

Новый метод взаимодействия с аватаром в мультивселенной на основе метода адаптивной обработки ЭМГ-сигналов

В.В. Дмитриева, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), старший преподаватель; dmitrieva.w@sut.ru

А.Н. Волков, СПбГУТ, доцент, д.т.н.; artem.nv@sut.ru

О.Е. Агранович, ФГБУ «НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Минздрава России, заведующая отделом пороков развития конечностей и вялых параличей, д.м.н.; olga_agranovich@yahoo.com

УДК 621.391.8

DOI: 10.34832/ELSV.2026.77.3.002

Аннотация. Представлена система отображения движений пользователя на основе сенсорного компонента костюма телеприсутствия, реализованного в виде распределённой носимой сети ЭМГ-датчиков для управления цифровым аватаром пользователя. Предложен способ обработки сигнала и удаления артефактов движения на основе адаптивного алгоритма обработки ЭМГ-сигналов. Алгоритм основан на модифицированном двухшаговом NLMS алгоритме с переменным шагом адаптации, управляющимся величиной ошибки относительно уровня фонового шума. В среде MATLAB выполнено моделирование работы предложенного алгоритма на ЭМГ-сигналах с добавлением артефактов движения. Проведено сравнение с базовыми адаптивными алгоритмами по показателям отношения сигнал/шум, среднеквадратичной ошибки и коэффициента корреляции. Результаты демонстрируют повышение точности восстановления ЭМГ-сигнала и снижение влияния артефактов, что подтверждает применимость разработанного подхода для костюмов телеприсутствия.

Ключевые слова: мультивселенная, NLMS, адаптивный алгоритм, цифровой аватар.

Для цитирования: Дмитриева, В.В. Новый метод взаимодействия с аватаром в мультивселенной на основе метода адаптивной обработки ЭМГ-сигналов / В.В. Дмитриева, А.Н. Волков, О.Е. Агранович // Электросвязь. – 2026. – № 3. – С. 10-19.

ВВЕДЕНИЕ

Интернет вещей обеспечил повсеместное подключение, позволяя получать доступ в любом месте, в любое время и с любого устройства, что коренным образом изменило понимание сетей и потенциальных услуг инженерами и учеными [1]. Сети 5G/IMT-2020 в основном ориентированы на передачу данных от устройства к устройству и массовые коммуникации машинного типа [2], в то время как сети 6G/IMT-2030 характеризуются как интегрированные сети, основной целью которых является конвергенция наземного, воздушного и космического сегментов [3–5]. Концепция интегрированных сетей определила ряд многообещающих сценариев, включая новые виды услуг. Например, сервисы, основанные на голографической связи [6, 7], тактильный интернет для удаленных операций и реабилитации, промышленный интернет вещей с облачной инфраструктурой, конвергенция сетей и вычислений, интеллектуальные операционные сети или автономные сети и другие. Эти сценарии представляют собой вызовы текущего десятилетия. Естественно, некоторые из них, такие как тактильный интернет, уже некоторое время существуют как исследовательское направление, и научное сообщество активно занимается задачами передачи ощущений по сети в течение последних 10 лет. Этому, в свою очередь, способствовало появление и развитие таких концепций, как интернет

вещей. Интернет вещей ознаменовал собой целую эпоху сетей и сервисов, в течение которой развивались многочисленные технологические направления и создавались новые сервисы.

С 2025 г. можно утверждать, что на горизонте появилась следующая эра сетей и сервисов — эра мультивселенной (объединение различных сетевых вселенных/метавселенных), новое пространство смешанной реальности. Специальная фокус-группа Международного союза электросвязи (МСЭ) даёт следующее определение сетевой вселенной [8, 9]: «Сетевая вселенная (метавселенная) — это интегративная экосистема виртуальных миров, предлагающая пользователям захватывающий опыт, который изменяет уже существующие и создает новые ценности с экономической, экологической, социальной и культурной точек зрения», делая при этом примечание, что «сетевая вселенная может быть виртуальной, дополненной, репрезентативной для физического мира или связанной с ним».

Более того, развитые сетевые вселенные предполагают возможность погружения пользователей в виртуальную и/или смешанную реальности. Технологии, которые могут взаимодействовать с органами чувств человека, создавая ощущение присутствия в альтернативной реальности, называются иммерсивными (от англ. immersive — «погружение»). К таким технологиям относятся очки дополненной реаль-