

# Метавселенные и методы их реализации в сетях связи 2030

К. А. Кузнецов, А. Е. Кучерявый, А.С.А. Мутханна

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

Kuznetsov.sut@gmail.com

**Аннотация.** Метавселенные, как Интернет пространства нового поколения, в которых пользователи взаимодействуют с программными приложениями и другими пользователями в качестве аватаров в трехмерном (3D) виртуальном мире, ориентированном на социальные связи, непрерывно связаны с сетями передачи данных. Концепция ИМТ-2030 позволит расширить возможности реализации иммерсивных технологий и создаст технологическую возможность объединения метавселенных в единый цифровой мир.

**Ключевые слова:** метавселенные; мультивселенные; цифровые двойники; 6G (ИМТ-2030); услуги телеприсутствия

## I. ВВЕДЕНИЕ

На протяжении нескольких десятилетий происходит трансформация и непрерывное развитие технологий дополненной и виртуальной реальности, активно разрабатываются способы передачи иных иммерсивных технологий. Так, еще в 1957 году для рекреационных целей была создана «Sensorama». Этот кинематографический опыт, разработанный Мортонем Хейлигом, помещал зрителя в «сенсорный» театр, включающий динамики, вентиляторы, генераторы запахов и вибрирующее кресло для погружения зрителя в фильм.

Иммерсивные технологии – это набор различных методов и средств, позволяющих воздействовать на спектр человеческих ощущений или на его часть. В последнее время такие технологии набирают все большую популярность и стремительно входят в обыденную жизнь, так, например, VR и AR уже активно применяются в строительстве, машиностроении и других отраслях промышленности. Говоря на языке цифр, человеческое зрение не сильно чувствительно к изменениям, что позволяет с легкостью реализовывать вышеописанные технологии в сетях связи предыдущих поколений, но, переходя к другим органам чувств, картина резко меняется – реакция на тактильные ощущения достигает 1 мс, что накладывает весомые требования к круговой задержке в целях передачи таких ощущений.

По мере развития иммерсивных технологий логичным образом появляется спрос на передачу человеческих ощущений на расстоянии, то есть технология телеприсутствия, которая позволяет человеку «транспортироваться» из одного физического пространства в другое через телекоммуникационную

сеть, управляя доступом и находясь в местах, как если бы он находился там физически, но испытывая это через виртуальное присутствие.

Одной из первых технологий, нацеленных на передачу ощущений на расстоянии, стал тактильный Интернет, который является результатом эволюции технологии Интернета Вещей, позволяющей передавать на расстоянии не только видеокadres и речевую информацию, но и ощущения, эквивалентные человеческим прикосновениям. Термин и понятие технологии появилось в 2011 году в Дрезденском техническом университете. Профессор мобильных коммуникаций Герхард Фетвайс описал свою идею так: «Таким способом вы можете, например, ловить падающий объект дистанционно или управлять подключенным автомобилем на перекрестке. Если вы предоставляете тактильную обратную связь, вы также можете почувствовать реакцию, которая кажется мгновенной. Тактильный Интернет будет использоваться в таких областях, как автоматизация, образование, развлечения, игры, сельское хозяйство, здравоохранение и промышленный транспорт. Это также позволит людям управлять роботами удаленно в режиме реального времени».

## II. МЕТАВСЕЛЕННЫЕ В СЕТЯХ СВЯЗИ 2030

В то время как тактильный Интернет позволяет нам «перемещаться» в пространстве, метавселенные представляют собой виртуальные миры, в которых цифровые объекты сливаются (взаимодействуют) с физическими вещами и событиями. Это образ Интернет пространства нового поколения, в которой пользователи взаимодействуют с программными приложениями и другими пользователями в качестве аватаров в трехмерном (3D) виртуальном мире, ориентированном на социальные связи. Термин «метавселенная» был впервые использован Нилом Стивенсоном в его научно-фантастическом романе Snow Crash в 1992 году, где люди используют технологию виртуальной реальности, чтобы попасть в метавселенную [1]. С помощью виртуальной реальности (VR), дополненной реальности (AR), человеко-компьютерных интерфейсов (HCI) и тактильного интернета пользователи могут ощутить уникальное существование в виртуальном пространстве метавселенной, как в реальном мире [2]. С момента своего появления идея метавселенной описывалась по-разному, включая вторую жизнь, дополненную реальность, 3D-виртуальные миры, цифровых людей (двойников) и зеркальные миры.

На сегодняшний день уже существует множество цифровых миров, так, например, созданы копии таких городов, как: Сеул, Дубай, Абу-Даби, появляются

---

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

магазины одежды и электроники, проводятся выставки искусства и техники. Разработчики компьютерных игр также не отстают в развитии, к метавселенным можно отнести такие игры, как: Decentraland, VR chat и др. Отдельным направлением развития стали «промышленные» мета-пространства, так автомобильный производитель Renault создал цифрового двойника одного из своих заводов с целью безболезненной оптимизации производственных процессов реального мира.

В дальнейшем различные изолированные метавселенные будут трансформироваться в единый, интегрированный цифровой мир, который во многом позволит заменить физические сущности.

Для обеспечения единообразного восприятия различных виртуальных миров, были разработаны стандарты, обеспечивающие взаимодействие и совместимость. Наиболее распространенными стандартами являются: OpenMetaverse, язык моделирования виртуальной реальности (VRML), расширяемый 3D (X3D) и формат кросс взаимодействия и обмена данными (COLLADA).

OpenMetaverse – это фреймворк с открытым исходным кодом, основанный на протоколе OpenSim, который предоставляет набор прикладных интерфейсов программирования (API), библиотек и инструментов для создания и взаимодействия с виртуальными мирами.

Таким образом, протокол OpenSim используется для передачи информации между различными виртуальными мирами, а VRML и X3D используются для создания 3D-сцен и объектов [3]. COLLADA используется для обмена 3D активами, в то время как OpenMetaverse используется для создания целых виртуальных миров.

Одним из важнейших аспектов создания метавселенных является сетевая инфраструктура, которая становится неким базисом и в тоже время «камнем преткновения» при построении цифровых миров. Взаимодействие с цифровым пространством начинается с H2M (Human to Machine) интерфейса взаимодействия. Основой для разработки таких интерфейсов стали физиологические константы времени, характеризующие скорость реакции органов осязания человека. Таким образом, чтобы достигнуть передачу показаний в режиме реального времени необходимо обеспечить метрики передачи данных, не превышающие скорость реакции человека. Так, наиболее требовательным к сети являются тактильные ощущения, которые занимают у человека не более 1 мс, т. е. круговая задержка при передаче данных не должна превышать 0,5 мс.

Человек как социальное существо является большим генератором разговорного трафика, не нуждающегося в обеспечении малых задержек, для такого вида данных можно применять устаревающие беспроводные сети передачи данных. Также, передача статистики или иных данных, которые не предъявляют высоких требований

для передачи информации, должны передаваться с помощью иных технологий, включая сети сотовой связи второго поколения (2G). Несмотря на их устаревающие характеристики, нельзя не отметить лучшее из существующих беспроводных сетей покрытие, которое поможет решать специфические задачи будущего.

Передача тактильных ощущений в реальном времени – самый требовательный параметр одноименных сетей. Остальные физиологические константы требуют задержек от 10 мс и более. Сеть четвертого поколения способна обеспечивать задержки порядка 5 мс. Таким образом мышечные, слуховые и визуальные ощущения могут быть переданы с помощью 4G. Такое решение существенно снизит нагрузку на ядро сети 2030, позволяя не терять своей эффективности при возрастающем объеме трафика.

### III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С учетом вышесказанного была разработана архитектура сетей связи 2030 (IMT-2030, 6G), которая получила названия SAGIN (space-air-ground integrated network). Архитектура представляет собой конвергенцию существующих сетей связи с новыми, обеспечивая, таким образом, максимальное покрытие и распределение нагрузки для повышения QoS. Не стоит забывать про «четвертую», немаловажную составляющую сетей связи 2030-море, так в современных научных изысканиях все чаще встречается терминология SAGSIN (space-air-ground-SEA integrated network) [4].

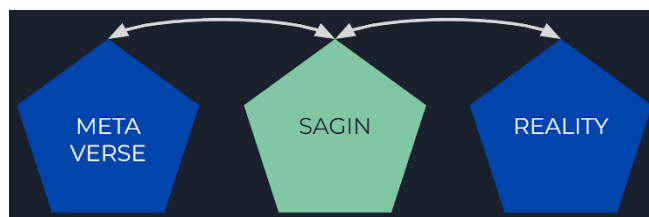


Рис. 1. Взаимосвязь реального мира и виртуального

SAGIN выступает связующим элементом между реальным миром и цифровым, а также обеспечивает возможность высокоскоростного взаимодействия метавселенных между собой, позволяя объединить их в одну большую, непрерывную мульти-вселенную состоящую из множества «миров».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Y. Wang et al., “A Survey on Metaverse: Fundamentals, Security, and Privacy,” // IEEE Commun. Surveys & Tutorials.
- [2] M. Xu et al., “Wireless Edge-Empowered Metaverse: A Learning-Based Incentive Mechanism for Virtual Reality,” // ICC 2022 — IEEE Int’l. Conf. Commun., Seoul, Korea.
- [3] P. Bhattacharya et al., “Coalition of 6G and Blockchain in AR/VR Space: Challenges and Future Directions,” // IEEE Access, vol. 9.
- [4] Дунайцев П.А., Бородин А.С., Кучерявый А.Е. Интегрированная сеть как основа сетей связи шестого поколения // Электросвязь. 2022. № 10. С. 5-8.