные психофизиологические корреляты эмоционального переживания тревоги и страха.

2. В рамках контролируемой экспериментальной ситуации смоделировать контакт испытуемых, имеющих определенные страхи, с соответствующими пугающими образами при погружении в VR. Собрать данные об их психофизиологическом состоянии во время погружения.

3. Установить соответствие полученных данных описаниям, зафиксированным в актуальной научной литературе, либо констатировать их различия.

4. Сделать вывод, является ли использование VR при экспозиционном воздействии в психотерапии фобических расстройств психофизиологически обоснованным.

**Основная гипотеза.** Эмоциональное состояние человека, имеющего опреде-

ченный страх, при наблюдении пугающего виртуального образа, соответствует эмоциональному состоянию страха или тревоги.

#### **Рабочие гипотезы:**

1. Реакция испытуемых, имеющих определеннные страхи, во время погружения в VR-сцены с пугающими образами на уровнях частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания (ЧД) и паттернов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) соответствует типичной реакции переживания эмоций страха и тревоги.

2. Реакция испытуемых, не имеющих определеннных страхов, во время погружения в VR-сцены с пугающими образами на уровнях ЧСС, ЧД и паттернов ЭЭГ не соответствует типичной реакции переживания эмоций страха и тревоги.

#### **Материалы и методы**

В качестве диагностического инструментария использовались:

1. Анкетирование участников на предмет наличия в анамнезе острых эмоциональных реакций во время контакта с пугающими образами, используемыми при организации экспериментального воздействия (членистоногие, высота, замкнутые пространства, скопления людей, ситуация экзамена);

2. Диагностический режим комплекса мультимодальной биологической обратной связи «Нейрокурс» (фиксация профиля ЭЭГ, ЧСС и ЧД) до, во время и после экспериментального воздействия) [18];

3. Классические психодиагностические опросники (State-Trait Anxiety Inventory, STAI; Опросник иерархической структуры актуальных страхов личности, ИСАС) [19, 20].

С целью проверки указанных экспериментальных гипотез было организовано исследование с участием экспериментальной и контрольной групп испытуемых.

В экспериментальную группу включались испытуемые, имеющие в анамнезе выраженные тревожно-фобические реакции по отношению к одному из исследуемых пугающих образов (энтомофобия, акрофобия, клаустрофобия, социофобия,

тестофобия), а также набравшие высокие баллы по шкале личностной тревожности Спилбергера–Ханина (STAI) и высоко оценившие соответствующий страх по опроснику ИСАС (8 и более баллов из 10). В контрольную группу вошли добровольцы, не имевшие в анамнезе симптомов тревожно-фобического расстройства и получившие низкие баллы по шкалам опросников STAI и ИСАС.

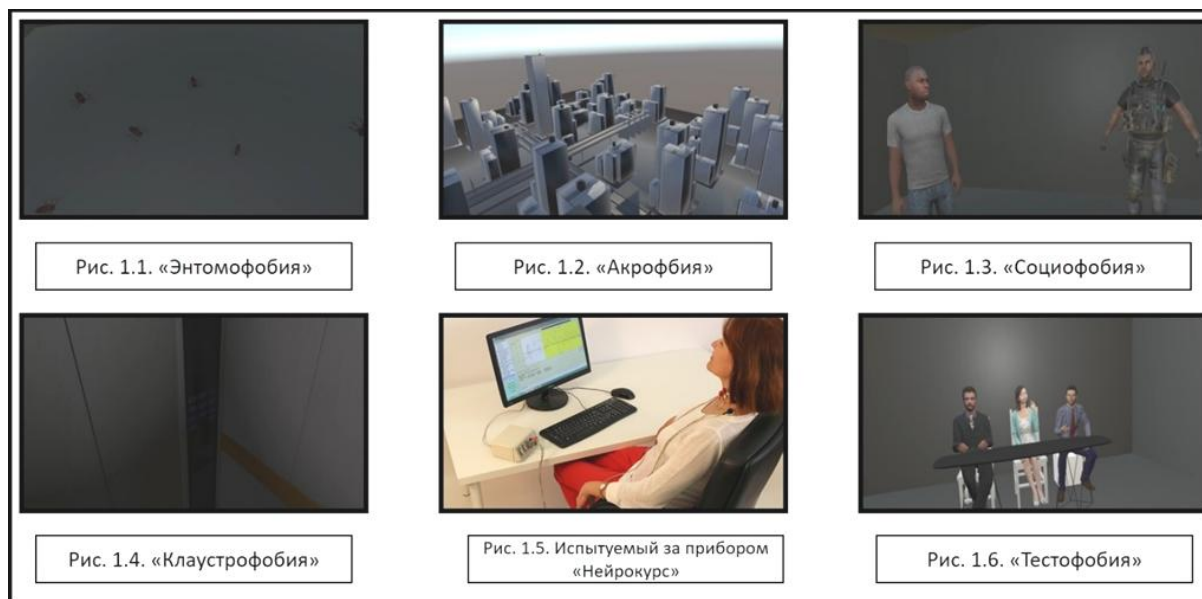
В исследовании приняли участие 60 испытуемых-добровольцев (10 юношей и 50 девушек) в возрасте 18–26 лет. Добровольцы подбирались из числа студентов ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России и других вузов г. Рязани. Экспериментальную группу испытуемых составили 5 юношей и 25 девушек в возрасте  $20,8 \pm 2,28$  лет. Для создания гомологичного распределения по полу и возрасту в контрольную группу испытуемых также было подобрано 5 юношей и 25 девушек в возрасте  $20,2 \pm 1,57$  лет. Все добровольцы были ознакомлены с целью исследования, противопоказаниями использования гарнитур VR и особенностями экспериментального воздействия, а также подписали информированные согласия об участии. Проведение исследования было одобрено в рамках заседания этического комитета ФГБОУ ВО РязГМУ Минздрава России (заседание № 12 от 25.05.2021 по утверждению научного проекта кафедры общей и специальной психологии с курсом педагогики «Здоровьесберегающая деятельность личности как основа формирования здорового образа жизни», научный руководитель проекта — Н. В. Яковлева).

Экспериментальное воздействие в VR, согласно дизайну исследования, учитывало содержание опредмеченного страха, характерного для каждого испытуемого экспериментальной группы. Всего было предусмотрено воздействие для 4 видов страха и 1 подвида страха (согласно классификации по МКБ-10, рубрикатор F40) — энтомофобия (боязнь насекомых), акрофобия (боязнь высоты), клаустрофобия (боязнь замкнутых пространств) и социофобия (боязнь скоплений людей, включая тестофобию — страх ситуации

экзамена) [21]. Распределение опредмеченных страхов среди испытуемых экспериментальной выборки — 14 (энтомофобия), 7 (акрофобия), 3 (клаустрофобия), 6 (социофобия). Согласно принципу гомологичности, аналогичное соотношение предъявляемых в VR ситуаций было предъявлено испытуемым контрольной группы. Сцена для каждого испытуемого определялась рандомизировано, а уровень ее эмоциональной значимости для испытуемого оценивался с помощью шкалы опросника ИСАС (7 баллов из 10 и ниже для допуска к просмотру сцены).

Сцены для предъявления в VR не должны были быть агрессивными или угрожающими, поэтому при их создании мы руководствовались принципом статичности образа. Так, в сцене «энтомофобия» представлена модель большой комнаты с серыми стенами, на полу которой «замерли» неподвижные виртуальные пауки и тараканы, а на некотором отдалении от наблюдателя располагался один гигантский паук. При погружении в сцену «акрофобия» испытуемые наблюдали модель города с минимальной детализацией, находясь на краю крыши высотного здания, «упасть» при этом невозможно. Для сцен «социофобия» и «тестофобия» были созданы модели просторных серых комнат (по аналогии с «энтомофобией»), в которых на некотором отдалении от наблюдателя расположились несколько неподвижных моделей людей (3–5). В случае «тестофобии» их положение имитировало заседание экспертной комиссии на экзамене. Сцена «клаустрофобия» представляла собой модель современного пассажирского лифта с закрытыми дверями. Пугающие виртуальные образы во всех сценах были статичны и не имели звукового сопровождения, чтобы испытуемые могли сконцентрироваться на визуальном наблюдении объектов, виртуально воплощающих их собственные пугающие образы.

Результаты данного исследования позволили рассматривать созданные модели как перспективные для использования в экспозиционной работе. ПО было зарегистрировано в государственном реестре [22].



**Рис. 1.** Используемые в эксперименте VR-среды и оборудование.

Эксперимент состоял из двух больших этапов – диагностический и эмпирический. Диагностический этап производился очно и включал заполнение компьютеризированных опросников ИСАС и STAI с целью выявления субъективных выраженных страхов у испытуемых и уровня личностной тревожности.

Эмпирический этап включал кратковременное погружение и сбор психофизиологических показателей испытуемых в различных ситуациях когнитивной активности. Сбор данных производился с помощью комплекса биологической обратной связи (БОС) «Нейрокурс» посредством 2 отведений — «ЭЭГ» и

«ЭКГ». Отведение «ЭКГ» позволяло получать данные о частоте сердечных сокращений и дыхания с помощью парных электродов, закрепленных на запястьях испытуемых. Отведение «ЭЭГ» — данные о процентном соотношении долей ритмов биоэлектрической активности мозга (альфа, бета, тета и дельта) с помощью 4 электродов, закрепленных на коже головы испытуемых. Замеры выполнялись последовательно, датчики между ними не отсоединялись.

Всего было проведено 5 измерений, названных в соответствии с выполняемым испытуемым заданием. Содержание измерений представлено в таблице 1.

**Таблица 1.** Содержание измерений

Шифр	Название измерения	Инструкция	Время, с
1	Покой-1	«Закройте глаза и расслабьтесь. Постарайтесь ни о чем не думать в течение 2 минут».	120
2	Концентрация-1	«Внимательно про себя читайте рассказ на экране. Запоминайте содержание».	120
3	Погружение	«Сейчас Вы окажетесь лицом к лицу с виртуальным образом своего страха. Вы – безучастный наблюдатель и вам ничего не угрожает. Вы можете осматриваться по сторонам, но нельзя шевелить телом. Не делайте резких движений».	120
4	Покой-2	«Закройте глаза и расслабьтесь. Постарайтесь ни о чем не думать в течение 2 минут».	120
5	Концентрация-2	«Внимательно про себя читайте рассказ на экране. Запоминайте содержание».	120

Таким образом, мы получили возможность выявить «базовый» уровень выраженности психофизиологической активности испытуемых до погружения (измерения 1 и 2), его колебания при погружении (измерение 3) и его искажения после погружения (измерения 4 и 5). Весь эмпирический этап вместе с паузами между измерениями занимал не более 15 минут. После его окончания и отсоединения датчиков испытуемые повторно заполняли опросники STAI и ИСАС.

Статистическая обработка данных производилась при помощи ПО Microsoft Excel и SPSS Statistics 26.

## Результаты

Во время измерений регистрировалось 12 психофизиологических показателей — максимально возможное количество данных, доступное для регистрации при использовании ЭЭГ и ЭКГ отведений прибора «Нейрокурс». ЧСС описана тремя показателями, частота дыхания — одним, а соотношение ритмов в коре больших полушарий — выражено в виде восьми показателей, иллюстрирующих удельную долю каждого из ритмов. Подробное описание каждого из показателей представлено в таблице 2.

**Таблица 2.** Расшифровка психофизиологических измерений

<b>Блок «ЧСС»</b>	<b>Pulse min.</b>	Минимальный показатель пульса за текущий замер
	<b>Pulse med.</b>	Медианный показатель пульса за текущий замер
	<b>Pulse max.</b>	Максимальный показатель пульса за текущий замер
<b>Блок «Дыхание»</b>	<b>Breath</b>	Частота дыхания за текущий замер
<b>Блок «ЭЭГ»</b>	<b>alpha L</b>	Процентная доля альфа ритма в ЭЭГ левого полушария за текущий замер
	<b>beta L</b>	Процентная доля бета ритма в ЭЭГ левого полушария за текущий замер
	<b>theta L</b>	Процентная доля тета ритма в ЭЭГ левого полушария за текущий замер
	<b>delta L</b>	Процентная доля дельта ритма в ЭЭГ левого полушария за текущий замер
	<b>alpha R</b>	Процентная доля альфа ритма в ЭЭГ правого полушария за текущий замер
	<b>beta R</b>	Процентная доля бета ритма в ЭЭГ правого полушария за текущий замер
	<b>theta R</b>	Процентная доля тета ритма в ЭЭГ правого полушария за текущий замер
	<b>delta R</b>	Процентная доля дельта ритма в ЭЭГ правого полушария за текущий замер

Сравнительный анализ полученных данных производился попарно, согласно логике исследования. С помощью W-критерия Вилкоксона проведен поиск значимых различий в парах измерений 4–1 («Покой-1» — «Покой-2»), 5–2 («Концентрация-1» — «Концентрация-2»), а также в парах 3–1 («Погружение» — «Покой-1») и 3–2 («Погружение» — «Концентрация-1»). Подробное описание измерений представлено в таблице 1. Таким образом, появилась возможность оценить значимость колебаний психофизиологических показателей, вызванных наблюдением испытуемыми пугающего виртуального об-

раза, их устойчивость, а также сравнить силу и направление этих колебаний в экспериментальной и контрольной группах испытуемых.

Как видно из таблицы 3, значимые направленные колебания психофизиологического состояния испытуемых в экспериментальной группе наблюдаются только в момент непосредственного столкновения с пугающим виртуальным образом — искажения выявлены в парах 3–1 и 3–2. Закрепления искаженного статуса, что видно при сравнении показателей в состояниях покоя и концентрации до и после погружения (измерения 4 и 5), не

**Таблица 3.** Статистически значимые по W-критерию Вилкоксона различия в психофизиологических показателях между измерениями в экспериментальной группе испытуемых

Параметры	W 3-1	W 3-2	W 4-1	W 5-2
Pulse min.	-0,558	-0,445	-0,171	-0,790
Pulse med.	-3,657**	-2,997**	-0,930	-0,700
Pulse max.	-4,531**	-4,084**	-0,228	-1,707
Breath	-1,821	-2,482**	-0,084	-1,469
alpha L	-4,707**	-2,624**	-1,183	-0,725
beta L	-2,685**	-3,111**	-0,326	-0,391
theta L	-4,678**	-3,109**	-1,303	-0,173
delta L	-4,764**	-3,270**	-0,544	-0,480
alpha R	-4,705**	-3,348**	-0,342	-0,938
beta R	-3,552**	-3,937**	-0,652	-0,119
theta R	-3,888**	-2,225**	-1,545	-0,595
delta R	-4,722**	-3,997**	-0,857	-0,928

Примечание: \*\* —  $p < 0,01$ ; \* —  $p < 0,05$

происходит. Реакция испуга представляется ситуативной и интенсивной.

Колебания характерны для всех психофизиологических параметров, кроме минимального пульса и частоты дыхания при сравнении состояния погружения с состоянием покоя. При сравнении состояния погружения с состоянием концентрации наблюдаются в том числе и искажения частоты дыхания. Значение W-критерия при сравнении частоты дыхания «Покой-1» и «Погружение», хоть и не входит в зону значимости, близко к ней и может рассматриваться как тенденция.

С учетом этого замечания, можем считать, что искажения психофизиологических показателей во время «Погружения» схожи по интенсивности для измерений «Покой-1» и «Концентрация-1».

Для того чтобы оценить направление выявленных искажений, необходимо обратиться к ранговым сдвигам, на основе которых формируется значение W-критерия Вилкоксона. В таблице 4 приведены данные о сумме рангов положительных и отрицательных сдвигов в каждом из сравнений, выявивших статистически достоверные искажения психофизиологических показателей.

**Таблица 4.** Направленность искажений психофизиологических показателей в экспериментальной группе при погружении в VR (измерение 3) относительно измерений 1 и 2

Параметры	W 3-1		W 3-2	
	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов
Pulse min.	227,50	178,50	183,50	222,50
Pulse med.	<b>386,50</b>	48,50	<b>378,00</b>	87,00
Pulse max.	<b>427,00</b>	8,00	<b>431,00</b>	34,00
Breath	144,00	321,00	118,00	<b>317,00</b>
alpha L	0,00	<b>435,00</b>	80,50	<b>297,50</b>
beta L	93,50	<b>341,50</b>	74,00	<b>361,00</b>
theta L	<b>433,50</b>	1,50	<b>338,00</b>	68,00
delta L	<b>464,00</b>	1,00	<b>368,50</b>	66,50
alpha R	0,00	<b>435,00</b>	24,00	<b>229,00</b>
beta R	60,00	<b>405,00</b>	36,00	<b>399,00</b>
theta R	<b>421,00</b>	44,00	<b>262,50</b>	88,50
delta R	<b>462,00</b>	3,00	<b>402,00</b>	33,00

Преобладание положительных сдвигов над отрицательными свидетельствует о количественном росте соответствующего

показателя при втором измерении относительно первого (в данной таблице — во время «погружения» относительно состоя-



ний «Покой-1» или «Концентрация-1»). Преобладание отрицательных сдвигов над положительными, напротив — о снижении показателя. Рост показателей, относящихся к блокам ЧСС и дыхания, свидетельствует об их абсолютном увеличении. Рост показателей блока ЭЭГ — об увеличении удельной доли соответствующего ритма в электроэнцефалограмме полушария.

Исходя из данных таблицы 4, видно, что для испытуемых, составивших экспериментальную группу (то есть, имеющих проявления предметных фобий в анамнезе

и высокие показатели личностной тревожности), характерно резкое повышение максимального и медианного значения ЧСС во время погружения, повышение частоты дыхания, а также рост доли ритмов дельта и тета в обоих полушариях за счет снижения доли ритмов альфа и бета. Данная тенденция наблюдается относительно состояний «Покой-1» и «Концентрация-1». Следует также уточнить различия между этими состояниями. Анализ различий психофизиологических показателей, соответствующих им, представлен в таблице 5.

**Таблица 5.** Сравнение показателей по измерениям 2 и 1 в экспериментальной группе испытуемых

Параметры	W 2-1	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов
Pulse min.	-1,757	262,00	116,00
Pulse med.	-1,660	208,00	92,00
Pulse max.	-0,072	152,50	147,50
Breathe	-0,754	190,50	134,50
alpha L	-4,611**	8,50	<b>456,50</b>
beta L	-0,525	180,00	226,00
theta L	-4,406**	<b>396,00</b>	10,00
delta L	-4,178**	<b>435,50</b>	29,50
alpha R	-4,787**	0,00	<b>465,00</b>
beta R	-0,746	158,00	220,00
theta R	-3,506**	<b>334,50</b>	43,50
delta R	-4,100**	<b>431,50</b>	33,50

Примечание: \*\* —  $p < 0,01$ ; \* —  $p < 0,05$

Видно, что, несмотря на характер задания, соответствующего измерению «Концентрация-1» (чтение и запоминание текста, 2), доля бета ритма в ЭЭГ обоих полушарий не отличается от измерения «Покой-1» (1). При этом, доли дельта и тета ритмов значительно выше в измерении «Концентрация-1» за счет снижения доли альфа-ритма. Очевидно, данное задание не вызвало у испытуемых затруднений при выполнении, а текст оказался слишком легким для проработки.

Тем не менее, данный анализ позволяет установить важную закономерность искажения показателей ЭЭГ, характерных для экспериментальной группы испытуемых, во время погружения. При столкновении с пугающим виртуальным образом происходит резкое снижение альфа и бета ритмов в обоих полушариях, отвечающих

за привычное функционирование коры головного мозга во время бодрствования. Вместе с этим происходит резкий прирост доли дельта и тета ритмов, чаще всего связанных с состояниями быстрого (тета) и глубокого (дельта) сна. Данные ритмы в нашем эксперименте представляются в качестве фоновых и свидетельствуют о росте дисгармонизации когнитивной активности испытуемых. Примечательно, что описанные прирост дельта и тета ритмов и падение альфа ритма при погружении актуальны как для «Покоя-1», так и для «Концентрации-1». Иными словами, выполнение когнитивного задания во время измерения «Концентрация-1» приводит к выраженной дисгармонизации психофизиологического состояния. «Погружение» усиливает эту дисгармонизацию по всем параметрам блока ЭЭГ. Кро-

ме того, наблюдаются учащение сердцебиения и дыхания, характерные для типичной психофизиологической реакции страха [23, 24].

Выявленные искажения психофизиологических показателей в контрольной группе испытуемых представлены в таблице 6.

**Таблица 6.** Статистически значимые по W-критерию Вилкоксона различия в психофизиологических показателях между измерениями в контрольной группе испытуемых

Параметры	W 3-1	W 3-2	W 4-1	W 5-2
<b>Pulse min.</b>	-1,863	-3,304**	-2,021*	-0,617
<b>Pulse med.</b>	-0,281	-0,571	-0,011	-0,125
<b>Pulse max.</b>	-0,068	-0,103	-0,319	-0,957
<b>Breath</b>	-1,114	-1,048	-2,037*	-0,113
<b>alpha L</b>	-4,486**	-4,126**	-1,136	-0,218
<b>beta L</b>	-2,548**	-0,661	-0,083	-1,095
<b>theta L</b>	-2,861**	-1,294	-0,639	-0,943
<b>delta L</b>	-3,330**	-2,925**	-0,298	-01,649
<b>alpha R</b>	-4,636**	-4,401**	-0,217	-0,490
<b>beta R</b>	-2,204*	-0,514	-0,608	-0,893
<b>theta R</b>	-1,494	-0,231	-1,725	-1,823
<b>delta R</b>	-2,891**	-2,633**	-0,690	-0,784

Примечание: \*\* —  $p < 0,01$ ; \* —  $p < 0,05$

Как видно из таблицы, для испытуемых, составивших контрольную группу, также характерно искажение психофизиологических показателей блока ЭЭГ при погружении в VR-среду с пугающим виртуальным образом. Относительно измерения «Покой-1» наблюдаются статистически значимые изменения в удельных долях всех ритмов за исключением тета-

ритма правого полушария. Относительно измерения «Концентрация-1» наблюдаются искажения ритмов альфа и дельта в обоих полушариях, а также искажение минимального значения ЧСС. Для более подробной интерпретации обратимся к ранговым суммам рядов попарно — они представлены в таблице 7.

**Таблица 7.** Направленность искажений психофизиологических показателей в контрольной группе при погружении в VR (измерение 3) относительно измерений 1 и 2

Параметры	W 3-1		W 3-2	
	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов
<b>Pulse min.</b>	142,00	323,00	65,00	<b>370,00</b>
<b>Pulse med.</b>	230,50	204,50	228,00	178,00
<b>Pulse max.</b>	206,00	200,00	237,50	227,50
<b>Breath</b>	100,50	364,50	157,00	249,00
<b>alpha L</b>	14,50	<b>450,50</b>	22,50	<b>383,50</b>
<b>beta L</b>	<b>356,00</b>	109,00	187,00	248,00
<b>theta L</b>	<b>328,00</b>	78,00	195,00	105,00
<b>delta L</b>	<b>327,50</b>	50,50	<b>352,50</b>	82,50
<b>alpha R</b>	3,50	<b>431,50</b>	15,00	<b>420,00</b>
<b>beta R</b>	<b>280,50</b>	97,50	180,50	225,50
<b>theta R</b>	202,00	98,00	171,00	154,00
<b>delta R</b>	<b>351,00</b>	84,00	<b>339,00</b>	96,00

Из данных таблицы следует, что относительно измерения «Покой-1» при погружении испытуемых контрольной груп-

пы в VR происходит выраженное снижение доли альфа ритма в обоих полушариях и связанное с этим увеличение долей

остальных ритмов (в правом полушарии для тета-ритма наблюдается тенденция, не попадающая в зону статистической значимости). При этом относительно состояния концентрации нет резких изменений ритмов бета и тета, но наблюдается снижение доли альфа ритма и увеличение доли дельта ритма.

Примечательно, что, как показано в таблице 8, для измерения «Концентрация-1» (2) относительно измерения «Покой-1» (1) данной группы испытуемых характерно снижение доли альфа ритма и увеличения

бета и тета ритмов в обоих полушариях (искажение тета ритма находится на уровне статистически не выраженной тенденции). Иными словами, во время погружения доля альфа ритма оказалась еще более сниженной относительно состояния покоя, чем при выполнении когнитивного задания. А вот увеличение доли дельта ритма оказалось специфической чертой VR-погружения, что отличается от экспериментальной группы, в которой рост этой доли был характерен уже при выполнении задания на измерении «Концентрация-1».

**Таблица 8.** Сравнение показателей по измерениям 2 и 1 в контрольной группе испытуемых

Параметры	2 3-1	SR положит. сдвигов	SR отриц. сдвигов
Pulse min.	-1,365	280,50	154,50
Pulse med.	-0,342	218,00	188,00
Pulse max.	-0,182	195,00	211,00
Breathe	-1,388	165,00	300,00
alpha L	-3,563**	53,00	<b>382,00</b>
beta L	-3,264**	<b>391,00</b>	74,00
theta L	-1,962*	<b>288,00</b>	118,00
delta L	-0,043	219,50	215,50
alpha R	-3,541**	48,00	<b>358,00</b>
beta R	-3,273**	<b>368,50</b>	66,50
theta R	-1,687	163,50	67,50
delta R	-0,753	236,00	170,00

### Обсуждение

Были выявлены различия в контрольной и экспериментальной группах по уровню и направлению искажений психофизиологических показателей при погружении в VR со статичным пугающим виртуальным образом.

Среди испытуемых, составивших экспериментальную группу (имеющих высокие показатели личностной тревожности и опредмеченный страх в анамнезе) выявлены статистически достоверные тенденции увеличения доли дельта и тета ритмов в ЭЭГ во время погружения за счет снижения долей ритмов альфа и бета. В этой же группе испытуемых наблюдается резкий рост ЧСС и частоты дыхания при наблюдении пугающего виртуального образа, что соответствует представлениям о психофизиологии стрессовой реакции страха [23, 24].

Характер изменений психофизиологических показателей блока ЭЭГ говорит о высокой дисгармонизирующей роли наблюдения статичного пугающего виртуального образа на когнитивную сферу испытуемых. Падение долей альфа и бета ритмов, которые являются основными поддерживающими ритмами сознательной познавательной активности, в ЭЭГ испытуемых, а также соразмерный рост дельта и тета ритмов, встречающихся наиболее часто в сонном или дремотном состояниях, свидетельствуют о формировании особого отстраненного психофизиологического состояния. Его качественное сравнение с состоянием, формирующимся в аналогичной ситуации у испытуемых контрольной группы, демонстрирует ряд различий. В частности, у испытуемых контрольной группы (не имеющих высоких показателей личностной тревожности и проявлений опредмеченного страха в анамнезе) не возни-

кает резкого изменения доли бета и тета ритмов, но наблюдается резкий рост доли дельта ритма за счет снижения доли альфа ритма. Кроме того, среди испытуемых контрольной группы не наблюдается резкого роста ЧСС и частоты дыхания (за исключением роста минимального значения ЧСС во время погружения).

Иными словами, рост показателей частоты дыхания и сердечных сокращений в экспериментальной группе и их относительная стабильность в контрольной группе свидетельствуют о выраженном проявлении негативного эмоционального статуса у испытуемых экспериментальной группы при наблюдении пугающего виртуального образа на психофизиологическом уровне, что говорит о высокой степени соответствия подобранных образов и ситуаций в VR представлениям испытуемых об объекте их страха.

Согласно имеющимся в научной литературе данным, при возникновении состояний тревоги у лиц с тревожно-фобическими расстройствами в общей картине ЭЭГ происходит резкое снижение частоты альфа и бета ритмов [25]. Кроме того, установлено и количественное соотношение. Снижение процентного соотношения альфа и бета ритмов свидетельствует о возрастании силы эмоциональной активности [26]. К значимым наблюдениям исследователи также относят связанное с резкими негативными эмоциями увеличение тета ритма (преимущественно в правом полушарии), а также отрицательную связь частот ритмов альфа и дельта в момент резкого переживания [27].

Все описанные выше закономерности наблюдаются в нашем эксперименте. Среди испытуемых экспериментальной группы в момент погружения в VR наблюдается снижение долей альфа и бета ритмов и рост долей тета и дельта ритмов. Снижение альфа ритма и рост дельта и тета ритмов относительно состояния покоя наблюдается среди участников этой группы также и в измерении 2 («Концентрация-1»), что означает, что при погружении данные тенденции оказываются еще более выра-

жены. Иными словами, общая картина ЭЭГ в данной группе свидетельствует о возникновении резкого негативного эмоционального переживания при наблюдении пугающих виртуальных образов, соответствующих объекту определенно страха участников. Рост доли тета ритма иллюстрирует возникновение ориентировочной реакции испытуемых при погружении, а снижение доли альфа ритма, в совокупности с ростом доли дельта ритма — о выраженном дезорганизирующем воздействии погружения на когнитивное функционирование испытуемых.

Тенденции, наблюдаемые среди испытуемых контрольной группы, отличаются от описанной выше картины. Так, доля бета ритма в ЭЭГ данной группы испытуемых в момент погружения примерно соответствует доли бета ритма при измерении «Концентрация-1» и не уменьшается, как у испытуемых экспериментальной группы. Доля тета ритма в левом полушарии имеет менее выраженную статистическую тенденцию увеличения относительно состояния покоя (5% вероятность статистической ошибки), а в правом полушарии не имеет статистической закономерности. Относительно измерения «Концентрация-1» при погружении искажений этого ритма не выявлено. Негативное соотношение долей альфа и дельта ритмов при этом сохраняется, что также иллюстрирует общее влияние погружения в VR на биоэлектрическую активность головного мозга. Таким образом, показатели блока «ЭЭГ» испытуемых контрольной группы в момент погружения иллюстрируют возникновение ориентировочного рефлекса (результат погружения в VR), но не резко выраженной реакции страха или тревоги.

В совокупности с данными, полученными при регистрации показателей блоков «Дыхание» и «ЧСС», показатели блока «ЭЭГ» свидетельствуют о том, что подобранные для демонстрации в VR образы соответствуют представлениям испытуемых экспериментальной группы об объекте определенно страха и вызы-

вают выраженные негативные эмоциональные реакции при их предъявлении. Психофизиологические корреляты этой реакции могут быть выявлены с помощью специализированного оборудования.

### Выводы

Полученные данные позволяют подтвердить поставленные в исследовании рабочие гипотезы.

1. Среди испытуемых экспериментальной группы во время погружения в VR-сцены с демонстрацией пугающего виртуального образа наблюдаются психофизиологические реакции, соответствующие типичным проявлениям эмоций страха и тревоги: статистически значимое повышение частоты сердечных сокращений и частоты дыхания, а также повышение долей дельта и тета ритмов при электроэнцефалографии обоих полушарий за счет снижения долей ритмов альфа и бета.

2. Испытуемые контрольной группы во время аналогичного погружения в VR не проявляют психофизиологических реакций, соответствующих переживанию тревоги и страха. Значимых изменений частоты сердечных сокращений или частоты дыхания у них не наблюдается, а

картина электроэнцефалограммы свидетельствует об общем снижении сознательной вовлеченности, но не о негативных эмоциях.

Выявленные тенденции подтверждают основную гипотезу исследования о соответствии эмоционального переживания тревоги и страха во время погружения человека, имеющего опредмеченный страх, в VR-среды, демонстрирующие пугающие виртуальные образы, аналогичному переживанию при контакте с реальным пугающим образом.

Таким образом, данные исследования наглядно иллюстрируют репрезентативность эмоционального состояния при погружении в VR-сцены с пугающими виртуальными образами обыкновенному переживанию тревоги и страха. Данное наблюдение является свидетельством обоснованности использования VR-экспозиции в психотерапии опредмеченных страхов и фобических расстройств. Оно открывает широкие возможности для профессионального проектирования специализированных психотерапевтических VR-сред, моделирующих наблюдение или взаимодействие пациентов с объектами опредмеченного страха.

### Список источников

1. Gonzalez–Franco M., Lanier J. Model of Illusions and Virtual Reality // *Front. Psychol.* 2017. Vol. 8. P. 1125. doi: [10.3389/fpsyg.2017.01125](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01125)
2. Travis A., MacCrann N., Emerton N., et al. Virtual image display as a backlight for 3D // *Opt. Express.* 2013. Vol. 21, No. 15. 17730–17735. doi: [10.1364/OE.21.017730](https://doi.org/10.1364/OE.21.017730)
3. Bernardo A. Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training // *World Neurosurg.* 2017. Vol. 106. P. 1015–1029. doi: [10.1016/j.wneu.2017.06.140](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.140)
4. Izard S.G., Juanes J.A., García Peñalvo F.J., et al. Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine // *J. Med. Syst.* 2018. Vol. 42, No. 3. P. 50. doi: [10.1007/s10916-018-0900-2](https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2)
5. Yeung A.W.K., Tosevska A., Klager E., et al. Virtual and Augmented Reality Applications in Medicine: Analysis of the Scientific Literature // *J. Med. Internet Res.* 2021. Vol. 23, No. 2. P. e25499. doi: [10.2196/25499](https://doi.org/10.2196/25499)
6. Дорофеев А.Е., Васильев Ю.Л., Платонова В.В., и др. Оценка восприятия боли у пациентов пожилого возраста с различным уровнем стоматофобии на хирургическом стоматологическом приеме // *Наука молодых (Eruditio Juvenium)*. 2017. Т. 5, № 1. С. 73–82. doi: [10.23888/HMJ2017173-82](https://doi.org/10.23888/HMJ2017173-82)
7. Colombo D., Díaz–García A., Fernandez–Álvarez J., et al. Virtual reality for the enhancement of emotion regulation // *Clin. Psychol. Psychother.* 2021. Vol. 28, No. 3. P. 519–537. doi: [10.1002/cpp.2618](https://doi.org/10.1002/cpp.2618)
8. Emmelkamp P.M.G., Meyerbröker K., Morina N. Virtual Reality Therapy in Social Anxiety Disorder // *Curr. Psychiatry Rep.* 2020. Vol. 22, No. 7. P. 32. doi: [10.1007/s11920-020-01156-1](https://doi.org/10.1007/s11920-020-01156-1)
9. Riva G. Virtual reality in psychotherapy: review // *Cyberpsychol. Behav.* 2005. Vol. 8, No. 3. P. 220–240. doi: [10.1089/cpb.2005.8.220](https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.220)
10. Мосолова И.С. Методы вовлечения пользователей в виртуальную реальность. В сб.: Альманах научных работ молодых ученых университета ИТМО: XLVIII научная и учебно-методическая конференция Университета ИТМО. Т. 1, 2019; Санкт-Петербург, 29 января – 01 февраля 2019 года. СПб.; 2019. С. 213–215.

11. Maples-Keller J.L., Yasinski C., Manjin N., et al. Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress // *Neurotherapeutics*. 2017. Vol. 14, No. 3. P. 554–563. doi: [10.1007/s13311-017-0534-y](https://doi.org/10.1007/s13311-017-0534-y)
12. Park M.J., Kim D.J., Lee U., et al. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations // *Front. Psychiatry*. 2019. Vol. 10. P. 505. doi: [10.3389/fpsy.2019.00505](https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00505)
13. Pot-Kolder R., Veling W., Geraets C., et al. Cost-Effectiveness of Virtual Reality Cognitive Behavioral Therapy for Psychosis: Health-Economic Evaluation within a Randomized Controlled Trial // *J. Med. Internet Res*. 2020. Vol. 22, No. 5. P. e17098. doi: [10.2196/17098](https://doi.org/10.2196/17098)
14. Варламов А.В., Яковлева Н.В. Исследование мишенной коррекции пугающего образа у людей с высокой личностной тревожностью // *Личность в меняющемся мире: здоровье, адаптация, развитие*. 2021. Т. 9, № 3 (34). С. 300–312. Доступно по: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=496>. Ссылка активна на 03.10.2022. doi: [10.23888/humJ20213300-312](https://doi.org/10.23888/humJ20213300-312)
15. Гладких А.П., Парфенова А.Г., Городищева А.Н. Предметно-пространственные компоненты виртуального тренажера для преодоления страхов публичного выступления // *Мир науки. Педагогика и психология*. 2021. Т. 9, № 1. Доступно по: <https://mir-nauki.com/PDF/45PSMN121.pdf>. Ссылка активна на 03.10.2022.
16. Трифонова О.И. Использование КИТ в работе с тревожными расстройствами // *Интеллектуальные ресурсы — региональному развитию*. 2022. № 2. С. 125–130.
17. Менделевич В.Д. Доказательная психотерапия: между возможным и необходимым // *Неврологический вестник*. 2019. Т. 51, № 2. С. 4–11.
18. Епанешникова Н.В., Кабатаев М.В. Новые организационные и аппаратно-программные технологии нейрореабилитационной интервенции и оценки реабилитационного потенциала // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Психология. 2017. Т. 10, № 3. С. 81–90. doi: [10.14529/psy170308](https://doi.org/10.14529/psy170308)
19. Ильин Е.П. Психология страха. М.: Питер; 2015.
20. Карелин А. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: ЭКСМО; 2005.
21. МКБ-10. Невротические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства (F40–F48) [Internet]. Доступно по: <https://mkb-10.com/index.php?pid=4237>. Ссылка активна на 03.10.2022.
22. Варламов А.В., Яковлева Н.В. Комплекс для психологической работы с фобическими расстройствами в виртуальной реальности. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022619988. 27.05.2022. Доступно по: <https://konf.rzgm.ru/images/upload/users/sc/%D0%A1%D0%B2-%D0%B2%D0%BЕ%20%Е2%84%96%202022619988.pdf>. Ссылка активна на 03.10.2022.
23. Ribas V.R., Ribas R.G., Nóbrega J.A., et al. Pattern of anxiety, insecurity, fear, panic and/or phobia observed by quantitative electroencephalography (QEEG) // *Dement Neuropsychol*. 2018. Vol. 12, No. 3. P. 264–271. doi: [10.1590/1980-57642018dn12-030007](https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn12-030007)
24. Rosenbaum D., Leehr E.J., Krocze A., et al. Neuronal correlates of spider phobia in a combined fNIRS-EEG study // *Sci. Rep*. 2020. Vol. 10, No. 1. P. 12597. doi: [10.1038/s41598-020-69127-3](https://doi.org/10.1038/s41598-020-69127-3)
25. Wen T.Y., Aris S.A.M. Electroencephalogram (EEG) stress analysis on alpha/beta ratio and theta/beta ratio // *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. 2020. Vol. 17, No. 1. P. 175–182. doi: [10.11591/ijeecs.v17.i1.pp175-182](https://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i1.pp175-182)
26. Tychkov A.Yu., Alimuradov A.K., Ageykin A.V., et al. Determination of Psychogenic Markers in Speech Signals Using HHT Theory. In: 2018 Engineering and Telecommunications (EnT-MIPT); Moscow, 15–16 November. Moscow; 2018. P. 184–187. doi: [10.1109/EnT-MFTI.2018.00048](https://doi.org/10.1109/EnT-MFTI.2018.00048)
27. Suhaimi N.S., Mountstephens J., Teo J. EEG-based emotion recognition: A state-of-the-art review of current trends and opportunities // *Comput. Intell. Neurosci*. 2020. Vol. 2020. P. 8875426. doi: [10.1155/2020/8875426](https://doi.org/10.1155/2020/8875426)

## References

1. Gonzalez-Franco M, Lanier J. Model of Illusions and Virtual Reality. *Front Psychol*. 2017;8:1125. doi: [10.3389/fpsyg.2017.01125](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01125)
2. Travis A, MacCrann N, Emerton N, et al. Virtual image display as a backlight for 3D. *Opt Express*. 2013;21(15):17730–5. doi: [10.1364/OE.21.017730](https://doi.org/10.1364/OE.21.017730)
3. Bernardo A. Virtual Reality and Simulation in Neurosurgical Training. *World Neurosurg*. 2017; 106:1015–29. doi: [10.1016/j.wneu.2017.06.140](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.06.140)
4. Izard SG, Juanes JA, García Peñalvo FJ, et al. Virtual Reality as an Educational and Training Tool for Medicine. *J Med Syst*. 2018;42(3):50. doi: [10.1007/s10916-018-0900-2](https://doi.org/10.1007/s10916-018-0900-2)
5. Yeung AWK, Tosevska A, Klager E, et al. Virtual and Augmented Reality Applications in Medicine: Analysis of the Scientific Literature. *J Med Internet Res*. 2021;23(2):e25499. doi: [10.2196/25499](https://doi.org/10.2196/25499)
6. Dorofeev AE, Vasilyev YuL, Platonova VV, et al. Assessment of pain perception of elderly patients with different levels of dentophobia during surgical dental appointment. *Nauka Molodykh (Eruditio Juvenium)*. 2017;5(1):73–82. (In Russ). doi: [10.23888/HMJ2017173-82](https://doi.org/10.23888/HMJ2017173-82)

7. Colombo D, Díaz-García A, Fernandez-Álvarez J, et al. Virtual reality for the enhancement of emotion regulation. *Clin Psychol Psychother.* 2021; 28(3):519–37. doi: [10.1002/cpp.2618](https://doi.org/10.1002/cpp.2618)
8. Emmelkamp PMG, Meyerbröker K, Morina N. Virtual Reality Therapy in Social Anxiety Disorder. *Curr Psychiatry Rep.* 2020;22(7):32. doi: [10.1007/s11920-020-01156-1](https://doi.org/10.1007/s11920-020-01156-1)
9. Riva G. Virtual reality in psychotherapy: review. *Cyberpsychol Behav.* 2005;8(3):220–40. doi: [10.1089/cpb.2005.8.220](https://doi.org/10.1089/cpb.2005.8.220)
10. Mosolova IS. Metody вовлечeniya pol'zovateley v virtual'nyu real'nost'. In: *Al'manakh nauchnykh rabot molodykh uchenykh universiteta ITMO: XLVIII nauchnaya i uchebno-metodicheskaya konferentsiya Universiteta ITMO. T. 1, 2019; Saint-Petersburg, 29 January – 01 February 2019.* Saint-Petersburg; 2019. P. 213–5. (In Russ).
11. Maples-Keller JL, Yasinski C, Manjin N, et al. Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress. *Neurotherapeutics.* 2017; 14(3):554–63. doi: [10.1007/s13311-017-0534-y](https://doi.org/10.1007/s13311-017-0534-y)
12. Park MJ, Kim DJ, Lee U, et al. A Literature Overview of Virtual Reality (VR) in Treatment of Psychiatric Disorders: Recent Advances and Limitations. *Front Psychiatry.* 2019;10:505. doi: [10.3389/fpsy.2019.00505](https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00505)
13. Pot-Kolder R, Veling W, Geraets C, et al. Cost-Effectiveness of Virtual Reality Cognitive Behavioral Therapy for Psychosis: Health-Economic Evaluation within a Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res.* 2020;22(5):e17098. doi: [10.2196/17098](https://doi.org/10.2196/17098)
14. Varlamov AV, Yakovleva NV. Study of the targets of scary image correction in people with high personal anxiety. *Personality in a Changing World: Health, Adaptation, Development.* 2021;9(3):300–12. Available at: <http://humjournal.rzgm.ru/art&id=496>. Accessed: 2022 October 03. (In Russ). doi: [10.23888/humJ20213300-312](https://doi.org/10.23888/humJ20213300-312)
15. Gladkikh AP, Parfenova AG, Gorodishcheva AN. Subject-spatial components of a virtual simulator to overcome public speech fear. *World of Science. Pedagogy and Psychology.* 2021;9(1). Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/45PSMN121.pdf>. Accessed: 2022 October 03. (In Russ).
16. Trifonova OI. The use of CBT in dealing with anxiety disorders. *Intellektual'nyye Resursy — Regional'nomu Razvitiyu.* 2022;(2):125–30. (In Russ).
17. Mendelevich VD. Evidence-Based Psychotherapy: Between the Possible and the Necessary. *Neurology Bulletin.* 2019;51(2):4–11. (In Russ).
18. Epaneshnikova NV, Kabataev MV. New Organizational and Hardware-Software Technologies of Neurorehabilitation Intervention and Evaluation of Rehabilitation Potential. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Psychology.* 2017;10(3):81–90. (In Russ). doi: [10.14529/psy170308](https://doi.org/10.14529/psy170308)
19. Il'in EP. *Psikhologiya strakha.* Moscow: Piter; 2015. (In Russ).
20. Karelin A. *Bol'shaya entsiklopediya psikhologicheskikh testov.* Moscow: EKSMO; 2005. (In Russ).
21. ICD-10. Nevroticheskiye, svyazannyye so stressom i somatofornnyye rasstroystva [Internet]. Available at: <https://mkb-10.com/index.php?pid=4237>. Accessed: 2022 October 03. (In Russ).
22. Varlamov AV, Yakovleva NV. Kompleks dlya psikhologicheskoy raboty s fobicheskimi rasstroystvami v virtual'noy real'nosti. Computer Certificate RU No. 2022619988. 27.05.2022. Available at: <https://konf.rzgm.ru/images/upload/users/sc/%D0%A1%D0%B2-%D0%B2%D0%B E%20%E2%84%96%202022619988.pdf>. Accessed: 2022 October 03. (In Russ).
23. Ribas VR, Ribas RG, Nóbrega JA, et al. Pattern of anxiety, insecurity, fear, panic and/or phobia observed by quantitative electroencephalography (QEEG). *Dement Neuropsychol.* 2018;12(3):264–71. doi: [10.1590/1980-57642018dn12-030007](https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn12-030007)
24. Rosenbaum D, Leehr EJ, Kroczeck A, et al. Neuronal correlates of spider phobia in a combined fNIRS-EEG study. *Sci Rep.* 2020;10(1):12597. doi: [10.1038/s41598-020-69127-3](https://doi.org/10.1038/s41598-020-69127-3)
25. Wen TY, Aris SAM. Electroencephalogram (EEG) stress analysis on alpha/beta ratio and theta/beta ratio. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science.* 2020;17(1):175–82. doi: [10.11591/ijeecs.v17.i1.pp175-182](https://doi.org/10.11591/ijeecs.v17.i1.pp175-182)
26. Tychkov AYu, Alimuradov AK, Ageykin AV, et al. Determination of Psychogenic Markers in Speech Signals Using HHT Theory. In: *2018 Engineering and Telecommunications (EnT-MIPT); Moscow, 15–16 November.* Moscow; 2018. P. 184–7. doi: [10.1109/EnT-MFTI.2018.00048](https://doi.org/10.1109/EnT-MFTI.2018.00048)
27. Suhaimi NS, Mountstephens J, Teo J. EEG-based emotion recognition: A state-of-the-art review of current trends and opportunities. *Comput Intell Neurosci.* 2020;2020:8875426. doi: [10.1155/2020/8875426](https://doi.org/10.1155/2020/8875426)

## Дополнительная информация

**Финансирование.** Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

**Этика.** Использованы данные пациента в соответствии с письменным информированным согласием.

### Информация об авторах:

✉ **Varlamov Andrey Vitalyevich** — специалист центра практической психологии, SPIN: 1397-5213, <https://orcid.org/0000-0002-6144-6036>, e-mail: [andrey.varlamov.62@gmail.com](mailto:andrey.varlamov.62@gmail.com)

**Funding.** The authors declare no funding for the study.

**Ethics.** The data is used in accordance with the informed consent of patient.

### Information about the authors:

✉ **Andrey V. Varlamov** — Specialist of the Center for Practical Psychology, SPIN: 1397-5213, <https://orcid.org/0000-0002-6144-6036>, e-mail: [andrey.varlamov.62@gmail.com](mailto:andrey.varlamov.62@gmail.com)

*Яковлева Наталья Валентиновна* — канд. психол., доцент, зав. кафедрой общей и специальной психологии с курсом педагогики, SPIN: 4892-0770, <https://orcid.org/0000-0002-7682-7245>, e-mail: [yakovleva.nata2@gmail.com](mailto:yakovleva.nata2@gmail.com)

**Вклад авторов:**

*Варламов А. В.* — концепция и дизайн исследования, сбор материала, статистическая обработка, написание текста.

*Яковлева Н. В.* — концепция и дизайн исследования, написание текста, редактирование.

Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи — все соавторы.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Natal'ya V. Yakovleva* — Cand. Sci. (Psychol.), Associate Professor, Head of the Department of General and Special Psychology with a Course of Pedagogy, SPIN: 4892-0770, <https://orcid.org/0000-0002-7682-7245>, e-mail: [yakovleva.nata2@gmail.com](mailto:yakovleva.nata2@gmail.com)

**Contribution of the authors:**

*Varlamov A. V.* — concept and design of study, material collection, statistical processing, writing the text.

*Yakovleva N. V.* — concept and design of study, writing the text, editing.

Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article all authors.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.