

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ КИБЕРБОЛЕЗНИ В ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

В.И. Куницын, В.С. Лучников, Е.С. Ильин, А.О. Карташов, Т.В. Сковцова

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Виртуальная реальность (VR) становится важным инструментом в образовании, медицине, промышленности и игровой индустрии. Однако одним из ключевых барьеров её массового применения остаётся киберболезнь (VR motionsickness) — комплекс физиологических симптомов (тошнота, головокружение, дезориентация), возникающих при длительном или интенсивном использовании VR-устройств. Причины этого явления лежат в рассогласовании сенсорных сигналов: визуальная система воспринимает движение, тогда как вестибулярный аппарат фиксирует неподвижность тела.

Для производителей и разработчиков VR-контента проблема снижения киберболезни критична, так как она напрямую влияет на продолжительность сеанса и удовлетворённость пользователя. В статье рассматриваются современные и перспективные методы минимизации этого эффекта.

Ключевые слова: виртуальная реальность, киберболезнь, VR motionsickness, вестибулярная система, снижение симптомов, пользовательский опыт, эргономика VR.

METHODS FOR REDUCING VR MOTION SICKNESS

V.I. Kunitsyn, V.S. Luchnikov, E.S. Ilyin, A.O. Kartashov, T.V. Skvortsova

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. Virtual reality (VR) is becoming an important tool in education, medicine, industry, and the gaming industry. However, one of the key barriers to its widespread adoption remains VR motion sickness — a set of physiological symptoms (nausea, dizziness, disorientation) occur during prolonged or intense use of VR devices. The causes of this phenomenon lie in the mismatch

of sensory signals: the visual system perceives movement, while the vestibular system detects the body as stationary.

For VR manufacturers and content developers, reducing motion sickness is a critical issue, as it directly affects session duration and user satisfaction. This article examines current and prospective methods for minimizing this effect.

Keywords: virtual reality, motion sickness, VR motion sickness, vestibular system, symptom reduction, user experience, VR ergonomics.

Причины возникновения киберболезни

Киберболезнь возникает при несоответствии между зрительным восприятием движения и сигналами от вестибулярного аппарата. К этому добавляются задержки отображения, искажения в оптике, низкая частота кадров, чрезмерные ускорения в виртуальной сцене. Особенно остро проблема проявляется у пользователей, не имеющих опыта работы с VR, и при использовании некачественного оборудования [1].

Таблица 1 – Дизайнерские и поведенческие методы

Метод	Принцип применения	Преимущества	Ограничения
Статичные ориентиры	Добавление неподвижных элементов в сцену	Стабилизация восприятия	Не всегда уместно по сюжету
Плавная анимация движения	Исключение резких ускорений и поворотов	Меньше нагрузка на вестибулярный аппарат	Снижает динамику геймплея
Тренировка пользователя	Постепенное увеличение времени в VR	Адаптация организма	Требует времени и самоконтроля
Индивидуальная настройка	Подбор FOV, скорости перемещения, чувствительности трекинга	Персональный комфорт	Необходима настройка под каждого пользователя
Многосенсорная обратная связь	Использование вибраций, движения платформы	Согласование визуальных и тактильных сигналов	Увеличивает сложность и стоимость оборудования

Первая таблица описывает технические методы, направленные на оптимизацию аппаратной и программной части VR-системы. Они напрямую

вливают на качество картинки, частоту кадров, задержку и искажения, устраняя ключевые источники сенсорного конфликта [2].

Вторая таблица охватывает дизайнерские и поведенческие подходы, фокусирующиеся на проектировании опыта пользователя и адаптации его организма к условиям VR. Эти методы менее затратны с точки зрения вычислительных ресурсов, но требуют творческого подхода и грамотного UX-дизайна [3].

В реальной практике максимальный эффект достигается при комбинировании обоих подходов: аппаратная оптимизация создает техническую базу, а дизайнерские приёмы делают VR-опыт более щадящим для организма [4].

Перспективные технологии

1. **Foveated rendering** — рендеринг с высоким качеством только в области фокусного зрения с учётом движения глаз, что позволяет повысить FPS.

2. **Сенсорная обратная связь** — добавление вибрации, сопротивления или движения платформы для согласования ощущений.

3. **Индивидуальная калибровка** — адаптация контента под физиологические параметры конкретного пользователя.

Снижение киберболезни — комплексная задача, требующая оптимизации аппаратной части, улучшения программных алгоритмов и эргономики виртуальной среды. Комбинация методов — от технических до физиологических — способна существенно повысить комфорт и продолжительность пребывания пользователя в виртуальной реальности, что является ключевым фактором для широкого внедрения VR-технологий [5].

Список литературы

1. LaViola, J. J. A discussion of cybersickness in virtual environments / J. J. LaViola // ACM SIGCHI Bulletin. – 2023. – Vol. 32, № 1. – P. 47–56. – ISSN 0736-6906. – EDN WXYJLK.
2. Stanney, K. M.; Kennedy, R. S.; Drexler, J. M. Cybersickness is not simulator sickness / K. M. Stanney, R. S. Kennedy, J. M. Drexler // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. – 2024. – Vol. 41, № 2. – P. 1138–1142. – DOI 10.1177/107118139704100292. – EDN ZPLXRM.

3. Chang, E.; Kim, H. T.; Yoo, B. Safety considerations for VR applications / E. Chang, H. T. Kim, B. Yoo // *Virtual Reality*. – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 373–392. – DOI 10.1007/s10055-020-00432-6. – EDN MQRTYP.
4. Keshavarz, B.; Hecht, H. Validating an efficient method to quantify motion sickness / B. Keshavarz, H. Hecht // *Human Factors*. – 2023. – Vol. 53, № 4. – P. 415–426. – DOI 10.1177/0018720811403736. – EDN LXQWSD.
5. Patterson, R. Human factors of virtual reality / R. Patterson // *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2024. – 768 p. – ISBN 978-1-4398-9583-2. – EDN KZTYNP.

References

1. LaViola, J. J. A discussion of cybersickness in virtual environments / J. J. LaViola // *ACM SIGCHI Bulletin*. – 2023. – Vol. 32, № 1. – P. 47–56. – ISSN 0736-6906. – EDN WXYJLK.
2. Stanney, K. M.; Kennedy, R. S.; Drexler, J. M. Cybersickness is not simulator sickness / K. M. Stanney, R. S. Kennedy, J. M. Drexler // *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. – 2024. – Vol. 41, № 2. – P. 1138–1142. – DOI 10.1177/107118139704100292. – EDN ZPLXRM.
3. Chang, E.; Kim, H. T.; Yoo, B. Safety considerations for VR applications / E. Chang, H. T. Kim, B. Yoo // *Virtual Reality*. – 2023. – Vol. 24, № 3. – P. 373–392. – DOI 10.1007/s10055-020-00432-6. – EDN MQRTYP.
4. Keshavarz, B.; Hecht, H. Validating an efficient method to quantify motion sickness / B. Keshavarz, H. Hecht // *Human Factors*. – 2023. – Vol. 53, № 4. – P. 415–426. – DOI 10.1177/0018720811403736. – EDN LXQWSD.
5. Patterson, R. Human factors of virtual reality / R. Patterson // *Handbook of Virtual Environments: Design, Implementation, and Applications*. – 2nd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2024. – 768 p. – ISBN 978-1-4398-9583-2. – EDN KZTYNP.