

ВЛИЯНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧАСТОТАХ ШУМАНОВСКИХ РЕЗОНАНСОВ НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРОГО ТЮЛЕНЯ

В.Ф. Григорьев¹, А.П. Яковлев²

¹Полярный геофизический институт, Россия

²Мурманский морской биологический институт, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследований влияния электромагнитного поля с частотой 8 Гц на двигательную активность серого тюленя. Показано, что при воздействии магнитного поля в диапазоне частот шумановских резонансов на тюленя, резко возрастает его двигательная активность, что объясняется повышением «тревожности» или «возбужденности» животного.

Введение

Изучение поведения животных с очевидностью показало, что некоторые из них воспринимают весьма слабые магнитные поля (такие, например, как магнитное поле Земли). В тоже время, наличие органа ответственного за магниторецепцию, доказано лишь у некоторых видов [1]. Способность воспринимать магнитное поле и отсутствие четко выраженного органа магниторецепции ставит перед учеными единственную в своем роде проблему. Магниторецепция характерна для столь большого числа видов, что она, по-видимому, представляет собой достаточно общее явление [1].

В настоящее время стало ясно, что независимо от того, каким именно образом осуществляется магниторецепция, геомагнитное поле следует рассматривать как фактор окружающей среды, имеющий потенциальную значимость для различных таксономических групп [2]. В научной литературе было обосновано предположение о том, что наиболее вероятным из внешних источников синхронизации со средой обитания для гидробионтов является ЭМ-поле резонатора Земля – ионосфера преимущественно в области частот 6-8 Гц. Электромагнитное поле резонатора Земля – ионосфера существует с древнейших времен и настройка гидробионтов на это поле представляется вполне естественной [3].

Большинство эффективных для воздействия на живой организм частот магнитного поля (МП) находятся в интервале 0,01—60 Гц, поскольку совпадают с собственными ритмами функционирования головного мозга, нервной системы, сердца и других систем организма [4].

Арктические ластоногие подвержены воздействию мощных магнитных полей с различными пространственно-временными и частотно-амплитудными характеристиками, из-за близости их мест обитания к северному магнитному полюсу. Интенсивность глобальных магнитных бурь и естественных колебаний геомагнитного поля в этом регионе на порядок превосходит показатели экваториальных областей [5].

Одной из первых ответных реакций организма животного на возникающие изменения параметров абиотических факторов, в том числе и электромагнитного поля, является изменение в его поведение [6].

Совместно со специалистами Полярного геофизического института было создано устройство для исследования влияния искусственного магнитного поля на водные биологические объекты, с целью изучения влияния магнитных полей на поведение настоящих тюленей [7].

Цель исследований - получение данных о влиянии искусственных электромагнитных полей в диапазоне частот шумановских резонансов на двигательную активность серого тюленя.

Объект и методы исследования

Объект исследования - половозрелая самка серого тюленя (*Halichoerus grypus* Fabricius, 1791), в возрасте 11 лет. Животное было отловлено в 2005 году, содержалось на аквакомплексе ММБИ в Кольском заливе, в условиях открытого вольерного комплекса.

Искусственное магнитное поле генерировалось с помощью экспериментального источника МП, с напряженностью поля синусоидальной формы, превышающую напряженность геомагнитного поля (45- 50 А/м). В состав источника магнитного поля входят: задающий генератор с перестраиваемой несущей частотой в диапазоне от 0,01 Гц до 36 Гц и излучающая антенна, огибающая бассейн по периметру, образуя горизонтальную рамку.

Наблюдение за испытуемым животным осуществлялось по средствам камеры наружного наблюдения. Видеоматериал записывался с помощью TV-тюнер kWorld установленного на персональный компьютер. Видеонаблюдение велось в течение 4-7 часов (с 10:00 до 17:00) на протяжении 11 дней.

Задающий МП генератор, система видеонаблюдения и другое исследовательское оборудование располагалось в отдельном помещении, контакт животного с человеком во время проведения экспериментов был исключен.

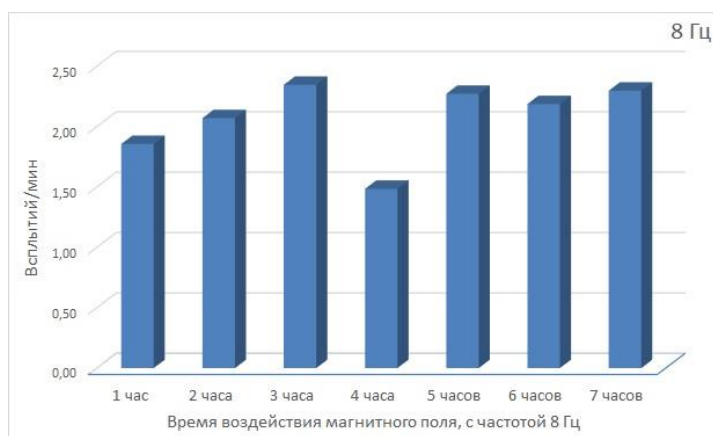


Рисунок 1. Усредненное количество всплытий за минуту, совершаемых животным, в экспериментах с генерируемым МП частотой 8 Гц.

и вспомогательное оборудование было включено, при этом МП не генерировалось. В качестве оценочного параметра двигательной активности тюленя был выбран расчётный показатель – всплытий за 1 минуту.

Проведенные нами ранее исследования по кратковременному воздействию ЭМП, показали, что двигательная активность серого тюленя значительно изменяется при его экспозиции в ЭМП с частотами 2-8 Гц [9]. Была проведена серия из 5 экспериментов по воздействию ЭМП с частотой 8 Гц на серого тюленя, длительностью 7 часов каждый. Фоновые наблюдения и эксперимент с мнимым воздействием продолжались по 4 часа, в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение

Расчитанный показатель – всплытий в минуту, является средним значением всплытий, совершаемых животным за определенный промежуток времени наблюдения. Всплытие тюленя связано с физиологически закрепленным актом дыхания, что делает регистрацию подобных поведенческих проявлений наиболее стабильной и наиболее полно отражающей двигательную активность особи в данный промежуток времени, поскольку, чем больше двигательная активность животного, тем больше требуется кислорода организму, для поддержания гомеостаза. Другими словами, существует прямая зависимость необходимости потребления кислорода с ростом интенсивности протекания физиологических процессов в организме животного [10].



Рисунок 2. Усредненное количество всплытий за минуту, совершаемых животным, в экспериментах с «мнимым воздействием».

Экспериментальные данные получены с использованием следующих методов: «метод сплошного протоколирования» - непрерывная и максимально полная запись всех действий животного и «метод регистрации отдельных поведенческих проявлений» - во время наблюдения фиксируются все случаи проявления изучаемых действий [8]. При обработке видеоматериала учитывались следующие поведенческие проявления: нахождение животного под водой, нахождение животного на поверхности, выход на помост, нехарактерные поведенческие проявления, позы и движения (при наличии). Для оценки степени изменений двигательной активности животного записывались фоновые наблюдения. Так же были проведены эксперименты с «мнимым воздействием», во время проведения которых задающий генератор

и вспомогательное оборудование было включено, при этом МП не генерировалось. В качестве оценочного параметра двигательной активности тюленя был выбран расчётный показатель – всплытий за 1 минуту. Проведенные нами ранее исследования по кратковременному воздействию ЭМП, показали, что двигательная активность серого тюленя значительно изменяется при его экспозиции в ЭМП с частотами 2-8 Гц [9]. Была проведена серия из 5 экспериментов по воздействию ЭМП с частотой 8 Гц на серого тюленя, длительностью 7 часов каждый. Фоновые наблюдения и эксперимент с мнимым воздействием продолжались по 4 часа, в трехкратной повторности. На рис. 1 приведено усредненное количество всплытий за минуту, в экспериментах с генерируемым магнитным полем с частотой 8 Гц. Двигательная активность тюленя начала расти сразу после включения МП в течение первого часа наблюдений, достигая 1,86 всплытий в минуту. На протяжении последующих двух часов воздействия, активность животного продолжала расти, достигнув к третьему часу экспозиции 2,35 всплытий за 1 минуту. Животное активно плавало по периметру бассейна, совершая кратковременные всплытия для дыхания продолжительностью 1-2 секунды. На 4 часу экспозиции, по причине практически безостановочного, активного плавания, животное стало совершать более длительные всплытия, находясь на поверхности 7-10 секунд, интервал между

всплываниями сократился. Однако начиная с пятого часа экспозиции и до конца воздействия МП, активность продолжила расти, достигнув 2,30 всплываний в минуту к концу 7-го часа.

Для подтверждения достоверности полученных данных были проведены эксперименты с «мнимым воздействием», которые показали, что при отсутствии генерации магнитного поля, тюлень находится в спокойном состоянии, его двигательная активность незначительно колеблется, при этом находится на низком уровне (0,22 – 0,30 всплываний в минуту).

Фоновые наблюдения, проведенные нами, показали, что двигательная активность серого тюленя в спокойном состоянии находится на стабильно низком уровне, количество всплываний незначительно варьирует и находится в интервале от 0,27 до 0,31 всплываний за 1 минуту.

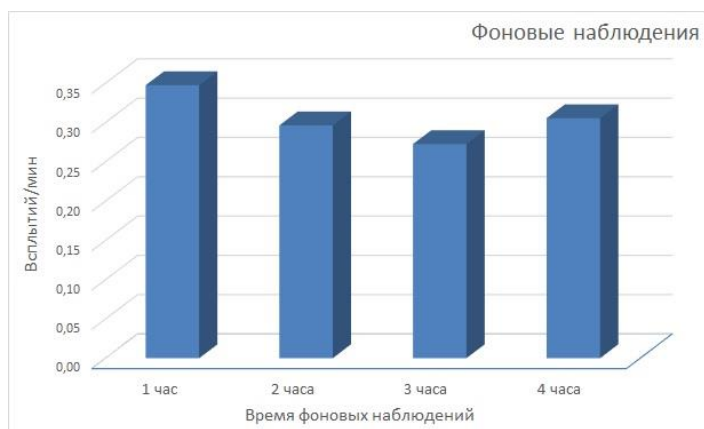


Рисунок 3. Усредненное количество всплываний за минуту, совершаемых животным, во время проведения фоновых наблюдений.

способны восприниматься серыми тюленями. Это позволяет им заблаговременно получать информацию о приближении опасных процессов, способных влиять на их жизнедеятельность, а также регулировать свою биоритмику.

Литература

1. Jungerman R.L., Rosenblum B. (1980). Magnetic induction for the sensing of magnetic fields an analysis, J. Theor. Biol., 87, 25.
2. Биогенный магнетит и магниторецепция. Новое о биомагнетизме: В 2-х т. Пер. с англ. / Под ред. Дж. Киршвинка, Д. Джонса, Б. Мак-Фаддена. — М.: Мир, 1989.
3. А.В. Муравейко, И.А. Степанюк, В.М. Муравейко, Н.С. Фролова Эффекты влияния электромагнитных полей в области "шумановских резонансов" на активность гидробионтов // Вестник МГТУ, том 16, № 4, 2013 г. стр. 764-770
4. Хабарова О.В. Биоэффективные частоты и их связь с собственными частотами живых организмов // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника, 2002, № 5, с. 56-66
5. Паркинсон У. Введение в геомагнетизм. М.: Мир, 1986. 525 с.
6. Дьюсбери Д. Поведение животных: Сравнительные аспекты. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 480 с.
7. Устройство для исследования влияния искусственного электромагнитного поля на водные биологические объекты: Патент на полезную модель № 166414 Рос. Федерация, МПК51 G 01 R 1/00 (2006/01)/Е.Д. Терещенко, В.Ф. Григорьев - Заявка № 2016125093; приоритет изобретения 22.06.2016; Срок действия патента 22.06.2016, опубл. 27.11.2016, Бюл. № 33.
8. Попов С.В., Ильченко О.Г. Методические рекомендации по этологическим наблюдениям за млекопитающими в неволе. М.: Изд. Моск. Зоопарк: 1990. 77 с.
9. Яковлев А.П., Михайлюк А.Л., Григорьев В.Ф. Оценка изменений параметров поведения серого тюленя при воздействии на него электромагнитных полей экстремально низких частот в диапазоне 0.01–36 Гц // Вестник МГТУ. - 2016. Т. 19. № 1/2. С. 345–352.
10. Начала физиологии: Учеб. для вузов. Под ред. акад. А. Д. Ноздрачева. — СПб.: Лань, 2001. — 1088 с.; 2-е изд., испр. — СПб.: Лань, 2002.

Выводы

1. Проведенные эксперименты убедительно показали, что при воздействии на серого тюленя магнитного поля на частотах шумановских резонансов резко возрастает его двигательная активность, количество всплываний в 5 – 6 раз выше, чем при фоновых наблюдениях и при опытах с «мнимым воздействием». Подобное поведение можно объяснить повышением «тревожности» животного, или другими словами его крайней возбужденностью.

2. Анализ полученных результатов может свидетельствовать о том, что естественные электромагнитные поля в области частот "шумановских резонансов", возбуждаемые при многих опасных гидрометеорологических процессах,