

ЛАБОРАТОРИЯ БИОАКУСТИКИ

**Заведующий — д-р биол.наук и канд.физ.-мат.наук, проф. Е. В. Романенко,
лауреат Государственной премии СССР**

Лаборатория создана в 1971 году с целью развития биоакустического направления исследований. В дальнейшем тематика лаборатории расширилась, появилось гидродинамическое направление, этологическое и таксономическое. Тем не менее и в настоящее время значительное внимание уделяется акустическим исследованиям: коммуникации и эхолокации дельфинов, слуховому аппарату вторичноводных млекопитающих.



Морфология уха ВОДНЫХ млекопитающих

Проводятся эколого-морфологические исследования периферической слуховой системы и вестибулярного аппарата в пре- и постнатальном онтогенезе у широкого набора видов, образующих экологический ряд от наземных к полуводным и водным млекопитающим.

Впервые получены уникальные данные, раскрывающие принципы структурно-функциональных адаптации, их взаимосвязей с физическими свойствами среды как каналом акустической связи и установлены закономерности развития структур наружного, среднего и внутреннего уха для млекопитающих в целом.

Выявлены важные особенности в структурной организации слухового и вестибулярного анализаторов у эхолоцирующих водных млекопитающих.



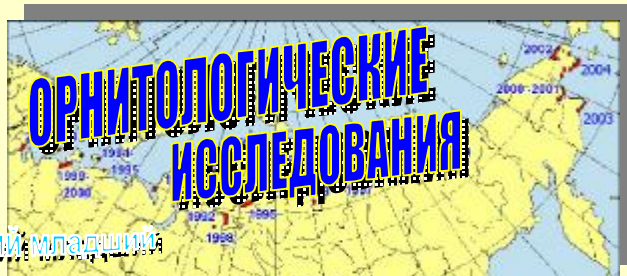
Улитка
Delphinus delphis

АКУСТИЧЕСКАЯ КОММУНИКАЦИЯ И ПОВЕДЕНИЕ ДЕЛЬФИНОВ



Результаты экспериментальных исследований акустической сигнализации черноморских дельфинов (афалин) свидетельствуют о значительном разнообразии их сигналов, наличии у них коммуникативной системы высокого уровня сложности, способности этих животных к различным формам кооперативного поведения, в том числе требующих от них передачи информации произвольного характера (например, изменениях экспериментальной обстановки) по акустическому каналу связи.

Изучение динамики акустической сигнализации и поведения афалин в процессе их адаптации к условиям неволи и различным стрессовым ситуациям позволило выявить типы сигнализации, соответствующие разным стадиям адаптации дельфинов. Это свидетельствует о возможности использования параметров сигнализации для оценки психофизиологического состояния афалин.

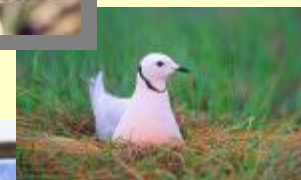


Арктические орнитогеографические исследования

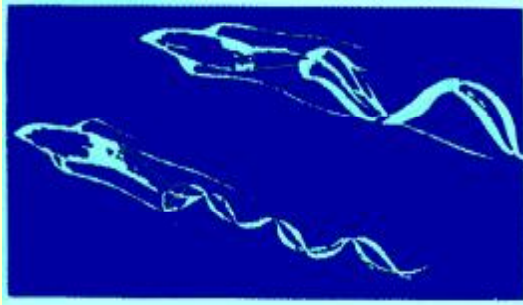
Проведена целенаправленная первичная инвентаризация фауны птиц 60 % наиболее крупных «орнитологических белых пятен» во всех районах Российской Арктики и описано 96 новых конкретных авифаун. Ведется подготовка сводки «Каталог птиц Российской Арктики», компьютерной базы данных орнитологических исследований и схемы орнитологической изученности Российской Арктики. Разрабатывается система методических рекомендаций по проведению орнитогеографических исследований в Арктике на современном уровне.

Разработка научных основ сохранения птиц Арктики.

- Разрабатывается научная концепция сохранения птиц в Арктике.
- Проведены детальные обобщения современного состояния популяций, динамики численности и проблем сохранения для 10 модельных видов арктических птиц, внесенных в Красную книгу РФ.
- Осуществлен пятилетний проект по изучению кулика-лопатня. Ведется планомерный мониторинг и разработка мер сохранения этого вида в пределах всего миграционного ареала от Чукотки до Индии.
- Впервые в России разрабатывается методика использования космических снимков «Landsat 7» для проведения фаунистических исследований и инвентаризации ареалов редких стенотопных видов арктических птиц.
- Впервые разработана и опробована методика использования традиционных знаний коренных народов Севера в орнитологических исследованиях.
- Проводится масштабное изучение воздействия охоты на птиц различных групп населения.
- Начаты работы по анализу возможных воздействий глобального изменения климата на модельные виды птиц Арктики.



Гидродинамика Дельфинов



У дельфинов открыт механизм уменьшения гидродинамического сопротивления. Он состоит в формировании на теле животного отрицательного градиента динамического давления, который обеспечивает ламинарный режим обтекания на большей части тела при сверхкритических числах Рейнольдса.

Впервые установлено, что угол атаки хвостовой лопасти дельфина очень мал (2-4 градуса). Это обеспечивает ему высокий коэффициент полезного действия (более 90%) и экономное расходование мускульной энергии. По материалам исследований опубликовано несколько монографий.

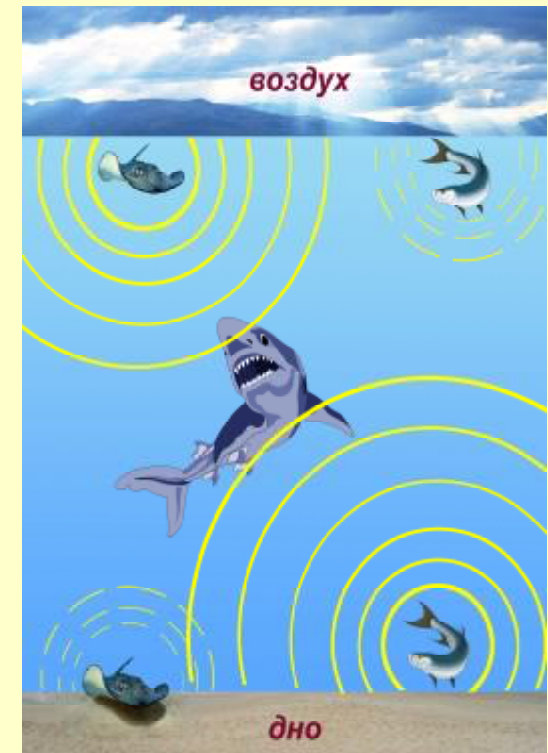
РОЛЬ ЗВУКА В ЭВОЛЮЦИИ ЛОКОМОТОРНОЙ ФУНКЦИИ РЫБ

В процессе эволюции у рыб выработался способ движения за счет волнообразных колебаний тела. У большинства видов оно изгибается в горизонтальной плоскости и лишь у немногих, типично донных рыб — скатов и камбал, — в вертикальной. Судя по тому, что и предки этих донных рыб, и даже собственные личинки плавают как и все другие рыбы, изгибаясь в горизонтальной плоскости, можно предположить, что способ плавания взрослых камбал и скатов приобретен ими вторично. Каковы могли быть причины возникновения нового способа плавания? Одно из объяснений дает акустика.

Легко показать с помощью физико-математической модели, что рыбы с горизонтальной плоскостью колебаний (пелагические), плавающие в верхних слоях воды, излучают значительно меньше звука (в среднем на порядок), чем рыбы, которые плавали бы здесь же, но за счет вертикальных колебаний (скаты, камбалы и др.). Обратная картина наблюдается вблизи дна: рыбы с вертикальной плоскостью колебаний (скаты, камбалы и др.) звучат значительно меньше, чем рыбы с горизонтальной плоскостью колебаний. Хищные рыбы успешнее охотятся на тех рыб, которые звучат громче. Возможно именно поэтому пелагические рыбы обитают в основном вблизи поверхности воды, где они издают меньше звука, а донные, соответственно, вблизи дна.

На рисунке показана схема, поясняющая описанный механизм. В центре показан хищник. Интенсивность концентрических линий иллюстрирует силу излучаемого звука. Сильно звучащих рыб хищник слышит на большем расстоянии и охотится на них в первую очередь. Слабо звучащие рыбы находятся в большей безопасности.

Из приведенных рассуждений неизбежно вытекает предположение, что при наличии хищников звук — это один из факторов эволюции, роль которого на ранних ее стадиях могла оказаться решающей в выработке у низших позвоночных способа движения.



Эволюционная биология: выход из "синхронного" тупика

Рост дисперсии элементов **унитарных** систем неизбежно превращает их в **бинарно-сопряженные дифференциации**, состоящие из консервативной и оперативной подсистем, например, [ДНК–белки], [ядро–цитоплазма], [яйцеклетки–спермии] и др. Всегда дисперсия элементов оперативной подсистемы больше дисперсии консервативной. Это превращает мономодальную популяцию в бимодальную и синхронную эволюцию в асинхронную: сначала оперативная подсистема, потом консервативная.

При этом за эволюцию “платят” только оперативные подсистемы. А основные – консервативные (ДНК, Ж пол, правое полушарие, правши) эволюционируют “бесплатно”, минуя отбор. Значит асинхронная эволюция экономнее синхронной. Простой моделью адаптогенеза могут быть источник тока и электрическая лампочка. Это аналог унитарной системы. С включением второй лампочки возникают две схемы соединения: параллельная или последовательная. Первая ничего нового не дает, а вторая – создает принципиально новую структуру. Оказывается, все бинарно-сопряженные дифференциации - структурные аналоги последовательного включения лампочек, тогда как унитарная система – аналог параллельного включения. Все теории биологии, в том числе и главные парадигмы: генетика и дарвинизм, будучи по умолчанию “синхронными”, не могут объяснить бинарно-сопряженных дифференциаций, т.к. трактуют подсистемы как разные формы, а не разные фазы. Поэтому так много “асинхронных” камней преткновения. Прежде всего, эволюционный смысл фундаментальных дифференциаций: ДНК–белки, половая, хромосомная, латеральная и др. На основе старых парадигм их не решить. Тогда как простейшая идея дихронизма, привела к созданию изоморфных теорий пола, асимметрии организмов, органов (цветок, лист, мозг, руки), “номадических генов”, хромосом и гормонов, имеющих удивительный объяснительный и предсказательный потенциал.

Системы эволюция →	унитарные →		бинарно-сопряженные
Электрические аналоги. Схема — - батарея ⊗ - лампочки	А 1 схема	Б параллельная	В последовательная
Размножение, появление полов. проц. и диффер. ↓ эколог. инф.	бесполое	гермафродитное	раздельнополое
Мозг. Появление полушарий, асимметрии, мозолистого тела (мт)	нет полушарий медуза	симметричные нет мт опоссум	асимметричные л. п. мт человек
популяция	мономодальная		бимодальная
"экология"	моморфная		диморфная
эволюция	монокронная		дихронная
теории	в биологии, по умолчанию, все: Дарвина, Менделя, нейробиологии и др.		пола, хромосом, ФАМ, цис-трансвестства

Рис. 1. Синхронная эволюция унитарных систем (УС) - аналог параллельного включения, асинхронная эволюция бинарно-сопряженных дифференциаций (БСД) - последовательного. Нужны "асинхронные" теории.

