

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО–АППАРАТНОГО  
КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФЕНОМЕНА  
АГЕНТИВНОСТИ ПРИ УДАЛЕННОМ УПРАВЛЕНИИ  
РОБОТОМ**

*Лавров Даниил Сергеевич*

*Студент*

*Факультет ИНБИКСТ МФТИ, Москва, Россия*

*E-mail: cerebro15@yandex.ru*

*Научный руководитель — Карпов Валерий Эдуардович*

При организации человеко–машинного (ЧМ) взаимодействия с компьютеризированными системами необходимо учитывать психофизиологические аспекты этого взаимодействия. Эффективным ЧМ интерфейсом будет являться программно–аппаратный комплекс, который ощущается оператором–агентом как продолжение собственного тела. На чувство обладания частями тела [1] отчасти опирается чувство агентивности [2] — особый вид осведомленности агента о своих действиях.

Ситуация удаленного управления уступает управлению своим собственным телом или тем, что оказалось причастно к телу благодаря работе чувства обладания. Неявным коррелятом агентивности является феномен интенционального связывания — смещение временных [3] или пространственных [4] оценок испытываемого в зависимости от вовлеченности в процесс управления.

Обычно предполагается, что удаленное управление от первого лица с использованием VR очков с измененной перспективой наблюдения будет сопровождаться более высокой степенью вовлеченности в управление, чем с использованием монитора.

Чтобы ответить на вопрос, насколько высок показатель вовлеченности в управление с использованием VR очков, был разработан метод его оценки на основе анализа эффекта пространственного интенционального связывания при управлении удаленным роботом. Также был разработан программно–аппаратный комплекс, реализующий модель удаленного операторского управления роботом. В нем управление осуществляется с помощью клавиатуры по видеосвязи с проводной видеокамеры, расположенной на корпусе подвижной платформы — «робота». Изображение с видеокамеры может передаваться как на экран монитора, так и на очки VR с измененной перспективой наблюдения.

Бортовая система управления построена на основе микроконтроллера ATmega328 с платами расширения, который с помощью драйвера двигателя управляет моторами. Связь контроллера и системы управления осуществляется по каналу Bluetooth. Взаимодействие с «роботом» осуществляется с помощью пользовательского приложения, разработанного на C++ с использованием библиотек Qt.

Разработанный программно-аппаратный комплекс был использован в экспериментальном исследовании с участием 36 здоровых добровольцев старше 18 лет. В нем сравнивалось удаленное управление роботизированной платформой, где изображение выводилось либо на VR очки, либо на экран монитора, а платформа могла двигаться либо самостоятельно, либо по команде оператора. Для изучения состояния оператора в разных условиях собирались как явные оценки контроля над устройством в виде опроса, так и оценки расстояния — неявный показатель чувства агентивности.

В результате, при численной оценке оператором пройденного расстояния по изображению с монитора, была обнаружена статистически значимая недооценка в пользу режима управления, где «робот» двигался автоматически. При наблюдении через очки VR статистически значимой разницы между самостоятельным управлением и автоматическим движением обнаружено не было, что может быть связано как с тем, что использование VR не дает предполагаемой высокой вовлеченности в управление, так и с особенностью восприятия изображения в очках VR. Полученные результаты могут способствовать созданию методики объективной оценки качества человеко-машинного взаимодействия при удаленном операторском управлении.

### Литература

1. Pyasik M., Burin D., Pia L. On the relation between body ownership and sense of agency: A link at the level of sensory-related signals // *Acta Psychologica*. 2018. V. 185. P. 219–228.
2. Gallagher S. Philosophical conceptions of the self: Implications for cognitive science // *Trends in Cognitive Sciences*. 2000. V. 4, № 1. P. 14–21.
3. Haggard P., Clark S., Kalogeras J. Voluntary action and conscious awareness // *Nature Neuroscience*. 2002. V. 5, № 4. P. 382–385.
4. Kirsch W., Pfister R., Kunde W. Spatial action-effect binding // *Attention, Perception, and Psychophysics*. 2016. V. 78, № 1. P. 133–142.