

**Анализ движения глаз при вращении и гальванической вестибулярной стимуляции**

**Научный руководитель – Кручинина Анна Павловна**

**Мухамедов Артур Мансурович**

*Студент (магистр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Факультет космических исследований, Москва, Россия

*E-mail: random.archi.guy@gmail.com*

При использовании динамической имитации очень важным фактором является допустимый динамической системой диапазон положений. Если выполняемое движение выходит за пределы области допустимых положений системы, из-за несоответствия вестибулярного и зрительного стимулов возникает сенсорный конфликт, приводящий к дискомфорту и снижению качества имитации. Для компенсации этого недостатка можно использовать гальваническую вестибулярную стимуляцию — коррекция исходящих с вестибулярного сенсора сигналов слабым гальваническим током [3]. Тогда движение динамической системы можно дополнять кажущимися движениями, вызванными стимуляцией, расширяя возможности имитации.

В данной работе рассматривается применение вестибулярной стимуляции во время вращения динамической платформы вокруг вертикальной оси. При таком движении расположение электродов на мастоидах позволяет вызвать ощущение вращения вокруг вертикальной оси [2]. Использовались три вида стимула — синусоидальный ток амплитудой в 2мА, такой же ток с противоположным знаком, а также отсутствие тока. Стимуляция была синхронизирована с платформой, то есть период волны совпадал с периодом вращения платформы, а отсутствие стимуляции приходилось на крайние точки вращения, когда платформа останавливалась.

Вестибуло-окулярный рефлекс, компенсирующий вращение головы с помощью поворота глаз в противоположную сторону, позволяет с использованием окулографа оценить влияние стимуляции, поскольку такие движения — нистагмы — имеют специфическую форму. Они состоят из медленной фазы, имеющей форму прямой, и быстрой фазы — саккады, имеющую более сложную форму, описываемую функцией вида  $f(x) = A \cdot (1 + e^{(x-a)^2/\sigma_a}) \cdot \cos(x) \cdot (1 + e^{(x-b)^2/\sigma_b})$  [1]. Для обнаружения саккад используется комбинация двух классических подходов [4, 5] — выделяются участки, на которых угловая скорость глаза выше пороговой, а дисперсия положений — ниже пороговой. На данных участках аппроксимируются функции быстрой и медленной фаз.

По результатам эксперимента была обнаружена возможная взаимосвязь между направлением стимуляции и количеством нистагмов и их амплитудой.

**Источники и литература**

- 1) Кручинина А. П., Якушев А. Г. Параметризация траектории саккадического движения глаза // Вестник Московского университета. Серия 1: Математика. Механика. — 2018. — № 4. — С. 68–71.
- 2) Aoyama K., Iizuka H., Ando H., Maeda T. Four-pole galvanic vestibular stimulation causes body sway about three axes //Scientific reports. – 2015. – V. 5. – P. 10168.
- 3) Britton T. C. et al. Postural electromyographic responses in the arm and leg following galvanic vestibular stimulation in man //Experimental brain research. – 1993. – V. 94. – №.1. – P. 143-151.

- 4) Salvucci D. D., Goldberg J. H. Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols //Proceedings of the 2000 symposium on Eye tracking research & applications. – 2000. – P. 71-78.
- 5) Widdel H. Operational problems in analysing eye movements //Advances in psychology. – North-Holland, 1984. – V. 22. – P. 21-29.