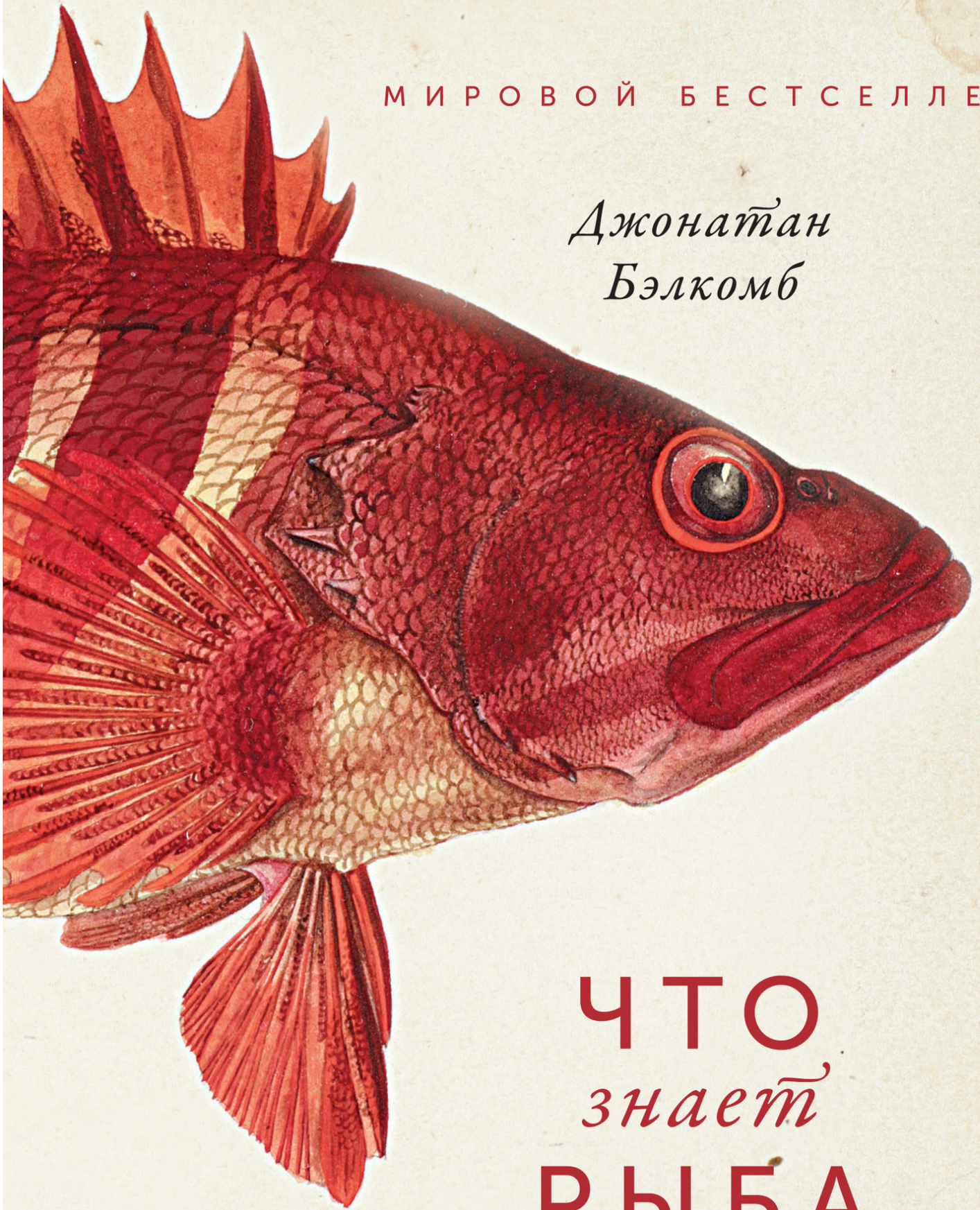


МИРОВОЙ БЕСТСЕЛЛЕР

Джонатан
Бэлкомб



ЧТО знает РЫБА

18+

Книга года по версии **Observer**

Одна из лучших научно-популярных книг по версии
Sunday Times, Forbes, Nature и National Post

Джонатан Бэлкомб

Что знает рыба

«Азбука-Аттикус»

2016

УДК 591.5+597
ББК 28.693.32+28.688

Бэлкомб Д.

Что знает рыба / Д. Бэлкомб — «Азбука-Аттикус», 2016

ISBN 978-5-389-16854-1

«Рыбы – не просто живые существа: это индивидуумы, обладающие личностью и строящие отношения с другими. Они могут учиться, воспринимать информацию и изобретать новое, успокаивать друг друга и строить планы на будущее. Они способны получать удовольствие, находиться в игривом настроении, ощущать страх, боль и радость. Это не просто умные, но и сознающие, общительные, социальные, способные использовать инструменты коммуникации, добродетельные и даже беспринципные существа. Цель моей книги – позволить им высказаться так, как было невозможно в прошлом. Благодаря значительным достижениям в области этологии, социобиологии, нейробиологии и экологии мы можем лучше понять, на что похож мир для самих рыб, как они воспринимают его, чувствуют и познают на собственном опыте». (Джонатан Бэлкомб)

УДК 591.5+597
ББК 28.693.32+28.688

ISBN 978-5-389-16854-1

© Бэлкомб Д., 2016
© Азбука-Аттикус, 2016

Содержание

Пролог	7
Часть I	11
Часть II	20
Что видит рыба	20
Как рыба слушает, нюхает и ощущает вкус	32
Навигация и осязание	43
Часть III	52
Боль, осознание и понимание	52
Конец ознакомительного фрагмента.	57

Джонатан Бэлкомб

Что знает рыба. Внутренний мир наших подводных собратьев

© Jonathan Balcombe, 2016

© Волков П. И., перевод на русский язык, 2018

© Издание на русском языке, оформление. ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус», 2019 КоЛибри®

* * *

Один из лучших образцов просветительских книг, уникальный взгляд на рыб.

Huffington Post

Проникновенный рассказ о жизни рыб от увлеченного рассказчика, наделенного широтой и глубиной знаний, чувством юмора и писательским талантом.

Shelf Awareness

Наглядная демонстрация того, как много существует способов взаимодействия с рыбами помимо их негуманной ловли. Мы должны относиться к этим удивительным созданиям с большим уважением.

Hakai Magazine

Всеобъемлющее этологическое исследование сложных форм поведения рыб, в том числе манипуляции предметами, грамотного использования особенностей зрения и навыка запоминания топографии...

Nature

Потрясающая коллекция невероятных фактов о рыбах.

Mental Floss

Почувствительный рассказ о жизни рыб.

Times

На каждой странице читателя ждут изумительные открытия, впечатляющие данные исследований и истории, которые изменяют наше восприятие рыб и вызывают сострадание к одним из самых разнообразных животных, которые когда-либо жили на Земле. После прочтения вы уже не сможете отрицать, что рыбы наравне с нами обладают выраженными эмоциями, интеллектом и сознанием. Браво!

Сай Монтгомери, автор книги «Душа осьминога»

Весомый довод в пользу необходимости охраны рыб.

Booklist

Всесторонний анализ того, кем на самом деле являются рыбы – создания, обладающие выраженной индивидуальностью, испытывающие

широкий диапазон эмоций, вступающие в паутину социальных отношений и становящиеся замечательными родителями. Несомненно, эта своевременно написанная книга – неотъемлемая часть процесса восстановления связи человечества с потрясающими животными, с которыми мы делим нашу великолепную планету.

Марк Бекофф, автор книги «Эмоциональная жизнь животных»

Вооружившись данными новейших научных исследований, автор предлагает отправиться в захватывающее путешествие с целью познакомиться с социальной, интеллектуальной и эмоциональной жизнью рыб.

Хел Херцог, автор книги «Радость, гадость и обед»

Удивительно, насколько слабо я раньше была осведомлена об одних из самых многочисленных живых существ на планете!

Корнелия Функе, автор бестселлера «Чернильное сердце»

Поражает разнообразие тем, получивших освещение на основе головокружительного множества экспериментов и исследований – от познания и восприятия у рыб до социальной структуры их сообществ и практикуемых способов размножения.

Юджин Линден, автор книги «Обезьяны, человек и язык»

Лучшая книга о рыбах. Красноречивое и вдохновляющее послание.

Крис Палмер, продюсер фильмов об окружающей среде и дикой природе

Безымянным миллиардам

Пролог

Мне было восемь лет. Я сел в алюминиевую весельную лодку вместе с пожилым директором летнего лагеря к северу от Торонто. Он выгреб на полкилометра в мелкий залив, и мы провели следующие два часа за ловлей рыбы. Был спокойный летний вечер, и вода была похожа на стекло. Это было мое первое путешествие в маленькой лодке, и плавание по слегка волнующемуся простору темной воды воспринималось как захватывающее событие. Меня интересовало, какие существа скрывались под нами, и я испытывал волнение всякий раз, когда внезапное подергивание моей примитивной удочки – очищенной от коры ветки с леской и крючком – сообщало о том, что рыба схватила наживку.

В тот день я поймал шестнадцать рыб. Несколько окуней покрупнее приберегли на следующий завтрак, остальных выпустили. Мистер Нельсон делал всю грязную работу, нанизывая на острые крючки корчащихся дождевых червей, извлекая снасть из рыбьих челюстей и втыкая нож рыбам в череп, чтобы убить. Его лицо при этом странно кривилось, и я гадал, чувствовал ли он отвращение.

Воспоминания о том дне дороги мне, но, поскольку я рос чувствительным мальчиком, неравнодушным к животным, мне тогда не давало покоя многое из того, что происходило в лодке. В глубине души я переживал за червей. Меня мучила мысль о том, что рыбы ощущали боль, когда крючок извлекался из их костлявых морд с таращившимися на нас глазами. Возможно, кто-то из самых живучих выжил после удара ножом и теперь медленно умирал в плетеной корзинке, висящей у борта. Но добрый человек, сидящий согнувшись, похоже, не думал, что что-то не так, поэтому и я рассудил, что все в порядке. К тому же вкус свежей рыбы на завтрак оставил лишь неясные следы от опасений прошлого вечера.

Это была не единственная встреча с рыбами из времен моего детства, которая вызвала противоречивые эмоции, связанные с местом наших дальних холонокровных родственников на шкале моральных ценностей человека. Будучи учеником четвертого класса начальной школы в Торонто, я стал одним из детей, которым поручили перенести кое-какие вещи из нашей классной комнаты в соседнее помещение. Среди предметов был круглый стеклянный аквариум с одинокой золотой рыбкой. Сосуд был наполнен водой на три четверти и оказался весьма тяжелым. Беспокоясь, что рыба может попасть в руки к тому, кто позаботился бы о ней хуже меня, я вызвался перенести емкость на назначенное для нее место – стойку рядом с умывальником в соседней комнате.

Какая ирония.

Я крепко сжал аквариум руками, аккуратно пронес в холл, а затем в другую комнату. Когда я осторожно приблизился к стойке, рыбий домик выскользнул и разбился, упав на твердый пол. Это был ужасный момент, который словно проигрывался в замедленном темпе. Осколки стекла разлетелись в стороны, а вода разлилась по всему полу. Я стоял столбом, ошеломленный. Кто-то более сообразительный, чем я, схватил швабру и убрал стекло и воду в сторону, а затем мы вчетвером начали обыскивать пол в надежде найти рыбу. Прошла минута, но ни следа этого существа не нашлось. Все было похоже на дурной сон. Казалось, будто рыба впала в свой рыбий экстаз и вознеслась на рыбы небеса. Наконец кто-то нашел ее. Она попала за радиатор отопления и оказалась на внутреннем выступе, в шести сантиметрах над полом, полностью пропав из вида. Рыба была еще жива и кротко таращила глаза. Мы быстро плюхнули ее в мерный стакан с водой из-под крана. Думаю, она выжила.

Хотя инцидент с золотой рыбкой произвел на меня глубокое впечатление, что доказывают мои яркие воспоминания об этом эпизоде четыре десятка лет спустя, он не вызвал тогда новых переживаний в отношении рыб.

Ни для кого не секрет, что я никогда не увлекался рыбалкой; тот небольшой энтузиазм, сохранявшийся после загородной прогулки с мистером Нельсоном, быстро пропал, когда настала необходимость самому наживлять и извлекать крючки. Но я не искал никаких связей между окунями, которых бесцеремонно выудил в Стерджен-Бей, или несчастной маленькой золотой рыбкой, которую я уронил в Эдитвейльской начальной школе, и теми безымянными рыбами, чей жизненный путь закончился в сэндвичах Филе-о-фиш, которыми я наслаждался во время семейных поездок в местный McDonald's.

Был конец шестидесятых, и McDonald's уже похвалялся: «подано более миллиарда заказов». Эти слова могли в равной степени обозначать как число довольных клиентов, так и количество рыб или цыплят, мясо которых было использовано для приготовления сэндвичей. Но, как и другие представители моей культуры, я был блаженно далек от тех существ, что когда-то жили и дышали, но закончили жизнь в моем завтраке.

И лишь двенадцать лет спустя, прослушав курс ихтиологии на последнем году бакалавриата по специальности «биология», я подверг серьезным сомнениям свое отношение к животным, в том числе к рыбам. Я был одновременно очарован разнообразием анатомии и адаптации рыб – и выведен из душевного равновесия бесконечной чередой безжизненных тел когда-то живых существ, которые нам выдавали для определения с помощью препаровальных луп и определительных таблиц. В середине семестра наша группа посетила Королевский музей Онтарио и встретила с одним из передовых ихтиологов Канады, который специально для нас провел экскурсию по коллекции рыб музея. В один из моментов он отпер и поднял крышку большого деревянного ящика, чтобы показать огромного озерного гольца, плававшего в маслянистом консерванте. Рыба, весившая рекордные 46,7 килограмма, была поймана на озере Атабаска в 1962 году. Ее размер и упитанность считались следствием гормонального дисбаланса, который сделал ее бесплодной; вся энергия, которая в типичном случае была бы израсходована на затратную задачу по производству икры, вместо этого ушла в массу тела.

Я посочувствовал этой рыбе. Подобно многим рыбам, с которыми мы сталкиваемся в жизни, у нее не было имени, а вся ее жизнь была тайной. Я чувствовал, что она заслужила более достойного существования, чем погребение в деревянном ящике. По мне, так было бы лучше, если бы она была съедена, а ее ткани преобразовались бы в новые клетки другого организма¹, чем плавала бы десятилетиями в темноте, пропитанная химикатами.

О рыбах – об их многообразии, экологии, плодовитости, стратегиях выживания – написаны мириады книг. Можно уставить множество полок пособиями о том, как ловить рыбу. До настоящего времени, однако, не было написано ни одной книги *в защиту* рыб. Я не имею в виду слова защитников природных ресурсов, осуждающие тяжелое положение находящихся под угрозой исчезновения видов или переэксплуатацию рыбных запасов (вы когда-нибудь замечали, что слово «переэксплуатация» узаконивает эксплуатацию, а слово «запасы» низводит животное до товара вроде пшеницы, который нужен исключительно для потребления людьми?). Цель моей книги – позволить рыбе «высказаться» так, как было невозможно в прошлом. В настоящее время благодаря значительным достижениям в области этологии, социобиологии, нейробиологии и экологии мы можем лучше понять, на что похож мир для самих рыб, как они воспринимают его, чувствуют и познают на собственном опыте.

В процессе сбора материала для этой книги я стремился разбавлять науку историями о взаимодействии людей с рыбами. По мере повествования я поделюсь с вами некоторыми из них. Эти байки заслуживают очень малого доверия у ученых, но позволяют нам догадываться о том, на что могут быть способны животные и что науке еще только предстоит изучить; а еще они могут настроить на более глубокие размышления об отношениях человека и животных.

¹ Речь идет о трансформации вещества и энергии в пищевых цепях. – Здесь и далее, если не указано иное, прим. науч. ред.

Предмет исследования этой книги – вероятность признания рыб² индивидуумами, личностями, а их жизней – ценными (я говорю сейчас не об утилитарной ценности, которую рыбы могут представлять для нас – например, как источник прибыли или развлечение), что определило бы их включение в наш круг нравственных отношений³.

Почему об этом стоит беспокоиться? Основных причин две. Во-первых, рыбы в целом представляют собой наиболее интенсивно эксплуатируемую (и переэксплуатируемую) категорию позвоночных животных на Земле. Во-вторых, научные исследования способностей рыб к ощущению и познанию дошли до того, что, вполне возможно, настало время для изменения парадигмы нашего восприятия рыб и обращения с ними.

Насколько же интенсивно их эксплуатируют? По оценке одного из авторов, Элисон Муд, сделанной на основании анализа статистики по уловам рыбы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО)⁴ за период с 1999 по 2007 год, количество рыб, убиваемых людьми ежегодно, составляет 1–2,7 триллиона⁵. Чтобы вы могли получить представление о том, насколько это много – триллион рыб, возьмем среднюю длину каждой пойманной рыбы, равную длине долларовой банкноты (чуть больше 15 сантиметров). Если выложить рыб в ряд друг за другом, они протянулись бы на 299 миллионов километров. Это расстояние до Солнца и обратно, причем пара сотен миллиардов рыб осталась бы в запасе.

Оценка Э. Муд необычна тем, что урон, наносимый людьми рыбам, редко представляется в виде количества особей⁶. К слову, сама ФАО оценила общий улов предприятий промышленного рыболовства в 2011 году в 100 миллионов тонн. Специалисты по биологии рыб Стивен Кук и Иэн Коукс, одни из немногих, кто считает смерти отдельных особей, в 2004 году установили⁷, что ежегодно во всем мире около 47 миллиардов рыб вылавливали⁸ ради развлечения, и из них около 36 % (примерно 17 миллиардов) было убито, а остальные возвращены в воду. Если мы применим оцениваемый ими средний вес одной рыбы (около 640 граммов) к коммерческому вылову объемом 100 миллионов тонн, мы получим 157 миллиардов отдельных рыб.

В одном исследовании сообщается⁹, что официальные (ФАО) данные по общемировому вылову рыбы за последние шестьдесят лет занижены более чем наполовину¹⁰ из-за зачастую неучитываемого мелкомасштабного рыболовства, нелегального и иного сомнительного лова, а также выброшенного прилова¹¹. Все это – неучтенное множество рыб, и они умирают ужасной смертью. Основные причины гибели рыб¹² при промышленном лове – удушье при вытас-

² Традиционно в английском языке мы применяем слово «рыба» в единственном числе к количеству рыб от двух особей до миллиарда, что сваливает их в единое целое, словно кукурузу на поле. Я предпочитаю использовать множественное число, «рыбы», в знак признания того факта, что эти животные способны выстраивать межличностные взаимоотношения друг с другом. – Прим. автора.

³ Уже предпринимаются шаги в этом направлении. В частности, существуют комиссии по биоэтике, правила использования животных, включая рыб, в научных экспериментах и т. д.

⁴ От *англ.* Food and Agriculture Organization, FAO. – Прим. ред.

⁵ Э. Муд не учитывает любительское рыболовство, браконьерство, выброшенный прилов, гибель рыб, высвободившихся из сети, но получивших повреждения, так называемый призрачный лов потерянными или выброшенными орудиями, рыб, добытых для использования в качестве наживки, а также рыб, пойманных (но неучтенных) для использования в качестве корма на рыбных и креветочных фермах. – Прим. автора.

⁶ FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). The State of World Fisheries and Aquaculture 2012. Rome, Italy: Fisheries and Aquaculture Department, FAO, 2012.

⁷ Stephen J. Cooke and Ian G. Cowx. The Role of Recreational Fisheries in Global Fish Crises // *BioScience* 54 (2004). P. 857–859.

⁸ Ibid. Это, разумеется, очень приблизительная оценка, основанная на переносе объемов спортивного рыболовства в Канаде на численность населения всей Земли.

⁹ Daniel Pauly and Dirk Zeller. Catch Reconstructions Reveal That Global Marine Fisheries Catches Are Higher than Reported and Declining // *Nature Communications* 7 (2016). P. 10244 doi: 10.1038/ncomms10244.

¹⁰ В статье говорится о том, что рост вылова шел с 1950 по 2010 г., а после 2010 г. уловы несколько снизились.

¹¹ Прилов – неумышленная добыча, попадающая в сети при промышленном рыболовстве.

¹² D. H. F. Robb and S. C. Kestin. Methods Used to Kill Fish: Field Observations and Literature Reviewed // *Animal Welfare* 11, no. 3 (2002). P. 269–282.

кивании из воды, декомпрессия из-за изменения давления при подъеме на поверхность, раздавливание весом тысяч других особей, поднятых на борт огромными сетями, и выпадение внутренностей, когда рыбы оказываются на суше.

Независимо от того, какую оценку вы возьмете, головокружительные цифры вроде этих стремятся скрыть то, что каждая рыба является уникальным индивидуумом, не только со своей биологией, но и со своей биографией. Каждая особь луны-рыбы¹³, китовой акулы, ската манти и групера не только имеет отличительный внешний вид, по которому можно распознавать отдельных особей, но и обладает собственной неповторимой внутренней сущностью. И именно в ней находится точка отсчета для изменений в отношениях между человеком и рыбой. То, что каждая рыба, словно снежинка, единственна в своем роде, – биологический факт. Но, в отличие от снежинок, рыбы – живые существа. И это вовсе не пустяковое различие. Когда мы начнем воспринимать рыб как обладающих сознанием индивидуумов, мы сможем выработать новое отношение к ним. Как говорится в бессмертных строках поэта: «Не изменилось ничего, лишь отношение мое – но это изменило все»¹⁴.

¹³ В английском языке под названием *sunfish* фигурирует около десятка совершенно разных рыб. В Канаде, откуда родом автор, так чаще всего называют солнечного окуня *Lepomis gibbosus*.

¹⁴ Эти слова приписываются Энтони де Мелло (1931–1987), иезуитскому священнику, вдохновенному оратору и писателю. – Прим. автора.

Часть I

Неверно понятая рыба

*Мы не оставим исканий,
И поиски кончатся там,
Где начали их; оглянемся,
Как будто здесь мы впервые¹.*

Т. С. Элиот¹⁵

То, что мы небрежно именуем «рыбами», фактически представляет собой целое множество невероятно разнообразных животных. По данным FishBase – крупнейшей¹⁶ и чаще всего используемой для справок компьютерной базы данных по рыбам, – по состоянию на январь 2016 года было описано 33 249 видов из 564 семейств и 64 отрядов¹⁷. Это больше, чем число всех видов млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и земноводных, вместе взятых. Когда мы говорим о «рыбе»¹⁸, речь идет примерно о 60 % всех известных позвоночных животных Земли.

Почти все современные рыбы – представители одной из двух основных групп: костных и хрящевых рыб. Костистые¹⁹ рыбы, носящие научное название Teleostei (от греческого *teleios* – полный и *osteon* – кость), в наше время составляют подавляющее большинство рыб и насчитывают примерно 26 000–32 000 видов, среди которых такие знакомые нам, как лососи, сельди, окуни, тунцы, угри, камбалы, золотые рыбки, карпы, шуки и гольяны. Хрящевые рыбы, или Chondrichthyes (*chondr* – хрящ и *ichthys* – рыба), насчитывают примерно 1300 видов, включая акул, скатов и химер²⁰. Представители обеих групп имеют все десять систем органов, характерных для наземных позвоночных²¹: скелетную, мышечную, нервную, сердечно-сосудистую, дыхательную, сенсорную, пищеварительную, репродуктивную, эндокринную и выделительную²². Третья четко отличимая группа рыб²³ – бесчелюстные рыбы, или Agnatha (*a* – без и *gnatha* – челюсти), – маленькая группа, объединяющая около 120 видов и включающая миног и миксин²⁴.

Мы условно разделяем обладающих позвоночником животных на пять групп: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие. Это может запутать, потому что не отражаются глубокие различия между рыбами. Костистые рыбы отличаются от хрящевых примерно в той же степени, в какой млекопитающие – от птиц. Возможно, тунец приходится более близким родственником человеку, чем акуле²⁵, а латимерия – «живое ископаемое», впервые обнаруженное в 1937 году, – находится на древе жизни ближе к нам, чем к тунцу. Так что

¹⁵ T. S. Eliot. *Little Gidding* // *Four Quartets*. N. Y.: Harcourt Brace, 1943.

¹⁶ Rainer Froese and Alexander Proelss. *Rebuilding Fish Stocks No Later Than 2015: Will Europe Meet the Deadline?* // *Fish and Fisheries* 11, no. 2 (2010). P. 194–202.

¹⁷ На январь 2019 г. в базу включено более 34 000 видов, но валидность далеко не всех из них подтверждена.

¹⁸ Colin Allen. *Fish Cognition and Consciousness* // *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 26, no. 1 (2013). P. 25–39.

¹⁹ Костистые рыбы (Teleostei) – это большая часть костных рыб (Osteichthyes).

²⁰ Некоторые ученые выделяют химер, также известных как «призрачные акулы», в отдельную группу. – *Прим. автора.*

²¹ Существуют разные классификации систем органов. К авторскому списку можно добавить также важные покровную и иммунную системы.

²² Gene Helfman, Bruce B. Collette, and Douglas E. Facey. *The Diversity of Fishes*. Oxford, UK: Blackwell, 1997.

²³ Gene Helfman and Bruce B. Collette. *Fishes: The Animal Answer Guide*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2011.

²⁴ На самом деле бесчелюстные – не рыбы, а низшие позвоночные.

²⁵ Allen. *Fish Cognition and Consciousness*.

существует как минимум *шесть* основных групп позвоночных, если принимать во внимание хрящевых рыб.

Иллюзия родства всех рыб отчасти объясняется ограничениями эволюции в плане эффективного движения в воде²⁶. Плотность воды примерно в 800 раз больше, чем плотность воздуха, поэтому водный образ жизни у позвоночных животных имеет тенденцию благоприятствовать появлению обтекаемых форм, мускулистых тел и уплощенных конечностей (плавников), которые производят толчок вперед. Все это минимизирует сопротивление воды.

Жизнь в более плотной среде также существенно снижает действие силы тяжести. Выталкивающая сила воды освобождает водные организмы от неблагоприятного действия веса на наземных существ. Поэтому самые крупные животные – киты – живут в воде, а не на суше. Эти факторы также помогают объяснить небольшой относительный размер мозга (отношение веса мозга к весу тела) у большинства рыб, который говорит не в их пользу при нашем цереброцентрическом²⁷ взгляде на другие формы жизни. Рыбы получают пользу от наличия крупных и сильных мускулов, которые двигают их в воде, более плотной, чем воздух, и от жизни в фактически невесомом окружении, означая, что ограничение размера тела относительно размера мозга не приносит никакой выгоды.

В любом случае размер мозга не всегда имеет существенное значение для когнитивных способностей. Как заметила Сай Монтгомери²⁸ в работе об уме осьминога²⁹, всем сведущим в электронике известно: миниатюризировать можно все, что угодно. Маленький кальмар может научиться прохождению лабиринта быстрее, чем собака, а маленькая рыбка бычок сможет с одной попытки запомнить топографию приливной заводи, плавая по ней во время прилива. Если на подобное способны люди, то очень немногие. Первые рыбообразные существа возникли в кембрийский период, около 530 миллионов лет назад³⁰, и были совсем не большого размера. Значительным прорывом в эволюции рыб (и всех их потомков) было появление челюстей – примерно через 90 миллионов лет, в силурийский период. Челюсти позволили этим первым позвоночным схватывать и размельчать пищевые объекты и увеличить размеры головы, чтобы с силой засасывать добычу; это очень сильно расширило доступное им обеденное меню. Мы можем также считать челюсти первым «швейцарским армейским ножом» природы, потому что они способны выполнять и другие функции, включая манипуляцию предметами, рытье нор, переноску материала для постройки гнезд, транспортировку и защиту молодняка, передачу звуков и общение (как, например, «не приближайтесь ко мне, или я вас укушу»)³¹. Обладание челюстями подготовило сцену для расцвета многообразия рыб, в том числе для первых суперхищников, в течение девонского периода, известного также как «век рыб». Большинство девонских рыб были *плакодермами* (пластинокожими)³²; у них была очень твердая, отчасти окостеневшая кожа на головном конце тела и преимущественно хрящевый скелет. Самые крупные плакодермы были огромны: длина тела некоторых представителей родов *Dunkleosteus*

²⁶ Фактически имеется в виду так называемая конвергенция – внешнее сходство, возникшее эволюционно под влиянием факторов одной среды (именно поэтому на рыб похожи, скажем, дельфины).

²⁷ Цереброцентрический – делающий особый акцент на степени развития головного мозга. – *Прим. перев.*

²⁸ *Sy Montgomery. Deep Intellect: Inside the Mind of the Octopus // Orion, November/December 2011.*

²⁹ Недавно в России вышла ее книга, посвященная этой теме: *Монтгомери С. Душа осьминога*. М.: Альпина нон-фикшн, 2018. – *Прим. перев.*

³⁰ Прошло еще 100 млн лет, прежде чем отважные потомки лопастеперых рыб сделали первые робкие шаги по суше. Чтобы представить себе длину этих отрезков времени, вспомните, что род *Homo*, к которому принадлежат современные люди, существует всего лишь около 2 млн лет. Если сжать все наше существование на Земле в одну секунду, на долю рыб выпадет больше четырех минут. Они украшали собой Землю в пятьдесят раз дольше, чем мы – даже до того, как выбрались на сушу. – *Прим. автора.*

³¹ *Donald R. Prothero. Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters. N. Y.: Columbia University Press, 2007.*

³² По-русски их раньше называли панцирными рыбами, но сейчас это название считается неточным.

и *Titanichthys* явно превышала 9 метров³³. У этих рыб совсем не было зубов, но они могли резать и раздавливать добычу двумя парами острых костяных пластин, образующих челюсти³⁴. Их окаменелости часто обнаруживают с комьями полупереваренных рыбьих костей; предполагается, что они отрыгивали их, как делают некоторые современные совы.

Хотя время плакодерм ушло вместе с девонским периодом и закончилось 359 миллионов лет назад, природа позволила некоторым экземплярам сохраниться столь превосходно, что палеонтологи сумели обнаружить кое-какие интригующие аспекты их жизни. Одной из особенно информативных находок из местонахождения окаменелостей Гого в Западной Австралии оказалась *Materpiscis attenboroughi* (в переводе это означает «мать-рыба Аттенборо»), названная по имени культового британского режиссера фильмов о природе Дэвида Аттенборо, который восторгался ископаемыми рыбами в своем документальном сериале 1979 года «Жизнь на Земле». Этот экземпляр превосходно сохранился в объеме, что позволило осторожно убрать слои отложений и исследовать внутреннее содержимое. Ученые обнаружили хорошо развитого детеныша *Materpiscis attenboroughi*, прикрепленного к матери пуповиной. Это открытие сдвинуло возникновение внутреннего оплодотворения на 200 миллионов лет в прошлое и добавило в жизнь ранних рыб эротические нюансы. Насколько мы знаем, способ осуществить внутреннее оплодотворение только один: секс с использованием полового органа. Аттенборо выразил неоднозначное отношение к этому открытию и к сделавшему его австралийскому палеонтологу Джону Лонгу³⁵ в своей общественной лекции: «Это первый известный пример спаривания каких-либо позвоночных за всю историю жизни... и он назвал его в мою честь».

Несмотря на наличие у плакодерм сексуальных отношений, более яркое будущее ждало все же костных рыб, возникших примерно в то же самое время³⁶. Хотя они пострадали от значительных потерь во время третьего крупного вымирания, завершившего пермский период, но устойчиво наращивали разнообразие на протяжении следующих 150 миллионов лет – в триасовый, юрский и меловой периоды. Позже, около 100 миллионов лет назад, они достигли настоящего расцвета. С того времени до наших дней количество известных семейств костных рыб увеличилось более чем в пять раз. Однако летопись окаменелостей раскрывает свои тайны неохотно, так что могут существовать гораздо более ранние семейства рыб, все еще сокрытые в камне.

Подобно своим костным собратьям, хрящевые рыбы также стабильно оправлялись после пермского краха³⁷, хотя и без взрывного роста многообразия в последующие эпохи. Насколько мы знаем, видов акул и скатов сейчас больше, чем когда бы то ни было в прошлом. И мы начинаем обнаруживать, что действительные факты о них входят в противоречие с их грозной репутацией.

Разнообразные и разносторонние

Из-за того что наблюдать за жизнью рыб сложнее, чем за жизнью большинства наземных животных, понять их нелегко. По данным Национального управления океанических и атмосферных исследований (США)³⁸, исследовано менее 5 % Мирового океана. Глубоководная зона – самая обширная среда обитания на Земле³⁹, и там можно найти представителей суще-

³³ В среднем длина тела взрослых особей колебалась от 4,5 до 6 метров при массе до 1 тонны.

³⁴ На самом деле у плакодермов впервые появились зубы, а костные пластины не образуют челюсти. Челюсти – это преобразованные жаберные дуги, которые у плакодерм могли состоять из разных костей, иметь или не иметь острый край и т. д.

³⁵ Соответствующий фрагмент лекции Д. Аттенборо можно посмотреть здесь: www.youtube.com/watch?v=OXqgFkeTnJI.

³⁶ Принято считать, что плакодермы возникли 430 млн лет назад, а костные рыбы – 419 млн лет назад.

³⁷ Имеется в виду массовое вымирание видов.

³⁸ *National Geographic. Creatures of the Deep Ocean* [документальный фильм], 2010.

³⁹ *Xabier Irigoien et al. Large Mesopelagic Fishes Biomass and Trophic Efficiency in the Open Ocean // Nature Communications*

ственной части земных животных. Семимесячное исследование, включавшее зондирование эхолотом мезопелагической зоны (100–1000 метров под поверхностью океана), результаты которого опубликованы в начале 2014 года, позволило сделать вывод о том, что там живет в 10–30 раз больше рыб, чем считалось ранее.

Почему бы и нет? Вы могли столкнуться с широко распространенным представлением о том, что жизнь на больших глубинах невероятно сложна для обитающих там существ. Это представление весьма поверхностно⁴⁰: огромное давление слоев океана явно доставляет глубоководным существам не больше беспокойства, чем нам – давление атмосферы над нами, примерно десять тонн на квадратный метр. Как объясняет специалист по экологии океана Тони Кослоу в книге «Безмолвная бездна» (The Silent Deep), вода – относительно несжимаемое вещество, поэтому давление в глубинах моря оказывает меньшее воздействие, чем мы обычно думаем: давление внутри организма примерно такое же, как снаружи⁴¹.

Технологии лишь начинают позволять нам заглядывать в океанские глубины⁴², но даже в доступных местах обитания многие виды еще остаются неоткрытыми. Между 1997 и 2007 годами в одном только бассейне реки Меконг в Азии было обнаружено 279 новых видов рыб⁴³. В 2011 году открыто четыре вида акул. Учитывая текущие темпы процесса, эксперты предсказывают⁴⁴, что общее количество описанных видов рыб достигнет примерно 35 000. С учетом прогресса в развитии методов распознавания видов на генетическом уровне, полагаю, оно могло бы быть еще на много тысяч больше. Когда я изучал летучих мышей в аспирантуре в конце 1980-х годов, было идентифицировано 800 видов; на сегодняшний день это число выросло до 1300.

Видовое разнообразие связано с внешним, и среди множества представителей рыбьего царства попадаются примечательные крайности и примеры причудливых жизненных циклов. Одна из самых маленьких рыбок (и самое малое позвоночное) – крохотный бычок, обитающий в одном из озер филиппинского острова Лусон⁴⁵. Взрослая особь *Pandaka pygmaea* достигает всего лишь 8,5 миллиметра в длину и весит примерно 4,25 миллиграмма⁴⁶. Если поместить триста этих рыб на чашку весов, они не сравнятся по весу с американским пенни. Некоторые самцы глубоководных рыб-удильщиков не намного крупнее – их длина чуть больше сантиметра⁴⁷; недостаток размера они восполняют явной дерзостью своего способа существования. Обнаружив самку, самцы глубоководных удильщиков вцепляются ртом в ее тело и пребывают там до конца своих дней. Не имеет особого значения, где самец вцепился в самку – на ее животе или голове: в итоге они срастаются друг с другом. Самец во много раз мельче самки и представляет собой нечто лишь немногим большее, чем видоизмененный плавник; он живет за счет снабжения кровью самки и оплодотворяет ее. На одной самке могут оказаться трое или больше самцов, торчащих на ее теле, словно недоразвитые конечности.

5 (2014). P. 3271.

⁴⁰ Tony Koslow. The Silent Deep: The Discovery, Ecology, and Conservation of the Deep Sea. Chicago: University of Chicago Press, 2007. P. 48.

⁴¹ На самом деле глубоководные организмы испытывают очень серьезное давление, но они к этому приспособлены.

⁴² Helfman, Collette, and Facey. Diversity of Fishes. 1997.

⁴³ David Alderton. Many Fish Identified in the Past Decade. December 24, 2008. URL: www.petcha.com/many-fish-identified-in-the-past-decade

⁴⁴ Allen. Fish Cognition and Consciousness.

⁴⁵ У *Pandaka pygmaea* появились конкуренты на звание самой маленькой рыбы мира. URL: www.scholastic.com/browse/article.jsp?id=11044; http://en.microcosmaquariumexplorer.com/wiki/Fish_Facts_-_Smallest_Species. А здесь – запись в блоге, которая в шутку скорбит о том, что рекорд «преуменьшен»: <https://unholyhours.blogspot.com/search?q=pandaka>

⁴⁶ John R. Norman and Peter H. Greenwood. A History of Fishes. 3rd rev. ed. London: Ernest Benn Ltd., 1975.

⁴⁷ Tierney Thys. For the Love of Fishes // Oceans: The Threats to Our Seas and What You Can Do to Turn the Tide. Jon Bowermaster (ed.). N. Y.: Public Affairs, 2010. P. 137–142.

Это выглядит как отвратительная форма сексуального домогательства; ученые назвали это явление *сексуальным паразитизмом*. Но происхождение столь необычной системы брачных отношений не так постыдно. Считается, что на 800 000 кубических метров воды встречается одна самка удильщика⁴⁸. Это означает, что самец должен найти цель размером с футбольный мяч в темном пространстве размером (объемом) с футбольный стадион. Таким образом, удильщикам ужасно трудно отыскать друг друга в бескрайней тьме океанской бездны, и тогда мудрым шагом будет просто повиснуть на вашем брачном партнере, если вы его отыщете. Когда в 1975 году Питер Гринвуд и Дж. Р. Норман готовили третье издание «Истории рыб» (*A History of Fishes*)⁴⁹, не было обнаружено ни одного свободноплавающего взрослого самца удильщика, и ведущие ихтиологи полагали, что единственная альтернатива успешному сцеплению рыб – смерть. Но Тэд Питш из Вашингтонского университета, куратор коллекции рыб в Музее естественной истории и культуры имени Берка и ведущий мировой эксперт по глубоководным удильщикам, сообщил мне, что в настоящее время в коллекциях образцов по всему миру имеются сотни свободноживущих (некогда) самцов⁵⁰.

В обмен на совершенно пассивное существование самца самке больше никогда не приходится задумываться над тем, где находится ее брачный партнер субботним вечером. Оказывается, некоторые самцы действительно представляют собой нечто лишь немногим большее, чем просто придаток.

Еще одно величайшее достижение рыб – их плодовитость, которая также остается непревзойденной среди всех позвоночных. Одна самка мольвы длиной полтора метра и весом 24,5 кг несла в своих яичниках 28 361 000 икринок⁵¹. Но даже это достижение бледно выглядит в сравнении с 300 миллионами икринок, которые откладывает луна-рыба, самая крупная из всех костистых рыб. То, что столь величественное существо может быть результатом такого скромного родительского вклада⁵², как крохотная икринка, оставленная в толще воды, могло бы склонить чашу весов в сторону общего предубеждения к рыбам, якобы не достойным нашего уважения. Но в этом – и напоминание о том, что каждое живое существо начинается с единственной клетки. И, как мы увидим в разделе «Формы родительской заботы», многие рыбы выраженно заботятся о потомстве. Из скромной икринки размером меньше буквы «о» в слове «мольва» может вырасти особь почти двух метров длины, и это еще одно превосходное достижение рыб: настолько сильно они могут увеличиваться в размерах с начала своего индивидуального жизненного цикла. Одним из рекорсменов по росту среди позвоночных можно назвать острохвостую луну-рыбу⁵³. Пусть она и не обладает обтекаемой формой тела (название семейства *Molidae* указывает на форму тела, подобную жернову⁵⁴), но к моменту взросления она вырастает с 2,5 миллиметра до 3 метров и может увеличить свой вес в 60 миллионов раз.

Акулы находятся на противоположном конце шкалы плодовитости рыб. Некоторые виды производят на свет лишь по одному детенышу в год. И это лишь после того, как они достигают половой зрелости, что у некоторых видов может занимать четверть века или больше. В некоторых частях своего ареала акулы катраны – интенсивно промысляемые виды, которых вы могли бы анатомировать, проходя курс биологии в колледже⁵⁵, – достигают возраста в среднем

⁴⁸ Gene Helfman, Bruce B. Collette, Douglas E. Facey, and Brian W. Bowen. *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*. 2nd ed. Chichester, UK: Wiley-Blackwell, 2009.

⁴⁹ Norman and Greenwood. *History of Fishes*.

⁵⁰ Свободноживущие самцы удильщиков хорошо известны по крайней мере с 30-х гг. XX в.

⁵¹ Ibid.

⁵² В эволюционной биологии родительским вкладом (*parental investment*) называют любой вклад родителя в каждого отдельного потомка, увеличивающий его шансы на выживание, а как следствие – дальнейший репродуктивный успех.

⁵³ E. W. Gudger. *From Atom to Colossus // Natural History* 38 (1936). P. 26–30.

⁵⁴ Mola (лат.) – мельничный жернов. – Прим. перев.

⁵⁵ Mark W. Saunders and Gordon A. McFarlane. Age and Length at Maturity of the Female Spiny Dogfish, *Squalus acanthias*, in

тридцати пяти лет, прежде чем окажутся готовыми к размножению. Некоторые акулы обладают плацентой, сопоставимой по сложности с таковой у млекопитающих⁵⁶. Беременностей может быть мало, и их может разделять большой отрезок времени, а сама беременность может быть долгой. Плацентовые акулы предположительно вынашивают детенышей дольше трех лет⁵⁷, это самая долгая беременность в природе, известная нам. Я практически уверен, что их не тошнит по утрам.

Ни катраны, ни другие рыбы не умеют летать, но они могли бы выиграть мировое первенство по глиссированию на воде. Больше всего славятся этим летучие рыбы, около семидесяти видов которых заселяют поверхность открытого океана. Летучие рыбы отрастили очень большие грудные плавники, работающие как крылья. Готовясь к полету, такая рыба может развивать скорость 64 км/ч, а в полете нижняя лопасть хвоста может быть опущена в воду и использоваться в качестве дополнительного ускорителя, чтобы продлить полет до 365 метров и более⁵⁸. Летают рыбы обычно над самой поверхностью воды, но иногда порывы ветра возносят этих воздушных акробатов на 4–6 метров вверх. Этим можно объяснить то, что они иногда приземляются на палубах судов. Интересно, не дыхательные ли ограничения жабродышащего существа мешают летучим рыбам полноценно махать своими «крыльями», летая по-настоящему? Рыбы нескольких других групп также выпрыгивают в воздух. Среди них – харацинообразные Южной Америки и Африки, а также – не думал, что их название звучит скорее как цирковой номер – долгоперы⁵⁹.

Если говорить о рыбьих достижениях и названиях, то одно из самых длинных явно принадлежит рыбе, символизирующей штат Гавайи, – спинорогу (*Rhinecanthus rectangulus*), известному местным жителям как *humuhumunukunukuiaua*’a (перевод: рыба, которая шьет иголкой и хрюкает, как свинья). Возможно, приз за самое нелестное название должен получить удильщик, прозванный «волосато-челюстный мешкорот» (*Lasiognathus saccostoma*), а за самое нелепое – «саркастичный окаймленноголов»⁶⁰. На звание носителя самого непристойного названия я выдвигаю маленького прибрежного обитателя, губана *Halichoeres bivittatus*⁶¹.

Но в действительности же самые захватывающие новости о рыбах – это непрерывная череда открытий, касающихся того, как они думают, чувствуют и проживают свою жизнь. В настоящее время вряд ли пройдет хоть одна неделя без нового показательного открытия из области биологии и поведения рыб. Тщательные наблюдения на рифах раскрывают полные нюансы симбиотические взаимоотношения рыб-чистильщиков и их клиентов, которые бросают вызов человеческому самонадеянству, низводящему рыб до тупых существ с крохотными мозгами и рабов инстинкта. И печально известная трехсекундная память рыб была опровергнута простыми лабораторными исследованиями. На следующих страницах мы увидим, что рыбы – не просто умные, но и сознающие, общительные, социальные, способные использовать инструменты, добродетельные и даже беспринципные существа.

the Strait of Georgia, British Columbia, Canada // Environmental Biology of Fishes 38, no. 1 (1993). P. 49–57.

⁵⁶ Helfman, Collette, and Facey. Diversity of Fishes. 1997.

⁵⁷ Ibid.

⁵⁸ Norman and Greenwood. History of Fishes.

⁵⁹ В оригинале игра слов: английское название этих рыб созвучно с названием цирковых номеров на афише. Но способность долгоперов к полету вызывает большие сомнения, и в отечественной литературе по ихтиологии прямо указывается, что летать они не умеют. Возможно, заблуждение восходит к иллюстрации из книги А. Э. Брема «Жизнь животных», на которой художник изобразил летящих над морем долгоперов. – Прим. перев.

⁶⁰ Sarcastic fringehead (англ.) – щучья морская собачка. Вряд ли кто-то проводил конкурсы на самые смешные и нелепые русские названия рыб, но в старинных книгах о животных встречаются «топырьщик-нетопырь» (морской нетопырь) и «кушамолоток» (акула-молот). – Прим. перев.

⁶¹ У этого вида нет устоявшегося русского названия, а его английское название означает «скользкий Дик». Но словом *dick* также обозначается мужской половой орган, отсюда и комментарий автора. В книге Л. П. Сабанеева «Рыбы России» упоминаются местные названия подкаменщика, которые он скромно передал словами *vulva-piscis*. В наши дни якуты так же называют чукучана. – Прим. перев.

Не такие уж неважные

Среди позвоночных – млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных и рыб – именно рыбы наиболее чужды нашему пониманию. Игнорировать рыб, лишенных воспринимаемой человеческим глазом мимики и кажущихся немymi, легче, чем наших дышащих воздухом собратьев. Рыбье место в человеческой культуре почти повсеместно низведено до двух переплетенных друг с другом контекстов: «то, что можно поймать» и «то, что можно съесть». Ловля рыбы удочкой и вытаскивание ее из воды считались не просто каким-то полезным занятием, но символом всего хорошего, что есть в жизни. Рыбалка без всяких на то причин появляется в рекламе, а логотип одной из самых любимых киностудий Америки, DreamWorks, изображает отдыхающего мальчика с удочкой, похожего на Тома Сойера. Приверженцы одного из направлений вегетарианства, пескетарианства, едят рыбу, словно между треской и огурцом нет никаких различий с точки зрения морали.

Почему же мы склонны выводить рыб за пределы нравственного отношения? Одна из причин – то, что они «холоднокровные» (обывательский термин с малой степенью доверия со стороны науки). Я не понимаю, почему наличие или отсутствие встроенного термостата⁶² должно иметь хоть какое-то отношение к моральному статусу организма. В любом случае у большинства рыб кровь не холодная. Рыбы – пойкилотермные животные; это означает, что температура их тела управляется внешними факторами, особенно водой, в которой они живут. Если они живут в теплых тропических водах, их кровь становится теплой; если же они обитают в ледяной бездне океанских глубин или полярных областей (там довольно много видов рыб), температура их тела колеблется возле точки замерзания.

Но даже такое описание оказывается недостаточным. Тунцы, меч-рыбы и некоторые акулы частично эндотермны: они могут поддерживать температуру тела выше, чем у окружающей их среды⁶³. Они добиваются этого, удерживая тепло, выделяемое их мощными и активными плавательными мышцами⁶⁴. Обыкновенные (синеперые) тунцы могут поддерживать температуру тела на 9–10 °C выше температуры окружающей воды. Аналогичным образом у многих акул имеется крупная вена, которая обогревает центральную нервную систему, отводя теплую кровь от плавательных мышц внутри тела к спинному мозгу⁶⁵. Крупные хищные мечерылые рыбы (марлины, меч-рыбы, парусники, копьеносцы) используют это тепло для обогрева мозга и глаз, чтобы обеспечить их оптимальную работу в холодных глубинных водах⁶⁶. В марте 2015 года ученые описали явление эндотермии у опаха⁶⁷, который поддерживает температуру своего тела примерно на 5 °C выше, чем у холодной воды, в которой он плавает на глубине около километра, благодаря теплу, выделяемому при взмахах длинных грудных плавников и сохраняемому при помощи противоточной системы теплообмена в жабрах.

⁶² Как сказали Род Прис и Лорна Чемберлен в своей книге «Благополучие животных и человеческие ценности» (*Animal Welfare and Human Values*) 1993 г. издания: «Мы не можем найти обоснования господствующему представлению... что холоднокровные животные... менее разумны, чем теплокровные животные». Владимир Динец, американский ученый русского происхождения, который путешествовал по всему миру, наблюдая за дикими крокодилами, и открыл такие сюрпризы, как использование орудий, скоординированная охота, брачные вечеринки и лазанье по деревьям, высказался более резко: «Многие люди – это теплокровные мракобесы» (Владимир Динец, личное сообщение, 18 марта 2014 г.).

⁶³ Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

⁶⁴ Francis G. Carey and Kenneth D. Lawson. Temperature Regulation in Free-Swimming Bluefin Tuna // Comparative Physiology and Biochemistry Part A: Physiology 44, no. 2 (1973). P. 375–392.

⁶⁵ Nancy G. Wolf, Peter R. Swift, and Francis G. Carey. Swimming Muscle Helps Warm the Brain of Lamnid Sharks // Journal of Comparative Physiology B157 (1988). P. 709–715.

⁶⁶ Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

⁶⁷ Nicholas C. Wegner et al. Whole-Body Endothermy in a Mesopelagic Fish, the Opah, *Lampris guttatus* // Science 348 (2015). P. 786–789.

Другое предубеждение в отношении рыб, за которое мы уцепились, – то, что они «примитивные», то есть предположительно простые, недоразвитые, глупые, негибкие и бесчувственные. Рыбы «старше моего рассвета»⁶⁸, как написал Д. Г. Лоуренс в своей поэме «Рыба» в 1921 году.

Никто не подвергает сомнению тот факт, что рыбы существовали в нашем мире с давних времен, но именно это представление приводит к ошибке – навешиванию на рыб ярлыка примитивных существ. Предполагается, что те виды, что остались в воде, прекратили эволюционировать в тот момент, когда некоторые из них выбрались на берег. Но это представление идет полностью вразрез с неустанным процессом эволюции⁶⁹. Мозг и тело у всех ныне живущих позвоночных – сложный комплекс примитивных и продвинутых особенностей. С течением времени, которого у них было предостаточно, естественный отбор сохраняет то, что работает, и отсеивает все остальное⁷⁰.

Все виды рыб, жившие на заре эпохи ног и легких, давно исчезли. Примерно половина их видов, которых мы видим на планете в наше время, принадлежит к группе под названием *Percomorpha*, которая пережила бурный этап видообразования всего лишь 50 миллионов лет назад⁷¹ и достигла пика многообразия около 15 миллионов лет назад; тогда же в процессе эволюции появилось и надсемейство человекообразных обезьян *Hominoidea*, к которому принадлежим мы сами⁷².

Так что примерно половина видов рыб не более «примитивна», чем мы⁷³. Но потомки ранних рыб эволюционировали на целые геологические эпохи дольше, чем их наземные коллеги, и в этом отношении рыбы оказываются наиболее высокоразвитыми из позвоночных⁷⁴. Вы можете удивиться, если узнаете, что рыбы обладают генетическими механизмами для образования пальцев (и это показывает, насколько близки рыбы к современным млекопитающим). Просто в ходе эволюции они приобрели не пальцы, а плавники, лучше подходящие для передвижения в воде. Не стоит забывать и о сегментированной мускулатуре. *Rectus abdominis* – живот с «кубиками», который украшает торс наших самых накачанных атлетов (и есть у всех нас, хотя у некоторых спрятан под толстоватым слоем жировой ткани), – ведет начало от осевой сегментации мускулатуры, впервые образовавшейся у рыб. Как напоминает нам название популярной книги Нила Шубина «Внутренняя рыба», нашими предками (равно как и предками современных рыб) были ранние рыбы, и наши тела снабжены видоизмененными структурами, происхождение которых можно отследить до общих водных предков.

Более древний организм – не обязательно более простой. Эволюция не стремится неуклонно к увеличению сложности и размеров. Самые крупные динозавры были не просто значительно крупнее, чем современные пресмыкающиеся: недавно палеонтологи обнаружили свидетельства того, что они были социальными существами, способными на родительскую заботу и на как минимум не менее сложные виды коммуникации, чем современные рептилии. Точно так же крупнейшие наземные млекопитающие исчезли тысячи или миллионы лет назад, в то самое время, когда разнообразие млекопитающих было особенно велико⁷⁵. Настоящий Век

⁶⁸ Здесь и далее цитаты из «Рыбы» Д. Г. Лоуренса даются в переводе В. Постникова.

⁶⁹ Чтобы убедиться в этом, достаточно почитать книги по палеонтологии для детей: рассказ о рыбах обычно заканчивается на моменте выхода позвоночных на сушу. Этот стереотип восходит еще к старым книгам о доисторических животных, написанным более века назад. – *Прим. перев.*

⁷⁰ По современным эволюционным представлениям, у живых организмов могут сохраняться признаки, не имеющие явного адаптивного значения, но и не снижающие приспособленность.

⁷¹ Принято считать, что древнейшие представители этой группы возникли 55,8 млн лет назад.

⁷² Надсемейство *Hominoidea* возникло около 30 млн лет назад.

⁷³ *Culum Brown*. Fish Intelligence, Sentience and Ethics // *Animal Cognition* 18, no. 1 (2015). P. 1–17.

⁷⁴ Высокоразвитость не так просто связана со сроком эволюционирования.

⁷⁵ Вымирание некоторых крупных наземных млекопитающих в последние несколько десятков тысяч лет связано с деятельностью человека – в частности, с интенсивной избирательной охотой на крупнейших представителей мегафауны. – *Прим.*

млекопитающих закончился. Мы склонны считать последние 65 миллионов лет Веком млекопитающих, но в течение этого же самого времени видов костистых рыб стало значительно больше. Век костистых рыб⁷⁶ – может быть, это звучит не так уж заманчиво, но зато более точно.

Эволюция не только не идет прямым путем в сторону увеличения сложности: она не является и процессом усовершенствования. При всей элегантности, с которой адаптация позволяет животным функционировать оптимальным образом, ошибкой было бы считать, что животные совершенным образом подогнаны под среду обитания. Такого просто не может быть, потому что среда обитания не статична. Смена погоды, геологические изменения вроде землетрясений и извержений вулканов, а также постоянный процесс эрозии – все это делает животных движущимися мишенями. Даже если не принимать во внимание нестабильность условий, природа сама по себе устроена неидеально. Неизбежно возникают компромиссы. К примеру, у людей есть аппендикс, зубы мудрости и слепое пятно в том месте, где зрительный нерв проходит сквозь сетчатку. Компромисс для рыб – это необходимое для дыхания закрывание жаберных крышек, которое дает ей толчок вперед. Если рыба желает оставаться на месте, когда отдыхает, она должна компенсировать этот импульс, создаваемый жаберными крышками. Вот почему редко можно увидеть стоящую на месте рыбу, у которой не движутся грудные плавники⁷⁷.

По мере того как мы все больше узнаём о рыбах, их эволюции или поведении, растет и способность человека соотносить их существование с собственным. Самое важное в сопереживании – умении влезать в чужую шкуру или, в данном случае, чешую – это понимание чужого опыта. А важнее всего в этом – оценка чужого мира ощущений.

перев.

⁷⁶ Prothero. Evolution: What the Fossils Say.

⁷⁷ Norman and Greenwood. History of Fishes.

Часть II

Что чувствует рыба

*Действительности нет.
Существует одно только восприятие.*
Гюстав Флобер⁷⁸

Что видит рыба

...Золотисто-красные, драгоценные, зеркально-светлые глаза.
Д. Г. Лоуренс. Рыба⁷⁹

⁷⁸Нас учат, что есть пять чувств: зрение, обоняние, слух, осязание и вкус. По правде говоря, это ограниченный список. Подумайте, какой унылой была бы жизнь, не будь у нас чувства удовольствия! Мысль о жизни без боли может показаться привлекательной, но что было бы, не ощущая мы, что положили руку на раскаленную печь? Без чувства равновесия мы не смогли бы нормально ходить, не говоря уже о том, чтобы ездить на велосипеде. Без способности чувствовать давление умелое обращение с ножом и вилок превратилось бы в задачи, требующие геркулесовых усилий для концентрации⁸⁰. Как и следует ожидать от существ, у которых было предостаточно времени на эволюцию, рыбы обладают разнообразными и прогрессивными способами чувственного восприятия.

Одна из моих любимых концепций, усвоенная еще в студенческие годы в курсе поведения животных, называется «умвельт». Термин предложен в самом начале XX века немецким биологом Якобом фон Иксюлем. Под умвельтом животного обычно подразумевается его воспринимаемый мир. Из-за различий в органах восприятия разные виды могут воспринимать мир по-разному, даже если населяют одну и ту же среду обитания.

Например, совы, летучие мыши и ночные бабочки летают в ночное время, но все же различия в их биологии предсказывают различия в их умвельтах. Совы во время ловли добычи полагаются главным образом на зрение и слух. Летучие мыши также зависят от слуха, но пользуются им совсем иначе: интерпретируют эхо от собственных высокочастотных сигналов, охотясь и ориентируясь при помощи эхолокации. Ночные бабочки, будучи беспозвоночными, могут оказаться наименее близкими к нам среди всей этой тройки с позиции нашего собственного умвельта, но мы знаем, что они обладают хорошим зрением⁸¹ и могут находить брачных партнеров на большом расстоянии благодаря своим превосходным детекторам запахов. Знание того, как работают чувства того или иного вида, в какой-то степени способствует пониманию тайн его чувственного опыта. Умвельты рыб будут ожидаемо отличаться от нашего, поскольку рыбы эволюционировали в воде, а не на воздухе. Но эволюция – дизайнер-эконсерватор, склонный крепко цепляться за хорошую идею. Подходящий пример – глаза. За исключением отсутствия век⁸², глаза рыб напоминают наши⁸³. Как и у большинства позвоночных⁸⁴,

⁷⁸ URL: https://en.wikiquote.org/wiki/Talk:Gustave_Flaubert

⁷⁹ D. H. Lawrence. Fish // Birds, Beasts and Flowers: Poems. London: Martin Secker, 1923.

⁸⁰ Здесь и далее автор не проводит грани между органами (системами) чувств, с одной стороны, и восприятием, эмоциями – с другой. Чувство удовольствия относится ко второй группе, а чувство равновесия – к системе вестибулярного аппарата. За ощущение давления отвечает чувство осязания.

⁸¹ Бабочки часто хорошо различают оттенки цвета, видят недоступные человеку части спектра, но это касается скорее дневных, а не ночных видов. Острота зрения у бабочек обычно оценивается как низкая.

⁸² На самом деле веко (мигательная перепонка) есть у некоторых акул и даже костных рыб.

глазные яблоки костных рыб обслуживаются тремя парами мышц, которые поворачивают глаз вокруг всех осей, а также поддерживающими связками. Входящая в состав так называемого колокола Галлера особая мышца, ретрактор хрусталика, позволяет рыбе сфокусироваться на пузырьках, которые поднимаются, кружась, из распылителя воздуха, или на прямоходящем существе, пристально разглядывающем их с другой стороны стекла. Такая система зрения выработалась у ранних рыб, эволюционных предков сухопутных животных. У самых мелких рыб заметить повороты глаз нелегко, но приглядитесь повнимательнее в следующий раз при посещении океанариума – и вы сумеете различить движения глаз крупных особей, когда они перемещают свой взгляд и смотрят на различные элементы окружающей обстановки.

Обладая сферическим хрусталиком⁸³ с высоким *показателем преломления* (абсолютный показатель равен отношению фазовых скоростей света в вакууме и в среде, в данном случае – в хрусталике), рыба может видеть под водой так же отчетливо, как мы на воздухе. У рыбы нет ни слезных желез, ни слезных протоков, ни век для увлажнения чувствительной поверхности глаз: это им не нужно, потому что глазное яблоко постоянно остается чистым и влажным благодаря воде, в которой плавает рыба.

Морские коньки, морские собачки, бычки и камбалы усовершенствовали мускулатуру своих глаз, чтобы позволить каждому глазу поворачиваться независимо от другого, как у ящериц-хамелеонов⁸⁶. Из этого я могу лишь сделать вывод о том, что существо, снабженное таким приспособлением, может анализировать два поля зрения одновременно. Это выглядит настолько непохожим на работу человеческого мозга, что, когда я пробую представить себе мысленное восприятие двух независимых полей зрения, каждое из которых контролируется сознательно, это выходит за рамки моего умельта не меньше, чем попытка представить себе край Вселенной. Хотя команда ученых из Израиля и Италии смоделировала зрительную систему хамелеонов, построив «голову робота» с двумя независимо перемещающимися камерами⁸⁷, мне не известно ни одной попытки понять, как единственный мозг обрабатывает поступающие от них данные. Думает ли хамелеон о двух вещах одновременно, когда один его глаз нацелен на сочного кузнечика на соседнем прутике, а другой в то же время ищет веточку наверху, чтобы проложить лучший маршрут для подхода? Может ли морской конек одним глазом высматривать потенциального брачного партнера, а другим – отслеживать движения затаившегося в засаде хищника? Мой мозг, подобный дороге с односторонним движением, этого не может. Если я читаю газету, а в это время по радио передают программу *This American Life*, разум может переключаться туда-сюда между этими источниками информации, но, как бы я ни старался, мне не удалось бы воспринимать оба потока одновременно. Не сумел бы я и осмыслить зрительные ощущения камбал, особенно на раннем этапе их детства. Молодые камбалы похожи на любых других обычных рыб: они плавают вертикально, с одним глазом на каждой стороне тела. Затем, в процессе перехода к взрослой жизни, они подвергаются причудливой трансформации: один из глаз переползает на другую сторону морды. Это напоминает реконструктивную хирургию лица, только в замедленном движении и без скальпелей и швов. Процесс даже не всегда протекает медленно. Полное перемещение занимает всего лишь пять дней,

⁸³ Тем не менее строение глаза и устройство зрения рыбы существенно отличаются от такового у человека. В частности, у рыб аккомодация осуществляется за счет перемещения хрусталика относительно сетчатки, а у человека – за счет изменения кривизны хрусталика. Более того, у разных рыб глаза тоже устроены по-разному.

⁸⁴ Helfman et al. *Diversity of Fishes*. 1997.

⁸⁵ The Oxford Companion to Animal Behavior. David McFarland (ed.). Oxford: Oxford University Press, 1982; reprint ed., 1987.

⁸⁶ Arthur A. Myrberg Jr. and Lee A. Fuiman. *The Sensory World of Coral Reef Fishes // Coral Reef Fishes: Dynamics and Diversity in a Complex Ecosystem*. Peter F. Sale (ed.). Burlington, MA: Academic Press/Elsevier, 2002. P. 123–148; Mark Sosin and John Clark. *Through the Fish's Eye: An Angler's Guide to Gamefish Behavior*. N. Y.: Harper and Row, 1973.

⁸⁷ Ofir Avni et al. *Using Dynamic Optimization for Reproducing the Chameleon Visual System*. Presented at the 45th IEEE Conference on Decision and Control, San Diego, CA, December 13–15, 2006.

если речь о звездчатой камбале⁸⁸, и менее одного дня – у некоторых других видов. Если у рыб есть период юношеской нескладности, то это время у камбал вполне можно считать таковым.

В обмен на унижительную необходимость носить оба глаза рядом друг с другом на одном боку камбала получила невероятное бинокулярное зрение. Ее глаза торчат на теле, словно гордые соседи, и каждый может поворачиваться независимо от другого. (Может быть, камбалы – это единственные рыбы, способные увидеть себя, глядя себе же в глаза?) Бинокулярное зрение – это полезная адаптация к образу жизни, подразумевающему залегание в засаде на песчаном или каменистом дне, искусный камуфляж на фоне субстрата и выжидание возможности схватить молниеносным выпадом ничего не подозревающую креветку или другое невезучее существо, проходящее мимо. Обладая превосходным ощущением глубины, камбала способна наилучшим образом выбрать подходящее время и место для устройства засады.

То, что у всех камбалообразных (отряда, насчитывающего свыше 650 видов, среди которых морские языки, тюрбо, палтусы, ложнопалтусы (паралихтиевые) и косороты) глаза расположены на одной стороне, может служить подтверждением адаптивности этого признака. Некоторые виды называют «правосторонними камбалами»: после того как их левый глаз мигрирует на правую сторону тела, они всегда лежат на левом боку. Другие камбалы – левосторонние. Несмотря на свои прекрасные адаптации, многие виды атлантических камбал и морских языков в настоящее время находятся под угрозой исчезновения из-за перепромысла.

Рыба четырехглазка, которая населяет пресные и солоноватые воды вдоль Атлантического побережья Центральной и Южной Америки, также обладает необычной анатомией глаз. Эти дальние родственники гуппи и естественные изобретатели бифокальной линзы приобрели четкую границу между верхней и нижней частью сетчатки глаза. Рыба плавает так, что линия этой границы точно совпадает с плоскостью поверхности воды; надводная часть глаз обеспечивает идеальное зрение на воздухе, а погруженная в воду – приспособлена к водной среде. Разная экспрессия генов фоторецепторов в разных участках сетчатки⁸⁹ делает верхние глаза чувствительными к длинам волн зеленого света, которые преобладают в воздухе, а нижние – к длинам волн желтого света, характерным для мутных вод. Это полезный набор оптических инструментов, если хочется найти аппетитный кусочек внизу, но при этом не оказаться жертвой внезапного нападения голодной птицы сверху.

Самые крупные и быстрые хищные рыбы открытого океана, в том числе меч-рыбы, тунцы и некоторые акулы, полагаются при ловле добычи на скорость и острое зрение. Глаза меч-рыбы длиной 3,65 метра могут насчитывать 10,16 сантиметра в поперечнике. Однако охота под водой ставит перед зрением целый ряд затруднений. Если вы когда-нибудь заходили в пещеру без фонарика, то можете попытаться представить, какие ощущения испытывают рыбы, когда ныряют глубоко в воду, где меньше света, помогающего видеть⁹⁰. Есть и другая проблема: температура воды падает с увеличением глубины, а холод тормозит работу мозга и мускулатуры, затягивая время ответа.

Чтобы преодолеть тормозящее воздействие холода, некоторые рыбы выработали хитрые способы улучшения функционирования мозга и глаз: они используют производимое их мускулами тепло, чтобы снабжать энергией органы чувств для повышения их работоспособности. Меч-рыбы могут нагревать свои глаза на 10–15 °C выше температуры воды⁹¹. Нагрев производится путем противоточного обмена между приносящими и выносящими кровеносными

⁸⁸ Helfman et al. Diversity of Fishes. 2009. P. 138.

⁸⁹ David Alderton. New Study Unveils Mysteries of Vision in *Anableps anableps*, the Four-Eyed Fish. July 25, 2011. URL: www.petcha.com/new-study-unveils-mysteries-of-vision-in-anableps-anableps-the-four-eyed-fish

⁹⁰ Не стоит забывать, что у тех видов рыб, которые охотятся на глубине, есть соответствующие адаптации, отсутствующие у человека.

⁹¹ Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

сосудами, окружающими глазные мышцы⁹². Артерии, приносящие холодную кровь от сердца и вен, нагреваются с помощью особого тепловыделяющего органа в одной из глазных мышц. Эти сосуды образуют частую ажурную сеть, увеличивающую теплообмен между ними. Исследования глаз, взятых у свежепойманных меч-рыб, указывают на то, что такая стратегия нагрева более чем вдесятеро улучшает способность рыбы отслеживать быстрые изменения в движениях добычи.

В отличие от меч-рыб многие акулы предпочитают охотиться в ночное время, когда уровень освещенности чрезвычайно низок. Глаза акул, в высшей степени приспособленные к жизни в их владениях, снабжены слоем отражающих клеток под названием *tapetum lucidum* (лат. «блестящий ковер»), прилегающим к сетчатке. Свет, попадающий на этот слой, отражается обратно в глаз акулы, воздействуя на сетчатку дважды и удваивая ночное зрение. Тому же эффекту обязаны «свечением глаз» кошки и другие наземные ночные бродяги. Если бы акулы бродили по суше, вы бы замечали их ночью в свете фар по желтым огням в их глазах⁹³.

Избегание хищников – не менее важная задача, чем ловля добычи. Будь то в океане, озере или ручье, рыбы пользуются самыми разнообразными зрительными приемами, чтобы держать ситуацию под контролем. Например, для тех из них, кто живет на мелководьях, нижняя сторона поверхности воды действует как зеркало. Это позволяет рыбе видеть отражение объектов, которые находятся вне зоны прямой видимости⁹⁴. Синежаберный солнечник, рыба размером с блюдце, которая живет в мелких водах озер и медленных рек Северной Америки, умеет шпионить за хищной щукой, скрывающейся за дальним краем скалы или зарослей рдеста, разглядывая ее отражение на поверхности воды. Но как аукнется, так и откликнется, и я бы предположил, что хищники также могут использовать эту технику, чтобы тайком следить за своей добычей. Думаю, это можно было бы достаточно легко изучить при их временном содержании в неволе.

Техника использования зеркала, которой пользуется синежаберный солнечник, работает лишь в спокойных водах; в таких условиях рыбы также могут достаточно хорошо видеть, что происходит над поверхностью воды, что позволяет им бросаться в стороны, когда приближается ныряющая птица. Тот факт, что волны на воде ухудшают способность различать объекты над ее поверхностью, мог бы объяснить, почему морские птицы чаще охотятся и ловят больше рыбы среди волн, чем в тихой воде. Преломляющие свойства спокойной воды также улучшают способность рыб видеть объекты на береговой линии⁹⁵. Взяв это знание на вооружение, рыбаки иной раз встают как можно дальше от края воды, чтобы добыче было еще труднее их обнаружить.

Цветные метки и сигнальные огни

Конечно, временами оказывается, что главная задача – именно стать заметнее. Коралловые рифы предоставляют разнообразные возможности для визуальных инноваций. Кораллы живут в тропических морях на небольшой глубине, где высоки температура и уровень освещенности. Свет творит волшебные вещи с цветом – этим и объясняется завораживающий калейдоскоп красок, наблюдаемый на телах рифовых рыб. И действительно, когда ученые в 2014 году обнаружили свидетельство наличия палочек и колбочек у похожего на акулу иско-

⁹² Kerstin A. Fritsches, Richard W. Brill, and Eric J. Warrant. Warm Eyes Provide Superior Vision in Swordfishes // *Current Biology* 15, no. 1 (2005). P. 55–58.

⁹³ «Бродячие акулы» существуют, но предпочитают ходить по океанскому дну, а не по суше. – Прим. автора.

⁹⁴ Sosin and Clark. Through the Fish's Eye.

⁹⁵ Ibid.

паемого существа, которое жило 300 миллионов лет назад, они предположили, что цветное зрение было изобретено под водой⁹⁶.

За целые геологические эпохи, что прошли с тех пор, рыбы приобрели некоторые зрительные способности, значительно превосходящие наши. Например, современные костистые рыбы обладают тетрахроматическим зрением⁹⁸, позволяющим им видеть большее количество оттенков цветов, чем нам. Мы – трихроматические существа⁹⁹. Это означает, что у нас в глазах имеется лишь три типа светочувствительных белков в колбочках, и наше цветовое восприятие более ограничено. Глаза рыб обладают четырьмя типами фотопигмента. Некоторые рыбы также видят свет, близкий к ультрафиолетовому (УФ) спектру, где длина электромагнитных волн света короче той, что находится в так называемом видимом спектре. Это помогает объяснить, почему от кожи примерно сотни известных видов из двадцати двух семейств рифовых рыб¹⁰⁰ отражается большое количество УФ-света. Все это заставляет меня задаться вопросом о том, когда сильнее волнуется рыба: наблюдая водолаза, чей гидрокостюм расцвечен голубыми и желтыми продольными полосками, или водолаза в однотонном черном костюме.

В 2010 году ученые сделали открытие, которое иллюстрирует ценность обладания более широким, чем у других, спектром цветов, различаемых при помощи зрения¹⁰¹. Их работа была посвящена визуальному общению помацентровых рыб – красочной и разнообразной группы обитателей рифов. Они изучили два вида – амбонского (*Pomacentrus amboinensis*) и лимонного (*Pomacentrus moluccensis*) помацентров, которые населяют одни и те же рифы на западе Тихого океана и с точки зрения человека выглядят одинаково. Амбонские помацентры яростнее всего защищают свои территории от представителей собственного вида. Но как они узнают, что нарушитель границ – не лимонный помацентр? У исследователей появилась догадка, что зрение играло в этом определенную роль. Оказывается, на мордах разных помацентров есть разные узоры, видимые только в УФ-спектре. Когда исследователи осветили их УФ-светом, проявились привлекательные узоры из точек и дугообразных линий, напоминающие отпечаток пальца, которые отличались у обоих видов едва различимым (для людей), но устойчивым образом. Рыбы, навыки распознавания у которых были протестированы в неволе, могли достоверно демонстрировать правильный выбор, тыкая ртом в изображение представителя своего вида в обмен на награду в виде пищи. Когда же исследователи использовали УФ-фильтры, чтобы убрать эту зрительную информацию, рыбы перестали справляться с испытаниями. К тому же хищники, охотящиеся на помацентров¹⁰², оказались слепыми к ультрафиолетовому свету. Поэтому система «распознавания лиц» у помацентров работает скрытно, не компрометируя камуфляж, который помогает им избегать возможности быть замеченными своими подводными врагами. Это все равно что быть единственным, кто знает, чье лицо скрывается за той привлекательной маской на балу-маскараде.

⁹⁶ Речь идет об обнаружении самых древних фоторецепторов, обеспечивающих цветное зрение у позвоночных. Однако еще более древние беспозвоночные тоже, скорее всего, обладали цветным зрением.

⁹⁷ Gengo Tanaka et al. Mineralized Rods and Cones Suggest Colour Vision in a 300 Myr – Old Fossil Fish // Nature Communications 5 (2014). P. 5920; Sumit Passary. Scientists Discover Rods and Cones in 300-Million-Year-Old Fish Eyes. What Findings Suggest // Tech Times, December 24, 2014. URL: www.techtimes.com/articles/22888/20141224/scientists-discover-rods-and-cones-in-300-million-year-old-fish-eyes-what-findings-suggest.htm

⁹⁸ Brown. Fish Intelligence.

⁹⁹ Среди людей изредка встречаются тетрахроматы, а большинство млекопитающих обходится всего двумя пигментами, то есть они – бихроматы.

¹⁰⁰ George S. Losey et al. The UV Visual World of Fishes: A Review // Journal of Fish Biology 54, no. 5 (1999). P. 921–943.

¹⁰¹ Ulrike E. Siebeck et al. A Species of Reef Fish That Uses Ultraviolet Patterns for Covert Face Recognition // Current Biology 20, no. 5 (2010). P. 407–410.

¹⁰² Ulrike E. Siebeck and N. Justin Marshall. Ocular Media Transmission of Coral Reef Fish – Can Coral Reef Fish See Ultraviolet Light? // Vision Research 41 (2001). P. 133–149.

Тела рыб обладают множеством разнообразных способов самовыражения через цвет. Помимо видовой идентификации, окраска многих рыб передает их сородичам информацию о поле, возрасте, репродуктивном состоянии и настроении. Пигментные клетки в коже содержат каротиноиды и другие вещества, которые отражают теплые цвета: желтый, оранжевый и красный. Белая окраска образуется не пассивно, путем отсутствия пигмента, а активно – при помощи света, отраженного от кристаллов мочевой кислоты в *лейкофорах* (от *leukos* – белый) и гуанина в *иридофорах* (радужные *хроматофоры*). Зеленые, синие и фиолетовые цвета формируются главным образом структурными особенностями кожи и чешуи рыб, а далее различной толщиной этих тканей. Вспомните об очень красочной «рыбе-клоуне» (представьте себе диснеевского персонажа Немо), окраска которой идентифицирует ее как особый вид анемоновых рыб (амфиприонов) и посылает другим рыбам хорошо заметный предупреждающий сигнал о том, что вряд ли стоит следовать за ней в жгучие щупальца актинии, где она живет.

Если ношение яркой одежды полезно, то способность сменять ее может быть еще полезнее. Расширяя или сокращая свои меланофоры – группы клеток, содержащих черные гранулы, – рыбы вроде цихлид и кузовков способны быстро приобретать более темную или светлую окраску¹⁰³. Некоторые рыбы, например камбалы и рыбы-свистульки, замечательным образом контролируют то, какие клетки расширяются или сокращаются, а красочные рыбы коралловых рифов особенно хорошо умеют управлять интенсивностью своей «плакатной окраски». Они могут усилить яркость, чтобы приманить потенциального брачного партнера или запугать соперника, или же приглушить ее, чтобы успокоить агрессивного конкурента или не быть обнаруженными хищником.

Я думаю, что камбалы (рыбы с мигрирующими глазами, с которыми мы познакомились выше) – чемпионы по манипуляции пигментами с целью слиться с фоном, словно хамелеоны. Вспоминаю, как в средней школе, разглядывая учебник биологии, я наткнулся на изумительную фотографию камбалы на шахматной доске в аквариуме. В течение считанных минут рыба превосходным образом воспроизвела на своей спине шахматную доску. Если взглянуть с некоторого расстояния, камбала практически исчезнет из виду. Эта способность подражать фону при помощи изменения распределения кожных пигментов – сложный и не до конца понятый процесс, который задействует зрение и гормоны. Если один из глаз камбалы поврежден или покрыт песком, у нее возникают трудности с подгонкой своей расцветки к окружению, что указывает на некоторую степень сознательного контроля со стороны камбалы, а не на механизмы, действующие на клеточном уровне.

В окружении друзей и врагов рыбы вынуждены искать компромисс между возможностями быть и не быть обнаруженными. Вблизи поверхности, в фотической зоне, видно практически все¹⁰⁴. Но с увеличением глубины степень проникновения света в воду падает экспоненциально. Быть видимыми – это, как правило, первоочередная задача для рыб¹⁰⁵, поэтому 90 % видов, живущих в сумеречной зоне на глубине между 100 и 1000 метрами, обладают органами свечения (*фотофорами*), которые служат маяками в темноте. Доля таких видов еще выше у рыб, живущих в полумоночной (батипелагической) зоне – обширной бездне на глубинах 2000 метров и более¹⁰⁶, куда совсем не проникает свет. Среди живущих здесь рыб – гоностомовые светящиеся анчоусы и знаменитые удильщики.

¹⁰³ Быстрое изменение цвета происходит за счет перераспределения пигмента внутри меланофоров, а не за счет изменения их размера.

¹⁰⁴ При условии, что вода не мутная.

¹⁰⁵ Пояснительная табличка в Смитсоновском Национальном музее естественной истории, Вашингтон, округ Колумбия, сентябрь 2012 г.

¹⁰⁶ В отечественных источниках выделяется батияль – зона глубин от 200 до 3000 м, а зону глубин свыше 3000 м называют «абиссаль». – Прим. перев.

Значительную часть света здесь производят люминесцентные бактерии, существующие в древнем симбиозе с рыбами. В обмен на стол и дом светящиеся бактерии приносят своим хозяевам значительную пользу. Если речь заходит о световом шоу, то глубоководные удильщики – настоящие эксперты в этом деле. Они испускают свет из приманки для рыбы, которая отрастает у них от головы¹⁰⁷, а у некоторых видов – также от древовидного выроста, свисающего с нижней челюсти¹⁰⁸. Светящиеся украшения увеличивают их привлекательность для потенциальной добычи¹⁰⁹, которая, словно бабочка на пламя свечи, плывет навстречу смерти в челюстях этих хищников-засадчиков. В противоположность этому внезапные вспышки света, испускаемого теми же самыми образованиями, могут использоваться для отпугивания потенциальных хищников. Огни на теле могут также создавать камуфляж, испуская слабое свечение на нижней стороне тела рыбы, делая ее менее видимой на фоне тусклого света, пробивающегося сверху. А когда рыбы хотят провести некоторое время в компании, отличительные световые узоры, создаваемые этими органами, могут помочь в распознавании других особей их собственного вида.

Сребробрюшки характеризуются специфической люминесценцией¹¹⁰. *Фотофор*, или скопление испускающих свет бактерий, который самцы несут вокруг глотки¹¹¹, светит внутрь тела в сторону особого плавательного пузыря (наполненный газом орган, помогающий регулировать плавучесть) со светоотражающим покрытием. Свет отражается от этого покрытия и выходит наружу через прозрачный участок кожи. Управляя мускульной заслонкой в стенке тела, сребробрюшка устраивает демонстрацию вспышек света. Иногда стая самцов координирует свое свечение, чтобы устроить великолепную демонстрацию, которая, как полагают ученые, представляет собой стратегию, позволяющую привлечь самок к участию в брачных играх.

Фонареглазы, одни из немногих биолюминесцентных рыб, в целом не обитающие в глубоких водах, демонстрируют более прямой подход к освещению и пользуются многофункциональными светильниками, которые состоят из полукруглых органов, расположенных прямо под глазами. Эта пара органов содержит люминесцентные бактерии, чей непрерывно испускаемый свет рыба может включать и выключать, используя мускульную шторку. Подобно сребробрюшкам, фонареглазы собираются по ночам в косяки, где их совместное свечение помогает привлекать, а также освещать добычу, состоящую из зоопланктона. Эти рыбы также пользуются светом, чтобы ускользать от хищников. Когда приближается опасность, преследуемая рыба сохраняет свечение до последнего мгновения, после чего выключает его и меняет направление движения (для чего нужна определенная смелость.) Брачные пары фонареглазов¹¹² занимают территории над рифом, и, если приближается фонареглаз, вторгшийся в их владения, самка из пары подплывает и даст вспышку света буквально в морду нарушителя, словно говоря: «Скройся с глаз!»

Эти глубоководные световые шоу устраиваются в сине-зеленом спектре, как в большинстве случаев биолюминесценции – вероятно, потому что такой свет проникает в толщу воды дальше всего. Но есть несколько групп рыб, которые нарушают цветовое правило, – в частно-

¹⁰⁷ Отсюда их название – удильщики. Обычно передняя часть спинного плавника этих рыб смещена к голове и преобразована в своеобразную «удочку» – иллиций. На конце иллиция располагается светящаяся приманка – эска.

¹⁰⁸ Так, у линофрыны (*Linophryne arborifera*), помимо обычной удочки, есть ветвистое светящееся образование на нижней челюсти.

¹⁰⁹ Norman and Greenwood. History of Fishes.

¹¹⁰ D. J. Woodland et al. A Synchronized Rhythmic Flashing Light Display by Schooling “*Leiognathus splendens*” (Leiognathidae: Perciformes) // Marine and Freshwater Research 53, no. 2 (2002). P. 159–162; Akara Sasaki et al. Field Evidence for Bioluminescent Signaling in the Pony Fish, *Leiognathus elongates* // Environmental Biology of Fishes 66 (2003). P. 307–311.

¹¹¹ У этих рыб скопление люминесцирующей ткани расположено у основания пищевода в месте его соединения с желудком.

¹¹² James G. Morin et al. Light for All Reasons: Versatility in the Behavioral Repertoire of the Flashlight Fish // Science 190 (1975). P. 74–76.

сти, стомиевые. Названные так за крупную нижнюю челюсть¹¹³, гибкий сустав которой позволяет разевать пасть очень широко¹¹⁴, эти рыбы могли бы также носить название «рыба-стоп-сигнал» (фактически один род так и называется)¹¹⁵, потому что мощный луч света, который они испускают из фотофора под каждым глазом, красного цвета¹¹⁶. Цвет достигается за счет использования особого флуоресцентного белка у некоторых видов и простого, как правило, желеобразного светофильтра поверх фотофоров у других. Естественно, эволюция позаботилась о том, чтобы стомиевые могли видеть красный цвет благодаря небольшому изменению в гене, ответственном за строение глазного пигмента.

Преимущество этого умения огромно: луч прожектора, который может видеть только тот, кто его испускает. Эти охотники океанской бездны, экипированные подобным образом, могут шпионить за другими животными, не будучи замеченными. И если другие глубоководные рыбы используют свои огни лишь время от времени, мерцая и вспыхивая, чтобы не быть обнаруженными и съеденными, стомиевые смело держат свои огни горящими все время, оставаясь невидимыми и для хищников, и для добычи, которую они безнаказанно преследуют. Это ответ глубоководных жителей на изобретение приборов ночного видения¹¹⁷.

Ты одурачен!

Вполне очевидно, что рыбы обладают разнообразным и совершенным репертуаром зрительных адаптаций. Их инструменты используются для того, чтобы усовершенствовать зрительные способности, сделать себя более или, наоборот, менее видимым, заявлять о своей видовой принадлежности, приманивать и отпугивать, а также манипулировать.

Но как рыбы воспринимают то, что видят они сами? Каково ментальное восприятие у рыбы и как его можно сравнить с нашим собственным?

Один из способов исследования этого вопроса – оценка оптических иллюзий. Если бы на животное не подействовал зрительный образ, который обманул нас, мы бы увидели, что это животное воспринимает поле зрения чисто механическим путем, как его мог бы «ощутить» робот. Однако если они попадают на иллюзии так же, как мы сами, это предполагает, что они обладают сходным с нами мысленным восприятием того, что видят.

Один из множества занимательных результатов, о которых говорится в книге «Алекс и я», трогательных мемуарах Айрин Пепперберг о тридцати годах, проведенных вместе с африканским попугаем жакко¹¹⁸, – то, что эти сообразительные птицы воспринимают оптические иллюзии так же, как и мы: они оказываются обманутыми. Смысл этого, как замечает Пепперберг, состоит в том, что попугаи *буквально видят мир так же, как и мы*.

¹¹³ Stephen R. Palumbi and Anthony R. Palumbi. The Extreme Life of the Sea. Princeton: Princeton University Press, 2014.

¹¹⁴ Stomiidae – от *stoma* – рот. По-английски эти рыбы называются *loosejaws*, дословно «болтающаяся челюсть». – Прим. перев.

¹¹⁵ Stoplight loosejaws (англ.) – малакостеусы, или мягкостеусы (род *Malacosteus*). – Прим. перев.

¹¹⁶ Красная биолюминесценция известна как минимум у представителей трех родов рыб: *Malacosteus*, *Pachystomias* и *Aristostomias*.

¹¹⁷ Это касается только глубоководных хищников, которые лучше всего видят синюю часть спектра. В то же время практически ничего достоверно не известно о том, помогает ли красный свет тем стомиевым, у которых он есть, быть незаметными для хищников.

¹¹⁸ Irene Pepperberg. Alex & Me: How a Scientist and a Parrot Uncovered a Hidden World of Animal Intelligence – and Formed a Deep Bond in the Process. N. Y.: Harper Collins, 2008. P. 202. [Рус. изд.: Пепперберг А. Алекс и я. М.: Издательский дом ЯСК, 2017.]

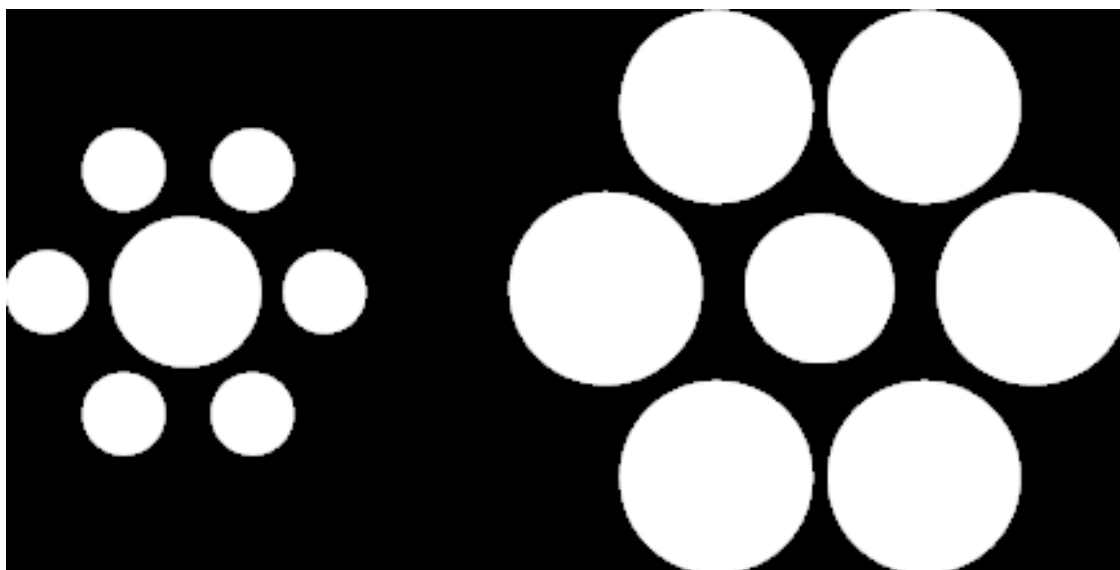


Рис. 1. Иллюзия Эббингауза

Обманывают ли рыб оптические иллюзии? Краснохвостые ксенотоки¹¹⁹ – маленькие рыбки родом из горных ручьев Мексиканского нагорья – при испытаниях в неволе научились определять больший из двух дисков, чтобы получить в награду пищу. Как только они справились с задачей, ученые предложили им иллюзию Эббингауза – два диска одинакового размера, один из которых окружен дисками большего размера, что заставляет его казаться меньше (по крайней мере, для человеческих глаз), чем другой, окруженный меньшими дисками (см. рис. 1). Ксенотоки предпочитали последний диск.

Этот результат показал ученым, что краснохвостые ксенотоки не воспринимают вещи путем простого ответа на стимулы. Вместо этого на основании собственного восприятия они формируют в уме представления, иной раз не лишенные ошибок. Подобным же образом более раннее исследование выяснило, что краснохвостые ксенотоки также поддаются обману более знакомой иллюзии Мюллера-Лайера¹²⁰, в которой две горизонтальные линии кажутся разными по длине (см. рис. 2). Обученные выбору более длинной линии, они выбрали линию, обозначенную буквой В.

¹¹⁹ Anna Sovrano, Liliana Albertazzi, and Orsola Rosa Salva. The Ebbinghaus Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*) // *Animal Cognition* 18 (2015). P. 533–542.

¹²⁰ V. A. Sovrano. Perception of the Ebbinghaus and Müller-Lyer Illusion in a Fish (*Xenotoca eiseni*). Poster presented at CogEvo 2014, the 4th Rovereto Workshop on Cognition and Evolution, Rovereto, Italy, July 7–9.

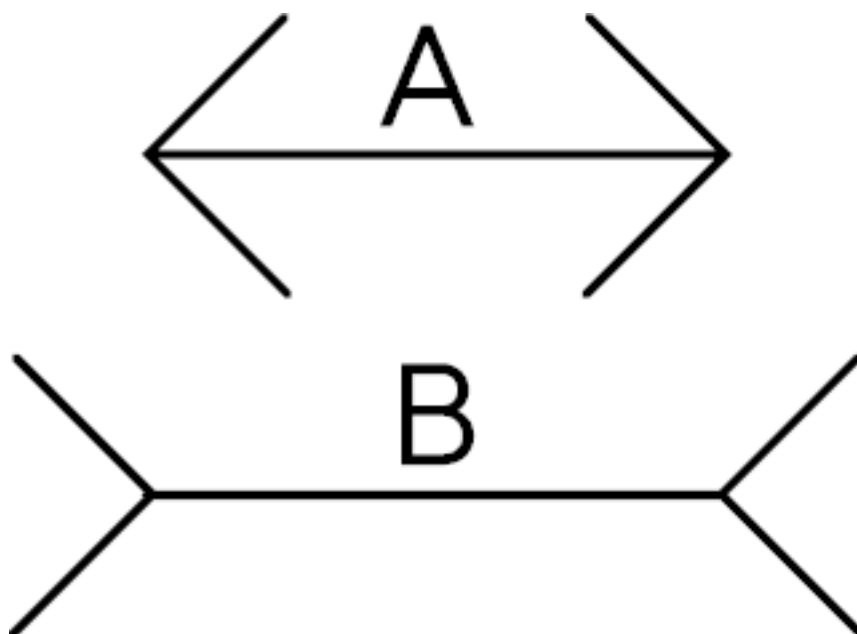
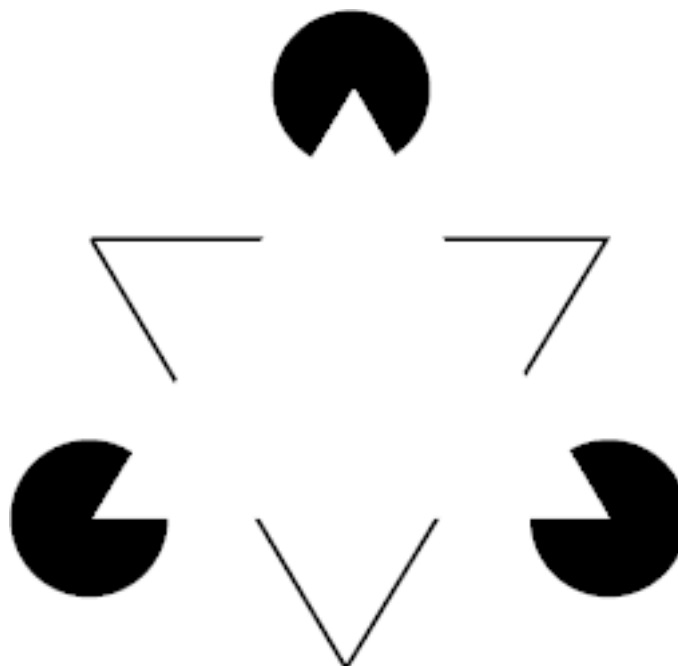


Рис. 2. Иллюзия Мюллера-Лайера

Исследования золотых рыбок и кошачьих акул¹²¹ показывают, что они также реагируют на зрительные иллюзии. Можно обучить золотых рыбок отличать черные треугольники от черных квадратов на белом фоне. Затем, если предложить им треугольник Канижа или квадрат Канижа, они воспримут треугольник и квадрат соответственно. Иллюзии Канижа были разработаны в 1950-х годах итальянским физиологом Гаэтано Канижа. Когда эти фигуры рассматривают люди, они видят белый треугольник (или белый квадрат), которого в действительности нет, непроизвольно «дорисовывая» фигуру (см. рис. 3). Так что мозги золотых рыбок делают то же самое, что и наши: завершают неполную картину.



¹²¹ O. R. Salva, V. A. Sovrano, and Giorgio Vallortigara. What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception? // *Frontiers in Neural Circuits* 8 (2014). P. 119. doi:10.3389/fncir.2014.00119.

Рис. 3. Треугольник Канижа

Тот факт, что ксенотоки, золотые рыбки и кошачьи акулы могут дополнить предложенную им картину, вовсе не заставляет полагать, что они уникальны среди рыб тем, что поддаются обману зрения. Эти виды были просто выбраны для конкретных исследований. Ксенотоки и золотые рыбки – очень дальние родственники, поэтому кажется вероятным, что оптические иллюзии одурачили бы многих других рыб. Эти виды исследовались по вполне прозаической причине: уход за ними в неволе был хорошо отработан, поэтому использовать их было удобно. Чтобы провести тщательные исследования животных, требуются время, силы и деньги. Поэтому то, что мы знаем о рыбах, – лишь крошечный срез того, что знают *они*.

В игре на выживание рыбы могут использовать зрительное восприятие других рыб, предлагая им иллюзии собственного производства. Один из способов сделать это – отвести нападение хищника в сторону от важных частей тела. По довольно очевидной причине – из-за того, что так вероятнее убить добычу, – хищники стараются атаковать ее голову. О том, что многие подводные хищники склонны метить в глаза, свидетельствует эволюция обманных глазчатых пятен у множества рыб. Примеры рыб, которые получают пользу от этого обмана, включают цихлид, щетинозубых (*Chaetodontidae*), помацентровых (*Pomacanthidae*), иглобрюхов, ильную рыбу (*Amia calva*) и целый ряд других видов рыб. Обман может быть усилен различными способами. Как и люди, рыбы с большей вероятностью заметят яркие цвета, так что эти обманные глазчатые пятна чаще всего броско выглядят, тогда как настоящий глаз на другом конце тела может быть довольно невзрачным. Узор на теле молодой императорской рыбы-ангела включает не глазчатое пятно, а «яблочко» мишени, окруженное чередующимися концентрическими кольцами белого и неоновго-голубого цвета и работающее столь же успешно; настоящий глаз при этом едва различим среди лабиринта извилистых полосок. У хищника, совершающего бросок ради убийства, не будет времени оценивать детали увиденного, и благодаря уловке с цветом жертва максимум потеряет несколько чешуек.

Дальнейшее усовершенствование – хвостовой конец тела¹²², напоминающий по форме голову рыбы. Задний конец тела рыбы каллоплеззиопса (*Callopleziops altivelis*) устроен так, что напоминает морду рыбы-попугая, а настоящий глаз фактически теряется среди созвездия белых пятен, покрывающих все тело, в том числе сами глаза. Поведенческие манипуляции могут еще больше усилить эти эффекты. Ученые наблюдали два вида рыб-бабочек, которые «переключаются» и медленно плавают задом наперед при первом же признаке неприятностей, а затем, если на них набрасывается хищник, внезапно делают резкий рывок вперед. Если они движутся достаточно быстро, хищник сможет «укусить» лишь воду. При ином исходе рыба-бабочка с большей вероятностью будет жить дальше, если потеряет кусок хвоста, а не головы.

Я нахожу довольно милым то, что рыбы поддаются обману зрения так же, как мы, и то, что их обманывают зрительные иллюзии намеченной ими добычи. Это говорит о неких особенностях ощущаемого мира иного существа, о том, что его ум должен создавать нечто не существующее на самом деле. Это предполагает способность к убеждению. Чужим убеждением и ощущением можно воспользоваться в своих интересах, и, как мы уже видели (и еще увидим дальше), рыбы пользуются широким спектром обманных приемов (зрительных и не только), чтобы повысить собственные шансы на успех.

Будучи существами, в жизни которых зрение играет огромную роль, мы можем оценить важность обладания острым зрением, какое есть у многих рыб. Из детских игр мы знаем, насколько дезориентирует игра в жмурки, и с восхищением наблюдаем за тем, как совершенно слепые люди учатся справляться с жизненными трудностями. Сомнительно, что слепая рыба прожила бы долго, даже если она населяет батимальную зону, где правят бал встроенные в тело

¹²² Desmond Morris. Animalwatching: A Field Guide to Animal Behavior. London: Jonathan Cape, 1990.

огни. Но в своей жизнедеятельности рыбы не зависят исключительно от зрения. Подобно нам самим, они приобрели в процессе эволюции и другие чувства, помогающие им удовлетворять свои жизненные потребности.

Как рыба слушает, нюхает и ощущает вкус

*Вселенная наполнена волшебными вещами, которые терпеливо
ждут, пока мы разглядим их.
Иден Филпотс¹²³*

^{0в}Вода оказывает влияние не только на зрение, но также на слух, обоняние и вкус. Вода – превосходный проводник звуковых волн; в ней они почти в пять раз длиннее, чем в воздухе, потому что звуки распространяются примерно в пять раз быстрее. Рыбы получили от этого выгоду, едва начав обзаводиться костями и плавниками; с тех пор они используют звук для ориентации и общения. Также вода – превосходная среда для распространения водорастворимых химических соединений. Хорошо подходит она и для восприятия запахов и вкусов. Рыбы обладают раздельными органами обоняния и вкуса¹²⁴, хотя различие между этими чувствами неявное¹²⁵, все вещества, с которыми имеет дело рыба, представляют собой водные растворы. Как и в случае с цветным зрением, слух, вероятно, изобрели рыбы¹²⁶. Несмотря на обычное мнение о том, что они немые¹²⁷, в действительности у них в распоряжении больше способов создания звуков, чем у любой другой группы позвоночных животных. Ни один из этих способов не включает основного приема всех прочих позвоночных – вибрации голосовых связок¹²⁸ при помощи воздуха. Рыбы могут быстро сокращать пару звуковых мышц, чтобы заставить вибрировать свой плавательный пузырь, который также служит усилителем звуков. На выбор у них есть трение зубами в челюстях¹²⁹, скрежетание дополнительными наборами зубов, находящимися в стенках глотки, потирание костями друг о друга, стрекотание жаберными крышками и даже, как мы увидим дальше, испускание воздушных пузырей из заднего прохода. Некоторые позвоночные, населяющие сушу, проявляют творческий подход к созданию звуков без участия голосового аппарата – например, дятлы барабанят по дереву, а гориллы стучат себя в грудь; но наземные дальние родственники рыб обладают лишь двумя типами голосового аппарата – нижней гортанью у птиц¹³⁰ и гортанью у всех остальных¹³¹.

Обладая столь разнообразным набором акустических приспособлений, рыбы создают настоящую симфонию звуков, особенно хорошо работая на ударных инструментах. Среди слов, которые мы применяем для их описания, – гул, свист, удары, стрекотание, скрипы, хрюканье, хлопки, карканье, пульсация, барабанный бой, стук, мурлыканье, урчание, щелчки, стон, щебетание, жужжание, рычание и лязг¹³². Звуки некоторых рыб настолько известны, что мы дали рыбам соответствующие названия: ворчуны, барабанщики, трубачи, скрипуны, рыбы-жабы, хрюкающие рыбы. Обладая ушами, эволюционировавшими для обработки колебаний

¹²³ *Eden Phillpotts*. A Shadow Passes. London: Cecil Palmer and Hayward, 1918. P. 19. Часто ошибочно приписывается У. Б. Йейтсу или Бертранию Расселу.

¹²⁴ *Helfman et al.* Diversity of Fishes. 1997; *A. O. Kasumyan and Kjell B. Døving*. Taste Preferences in Fish // *Fish and Fisheries* 4, no. 4 (2003). P. 289–347.

¹²⁵ Вкус и обоняние у рыб сильно связаны. Часто говорят про единую хемосенсорную систему с сохранением автономности.

¹²⁶ Рыбы – самые древние из позвоночных. Если говорить о беспозвоночных, то слухом обладают многие из них, в частности насекомые.

¹²⁷ *Friedrich Ladich*. Sound Production and Acoustic Communication // *The Senses of Fish: Adaptations for the Reception of Natural Stimuli*. Gerhard Von der Emde et al. (eds.). Dordrecht, Netherlands: Springer, 2004. P. 210–230.

¹²⁸ Голосовые связки характерны главным образом для птиц и млекопитающих.

¹²⁹ *Norman and Greenwood*. History of Fishes.

¹³⁰ У птиц две гортани: верхняя и нижняя.

¹³¹ Существуют и другие способы, например резонаторы у лягушек.

¹³² *Arthur A. Myrberg Jr. and M. Lugli*. Reproductive Behavior and Acoustical Interactions // *Communication in Fishes*. Vol. 1. Friedrich Ladich et al. (eds.). Enfield, NH: Science Publishers, 2006. P. 149–176.

воздуха, а не воды, мы до недавнего времени были глухи к большинству звуков, которые издавали рыбы. Лишь в прошлом веке, когда улучшилась технология обнаружения звуков под водой¹³³, список голосистых рыб начал расти.

Тем не менее в начале XX века ученые все еще полагали, что рыбы глухи. Вероятно, это предубеждение возникло в связи с тем фактом, что они лишены наружных органов слуха. С нашим антропоцентрическим взглядом на мир такой недостаток мог означать лишь одно: нет и самого слуха. Теперь мы изучили этот вопрос лучше: рыбы не нуждаются в наружных ушах благодаря несжимаемости воды, из-за чего вода является превосходным проводником звуков. Лишь заглянув внутрь рыбы, мы найдем структуры, предназначенные как для восприятия, так и для анализа звуков.

Карл фон Фриш (1886–1982)¹³⁴, австрийский биолог, известный благодаря открытию языка танца медоносных пчел, также увлеченно изучал поведение и восприятие у рыб. За несколько десятилетий до того, как стать одним из лауреатов Нобелевской премии в 1973 году за вклад в появление этологии (науки о поведении животных), фон Фриш был первым, кто продемонстрировал наличие слуха у рыб. В середине 1930-х годов он придумал в своей лаборатории простое, но остроумное исследование со слепым сомиком по имени Ксаверл. Ученый опускал кусочек мяса на конце палочки в воду рядом с глиняным укрытием, в котором Ксаверл проводил большую часть времени. Обладая превосходным обонянием, сомик вскоре появлялся из своего укрытия, чтобы схватить пищу. После нескольких дней этих рутинных занятий фон Фриш начал свистеть прямо перед тем, как дать пищу. Через шесть дней он уже мог выманить Ксаверла из его логова, просто свистнув – и таким образом доказывая, что рыба могла его слышать. Этот эксперимент и другие, последовавшие за ним, были критически важными для нашего прогресса в оценке рыбьего умельта¹³⁵.

Ксаверл принадлежал к успешной в эволюционном отношении группе под названием *Otophysi*, которая насчитывает около 8000 видов (в нее входят, среди прочих, карпы, гольяны, тетры, электрические угри и ножегалки). В процессе эволюции они приобрели специализированный слуховой аппарат – он известен как Веберов аппарат и назван по имени его исследователя, немецкого врача XIX века Эрнста Генриха Вебера. Эти косточки – ряд мелких костей, происходящих из первых четырех позвонков рыбы за черепом. Они отделились от исходных костей¹³⁶, образовав цепочку, связывающую наполненный газом плавательный пузырь с заполненными жидкостью полостями, окружающими внутреннее ухо¹³⁷. Аппарат повышает уровень слуха¹³⁸, работая как проводник и усилитель звуковых волн на манер косточек среднего уха млекопитающих¹³⁹.

По некоторым показателям слух рыб превосходит наш собственный. Большинство рыб воспринимает звуки в диапазоне от 50 до 3000 Гц, что лежит в пределах нашего собственного слухового диапазона от 20 до 20 000 Гц. Но в настоящее время тщательные исследова-

¹³³ Helfman and Collette. *Fishes: The Animal Answer Guide*.

¹³⁴ Tania Munz. The Bee Battles: Karl von Frisch, Adrian Wenner and the Honey Bee Dance Language Controversy // *Journal of the History of Biology* 38, no. 3 (2005). P. 535–570.

¹³⁵ Первое описание эксперимента фон Фриша, которое я прочитал, создавало впечатление, что сомик уже был слепым по естественным причинам, но позже я узнал, что ученый ослепил Ксаверла, удалив его глаза хирургическим путем ради эксперимента. Фон Фриш мог ощущать какую-то вину за это, потому что он дал рыбе имя и упоминал в автобиографии свои усилия, чтобы «сделать аквариум комфортным для маленького слепого друга». – *Прим. автора*.

¹³⁶ Norman and Greenwood. *History of Fishes*.

¹³⁷ Простейший Веберов аппарат (например, у сельдей) – это соприкасающиеся отростки плавательного пузыря и внутреннего уха. Более сложный (в частности, у сомовых и карповых) состоит из четырех маленьких костей, представляющих собой видоизмененные верхние дуги позвонков и преобразованное третье ребро. Он также соединяет плавательный пузырь и внутреннее ухо.

¹³⁸ Обычно рыбы, имеющие Веберов аппарат, воспринимают звук с частотой до 13 кГц, а рыбы без него – только до 2,5 кГц. Цифры, приведенные ниже автором, не вполне точны.

¹³⁹ Ibid.

ния в неволе и природной обстановке документально зафиксировали чувствительность к ультразвукам в верхнем диапазоне слуха летучей мыши: до 180 000 Гц у американского шэда и мексиканского менхэдена¹⁴⁰. Это значительно выше верхнего предела для человека¹⁴¹. Предполагается, что это может быть адаптацией к подслушиванию ультразвуков, издаваемых дельфинами, охотящимися на этих рыб.

На другом конце шкалы слуховых способностей находятся такие рыбы, как треска, окуни и камбалы, чувствительные к инфразвукам частотой около 1 Гц. Никто не знает наверняка, для чего эти рыбы приобрели в процессе эволюции способность воспринимать сверхнизкие звуки, но обширные водные биотопы, в которых они живут, дают нам одну подсказку. Вода в океанах и больших озерах не движется беспорядочно. Особенности климата всей планеты порождают течения, местные погодные условия вызывают волнение, а сила притяжения нашей Луны управляет постоянным круговоротом океанских приливов. Движущаяся вода бьется об утесы, берега, острова, рифы, береговые шельфы и другие подводные преграды. Действуя совместно, все эти силы порождают фоновый инфразвук. Биологи из Университета Осло в Норвегии полагают, что рыбы используют эту акустическую информацию, чтобы ориентироваться во время миграций. Считайте это рыбьим эквивалентом использования птицами астрономических ориентиров¹⁴². Пелагические рыбы (населяющие открытый океан) могут также обнаруживать изменения в характере волн на поверхности, вызванные наличием отдаленных участков суши и различными глубинами вод. Чувствительность к инфразвуку¹⁴³ была также отмечена у некоторых головоногих моллюсков (осьминоги, кальмары и прочие) и ракообразных¹⁴⁴: это дополнительные свидетельства пользы данного умения.

Чувствительность органов слуха рыб делает их уязвимыми к создаваемому человеком подводному шуму. Например, тонкие сенсорно-эпителиальные волосковые клетки¹⁴⁵, выстилающие внутренний орган слуха, получают серьезные повреждения из-за очень интенсивных низкочастотных звуков, производимых пневматическими пушками¹⁴⁶, которые применяются при разведке нефтяных месторождений в море. Интенсивный шум, создаваемый сейсмической разведкой с использованием пневматических пушек близ побережья Норвегии, снизил численность и уловы трески и пикши в соседних районах.

Некоторые рыбы также могут воспринимать быстрые звуковые колебания, распознавая как отдельные импульсы то, что мы слышим только как непрерывный свист. Также они искусно определяют направление, откуда поступает звук¹⁴⁷, отличая звуки впереди себя от звуков за собой, а звуки прямо над собой – от звуков под собой; это задачи для восприятия, с которыми наш мозг способен справиться хуже.

¹⁴⁰ *Alosa sapidissima* и *Brevoortia patronus* – представители сельдевых рыб. – Прим. перев.

¹⁴¹ David A. Mann, Zhongmin Lu, and Arthur N. Popper. A Clupeid Fish Can Detect Ultrasound // *Nature* 389 (1997). P. 341; D. A. Mann et al. Detection of Ultrasonic Tones and Simulated Dolphin Echolocation Clicks by a Teleost Fish, the American Shad (*Alosa sapidissima*) // *Journal of the Acoustical Society of America* 104, no. 1 (1998). P. 562–568.

¹⁴² Есть и иное обстоятельство. Перечисленные автором рыбы обитают в прибрежных районах, и возможно, что по инфразвуку они могут заранее узнавать о приближении шторма. – Прим. перев.

¹⁴³ O. Sand and H. E. Karlsen. Detection of Infrasound and Linear Acceleration in Fishes // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 355 (2000). P. 1295–1298.

¹⁴⁴ В этом ряду обязательно должны стоять медузы. Действие сконструированных человеком приборов, предсказывающих шторм, основано на использовании инфразвука, и в качестве прототипа было использовано именно «ухо» медузы. Подробнее об этом см.: Лутинецкий И. Б. Барометры природы. М.: Детская литература, 1982. – Прим. перев.

¹⁴⁵ Robert D. McCauley, Jane Fewtrell, and Arthur N. Popper. High Intensity Anthropogenic Sound Damages Fish Ears // *The Journal of the Acoustical Society of America* 113, no. 1 (2003). P. 638–642.

¹⁴⁶ Arill Engås et al. Effects of Seismic Shooting on Local Abundance and Catch Rates of Cod (*Gadus morhua*) and Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) // *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53 (1996). P. 2238–2249.

¹⁴⁷ Stéphan Reeb. *Fish Behavior in the Aquarium and in the Wild*. Ithaca, N. Y.: Comstock Publishing Associates / Cornell University Press, 2001.

99 % энергии звуков в воздухе отражается от поверхности воды, поэтому рыбы, даже если соберутся в стаю у самого берега, вряд ли услышат, скажем, группу людей, разговаривающих на пляже. Однако звуки из воздуха, переданные через твердый предмет вроде весла, стучащегося о борт лодки, легко определяются рыбами. Вот почему сидящие в лодке рыбаки учатся соблюдать тишину, а опытные рыбаки на берегу отходят на несколько метров от воды, прежде чем перейти на новое место: они знают, что рыба, за которой они пришли, может ощущать колебания, передаваемые через землю¹⁴⁸.

Проявив определенную изобретательность, мы тоже можем услышать *их*. Рыбаки на Атлантическом побережье Ганы пользуются специальным веслом¹⁴⁹. Приложив ухо к погруженному в воду веслу, опытный рыболов может услышать хрюканье и писк находящихся поблизости рыб, а вращая плоскость весла – определить их местонахождение. Острый слух рыб может также пойти на пользу рыболову, поскольку многие рыбы могут и не понять, что червяк, которого они слышат где-то впереди, к сожалению для них, извивается на крючке¹⁵⁰. Если миграции и избегание хищника – утилитарное назначение слуха у рыб, то воспроизведение звуков в большинстве случаев несет социальную функцию. Вот пример, который нам демонстрируют пираньи. Когда биологи Эрик Парментье из Льежского университета в Бельгии и Санди Миллот из Университета Алгарве в Португалии поместили гидрофоны в аквариум, где содержались пираньи, они записали самые разнообразные звуки, три из которых встречались достаточно часто, чтобы им можно было приписать возможные функции. Один из них – повторяющееся хрюканье или лай – похоже, является сигналом вызова¹⁵¹ другим особям. Другой, низкий глухой стук, обычно издается самой крупной рыбой в группе в ходе демонстрации агрессивного поведения и при стычках. Эти два звука производятся за счет вибрации (до 200 Гц) звуковых мускулов, связанных с плавательным пузырем. Третий звук возникает, когда пиранья скрежещет зубами или быстро шелкает ими в ходе преследования другой рыбы¹⁵². Такие описания вполне подходят для злобных тварей, репутацию которых имеют пираньи как свирепые пожиратели своей добычи заживо. В действительности пираньи – не только хищники, но и падальщики, не представляющие собой столь уж большую опасность для людей.

Если учесть, что рыбы пользуются звуками для общения друг с другом, могут ли они также использовать звук, чтобы общаться с нами? Я не знаю научных исследований, которые проверили бы это, но бытует много историй такого рода. Карен Ченг, специалист по компьютерной технике из Вашингтона, округ Колумбия, содержит в семидесятипятитровом аквариуме четырех спасенных золотых рыбок, и они, как она утверждает, общаются с нею во время кормления. Ближе ко времени кормления, когда Карен или ее муж находятся в комнате, но не уделяют питомцам внимания, золотые рыбки всплывают к поверхности и издают ртом громкие чмокающие звуки, а также мечутся и ударяют хвостами по стенкам аквариума явно для того, чтобы привлечь к себе внимание людей. Звуки можно услышать с противоположной стороны комнаты. Но рыбки прекращают это делать, когда кто-то приближается к аквариуму. «Похоже, что они узнают нас, – говорит Карен. – Всякий раз, когда мы подходим к аквариуму, они прерывают свою деятельность и подплывают к стеклу. Они не игнорируют людей, как аквариумные рыбы в приемной у врача».

Сара Киндрик, разработчик клинического протокола в Национальных институтах здравоохранения США, видела подобное поведение у 20-сантиметрового розовохвостого спино-

¹⁴⁸ Sosin and Clark. Through the Fish's Eye.

¹⁴⁹ Ibid. См. также: B. Konesni. Songs of the Lalaworlor: Musical Labor on Ghana's Fishing Canoes. June 14, 2008.

¹⁵⁰ Здесь также стоит вспомнить о русском способе «квочения» сома – речной сом приманивается звуками, издаваемыми приспособлением под названием «квок». – Прим. перев.

¹⁵¹ Имеются в виду так называемые фронтальные демонстрации.

¹⁵² Sandie Millot, Pierre Vandewalle, and Eric Parmentier. Sound Production in Red-Bellied Piranhas (*Pygocentrus nattereri*, Kner): An Acoustical, Behavioural and Morphofunctional Study // Journal of Experimental Biology 214 (2011). P. 3613–3618.

рога (*Melichthys vidua*), который жил у нее на протяжении примерно трех лет. Ферчбар, как Сара назвала питомца, брал ртом гальку и начинал стучать ею по стеклянной стенке своего аквариума в привычное для кормления время. Это не только пример межвидового общения у рыб, но и пример использования орудия (вскоре мы увидим еще больше последних).

Концерт ре мажор для рыб

Еще одно свидетельство острого слуха рыб – их способность различать тональные сочетания звуков, то есть мелодии. Ава Чейз, научный сотрудник Гарвардского университета¹⁵³, заинтересовалась вопросом о том, смогут ли рыбы научиться классифицировать такие сложные звуки, как музыка. Она провела эксперимент, используя трех купленных в зоомагазине карпов кои, которых назвала Бьюти, Оро и Пеппи. Чейз установила в резервуаре с рыбами хитроумный аппарат, который состоял из звуковых колонок по бокам для проигрывания звуков, кнопки ответа на дне, которую рыбы могли нажимать, лампочки, сообщавшей рыбе, что ее ответ зарегистрирован, и автоматической кормушки, подсоединенной к погруженной в воду детской соске, через которую рыба могла получить порцию гранулированного корма в случае правильного ответа. Затем она обучила рыб, подкрепляя навык кормом, тому, чтобы они реагировали на музыку определенного жанра, и не давая награды за ответ, пока колонки проигрывали музыку другого жанра. Она выяснила, что карпы кои не только оказались способными отличить записи блюза (гитара и вокал Джона Ли Хукера) от классической музыки (концерты для гобоя И.-С. Баха), но и могли обобщать эти различия, когда им представляли новых исполнителей и композиторов в каждом из жанров. Например, однажды познакомившись с блюзом Мадди Уотерса, кои признал его общность с блюзом Коко Тейлор, а музыку Бетховена сумел поставить в один ряд с произведениями Шуберта. Одна из трех рыб, Оро, обладала особенно хорошим слухом и могла различать мелодии, из которых были убраны тембровые характеристики – то есть ноты различались только по высоте, громкости и времени звучания¹⁵⁴. Чейз делает вывод: «Похоже, что [кои] могут различать полифоническую музыку [когда проигрываются несколько нот одновременно], различать мелодические рисунки и даже классифицировать музыку по художественному жанру»¹⁵⁵.

Несмотря на свои навыки знатоков музыки¹⁵⁶, ни кои, ни золотые рыбки не общаются при помощи звуков – ученые таких фактов не знают. (Пусть наблюдения Карен Ченг станут предварительным свидетельством противоположной ситуации.) Пока что остается тайной причина, по которой немая рыба обладает такими тонкими слуховыми способностями, хотя, как мы увидели ранее, способности настроиться на фоновые звуки среды обитания приносят определенную выгоду.

Способность различать тонкие (и не столь тонкие) свойства музыки любопытна сама по себе, но меня заставляет задаться вопросом другое: какое психологическое воздействие это могло бы оказать на рыбу? Оценивают ли рыбы музыку по достоинству или она просто является нейтральным стимулом?

Исследовательская группа из Афинского аграрного университета решила исследовать этот вопрос¹⁵⁷. Они распределили 240 обыкновенных карпов по двенадцати прямоугольным

¹⁵³ Ava R. Chase. Music Discriminations by Carp (*Cyprinus carpio*) // *Animal Learning and Behavior* 29, no. 4 (2001). P. 336–353.

¹⁵⁴ Способности к распознаванию музыки также проявляли и другие позвоночные, в том числе голуби, рисовки и в меньшей степени крысы (обсуждается в работе: Chase, 2001). – Прим. автора.

¹⁵⁵ Ibid. P. 352.

¹⁵⁶ Richard R. Fay. Perception of Spectrally and Temporally Complex Sounds by the Goldfish (*Carassius auratus*) // *Hearing Research* 89 (1995). P. 146–154.

¹⁵⁷ Sofronios E. Papoutsoglou et al. Common Carp (*Cyprinus carpio*) Response to Two Pieces of Music (“Eine Kleine Nachtmusik” and “Romanza”) Combined with Light Intensity, Using Recirculating Water System // *Fish Physiology and Biochemistry* 36, no.

аквариумам и случайным образом назначили им три различные формы воздействия: без музыки (контрольная группа для сравнения с группами, слушавшими музыку), Romanze: Andante Моцарта из Маленькой ночной серенады и Romanza: Jeux Interdits неизвестного автора XIX века, получившая название по ее использованию во французском фильме «Запрещенные игры» 1952 года. Продолжительность записей этих композиций составляла 6 минут 43 секунды и 2 минуты 50 секунд соответственно, и выбранные для опыта рыбы подвергались четырем часам прослушивания музыки в день в течение 106 дней. Проигрывание музыки происходило только в будние дни; как у офисных работников, у рыб были выходные (вероятно, потому что в эти дни не работали сами ученые).

Рыбы в обеих музыкальных группах росли быстрее, чем в контрольной. Эффективность кормления (прирост на единицу корма), темп роста и прибавление веса были выше для любой из двух романтических музыкальных записей, чем без них, и функционирование кишечника явно улучшилось. Когда эти рыбы подверглись воздействию шума или немзыкальных человеческих звуков, команда исследователей не обнаружила никаких изменений подобного рода.

Основная трудность при исследовании животных состоит в том, что объекты изучения не могут рассказать простым, понятным для нас языком, как они чувствуют. С имеющимися данными мы можем только гадать, нравится карпам музыка или нет. Например, скептик мог бы предположить, что рыбы быстрее выросли, пытаясь *сбежать* от непрерывного звука скрипок и гобоев. Должен сказать, что, хотя я и люблю классическую музыку, многократное прослушивание одной и той же записи отличается от моих представлений о рае для меломана. Нельзя упускать из виду и возможность того, что рост рыб был не отражением какого-то субъективного опыта, а лишь механическим ответом на физический стимул. Более раннее исследование, проведенное теми же греческими учеными, отметило благоприятный ответ (улучшение аппетита и пищеварительной функции) на прослушивание Моцарта (единственного композитора, использованного ими) золотистым спаром – видом с плохим, по сравнению с карпом, слухом. Мы также должны опасаться антропоморфизма, потому что можем не иметь оснований предполагать, что музыка, которую мы воспринимаем как приятную, будет так же восприниматься рыбой. По этой причине лучшими контрольными условиями, чем тишина, стало бы воспроизведение записи немзыкальных звуков.

Существуют исследования, проведенные век назад и говорящие о том, что пациенты-люди отмечают более глубокое расслабление и уменьшение боли при прослушивании нравящейся им музыки. Составленный в 2015 году обзор 70 клинических испытаний, охвативших более 7000 пациентов, заключил, что музыка – эффективный метод терапии до, после и даже во время хирургического вмешательства и что она снижает беспокойство у пациентов и потребность в болеутоляющих средствах¹⁵⁸. Мое мнение в этом вопросе таково: музыка – или, в более общем смысле, упорядоченные тональные звуки – может оказывать глубокое и благотворное влияние на организм человека. Вследствие этого способность ощущать музыку может быть широко распространена в природе.

Когда я расспросил одного из авторов греческих исследований, биолога Нафсику Каракацули, она выразила неуверенность в том, что карпы наслаждаются музыкой: «Я нисколько не убеждена, что музыка может оказывать существенное положительное влияние на рыбу¹⁵⁹. Под водой же нет никакой музыки! Есть, однако, множество других звуков естественного происхождения, более уместных для живущих под водой рыб; они могут иметь какое-то значение для них и, возможно, дали бы лучшие результаты. Тем не менее некоторые из видов рыб, которые мы исследовали, особенно карп, вид с превосходными слуховыми способностями, чувствовали

3 (2009). P. 539–554.

¹⁵⁸ Jenny Hole et al. Music as an Aid for Postoperative Recovery in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis // Lancet 386 (2015). P. 1659–1671.

¹⁵⁹ Каракацули, личное сообщение, июнь 2015 г.

себя лучше, когда проигрывалась музыка». Караканули соглашается с тем, что лучшим подходом было бы посмотреть, станут ли карпы выбирать для себя обстановку с музыкой или без нее.

В звуках, которые издают сельди, нет ничего музыкального, но их инновационный метод мог бы гарантировать рыбе получение премии «Грэмми». Одна из статей описывает первый пример того, что вполне можно было бы назвать «кишечно-газовым общением»¹⁶⁰. И тихоокеанские, и атлантические сельди «пускают ветры», выделяя пузырьки газов из области заднего прохода и создавая характерные всплески импульсов или то, что команда исследователей игриво назвала «барабанными звуками динамического характера» (БЗДХ)¹⁶¹. Цикл БЗДХ может длиться до семи секунд. Попробуйте повторить! Газ, вероятно, образуется в кишечнике или в плавательном пузыре. Пока неясно, какова роль этих звуков в обществе сельдей, но, поскольку уровень издаваемых таким образом звуков в пересчете на одну особь выше в более плотных стаях сельди, подозревается наличие у БЗДХ социальной функции. В пользу того, что сельди хоть когда-нибудь извиняются за это, доводов пока что нет. Стоит сказать, что БЗДХ сельди – удачный повод перейти к их обонянию. Так что давайте оценим их обоняние и вкус.

Хороший (нюх на) запах

Вы можете подумать, что дохлая рыба скорее заставит принюхиваться нас самих, однако живые рыбы обладают превосходным обонянием. Они используют химические ориентиры (мы как раз и называем их «запахами») для поиска пищи, обнаружения брачных партнеров, распознавания опасности и поиска родного дома¹⁶². Запахи оказываются особенно полезными в тех водных биотопах, где мутная вода не позволяет полагаться на зрение. Некоторые рыбы могут распознавать иных особей своего собственного вида исключительно по запаху. Например, колюшки пользуются обонянием, чтобы распознавать брачных партнеров своего вида в местах, где при иных обстоятельствах соседство с другим видом колюшек могло бы представлять риск ошибочных скрещиваний¹⁶³.

Степень сложности органов обоняния у рыб очень различна, но базовый тип их устройства одинаков для всех костных рыб (около 30 000 видов, которые не входят в группу, включающую акул и скатов). В отличие от соответствующих органов других позвоночных, ноздри рыб не совмещают функции органов обоняния и отверстий для дыхания; они используются исключительно для распознавания запахов¹⁶⁴. Каждая ноздря снабжена слоем специализированных клеток, составляющих обонятельный эпителий, который уложен складками, чтобы сэкономить место, образуя обонятельную розетку. Некоторые рыбы расширяют и сокращают свои ноздри¹⁶⁵, и тысячи крошечных ресничек последовательно пульсируют, чтобы нагнетать воду в этот орган чувств и изгонять ее наружу¹⁶⁶. Сигналы от эпителия посылаются в обонятельные луковицы в передней части мозга¹⁶⁷.

¹⁶⁰ Ben Wilson, Robert S. Batty, and Lawrence M. Dill. Pacific and Atlantic Herring Produce Burst Pulse Sounds // Proceedings of the Royal Society of London, B: Biological Sciences 271, supplement 3 (2004). P. S95–S97.

¹⁶¹ Здесь игра слов: в оригинале явление названо Fast Repetitive Ticks (FRTs), что созвучно с английским словом *fart*, в обиходе обозначающим ровно то же самое явление у человека. – Прим. перев.

¹⁶² Wilson et al. Herring Produce Burst Pulse Sounds.

¹⁶³ Nicole E. Rafferty and Janette Wenrick Boughman. Olfactory Mate Recognition in a Sympatric Species Pair of Three-Spined Sticklebacks // Behavioral Ecology 17, no. 6 (2006). P. 965–970.

¹⁶⁴ Norman and Greenwood. History of Fishes.

¹⁶⁵ Sosin and Clark. Through the Fish's Eye.

¹⁶⁶ У многих рыб каждая ноздря разделена на два отверстия. Через одно вода поступает в обонятельный мешок, а через другое выходит из него.

¹⁶⁷ Toshiaki J. Hara. Olfaction in Fish // Progress in Neurobiology 5, part 4 (1975). P. 271–335.

Обоняние чрезвычайно полезно для некоторых рыб, что доказывает их легендарная чувствительность. Нерка может почувствовать вытяжку из креветок¹⁶⁸, растворенную в воде в пропорции 1:100 000 000 (пять чайных ложек на плавательный бассейн олимпийских размеров). Другой лосось может обнаруживать запах тюленя или морского льва, присутствующий в воде в соотношении 1:80 000 000 000, что представляет собой две трети капли в таком же водоеме. Обоняние акулы примерно в 10 000 раз лучше нашего. Но чемпион по остроте нюха среди всех рыб, насколько мы знаем, – американский угорь, который может обнаружить эквивалент менее чем одной десятиллионной части капли воды из родных мест в олимпийском бассейне. Как и лососи, угри совершают долгие миграции, возвращаясь в строго определенные места нереста, и, чтобы добраться туда, следуют за малейшими изменениями концентрации запаха.

Одно из самых полезных приспособлений у рыб – выработка «вещества тревоги» в присутствии опасности вроде хищной рыбы или рыбака с гарпуном. Здесь стоит снова воздать должное Карлу фон Фришу за обнаружение еще одного явления в мире чувств рыб¹⁶⁹. Случайно поранив одного из гольянов, содержащихся в неволе, ученый заметил, что другие рыбы в сосуде начали метаться туда-сюда и замирать на месте: это классическая форма поведения избегания хищника. Эксперименты фон Фриша и других исследователей показывали, что раненые гольяны (а также другие виды рыб) выделяют феромон¹⁷⁰ – химическое вещество, которое вызывает общий ответ других представителей того же вида. Этот особый феромон вызывает реакцию возбуждения у гольянов. Фон Фриш применил для этих феромонов термин *schreckstoff* (что переводится буквально как «вещество страха»).

Клетки, высвобождающие феромоны, расположены в коже и настолько легко разрушаются, что разрываются и выпускают это вещество, если рыбу положить на мокрую бумагу. Это очень сильное вещество¹⁷¹: тысячной доли миллиграмма измельченной кожи достаточно, чтобы вызвать реакцию испуга у другой рыбы в аквариуме объемом 16,8 литра. Это все равно, что раскрошить кусочек зефира на 20 миллионов частей, бросить одну часть (если вы еще сумеете ее разглядеть) в полную воды раковину, а затем попробовать ощутить сладкий вкус. Феромоны, очевидно, возникли в процессе эволюции достаточно давно¹⁷², потому что они вырабатываются у представителей разных семейств костных рыб.

Будучи легкодоступным сигналом, феромон действует наподобие пожарной сигнализации, и им могут пользоваться другие рыбы, оказавшиеся рядом, в том числе представители иных видов, которые также способны его распознавать. Подходящий пример – черные толстоголовы¹⁷³. Почувяв запах фекалий щуки¹⁷⁴, которые ранее поедали других черных толстоголовов или ручьевых колюшек (оба этих вида вырабатывают в коже «вещество страха»), они немедленно бросаются в укромные места или сбиваются в плотные стаи. Но если щуки питались только меченосцами, которые не вырабатывают феромон, толстоголовы не проявляют никаких признаков страха. Таким образом, толстоголовы реагируют не на запах щуки. Вместо этого они обнаруживают и реагируют на феромон жертв щуки. Вероятно, именно из-за обонятель-

¹⁶⁸ Sosin and Clark. Through the Fish's Eye.

¹⁶⁹ Karl von Frisch. The Sense of Hearing in Fish // Nature 141 (1938). P. 8–11; Über einen Schreckstoff der Fischhaut und seine biologische Bedeutung // Zeitschrift für vergleichende Physiologie 29, no. 1 (1942). P. 46–145.

¹⁷⁰ Существуют различные феромоны с разным действием. Феромоны тревоги иногда называют торибонами.

¹⁷¹ Reeb. Fish Behavior.

¹⁷² R. Jan F. Smith. Alarm Signals in Fishes // Reviews in Fish Biology and Fisheries 2, 1992. P. 33–63; Wolfgang Pfeiffer. The Distribution of Fright Reaction and Alarm Substance Cells in Fishes // Copeia 1977, no. 4 (1977). P. 653–665.

¹⁷³ *Pimephales promelas* – рыба семейства карповых, родом из Северной Америки. – Прим. перев.

¹⁷⁴ Grant E. Brown, Douglas P. Chivers, and R. Jan F. Smith. Fathead Minnows Avoid Conspecific and Heterospecific Alarm Pheromones in the Faeces of Northern Pike // Journal of Fish Biology 47, no. 3 (1995). P. 387–393.; Effects of Diet on Localized Defecation by Northern Pike, *Esox lucius* // Journal of Chemical Ecology 22, no. 3 (1996). P. 467–475.

ных способностей рыб вроде толстоголовов шуки стараются не опорожнять кишечник в своих охотничьих угодьях¹⁷⁵.

Реакция на *schreckstoff* иллюстрирует умение рыб улавливать самые незначительные сигналы из растворенных в воде химических веществ. Но феромон – это не единственный способ обнаружить врага рыбы по запаху. Есть и старый добрый способ – простое распознавание запаха хищника. Молодые лимонные акулы реагируют на запах американских крокодилов, которые иногда охотятся на них¹⁷⁶. Если же вы – атлантический лосось, то ваша реакция на хищника зависит от того, что он съел. В исследовании, проведенном в Университете в Суонси, Уэльс, молодым лососям, никогда не встречавшимся с хищником, предложили воду, содержащую следы экскрементов одного из их естественных врагов – европейской выдры. Лососи демонстрировали ответную реакцию страха, только если выдра пообедала лососем. В таких случаях они уплывали из области запаха, затем неподвижно замирали, а их дыхание учащалось. Лососи, подвергшиеся воздействию чистой воды или экскрементов выдр, кормленных не лососем, не проявляли беспокойства. Ученые пришли к заключению, что атлантические лососи явно не обладают врожденной способностью распознавать выдр как угрозу: они воспринимают животное как опасность, только если лосось входит в его меню. Этот способ обнаружения хищника работает хорошо, потому что не требует изучения запахов различных хищников. Вместо этого можно просто научиться распознавать тех, кто поедает твоих сородичей¹⁷⁷.

Если у избегания хищников и найдется соперник в игре на выживание, то один из вариантов – поиск брачного партнера. Было обнаружено, что запахи играют важную роль в сексуальной привлекательности у человека; точно так же половые феромоны возбуждают рыб. Прежде всего они помогают рыбам выяснить, кто еще находится в состоянии готовности к нересту. Рыбы обладают способностью ощущать очень слабые сексуальные сигналы и выгодно пользоваться этим. Эксперименты, проводившиеся с 1950-х годов, показали, что самцы бычка *Bathygobius soporator* начинают свои брачные демонстрации, если в их аквариум добавить воду из другого аквариума, в котором содержится готовая к размножению самка этого вида¹⁷⁸. Более поздние исследования показывают, что самки могут быть не менее восприимчивыми или активными в брачных играх. Самки одного из видов меченосцев (*Xiphophorus birchmanni*) из Мексики умеют отличать друг от друга запахи хорошо питающихся и живущих впроголодь самцов своего вида – 5–7-сантиметровых жителей быстрых тропических рек¹⁷⁹, – и вы, вероятно, можете догадаться, кого из них они предпочитают: при прочих равных условиях хорошо откормленная рыба накопила больше ресурсов, что делает ее лучшим донором спермы. Самки меченосцев не различают запах хорошо питающихся и голодных самок, и это дает основание предполагать, что они реагируют на мужские половые феромоны, а не просто на выделения, связанные с пищей.

Пока что мы исследовали системы органов чувств рыб по отдельности, но они не должны работать отдельно друг от друга. Самцы глубоководных удильщиков иллюстрируют взаимодействие органов чувств¹⁸⁰. Они обладают самыми большими ноздрями относительно разме-

¹⁷⁵ Brown, Chivers, and Smith. Localized Defecation by Pike: A Response to Labelling by Cyprinid Alarm Pheromone? // Behavioral Ecology and Sociobiology 36 (1995). P. 105–110.

¹⁷⁶ Robert E. Hueter et al. Sensory Biology of Elasmobranchs // Biology of Sharks and Their Relatives. Jeffrey C. Carrier, John A. Musick, and Michael R. Heithaus (eds.). Boca Raton, FL: CRC Press, 2004.

¹⁷⁷ Laura Jayne Roberts and Carlos Garcia de Leaniz. Something Smells Fishy: Predator-Naïve Salmon Use Diet Cues, Not Kairomones, to Recognize a Sympatric Mammalian Predator // Animal Behaviour 82, no. 4 (2011). P. 619–625.

¹⁷⁸ W. N. Tavalga. Visual, Chemical and Sound Stimuli as Cues in the Sex Discriminatory Behaviour of the Gobiid Fish *Bathygobius soporator* // Zoologica 41 (1956). P. 49–64.

¹⁷⁹ Heidi S. Fisher and Gil G. Rosenthal. Female Swordtail Fish Use Chemical Cues to Select Well-Fed Mates // Animal Behaviour 72 (2006). P. 721–725.

¹⁸⁰ Theodore W. Pietsch. Oceanic Anglerfishes: Extraordinary Diversity in the Deep Sea. Berkeley, CA: University of California Press, 2009.

ров головы среди всех животных на Земле, если верить Тэду Питчу, ведущему мировому специалисту по рыбам-удильщикам. Его книга «Океанские удильщики» (Oceanic Anglerfishes) – удивительно подробный и щедро иллюстрированный источник всего, что в настоящее время известно об этих причудливых рыбах.

У самца удильщика развито не только обоняние¹⁸¹; зрение ему под стать, и Питч полагает, что эти два чувства, обоняние и зрение, работают в тандеме, чтобы помочь самцам разыскивать самок в темных глубинах. Самка выделяет видоспецифичный феромон, и прекрасное обоняние самца помогает направить его в сторону соответствующего его виду аромата. Это важная задача, потому что существует не менее 162 известных видов удильщиков, бороздящих самый большой в мире биотоп, и вряд ли кто пожелает спариваться с представителем другого вида. Когда самец удильщика подбирается достаточно близко к самке, он может убедиться, что она принадлежит к его виду, по особенностям света, который она испускает при помощи светящихся бактерий, живущих в том числе в ее нитевидной приманке. Можно даже представить себе время в далеком прошлом, когда бог глубоководных удильщиков провозгласил: «Да будет свет!» – и из процесса обнаружения брачного партнера исчезла львиная доля блуждающий наугад. Последнее замечание, касающееся обонятельного поведения рыб: консервативно настроенная научная общественность в своей массе полагала, что выделение рыбами химических веществ для общения происходит пассивно и не находится под сознательным контролем, поскольку они лишены наружных запаховых желез или поведения, связанного с оставлением запаховых меток. Это довольно шаткое предположение. Взгляните на проведенное в 2011 году учеными исследование наших приятелей – меченосцев¹⁸². В их биотопах, отличающихся быстрым течением, самцы используют как минимум две тактики, чтобы заставить самок уловить их феромоны: (1) выпускают мочу чаще, когда ощущают внимание со стороны самок, и (2) во время ухаживания располагаются чуть выше по течению относительно самки.

Как бы то ни было, это подразумевает, что в дополнение к возможности определить готовность самца к размножению по запаху, самки меченосцев могут также ощутить его на вкус. А что еще могла бы продегустировать рыба?

Рыбы с хорошим вкусом

У рыб вкус используется главным образом для распознавания пищи. Как и у всех прочих крупных групп позвоночных – земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, – важнейшими органами вкуса являются вкусовые почки¹⁸³¹⁸⁴. Также рыбы демонстрируют самые разнообразные типы зубов (всего их восемь)¹⁸⁵, среди которых резцы для откусывания, клыки для прокалывания, коренные зубы для размола, уплощенные треугольные зубы для резания и зубы, слившиеся в клювы для соскребания морских водорослей с кораллов.

Как и у нас, у рыб есть языки и вкусовые рецепторы, связанные со специализированными нервами, которые передают сигналы о вкусе в мозг. Неудивительно, что значительная часть вкусовых почек у рыб располагается во рту и в глотке. Но из-за того что рыбы в прямом смысле погружены в среду, которую они обоняют и пробуют на вкус¹⁸⁶, у многих из них также есть вкусовые почки на других частях тела, чаще всего на губах и рыле. Также вкусовых

¹⁸¹ Ibid.

¹⁸² Gil G. Rosenthal et al. Tactical Release of a Sexually-Selected Pheromone in a Swordtail Fish // PLoS ONE 6, no. 2 (2011). P. e16994. doi:10.1371/journal.pone.0016994.

¹⁸³ Автор ссылается на обзор, соавтором которого выступил один из крупнейших специалистов по физиологии вкуса у рыб, профессор МГУ А. О. Касумян.

¹⁸⁴ Превосходный обзор вкусовых предпочтений у рыб можно найти здесь: Kasumyan and Døving. Taste Preferences in Fish.

¹⁸⁵ Согласно одной из нескольких возможных классификаций.

¹⁸⁶ McFarland. Oxford Companion to Animal Behavior; Sosin and Clark. Through the Fish's Eye.

почек у рыб больше, чем у многих других животных. Например, на теле 30-сантиметрового канального сомика, в том числе на плавниках, около 680 000 вкусовых почек¹⁸⁷ – это примерно в 100 раз больше, чем у человека. Эти и другие рыбы мутных вод прокладывают себе путь на окружающей местности на вкус¹⁸⁸. (Как я ни старался, я не смог представить себе, какие ощущения я испытывал бы, если бы все мое тело могло работать как язык, но практически уверен, что захотел бы наличия кнопки «выключить».) Пещерные рыбы также получают выгоду от обилия вкусовых почек, которые обеспечивают им высокоточную систему распознавания вкусов, помогающую обнаруживать пищу в темноте¹⁸⁹. Многие из рыб, кормящихся на дне, в том числе сомы, осетры и карпы, обладают усами – тонкими чувствительными выростами, которые обычно расположены вокруг рта и служат органами вкуса¹⁹⁰.

Если вам все же интересно, для чего рыбам нужно чувство вкуса, то, в общем, для того же, что и нам. У рыб есть свои предпочтения в пище, которые могут отличаться у разных видов и даже у разных особей. Рыбе может потребоваться какое-то время, чтобы определить съедобность пищи; если вы наблюдали за рыбами в аквариумах, то могли видеть, как они иногда по нескольку раз хватают кусочек пищи в рот, выплевывают его и снова схватывают, и только потом либо глотают его, либо отвергают. Общие вкусовые предпочтения в рамках одного вида рыб и внутри различных популяций одного и того же вида в целом меняются не так сильно, как в случае этнических или других групп у людей. Но это же самое может не оказаться справедливым для индивидуальных предпочтений. В нашем случае просто подумайте о брюссельской капусте, о предпочтении острого или нежного вкуса, о головокружительном множестве вариаций на тему чашки кофе в наши дни. Исследования радужной форели и карпа установили, что привередливые едоки среди них – не редкость.

Реакция рыб на неприятные вкусы напоминает нашу собственную. Точно так же, как мы быстро выплевываем еду (настолько изящно, насколько это возможно, если все происходит в общественном месте), если вдруг откусили кусок плода или мяса, неожиданно оказавшийся гнилым, европейский морской язык выражает свое отвращение к пище, решительно разворачиваясь и быстро уплывая от нее прочь, и при этом трясет головой в разные стороны. Стефан Рибс, автор книги «Поведение рыб в аквариуме и в природе» (*Fish Behavior in the Aquarium and in the Wild*), описывает реакцию рыбы на вкус головастика жабы (особенно неприятный), когда она попробовала их в своей родной обстановке: «Стоит сказать, что лишь очень голодный большеротый окунь, не имея иного выбора, унижится до того, чтобы есть головастика жабы. Но если реакция других рыб, которые по ошибке берут головастика в рот, ничем не примечательна, то он яростно трясет головой, и вы почти можете увидеть гримасу отвращения на его морде – включение головастика в меню оказывается не таким уж приятным кулинарным опытом для рыбы»¹⁹¹.

Жизнь в относительно плотной водной среде не только накладывает некоторые ограничения, но и предоставляет рыбам возможность ощущать то, что недоступно обитающим на суше животным. Можете ли вы представить себе разговор с соседом с использованием электрических импульсов? В следующей части книги мы выйдем за рамки основных чувств и познакомимся с несколько менее привычными нам способами, которые используют рыбы, чтобы ощущать свое окружение.

¹⁸⁷ Thomas E. Finger et al. Postlarval Growth of the Peripheral Gustatory System in the Channel Catfish, *Ictalurus punctatus* // The Journal of Comparative Neurology 314, no. 1 (1991). P. 55–66.

¹⁸⁸ Здесь можно упомянуть и ориентирование по запаху. Собственно, кроме зрения, большинство других систем в мутной воде работают.

¹⁸⁹ Yoshiyuki Yamamoto. Cavefish // Current Biology 14, no. 22 (2004). P. R943.

¹⁹⁰ Norman and Greenwood. History of Fishes.

¹⁹¹ Reefs. Fish Behavior. P. 86.

Навигация и осязание

*Для жаждущей плоти довольно малейшего контакта, чтобы
возникло электричество.
Уоллес Стегнер¹⁹²*

⁹Рыбы, как правило, должны оставаться в движении, чтобы удовлетворять свои потребности, и оказываться в определенных местах в определенное время, если собираются и дальше успешно продолжать жить и производить на свет еще больше рыб. Как и мы сами, в разное время дня часть рыб возвращается в одни и те же места вроде кормовых участков, укрытий, мест для сна и станций очистки. В определенное время года они возвращаются в места брачных игр, на нерестилища и гнездовые участки. Проживая в сложной объемной среде обитания, рыбы сталкиваются с пространственной обстановкой, заставляющей мозг работать.

Рыбы – превосходные навигаторы; они используют самые разнообразные методы прокладки пути следования как на малых, так и на больших дистанциях. Слепые пещерные рыбы живут в относительно маленьких пещерных биотопах, но большинство их обитает в полной темноте, поэтому для них особенно важно наличие хороших навигационных способностей. Эти маленькие рыбки могут запоминать последовательный порядок чередования ориентиров на пути к месту назначения, ощущая завихрения воды, отражающейся от подводных препятствий. Меч-рыбы, рыбы-попугаи и лосось нерка пользуются солнечным компасом, соотнося направление своего движения с углом к солнцу¹⁹³. Однако другие рыбы могут производить счисление пути¹⁹⁴ – они совершают многочисленные исследовательские вылазки по извилистым маршрутам из исходной точки, а затем возвращаются домой по прямой.

Навигационные достижения лососей уже вошли в легенду. Способность к возвращению на нерест в родные ручьи после нескольких лет в открытом океане возводит этих анадромных (то есть живущих большую часть времени в море и мигрирующих на нерест в пресные воды) рыб в число обладателей одной из самых лучших встроенных систем глобального позиционирования в природе. Насколько нам известно, для полноценной работы эта система задействует по крайней мере два, а то и три сенсорных инструмента: геомагнитное чувство, обоняние и, возможно, зрение.

Подобно акулам, угрям и тунцам, эти рыбы, путешествующие на большие расстояния, ориентируются по магнитному полю Земли. У некоторых рыб существуют специальные магниторецепторные клетки, содержащие микроскопические кристаллы магнетита и действующие как стрелки компаса. Выделяя клетки обонятельного эпителия радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) (очень близких родственников лососей) и помещая их во вращающееся магнитное поле, команда исследователей из Германии, Франции и Малайзии обнаружила, что поворачиваются сами клетки¹⁹⁵. Частицы магнетита прочно прикреплены к оболочке клетки, и, постоянно выстраиваясь вдоль линий магнитного поля, эти частицы порождают крутящий момент на мембране клетки, когда лосось изменяет направление движения. Этот крутящий момент должен передаваться на те или иные чувствительные к напряжению преобразователи, потому что свидетельства указывают на то, что лососи могут его ощущать.

¹⁹² Wallace Stegner. *Angle of Repose*. N. Y.: Doubleday, 1971.

¹⁹³ Helfman et al. *Diversity of Fishes*. 2009.

¹⁹⁴ Victoria A. Braithwaite and Theresa Burt De Perera. Short-Range Orientation in Fish: How Fish Map Space // *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39, no. 1 (2006). P. 37–47.

¹⁹⁵ Stephan H. K. Eder et al. Magnetic Characterization of Isolated Candidate Vertebrate Magnetoreceptor Cells // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109 (2012). P. 12022–12027.

Также лососи пользуются своим потрясающим обонянием. Двигаясь вниз по течению в сторону океана, молодые лососи «записывают» химические показатели воды по пути следования. Годы спустя они вновь проделывают свой путь¹⁹⁶, следуя за отличительной «запаховой меткой» родной реки¹⁹⁷, словно идут по своему следу в обратном направлении. Лишенные обоняния лососи, ноздри которых биологи заткнули в целях эксперимента, чтобы лишить их способности ощущать запахи, оказались в случайных реках, тогда как рыбы, не подвергшиеся надругательству, вернулись на нерест в родные реки¹⁹⁸.

В менее остром эксперименте та же самая исследовательская команда во главе с покойным ныне Артуром Хаслером из Висконсинского университета разделила группу молодых кижучей на две подгруппы, каждая из которых подвергалась воздействию одного из двух различных, безвредных, но пахучих химических соединений – морфолина и фенилэтилового спирта (ФЭС)¹⁹⁹. По окончании периода воздействия лососи из обеих групп были выпущены вместе прямо в озеро Мичиган. Полтора года спустя, во время нерестовой миграции лососей исследователи капнули морфолин в одну реку, а ФЭС – в другую, расположенную на расстоянии 8 километров от первой. Почти все вновь пойманные лососи в реке с запахом морфолина были из «морфолиновой группы», и почти все их сородичи из «группы ФЭС» направились во вторую реку.

Может ли лосось также пользоваться зрением²⁰⁰, чтобы помочь себе ориентироваться? Японская команда исследователей стремилась выяснить это в ходе исследования, включавшего выпуск в океан и повторный отлов нерки. Ученые ослепили перед выпуском некоторое количество рыб, вводя в их глаза углеродистый краситель и кукурузное масло. В ходе повторного отлова через пять дней оказалось, что в родной реке было поймано лишь 25 % этих лососей по сравнению с 40 % в случае рыб из контрольной группы. Авторы предположили, что эти рыбы все же пользуются зрением, чтобы добраться до входа в родную реку, но я нахожу данный результат неубедительным. Я подозреваю, что боль, страдание и последующая дезориентация, вызванные ослеплением лосося при введении чужеродных веществ, могли бы объяснить их меньший успех в поиске дороги домой. Чтобы лучше проконтролировать это, следовало бы ввести некоторым лососям сходное количество раствора, который не вызывает слепоту. Но я этого не рекомендую.

Датчики давления

Рыбы не только способны самостоятельно прокладывать свой путь; у них есть и другая система ориентации, которая позволяет им точно отслеживать движения соседей. Подобно стайным птицам, которые пользуются зрением и легко запускаемыми рефлексам для координации направления полета со своими соседями, большие стаи рыб могут менять направление движения на первый взгляд как единое целое, словно подчиняясь некоторому внутреннему

¹⁹⁶ Andrew H. Dittman and Thomas P. Quinn. Homing in Pacific Salmon: Mechanisms and Ecological Basis // Journal of Experimental Biology 199 (1996). P. 83–91.

¹⁹⁷ В отечественной науке используется выражение «запах родной реки». О том, что именно становится ориентиром для обоняния лососей, до сих пор продолжаются дискуссии.

¹⁹⁸ В основе миграций рыб лежит сложный комплекс различных явлений. Одним из крупнейших специалистов в этой области является академик Д. С. Павлов.

¹⁹⁹ Arthur D. Hasler and Allan T. Scholz. Olfactory Imprinting and Homing in Salmon: Investigations into the Mechanism of the Homing Process. Berlin: Springer-Verlag, 1983.

²⁰⁰ Hiroshi Ueda et al. Lacustrine Sockeye Salmon Return Straight to Their Natal Area from Open Water Using Both Visual and Olfactory Cues // Chemical Senses 23 (1998). P. 207–212.

знанию о решении всех остальных особей. Неясно, кто запускает все это и не начинается ли цепная реакция со случайной особи, делающей первое движение²⁰¹.

Некоторые натуралисты прошлого приписывали это поведение форме телепатии, но анализ последовательности движений, зафиксированной методом замедленной съемки, дает нам весьма прозаичное объяснение: мельчайшие задержки в распространении движения по стае показывают, что рыбы реагируют на движения друг друга. Их сенсорные системы работают с такой малой задержкой по времени, что создается впечатление, будто они все меняют направление как единое целое.

В дневное время острое зрение помогает стайным рыбам двигаться синхронно, как птицы. Но в отличие от птиц (или от людей, которые решатся попробовать) они продолжают двигаться как единое целое даже в темноте. Как же им это удастся? Это происходит благодаря так называемой боковой линии, образованной специализированными чешуями, которые тянутся вдоль боков рыб. Боковая линия обычно заметна как тонкая темная линия, потому что в каждой чешуйке имеется углубление, создающее тень²⁰². Углубление наполнено нейромастами – группами чувствительных клеток, каждая из которых снабжена похожим на волосок выростом, заключенным в крохотную гелевую капсулу²⁰³. Изменения давления и турбулентности воды, в том числе волны, образующиеся при движении самой рыбы и отраженные от окружающих объектов, приводят к отклонениям волосков нейроматов, которые вызывают появление нервных импульсов, поступающих в мозг рыбы. Поэтому боковая линия действует подобно системе гидролокаторов и особенно полезна ночью и в мутных водах.

Благодаря боковой линии рыбы, плавающие близко друг к другу, фактически находятся в физическом контакте²⁰⁴; передача сигналов между ними сопоставима с передачей визуальной информации²⁰⁵ и вызывает формирование гидродинамических образов. Именно способность формировать последние позволяет слепым пещерным рыбам обнаруживать неподвижные объекты вроде камней и кораллов по искажению обычно симметричного фонового потока, который окружает рыбу в открытой воде. Слепые пещерные рыбы способны создавать когнитивные карты²⁰⁶ – это навык, очень полезный для плавания существ, лишенных приспособлений для зрительной ориентации.

В настоящее время известно, что латерализация²⁰⁷ мозговых функций широко распространена среди рыб, и эти умные маленькие рыбки также используют свою боковую линию несимметрично, сталкиваясь с незнакомыми предметами. Когда в аквариуме у середины одной из стенок поместили новый пластмассовый ориентир, слепые пещерные рыбы предпочитали проплывать мимо него, задействуя боковую линию на правой стороне тела. Это предпочтение исчезло через несколько часов, когда рыбы познакомились с новым ориентиром и потому чувствовали себя комфортно. Поскольку зрительная система и боковая линия работают у рыб

²⁰¹ Для рыб характерна эквипотенциальная стая, то есть стая без выраженного доминирования отдельных членов. В таких стаях нет лидера, по крайней мере постоянного.

²⁰² Norman and Greenwood. History of Fishes.

²⁰³ Боковая линия устроена сложнее, причем у разных видов рыб по-разному. Нейромасты состоят из волосковых клеток, сходных с теми, что расположены во внутреннем ухе. Волоски погружены в желеобразную среду – купулу. У большинства костистых рыб нейромасты располагаются на дне особого канала, который проходит вдоль тела сквозь чешую. С поверхностью тела нейромасты сообщаются через тонкие отверстия в чешуе. Часто каналов боковой линии бывает несколько. Вся эта система иннервируется нервами боковой линии.

²⁰⁴ Myrberg and Fuiman. Sensory World of Coral Reef Fishes.

²⁰⁵ В отличие от зрения боковая линия работает только на коротких расстояниях. По устройству рецепторов обнаруживается больше сходства со слухом.

²⁰⁶ T. Burt de Perera. Fish Can Encode Order in Their Spatial Map // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 271 (2004). P. 2131–2134. doi:10.1098/rspb.2004.2867.

²⁰⁷ Л а т е р а л и з а ц и я – явление разделения психических и иных функций по полушариям мозга. – Прим. перев.

независимо²⁰⁸, данный результат позволяет предположить, что латерализация мозга – давно устоявшееся явление. Уже было известно, что рыбы, обладающие зрением, склонны использовать правый глаз в стрессовой ситуации, например при изучении нового (и потому вызывающего страх) объекта.

Как и большинство биологических конструкций, боковая линия несет следы неизбежных компромиссов. Поток воды, возникающий при плавании, воздействует на нейромасты, и этот «фоновый шум» притупляет способность рыбы реагировать на окружающие движения. Эксперименты показывают, что плавающие рыбы отреагируют на движения находящегося неподалеку хищника лишь с половинной вероятностью по сравнению с теми, что стояли на месте²⁰⁹. При этом рыба способна обнаруживать искажения фронтальной волны, образующейся перед ее собственным носом, когда она плывет вперед, и таким образом не врезаться в объекты, ставшие для нее невидимыми из-за темноты или прозрачности (как стенка аквариума). К сожалению для рыб, эта система плохо пригодна для обнаружения присутствия рыболовной сети.

Электрифицированные

Наличие органа чувств, позволяющего вам избегать столкновения со стеной в темноте, весьма полезно, но представьте себе, что вы умеете обнаруживать присутствие чего-либо по другую сторону стены, когда не можете этого увидеть или услышать. Добро пожаловать в мир электрорецепции.

Электрорецепция – это способность животных воспринимать электрические сигналы окружающей среды. Она почти уникальна для рыб; единственные известные исключения – однопроходные млекопитающие (утконосы и ехидны), тараканы и пчелы²¹⁰. Чувствительность к электричеству распространена у акул и скатов²¹¹. Среди костистых рыб (их 30 000 с лишним видов) более трехсот видов буквально получают заряд жизни, и он, скорее всего, должен быть достаточно ценным в плане адаптивности, потому что эта особенность независимо появлялась у рыб в процессе эволюции по меньшей мере восемь раз. Ее широкое распространение в водных биотопах связано с высокой электропроводностью воды по сравнению с воздухом.

Электрорецепция – это способность к восприятию информации электрической природы. Вероятно, все пластиножаберные рыбы обладают способностью к электрорецепции; они могут обнаруживать электрические раздражители, но не генерируют электричество самостоятельно. Они воспринимают его при помощи сети заполненных гелем пор и каналов, стратегическим образом распределенных по голове. В каналах находятся так называемые *ампулы Лоренцини*²¹², названные в честь Стефано Лоренцини – итальянского врача, который впервые описал их в 1678 году. Отметив скопление черных пятнышек, которые окружают рыло у акул, словно щетина на небритом лице, Лоренцини удалил кожу и обнаружил трубчатые каналы, к которым подходят нервы. Некоторые из этих каналов были толщиной с нити спагетти.

²⁰⁸ T. Burt de Perera and V. A. Braithwaite. Laterality in a Non-Visual Sensory Modality – The Lateral Line of Fish // *Current Biology* 15, no. 7 (2005). P. R241–R242.

²⁰⁹ Brian Palmer. Special Sensors Allow Fish to Dart Away from Potential Threats at the Last Moment // *Washington Post*, November 26, 2012. URL: www.washingtonpost.com/national/healthscience/special-sensors-allow-fish-to-dart-away-from-potential-threats-at-the-last-moment/2012/11/26/574d0960-3254-11e2-bb9b-288a310849ee_story.html

²¹⁰ Список видов животных, обладающих электрорецепцией, постоянно расширяется. В частности, это явление известно у круглоротых, у целого ряда хрящевых и костных рыб (около 350 видов), у некоторых хвостатых земноводных (например, у гигантской саламандры и аксолотля) и даже у нескольких млекопитающих: утконос, ехидна и один из видов дельфинов (*Sotalia guianensis*).

²¹¹ Mark E. Nelson. Electric Fish // *Current Biology* 21, no. 14 (2011). P. R528–R529.

²¹² R. Douglas Fields. The Shark's Electric Sense // *Scientific American* 297 (2007). P. 74–81.

Роль ампул Лоренцини в электрорецепции оставалась недостаточно изученной до 1960 года²¹³. Они обнаруживают малейшие изменения электрических полей, вызываемые нервными импульсами других организмов, хорошо распространяющимися в воде. Чувствительность этой системы такова, что простого биения сердца рыбы, прячущейся под 15-сантиметровым слоем песка, может быть достаточно, чтобы выдать ее присутствие голодной акуле или сому²¹⁴.

Некоторые костные рыбы активно производят собственные электрические разряды. Без сомнения, вы слышали об электрических угрях. Эти речные жители из Южной Америки могут вырастать до двух с небольшим метров и весить до 20 кг. Они получили свое название за удлиненную форму и не являются настоящими угрями, но принадлежат к семейству гимнотовых. Низковольтные разряды помогают этим рыбам искать дорогу в их мутных биотопах путем распознавания электрических полей, которые отражаются от твердых объектов. Но больше они известны способностью испускать оглушающие добычу электрические разряды напряжением до 600 вольт и больше²¹⁵. Электрические органы располагаются в объединенных в столбики клетках в толще мускулатуры тела. В сложенных столбиком клетках батареи электричество может накапливаться, пока в нем нет необходимости, а затем, если угорь решит им воспользоваться, испускается одномоментно. Это встроенное электрошоковое оружие может использоваться для оглушения или умерщвления добычи, а также для отпугивания нежелательных пришельцев²¹⁶.

Сила напряжения разрядов электрических угрей и некоторых других рыб вроде электрических скатов снискала им название *сильноэлектрических* рыб. Но с моей точки зрения, самый интересный способ применения электричества остается за *слабоэлектрическими* рыбами, которые используют его для более мирной цели – общения с другими особями своего вида. Большинство этих рыб принадлежит к двум группам: к разнообразным рыбам-слоникам из Африки, получившим свое название за удлиненные, направленные книзу рыла, и к ноже-телкам из Южной Америки, названным так за похожую на нож форму тела. Как и многие рыбы, владеющие технологиями невидимости, они населяют мутные воды, которые, вероятно, послужили поводом для адаптации – выработки новых невизуальных способов общения. Они общаются при помощи высокочастотных разрядов электрического органа (РЭО) – до 1000 импульсов в секунду, или до 1 килогерца (кГц); это более чем вдвое превышает частоту импульсов у электрического угря²¹⁷.

Они очень умело интерпретируют эти сигналы. Иллюстрация к этому – вид рыб-слоников, который живет в реках и прибрежных бассейнах Западной и Центральной Африки. Когда биологи Штефан Пайнтнер и Бернд Крамер из Института зоологии в Регенсбургском университете (Германия) предложили им искусственные РЭО, рыбы продемонстрировали «поразительную» способность различать разницу во времени импульса вплоть до миллионной доли секунды²¹⁸. Это составляет конкуренцию эхолокации летучих мышей в качестве самой быстрой формы связи в животном мире.

²¹³ R. W. Murray. Electrical Sensitivity of the Ampullae of Lorenzini // Nature 187 (1960). P. 957. doi:10.1038/187957a0.

²¹⁴ Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

²¹⁵ В книге Н. И. Тарасова «Море живет» (изд. 1949) приводится такой любопытный факт: «Подсчитано, что десять тысяч угрей могли бы дать энергию для движения электропоезда, но только в течение нескольких минут, после чего поезду пришлось бы стоять сутки в ожидании, пока угри восстанавливают свои силы». – Прим. перев.

²¹⁶ Вы можете спросить, как же этим так называемым сильноэлектрическим рыбам удастся избежать нанесения электрошока самим себе. У них есть слои жировой ткани*, которые помогают изолироваться от удара их собственного оружия. Тем не менее иногда и они подергиваются в ответ на собственные удары. – Прим. автора. * Nelson. Electric Fish.

²¹⁷ Сейчас уже известны рыбы, у которых частота разрядов достигает 2 кГц.

²¹⁸ Paintner and Bernd Kramer. Electrosensory Basis for Individual Recognition in a Weakly Electric, Mormyrid Fish, *Pollimyrus adspersus* (Günther, 1866) // Behavioral Ecology & Sociobiology 55 (2003). P. 197–208. doi:10.1007/s00265–003–0690–4.

Изменяя темп, продолжительность, амплитуду и частоту своих РЭО, рыбы-слоники могут обмениваться информацией, касающейся вида, пола, размера, возраста, местоположения, расстояния и готовности к размножению. РЭО также говорят о социальном статусе²¹⁹ и эмоциях, в том числе об агрессивности, подчинении и привлечении брачного партнера, для которого сигналы складываются в брачные «песни», что позволяет исполнить серенаду для потенциального спутника жизни при помощи экзотичной композиции из щебетания, скрежета или скрипов. (Когда вы общаетесь со своим объектом страсти при помощи электричества, выражение «между ними проскочила искра» приобретает дополнительный смысл.) Рыбы-слоники могут идентифицировать других особей по их РЭО-подписям, которые отличаются друг от друга и, вероятно, остаются постоянными с течением времени.

Доминирующие особи могут изгонять нарушителей со своей территории, когда обнаруживают их РЭО²²⁰; это, вероятно, объясняет, почему рыбы зачастую почтительно заглушают свои РЭО, проплывая через территорию соседа. Пары или группы рыб также координируют свои РЭО, создавая «эхо» и запевая «дуэтом». Самцы чередуют импульсы РЭО с другими самцами, тогда как самки синхронизируют их с оцениваемыми самцами.

Если поблизости обмениваются сигналами другая группа рыб-слоников или ножеголов, могут возникнуть помехи. Рыбы преодолевают их, используя так называемый прием ухода от помех²²¹: если частоты разрядов двух рыб слишком близки и сложно отличить их друг от друга, они исправляют ситуацию, усиливая различия в сигналах. Рыбы в социальной группе поддерживают отличие от сигнала соседей порядка 10–15 Гц²²², и это гарантирует, что каждая особь обладает персонифицированной частотой разрядов.

Записи сигналов генерирующих РЭО рыб-слоников на Верхней Замбези позволяют предположить, что они используют свои сигналы и для сотрудничества. РЭО, вырабатываемые рыбами, которым угрожает сидящий в засаде хищник, стимулируют соседей присоединиться к тому, что можно назвать системой раннего обнаружения опасности. Если охотничьи успехи хищников будут невелики, это принесет пользу всем рыбам по соседству. Сигналы, которыми обмениваются знакомые друг с другом соседи, могут гарантировать, что все в порядке, и тем самым позволяют избежать необходимости в дорогостоящей защите территории. Такие «заклятые друзья» также становятся партнерами по стае²²³, когда ощущается нехватка пищи.

Если все это кажется вам слишком сложным для рыбы, придется потратить некоторое время и пересмотреть свое восприятие рыбьего интеллекта. Имейте в виду, что у рыб-слоников самый крупный мозжечок среди всех рыб²²⁴, и он в большей мере связан с электрокоммуникацией²²⁵.

Использование электричества для обмена информацией имеет свою цену. Обладающие способностями к электрорецепции хищники могут перехватить сигнал. Это происходит у нильских клариевых сомов, охотящихся стаями во время впечатляющих ежегодных миграций в верховья реки Окаванго в Южной Африке. Значительную часть их рациона в это время составляет вид рыб-слоников, называемый бульдогами²²⁶. Сомы распознают местоположение

²¹⁹ Nelson. Electric Fish.

²²⁰ Andreas Scheffel and Bernd Kramer. Intra- and Interspecific Communication among Sympatric Mormyrids in the Upper Zambezi River // Communication in Fishes. Ladich et al. (eds.). P. 733–751.

²²¹ Theodore H. Bullock, Robert H. Hamstra Jr., and Henning Scheich. The Jamming Avoidance Response of High Frequency Electric Fish // Journal of Comparative Physiology 77, no. 1 (1972). P. 1–22.

²²² A. S. Feng. Electric Organs and Electroreceptors // Comparative Animal Physiology. 4th ed. C. L. Prosser (ed.). N. Y.: John Wiley and Sons, 1991. P. 217–234.

²²³ Scheffel and Kramer. Intra- and Interspecific Communication.

²²⁴ Размер мозжечка никак не связан с уровнем интеллекта.

²²⁵ Helfman et al. Diversity of Fishes. 1997.

²²⁶ Речь идет о *Marcusenius altisambesi*, который в английском языке носит именно такое обиходное название. На сайте <http://fishbase.org> для этой рыбы указывается следующее: «Половой диморфизм в форме волн РЭО наблюдается “летом” в виде

несчастливых бульдогов, подслушивая их РЭО. Но здесь все обстоит еще хитрее. Исследования в неволе установили, что РЭО самок бульдогов слишком короткие, чтобы их могли обнаружить сомы, тогда как РЭО самцов – в десять раз длиннее, и сомы могут легко распознавать их. Распределение по размерам бульдогов, обнаруженных в животах у сомов, показывает, что съедаются главным образом самцы. В ходе эволюционной гонки вооружений²²⁷, когда нужно избежать возможности стать чьим-то обедом, можно ожидать от самцов бульдогов укорачивания их РЭО²²⁸.

Удовольствие от прикосновения

Если боковая линия и разряды электрических органов чужды нашим сенсорным системам, то осязание конечно же нет. В ходе обсуждения этого знакомого чувства у рыб я хочу объединить его с другим видом ощущений, которое мы часто выводим из прикосновения и редко рассматриваем как часть жизни рыб. Я говорю о чувстве удовольствия.

В своей поэме «Рыба» Д. Г. Лоуренс писал:

Признаюсь, они кишат в компаниях.
Они собираются в молчаливые стаи,
Не обмениваясь ни словом, ни жестом,
Ни даже злостью.
Но вечно вместе, вечно разделены,
Каждый сам по себе, наедине с волной,
И вместе со всеми, на одной волне.
Магнетизм не дает им разбежаться.

Мне нравятся эти строки, и мне ясно, что имел в виду Лоуренс: для человека, дышащего воздухом, рыбы, навсегда заключенные в своей более тяжелой и вязкой среде, выглядят ужасно одинокими.

Но Лоуренс, писавший в начале 1920-х годов, не обладал преимуществами тех знаний о жизни рыб, которыми мы располагаем в наше время. Рыбы не одиноки. Они знают друг друга как личности, и у них есть свои предпочтения в том, с кем проводить время. Они общаются при помощи разнообразных сенсорных каналов. У них есть сексуальная жизнь. Вопреки представлению о том, что рыбы держатся обособленно, оказалось, что они очень чувствительны к прикосновениям, и обмен осязательными ощущениями обогащает жизнь многим из них.

В ходе изучения материалов для этой книги я получил по почте видеоклип от удивленного зрителя, который не мог понять, почему рыба – в том случае ярко-оранжевая цитроновая цихлазома (*Amphilophus citrinellus*), которая выглядит совершенно как дружелюбный персонаж из мультфильма «В поисках Немо», – раз за разом возвращается, чтобы человек погладил ее, вынул из воды и бросил обратно, продолжая игру с ней.

Что могло побудить рыбу делать это?

Я полагаю, что ответ на этот вопрос таков: ей это нравится. Рыбы часто прикасаются друг к другу, чтобы получить удовольствие. При уходе они могут тереться друг о друга или нежно прикусывать губами. Рыбы-чистильщики из кожи лезут вон перед своими драго-

сильно увеличенной продолжительности РЭО у половозрелых самцов длиной больше стандартных 12,5 сантиметра, но для образцов из Окаванго диморфизм не подтвержден». – *Прим. перев.*

²²⁷ Ibid.

²²⁸ Исследования электрокоммуникации слабоэлектрических рыб уже много лет плодотворно проводятся в Институте проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, в группе, которой руководит д. б. н. В. Д. Барон.

ценными клиентами, лаская их плавниками²²⁹, – это способ укрепления отношений между чистильщиком и клиентом. Мурены и груперы подплывают к знакомым ныряльщикам и получают поглаживания и почесывание «подбородка»²³⁰.

Во время неформального исследования восприятия рыб обществом я получил сообщения от восьми из тысячи случайных респондентов. Люди прислали их по собственной инициативе и описали нечто похожее на поведение цитроновой цихлазомы, о которой мы только что говорили. Рыбы позволяли своим людям ласкать, трогать, держать и поглаживать себя. Позже автор Кэти Анрах написала мне о полосатом мероу (*Epinephelus striatus*), которого она назвала Ларри. Всякий раз, когда Кэти и другие ныряльщики спускаются к нему на риф, Ларри выплывает, чтобы его ласкали. По словам Кэти, похоже, что Ларри нравится тесно общаться и следить за пузырями воздуха у ныряльщиков. Он даже перекачивается с боку на бок, «выпрашивая» ласку, как это делает собака или свинья. В настоящее время можно найти видео рыб, резвящихся среди ныряльщиков; иногда они прижимаются к ныряльщикам, которые осторожно поглаживают их по телу, словно это домашние кошки. Также появляется все больше и больше видео с аквариумными рыбами, которые раз за разом заплывают в руку заслужившего доверие владельца, чтобы их с любовью погладили.

Другая крупная группа рыб, акулы и скаты, также выражает удовольствие в ответ на прикосновения. Ныряльщик Шон Пейн описал свою встречу с молодым скатом мантий близ побережья Флориды²³¹. Рыба подплыла к Пейну и неоднократно терлась об него, закружив его в танго, которое бросило ее тело к нему в руки. «Когда я провел руками по ее коже, кончики ее крыльев задрожали, словно лапа собаки, которой особенно приятно чешут живот», – рассказал Пейн.

Андреа Маршалл, основательница Ассоциации морской мегафауны²³², описывает скатов мантий как очень любопытных существ, ищущих общения с людьми. Эти массивные пластиножаберные рыбы, обладающие одним из самых больших мозгом среди всех рыб, любят получать пузырьковый массаж от Маршалл. Она проплывает под ними и выпускает пузыри из регулятора своего акваланга. Если она перестает это делать, скаты отплывают, но вскоре возвращаются, желая продолжения. Похожая история произошла в Аквариуме Шедда в Чикаго²³³, где две из пяти зебровых акул в резервуаре объемом 1,5 миллиона литров любят плавать среди штатных сотрудников-ныряльщиков. «Я думаю, им нравится чувствовать пузыри воздуха, выходящие из наших регуляторов, – говорит Лиз Уотсон, заведующая коллекцией «Дикий риф». – Во время погружений для обслуживания аквариума, если мы помещаем свои регуляторы под ними, они плавают кругами, пока воздушные пузыри щекочат им живот».

Кроме прикосновений, есть много других способов получения рыбами удовольствия. На ум приходят еда, игра, секс и ощущение комфорта как таковое. Южные голубые тунцы в водах Австралии часами плавают, повернувшись на бок и подставляя тело лучам солнца. В точности неизвестно, почему они это делают. Один из возможных ответов состоит в том, что они греются на солнце, чтобы поднять температуру тела, а это, в свою очередь, помогает им быстрее пла-

²²⁹ Redouan Bshary and Manuela Würth. Cleaner Fish *Labroides dimidiatus* Manipulate Client Reef Fish by Providing Tactile Stimulation // Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences 268 (2001). P. 1495–1501.

²³⁰ В XXI в. вопросы эмоций (в том числе удовольствия) у животных стали обсуждаться довольно активно, однако утверждать из каких-то самых общих соображений, что та или иная форма поведения одной особи рыб вызывает эмоциональный ответ у другой особи, мы без доказательств не можем. Не можем мы и оценивать эмоции рыб по внешним признакам, которые нам что-то напоминают. Собака виляет хвостом, когда «радуется», кошка – когда «злится», но о чем мы должны думать, когда хвостом виляет рыба?

²³¹ Jennifer S. Holland. Unlikely Friendships: 47 Remarkable Stories from the Animal Kingdom. N. Y.: Workman Publishing, 2011. P. 32.

²³² Shark, BBC, 2015. URL: www.bbc.co.uk/programmes/p02n7s0d

²³³ Karen Furnweger. Shark Week: Sharks of a Different Stripe. Shedd Aquarium Blog, August 6, 2013. URL: www.shedd Aquarium.org/blog/2013/08/Shark-Week-Sharks-of-a-Different-Stripe

вать и реагировать на ситуацию, делая их более успешными охотниками. Думаю, тепло солнца также приятно тунцу, поскольку в процессе эволюции удовольствие возникло как поощрение полезной формы поведения.

Луна-рыба получила свое английское название за любовь к солнечным ваннам²³⁴, когда она лежит на боку под самой поверхностью воды. Эти огромные рыбы – еще и настоящие гостиницы для наружных паразитов: там находят приют минимум сорок разных видов таких, в том числе крупные веслоногие раки, которые могут достигать более 15 сантиметров в длину. Луны-рыбы встают в очередь под плавучими скоплениями водорослей, ожидая, пока их обслужат рыбы-чистильщики. Первая луна-рыба в этой очереди плавает на боку, сигнализируя о своей готовности к чистке.

Но некоторые из паразитов слишком крупные, чтобы их могли удалить рыбы; это как раз тот случай, когда луна-рыба обращается к другому специалисту. Всплывая на поверхность, гигантская рыба приглашает чаек удалить внедрившихся кожных паразитов хирургическим путем, с помощью мощных клювов. Наблюдения показали, что луны-рыбы искали расположения птиц, следуя за ними и плавая рядом с ними на боку.

Имеем ли мы право думать, что луна-рыба знает о чувстве облегчения после раздражения кожи и понимает причинно-следственную связь между птицей и паразитом?²³⁵ Это наилучшее объяснение, которое я могу придумать для мудрого старого существа, способного прожить целый век и преодолеть в своих странствиях тысячи километров открытого океана.

Чтобы познать удовольствие, нужно познать и боль. Или же нам просто кажется, что так и должно быть. Но все же, несмотря на устойчивый прогресс в понимании полнокровной жизни рыб, вопрос об их способности ощущать боль остается предметом обсуждения. А вот стоит ли его обсуждать? Давайте выясним.

²³⁴ По-английски она называется *sunfish*, буквально «солнечная рыба». – Прим. перев.

²³⁵ Tierney Thys. *Swimming Heads*. Natural History 103 (1994). P. 36–39.

Часть III

Какие эмоции испытывает рыба

Твоя жизнь — как иллюз обтекающих струй...
*Д. Г. Лоуренс. Рыба*²³⁶

Боль, осознание и понимание

Вода, утоляющая огонь жабр...
*Д. Г. Лоуренс. Рыба*²³⁷

²³⁶ Чувствуют ли рыбы боль? Хотя некоторым из нас это может показаться вполне очевидным, но, судя по тому, что люди делают с рыбами, исходя из их внешности, поведения и положения в группе позвоночных животных, многие придерживаются иного мнения. Мне известно очень немного исследований взглядов людей на эту проблему²³⁸, вроде опросов североамериканских рыболовов и других заинтересованных лиц, имеющих отношение к спортивному рыболовству. Из них видно, что людей, верящих, что рыбы чувствуют боль, лишь немногим больше, чем не верящих в это. Известно исследование новозеландцев с похожим результатом²³⁹.

Вопрос о том, испытывают ли рыбы боль, имеет огромное значение: вспомните о том астрономическом количестве убитых людьми рыб, о котором я рассказывал в прологе. Живые организмы, которые способны чувствовать боль, могут страдать, и потому заинтересованы в том, чтобы избегать боли и страдания. Возможность ощущать боль – вовсе не пустяк. Она требует осознанного опыта. Организм может избегать отрицательного стимула, не получая никакого болезненного опыта. Это может быть рефлекторный ответ, при котором нервы и мускулы заставляют тело двигаться, совершенно не задействуя в этом процессе мышление. Например, в больничной обстановке пациент-человек, находящийся под сильным воздействием седативных препаратов и неспособный испытывать боль, может, однако, отшатнуться в ответ на потенциально вредное раздражение вроде нагрева или сильного давления. Это происходит благодаря работе периферической нервной системы. Ученые используют термин «ноцицепция»²⁴⁰ для описания первой стадии в ощущении боли: она необходима, но не достаточна для формирования опыта боли. Лишь в том случае, когда информация от ноцицепторов передается в более высокие мозговые центры, ощущается боль.

Существуют серьезные основания полагать, что рыбы наделены эмоциями. Будучи позвоночными, они имеют такой же общий план строения тела, как и млекопитающие, который

²³⁶ D. H. Lawrence. Fish.

²³⁷ Ibid.

²³⁸ Caleb T. Hasler et al. Opinions of Fisheries Researchers, Managers, and Anglers Towards Recreational Fishing Issues: An Exploratory Analysis for North America // American Fisheries Symposium 75 (2011). P. 141–170.

²³⁹ R. Muir et al. Attitudes Towards Catch-and-Release Recreational Angling, Angling Practices and Perceptions of Pain and Welfare in Fish in New Zealand // Animal Welfare 22 (2013). P. 323–329.

²⁴⁰ Ноцицепция – это нейрофизиологическое понятие, обозначающее восприятие, проведение и центральную обработку сигналов о вредоносных процессах или воздействиях, то есть физиологический механизм передачи боли. Само же слово «боль» сейчас в научной литературе используют для обозначения субъективного переживания, которое обычно сопровождается ноцицепцией, но может также возникать и без всяких стимулов. Термин «ноцицепция» был введен Ч. С. Шеррингтоном для того, чтобы провести грань между физиологическим характером нервной активности при повреждении ткани и психологической реакцией на физиологическую боль. Существует Международная ассоциация по изучению боли (International Association for the Study of Pain, IASP).

включает позвоночник, набор органов чувств и периферическую нервную систему, управляемую мозгом²⁴¹. Способность обнаруживать опасные события и учиться избегать их также полезна для рыб. Боль предупреждает животных о потенциальном ущербе, который может привести к повреждениям или смерти. То и другое снижает или полностью ликвидирует репродуктивный потенциал особи – именно поэтому естественный отбор благоприятствует избеганию этих ужасных последствий. Боль учит и мотивирует животных избегать повторения опасного события.

Я хочу предложить вам выполнить одно задание, которое могло бы дать некоторое представление о том, что рыбы обладают сознательным пониманием и потому способны ощущать боль. Сходите в публичный аквариум. Выберите один из резервуаров. Потратьте пять минут, наблюдая за находящимися в нем рыбами. Смотрите долго и упорно. Взгляните внимательнее в их глаза. Понаблюдайте за движениями их плавников и тел, держа в памяти то, что вы теперь знаете об их зрении, слухе, обонянии и осязании. Выберите отдельную особь. Обращает ли она внимание на других рыб? Видите ли вы некую упорядоченность в ее движениях или же она выглядит всего лишь беспорядочно плавающей в разные стороны, словно на автопилоте?

Если вы это сделаете, то, скорее всего, вы увидите вовсе не случайный характер поведения. Вы заметите склонность рыб придерживаться общества других особей собственного вида²⁴². Вы увидите – особенно у больших рыб с легче заметными частями тела, – что их глаза не таращатся в одну точку, а поворачиваются в глазницах. Если вы особенно терпеливы и наблюдательны, то обратите внимание на особенности, демонстрируемые разными индивидами. Например, одна рыба может оказаться доминирующей над другой, будет бросаться в погоню за ней, когда подчиненная особь нарушает некую социальную или физическую границу. Одни индивидуумы могут быть более рискованными, другие – более скромными.

Когда я был маленьким, я не проявлял особого внимания, разглядывая рыб в аквариуме. Я смотрел не на других существ, а лишь на плавающих созданий разных форм и цветов. Постепенно я начал наблюдать за рыбами все внимательнее, и они становились все интереснее. И сейчас, когда я задерживаюсь перед стеклянной стеной, которая разделяет две вселенных жизни, я замечаю, что в их плавании есть упорядоченность и закономерность, а социальная жизнь определенным образом организована. Даже в маленькой емкости, которая представляет собой жалкую замену сложной естественной среде обитания, у рыб обычно есть любимые места для плавания или отдыха.

Рыбы, несомненно, активно воспринимают происходящее, но осознают ли? Осознание включает обладание опытом, умение обращать внимание, запоминать. Осознающее существо не просто живое; оно способно влиять на свою жизнь. В этой книге содержится много научных данных, подтверждающих идею о том, что рыбы обладают способностью осознавать. Но иногда история из жизни доносит это до нас лучше, чем любая наука. Ана Негрон, моя подруга-медик из Пенсильвании, поделилась со мной таким сообщением:

Это было в 1989 году. Я медленно плыла под водой, возвращаясь к парусной лодке, стоящей на якоре в кристально чистых водах близ северо-восточного побережья Пуэрто-Рико, когда мы заметили друг друга – я и группер длиной четыре фута²⁴³. Он был так близко, что я почти могла протянуть руку и дотронуться до него. Весь его левый бок блестел в солнечном свете. Я прекратила работать ластами и замерла на месте. Мы неподвижно парили в воде всего лишь в футах под поверхностью, глядя друг на друга. По мере

²⁴¹ Говоря о морфологической базе интеллекта и психических процессов, скорее следует обратить внимание именно на головной мозг, развитие которого у рыб несопоставимо по уровню с человеческим.

²⁴² Не стоит забывать, что есть виды рыб, представители которых ведут одиночный образ жизни.

²⁴³ Около 1,2 метра. – *Прим. ред.*

того как я дрейфовала по течению, его большой глаз двигался в глазнице, прикованный к моему взгляду; это продолжалось, наверное, полминуты, но показалось вечностью. Я не помню, кто из нас уплыл первым, но, когда я залезла обратно в лодку, я могла сказать, что рыба и женщина осознавали присутствие друг друга. Хотя с тех пор мне удалось заглянуть в глаза китам, присутствие этой рыбы по-прежнему ощущается мною сильнее всего.

Когда я наблюдаю за тем, что делают рыбы – плавают в воде, гонятся друг за другом, собираются в одном конце аквариума для кормления, – мой здравый смысл решительно говорит мне о том, что они сознающие, чувствующие существа. Это идет вразрез с моим глубоко укоренившимся, интуитивным стремлением думать иначе. Но здравый смысл и интуиция – не то, чем занимается наука. Давайте же посмотрим, что говорит последняя о способности рыб чувствовать.

Спор о способности рыб испытывать эмоции

Два ключевых игрока в лагере сторонников ощущения рыбами боли – биологи Виктория Брайтвейт из Университета штата Пенсильвания и Линн Снеддон из Ливерпульского университета. Джеймс Роуз, почетный профессор Вайомингского университета, отрицает способность рыб чувствовать боль²⁴⁴. В 2012 году Роуз и шестеро его коллег, все – обладатели солидных дипломов, опубликовали статью под названием «Действительно ли рыба может ощущать боль?» (Can Fish Really Feel Pain?) в журнале *Fish and Fisheries*. Решающим моментом в их аргументации была вера в то, что рыбы не наделены сознанием (то есть не имеют представления ни о чем, не способны чувствовать, думать и даже видеть); а поскольку боль – исключительно сознательный опыт, из этого следует, что рыбы не могут ее испытывать. Основа их утверждений – то, что я называю «кортикоцентризмом», мнение, что для «обладания такой же, как у человека, способностью ощущать боль» нужно иметь неокортекс – отдел мозга, похожий на цветную капусту, на котором заметны извилины и борозды. Слово «неокортекс», если переводить его латинские корни, означает «новая кора» и обозначает новый слой серого вещества, который считается частью мозга позвоночных, появившейся в ходе эволюции самой последней. Он есть только в мозге млекопитающих.

Если неокортекс – вместилище сознания и им обладают только млекопитающие, из этого следует, что только они обладают и сознанием²⁴⁵. Но здесь есть одна большая загвоздка. Птицы лишены неокортекса, однако свидетельства существования сознания у птиц общепризнаны. Познавательные достижения птиц включают изготовление инструментов, удержание в памяти месяцами местоположения многочисленных спрятанных предметов, категоризацию объектов в соответствии с их общими характеристиками (вроде цвета и формы), узнавание голоса по прошествии нескольких лет, использование имен для призыва молодняка обратно в гнездо на закате, оригинальные игры вроде катания с сугробов или автомобильных стекол, а также хитроумные проказы – такие, как кража бутербродов и стаканчиков с мороженым у ничего не подозревающих туристов. Сознательные действия птиц оказались настолько впечатляющими²⁴⁶, что

²⁴⁴ James D. Rose et al. Can Fish Really Feel Pain? // *Fish and Fisheries* 15, no. 1 (2014). P. 97–133. doi:10.1111/faf.12010. Когда эта рукопись готовилась к печати, в журнале *Animal Sentience* была опубликована статья австралийского нейробиолога Брайана Кея под названием «Почему рыба не чувствует боли» (Why Fish Do Not Feel Pain), которая породила целый вал комментариев (главным образом опровержений), опубликованных в этом же журнале. URL: <http://animalstudiesrepository.org/animsent>

²⁴⁵ Это тема жарких дебатов. Один из важных обзоров, выводы которого поддерживают гипотезу наличия у рыб сознания и чувства боли, был опубликован в 2015 г. См.: Brown C. Fish intelligence, sentience and ethics // *Animal Cognition* 18, no. 1 (2015). P. 1–17.

²⁴⁶ Erich D. Jarvis et al. Avian Brains and a New Understanding of Vertebrate Brain Evolution // *Nature Reviews Neuroscience* 6 (2005). P. 151–159.

классификация вошедших в поговорку «птичьих мозгов» была пересмотрена в 2005 году, чтобы отразить параллельный путь эволюции, который избрал птичий палеокортекс (древняя кора), позволяющий птицам проявлять познавательную активность на уровне, сопоставимом с млекопитающими. Птицы сокрушили идею о том, что живому существу нужен неокортекс, чтобы осознавать что-либо, обладать опытом, делать нечто умное, – или чувствовать боль.

Если какое-то животное без неокортекса все же оказывается способным сознавать, это опровергает представление о том, что наличие сознания требует присутствия неокортекса. По сути, для заявления о том, что рыбы лишены сознания, нет никаких оснований. «Существует много способов приобрести сложное сознание, – говорит невролог Лори Марино из Университета Эмори. – Предположение о том, что рыбы не могут чувствовать боль, потому что у них нет необходимых анатомических особенностей нервной системы, напоминает аргумент о том, что воздушные шары не могут летать, потому что у них нет крыльев»²⁴⁷. Люди не могут плавать, потому что у них нет плавников?

Ответ рыб на наличие коры головного мозга у млекопитающих – *паллиум*²⁴⁸, который примечателен своим удивительным разнообразием и сложностью²⁴⁹. Хотя паллиум среднестатистической рыбы обладает меньшей вычислительной мощностью, чем неокортекс среднестатистического примата, все более и более очевидно, что у рыб паллиум выполняет сходные функции, что неокортекс у млекопитающих и палеокортекс у птиц. В дальнейшем мы рассмотрим эти способности, но пока позвольте мне просто упомянуть обучение, память, распознавание индивидов, игру, использование орудий и совместную деятельность.

Возвращаясь на крючок

Давайте рассмотрим ситуацию, когда рыба раз за разом попадает на крючок, причем делает это быстро. «Истории о большеротых окунях, которые были пойманы и отпущены, но лишь затем, чтобы развернуться и вновь оказаться пойманными в этот же или на следующий день, иной раз даже не по одному разу», – пишет биолог Кейт А. Джонс в книге, посвященной ужению большеротого окуня²⁵⁰. Понятно, что некоторые рыбаки утверждают, будто это – подтверждение тому, что опыт попадания на крючок не наносит рыбе травму. Иначе почему же они так быстро вновь схватывают наживку? (В этот момент мы могли бы спросить: почему рыба раз за разом возвращалась к руке человека, ища ласки, если она ничего не может чувствовать?)

Но есть и понятие «боязнь крючка», знакомое многим рыболовам. Существуют исследования, в ходе которых проходило достаточно долгое время, прежде чем рыбы возвращались к нормальной жизни после поимки на удочку. Карпы и щуки избегали наживки до трех лет после того, как всего лишь один раз попались на крючок²⁵¹. Серия тестов на большеротых окунях показала, что они тоже быстро учились избегать крючков и продолжали бояться крючка в течение шести месяцев²⁵². Существуют также исследования, в ходе которых рыбы возвращались к тому, что выглядело как нормальное поведение, через несколько минут после того, как подвергались инвазивным процедурам вроде хирургического вмешательства для вживления

²⁴⁷ В продолжение аналогии: муравьи, например, могут считать, несмотря на то что у них нет головного мозга.

²⁴⁸ П а л л и у м, или «плащ мозга», – эволюционный предшественник коры больших полушарий головного мозга.

²⁴⁹ O. R. Salva, V. A. Sovrano, and G. Vallortigara. What Can Fish Brains Tell Us About Visual Perception? // *Frontiers in Neural Circuits* 8 (2014). P. 119. doi:10.3389/fncir.2014.00119.

²⁵⁰ Keith A. Jones. *Knowing Bass: The Scientific Approach to Catching More Fish*. Guilford, CT: Lyons Press, 2001). P. 244.

²⁵¹ J. J. Beukema. Acquired Hook-Avoidance in the Pike *Esox lucius* L. Fished with Artificial and Natural Baits // *Journal of Fish Biology* 2, no. 2 (1970). P. 155–160; J. J. Beukema. Angling Experiments with Carp (*Cyprinus carpio* L.) II. Decreased Catchability Through One Trial Learning // *Netherlands Journal of Zoology* 19 (1970). P. 81–92.

²⁵² R. O. Anderson and M. L. Heman. Angling as a Factor Influencing the Catchability of Largemouth Bass // *Transactions of the American Fisheries Society* 98 (1969). P. 317–320.

радиомаячка, чтобы отслеживать их перемещения в дикой природе. Я просто не в состоянии понять, как это должно бросать тень сомнения на наличие боли у рыб. Очень голодная рыба, которая ощущает боль, не прекращает хотеть есть, поэтому побуждение кормиться может перевесить тормозящее действие травматической боли.

В интервью 2014 года Кулум Браун, который исследует познавательные способности и поведение рыб в Департаменте биологических наук Университета Маккуори в Сиднее, сказал по поводу явления повторного попадания на крючок следующее:

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.