

Услуги класса МСРТх для оперативного обмена информацией в критических ситуациях

А.В.Пинчук, вице-президент ГК "ПРОТЕЙ" / avp@protei.ru,

Н.А.Соколов, д.т.н., директор по науке ООО "ПРОТЕЙ-СТ" / sokolov@protei.ru,

В.А.Фрейнкман, директор по маркетингу и системным исследованиям ООО "ПРОТЕЙ" / vf@protei.ru

УДК 621.391, DOI: 10.22184/2070-8963.2025.125.1.58.63

Изложены принципы реализации услуг, предназначенных для оперативного обмена информацией в критических ситуациях. Предшественник таких услуг, известный по англоязычной аббревиатуре МСРТТ, которую можно расшифровать как "Нажми и говори в критических ситуациях", ориентирован на трафик речи. В статье рассматривается качественная эволюция этого решения, которое предназначено для обмена информацией любого рода, что заметно повышает ценность полученных сведений. Приводится краткое описание используемых аппаратно-программных средств, разработанных в компании, в которой работают авторы статьи, обсуждаются направления дальнейших работ.

Введение

Под критической ситуацией обычно понимается внезапно возникающие условия, которые могут породить существенные риски для здоровья людей, их экономической деятельности или иных важных аспектов жизни общества. В подобных случаях возникает необходимость оперативного обмена информацией между людьми, прямо или косвенно вовлеченными в процесс минимизации отрицательных последствий, которые порождаются возможными угрозами. В системах профессиональной подвижной радиосвязи (ППР) для решения задач по оперативному обмену речевой информацией используется услуга, которая в англоязычной технической литературе обычно называется Mission Critical Push-to-Talk или сокращенно МСРТТ [1]. Сущностный (не дословный) перевод этого термина можно выразить

такой формулировкой: "Нажми и говори в критических ситуациях".

Во многих случаях ценность полученной информации существенно возрастает, если обмен речевой информации сопровождается передачей видеоизображений и данных. Услуги такого рода логично обозначать при помощи сокращения МСРТх, в котором буква "х", по аналогии с известными аббревиатурами вида xDSL [2] и FTТх [3], указывает на возможность варьирования решениями или технологиями. Суть сокращения МСРТх может быть выражена девизом "Нажми и обменивайся информацией любого рода".

Переход от услуг МСРТТ к функциональным возможностям класса МСРТх требует существенной модернизации тех аппаратно-программных средств, которые применяются в эксплуатируемых системах

ППР. Кроме того, меняются показатели качества обслуживания, а также возрастают требования к информационной безопасности [4]. Новым возникающим задачам, которые необходимо решить для поддержки услуг класса МСРТх, и посвящена настоящая статья.

Терминологические аспекты

Публикации в технической литературе, примером которых служат, в частности, источники [5, 6], содержат различающиеся между собой трактовки термина Mission Critical, а также телекоммуникационных систем, поддерживающих соответствующие функциональные возможности. По этой причине целесообразно детализировать используемые ниже понятия с учетом того обстоятельства, что статья посвящена услугам класса МСРТх для различных приложений.

Во-первых, понятие Mission Critical (МС) уместно рассматривать применительно к системам, процессам и ситуациям. Выбор той сущности, для которой используется сокращение МС или их сочетаний, определяется характером решаемой задачи. Причем характер такой задачи может меняться в течение короткого времени в зависимости от плохо прогнозируемых факторов внутренней и внешней природы.

Во-вторых, важной особенностью услуг класса МС считаются жесткие требования к восстановлению работоспособности после наступления отказа, а также к уровню надежности (готовности). Например, допустимое время восстановления оценивается минутами (обычно, не более 10) в отличие от аналогичных норм для телекоммуникационных систем общего пользования, для которых оно определяется часами.

В-третьих, вся совокупность аппаратно-программных средств и линейно-кабельных сооружений, поддерживающих услуги класса МСРТх, должны находиться в состоянии оперативной готовности. В некоторых источниках используется термин "боевое дежурство", что подчеркивает важность применяемых технических средств, от устойчивого функционирования которых может зависеть жизнь и здоровье людей, а также состояние окружающей среды, важных субъектов экономики и социальной сферы.

И, в заключение, необходимо отметить, что в телекоммуникационной индустрии понятие МС означает также вполне конкретные и описанные в стандартах требования к качеству обработки трафика, а именно, к задержкам передачи пакетов и уровню потерь пакетов, для чего введены и нормированы отдельные показатели качества обслуживания (Quality of Service Class Identifier, QCI).

Следует упомянуть, что кроме термина Mission Critical в настоящее время используются родственные словосочетания Business Critical, Business Operational, Office Production. Два первых понятия связаны с приложениями управления вида 24×7×365 и 8×5, соответственно. Третье применяется для систем, которые не критичны ко времени восстановления работоспособности приложений; оно может составлять до двух рабочих дней.

Отечественная терминология для перспективной системы ППР еще не сложилась. По этой причине в данной статье иногда приводятся устоявшиеся англоязычные термины, позволяющие читателям обратиться, при необходимости, к зарубежной научно-технической литературе.

Основные особенности услуг класса МСРТх

Инфокоммуникационные услуги, поддерживаемые платформой (совокупностью аппаратно-программных средств) МСРТх, должны отвечать общепринятым требованиям, среди которых следует выделить высокую доступность, гарантированную надежность и комплексную безопасность. Вероятность соблюдения этих требований должна быть максимально близка к единице, что обеспечивается использованием резервирования, применением эффективных средств технической эксплуатации и разработкой исключительно отечественной платформы [7]. Принцип организации связи, для обмена информацией любого рода, остается тем же, что и для услуг МСРТТ – нажатием кнопки или иной простой операцией. Используемые процедуры соответствуют протоколам, которые разработаны международными стандартизирующими институтами и консорциумами.

Основные особенности услуг класса МСРТх заключаются в существенном расширении тех функциональных возможностей пользователей системы широкополосной ППР, которые касаются ценности получаемой информации [8]. Пример данного утверждения иллюстрирует рис.1. На нем показаны два вида функциональных возможностей, поддерживаемых услугами МСРТТ и МСРТх, соответственно, при возникновении пожара.

При помощи терминала с поддержкой услуг МСРТТ можно передать лишь часть информации, которая будет полезна для принятия оптимального решения. В верхней части рассматриваемой иллюстрации предполагается, что результаты диалога позволяют сообщить о факте пожара и его некоторых характеристиках, а также о наличии трех строений вблизи очага возгорания, которые становятся потенциально опасными

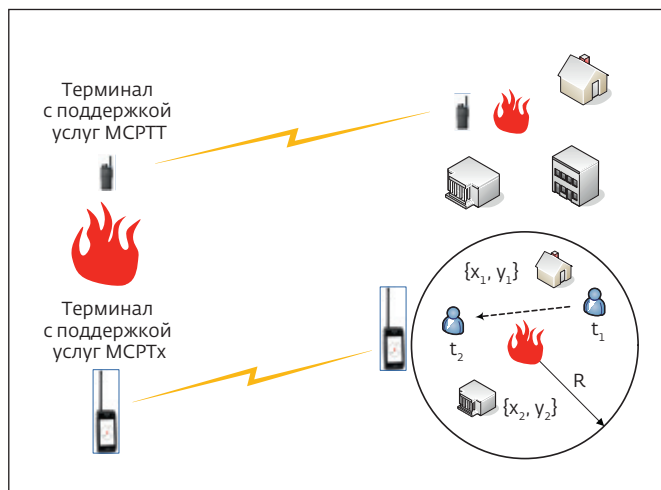


Рис.1. Информация, передаваемая при поддержке услуг МСРПТТ и МСРПТх

объектами. В некоторых ситуациях полученных сведений недостаточно для принятия адекватных мер по ликвидации возникающих угроз.

Терминал с поддержкой услуг МСРПТх позволяет, в дополнение к возможности проведения диалога, передать данные и видеоинформацию. В качестве примера использования переданных данных на рис.1 показаны:

- определение радиуса R , ограничивающего территорию, в границах которой могут возникать потенциальные риски;
- точные координаты двух строений $\{x_1, y_1\}$ и $\{x_2, y_2\}$, попадающих в окружность радиусом R , что позволяет исключить из дальнейшего анализа один дом.

Примером применения видеоинформации служит контроль перемещения сотрудника за период времени между моментами времени t_1 и t_2 . Кроме того, постоянная передача видеоинформации позволяет оперативно отслеживать изменения характеристик пожара, что важно для своевременной коррекции принятых ранее решений.

Ряд дополнительных функциональных возможностей услуг класса МСРПТх обсуждается в разделе "Направления дальнейших работ". Очевидно, что реализация функциональных возможностей МСРПТх требует разработки соответствующей платформы, которая заметно отличается от аппаратно-программных средств, предназначенных для реализации услуг класса МСРПТТ.

Платформа МСРПТх

Реализация платформы МСРПТх осуществляется в составе аппаратно-программных средств ядра

системы private LTE/5G [1]. Следовательно, платформа МСРПТх реализуется за счет использования стандартов консорциума 3GPP, разработанных для сетей сотовой подвижной связи четвертого и пятого поколений. Структура ядра системы private LTE/5G, используемые интерфейсы и основные функциональные возможности были изложены авторами в работе [1]. По этой причине ниже акцентируется внимание на тех дополнениях, которые вносятся для поддержки услуг МСРПТх.

Структура ядра системы private LTE, используемая для поддержки услуг класса МСРПТх, приведена на рис.2. Читатели журнала могут ознакомиться с используемыми обозначениями, приведенными на рис.4 и 5, в предшествующей публикации авторов [1]. Элемент ядра под названием IMS/MCPTx Server, расположенный в правом нижнем углу иллюстрации, выделен при помощи светлого тона, чтобы подчеркнуть его особую роль для поддержки услуг класса МСРПТх.

Платформа МСРПТх, как и ее предыдущая реализация, ориентированная на услуги класса МСРПТТ [9], обеспечивает обработку групповых и индивидуальных вызовов в полудуплексном режиме, поддерживает экстренные групповые и/или широкоэвещательные вызовы, допускает присоединение новых абонентов к уже установленным сеансам связи любой конфигурации, позволяет вводить приоритетное обслуживание для некоторых пользователей. Механизмы приоритезации пользовательского трафика в пакетных сетях четвертого поколения (4G/LTE) осуществляется за счет введения дополнительных идентификаторов классов обслуживания (Quality of Service Class Identifier, QCI). Это решение подразумевает поддержку отдельных очередей в радиоподсистеме, что, в свою очередь, требует поддержки необходимых функциональных возможностей в разрабатываемых отечественных базовых станциях. Причем, по мере расширения перечня услуг, включаемых в состав "зонтика" МСРПТх, растет и перечень классов обслуживания, добавляются классы, ориентированные на решение специфических задач (например, дистанционное управление медицинскими операциями [10]).

Близко расположенные терминалы с поддержкой услуг МСРПТх в перспективе смогут связываться между собой и непосредственно, что иллюстрирует тракт обмена информацией, изображенный на рис.2 пунктирной линией. Такая возможность в англоязычной технической литературе известна по словосочетанию Proximity Service.

Основной трафик проходит через элемент ядра под названием IMS/MCPTx Server, который выполняет ряд важных функций. В отличие от аналогичного сервера, предназначенного для предоставления услуг класса МСРПТТ, аппаратно-программные средства IMS/MCPTx

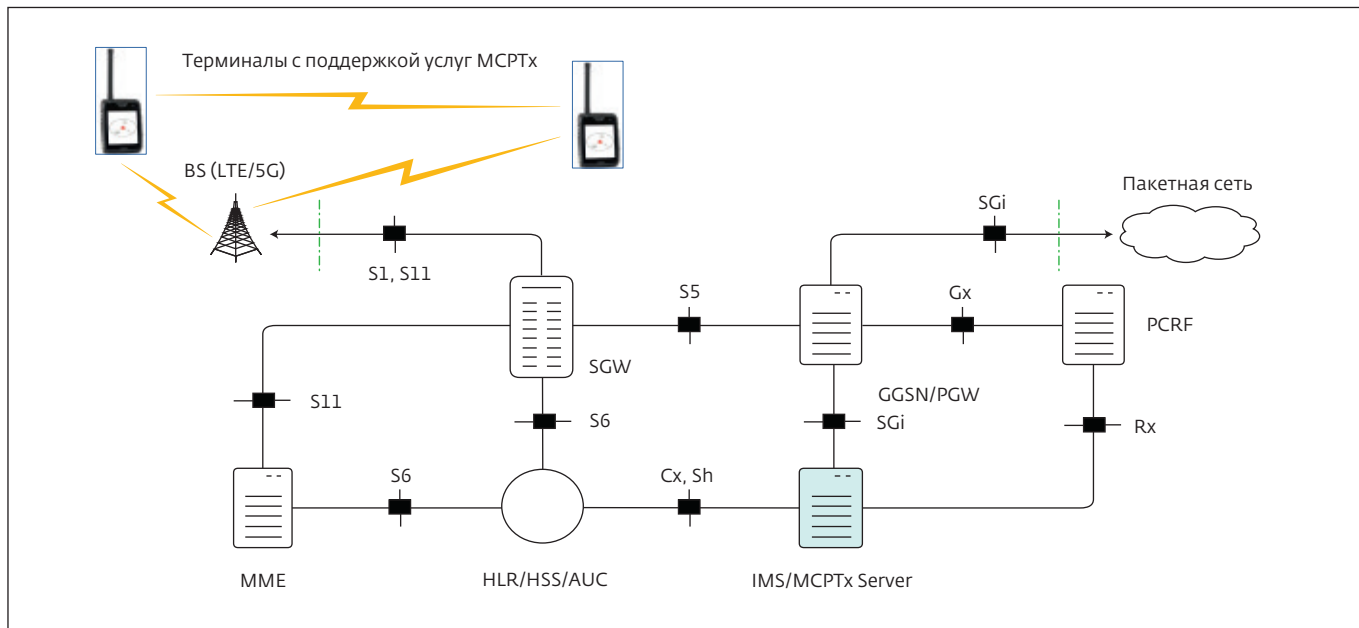


Рис.2. Структура ядра системы private LTE для поддержки услуг класса MCPTx

Server обрабатывают мультимедийную информацию, что порождает ряд новых сложных задач. В первую очередь, эти задачи обусловлены теми особенностями, которые присущи трафику речи, данным и видео. Решению подобных задач посвящен ряд публикаций в отечественной и зарубежной научно-технической литературе. Кроме задач такого рода существуют проблемы с поддержкой показателей качества обслуживания и обеспечения информационной безопасности. Ключевые аспекты решения соответствующих задач рассматриваются в двух следующих разделах статьи.

Поддержка показателей качества обслуживания

Показателям качества обслуживания для услуг класса MCPTx присуща особая специфика, выражающаяся, в основном, более "жесткими" нормами по сравнению с теми величинами, которые характерны для телекоммуникационных сетей общего пользования. С методологической точки зрения критерии качества обслуживания для рассматриваемых услуг соответствуют семи атрибутам, предложенным в рекомендации МСЭ-T G.1000 [11]. Эти критерии показаны на рис.3 как названия вершин семиугольника, вписанного в окружность единичного радиуса. Значения всех семи показателей, равные единице, определяют идеальное решение для анализируемого объекта. С практической точки зрения интересны оценки вида U_i , совокупность которых определяет достигнутое решение к некому моменту времени t_x .

Названия трех показателей качества обслуживания подчеркнуты, чтобы акцентировать зависимость их численных оценок от факторов, которые напрямую связаны не только с характеристиками используемой платформы MCPTx. Показатели точности и доступности в значительной мере зависят от квалификации людей, принимающих решения, а в случае использования центров обслуживания обращений – еще и от соответствия количества рабочих мест операторов заданным значениям. Показатели простоты зависят от наличия



Рис.3. Критерии качества обслуживания по рекомендации МСЭ-T G.1000

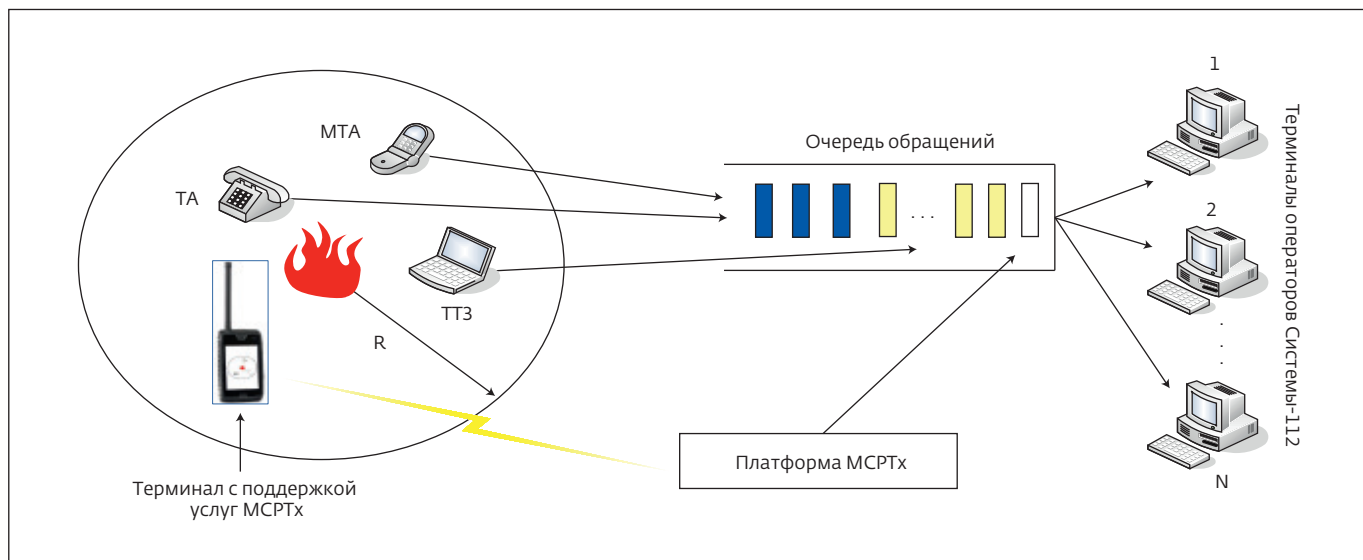


Рис.4. Пример целенаправленной компьютерной атаки на Систему-112

дружественного интерфейса [12], определяющего удобство пользователя, и системы обучения обслуживающего персонала.

Показатели качества обслуживания для услуг класса MSCTx должны, большей частью, базироваться на нормах, приведенных в рекомендации МСЭ-Т Y.1541 [13]. С другой стороны, ряд приложений будет ориентироваться на качественные показатели, присущие сетям со сверхмалыми задержками [14]. По этой причине необходима разработка совокупности показателей, обеспечивающих эффективную работу всех приложений MSCTx.

Обеспечение информационной безопасности

Задачи обеспечения информационной безопасности можно – с определенной долей условности – разделить на две группы. Первая группа задач связана с известными видами угроз; методы их предотвращения хорошо разработаны [4]. Это не означает, что проблем такого рода не существует, так как злоумышленники постоянно ищут новые пути реализации своих намерений.

Вторую группу образуют своего рода комплексные проблемы. Их примером служит умышленно созданная чрезвычайная ситуация, сопровождаемая целенаправленной компьютерной атакой на Систему-112, чтобы препятствовать эффективной работе экстренных оперативных служб. Пример подобной компьютерной атаки приведен на рис.4.

Предполагается, что инициирован пожар, а искусственный трафик, направляемый в Систему-112, создается в границах территории, в которой ощущаются

последствия инцидента. При этом после установления связи с операторами в Систему-112 сообщается заведомо ложная информация или просто создается длинная очередь обращений.

Поддержка приоритетного обслуживания, реализованная в платформе MSCTx, позволяет установить запрос с терминала ППР в начало очереди. Это позволит сразу передать в экстренные оперативные службы достоверную и полноценную информацию. Следовательно, использование терминалов ППР, поддерживающих услуги класса MSCTx, позволит минимизировать угрозы целенаправленных компьютерных атак.

Направления дальнейших работ

В процессе исследований, часть результатов которых изложена в этой статье, были выявлены новые задачи, которые должны быть решены для эффективного применения услуг класса MSCTx. Эти задачи уместно рассматривать как направления дальнейших работ. Их можно свести к трем положениям.

Во-первых, необходимо разработать нормы на качество обслуживания, учитывающие особенности услуг класса MSCTx. Эти нормы следует включить в состав совокупности качественных показателей, которые операторы связи и поставщики услуг должны обеспечивать в сетях общего пользования и специального назначения. Информационными ресурсами для разработки норм на качество обслуживания будут соответствующие материалы международных стандартизирующих институтов и консорциумов.

Во-вторых, должны быть проанализированы все виды потенциальных угроз информационной

безопасности, влияющие на систему широкополосной ППР. Соответствующие исследования уместно увязать с решениями, направленными на повышение живучести системы широкополосной ППР. Данное утверждение обусловлено тем, что целенаправленные компьютерные атаки могут дополняться умышленными разрушениями телекоммуникационных сетей, включая используемые ими инфраструктурные сооружения.

В-третьих, повышение эффективности услуг класса МСРТх может достигаться за счет использования технологий дополненной и виртуальной реальности [15]. Кроме того, в некоторых ситуациях становится полезной концепция измененной реальности [16]. Она позволяет трансформировать полученную видеoinформацию так, что некоторые объективно существующие компоненты исключаются из состава изображений, что позволит сконцентрировать внимание сотрудников экстренных оперативных служб на критически важных объектах.

Заключение

Продуктивность услуг класса МСРТх, по сравнению с предшествующими поколениями технологий вида "нажми и говори", можно оценивать разными способами. Если воспользоваться аналогами, то проще всего сравнивать те возможности, которые стали доступны пользователями при переходе от сетей телефонной связи к мультисервисным сетям. Естественно, что дополнение диалога обменом видеoinформацией и данными существенно повышает ценность полученной информации. Более того, в критических ситуациях, которые характерны для значительной части приложений широкополосной ППР, получение видеoinформации и данных позволит эффективно решать задачи по спасению жизни людей и минимизации экономического ущерба.

В широкополосных системах ППР предполагается использовать перспективные решения по улучшению качества передачи речи. По этой причине услуги класса МСРТх обеспечивают не только обмен видеoinформацией и данными, но и улучшают качество диалога пользователей.

Аппаратно-программные средства платформы МСРТх разработаны компанией, в которой работают авторы статьи, в составе ядра системы private LTE/5G [1]. При появлении новых стандартов ядро модернизируется, обеспечивая тем самым конкурентоспособность отечественных разработок в области инфокоммуникационных систем. Если произойдут качественные изменения в части стандартизации требований к услугам класса МСРТх, то авторы постараются, чтобы читатели журнала первыми узнали об инновационных решениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гридякина А.А., Пинчук А.В., Соколов Н.А., Фрейнкман В.А.** Задачи разработки перспективной системы профессиональной мобильной радиосвязи // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2023. № 6. С. 37–46.
2. **Соколов Н.А.** Сети абонентского доступа. Принципы построения. Пермь: Энтер-профи, 1999. 254 с.
3. **Жуков С., Костров А.** Технологии для сетей FTТх // ВЕК КАЧЕСТВА. 2009. № 5. С. 46–48.
4. **Клименко И.С.** Информационная безопасность и защита информации. Модели и методы управления. М.: Инфра-М, 2022. 180. С. 5.
5. **Kaleem Z., Rehmani M.H., Imtan M.A., Shakir M.Z., Jamalipour A., Ahmed E.** Mission critical public-safety communications: architectures, enabling technologies, and future applications // IEEE Access. 2018. Vol. 6. PP. 79258–79262.
6. Mission critical. [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Mission_critical (дата обращения: 21.11. 2024).
7. **Гридякина А.А., Николаев Д.Н., Пинчук А.В., Соколов Н.А.** Теория и практика развития телекоммуникационных систем // ПЕРВАЯ МИЛЯ. 2023. № 8. С. 60–68.
8. **Харкевич А.А.** О ценности информации // Проблемы кибернетики. 1960. № 4. С. 53–57.
9. Платформа МСРТТ. [Электронный ресурс]. URL: <https://protei.ru/products/mcptt> (дата обращения: 21.11.2024).
10. 3GPP Technical Report 22.826 V1.0.0. Study on Communication Services for Critical Medical Applications; Release 17. Sophia Antipolis: 3GPP, 2023. 54 p.
11. ITU-T. Communications quality of service: A framework and definitions. Recommendation G.1000. Geneva, 2001. 16 p.
12. **Цветков В.Я., Булгаков С.В.** Дружественный интерфейс как характеристика информационной инфраструктуры // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 1. С. 97–98.
13. ITU-T. Network performance objectives for IP-based services. Recommendation Y.1541. Geneva, 2011. 66 p.
14. **Кучерявый А.Е., Маколкина М.А., Киричек Р.В.** Тактильный интернет. Сети связи со сверхмалыми задержками // Электросвязь. 2016. № 1. С. 44–46.
15. **Varnum K.J.** Beyond Reality: Augmented, Virtual, and Mixed Reality in the Library. ALA Editions, 2019. 144 p.
16. **Ermakov A., Sokolov N., Fedorov A.** Concept of the "modified reality" for the sustainable development and environmental technologies // Proceedings of the EMMFT-2023. Voronezh, 2023. 8 p.