

УДК 577.3

И. А. Степанюк, В. М. Муравейко

ЭМ-ПОЛЕ РЕЗОНАТОРА ЗЕМЛЯ-ИОНОСФЕРА КАК СИНХРОНИЗАТОР ВНУТРЕННЕЙ РИТМИКИ ГИДРОБИОНТОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

Проблема источника синхронизации внутренней ритмики процессов у гидробионтов в настоящее время рассматривается в двух основных направлениях. В первом из них таким источником считаются внутренние автоколебательные биохимические процессы (реакции), во втором – внешние (геофизические или космогеофизические) явления (например [1,2]).

Несомненно, что автоколебательные процессы имеют важнейшее значение. Действительно, существенные перемещения по глубине приводят к тому, что внешние геофизические факторы, например, суточные изменения освещенности, приливные процессы и т.д., не могут с успехом рассматриваться как возможные синхронизаторы. В таком варианте собственные процессы при достаточной стабильности частоты автоколебаний действительно могли бы обеспечивать ритмику жизнедеятельности.

Важным фактором в поддержку такой идеи являются управляющие сигналы в стаях рыб. Действительно, для появления эффективной гидродинамики движения стай необходима внутренняя синхронизация отдельных "движителей-рыб", в противном случае турбулентные процессы сведут "на нет" всю эффективность стаи. В работе [3] проведена регистрация ЭМ-сигналов у отдельного гольца и у стаи гольцов. И в том, и в другом случае наблюдается однозначная периодичность сигналов, причем, несомненно, что у стаи амплитуда сигналов существенно выше.

Это означает, что существуют внутренние факторы "самоуправления", т.е. как собственными процессами в организме, так и процессами в сообществах. И автоколебательные процессы (реакции) в этом аспекте, естественно, могут играть лидирующую роль.

Тем не менее, если в течение длительных периодов жизни гидробионтов ритмику жизнедеятельности определяли бы только внутренние процессы, то возникала бы существенная "десинхронизация" в сообществах, что не подтверждается при наблюдениях. Тем самым, становится необходимым поиск таких внешних факторов, которые проникают на значительные глубины и обладают высокой стабильностью частоты.

В нашем кратком сообщении [4] было высказано предположение, что наиболее вероятным из внешних источников синхронизации можно считать ЭМ-поле резонатора Земля-ионосфера, преимущественно в области частот 6-8 Гц. Оно было

основано на том, что, во-первых, поле таких частот проникает в проводящую морскую среду на сравнительно большие глубины (толщина скин-слоя составляет более 100 м), а, во-вторых, у многих исследованных гидробионтов наблюдается максимум электро- (либо магнито-) чувствительности преимущественно в этой частотной области (например [5]). Кроме того, ЭМ-поле резонатора Земли-ионосфера существовало с древнейших времен и настройка на это поле представляется как бы "вполне естественной".

Индукция магнитной составляющей поля резонатора в невозмущенном состоянии составляет не более 1-2 нТл, а при геофизически возмущенных условиях может превышать 10-15 нТл (например [6]). Чувствительность отдельных систем биообъектов в прямых экспериментах наблюдалась на уровне 0,2-0,4 нТл (например [1]).

Однако, все это не более чем косвенные данные, позволяющие говорить о разумности высказанного предположения. На наш взгляд, наиболее веским подтверждением является существование эквивалентных ЭМ-полю резонатора частотных максимумов в импульсной фоновой активности нервных волокон.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для экспериментального изучения частотного распределения импульсной фоновой активности использовались баренцевоморские скаты *Raja radiata*. Во время опытов животное жестко фиксировалось в экспериментальном аквариуме и через его жабры пропускалась проточная морская вода с температурой $2\pm 4^\circ\text{C}$. Регистрировалась импульсная активность одиночных нервных волокон, связанных с ампулами Лоренцини, и электрорецептивных нейронов продолговатого мозга. Биопотенциалы отводились с помощью стеклянных микроэлектродов, заполненных 3-х молярным раствором хлористого калия. Через повторитель с высокоомным входом потенциалы подавались на усилитель, контролировались на экране осциллографа и регистрировались при помощи скоростного самописца.

Избирательность настройки организма животных на частоты резонатора Земли-ионосфера выявлялась путем статистического анализа фоновой (в невозбужденном состоянии) электрической импульсной активности. Текущие (мгновенные) значения частот импульсной активности определялись как обратные величины промежуткам времени между соседними импульсами. Анализируемые ряды данных создавались объединением серий обработанных записей, полученных при подсоединении к различным нейронам и волокнам. Проверка однородности совокупных рядов с использованием ранговых критериев Уилкоксона и Сиджела-Тьюки и их обработка проводилась по стандартным методикам [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В обобщенных результатах (рис.1, а,б) выявляется, что распределение активности по частотам существенно отличается от нормального закона и, как для нервных волокон, связанных с ампулами Лоренцини, так и для электрорецептивных нейронов мозга, имеет полимодальный характер. При этом выявляются характерные максимумы на частотах 7-9 Гц и 11-13 Гц (рис.1, а) в данных по нервным волокнам, а в данных по нейронам – 3-4 Гц и 7-8 Гц (б).

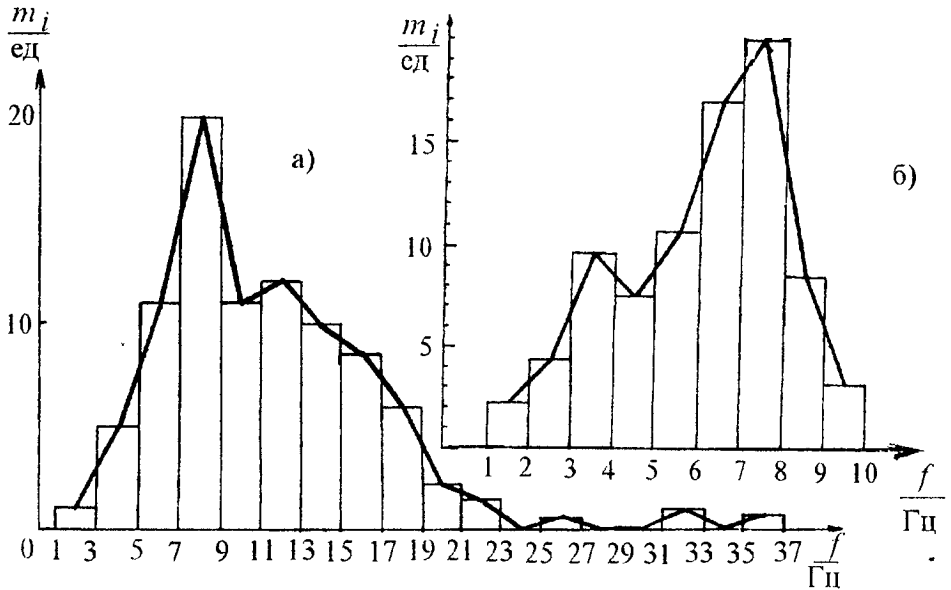


Рис. 1. Распределение по частотам фоновой активности нейронов и нервных волокон; а – активность нервных волокон, б – активность нейронов продолговатого мозга, связанных с электрорецепторами

На рис. 2 в качестве иллюстрации приведен широко известный энергетический спектр ЭМ-поля в резонаторе Земля-ионосфера. Сравнение с данными рис.1 показывает, что у исследованных животных наблюдаются моды, совпадающие преимущественно с первыми тремя модами резонатора.

Несомненно, что на фоновую импульсную активность влияет очень большое количество факторов. Отдельные записи обычно выглядят как весьма хаотические последовательности импульсов. Тем интереснее тот факт, что при предпринятом статистическом анализе выявляются указанные закономерности.

Это позволяет полагать, что определенная «настройка» исследованных животных действительно имеет место. Тем самым, глобальное электромагнитное поле резонатора, проникающее на достаточно большие глубины, может являться тем информационным полем, которое обеспечивает биоритмику животных и получение ими биологически важной геофизической информации путем непрерывного отслеживания характеристик этого поля.

Анализ любых других периодических факторов, как внутренних, так и внешних, показывает, что среди них нельзя выделить столь же стабильный по частоте фактор, как постоянно существующее поле на основной моде «шумановских резонансов». Тем

самым, высказанное нами ранее [4] предположение о том, что «настройка» животных на это поле является механизмом формирования внутренней биоритмики («биологических часов») представляется вполне обоснованным.

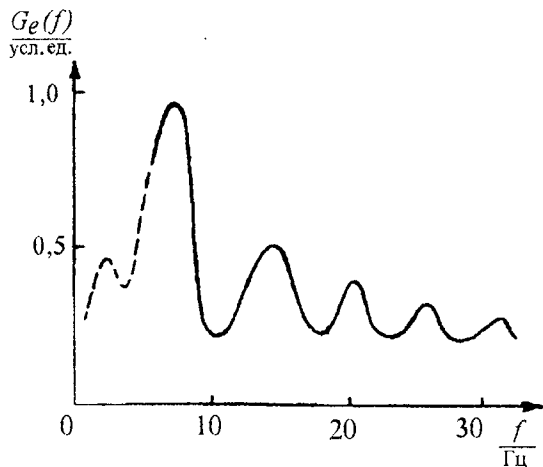


Рис.2. Спектр ЭМ-поля в резонаторе Земля

Это весьма нетривиальный результат, поскольку свидетельствует о том, что у рыб существует некоторая сигнальная основа, аналогичная системе ритмов у человека, выявляемых на электроэнцефалограммах. Было бы чрезвычайно интересно выполнить ее комплексное изучение и установить изменчивость этих «рыбьих ритмов» в зависимости от других геофизических факторов.

Список литературы

1. Темурьянц Н.А., Владимирский Б.М., Тишкин О.Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире.– Киев: Наукова думка, 1992.– 187 с.
2. Владимирский Б.М., Нарманский В.Я., Темурьянц Н.А. Космические ритмы.– Симферополь: Таврия, 1994.– 196 с.
3. Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М. Введение в электроэкологию.– М.: Наука, 1982.– 336 с.
4. Степанюк И.А., Муравейко В.М. Переменное естественное электромагнитное поле резонатора Земля-ионосфера как фактор биорегуляции морских животных // Физиология морских животных: Сборник научных работ.– Апатиты: Изд. Кольского филиала АН СССР, 1989. – С.89–90.
5. Зимин А.В. Электромагнитные поля при гидрометеорологических процессах и оценка их влияния на отдельные виды гидробионтов: Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. физ.-мат. наук.– СПб.: Изд. РГГМУ, 2000.– 19 с.
6. Псаломщиков В.Ф., Степанюк И.А. Электромагнитные КНЧ-вариации, наблюдаемые при прохождении циклонов над морем // Моделирование и наг. гидрол. иссл. морей. Сб. научн. трудов. – Вып.117. – СПб.: Изд. РГГМИ, 1994.– С. 75-80.
7. Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшова Ж.Ф. Качество измерений. Метрологическая справочная книга.– Л.: Лениздат, 1987.– 295 с.

Поступила в редакцию 15.06.2002 г.