

# Интерфейс взаимодействия Пользователь – Метавселенная

А. Н. Волков

*Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича*

artemanv.work@gmail.com, artem.nv@sut.ru

**Аннотация.** Концепция Метавселенной от одной компании претерпела значительные изменения в сторону создания цифровой мультивселенной, которая представляет собой связь между метавселенными и связью с реальным физическим миром, дополняя его цифровыми возможностями. Это пространство гибридной реальности, как и в концепции Интернета Вещей, в цифровой вселенной могут быть цифровые объекты, по факту являющиеся виртуальными вещами, не имеющие при этом физического отображения. Данная реальность позволяет пользователям взаимодействовать с другими пользователями: людьми, роботами, цифровыми объектами, виртуальными вещами в сетевой среде и через сетевые коммуникации. Так возникает вопрос относительно устройств, обеспечивающих интерфейс взаимодействия между пользователем и метавселенной (-ыми).

**Ключевые слова:** метавселенная; ИМТ-2030; костюм телеприсутствия

## I. ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

На данный момент времени, различные компании, объявившие о работах в области метавселенных, в большинстве своем сфокусированы на тех направлениях, в которых имеют большой опыт на рынке. Например, один из проектов формирует цифровую среду для работы, учебы, отдыха и покупок, используя опыт в своих продуктах – социальных сетях. Компании Apple, Nvidia, Microsoft и другие сфокусированы на операционных системах и устройствах дополненной и виртуальной реальности – очках и шлемах, где за последние годы сделали достаточно сильный рывок. При этом стоит отметить, что в ряде компаний работа над продуктами и глобально самой метавселенной приостановилась с целью определения фундаментальных вопросов, которые сейчас подняты и упомянуты в ряде технических спецификаций, технических отчетов Международного Союза Электросвязи (МСЭ-Т) специальной фокус-группы по Метавселенным, созданной по инициативе центрального органа TSAG. Данные вопросы включают себя кроме технических, таких как: архитектура, протоколы, принципы коммуникации, тестирование и кибербезопасность, вопросы социальной и экологической повестки. Что напрямую коррелируется не только с Целями Устойчивого Развития (ЦУР) ООН, но и концепцией сетей ИМТ-2030, принятой буквально перед новым 2024 годом.

---

Научная статья подготовлена в рамках прикладных научных исследований СПбГУТ, регистрационный номер 1023031600087-9 в ЕГИСУ НИОКТР.

Концепция ИМТ-2030 сформировала новые направления услуг, в части которых можно выделить такие, как [1]:

- Integrated Sensing and Communication (с англ., интегрированное зондирование и связь). Данное направление в первую очередь формирует задачи в области позиционирования в сети ИМТ-2030 и тесно связано с другими сценариями применения ИМТ-2030.
- AI in Communication (Artificial Intelligence in Communication, с англ., Искусственный Интеллект в связи). Данный сценарий призван реализовать заложенное направление сетей 5G/ИМТ-2020 – концепция автономных сетей. На данный момент времени, можно обнаружить достаточно немалый пласт разработанных Рекомендаций МСЭ-Т в 13 ИК (Исследовательской Комиссии), где определены вопросы технологий Искусственного Интеллекта в сети связи.
- Ubiquitous Connectivity (с англ., повсеместная связь). Данное направление в первую очередь раскрывает концепцию МСЭ сетей 2030 – STIN (Space-Terrestrial Integrated network, с англ. Интегрированные сети космос-земля), и является предложением по решению ряда ЦУР, в том числе для сокращения цифрового разрыва с удаленными районами и поселениями, а также в области сокращения цифрового разрыва для разных слоев населения.

При этом, все те три главных направления сетей и услуг 5G/ИМТ-2020 сохранились и в рамках концепции сети ИМТ-2030 [1], в том числе и направление URLLC (Ultra-reliable Low Latency Communications – с англ., сверх надежные сети связи с ультра-малой задержкой), которое было расширено и определено в ИМТ-2030 как Hyper Reliable & Low-Latency Communication (HRLLC – с англ., гипер надежные сети связи с ультра-малой задержкой). Стоит отметить, что HRLLC включает в себя URLLC [2] для ряда услуг и в том числе более высокие требования для одного из сценариев сети 2030.

Вышеприведенные направления сетей и услуг ИМТ-2030 напрямую связаны с метавселенными, функциональными возможностями и их услугами. Возвращаясь к вопросу устройств, обеспечивающих интерфейс взаимодействия между пользователем и метавселенной(-ыми), необходимо выполнять требования повышения уровня иммерсивности пользователя, которые еще были определены фокус-группой сетей 2030 в документе об архитектурных принципах сетей 2030 и их услуг. Иммерсивность или погруженность пользователя в цифровой мир должна

быть подкреплена возможностью получения обратной связи, что позволит выйти на новый уровень взаимодействия человек – цифровой мир/вселенная. Так, на сегодняшний день можно заметить ведущиеся исследования в области услуг телеприсутствия в части реализации интерфейса в форм-факторе костюма телеприсутствия.

Интерфейс взаимодействия пользователь–вселенная может быть представлен в виде различных методов:

- очки и/или шлем дополненной/виртуальной реальности;
- костюм телеприсутствия с сенсорной и обратной реактивной кинестетической связью;
- костюм телеприсутствия с сенсорной системой оцифровки движений человека;
- камеры, в том числе комплекс камер и камеры с измерением глубины. При этом можно использовать одну или несколько обычных или трехмерных камер, с и без использования специальных нательных меток и хромакея на заднем фоне.

Можно также обнаружить решения частного характера, которые присущи ранним исследованиям в области Тактильного Интернета, например, тактильные перчатки.

## II. КОСТЮМ ТЕЛЕПРИСУТСТВИЯ

Для реализации измерений движений человека в костюмах телеприсутствия могут быть использованы различные типы датчиков. Например, инерционные измерительные устройства (IMU) представляют собой комплекс датчиков, предназначенных для измерения и регистрации физических параметров движения объекта в пространстве. IMU включают в себя обычно три основных типа датчиков: акселерометры, магнитометры и гироскопы.

- Акселерометры: измеряют ускорение объекта в трех осях пространства. Они определяют, насколько быстро или медленно объект движется вверх/вниз, вперед/назад и влево/вправо.
- Гироскопы: измеряют угловую скорость объекта вокруг трех осей. Эти датчики позволяют определить, как быстро объект вращается вокруг каждой из осей.
- Магнитометры: измеряют магнитное поле вокруг объекта, что помогает определить ориентацию в пространстве относительно магнитного севера.

К достоинствам таких сенсорных систем можно отнести следующие: размер сенсора, независимость от места установки, малая степень износа ввиду отсутствия внешнего физического воздействия. При этом данные системы имеют следующие недостатки: высокие отклонения от реальных значений со временем, плохая устойчивость к электромагнитным воздействиям, что сразу накладывает ограничения на использования костюма и/или его составляющих, а также данные сенсоры требуют периодической калибровки, что в рамках масштаба костюма телеприсутствия будет формировать ряд ограничений его применения и, в принципе – удобства его использования конечным потребителем, если рассматривать широкомасштабное распространение.

Элементы с переменным сопротивлением представляют собой компоненты электрической цепи, сопротивление которых может изменяться в зависимости от определенных параметров или воздействий. Эти элементы используются для управления током и напряжением в электрических цепях, а также для создания устройств с регулируемыми характеристиками. К ним можно отнести потенциометры, датчики изгиба или растяжения (токопроводящие нити). К положительным сторонам таких систем можно отнести: скорость считывания данных, стоимость и отсутствие требования о периодической калибровке. Следующий тип сенсорных систем для костюмов телеприсутствия – энкодеры. Эти модули, обеспечивая высокую точность, широко применяются во многих устройствах, и нашли широкое применение в разных сферах, от домашнего быта до промышленности. На сегодняшний день, можно встретить разные виды энкодеров, от простых оптических до электромагнитных (с высокой точностью). К достоинствам можно отнести следующее: высокая точность и износостойкость. К недостаткам же можно отнести потребность в периодической калибровке.

Так, существующие исследования и разработки в данной области, в том числе таких компаний как Tesla, позволяют оценить практику использования различных сенсорных систем. К примеру, костюм телеприсутствия «Tesla Suit» представлен в форм-факторе плотно прилегающей одежды и обладает возможностями считывания только движений пользователя и его представления в виде цифровой модели, в том числе в метавселенной, а также использования ее для управления роботами-гуманоидами. Одним из ключевых применений «Tesla Suit» является использование в сферах обучения и тренинга. Электростимуляция и датчики могут имитировать различные сценарии, что полезно для симуляции реальных ситуаций. А также возможны применения в медицинской сфере: костюм может использоваться для виртуального обучения и тренинга медицинского персонала, а также для реабилитации пациентов. Кроме продукта компании Tesla в области костюмов телеприсутствия, существуют еще решения и других компаний, занимающихся инновационными разработками. Например, Senso Suit Senso Suit – это костюм, который позволяет записывать движения, играть в игры в виртуальной реальности и управлять роботами. Senso Device Inc недавно поделились информацией о том, что начали разрабатывать данный костюм. В настоящее время про него мало что известно. А также, Perception Neuron – это система моушн-трекинга, которая обычно включает в себя набор сенсоров и аксессуаров, разработанных для отслеживания движений пользователя в реальном времени. Позволяет создавать анимации, симулировать движения и использовать виртуальную реальность (VR) и другие технологии. OWO Skin haptic suit – футболка с тактильной обратной связью для ощущения пользователем разнообразных полученных повреждений в играх как на приставке, так и в виртуальной реальности.

Проводя обзор существующих исследований и разработок в данной области, можно обратить внимание на практическую нацеленность: медицина, виртуальный и гибридный мир, обучение и тренинги, и другие. При этом большинство костюмов телеприсутствия,

применительно к сетям не обладают какими-либо сложными сетевыми решениями. Так при считывании большинства степеней свободы суставов и конечностей человека формируется высокоплотная сенсорная сеть, по критериям подходящая к сверх-плотным 3D-сетям IMT-2030 [3, 4]. При этом вышеприведенные костюмы не обладают обратной силовой реактивной связью, что с одной стороны упрощает конструкцию костюма телеприсутствия, но с другой стороны ограничивает тот самый уровень иммерсивности, о котором говорится в документах специальной фокус-группы МСЭ-Т по сетям 2030. Для высокого уровня иммерсивности необходимо, чтобы костюм мог предоставлять еще и обратную силовую связь, в том числе ограничивая некоторые движения пользователя.

В данном направлении исследований ведутся работы в лаборатории MeganetLab 6G «Исследование сетевых технологий с ультра малой задержкой и сверхвысокой плотностью на основе широкого применения искусственного интеллекта для сетей 6G» (СПБГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича), где создается костюм телеприсутствия, представляющий собой средство для исследования уровней канального, сетевого, транспортного и приложений, в соответствии с эталонной моделью OSI [5]. Разрабатываемый костюм обеспечивает эффективный анализ трафика, проведение экспериментов и быструю интеграцию с собственными решениями. Костюм не является конечным продуктом, представляет собой интегрированный аппаратный комплекс, нацеленный на обеспечение взаимодействия и коммуникации в средах виртуальной, дополненной и смешанной реальности. Данная система включает в себя множество датчиков и сенсоров, формирующих модель концепции интернета навыков, интернета вещей, тактильного интернета. Костюм является интерфейсом взаимодействия с сетевыми вселенными, значительно повышающий уровень иммерсивности в отличие существующих подходов, использующих только очки/шлемы виртуальной, дополненной и смешанной реальностей.

Данный форм-фактор костюмов с силовой обратной связью конструктивно напоминает известные экзоскелеты, при этом костюм телеприсутствия не преследует цель повышения физических возможностей человека-пользователя, а только обеспечивает максимально возможный уровень погружения пользователя с возможностью управления удаленными роботизированными системами, в том числе роботами-аватарами как в физическом мире, так и в виртуальном/гибридном – в метавселенных.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Первые результаты исследований в данной области показали необходимость разработок в области протоколов бортовой сети костюмов телеприсутствия, архитектурных решений, и также решений обеспечения QoS/QoE для выполнения требований для услуг телеприсутствия сетей IMT-2030, определенных в Международном Союзе Электросвязи.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] ITU-R Recommendation M.2160-0 (11/2023) “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond”
- [2] Koucheryvy A., Muthanna A., Volkov A. AI/machine learning for ultra- reliable low-latency communication, ITU News Magazine, No.5, December 2020. pp.62-65.
- [3] M. Latva-Aho, K. Leppänen, Key drivers and research challenges for 6G ubiquitous wireless intelligence. Tech. rep., 6G Flagship, University of Oulu, Finland (2019). <http://urn.fi/urn:isbn:9789526223544>
- [4] Кучерявый А.Е., Трехмерные многослойные гетерогенные сверхплотные сети. / Кучерявый А.Е., Парамонов А.И., Маколкина М.А., Мутханна А.С.А., Выборнова А.И. и др. // Информационные технологии и телекоммуникации. 2022. Т. 10. № 3. С. 1-12.
- [5] Перспективные исследования сетей и услуг 2030 в лаборатории 6G MEGANETLAB СПБГУТ. / Волков А.Н., Мутханна А.С.А., Кучерявый А.Е., Бородин А.С., Парамонов А.И., Владимиров С.С., и др. // Электросвязь. 2023. № 6. С. 5-14.