**УДК 612.881**

# СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАСТРОЙКАМИ КОМФОРТА ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ

*Гневашев Ю.В., Миронова А.Е., Кукарцева Е.С.*

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Екатеринбург, Россия

*gnev112@yandex.ru*

**Аннотация.** Проведен анализ средств определения симуляторных расстройств. Предложены пути адаптации этих методов для использования в среде виртуальной реальности. Предложена разработка системы управления настройками комфорта виртуальной среды на основе обратной связи от пользователя.

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, симуляторные расстройства, глазодвигательный аппарат, нистагм, равновесие, вестибулярный аппарат.

# VIRTUAL ENVIRONMENT COMFORT SETTINGS MANAGEMENT SYSTEM BASED ON FEEDBACK

*Gnevashev Y.V., Mironova A.E., Kukartseva E.S.*

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

**Abstract.** The analysis of the methods of determining simulator sickness has been conducted. Ways of adapting these methods for use in a virtual reality environment are proposed. The development of a system for managing the comfort settings of a virtual environment based on user feedback is proposed.

**Keywords:** virtual reality, simulator sickness, oculomotor apparatus, nystagmus, balance, vestibular apparatus.

## 1. Введение

Технологии виртуальной реальности (ВР) открывают широчайшие возможности во многих областях. Однако даже непродолжительная сессия способна вызвать дискомфорт и другой набор симптомов, которые можно сравнить с морской болезнью. Например: головокружение, тошнота, расплывчатость зрения и т.д. Для обозначения спектра этих симптомов в научных работах принято использовать термин “симуляторные расстройства“. [1]

Целью данной работы является исследование методик определения симуляторных расстройств и планирование модели для разработки системы управления настройками комфорта в ВР на основе обратной связи от пользователя.

## 2. Планирование модели

Во время работы была определена общая модель разрабатываемой системы управления настройками комфорта ВР на основе обратной связи. В отличие от существующих моделей, предлагаемая система основывается только на датчиках самой ВР-гарнитуры и контроллеров управления. Таким образом, для её внедрения на массовый рынок не потребуется использования сторонних устройств. Также система должна работать в режиме реального времени, чтобы своевременно выявлять неприятные симптомы.

Идея данной системы состоит в следующем:

1. Пользователь находится в ВР и выполняет обыденные действия, предусмотренные игрой/приложением.

2. Во время сеанса система должна собирать различные данные от датчиков для обеспечения обратной связи.

3. Система оценки дискомфорта на основе ранее собранных данных проводит анализ и рассчитывает количественный показатель степени симуляторных расстройств.

4. В соответствии с полученным значением, игра/приложение применяет особые меры по снижению негативного эффекта. Это могут быть как настройки комфорта (уменьшение угла обзора, замедление игрового процесса, снижение скорости перемещения), так и предупреждение о необходимости сделать перерыв.

Далее эти действия закольцовываются и выполняются на протяжении всей сессии в ВР. Схематично данная модель представлена на рисунке 1.

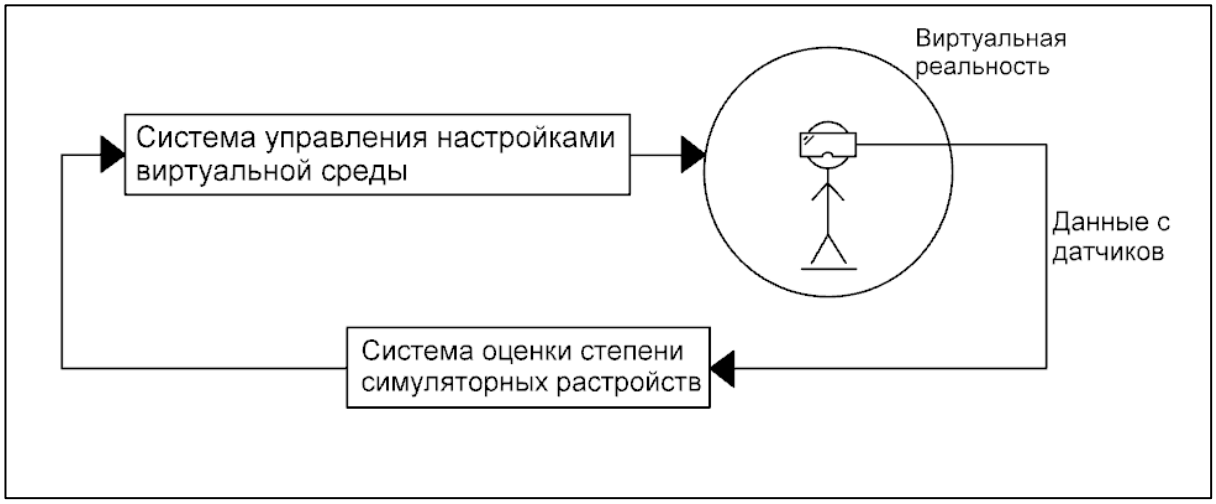


Рисунок 1 - модель системы управления настройками комфорта

Для создания системы оценки в первую очередь нужно было изучить существующие способы диагностики симптомов укачивания в ВР. Один из самых широко распространенных методов – это опросник симуляторных расстройств. К сожалению, данный метод подходит только для разработки средств оценки степени дискомфорта, но не может лежать в основе системы обратной связи, так как пользователь не должен отвлекаться от игрового процесса для ответа на опросник. [2]

Исходя из этого, было необходимо также установить другие методы диагностики. Некоторые исследования показали, что биологические сигналы, такие как частота сердечного ритма и интервал между ударами, зависят от проявлений данной болезни. Однако ограничением в данном случае является то, что стандартные ВР-гарнитуры не обладают такими датчиками и не способны измерять эти сигналы напрямую. [3]

В современных гарнитурах часто можно встретить функцию отслеживание взгляда, поэтому были изучены способы диагностики, основанные на глазодвигательном аппарате. Эти методы широко применяются в диагностике проблем с вестибулярным аппаратом и, как предполагается, могут помочь в распознавании симуляторных расстройств. [4]

Для проведения дальнейших исследований были адаптированы следующие тесты:

1. Тест переключающихся мишеней. Представляет из себя комбинацию трех стандартных оптических тестов: спонтанного нистагма, фиксированного взгляда и саккад. Эти три теста были объединены в одну процедуру с концентрацией на резко переключающихся контрастных мишенях. В данном тесте отслеживаются: скорость медленных и быстрых фаз нистагма, количество ударов нистагма в секунду и точность саккад.

2. Тест плавного слежения. Представляет из себя слежение за плавно двигающейся контрастной мишенью. В данном тесте отслеживаются: коэффициент плавности движений и разница фаз.

3. Оптокинетический тест. Представляет из себя виртуальный барабан, поделенный на контрастные сегменты, вращающийся с определенной скоростью. В данном тесте отслеживаются: средняя скорость медленных фаз и соотношение между скоростью движения глаза и скоростью движения стимула.

Кроме описанных выше тестов будет считываться дополнительная информация о движении ВР-гарнитуры за счет встроенных в неё датчиков.

Также, для проведения дальнейших исследований предполагается использовать внешний контроллер RealGO, представляющий из себя устройство для перемещения в ВР с помощью ходьбы на месте. Передача информация о положении грудной клетки и бедер в совокупности со встроенными в ВР-гарнитуру датчиками позволит получить подробные данные о положении тела испытуемого. Устройство не будет являться

обязательным при разработке системы, но собранные данные позволят провести дополнительные исследования о влиянии симуляторных расстройств на движение пользователей в будущем. [5]

**3. Заключение**

В данной работе проведено исследование, посвященное проблеме симуляторных расстройств в ВР. В ходе анализа была предложена система управления параметрами ВР на основе обратной связи от пользователей. Изучены расстройств для создания вышеупомянутой системы.

**Библиографический список**

1. Assessing Virtual Reality Sickness in Highly Immersive Virtual Laboratory Environments: Simulator Sickness Questionnaire and Mitigation Strategies / A. J. Ahmed Alnagrat, A. E. Salem Shagluf, R. F. Mahmoud Sulieman [et al.]. // 2023 IEEE 3rd International Maghreb Meeting of the Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (MI-STA). – Benghazi, Libya. – 2023. – PP. 376–381.

2. Simulator sickness questionnaire: an enhanced method for quantifying simulator sickness / R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum, M. G. Lilienthal // The international journal of aviation psychology. – 1993. – Vol. 3. – №3. – PP. 203-220.

3. Immediate Detection of Simulator Sickness in Virtual Environments Using Integrated Subjective Feedback and Physiological Signals / G. Rahimzadeh, K. Lacy, S. Mohamed [et al.]. // 2024 IEEE International Conference on E-health Networking, Application & Services (HealthCom) – Nara, Japan. – 2024 – PP. 1–7.

4. С. В. Лиленко. Тесты взора в оценке вестибулярной функции при укачивании у детей и подростков // Педиатрия. – 2017. – Т. 96. – №1. – С. 171–174.

5. Разработка контроллера для перемещения в виртуальной реальности / Ю.В. Гневашев, Г.А. Коновалов, Д.А. Махиня, Г.И. Менжицкий. // Сборник

трудов VIII конгресса молодых ученых, Санкт-Петербург, 15–19 апреля 2019 г. – 2019. – Т. 3. – С. 126–130.