

УДК 621.391

## Анализ структуры и характеристик метавселенных

Горбачева Л. С. ✉, Волков А. Н.

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича  
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

**Постановка задачи.** Происходящие в настоящее время фундаментальные изменения в развитии сетей и систем связи сконцентрированы в концепции создания метавселенных. Несмотря на то, что эта концепция в рамках работ Международного Союза Электросвязи (МСЭ) появилась лишь в 2023 г., исследования в этой области уже занимают первую строчку в научных публикациях по сетям и системам связи. В Российской Федерации этому направлению работ еще не уделяется требуемого внимания. **Целью работы** является анализ материалов Сектора стандартизации телекоммуникаций МСЭ (далее – МСЭ-Т) на предмет определения структуры и характеристик метавселенных на основе результатов работы фокус-группы МСЭ-Т по метавселенным. **Используемым методом** является системный анализ. **Результат:** получено фундаментальное определение метавселенное, структура, включая виртуальные и зеркальные миры, характеристики метавселенных. **Научная новизна** исследования заключается в том, что подобный анализ был проведен впервые. **Теоретическая / Практическая значимость:** Полученные результаты позволяют точно определить вектор дальнейших исследований и начать комплекс научных исследований по метавселенным на единой понятийной и системной базе, соответствующей международным стандартам.

**Ключевые слова:** метавселенная, виртуальный мир, зеркальный мир, совместимость, мультиселенная

**Источник финансирования:** статья подготовлена в рамках мегагранта Минобрнауки по соглашению № 075-15-2022-1137.

## Введение

Международный Союз Электросвязи (МСЭ) как специальное агентство ООН по поручению TSAG (центрального органа управления МСЭ) инициировало создание специальной фокус-группы (ФГ) по исследованию метавселенных (FG-MV, аббр. от англ. Focus Group Metaverse) 16 декабря 2022 года, при Секторе стандартизации телекоммуникаций (МСЭ-Т). По предварительным результатам метавселенная(-ые) представляется(-ются) как следующий глобальный вид Интернета, новая эра развития сетей связи и услуг, с формированием цифровой сетевой вселенной. Инициализация ФГ руководящем органом МСЭ говорит о потенциале данной технологии и ее влиянии на все стороны жизнедеятельности человека. ФГ проводит предварительные исследования и анализ потенциальной технологии(-ий), реализуя тем самым стадию пре-стандартизации

**Библиографическая ссылка на статью:**

Горбачева Л. С., Волков А. Н. Анализ структуры и характеристик метавселенных // Информационные технологии и телекоммуникации. 2024. Т. 12. № 1. С. 29–39. DOI: 10.31854/2307-1303-2024-12-1-29-39. EDN: PDZPEP

**Reference for citation:**

Gorbacheva L., Volkov A. Analysis of Metaverses Structure and Characteristics. *Telecom IT*. 2024. Vol. 12. Iss. 1. PP. 29–39 (in Russian). DOI: 10.31854/2307-1303-2024-12-1-29-39. EDN: PDZPEP

основного процесса разработки проектов будущих стандартов / рекомендаций. В июне 2024 года ФГ завершила первый этап исследований. Было также принято решение о продолжении ее работы. Рассмотрим результаты этой деятельности, которые были обсуждены широким кругом специалистов в области сетей связи и приняты в качестве рабочих документов, технических отчетов и спецификаций. Подготовленная документация от ФГ позволяет системно взглянуть на концепцию метавселенной, обозначить перспективные задачи в области науки.

### Аспекты стандартизации метавселенных

В данной статье рассматриваются технологии (динамические туманные вычисления, костюм телеприсутствия), которые относятся к наступающему новому периоду сети Интернет – эре сетевых метавселенных и мультивселенной [1–4].

К текущему времени ФГ приняла более 55 документов (таблица 1), которые разрабатывались в выделенных рабочих группах (далее – РГ (WG, аббр. от англ. Working Group)), каждая из которых была нацелена на соответствующее технологическое направление.

Таблица 1 – Обзор документов МСЭ-Т

РГ	Кол-во док-в	Период	Названия документов	Описание
WG9	2	июнь 2024	– Standardization roadmap for metaverse; – Metaverse standardization landscape for gap analyses	Данные документы имеют стратегический характер и призваны консолидировать общие процессы исследования и разработок, объединить коллективы исследователей и обозначить горизонты работ. В вопросе стандартизации были определены так называемые «разрывы», где определены задачи для последующего процесса разработок новых стандартов в МСЭ и в т. ч. в других международных стандартизирующих организациях.
WG8	12	2023–2024	– Guidelines to assess inclusion and accessibility in metaverse standard development; – Requirements of accessible products and services in the metaverse; – Design criteria and technical requirements for sustainable metaverse ecosystems; – Accessibility in a sustainable metaverse; – Requirements for communication be-	В фокусе – вопрос доступности метавселенных в различных аспектах, например, в части разработки требований для взаимодействия между человеком и аватаром, требований для устойчивых экосистем метавселенных и т. п.

РГ	Кол-во док-в	Период	Названия документов	Описание
			tween human-avatar languages in the metaverse; – Metaverse Sustainability: Driving energy efficiency and GHG emissions reduction; и другие	
WG7	3	2023–2024	– Policy and regulation opportunities and challenges in the metaverse; – Regulatory and economic aspects in the metaverse: Data protection; – Economic Value Creation and Competition in metaverse	Основное направление – социальные, экономические аспекты для концепции метавселенных; является базовым, как и разработка архитектуры, интерфейсов и обеспечения киберфизической безопасности. Работы в текущих коммерческих проектах были приостановлены в том числе для уточнения, оценки, проработки и стандартизации вопросов, касающихся социальной и государственной безопасности.
WG6	9	2023–2024	– Guidelines for consideration of ethical issues in standards that build confidence and security in the metaverse – Cyber risks, threats, and harms in the metaverse; – Children's age verification in the metaverse; – Responsible Use of AI for Child Protection in the metaverse; – Considering online and offline implications in efforts to build confidence and security in the metaverse; – Security for things across metaverses in aspects of data processing and management; – The essential components of trusted data use in building a trustworthy metaverse и другие	Изложены вопросы технологической безопасности (с технической стороны), и аспекты киберфизической безопасности, в том числе в части взаимодействия детей с метавселенными, обеспечение доверенной среды метавселенных.
WG5	3	2023–2024	– High-level interoperability architecture for cross-platform metaverse; – Interoperability of identity of things across metaverse platforms; – High-level interoperability architecture for cross-platform metaverse	Исследования и разработка в области совместимости не менее важны в метавселенных, чем утверждение архитектурных решений. Совместимость платформ, аватаров и других объектов метавселенных, в условиях создания мультивселенной является одним из важнейших вопросов. Опыт

РГ	Кол-во док-в	Период	Названия документов	Описание
				<p>внедрения новых поколений сетей связи показывает, насколько важным оказывается решение данной задачи, в том числе для обеспечения безопасности, устойчивости систем и повышения уровня пользовательского опыта. Совместимость, в том числе так называемая обратная совместимость, при разработке решений в метавселенных позволит начать их внедрение частично уже на сетях 5G/IMT-2020. Такая инвариантность позволит получить первые отзывы потребителей услуг и улучшить фундаментальные решения (протокольные, интерфейсные, архитектурные) для метавселенных и мультивселенных.</p>
WG4	2	2024	<p>– Requirements for the metaverse based on digital twins enabling integration of virtual and physical worlds; – Reference model for the metaverse based on a digital twin enabling integration of virtual and physical worlds</p>	<p>На данный момент в качестве технологии интеграции двух миров (физический и виртуальный) предложено взять за основу опыт исследований и разработок в области создания цифровых двойников (DT, аббр. от англ. Digital Twins), которые действительно позволяют «стереть границу» между двумя мирами на уровне инфраструктур. При этом цифровой мир (метавселенная) будет подкреплён данными физического мира, расширенными благодаря моделированию, прогнозированию, анализу системы DT. В то же время физический мир, его процессы будут также дополнены на качественном уровне благодаря данным и знаниям, получаемым от DT и метавселенных. Таким образом получится достичь эффекта «двунаправленной» синергии.</p>

РГ	Кол-во док-в	Период	Названия документов	Описание
WG3	3	2024	<ul style="list-style-type: none"><li>– The reference framework of industrial metaverse;</li><li>– Multimedia aspect of metaverse architecture;</li><li>– Requirements, functional framework and capability of IoT for metaverse</li></ul>	Основной результат – разработка высокоуровневого фреймворка / архитектуры, которая отражает модули и подсистемы, возможные в разработке метавселенных, а также отражает требования, в том числе – функциональные. РГ также выполнила первый шаг в разработке фреймворка для промышленных метавселенных. Ожидается, что такого типа метавселенные будут обладать собственными требованиями с целью обеспечения производственной, техногенной безопасности, как это было в свою очередь при разработке решений для промышленного Интернета вещей (упомянут в названии одного из приведенных документов).
WG2	8	2023 – 2024	<ul style="list-style-type: none"><li>– Power metaverse: Use cases relevant to grid side and user side;</li><li>– Capabilities and requirements of generative artificial intelligence in metaverse applications and services;</li><li>– Guidelines for metaverse application in power system;</li><li>– Overview of the application requirements of metaverse on emergency management in chemical industrial parks;</li><li>– Landscape and use cases for the industrial metaverse;</li><li>– Framework and requirements for the construction of human-driven 3D digital human application system for metaverse;</li><li>– The future of travel in the metaverse: landscape and use cases;</li><li>– Use cases and requirements for virtual and real fusion coding in metaverse applications</li></ul>	На данный момент документы представляют собой россыпь различных предложений, сценариев использования, обзоров. Текущие предложения затрагивают только некоторые области возможного применения метавселенных. Планируется, что в дальнейшем тематикой метавселенных будут пронизаны все исследовательские комиссии МСЭ. В том числе те, которые исторически специализируются на разработке архитектур, требований и других решений в области конечных приложений / сервисов / услуг в сетях связи.
WG1	10	2023– 2024	<ul style="list-style-type: none"><li>– Exploring the metaverse: opportunities and challenges;</li><li>– Metaverse: an analysis of definitions;</li><li>– Definition of metaverse;</li><li>– Principles for building concepts and definitions related to metaverse;</li></ul>	Исследования общих вопросов о метавселенных, которые в итоге формируют конкретные направления исследований и разработок. Здесь также представлены аналитические обзо-

РГ	Кол-во док-в	Период	Названия документов	Описание
			<ul style="list-style-type: none"><li>– A framework for confidence in the metaverse;</li><li>– Near-term and long-term Implications for people in the metaverse;</li><li>– Overview of metaverse;</li><li>– Glossary for metaverse;</li><li>– Definitions of CitiVerse;</li><li>– Building a People-centred CitiVerse</li></ul>	ры и обоснование терминов в области метавселенных. Определены несколько концептов-видений о метавселенных.

Примечание:

WG9 – Объединяющие вопросы

WG8 – Устойчивость, доступность и инклюзивность

WG7 – Экономические, нормативные и конкурентные аспекты метавселенных

WG6 – Безопасность, защита данных и личной информации

WG5 – Функциональная совместимость

WG4 – Интеграция виртуального и реального мира

WG3 – Архитектура и инфраструктура

WG2 – Приложения и услуги

WG1 – Общие вопросы

### Мультивселенная: структура метавселенных

Н. Стивенсон в 1992 году впервые использовал термин «метавселенная» в своем научно-фантастическом романе «Лавина» (в оригинале *Snow Crash*), в котором метавселенная понимается как параллельная виртуальная реальность [5]. Мир, в который люди могут войти через свой аватар, представляющий цифровую идентичность физического «Я». Идея метавселенной обсуждалась несколько десятилетий и благодаря развитию цифровых технологий, таких как Интернет вещей, ДТ, дополненная реальность, виртуальная реальность, искусственный интеллект и другие перешла от научной фантастики к научным исследованиям и стремится занять свое место в жизни человека. Метавселенная включает в себя целый комплекс технологий (рисунок 1) от инфраструктурных (фреймворки / автономный транспорт и т. п), до прикладных (блокчейн, дополненная реальность, ДТ и т. д.).

По результатам работы ФГ было сформулировано определение термина «метавселенная» как интегрированной системы виртуальных миров, которая предоставит более продвинутый уровень погружения / вовлечения пользователя, что заменит ранее существовавшие модели с экономической, экологической, социальной и культурной точек зрения и привнесет новые ценности. При этом метавселенная может быть виртуальной, дополненной или являться представлением физического мира.

В определении метавселенной от МСЭ используется понятие «виртуальные миры», утвержденное в [6], под которым понимается пространственная организация множества виртуальных объектов, потенциально включающая их глобальное взаимодействие.



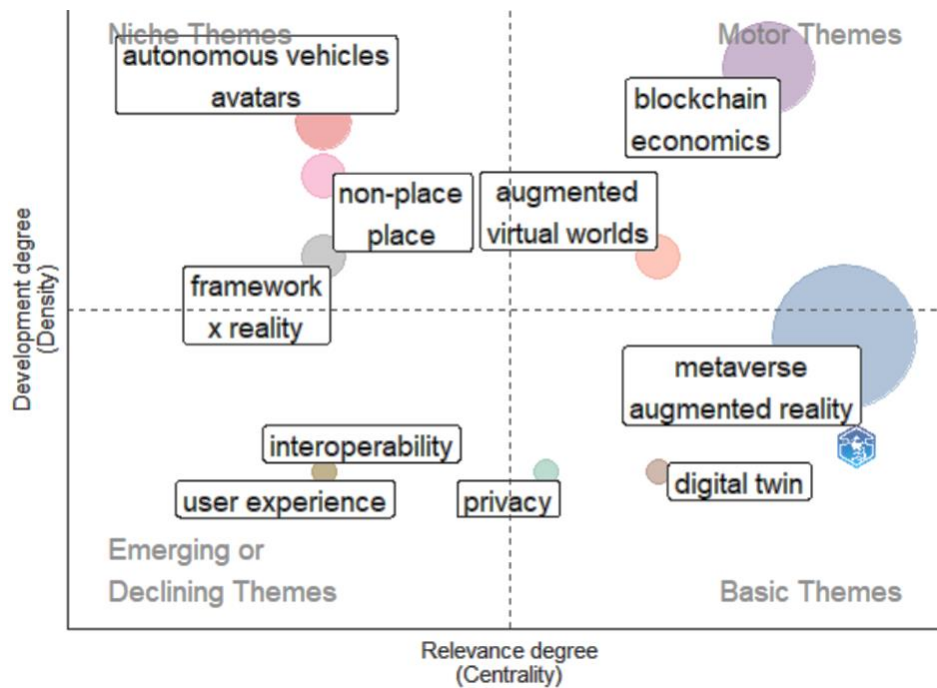


Рис. 1. Технологии для метавселенной

Текущие исследования метавселенных, проведенные в ФГ, показали, что необходимо перейти от трактования метавселенной как единой цифровой среды для всех к частным метавселенным и представить их единение в виде мультивселенной. Такой подход позволит каждому создавать свою метавселенную, которая будет учитывать соответствующие требования и ограничения, предоставлять функциональные возможности, заложенные разработчиком. Многообразие метавселенных обусловило естественные вызовы научному сообществу в части разработки решений по обеспечению безопасности, конфиденциальности, совместимости и переносимости объектов, унификации интерфейсов, форматов данных и обеспечения качества предоставляемых услуг в метавселенных и многие др., которые отчасти были упомянуты при обзоре структуры ФГ по метавселенным и их документов (см. таблицу 1). Концептуально мета- и мультивселенная представлены на рисунке 2.

Масштабность влияния метавселенных недооценена, и сложно будет приблизиться к этому пониманию в течение ближайших 3–5 лет. При этом исследователи пытаются предугадать возможные сценарии развития и применения тех или иных технологий в области метавселенной, создавая набор часто уникальных и иногда пересекающихся вариантов. В тоже время сценарии не позволяют дать комплексный прогноз развития такого рода технологии, но могут служить инструментом поиска вероятного будущего, с отсечением возможных последствий. Таким образом, появляется потребность формализовать и систематизировать знания о технологиях, приблизиться к уточнению терминов и требований, которые формируют облик мультивселенной, определяют ее горизонт развития. Создание метавселенных (как следующей эры сети), в частности сетевых вселенных, является одной из приоритетных задач в области безопасности и суверенности сети Интернет в Российской Федерации [7].

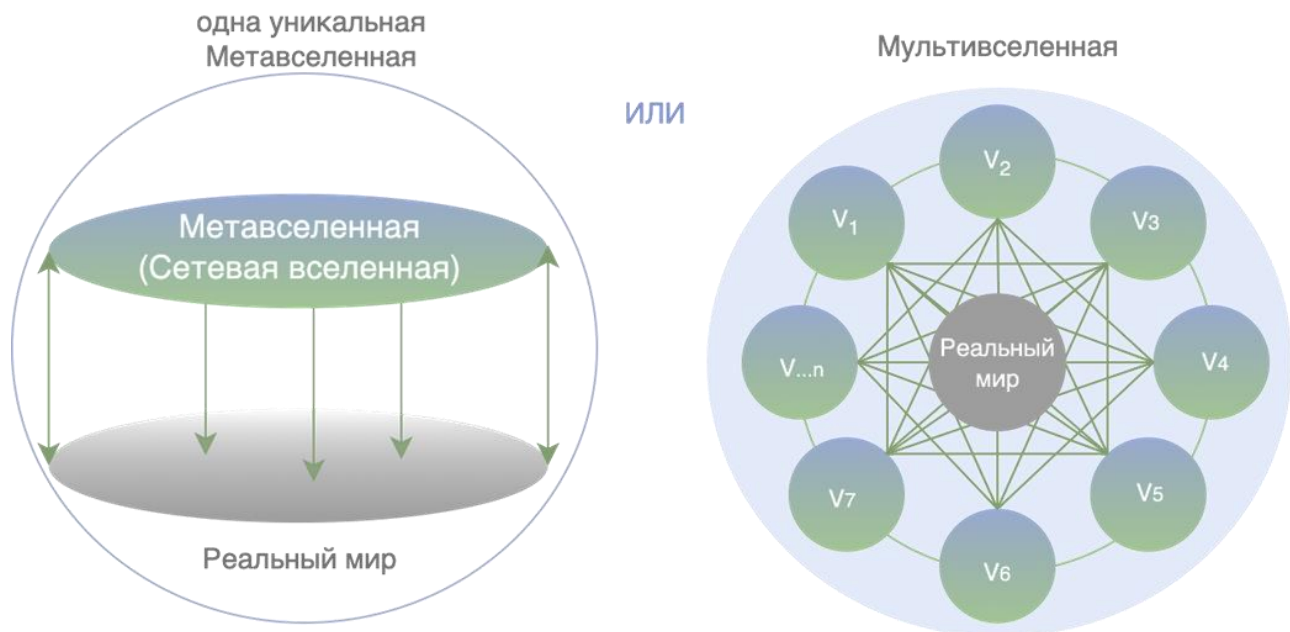


Рис. 2. Концептуальная модель мультивселенной

В техническом отчете [8] предложено рассмотреть сценарии, которые были разработаны на основе двух «измерений»: спектра технологий (Augmentation) и приложений (Simulation, *пер. на рус.* Моделирование / Симуляции) и его вариаций (от личного / персонального (*от англ.* Intimate) до внешнего (*от англ.* External), т. е. ориентированного на внешний мир (рисунок 3).

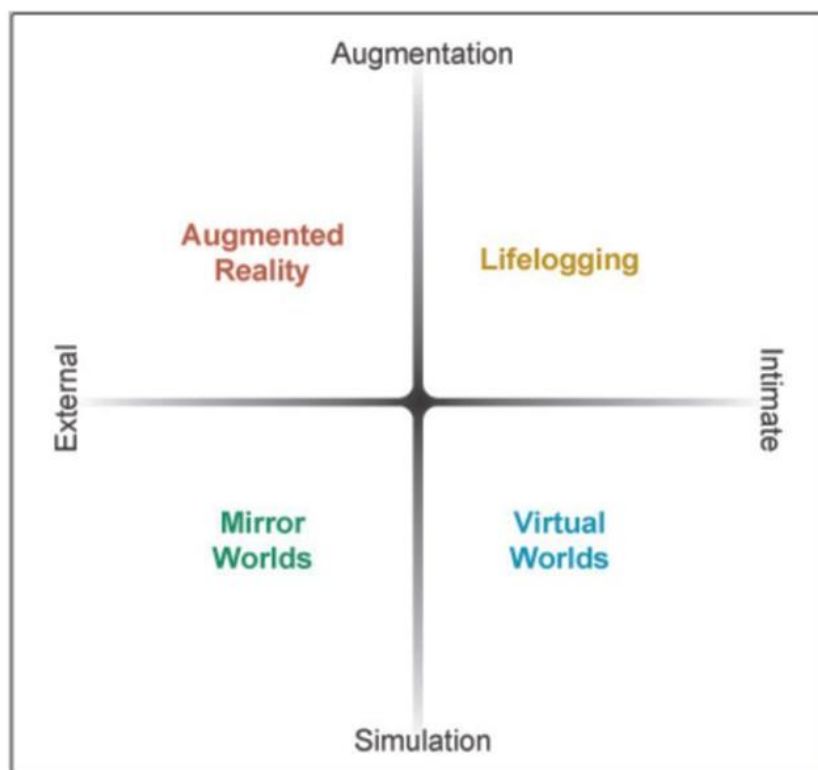


Рис. 3. «Измерения» для сценариев метавселенной



В [9] представлены следующие четыре ключевых «измерения» для сценариев метавселенной (см. рисунок 3).

1. *Virtual Worlds* (от *англ.* Виртуальные миры) могут быть представлены как личные / персональные, так и общественные / общие; их объекты, данные и опыт все больше дополняют экономическую и социальную жизнь сообществ физического мира. В будущем границы между виртуальными мирами и физической реальностью будут размыты. В обоих пространствах вопросы идентичности, доверия и репутации, социальных ролей, правил и взаимодействия остаются на первом плане. Виртуальные миры уже сейчас влияют на безопасность общества, личности и суверенитет государства.

2. *Mirror Worlds* (от *англ.* Зеркальные миры) могут быть как внешними, так и симуляционными, т. е. полученными в ходе моделирования; представляют собой информационно расширенные виртуальные модели или «отражения» физической реальности, для чего может быть использована технология DT. Создание *Mirror Worlds* включает в себя сложные инструменты виртуального картографирования, моделирования, геопространственные технологии, а также технологии определения местоположения и другие технологии регистрации жизни пользователя (записи его истории и его аватара).

3. *Augmented Reality* (от *англ.* Дополненная реальность) – технологии метавселенной улучшают внешний физический мир для человека за счет использования систем и интерфейсов, учитывающих местоположение пользователя (вспомним требование к позиционированию в сетях ИМТ-2030), которые обрабатывают и накладывают дополнительную информацию, получаемую через сети связи поверх нашего повседневного восприятия мира.

4. *Lifelogging* (от *англ.* Запись жизни и / или Логгирование / Журналирование) может быть представлено как личным / персональным, так и общим и позволяет:

- отслеживать историю, опыт пользователя, что дает возможность на новом уровне информировать о его состоянии, поддерживать память, формировать модели общения нового уровня – с большим погружением пользователя;

- формировать модели поведения пользователя, уточняющие процессы его взаимодействия как с физической реальностью, так и виртуальными / зеркальными мирами;

- описать использование объектов окружающей среды и их физических состояний (например, *spimes* и *blogjects*); источниками описания могут служить записи пользователя о своей собственной жизни, а также данные, получаемые с помощью всепроникающих сенсорных сетей.

## Заключение

Построение сетей и систем связи в направлении создания метавселенных является стратегическим решением для развития инфокоммуникационных технологий на сверхсрочную и долгосрочную перспективу. В статье проанализированы структура и характеристики метавселенных на основе работ фокус-группы Сектора Стандартизации Международного Союза Электросвязи.

Проведенный анализ позволил определить, как само понятие метавселенной, так и составляющие ее миры: виртуальный и зеркальный. Кроме того, в дополнение к достаточно известной технологии дополненной реальности обращено внимание на важную особенность метавселенных как логгирование, представляющее собой журналы жизни пользователей и объектов. Данные результаты позволяют точно определить направления дальнейших исследований: вопросы совместимости объектов метавселенных, в частности – аватаров, обеспечение безопасности и суверенности метавселенных при сохранении их идентичности (мультивселенная), и другие задачи с учетом существующих целей устойчивого развития ООН.

### Литература

1. Akyildis I. F. Metaverse: Challenges for Extended Reality and Holographic Type Communication in the Next Decade // ITU Kaleidoscope. Extended reality – How to boost quality of experience and interoperability: Proceedings of the 14th Academic Conference (Accra, Ghana, 7–9 December 2022). IEEE, 2022. DOI: 10.23919/ITUK56368.2022.10003048
2. Akyildiz F., Guo H., Dai R., Gerstaecker W. Multimedia Communication Research Challenges for Metaverse in 6G Wireless Systems // arXiv:2306.16359. 2023. DOI 10.52953/FPKY2771
3. Волков А. Н. Динамические туманные вычисления и бессерверная архитектура: на пути к зеленым ИКТ // Труды учебных заведений связи. 2024. Т. 10. № 3. С. 24–34. DOI: 10.31854/1813-324X-2024-10-3-24-34. EDN: QOELMJ
4. Ateya A. A., Abd El-Latif A. A., Muthanna A., Volkov A., Koucheryavy A. Enabling Metaverse and Telepresence Services in 6G Networks. River Publishers Series in Communications and Networking. 2024.
5. Stephenson N. Snow Crash. Bantam Books, 1993. 470 p.
6. ISO/IEC International Standard 18039:2019 Information technology. Computer graphics, image processing and environmental data representation. Mixed and augmented reality (MAR) reference model. 01.02.2019
7. Волков А. Н. Метавселенные как следующий виток развития сетевых технологий // Научно-техническая конференция Санкт-Петербургского НТО РЭС им. А. С. Попова, посвященная Дню радио: сборник материалов конференции. 2024. № 1 (79). С. 210–212.
8. The report of the seventh meeting of the Focus Group on metaverse (FG-MV) (Geneva, 12–13 June 2024). URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/mv/Pages/default.aspx> (Accessed 19.09.2024)
9. Smart J. Metaverse Roadmap: Pathways to the 3D Web // Acceleration Studies Foundation (ASF). 2007. URL: [https://www.academia.edu/266307/A\\_Metaverse\\_Roadmap\\_Pathways\\_to\\_the\\_3D\\_Web\\_2007](https://www.academia.edu/266307/A_Metaverse_Roadmap_Pathways_to_the_3D_Web_2007) (Accessed 19.09.2024)

**Статья поступила 20 сентября 2024 г.**  
**Одобрена после рецензирования 29 сентября 2024 г.**  
**Принята к публикации 10 октября 2024 г.**

## Информация об авторах

*Горбачева Любовь Сергеевна* – кандидат технических наук, доцент кафедры Сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.  
E-mail: gorbacheva.ls@sut.ru

*Волков Артем Николаевич* – кандидат технических наук, доцент кафедры Сетей связи и передачи данных Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича.  
E-mail: artem.nv@sut.ru

## Analysis of Metaverses Structure and Characteristics

L. Gorbacheva ✉, A. Volkov

The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications,  
St. Petersburg, 193232, Russian Federation

**Statement of the problem:** *The fundamental changes currently taking place in the development of networks and communication systems are concentrated in the concept of creating metaverses. Despite the fact that this concept appeared within the framework of the International Telecommunication Union only in 2023, research in this area already occupies the first line in scientific publications on networks and communication systems. In the Russian Federation, this area of investigation is currently not given the required attention. The goal of the paper is to analyze the documents of the Telecommunication Standardization Sector of the International Telecommunication Union (ITU-T) and determine the structure and characteristics of metaverses based on the results of the ITU-T focus group on metaverses. The method used is systems analysis. Result: definition, structure, including virtual and mirror worlds, characteristics of metaverses. Novelty: The conducted analysis allowed us to define the concept of the metaverse and its constituent worlds: virtual world and mirror world, as well as an important feature of metaverses such as logging, which is a log of the life of users and objects. These results allow us to accurately determine the vector of further research. Theoretical/Practical significance: a fundamental definition of metaverses, their structure and characteristics are obtained. From a practical point of view, the results obtained make it possible to begin a set of scientific investigations on metaverses on conceptual and systemic basis that meets international standards.*

**Key words:** *metaverse, virtual world, mirror world, compatibility, multiverse*

**Funding:** the article was prepared by the Ministry of Science and High Education of the Russian Federation by the grant 075-12-2022-1137.

## Information about Authors

*Gorbacheva Lyubov* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Communication Networks and Data Transmission (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications)  
E-mail: gorbacheva.ls@sut.ru

*Volkov Artem* – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Communication Networks and Data Transmission (The Bonch-Bruevich Saint Petersburg State University of Telecommunications).  
E-mail: artem.nv@sut.ru