

РОЗАНОВ ИВАН АНДРЕЕВИЧ

**ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ
ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ
ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФАКТОРОВ
КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА**

3.3.7 – авиационная, космическая и морская медицина

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Государственном научном центре Российской Федерации – Институте медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН).

Научный руководитель: доктор медицинских наук, **Гущин Вадим Игоревич**

Официальные оппоненты: **Жовнерчук Евгений Владимирович**, доктор медицинских наук, доцент Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, ведущий научный сотрудник.

Сысоев Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, заведующий кафедрой.

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Защита диссертации состоится « ____ » _____ 2023 года в ____ часов на заседании диссертационного совета 24.1.023.01 в ГНЦ РФ – ИМБП РАН по адресу: 123007, г.Москва, Хорошевское шоссе, д. 76А.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГНЦ РФ – ИМБП РАН и на сайте <http://www.imbp.ru/WebPages/win1251/ScienceN/DisserSov/Rosanol2022/Rosanol.html>

Автореферат разослан

« ____ » _____ 2023 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Светлана Викторовна Поддубко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Для автономных малых групп, осуществляющих деятельность в условиях изоляции, сенсорной и социальной депривации, выраженной угрозы для здоровья и жизни, характерен ряд психологических проблем: нарушение самочувствия и сна, эмоциональные расстройства, снижение мотивации и работоспособности, конфликты в группе и др. (Леонов, Лебедев, 1971). Эти проблемы особенно актуальны для участников длительных космических полётов (ДКП). Для профилактики неблагоприятного воздействия на космонавтов психологических факторов космического полёта отечественными специалистами под руководством О. П. Козеренко была разработана система мероприятий психологического и/или психокоррекционного характера, получившая условное название «Психологическая поддержка» (ПП) (Козеренко, 1983, 2011).

Основные задачи ПП в ходе ДКП включают в себя: поддержание высокого уровня психического здоровья и работоспособности, поддержание высокого уровня мотивации космонавтов, а также компенсацию эффектов сенсорной депривации и монотонии, удовлетворение эстетических потребностей членов экипажа, восполнение дефицита социальных контактов (Козеренко и соавт., 2004, 2011). Борьба с сенсорной депривацией и монотонией реализуется специалистами группы психологической поддержки Центра управления полетами (ЦУП) путем реализации мероприятий по реконструкции на орбите земного информационного «притока». Для этого используется бортовая медиатека, динамически обновляемая через штатные каналы связи, а также дополнительные поставки информационного контента транспортными кораблями. Важным элементом системы ПП являются регулярные поставки свежих продуктов, подарков и пр. Еще одна группа мер ПП направлена на преодоление социальной депривации (Новиков, 1970) и включает в себя конференции с психологами через приватные каналы связи, неформальное (наряду с формализованным штатным) общение с представителями наземных служб, родными и близкими, а также известными представителями национальной культуры.

Существующая система мер психологической поддержки экипажей пилотируемых космических аппаратов была успешно применена в орбитальных космических полетах, некоторые из которых по своей продолжительности превышали 365 суток, что сопоставимо с продолжительностью будущих межпланетных миссий (Карпова и соавт., 2021). Однако анализ эффективности ПП на данный момент основан на субъективной её оценке космонавтами и косвенно – на данных группы медицинского контроля о состоянии членов экипажа во время КП (Мясников, Замалетдинов, 1997). Кроме того, увеличение длительности орбитальных полётов и перспектива автономных миссий к другим планетам обуславливают необходимость расширения возможностей ПП. Это может быть достигнуто за счет разработки объективных методов оценки психофизиологических эффектов ПП, а также путём расширения перечня применяемых методов психологической профилактики (Карпова и соавт., 2021). При этом, все инновации, вносимые в систему мер психологической поддержки

должны быть основаны на существующих фундаментальных принципах организации ПП и многолетнем опыте, накопленном в пилотируемой космонавтике.

На наш взгляд, одним из наиболее перспективных методов ПП является психологическая поддержка, основанная на технологиях виртуальной реальности (VR). Технологии VR способны создавать разнообразный и динамически изменяющийся интерактивный «мир», состоящий из визуальных и аудиовизуальных образов. При взаимодействии реципиента с этими образами и при их восприятии в VR средах внимание реципиента переключается с объективной реальности на VR, т.е., развивается т.н. эффект «присутствия», восприятия реципиентом VR объектов в качестве субъектов взаимодействия (Ваños et al., 2000, 2009). Свойства виртуальных сред позволяют им стать эффективной контрмерой применительно к воздействию дефицита сенсорного притока (путём создания источника искусственной визуальной афферентации), скученности (посредством создания виртуального личного пространства) и монотонии (благодаря интерактивности VR и структурирования свободного времени с помощью сеансов виртуальной реальности) (Розанов, 2020). Наконец, виртуальные «миры», обладающие определенной степенью эмоциогенности, могут способствовать оптимизации психофизиологического состояния. В связи с новизной методов психологической поддержки, основанных на использовании технологий VR, возникает необходимость апробировать их в контролируемых условиях, оценить вопросы безопасности и эффективности использования этих технологий. Наземные эксперименты по моделированию неблагоприятных факторов космического полета предоставляют возможность с помощью объективных методов изучить психофизиологические эффекты, возникающие у реципиентов при взаимодействии с виртуальными средами, исследовать взаимное влияние различных методов ПП.

Актуальность настоящей диссертационной работы также связана с тем, что в мире наблюдается тенденция к росту числа ситуаций, особенностью которых является интенсивное воздействие стрессоров, подобных возникающим в ДКП. Например, растет число представителей особо опасных профессий и операторов, осуществляющих свою профессиональную деятельность в условиях «отрыва» от привычного окружения, сенсорного «голода», дефицита приватности и общей экстремальности условий труда и быта (Лебедев, 2001; Лебедев, 1989). Также неблагоприятная эпидемиологическая ситуация в последние годы приводит к росту числа лиц, пребывающих в условиях социальной и сенсорной депривации в рамках карантина (Chaturvedi, 2020; Wang et al., 2020). Аналогичную картину факторов психологического неблагополучия можно наблюдать у пациентов, длительное время пребывающих на лечении в условиях стационара. Наземные модельные эксперименты (гермокамерные исследования, «сухая» иммерсия) могут быть рассмотрены как аналоги данных ситуаций (Rozanov et al., 2022).

Степень разработанности проблемы.

В литературе описан опыт применения виртуальной реальности в качестве метода психотерапии, в частности, в отношении фобий и ПТСР (посттравматического стрессового расстройства) (Best et al., 2021; Casely et al., 2016). При этом, описания опыта применения VR в

качестве средства психологической релаксации/рекреации содержат неоднозначные результаты, в частности, касающиеся быстрого угасания положительного эффекта от сеансов ВР по мере «надоедания» контента (Annersted et al., 2017) – т.е. методика успевает быстро «наскучить». Упоминается в литературе и неблагоприятное воздействие виртуальной реальности на вестибулярный аппарат (Groen, Bos, 2008; Mehri et al., 2007). В целом, возникающие у реципиентов при взаимодействии со средой виртуальной реальности психофизиологические эффекты в литературе описаны недостаточно полно; наиболее современные исследования в этой области преимущественно апеллируют к субъективным методам исследования (анкетирование, опросники, интервью) (Ku et al., 2003; Linder et al., 2017; Linder et al., 2019). Применение виртуальной реальности для психологической поддержки здоровых лиц апробируется впервые в рамках настоящего диссертационного исследования.

Цель диссертационной работы состоит в изучении психофизиологических эффектов виртуальной реальности для психологической поддержки при моделировании факторов долговременного космического полёта, а также в выявлении роли ВР в составе комплекса методов психологической поддержки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Обобщить и систематизировать существующий опыт применения ПП в длительных космических полётах по литературным данным. Обосновать применение перспективных методов ПП применительно к автономным межпланетным полетам.
2. Разработать и апробировать методику количественной оценки влияния средств ПП на психофизиологическое состояние реципиентов при моделировании факторов ДКП.
3. Разработать требования к аппаратно-программному комплексу на основе технологии ВР для применения его в качестве средства ПП. Отработать в условиях экспериментов, моделирующих воздействие на человека неблагоприятных факторов длительного космического полёта, методологию и схемы применения ПП на основе технологии ВР.
4. Изучить вопросы безопасности применения технологий ВР в качестве метода ПП в экспериментах, моделирующих факторы космического полета.
5. Оценить воздействие средств ПП, основанных на технологиях ВР, на психоэмоциональную сферу обследуемых в экспериментах с «сухой» иммерсией, гермокамерной изоляцией и в контрольной группе.
6. Исследовать влияние применения метода ПП, основанного на технологиях виртуальной реальности, на когнитивные способности, двигательную активность и сон обследуемых в экспериментах с «сухой» иммерсией и гермокамерной изоляцией.
7. Изучить связь между личностными особенностями обследуемых и тем, какие формы и виды психологической поддержки, общения и мультимедиа они предпочитают.

Гипотеза исследования.

Применение психологической поддержки на основе технологий виртуальной реальности в условиях моделирования действия неблагоприятных факторов космического полета позволяет реконструировать привычный сенсорный приток по зрительному и аудиальному каналу; снизить уровень эмоциональной напряженности; компенсировать дефицит приватности в ограниченном гермообъеме; наполнить и структурировать свободное время.

Научная новизна результатов исследования:

1. Впервые получены данные объективного психофизиологического контроля о состоянии и работоспособности обследуемых, находящихся под длительным воздействием неблагоприятных факторов длительного космического полёта – до, во время и после воздействия на них методов психологической поддержки.
2. Впервые на фоне моделирования неблагоприятного воздействия факторов космического полета наряду с известными методами психологической поддержки применялись перспективные, основанные на технологиях ВР. Доказана медицинская безопасность применения ВР в качестве метода психоподдержки.
3. Впервые получены объективные данные о влиянии психологической поддержки, осуществляемой с помощью технических средств виртуальной реальности, на психофизиологическое состояние человека, находящегося под воздействием моделируемых неблагоприятных психологических факторов космического полёта.

Теоретическая значимость работы состоит в анализе и обобщении существующего комплекса мер психологической поддержки; обосновании использования основанного на новых информационных технологиях ВР комплекса психологической поддержки для современных и будущих нужд пилотируемой космонавтики, а также здравоохранения.

Практическая значимость работы заключается в том, что разработана методика изучения психофизиологических эффектов, возникающих в ходе применения методов психологической поддержки (в особенности, психоподдержки на основе технологий ВР); произведена оценка безопасности и эффективность применения средства виртуальной реальности для психологической поддержки лиц, испытывающих воздействие неблагоприятных факторов космического полета. Также были сформулированы требования к аппаратно-программному комплексу (АПК) для психологической поддержки, функционирующему на основе технологий ВР.

Методология и методы исследования. Методологическую основу диссертационной работы составляют общенаучные методы эмпирического и теоретического исследования. Теоретической основой настоящей диссертационной работы являются труды отечественных ученых – специалистов в области психологии космического полёта, психологии человека в модельных наземных экспериментах, а также на трудах зарубежных аэрокосмических психологов и врачей (Мясников В.И. Степанова С.И, 2000; N. Kanas, D. Manzey, 2004; Ушаков И. Б. 2014, Гушин В. И. 2018 и др.). Методология исследования воздействия методов психоподдержки на реципиентов в экспериментах

основана на теории афферентного синтеза П.К. Анохина (1971), информационной теории эмоций П.В. Симонова (1981) теории информационных неврозов М.М. Хананашвили (1978), бихевиористском принципе «стимул – реакция» ($S \rightarrow R$). Теоретической базой разрабатываемых подходов к психологической поддержке являются исследования отечественных специалистов – авторов методов психологической поддержки экипажей пилотируемых космических аппаратов (Козеренко, 2013, Карпова О.И. 2021).

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Психологическая поддержка, основанная на технологиях ВР, является безопасной для здоровья и психики человека методикой, предоставляющей возможность осуществлять управляемый, дозируемый приток визуальной и аудиальной информации для компенсации воздействия сенсорной депривации, монотонии, скученности.
2. Исследования, проведенные в условиях, моделирующих воздействие на человека неблагоприятных факторов космического полёта, указывают на положительный эффект применения в качестве метода психологической поддержки технологий ВР, оказываемый на психоэмоциональное состояние, когнитивные способности, двигательную активность и сон обследуемых.
3. Психологические особенности личности влияют на потребность в тех или иных мероприятиях психологической поддержки. Дозированная, структурированная среда ВР, применяемая в качестве средства психоподдержки, чаще предпочитается обследуемыми со склонностью к интроверсии, претерпевающим трудности интеграции в малой группе, находящейся в условиях моделирования неблагоприятных факторов космического полёта.

Личный вклад диссертанта:

1. Участие в разработке программно-аппаратного комплекса для проведения сеансов ВР в качестве ПП (составление технического задания на разработку, подбор аппаратных и программных решений, подбор и анализ мультимедийного контента для виртуальных сред).
2. Разработка комплекса методов оценки психофизиологических эффектов, возникающих у реципиентов при взаимодействии с перспективными видами ПП.
3. Отработка новых методов ПП, основанных на технологиях ВР, в модельных экспериментах и на добровольцах, исследование психофизиологических эффектов, возникающих у обследуемых при применении этих методов.
4. Составление персонализированных «репертуаров» мультимедийного контента для психологической поддержки участников модельных экспериментов.
5. Сбор, изучение и анализ данных, полученных в экспериментах и контрольной группе.
6. Лекционная деятельность, направленная на освещение работ ГНЦ РФ – ИМБП РАН по направлениям, соответствующим теме диссертационной работы и на освещение результатов исследований, проводимых в модельных экспериментах.

Апробация и внедрение результатов диссертации.

Результаты работы по теме диссертации были включены в отчёты по модельным экспериментам, проводимым в ГНЦ РФ – ИМБП РАН, докладывались диссертантом на внутренних совещаниях и конференциях в ИМБП. Кроме того, результаты были доложены на российских и международных конференциях: **1)** Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, посвящённая 95-летию Института физиологии им. И.П. Павлова РАН. Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН. СПб, 2020. **2)** VII Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные проблемы психологического сопровождения профессиональной и учебно-профессиональной деятельности». Коломна, 2021. (Два доклада.) **3)** XVIII International Symposium «Human In Space». Москва, 2021. (Два доклада.) **4)** Неделя Российской психологии в ГСГУ, г. Коломна. 16 –19 марта 2021 года. **5)** Всероссийский фестиваль технических достижений «ТЕХНОСРЕДА» Москва, 2021. **6)** Межведомственная научно-практическая конференция «Формирование здорового образа жизни. Передовой опыт социально-педагогической работы с детьми и семьей». ГСГУ, Коломна, 2021 год. **7)** Интеграционный саммит «Научные центры мирового уровня (НЦМУ) в сфере здравоохранения». Москва, 30 ноября – 1 декабря 2021 года. **8)** Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, Санкт-Петербург (8-10 декабря 2021 г.). **9)** XIX Конференция молодых ученых, специалистов и студентов, посвященная 60-летию первого полета человека в космос. Москва, ГНЦ РФ – ИМБП РАН, 2021 г. **10)** Международная конференция – фестиваль ученых «Пора в космос». Москва, 12 апреля 2022 г. **11)** IX Международный форум технологического развития ТЕХНОПРОМ-2022. Новосибирск, 2022 г. **12)** 73rd International Astronautical Congress (IAC). Париж, Франция, 2022 г. **13)** IPSPACE International symposium on the peaceful use of space technology-health. Пекин, Китай, 2022 г. По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, в том числе 6 статей в журналах из перечня ВАК РФ и баз данных Scopus/Web of Science, 14 тезисов докладов.

Исследование выполнялось при поддержке Минобрнауки России в рамках соглашения №_075-1502020-919 от 16.11.2020 г. о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Павловский центр «Интегративная физиология – медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям стрессоустойчивости». Работа поддержана темой РАН № 63.2.

Структура и объем диссертации.

Диссертация изложена на 141 странице и состоит из введения, четырех глав, заключения и выводов, списков сокращений и использованной литературы, а также двух приложений. Работа иллюстрирована 28 рисунками и 14 таблицами. Список литературы включает 254 источников, из них 99 на русском и 155 на иностранных языках.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Во **введении** обосновывается актуальность избранной темы диссертационного исследования, оценивается степень её разработанности, определяются цели и задачи диссертационного исследования.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Состав методов психологической поддержки постоянно совершенствовался исходя из «арсенала» технических средств, доступных в орбитальных станциях того или иного поколения (Козеренко, 2011). В настоящее время на борту Российского сегмента МКС доступен широкий набор средств информационного обеспечения экипажа, для чего служит оперативно обновляемая медиатека. На регулярной основе с помощью транспортных кораблей доставляются посылки, а с помощью штатных каналов связи и IP-телефонии осуществляются сеансы связи с родными и близкими членов экипажа, со значимыми персонами и психологами, с представителями духовенства (Карпова и др., 2021).

Перспективные межпланетные космические полёты будут сопряжены с воздействием на экипаж фактора автономности, в связи с которым потребуются внедрение новых методов ПП, в т.ч. основанных на технологиях виртуальной реальности (Gushin et al., 2021). Психофизиологические эффекты, возникающие у реципиентов при взаимодействии со средами ВР, в литературе описаны недостаточно полно, при этом большая часть исследований опирается на субъективные методы исследований (Карпова и др., 2021). Это обуславливает необходимость исследований безопасности и эффективности применения современных средств ВР в модельных экспериментах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы исследования. Исследование проводилось на базе ГНЦ РФ – ИМБП РАН в экспериментах, моделирующих неблагоприятное воздействие факторов КП:

1. 3-х суточная «сухая» иммерсия и 7-ми суточная «сухая» иммерсия (6 и 10 обследуемых в возрасте от 24 до 39 лет, 6 женщин и 10 мужчин соответственно). Основные неблагоприятные факторы экспериментов: перераспределение жидких сред организма, физиологический дискомфорт, болевой синдром, нарушения сна, гипокинезия, сенсорная депривация, монотония, частичная социальная депривация. Проведено 16 врачебных осмотров и 46 исследований эффектов ВР, 15 и 31 сеанс ВР для ПП соответственно.

2. Изоляционный 14-ти сут. эксперимент ЭСКИЗ (6 обследуемых и один дублёр в возрасте 23-45 лет, 5 мужчин и 2 женщины). Основные неблагоприятные факторы эксперимента: сенсорная и социальная депривация, скученность, дефицит приватности, монотония. Проведено 7 врачебных осмотров, 24 исследований эффектов ВР, 24 сеанса ВР.

3. Изоляционный 8-ми месячный эксперимент SIRIUS-21/22 (6 обследуемых и шесть дублёров в возрасте от 27 до 44 лет, 8 мужчин и 4 женщины). Основные неблагоприятные факторы

эксперимента: длительное пребывание в гермообъеме, сенсорная и социальная депривация, монотония. Проведено 12 врачебных осмотров.

Контрольную группу составили 13 добровольцев (в возрасте от 21 до 36 лет, 1 мужчина и 12 женщин) в обычных условиях жизнедеятельности. Было проведено 13 врачебных осмотров, 33 исследования эффектов ВР, 33 сеанса ВР. Таким образом, в исследовании приняло участие **48 добровольцев**. Было проведено **103 сеанса ВР**.

Все испытуемые подписали информированное согласие на участие в экспериментах, одобренных биоэтической комиссией ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Методология исследования.

В экспериментах изучалось влияние компенсирующих сенсорную и социальную депривацию, монотонию, скученность информационных потоков ПП, формируемых: 1) общением реципиента с экипажем (в случае «сухой» иммерсии с обследуемым в соседней ванне) и с внешними абонентами (представители ЦУП и дежурных бригад); 2) личным мультимедийного контентом (кино, аудио-визуальные материалы, чтение); 3) мультимедийным контентом ПП, предоставляемым «наземными» службами психологической поддержки, регламентированным постановщиками эксперимента; 4) мультимедийным контентом ПП, предоставляемым посредством технологии ВР (см рис. 1).



Рисунок 1. Информационные потоки в искусственной среде обитания.

Методы ПП на основе ВР.

В эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией с учётом необходимости минимизировать объём движений и дискомфорта, вызываемого условиями эксперимента с «сухой» иммерсией (перераспределение жидких сред, обездвиженное состояние, боли) использовались не интерактивные специально отобранные 3D-видео релаксационной направленности (пейзажи, плавание, полёт и пр.).

Кроме того, поскольку обследуемые, участвуя в эксперименте по моделированию факторов космического полета, испытывали недостаток информационного подкрепления нахождения в условиях КП (дефицит психологического смысла). Для создания образа космического полёта использовались мотивирующие документальные и художественные 3D-видео пребывания в космосе.

Исследовательские задачи в «сухой» иммерсии включали в себя отработку методики экспресс-оценки безопасности использования нового поколения шлемов ВР для реализации психологической поддержки. В связи с этим было необходимо изучить вопросы безопасности применения технологий ВР в модельном эксперименте и оценить воздействие ПП на основе ВР на вестибулярную устойчивость практически здоровых обследуемых без выявленных клинических проявлений болезни движения.

В изоляционном эксперименте ЭСКИЗ, семисуточной «сухой» иммерсии, в эксперименте SIRIUS-21/22 и на представителях контрольной группы применялся разработанный специалистами ГНЦ РФ – ИМБП РАН и ООО «ИСЗ» интерактивный АПК для психологической поддержки на основе технологий виртуальной реальности. Активное взаимодействие обследуемого с каждым из компонентов виртуальной среды должно было нивелировать воздействие моделируемых неблагоприятных психологических факторов КП. Предъявляемые визуальные образы виртуальной среды представлены на рис. 2. В качестве аппаратной части АПК использовался серийно производимый автономный шлем виртуальной реальности.

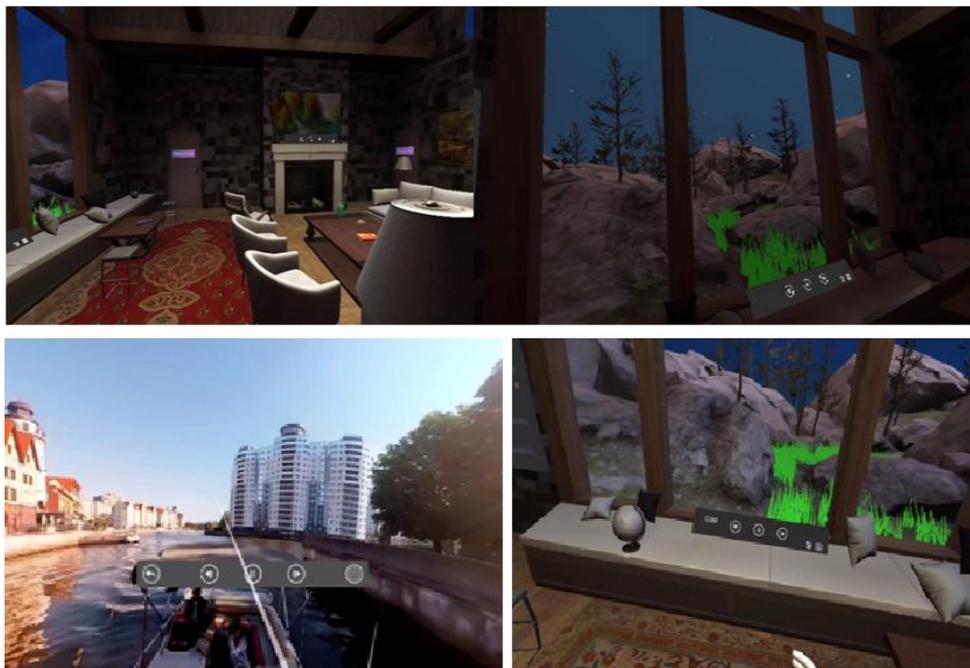


Рисунок 2. Виртуальная среда - персональное личное пространство

Штатные средства и методы ПП.

Методы штатной психологической поддержки для компенсации сенсорной депривации и монотонии в изоляционном эксперименте ЭСКИЗ и в семисуточной «сухой» иммерсии включали видеоматериалы (для преодоления сенсорного дефицита и создания образа полёта), арт-терапию (раскраски для взрослых) для контролируемого переноса («трансфера») эмоций. Кроме того, по

данным исследований в КП и модельных экспериментах, ПП в условиях экстремального ограничения, скученности и изоляции (Козеренко О.П., 2011) может быть получена в ходе общения с людьми, на которых можно положиться (Sarason et al., 1990). – с диспетчерами Центра управления (дежурными медицинскими бригадами) или с партнёрами внутри экипажа (Файхтингер Е.Л., 2018; Кузнецова П.Г., 2019).

Методы исследования психофизиологических эффектов ПП. Для изучения психофизиологических эффектов ПП, включая ПП на основе ВР, применялась единая, специально разработанная **схема исследования:**

1. Оценка безопасности применения ВР для ПП включала врачебные осмотры: сбор анамнеза; оценку глазодвигательных рефлексов; устойчивость обследуемых в позе Ромберга; изучение нистагма; выявление тремора; оценку сухости кожных покровов (Н.Н. Яхно, 2021).

2. Оценка психоэмоционального состояния проводилась посредством валидизированного способа анализа мимики (ПО Noldus FaceReader) по записям самоотчётов обследуемых. Способ позволяет выявить и количественно оценить по видеозаписи выраженность следующих эмоций: Neutral (отсутствие эмоций), Happy (Счастье), Sad (Грусть), Angry (Злость), Surprised (Удивление), Scared (Страх), Disgusted (Отвращение), Valence (общая валентность эмоций) и Arousal (Уровень возбуждения) (Rutter S. et al., 2022, Skiendziel T. et al., 2019, Namba S. et al., 2021).

3. Оценка когнитивных функций осуществлялась по данным контент-анализа речи в самоотчетах. Проводилось выявление слов-паразитов, персевераций и других речевых ошибок – являющихся маркёром астенизации ЦНС, утомления (С.И. Степанова, 2002).

4. Оценка двигательной активности (актиграфия), качества и продолжительности сна (актиграфия, алгоритм Cole-Kripke). Для этого применялся браслет ActiGraph GT3XBT, лицензированный для применения в качестве диагностического медицинского средства, и специальное ПО (Bussmann J.V., 1998).

5. Оценка влияния личностных особенностей на восприятие значимой, семантически нагруженной информации, для чего использовались опросник темперамента Кейрси (Ильин Е.П., 2004), анкеты «Иммерсивность» (для анализа эффекта погружения в среду ВР) и «Психологическая поддержка».

Методы статистического анализа.

Для обработки данных, полученных в ходе экспериментов и на контрольных группах, с учетом малого размера выборки, были применены методы непараметрической статистики: критерий Вилкоксона (T) и коэффициент ранговой корреляции Спирмена (ρ). Статистические данные анализировались в программе SPSS.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Данные оценки медицинской безопасности технологии ВР.

В эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией согласно данным врачебного наблюдения за обследуемыми после сеанса проведения ВР, у 4 из них был незначительно выражен маятникообразный бинокулярный смешанный нистагм I степени (речь идет о физиологическом, а не патологическом нистагме). В эксперименте с 7-ми суточной «сухой» иммерсией индивидуальной непереносимости ВР и вестибулярных нарушений выявлено не было, нистагм не был выражен. Обследуемые также были устойчивы в позе Ромберга, уверенно выполняли пальценосовую пробу. В ходе эксперимента обследуемые не предъявляли жалоб.

В эксперименте с 14-суточной изоляцией ЭСКИЗ случаев индивидуальной непереносимости, индивидуальной невосприимчивости ВР выявлено не было. Однако двое обследуемых жаловались на приносящие дискомфорт негативные вестибулярные реакции. У остальных членов экипажа и дублёра подобных негативных реакций со стороны вестибулярного и зрительного аппаратов выявлено не было. У кандидатов в члены экипажа эксперимента с длительной изоляцией SIRIUS-21/не было выявлено случаев негативного влияния ВР на вестибулярный аппарат, включая и кратковременное погружение в ванную «сухой» иммерсии.

У обследуемых – добровольцев контрольной группы каких-либо вестибулярных отклонений, субъективного дискомфорта при сеансах ВР выявлено не было.

В эксперименте SIRIUS-21/22 группой ученых под руководством Е.С. Томиловской и Д.М. Шведа были продолжено изучение влияния применения технологий ВР на вестибулярную устойчивость практически здоровых обследуемых без выявленных клинических проявлений болезни движения. В частности, с помощью технологии ВР моделировалась внекорабельная деятельность (высадка на Луну с помощью средств ВР) 5 членов экипажа на поверхность Луны. В соответствии со сценарием ВКД, каждый из членов экипажа выполнял упражнения «Полевого теста», направленные на выявления вестибулярных нарушений. По данным визуальных наблюдений, аудиомониторинга в ходе ВКД, актиграфии, содержанию ежедневных отчётов вестибулярных нарушений и нарушений выполнения упражнений в ходе «Полевого теста» не выявлено.

Таким образом, отработанная в рамках данной работы экспресс-методика оценки наличия психофизиологических нарушений (включая вестибулярные) после сеансов ВР показала достаточную прогностическую ценность. Применение экспресс-метода позволяло с вероятностью более чем в 95% прогнозировать отсутствие вестибулярных нарушений после сеанса ВР.

Данные анализа мимики.

У членов контрольной группы после сеанса ВР наблюдалось снижение уровня возбуждения и рост доли нейтральных эмоций (см. рис.3).

В трёхсуточной «сухой» иммерсии выраженность доли «нейтральных» эмоций у реципиентов после проведения сеанса ВР статистически достоверно повышалась ($T = 2,605$; $p = 0,09$). При этом

устойчиво снижалась выраженность показателя Arousal ($T = -0,973$; $p = 0,03$). Этот же эффект был воспроизведён и в эксперименте с семисуточной «сухой» иммерсией.

В эксперименте с изоляцией ЭСКИЗ у обследуемых после сеанса ВР наблюдалось снижение доли «нейтральных» эмоций; рост эмоции «Счастье» (радости от просмотренных в ВР стимулов); увеличение показателей «Удивление» и «Возбуждение».

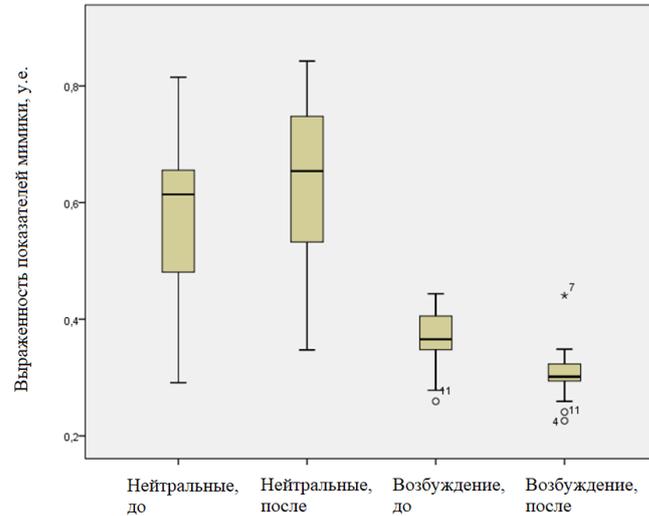


Рисунок 3. Динамика нейтральных эмоций и возбуждения до и после сеансов ВР в контрольной группе.

Данные анализа речи.

В эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией частота речевых ошибок и слов-паразитов (измеряемая в % от общего объёма самоотчёта испытуемого в словах) после сеанса ВР значительно снижалась (по критерию Вилкоксона $T = -2,201$; $p < 0,05$). Этот результат был воспроизведён в эксперименте с 14-ти суточной изоляцией ЭСКИЗ, где содержание дискурсивов также достоверно снижалось – в 0,14-5,17 раз (по критерию Вилкоксона $T = -2,057$; $p < 0,05$) (см. рис. 4 и 5 соотв.).

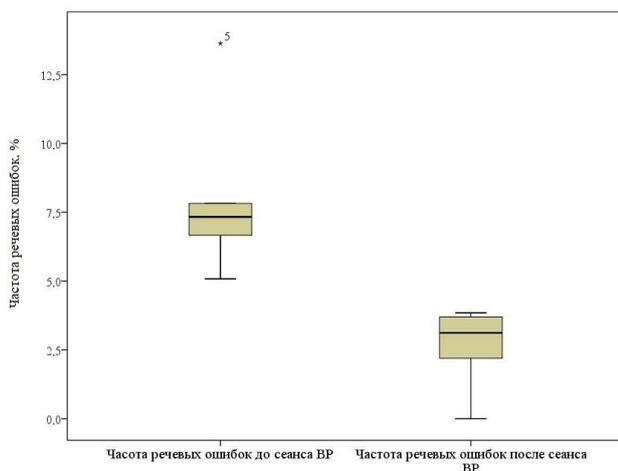


Рисунок 4. Снижение количества речевых ошибок после сеансов ВР в эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией

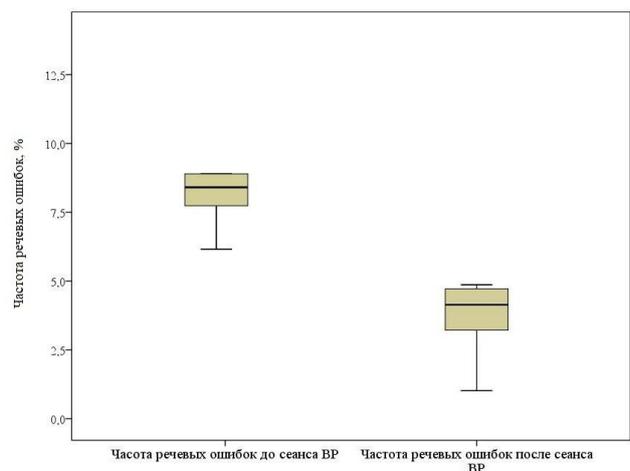


Рисунок 5. Снижение количества речевых ошибок после сеансов ВР в эксперименте с 14-ти суточной изоляцией

Данные анализа двигательной активности и сна.

Исследования двигательной активности и сна по техническим причинам проводились в эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией и в эксперименте ЭСКИЗ.

В эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией по данным актиграфии установлено, что итак сниженный в условиях иммерсии суммарный объем движений, после сеанса ВР еще более уменьшался в 13 из 15 случаев (по критерию Вилкоксона $T = -2,48$; $p < 0,05$).

По данным анализа двигательной активности с применением алгоритма Cole-Kripke в эксперименте ЭСКИЗ установлено, что в условиях 14-суточной изоляции и скученности у большинства обследуемых наблюдалось ухудшение качества сна: увеличение числа пробуждений и сокращение его длительности. После сеансов ПП, основанных на технологиях ВР, было установлено снижение числа пробуждений и рост продолжительности сна относительно средних значений.

Индивидуальные особенности восприятия ПП, полученные посредством анкетирования

Данные исследования проводились в эксперименте с изоляцией ЭСКИЗ, так как в случае «сухой» иммерсии не формируется экипаж. Объем общения внутри экипажа положительно коррелировал как со степенью ассоциированности обследуемых с малой группой ($\rho = 0,888$, $p < 0,05$), так и с уровнем поддержки от самого общения ($\rho = 0,858$, $p < 0,05$). Связанный с потребностью в общении показатель «Экстраверсия» по Кейрси имел положительную корреляцию с показателем поддержки от общения с дежурной бригадой ($\rho = 0,896$, $p < 0,05$). При этом, было показано, что показатель потребности в общении отрицательно коррелировал с поддержкой от технологии ВР ($\rho = -0,858$, $p < 0,05$). Показатель потребности в конкретной информации («Sensation» по Кейрси) положительно коррелировал с потребностью в ПП на основе ВР ($\rho = 0,888$, $p < 0,05$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывает анализ литературы, выраженность вестибулярных нарушений от ВР и количество жалоб от пользователей снижались по мере совершенствования технологий ВР (Brooks et al., 2010; Smart et al., 2002; Groen et al., 2008; Merhi et. al, 2007). Полученные в экспериментах данные врачебных осмотров позволили подкрепить вывод, что серийно выпускаемые шлемы ВР, разрабатываемые для игровой индустрии, можно, в целом, считать физиологически безопасными устройствами. Также накопленные нами данные экспериментов и по контрольной группе предоставляют возможность сделать предварительный вывод о безопасности применения ВР в качестве метода ПП.

В исследованиях, посвященных применению технологий ВР для психокоррекции, редко применялось специально разработанное программное обеспечение; гораздо чаще использовалось готовое, взятое из игровой индустрии. Даже при экспериментальной терапии ПТСР зачастую задействуют готовые игровые решения – агрессивные компьютерные игры в ВР, содержащие сцены насилия, воспроизводящие картины поля боя (т.н. «шутеры») (Goncalves et al., 2012; Rauch, Rothbaum, 2016). Нам же представлялась весьма необходимой разработка специализированного контента,

направленного на профилактику воздействия неблагоприятных факторов космического полета, моделируемых в эксперименте (сенсорная депривация, монотония, скученность и дефицит приватного пространства). Кроме того, имелась необходимость симулирования визуальных образов космической среды для преодоления демотивирующего дефицита психологического смысла, присутствующего у участников модельных экспериментах. Последнее потребовало «погружения» обследуемых, с помощью специально разработанного контента, в систему внешних атрибутов и образов длительного космического полета в целях повышения мотивации и мобилизации их внутренних психологических ресурсов. Психологическая безопасность ПП на основе ВР достигалась за счёт тщательного цензурирования разрабатываемого контента, не допускающая психотравмирующего содержания. Это определило методологию выбора контента для сред ВР, применяемых в целях ПП.

Эмпирически выявленные и описанные в литературе, а также установленные нами в ходе экспериментальных исследований психофизиологические эффекты виртуальной реальности позволяют подразделить их на: 1) сенсомоторные, 2) психоэмоциональные, 3) когнитивные и 4) физиологические.

Сенсомоторные эффекты связаны с развитием у реципиента эффекта «присутствия»; они возникают как результат воздействия на сенсорные системы человека зрительных и слуховых стимулов, созданных ВР. Согласно данным последних исследований, установлены нейрофизиологические корреляты восприятия психологических иммерсивных сред – таких, как ВР (Барабанщиков и др., 2022), связанные с активностью в префронтальной коре больших полушарий. Проведённые в рамках настоящей диссертационной работы исследования подтвердили наличие эффекта «погружения» (согласно данным анкеты «Иммерсивность») во всех 103-х проведённых сеансах ВР.

Когнитивные эффекты ВР связаны с обусловленным «погружением» в новую аттрактивную информационную среду повышением концентрации внимания, активным включением оперативной памяти, включением интеллектуального компонента реципиентов (Mullen, Davidenko, 2021). В ряде других исследований уже получены результаты, свидетельствующие о положительном влиянии ВР сред на когнитивные функции (например, Барабанщиков, Селиванов, 2022). Обнаруженное нами в двух модельных экспериментах достоверное снижение удельного веса речевых ошибок и слов-паразитов в самоотчётах обследуемых позволяет высказать предположение, что во время сеанса ПП происходит общая активизация мало задействованных во время пребывания в условиях сенсорной депривации и монотонии зон коры, приводящая к повышению когнитивных функций.

Психоэмоциональные эффекты проявлялись в способности ВР влиять на выраженность тех или иных эмоциональных реакций реципиента и его психоэмоциональное состояние в целом (в зависимости от вида стимулов, предъявляемых реципиенту в виртуальной среде). Сведения о релаксационном, расслабляющем, гармонизирующем воздействии ВР на психоэмоциональную сферу реципиентов описаны в целом ряде публикаций (например, Аникина, 2022, Маринова, 2022). В

наших исследованиях длительное суммарное воздействие стимульно обедненной, монотонной среды обитания в сочетании с другими стрессорами (социальная депривация, угроза здоровью, боль, гипокинезия), могло приводить к формированию у обследуемых в коре больших полушарий застойного очага возбуждения (Судаков, 1992), вызывающего у обследуемого в условиях иммерсии хронические негативные переживания. Можно предположить, что в ходе сеансов ВР, благодаря вышеописанному «погружению» (сенсомоторный эффект «присутствия») в иную, психологически комфортную информационную среду – в мозге обследуемого возникает новый очаг сильного возбуждения. Таким образом, во время сеанса ПП имеет место частичный перенос зоны фокальной активности ЦНС с вызванных гиподинамией дискомфортных проприоцептивных ощущений в виде застойного очага возбуждения – на сенсорный приток от зрительного анализатора. В соответствии с учением Ухтомского о доминанте (Ухтомский, 2002), этот очаг мог служить своего рода контрдоминантой, которая временно «приглушала» возбуждение в вызванном моделируемыми неблагоприятными психофизиологическими факторами застойном очаге. Именно это явление, возможно, и обуславливает выявленные нами положительные психоэмоциональные эффекты ВР для ПП.

Физиологические эффекты ВР заключаются в способности ВР изменять характер двигательной активности реципиента, повышая или понижая её объем в зависимости от типа предъявляемых стимулов, а также в способности виртуальных сред оказывать влияние на качество сна. Как уже описано выше, воздействие ВР на сенсорные системы способствовало тому, что частично обездвиженные обследуемые меньше фиксировались на дискомфорте и боли; их внимание концентрировалось на событиях, происходящих в среде ВР (эффект «погружения»). В результате снижалась выраженность таких опосредованных стрессом моторных реакций, как несогласованность и хаотичность движений («ёрзанье»), происходящих в качестве компенсации неблагоприятных проявлений гиподинамии (Федяй и соавт., 2020).

Положительное влияние сеансов ВР на качественные и количественные характеристики сна может быть объяснено с помощью концепции т.н. вечернего «эраузала» (arousal) – накопления нервно-эмоционального перевозбуждения к вечерним часам (Pfaff, 2006). В условиях продолжительной экспозиции эмоционального стресса и утомления у человека в условиях как изоляции, так и иммерсии, в вечерние часы может происходить накопление нервной возбудимости, выраженность которой может провоцировать такие нарушения сна, как трудности с засыпанием, частые ночные пробуждения и поверхностность сна (Мясников, Степанова и др, 2000). Можно предположить, что сеансы ВР для ПП, осуществляемые именно вечером, позволяли нивелировать проявления вечернего «эраузала» и тем самым скомпенсировать его негативное влияние на качество сна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая диссертационная работа посвящена изучению психофизиологических эффектов психологической поддержки при моделировании факторов космического полета. Наиболее детальному анализу были подвергнуты эффекты виртуальной реальности (VR), применяемой для психологической поддержки (ПП). Это связано с тем, что перспективный метод психоподдержки на основе технологий VR, чье применение представляется перспективным как в пилотируемой космонавтике, так и в здравоохранении, прежде не апробировался и не внедрялся в практику, а эффекты VR в литературе описаны весьма не подробно, что обуславливает актуальность настоящего исследования.

Апробации были подвергнуты два варианта программных комплексов на основе VR для осуществления психологической поддержки. В трехсуточной «сухой» иммерсии изучались эффекты пассивных виртуальных сред. В изоляционном эксперименте ЭСКИЗ, 7-ми суточной «сухой» иммерсии и в группе контроля был апробирован интерактивный аппаратно-программный комплекс для психоподдержки на основе VR («Виртуальное личное пространство»), разработанный при участии автора диссертационной работы. Исследование было проведено на 48 обследуемых. Было осуществлено 103 изучения эффектов VR по специальной, впервые разработанной методологии.

Согласно данным врачебных осмотров, проведенных с целью решения вопросов безопасности применения технологий VR для психологической поддержки, число случаев вестибулярных нарушений, вызванных применением данной технологии, было крайне незначительным, а сами эти нарушения имели устойчивую тенденцию к быстрому нивелированию.

Комплексная оценка субъективных и объективных изменений в психоэмоциональном и психофизиологическом состоянии обследуемых после воздействия на них VR для психологической поддержки, выполненная в рамках настоящего исследования, проводилась впервые. Показано, что виртуальные среды, применяемые в качестве ПП, оказывают благоприятное влияние на обследуемых, находящихся под воздействием моделируемых психологически неблагоприятных факторов длительного космического полета. Было установлено развитие эффекта «присутствия» в каждом сеансе VR, была выявлена гармонизация эмоций после сеансов VR и улучшение качества речи (а, соответственно, и упрощение осуществления когнитивной деятельности в условиях постоянной стрессогенной нагрузки), нивелирование стресс-индуцированных моторных реакций и улучшение качества сна.

Проведенные исследования, таким образом, подтверждают как физиологическую безопасность, так и эффективность применения психологической поддержки на основе технологий VR.

Дополнительные исследования позволили нам установить, что обследуемые со склонностью к интроверсии являются наиболее предпочтительной «целевой аудиторией» для психоподдержки на основе технологий VR (потребность в VR у них выражена сильнее), а в условиях изоляции, сенсорной

и социальной депривации такие виды мультимедиа как чтение и просмотр фотографий способны выполнять социально-замещающую роль.

Полученные результаты предоставляют возможность составить рекомендации по применению в здравоохранении, в области медицины труда как методов психологической поддержки, разработанных для орбитальных космических полетов, так и разрабатываемых в настоящее время перспективных методов психологической поддержки, основанных на виртуальной реальности.

ВЫВОДЫ

1. Данные врачебных (неврологических) осмотров, проведенных у всей выборки после тестовых сеансов ВР, свидетельствуют о физиологической безопасности применения современных технологий ВР для психологической поддержки. Условие безопасности применения ВР справедливо как для обследуемых, находящихся в привычных условиях жизнедеятельности, так и при моделировании воздействия на человека воздействия неблагоприятных факторов длительного космического полета. При этом, у незначительного числа обследуемых (2 человека из 48) на этапе адаптации к применению технологий ВР выявлено наличие склонности к вестибулярным нарушениям, выраженность которых не превышала уровень субъективного дискомфорта. Вестибулярные нарушения и отклонения не выявлялись у 95,84% обследуемых.
2. В двух экспериментах, моделирующих неблагоприятные условия космического полета (3-х и 7-ми сут. «сухая» иммерсия), при предъявлении с помощью технологий ВР как неинтерактивного, так и специализированного интерактивного стимульного материала для психоподдержки («Виртуальное личное пространство») было выявлено у обследуемых увеличение доли нейтральной компоненты мимики и снижение уровня возбуждения ($T = 2,605$ при значимости $0,09$ и $T = - 0,09$ при значимости $0,331$ в трехсуточной иммерсии; $T = 2,305$ при значимости $0,07$ и $T = - 0,11$ при значимости $0,201$ в семисуточной иммерсии соответственно). Этот эффект был воспроизведен и в контрольной группе на добровольцах в привычных условиях жизнедеятельности. В гермокамерном эксперименте ЭСКИЗ, у обследуемых, ведущих весьма монотонную жизнедеятельность в условиях предельной скученности, сенсорной и социальной депривации, ВР для психоподдержки послужила источником выраженных эмоциональных реакций, носящих преимущественно положительный характер. Т.о., данные анализа мимики могут свидетельствовать о способности специальных виртуальных сред осуществлять гармонизацию психоэмоционального состояния.
3. По данным анализа самоотчетов обследуемых на наличие дискурсивов, после сеансов психоподдержки с использованием технологии ВР происходило снижению числа слов-паразитов, повторов и оговорок ($T = - 2,201$, $p < 0,05$ и $T = - 2,057$, $p < 0,05$ в 3-х сут. «сухой»

- иммерсии и в 14-ти сут. изоляции соотв.). Эти данные позволяют сделать вывод, что применение ВР способствует оптимизации когнитивных функций обследуемых, находящихся под воздействием неблагоприятных факторов космического полёта.
4. Среды ВР расслабляющей направленности способны вызывать тоническую релаксацию и нивелирование стресс-индуцированных моторных реакций. В эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией по данным актиграфии установлено, что суммарный объем движений после сеанса ВР достоверно уменьшался в 13 из 15 случаев ($T = -2,48$; $p < 0,05$).
 5. У обследуемых в эксперименте ЭСКИЗ, находящихся в условиях скученности и изоляции, при выраженной тенденции к ухудшению качества сна, применение психологической поддержки с помощью технологий ВР вызывало снижение числа пробуждений (в 1,3...1,4 раза по сравнению со средним значением за эксперимент) и рост продолжительности сна (на 10-13,3% относительно среднего значения за эксперимент) у большинства обследуемых.
 6. Выявлена связь между особенностями личности обследуемых и их предпочтениями в выборе средств психологической поддержки, оказываемой при моделировании воздействия неблагоприятных факторов космического полета. Установлено, что к применению психологической поддержки на основе технологий ВР более склонны интровертированные личности (корреляция между склонностью к потреблению конкретной, предсказуемой, структурированной и дозированной информации с потребностью в психоподдержке на основе ВР: $\rho = 0,888$, $p < 0,05$).

Список работ, опубликованных по материалам диссертации:

1. Карпова О.И., Розанов И.А., Швед Д.М., Гуцин В.И., Карапетян А.С., Потапова К.В. Психологическая поддержка экипажей пилотируемой космической техники: история, цели, задачи и эффективность// Авиакосмическая и экологическая медицина 2021. Т. 55. № 2. С. 5–14
2. V. Gushin, O. Ryumin, O. Karpova, I. Rozanov et al. Prospects for Psychological Support in Interplanetary Expeditions // Front. Physiol., 03 November 2021 <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.750414>
3. Розанов И.А., Кузнецова П.Г., Савинкина А.О., Швед Д.М., Рюмин О.О., Томиловская Е.С., Гуцин В.И. Психологическая поддержка на основе виртуальной реальности в эксперименте с трёхсуточной «сухой» иммерсией // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2022. Т. 56. № 1. С. 55 – 61
4. Rozanov I.A., Ryumin O., Karpova O., Shved D., Savinkina A., Kuznetsova P., Diaz Rey N., Shishenina K. and Gushin V. Applications of methods of psychological support developed for astronauts for use in medical settings// Front. Physiol., 14 september 2022. 13:926597. doi: 10.3389/fphys.2022.926597

5. Гущин В.И., Рюмин О.О., Карпова О.И., Розанов И.А., Швед Д.М., Юсупова А.К. Перспективы психологической поддержки в межпланетных экспедициях // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2022. Т. 56. № 5. С. 5–13
6. D. Shved, P. Kuznetsova, I. Rozanov, S. Lebedeva, A. Vinokhodova, A. Savinkina, V. Gushin. Effects of isolation, crowding and different psychological countermeasures on crew behavior and performance// *Front. Physiol.*, 15 November 2022 <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.963301>

Тезисы докладов научных конференций:

1. Розанов И.А. Дефицит информации в сенсорных системах в условиях космического полёта и модельных экспериментов; восполнение сенсорного «голода» как ключ к психологической поддержке // *Интегративная физиология: Всероссийская конференция с международным участием, посвящённая 95-летию Института физиологии им. И.П. Павлова РАН. Тезисы докладов*. СПб.: Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2020. С. 212
2. Rozanov I., Gushin V., Ruymin O., Karpova O., Shved D. et al. Psychological support based on virtual reality in simulation experiments, isolation and space flights // *Aerospace and Environmental medicine*. 2021. V.55. №1. P. 114
3. Rozanov I., Rumin O., Karpova O., Gushin V., Shved D. A vision on psychological support in future intraplanetary spaeflights// *Aerospace and Environmental medicine*. 2021. V.55. №1. P. 114-115
4. Розанов И.А., Рюмин О.О., Кузнецова П.Г., Савинкина А.О., Карапетян А.С. Опыт применения технологий виртуальной реальности для психологической поддержки в эксперименте, моделирующем факторы космического полёта // *Неделя Российской психологии в ГСГУ, 16 -19 марта 2021 года / Под общей редакцией И.В. Гороховой, М.Н. Филиппова*. Коломна: Государственный социально-гуманитарный университет, 2021. С. 57-62.
5. Розанов И.А., Абдюханов Р.Х., Ульяновкин А.И. Критерии применения технологий виртуальной реальности для психологической поддержки в длительных космических полётах // *Материалы конференции XIX конференция молодых учёных, специалистов и студентов, посвящённая 60-летию первого полёта человека в космос*. М.: Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, 2021. С. 66-68.
6. Розанов И.А., Абдюханов Р.Х., Ульяновкин А.И. Психофизиологические эффекты виртуальной реальности при моделировании факторов космического полёта // *Материалы конференции XIX конференция молодых учёных, специалистов и студентов, посвящённая 60-летию первого полёта человека в космос*. М.: Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, 2021. С. 69-71.
7. Розанов И.А. Психофизиология психологически иммерсивных сред// *Интегративная*

- физиология: Всероссийская конференция с международным участием. – Тезисы докладов. СПб.: Ин-т физиологии им. И.П. Павлова РАН, 2021. С. 75-76
8. Розанов И.А., Гущин В.И. К проблеме сенсорного голода. // Актуальные проблемы социально-педагогической деятельности: Материалы X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) посвящённой видному учёному-педагогу, профессору Куфаеву Василию Исидоровичу / под общ. ред. И. В. Гороховой, М. Н. Филиппова. Коломна: ГСГУ, 2022. – С. 42-46
 9. Розанов И.А., Иванов А.В. Эксперименты, моделирующие неблагоприятные факторы космического полёта, как аналоги ситуаций, актуальных для здравоохранения и опасных профессий// Материалы XX конференции молодых учёных, специалистов и студентов ГНЦ РФ – ИМБП РАН. С. 89-92
 10. Вайнштейн М.М., Розанов И.А., Иванов А.В. Психологические принципы 3D-интерфейсов, применяемых для психологической поддержки и тренировки внекорабельной деятельности космонавтов // Материалы XX конференции молодых учёных, специалистов и студентов ГНЦ РФ – ИМБП РАН. С. 75-78.
 11. Шишенина К.С., Розанов И.А. Бортпроводники гражданской авиации: психологические факторы риска и подходы к психологической поддержке // Материалы XX конференции молодых учёных, специалистов и студентов ГНЦ РФ – ИМБП РАН. С. 42-45
 12. Розанов И.А., Иванов А.В., Рюмин О.О. Применение сред виртуальной реальности для психологической коррекции человека-оператора (на основе опыта модельных экспериментов) // Материалы конференции по психофизиологии профессиональной деятельности. ВМедА им. С.М. Кирова. С. 142-147
 13. Розанов И.А., Иванов А.В., Рюмин О.О., Карапетян А.С., Диас Рей Н., Шишенина К.С., Рак М.А., Корнилова М.А., Вайнштейн М.М. Виртуальная реальность для психологической коррекции: методология формирования контента // Методология современной психологии. Вып. 16 /Сб. под ред. Козлова В.В., Карпова А.В., Мазилова В.А., Петренко В.Ф. – М-Ярославль: ЯрГУ, ЛКИИСИ РАН, МАПН, 2022. С. 324 – 333
 14. Розанов И.А., Иванов А.В., Рюмин О.О., Бубеев Ю.А. Опыт применения виртуальной реальности для психологической коррекции в экспериментах с моделированием стрессоров космического полета // Методология современной психологии. Вып. 16 /Сб. под ред. Козлова В.В., Карпова А.В., Мазилова В.А., Петренко В.Ф. М-Ярославль: ЯрГУ, ЛКИИСИ РАН, МАПН, 2022. С. 333 - 344

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПК – аппаратно-программный комплекс.

ВР – виртуальная реальность.

ДА – двигательная активность.

ДКП – длительный космический полёт.

КИ – критерий иммерсивности.

КП – космический полёт.

ПО – программное обеспечение.

ПП – психологическая поддержка.

ЦНС – центральная нервная система.