

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
И ШКОЛЫ

КОМПРЕССИОННАЯ НЕЛИНЕЙНОСТЬ
В ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ СЛУХА ДЕЛЬФИНА АФАЛИНЫ,
ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД

© 2020 г. В. В. Попов^{1,*}, Е. В. Сысуева¹, Д. И. Нечаев¹,
М. Б. Тараканов¹, А. Я. Супин¹

¹ ФГБУН Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия

*e-mail: popov.vl.vl@gmail.com

DOI: 10.31857/S0044452920072255

Несмотря на многочисленные исследования, посвященные проблеме компрессионной нелинейности в слуховой системе, до сих пор нет ответа на вопрос: работает ли механизм компрессии на предельно высоких частотах, характерных для слуха некоторых млекопитающих. Максимальная частота тона, на которой была *in vitro* продемонстрирована работа электромеханического механизма наружных волосковых клеток, приблизительно равна 80 кГц (Frank et al., 1999), тогда как, например, диапазон слуха у зубатых китообразных простирается до 150 кГц. Демонстрация компрессионной нелинейности и ее количественное измерение на высоких частотах в слуховой системе зубатых китообразных будет служить доказательством работы активного кохлеарного механизма на предельно высоких для млекопитающих частотах. Это стало бы демонстрацией самого быстрого из известных биологических моторов.

Для оценки компрессионной нелинейности у дельфинов мы адаптировали психоакустические подходы, разработанные для человека. Наиболее успешными можно считать методы с использованием тональной маскировки. Предполагается, что низкочастотный маскер не подвержен процессу компрессии, тогда как маскер, совпадающий по частоте с тестом, находится под влиянием компрессии в такой же степени, как и тест. Степень компрессии определялась нами по наклону кривых на графиках зависимости уровня маскировки теста на пороге для низкочастотного маскера от уровня

маскировки теста на пороге для совпадающего по частоте с тестом маскера. В качестве ответа слуховой системы на тестовые и маскировочные сигналы мы использовали коротколатентные слуховые вызванные потенциалы, которые неинвазивно регистрировались от поверхности головы животного. Для того чтобы избежать побочных влияний на процессы маскировки латерального торможения и бокового прослушивания, мы использовали схему эксперимента с последовательной маскировкой. В качестве тестовых сигналов и маскеров использовались тональные посылки. Частота теста была 90 кГц, частота маскера менялась от 90 кГц до 54 кГц с шагом 0.25 октавы. Уровень теста был постоянным и околопороговым. Изменяемым параметром был интервал между маскером и тестом. Задержка менялась от 2 до 20 мс. Соответственно подбирался уровень маскера на пороге теста для соответствующих задержек. Сравнение уровней маскировки при совпадающих по частоте маскере и теста и при низкочастотных маскерах при разных задержках позволило оценить степень компрессии на частоте 90 кГц в слуховой системе дельфина афалины. Эти значения 0.19 дБ/дБ близки к наибольшим значениям компрессии, полученным у человека (Oxenham, Plack, 1977; Nelson et al., 2001) и значениям компрессии, определенным при прямом измерении колебаний кохлеарной мембраны у лабораторных животных (Ruggero et al., 1997).

Финансирование работы: РФФИ 18-04-00088.