

6. Какие страны чаще всего посещали белорусы в 2022-2023 году [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bestbelarus.by/events/news/kakie-strany-belorusy-poseshchali-chashche-vsego-v-2022-godu/>. – Дата доступа: 23.03.2023.

7. Опасности отдыха в Египте [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://meduniver.com/Medical/profilaktika/opasnost\\_otdixa\\_v\\_egipte.html](https://meduniver.com/Medical/profilaktika/opasnost_otdixa_v_egipte.html). – Дата доступа: 24.03.2023.

**УДК 534.88:616.28-008.1-008.4**

**А. А. Балахонова, А. И. Синельникова, Я. Д. Котова, А. Е. Сасковец**

*Научный руководитель: к.т.н., доцент В. А. Банний*

*Учреждение образования*

*«Гомельский государственный медицинский университет»*

*г. Гомель, Республика Беларусь*

## **СПОСОБНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА К ОРИЕНТИРОВАНИЮ В ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЗВУКОВЫХ ВОЛН НА СЛУХОВОЙ АППАРАТ**

### ***Введение***

Обладая двумя звукоприемниками (ушами), человек и животные способны установить направление на источник звука в горизонтальной плоскости (бинауральный или бинарный эффект). Это объясняется тем, что звук от источника до разных ушей проходит разное расстояние и возникает разность фаз для волн, попадающих в правую и левую ушные раковины (эффект Доплера). За счет различий основных характеристик звуковых сигналов, поступающих на разные уши, происходит локализация источника звука в пространстве: звуковой образ смещается в сторону более сильного или ранее пришедшего звука [1, 2].

Функция вестибулярной сенсорной системы состоит в обеспечении мозга информацией о положении головы в пространстве, о действии гравитации и сил, вызывающих линейные или угловые ускорения. Эта функция необходима для поддержания равновесия, т. е. устойчивого положения тела в пространстве, и для пространственной ориентации человека [3, 4].

### ***Цель***

Изучить совместное функционирование вестибулярного и слухового аппаратов путем воздействия механических колебаний звукового диапазона на человека при изменении его ориентирования в пространстве на основе последующих изменений базовых показателей жизнедеятельности.

### ***Материал и методы исследования***

В качестве источника звука выбран сигнал с мобильного телефона (длительность  $t = 2$  секунды, уровень громкости  $L = 95$  дБ, расстояние от источника до приемника звука  $l = 1,5$  м.). Также использовали вращающееся вокруг своей оси кресло, градуированную окружность, тонометр автоматический Microlife, пульсоксиметр LY-L5. Работа выполнена на кафедре медицинской и биологической физики.

Экспериментальная часть исследования включала в себя четыре этапа, состоящих из 11 циклов, каждый из которых по 5 вращений испытуемого во вращающемся кресле. При этом глаза испытуемого были завязаны плотной темной повязкой. В первой части эксперимента звук подавался из различных точек на окружности; во второй части звуковые колебания исходили из одной точки – спереди от испытуемого под углом  $0^\circ$ ; в третьей части звуковые колебания исходили позади от испытуемого ( $180^\circ$ ); в четвертой части эксперимента звуковой сигнал исходил со стороны правого или левого уха испытуемого ( $90^\circ$ ). После каждого цикла вращения испытуемого в кресле подавали звуковой сигнал и фиксировали координаты источника звука, указываемые испытуемым. При этом исследователи отмечали отклонения от точки исходящего сигнала (в градусах). До и по-

сле каждого цикла исследования проводилось измерение жизненных показателей и сопоставлялись с начальными. Исследования выполнены на пяти испытуемых.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

По результатам исследования первой части эксперимента среднее значение погрешности первого испытуемого составила 65°, второго – 32°, третьего – 52°, четвертого – 42°. Среднее значение погрешности всех испытуемых равно 50°. Во второй части эксперимента опыт с первым испытуемым прервался ввиду плохого самочувствия, последние показатели отклонялись от окружности (испытуемый указывал источник звука сверху). Средняя погрешность второго испытуемого составила 65,45°, третьего – 100,91°, четвертого – 39,1°. В третьей части показатели каждого испытуемого отклонялись от окружности (все испытуемые указывали источник звука сверху). В четвертой части средняя погрешность первого испытуемого составила 10,46°, второго – 22,27°, третьего – 51,25°, четвертого – 23,18°. Измеренные жизненные показатели испытуемых до и после эксперимента имели незначительные отклонения. Тем не менее, у всех испытуемых по окончании эксперимента наблюдалось заметное повышение либо понижение артериального давления, а также незначительные увеличения сатурации и учащение пульса. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Отклонения показателей ориентирования человека в пространстве от начальной точки подачи звукового сигнала

Средние показатели отклонений, градусы	Испытуемые				Средняя погрешность, градусы
	1	2	3	4	
1 (из разных точек)	65	32	52	42	50
2 (спереди)	опыт прерван	65,45	100,91	39,1	68,49
3 (сзади)	–	–	–	–	–
4 (сбоку)	10,46	22,27	51,25	23,18	26,79

### **Выводы**

Выполненные исследования показали, что в зависимости от количества циклов вращения испытуемого раздражение вестибулярного аппарата сопровождалось различными вегетативными рефлексам: учащением и замедлением сердцебиения, повышением и понижением артериального давления, изменением сатурации, усиленным потоотделением, тошнотой, головокружением. Отмечено увеличение угла отклонения от направления исходящего звукового сигнала при увеличении циклов вращения испытуемого, а также при подаче звукового сигнала спереди или позади испытуемого. Также выросло количество грубых ошибок по ориентированию в пространстве при подаче звукового сигнала, что обусловлено взаимосвязью функционирования вестибулярного и слухового аппаратов.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ремизов, А. Н. Медицинская и биологическая физика: учебник / А. Н. Ремизов. – 4-е изд., испр. и перераб. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – С. 113.
2. Пальчун, В. Т. Органы слуха и равновесия – анатомия, физиология, методы исследования / В. Т. Пальчун, А. И. Крюков. – М., 2016. – 6 с.
3. Вестибулярный анализатор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/vestibulyarnyy-analizator>. – Дата доступа: 09.12.2016.
4. Исследование органа равновесия – вестибулярного аппарата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://meduniver.com/Medical/otorinolaringologia\\_bolezni\\_lor\\_organov/251.html](https://meduniver.com/Medical/otorinolaringologia_bolezni_lor_organov/251.html). – Дата доступа: 15.01.2014.