

Астахов Д.А., Попонов С.Ю., Попонова В.Р. Некоторые аспекты длительного содержания морских рыб в искусственных условиях. Сообщение 25. Род *Chromis* (Actinopterygii, Perciformes, Pomacentridae, Chrominae) // Научные исследования в зоологических парках. Вып. 25. - М., Московский зоопарк, 2009 б, с. 12-17.

Астахов Д.А., Попонов С.Ю., Попонова В.Р. Некоторые аспекты длительного содержания морских рыб в искусственных условиях. Сообщение 26. Род *Chrysiptera* (Actinopterygii, Perciformes, Pomacentridae, Pomacentrinae) // Научные исследования в зоологических парках. Вып. 25. - М., Московский зоопарк, 2009 в, с. 18-22.

Астахов Д.А., Попонов С.Ю., Попонова В.Р. Некоторые аспекты длительного содержания морских рыб в искусственных условиях. Сообщение 27. Род *Pomacentrus* (Actinopterygii, Perciformes, Pomacentridae, Pomacentrinae) // Научные исследования в зоологических парках. Вып. 25. - М., Московский зоопарк, 2009 г, с. 23-27.

Информационный сборник Евроазиатской региональной ассоциации зоопарков и аквариумов. Вып. 28. Межвед. сбор. науч. и науч.-метод. тр./ - М.: Московский зоопарк, 2009, 490 с.

Сербинова И.А. Введение в коллекцию Московского зоопарка нового вида - красноглазой квакши *Agalychnis collidryas* // Научные исследования в зоологических парках. Вып. 16. - М., Московский зоопарк, 2003, с. 4-6.

<http://www.earaza.ru>

<http://www.moscowzoo.ru/get.asp?id=C47>

ГОЛОВОЛОМКА ДАРВИНА И АЗИАТСКИЙ СОМ (*Clarias macrocephalus*)

В.М. Ольшанский

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

VI конференция "Аквариум как средство познания мира" проходила в Дарвиновском музее за неделю до 200-летия со дня рождения Дарвина, в год когда исполнилось 150 лет со дня публикации его главного труда "Происхождение видов путём естественного отбора". Это был хороший повод вспомнить об одной из знаменитых загадок Дарвина и рассказать о попытках её решения, сопровождавшихся наблюдениями за рыбами в аквариумах.

Речь идёт об эволюционной истории, так называемых сильноэлектрических рыб - электрического сома, электрического угря, электрического ската. У этих рыб электрические органы служат целям нападения и защиты. Но, чтобы быть эффективным оружием - они должны быть очень большими (рис. 1).

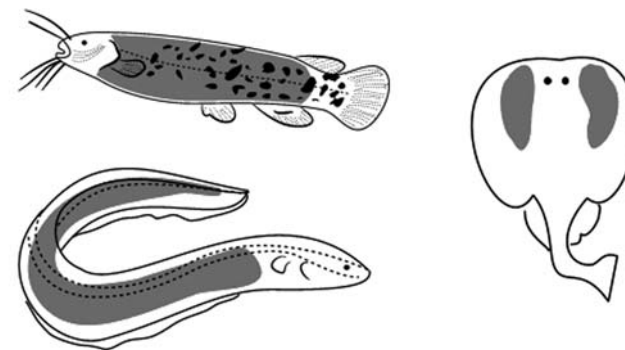


Рис. 1. Сильноэлектрические рыбы и их электрические органы

Электрические органы представляют собой батарею специальных клеток - электроцитов. Напряжение одной клетки около 0,15 Вольта. Чтобы набрать 600 Вольт, как у электрического угря, нужно последовательно расположить около 4000 клеток. Но этого мало - электрический орган должен иметь маленькое сопротивление и генерировать при разряде достаточный ток, чтобы основная часть энергии выделилась снаружи, а не внутри самого электрического органа. Для этого электроциты должны быть соединены не только последовательно, но еще и параллельно. Особенно важно параллельное соединение для морских электрических скатов, у которых напряжение разряда заметно меньше, чем у пресноводных угрей и сомов, но зато ток разряда может достигать 50 Ампер. В свете этого понятно, почему электри-

ческие органы должны быть очень большими и занимать большую часть тела. Очевидно также, что сильноэлектрические рыбы заплатили очень высокую цену за своё оружие - замена мышц на электрические батареи, не способствует быстрому плаванию, все жизненно важные органы пришлось сместить, вплотную, к голове и надежно защитить от своих же разрядов.

Загадка Дарвина состоит в том, могли ли электрические органы "образоваться путем последовательных малых переходных градаций"? Эта загадка выложена на самом видном месте книги "Происхождение видов путём естественного отбора" - в главе "Трудности теории" в ее разделе "Особые трудности теории естественного отбора".

Если эволюция электрических органов шла по Дарвину, то большим органам должны были бы предшествовать маленькие, т.е. помимо сильноэлектрических рыб должны были бы быть слабоэлектрические. Но маленькие электрические органы не позволяют эффективно нападать и защищаться. Зачем они тогда нужны?

Ненужные предкам органы не прошли бы естественного отбора. А если они были нужны, даже в слабоэлектрическом виде, то не сохранилась ли эта необходимость до наших дней, и нет ли в наше время у сильноэлектрических рыб слабоэлектрических родственников?

Поскольку сильноэлектрические рыбы не связаны близким родством или сходством экологических условий, то причина, побудившая к их возникновению, может быть очень древней и относящейся ко многим рыбам. Значит, следуя доводам Дарвина, могут быть слабоэлектрические рыбы, у которых нет сильноэлектрических родственников.

Можно также предположить, что чем больше орган, тем больше от него пользы, иначе не возникли бы сильноэлектрические рыбы с их огромными электрическими органами.

Весь этот взаимосвязанный набор проблем и вопросов называют головоломкой Дарвина (Darwin's puzzle). Puzzle - это много маленьких разрозненных кусочков, которые надо сложить в одну целую четкую картину (рис. 2).

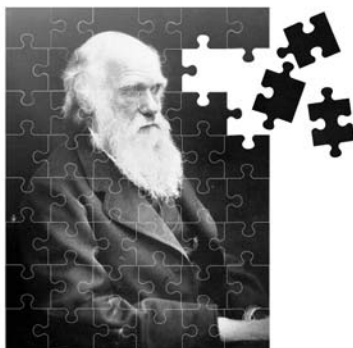


Рис. 2. Пример головоломки типа PUZZLE

Если удастся собрать головоломку Дарвина, то станет понятной не только история возникновения электрических рыб, но и получат объяснение многие частные детали, ранее казавшиеся просто причудливой игрой Природы. Более того, если удастся собрать головоломку Дарвина, то это будет кусочек, входящий в более общую головоломку - полную картину натуральной истории.

Одна группа слабоэлектрических рыб - ромботелые скаты (*Raja*) - была известна во времена Дарвина. Он упоминает этих рыб и подчёркивает, что их электрические органы производят слишком мало электричества для целей нападения и защиты и что мы "не знаем даже, для чего они служат".

Позже было открыто, что еще у двух групп рыб есть структуры из клеток, напоминающих электроциты. Это обитающие в Южной Америке близкие родственники электрического угря - гимнотиды (*Gymnotiformes*), известные аквариумистам, как ножи, а также обитающие в Африке мормириды (*Mormyriiformes*), называемые также клноворылами и не имеющие сильноэлектрических родственников. От этих рыб долго не могли зафиксировать электрические разряды, и высказывалось мнение, что они "псевдоэлектрические".

Почти сто лет не было предложено каких-либо убедительных подходов к головоломке Дарвина, пока в 1951 г. Ганс Лиссманн не зарегистрировал электрические разряды от гимнарха, а затем от нескольких видов мормирид и гимнотид. Все разряды оказались очень стабильной формы, разряды гимнарха и некоторых гимнотид напоминали синусоиду и Лиссманн высказал гипотезу, что они нужны для ориентации в пространстве и локации объектов.

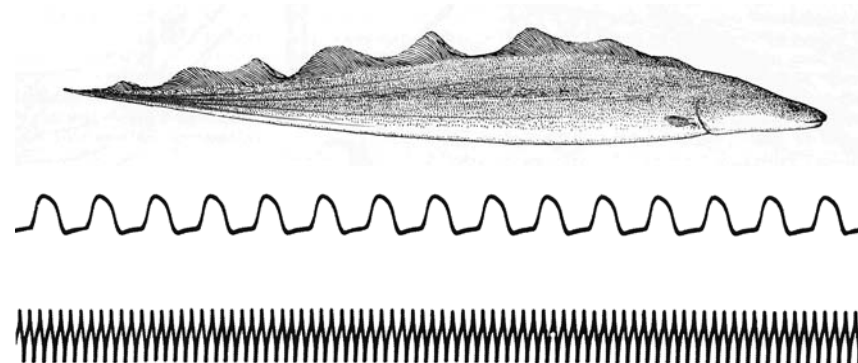


Рис. 3. Гимнарх (*Gymnarchus niloticus*) и его разряды (из статьи Г. Лиссманна)

В 1958 году выходит главная статья Ганса Вернера Лиссманна "О функции и эволюции электрических органов рыб". В этой статье Лиссманн предполагает и экспериментально доказывает, что электрические органы у мормирид и гимнотид являются частью общей системы локации, ориентации и коммуникации (рис. 4). Эта система включает также специальные электроцепторы, распределённые по всему телу и составляющие "электрический

глаз", позволяющий рассматривать чужие и собственные электрические поля и "видеть" с помощью электричества окружающий мир. Кожа слабоэлектрических рыб имеет специальное строение, обеспечивающее высокое электрическое сопротивление, так что токи протекают главным образом через поры электрорецепторов, имеющие низкое сопротивление. Чрезвычайно развитый мозг у клюворылов имеет особые отделы, куда по обширной сети быстрых нервных волокон поступает электросенсорная информация.

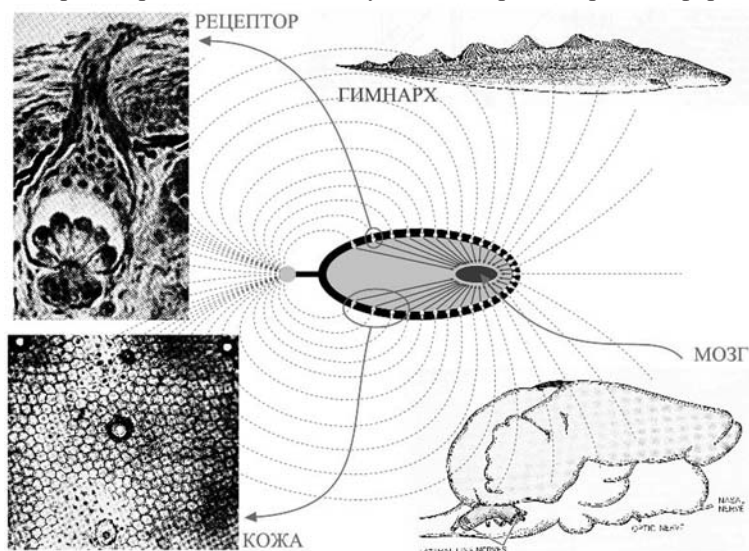


Рис. 4. Общая организация электрической рыбы по Г. Лиссману

Лиссманн предположил, что электрорецепция явилась предпосылкой возникновения электрогенерации и свойственна не только электрическим, но и неэлектрическим рыбам, в частности, сомам. Экспериментальные доказательства и рассуждения Лиссманна были настолько убедительны, что после его публикаций 1958 года (вторая публикация совместно с К. Мэйчиным "Механизм локации объектов гимнархом и подобными рыбами" содержала количественные оценки и физико-техническое обоснование электролокации у рыб) никто не сомневался, что локация, ориентация и коммуникация являются основными функциями электрических органов у современных мормирид и гимнотид.

Подтвердилось многое из высказанного Лиссманном в виде гипотез. Например, было экспериментально доказано, что электрорецепция свойственна различным водным позвоночным, в том числе всем древним рыбам.

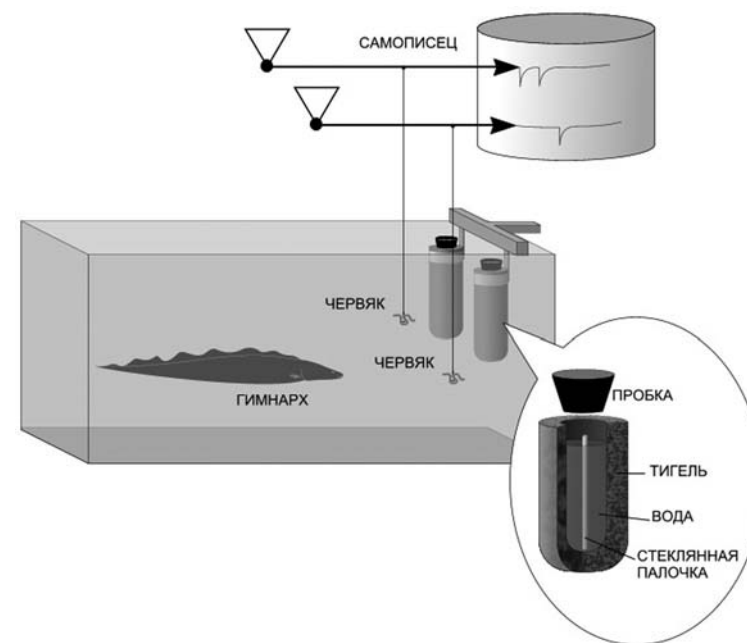


Рис. 5. Схема одного из экспериментов Г. Лиссманна по определению возможностей электролокации у слабоэлектрических рыб

Итак, пазл, собранный Лиссманном, объединял в цельную картину множество фрагментов, до этого казавшихся не связанными друг с другом - форму электрорецепторов, их распределение на теле рыбы, строение нервных путей, особое строение кожи мормирид и гимнотид, особую локомоцию, физические характеристики электрических разрядов и характеристики электрорецепторов. Более того, необычная форма рыла у клюворылов и других электрочувствительных животных во многом обусловлена необходимостью разместить на ней множество электрорецепторов.

Как это всегда бывает с пазлами, как только сложился один фрагмент, к нему уже легче добавлять новые. Так, Теодор Буллок, его коллеги и ученики внесли в 70-х в общую картину детальные представления о физиологии различных типов электрорецепторов, а Вальтер Хейлгенберг, Куртис Белл и другие в 80-х годах - про то, что делается в мозге у слабоэлектрических рыб - куда конкретно поступает электросенсорная информация, как обрабатывается, что и на каких нейронах с ней происходит на разных уровнях в разных зонах мозга, и как она замыкается на командный центр, управляющий ритмом разрядов электрического органа.

Но, признавая огромные научные заслуги Лиссманна, и всех ученых, занимавшихся и занимающихся мормиридами и гимнотидами, следует отметить, что при всей убедительности ответа о функциональном назначении электрических органов у современных мормирид и гимнотид, в целом головоломка Дарвина осталась не собранной. Мобильные телефоны и GPS сложней электростанций и странно было бы утверждать, что сначала возникли локаторы, требующие очень сложной обработки в мозге, а потом в процессе эволюции они трансформировались в мощные средства нападения и защиты со сравнительно простым управлением. То есть, эволюционная история электрических сомов или электрических скатов пока не получила убедительного объяснения.

Более того, электрорецепция, которую Лиссманн назвал предпосылкой возникновения электрогенерации, оказалось у мормирид и гимнотид вторично возникшей. Эти рыбы ушли слишком далеко в направлении локационной специализации, чтобы на основании их исследований судить о первоначальной функции электрических органов.

Для того чтобы сложить головоломку Дарвина надо исследовать рыб, гораздо более примитивных в плане электрогенерации и электрорецепции, чем мормириды и гимнотиды, а также искать промежуточные формы между неэлектрическими рыбами и электрическими - эту мысль отчетливо формулировал и всячески пропагандировал известный отечественный ихтиолог, специалист по зрению, акустике и ориентации рыб, инициатор исследования электрических рыб в России д.б.н. проф. Владимир Рустамович Протасов (рис. 6).



Рис. 6. Инициатор исследований электрических рыб в России, профессор Протасов Владимир Рустамович

Искать промежуточные формы предполагалось в первую очередь в ближайшем окружении сильноэлектрических рыб - скатов, сомов, звездочетов. В монографии "Введение в электроэкологию" Протасов писал: "Среди так называемых неэлектрических рыб оказались и такие, разряды которых близки к слабоэлектрическим, например, у черноморского звездочета. Таких рыб в эволюционном отношении пришлось отнести к промежуточным формам".

Из сотрудников Протасова наибольших успехов в исследовании этих промежуточных форм достиг д.б.н. В.Д. Барон, особенно в плане изучения механизмов электрогенерации у слабоэлектрических скатов и звездочетов. В начале 90-х годов он становится лидером по изучению слабоэлектрических сомов.

Способность сомов воспринимать слабые электрические поля была обнаружена очень давно, но без точных количественных оценок. Первые количественные оценки порогов электровосприятия на клариевых сомах опубликовал в 1963 году Г. Лиссманн, подчеркивая, что сами сомы являются неэлектрическими, т.е. не генерируют своих разрядов. Согласно Лиссманну клариевые сомы хорошо воспринимали электрические импульсы длительностью порядка 25 мс и больше.

Первые разряды от слабоэлектрических сомов были зарегистрированы группой американских учёных только в конце 80-х годов ушедшего века. Зарегистрированы они были от перистоусых сомов рода *Synodontis*, причем длительность их составляло 3-10 мс - гораздо короче тех стимулов, которые назвал Лиссманн как лучше всего воспринимаемые электрорецепторной системой сомов. Видимо, это несоответствие - генерируются разряды довольно короткой длительности, а воспринимаются разряды большой длительности - было причиной того, что американские авторы фактически не стали обсуждать возможное этологическое назначение зарегистрированных ими разрядов сомов и не продолжили эти исследования.

Все остальные результаты на слабоэлектрических сомах с начала 90-х годов по настоящее время получены российскими специалистами в ИПЭЭ РАН (В.Д. Барон, А.А. Орлов, А.С. Голубцов, В.М. Ольшанский, К.С. Моршнева, Д.Э. Эльяшев, О.А. Солдатова). Только эта группа исследователей в разных комбинациях соавторства уже открыла и открывает новые виды слабоэлектрических рыб за пределами двух хорошо известных отрядов клювообразных и гимнотобразных.

Важным событием в изучении слабоэлектрических сомов стала регистрация разрядов от обитающего в Африке клариевого сома *Clarias gariepinus* (рис. 7).

Во-первых, эти разряды имели монополярную форму и большую длительность (до 260 мс), в связи с чем авторы открытия В.Д. Барон, А.А. Орлов и А.С. Голубцов подчеркивали соответствие частотных спектров генерируемых сомами разрядов и воспринимаемых ими электрических сигналов.

Вторым существенным отличием электрических разрядов клариевых от разрядов мормирид, гимнотид и ранее зарегистрированных разрядов перистоусых сомов, было то, что они наблюдались только при активных агрессивно-оборонительных отношениях. От одиночно содержащихся или малоподвижных рыб разряды не наблюдались даже при механической стимуляции.

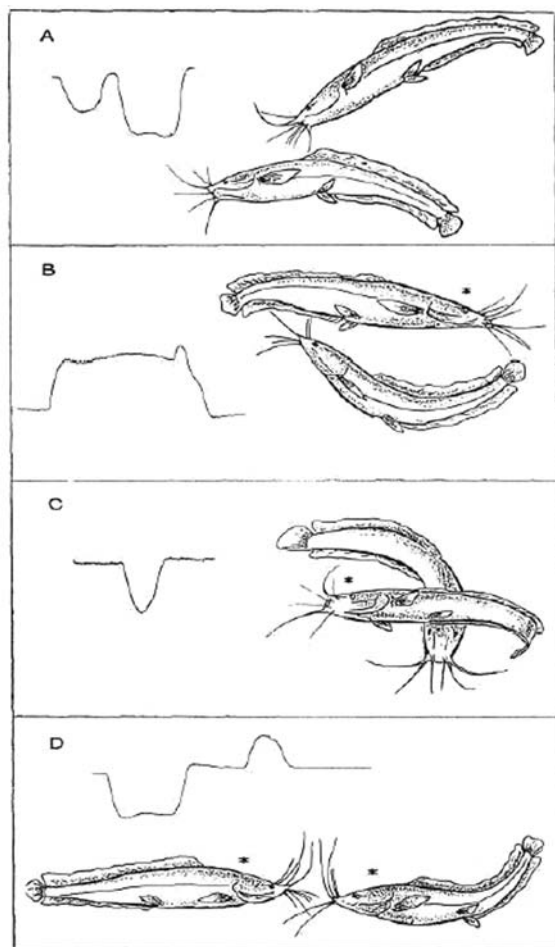


Figure 2. Drawing from videorecords containing in the same frame a view of experimental tank and a screen of oscilloscope displaying fish EODs. The individual marked with an asterisk is discharging.

Рис. 7. Рисунок из первой публикации о разрядах у клариевых сомов

Переход от тестирования отдельных особей к тестированию активно взаимодействующих пар позволил заметно расширить список и географию слабозлектрических рыб. Помимо обитающих в Африке сомов рода *Synodontis* и *Auchenoglanis*, а также представителей древнего отряда *Polypteriformes*, были зарегистрированы разряды от считавшихся до этого неэлектрическими обитающих в Азии силуриевых (*Ompok bimaculatus* и *Parasilurus asotus*) и клариевых (*Clarias macrocephalus*, *C. fuscus*, *C. batrachus*) сомов. Также как африканские *C. gariepinus* азиатские клариевые и силуриевые сомы проявляли электрогенераторную активность только при активных социальных взаимоотношениях.

Общепризнанный лидер в области электрорецепции и нейроэтологии Теодор Холмс Буллок в программной статье "Будущее исследований электрорецепции и электрокоммуникации", фактически представляющей собой научное завещание ученого, называет 6 наиболее перспективных с его точки зрения направлений исследований, 3 из которых имеют прямое отношение к загадке Дарвина:

- Электрические органы со слабыми эпизодическими электрическими разрядами будут обнаружены в новых таксонах, прежде всего среди сомообразных.

- Можно ожидать новых примеров, таких как минога, синхронной суммации мышечных потенциалов действия до напряжений в диапазоне слабозлектрических рыб. Такие случаи будут выглядеть как промежуточные в эволюции электрических органов.

- Будет найдено этологическое значение для разнообразных известных физиологических особенностей, например у ураноскопид, скатов и слабозлектрических сомов со слабыми эпизодическими разрядами.

Половина ссылок в списке литературы в этой статье Т. Буллока - на российские публикации.

Уместен вопрос: почему при столь подчеркиваемой перспективности работ на звездочетах и слабозлектрических сомах у нашей группы нет конкурентов? Наиболее вероятно, что это связано с большой сложностью регистрации слабых низкочастотных электрических разрядов, требующей применения (и создания!) профессиональной аппаратуры, специального программного обеспечения и хорошего физического образования. Для того чтобы регистрировать разряды мормирид и гимнотид достаточно бытовой аудиотехники и даже микрофонного входа ноутбука. Несоответствие применяемой аппаратуры для регистрации электрических сигналов длительности разрядов сомов, а также тестирование одиночных особей вместо пар взаимодействующих особей могло послужить причиной не позволившей Гансу Лиссманну зарегистрировать разряды при тестировании клариевых сомов, а Питеру Моллеру - известному исследователю сильноэлектрических сомов и

автору наиболее популярной книги, посвященной электрическим рыбам - при тестировании амуурского сома *Parasilurus asotus*.

Итак, проводимые исследования показали, что для всех 4-х групп сильноэлектрических рыб - электрических скатов, электрического угря, электрического звездочета и электрического сома - среди довольно близких родственников есть слабоэлектрические. Более того, известных на сегодня слабоэлектрических видов больше, чем сильноэлектрических. Это делает очень убедительным предположение Дарвина, что эволюционное развитие электрических органов шло путем последовательных малых переходных градаций.

Остается, однако, главный вопрос - какова функция слабых разрядов, и какой была эволюционная история сильноэлектрических рыб.

Сами по себе факты обнаружения электрических разрядов у новых видов рыб крайне интересны. Но поиск этологического назначения требует кропотливой работы по сопоставлению поведения и электрической активности на одном или нескольких видах рыб. Одним из наиболее удобных объектов исследований представляется азиатский сом - *Clarias macrocephalus*. По сравнению с гораздо более крупными африканскими *Clarias gariepinus*, азиатские сомы имеют заметно меньший размер, что облегчает их исследование в аквариуме и проведение видеосъемки.

Хотя к выбору сомов в качестве объекта исследования первоначальной функции электрических органов можно предъявить ту же претензию, что и к мормиридам или гимнотидам - электрорецепция у них возникла вторично - но, тем не менее, они представляются гораздо менее специализированными, чем мормириды и гимнотиды. И по форме и по длительности их разряды близки к разрядам слабоэлектрических скатов и звездочетов и хорошо соответствуют характеристикам ампулярных электрорецепторов, свойственных всем древним электрочувствительным животным, в том числе акулам и латимериям. По амплитуде они гораздо ниже, чем разряды мормирид и гимнотид, т.е. ближе к промежуточным формам между неэлектрическими рыбами и электрическими. Наконец, у клариевых сомов нет постоянной генерации электрических разрядов в целях локации, как у мормирид и гимнотид. Соответственно, корреляция между моментами генерации и поведенческими ситуациями проявляется гораздо четче.

Исследования этологического назначения разрядов требовали одновременной видеосъемки и детализации агрессивно оборонительных ситуаций - кто генерирует, когда точно генерирует, в каких позах и на каком расстоянии друг от друга находятся рыбы в момент генерации разрядов, есть ли зависимость формы разряда от пола, есть ли видоспецифичность разрядов и т.п. Интересны также другие ситуации, когда электрогенерация могла бы проявиться.

Были проведены эксперименты с закреплением непосредственно на теле одной из двух рыб пары электрических электродов (рис. 8). Эти эксперименты позволили измерить величину электрического поля вблизи рыбы в момент собственного и чужого разряда.

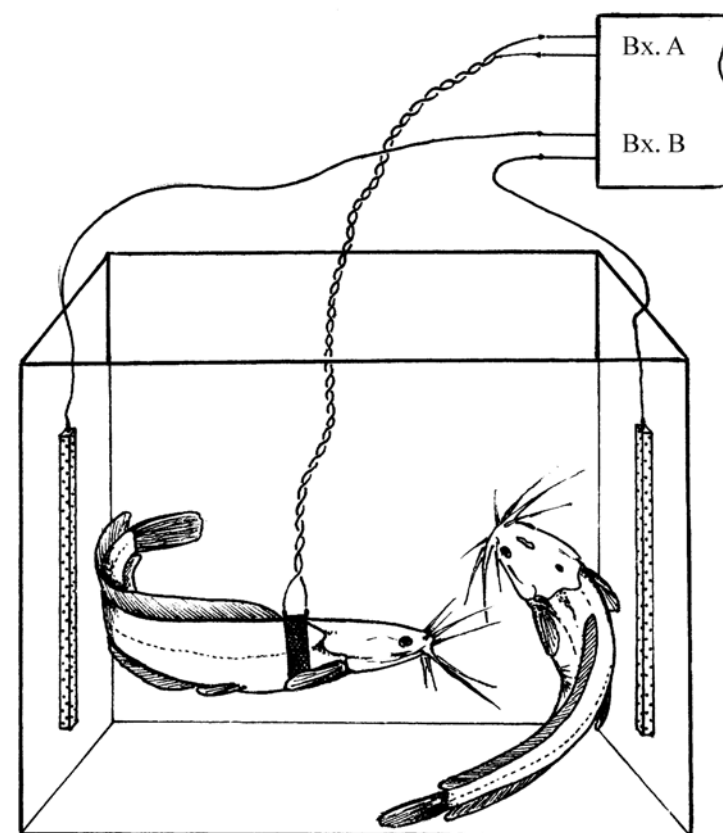


Рис. 8. Регистрация разрядов с закреплением электродов на теле одной из особей

Оказалось, что рыба генерирует разряд в момент атаки, находясь почти вплотную к атакуемой особи. При этом величина напряженности поля от этого разряда на теле атакуемой рыбы составляет порядка милливольт/см, тогда как чувствительность рыбы к электрическим полям составляет десятые доли микровольт/см, т.е. примерно в 10000 раз меньше. Это позволяет предположить, что электрический разряд, сопровождающий атаку, может выполнять функцию "удара по электрическому глазу", "ослепляющего" атакуемую рыбу и "подсвечивающую" её для электрического восприятия атакующей. Аналогично, если разряд генерирует атакуемая рыба, то он используется для обороны. В основном статистика соответствует одному разряду на одну атаку.

Агрессия играет большую роль во внутривидовом поведении клариевых сомов. Чем сильнее разряд, тем эффективнее защита и нападение. Соответственно, есть смысл в процессе эволюции увеличивать размеры электрического органа. Пока размеры электрических органов остаются небольшими, воздействие будет эффективным только по отношению к электрочувствительным рыбам. С ростом размера органа воздействие может оказываться и на обычных рыб, которые реагируют на внешние электрические поля, но пороги неспециализированного электрического восприятия гораздо выше. Можно предполагать, что гипертрофированное увеличение размеров электрического органа, первоначально обусловленное внутривидовой конкуренцией, привело к преодолению этих порогов неспециализированного восприятия и возникновению сильноэлектрических рыб.

Что касается поиска других поведенческих ситуаций, сопровождаемых электрическими разрядами, то нас, естественно, интересовал нерест. Нерест у клариевых сомов включает многократные спаривания, когда самец и самка вступают в плотный контакт (амплексус) и находятся в нём до вымета половых продуктов. Стереотип спаривания очень жесткий и включает ряд фаз - вхождение в амплексус, зависание на несколько секунд, резкий поворот передней части тела без нарушения амплексуса, вымет половых продуктов и выход из амплексуса. Нами (Ольшанский В.М., Солдатова О.А., Моршнева К.С. и Нгуен Тхи Нга) было обнаружено, что электрогенерация является частью этого стереотипа и что каждое спаривание у азиатских сомов *Clarias macrocephalus* сопровождается генерацией одной особой пачки из нескольких электрических разрядов (рис. 9). Эта пачка генерируется самкой, причем время между началом пачки и выметом икры не превышает десятых долей секунды. Какую роль играют эти пачки электрических разрядов, предстоит выяснить.

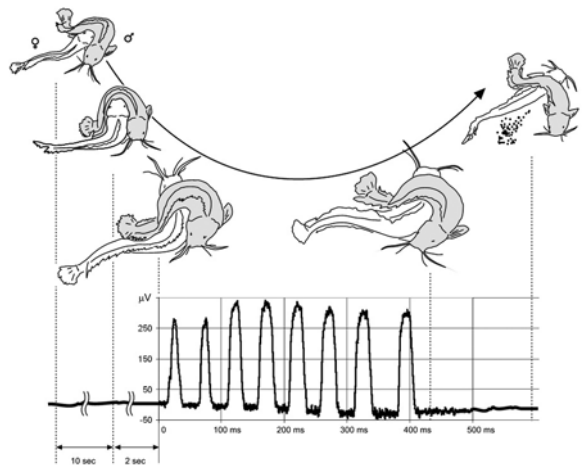


Рис. 9. Генерация пачки электрических разрядов самкой *Clarias macrocephalus* во время нереста

Завершая разговор о головоломке Дарвина можно сказать, что не зря Дарвин увидел в истории возникновения редких экзотических сильноэлектрических рыб общую эволюционную проблему. Сегодня известно, что способностью воспринимать слабые электрические поля обладают не только электрические, но и неэлектрические рыбы - осетровые, сомы, скаты, акулы, африканские нотоптериды. Список слабоэлектрических рыб с каждым годом расширяется, также как и представления об их географии. На примере клариевых или силуриевых сомов, совсем недавно считавшихся неэлектрическими, можно утверждать, что не только высокоспециализированные мормириды и гимнотиды, но и другие виды рыб активно используют электрические разряды во внутривидовых отношениях, включая нерест.

Результаты проводимых исследований представляют и научный и практический интерес. Возможно аквариумистам имеет смысл уделить больше внимания электрической обстановке в аквариуме. Для электрочувствительных рыб электрические поля, создаваемые аквариальным оборудованием, особенно помпами, могут быть постоянным источником "электрического грохота". И для любителей-аквариумистов и для профессиональных рыбодоводов может представлять интерес специальная аппаратура, позволяющая регистрировать электрические проявления рыб. Это, в первую очередь, относится к средствам регистрации и озвучивания разрядов клюворылов. Аппаратура для регистрации разрядов сомов гораздо сложнее, но и она может войти в арсенал средств аквариумистики. Предметом внимания, в том числе и в целях диагностики состояния рыб, могут быть неспецифические электрические поля, сопровождающие различные физиологические процессы. Согласно Гансу Лиссманну именно для обнаружения этих полей сопровождающих резкие движения (электромиограммы) различных водных животных или их дыхание (электропневмограммы) могла первоначально возникнуть электрорецепция. Тесное сотрудничество любителей и профессионалов будет полезным для расширения наших представлений о роли электрических полей в жизни рыб.

Литература

Барон В.Д. Электрогенераторные системы рыб: эволюция и механизмы адаптации. - М.: Наука, 1982. 112 с.

Барон В.Д. Возможная роль электрорецепции в поведении морских слабоэлектрических скатов *Raja clavata* (Rajidae) // Сенсорные системы, 1994, Т. 8, № 3-4, с. 147-161.

Барон В.Д., Ольшанский В.М. Монопольные электрические разряды сома *Parasilurus asotus* (Siluridae, Siluriformes) // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. № 3. С. 415-421.

Дарвин Ч. О происхождении видов путем естественного отбора или сохранении благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь // Ч. Дарвин. Сочинения, т. 3. - М.: Изд-во АН СССР, 1939.

Моршнев К.С., Ольшанский В.М. Электрические разряды азиатского сома *Ompok bimaculatus* (Siluridae). Докл. РАН, 1997, т. 354, N 3, 419-422.

Ольшанский В.М. Бионическое моделирование электросистем слабоэлектрических рыб. - М.: Наука, 1990, 208 с.

Ольшанский В.М. Электрический глаз величиной во всё тело // Наука и жизнь, 2005, № 11, С. 94-105.

Ольшанский В.М., Моршнев К.С., Насека А.М и Нгуен Тху Нга Электрические разряды клариевых сомов, культивируемых в Южном Вьетнаме Вопросы Ихтиологии, 2002, т. 42, № 4, 549-557.

Ольшанский В.М., Солдатова О.А., Моршнев К.С., Нгуен Тху Нга Электрогенераторная активность сомов *Clarias macrocephalus* (Claridae, Siluriformes) при нерестовом поведении // ДАН, 2009 Т. 429, N. 5, С. 705-709.

Baron V.D. Electric Discharges of Two Species of Stargazers from the South China Sea (Uranoscopidae, Perciformes) // Journal of Ichthyology, 2009, Vol. 49, No. 11, pp. 1065-1072.

Baron, V.D., Orlov, A.A., and Golubtsov, A.S., African Clarias Catfish Elicits Long-Lasting Weak Electric Pulses, *Experientia*, 1994, vol. 50, pp. 644-647.

Bullock, T.H. The future research on electroreception and electrocommunication. *J. Exp. Biol.* 202, 1455-1458 (1999).

Electroreception (Eds. Bullock, T.H., Neilgenberg, W.) N.Y.: Wiley, 1986.

Hagedorn M., Womble M., Finger T.E. Synodontid catfish: a new group of weakly electric fish // *Brain Behav. Evol.* 1990, V 35. P. 268-277.

Lissmann H.W. On the function and evolution of electric organs in fish// *J. Exp. Biol.* 1958. Vol. 35. P. 156-191.

Lissmann H.W., Machin K.E. Electric Receptors in a Non-electric Fish (*Clarias*) // *Nature*, 1963, Vol. 199. P. 88-89.

Moller, P. Electric Fishes History and Behavior. Chapman & Hall, London, 1995.

ОТЧЕТ О VII МЕЖДУНАРОДНОМ КОНГРЕССЕ АКВАРИУМОВ (IAC) И ИСТОРИЯ ЭТОГО КОНГРЕССА

А.В. Телегин

ООО "Марин Гарденс", Москва

Международный конгресс аквариумов (International Aquarium Congress - IAC) проводится в разных странах и на разных континентах раз в четыре года.

Здесь собираются руководители и ведущие сотрудники публичных аквариумов, проектных организаций, производителей оборудования, декораций, кормов, лекарственных и химических препаратов, иных специальных товаров, а также представители отраслевой науки со всей планеты.

Первый конгресс прошел в 1960-м году в Монако. Предыдущий (VI-й) - в 2004 году в Монтере (Калифорния, США).

Последний - VII Международный Аквариумный Конгресс прошел в Шанхае 19-24 октября 2008 г.

Что такое Международный конгресс аквариумов

На русский язык современное наименование - International Aquarium Congress (IAC) переводится довольно "криво": Международный конгресс аквариумов. Однако оно достаточно четко передает его суть. Согласно толковым словарям, аквариум - не только "сосуд для содержания водных животных и растений", но и учреждение, где содержатся представители водной фауны с целью их изучения и демонстрации.

С самого начала этот конгресс позиционировался как место сбора кураторов (заведующих живыми экспозициями) и специалистов публичных аквариумов. То есть он предназначен, прежде всего, для людей, профессионально работающих в области экспозиционной аквариумистики.

Первые два конгресса, впрочем, носили название "аквариологических" *Congres international d'aquariologie* (франц.) или *International Congress of Aquariology* (англ.).

Так что, придется определиться и со значением термина "аквариология". У автора нет данных о том, что он применялся до первого аквариологического конгресса. В настоящее время его используют нечасто, но вполне устойчиво. Причем за рубежом он имеет хождение, прежде всего, в сфере экспозиционной аквариумистики.

К сожалению, не приходилось встречать четкого определения этого термина. Иногда его переводят на русский, как "аквариумистика", что, конечно неверно.

Аквариологию я бы определил, как науку о содержании гидробионтов (прежде всего рыб и беспозвоночных, использующих водную среду для дыхания) в неволе с целью обеспечения визуального наблюдения за ними. Она представляет собой комплекс разнообразных наук и занимается исследованием всех явлений, имеющих значение для демонстрации гидробионтов и