

**Национальная Академия Наук Украины
Институт биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского**

**100-летнему юбилею
со дня рождения Владимира
Алексеевича Водяницкого
посвящается**

МОРСКИЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Ответственный редактор
доктор биол.наук С.М. Коновалов**

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 37475

Севастополь, 1994

31. *Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза* / Дехник Т.В., Дука Л.А., Калинина Э.М. и др. — Киев: Наук. думка, 1970.— 162 с.

32. *Ткач А.В. Питание личинок рыб в Севастопольской бухте // Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия.*— Киев, 1993.— С.113-127.

Present trends of ichthyoplankton research on the Black Sea
A.D.Gordina, L.S. Oven

The advancement of ichthyological studies performed in the Black Sea is overviewed. Special consideration is given to the new trends of research which were initiated as a response to the growing anthropogenic impact upon Black Sea ecosystem and development of new methods for finding out stocks of pelagic fish eggs and larvae and studying their distribution and numbers.

УДК 532.5:591.524.13

БИОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕКТОНА В ИНБЮМ АН УКРАИНЫ

Ю.Е. Мордвинов, О.Н. Оскольская

В 1963 г. в Институте биологии южных морей АН Украины по инициативе доктора биологических наук, профессора Ю.Г. Алеева и при полной поддержке директора Института чл.-корр. АН Украины В.А. Водяницкого был создан отдел нектона, в задачу которого входило исследование путей и закономерностей становления и развития нектонных адаптаций у всех основных групп животных, как первичноводных, так и вторичноводных — рыб, головоногих моллюсков, рептилий, птиц и млекопитающих. Основной особенностью изучения таких приспособлений у животных из разных систематических и филогенетических групп является методическая многоплановость. Кроме традиционных морфологических методов исследования потребовалось применение методик небиологического профиля, таких как аэро- и гидромеханики, гидростатики,

моделирования, техники фото и киносъемки и др. Важным условием изучения адаптаций нектонного типа является экспериментальная часть, в частности, проведение опытов по биогидродинамике. Это потребовало создания специализированной экспериментальной базы, отвечающей современному уровню техники. Для этой цели по проекту Ю.Г. Алеева и при непосредственном его руководстве в 1968 году был построен специализированный биогидродинамический канал, предназначенный для проведения самых разнообразных экспериментальных работ как с живыми объектами, так и с их моделями.

Биогидродинамический канал представляет собой открытую сверху металлическую емкость прямоугольной формы длиной 21 м и площадью поперечного сечения $0,55 \text{ м}^2$. В зависимости от объектов исследования он может заполняться морской или пресной водой. Обслуживание аппаратуры и наблюдения за ходом экспериментов осуществляется с рабочих палуб, расположенных вдоль канала по обеим сторонам. Над водной поверхностью канала на швеллерных опорах проложен направляющий монорельс, по которому движется буксируемая тележка. К нижней части ее крепятся тензометрические весы и испытываемая модель. В зависимости от целенаправленности эксперимента, устанавливаются те или иные датчики. Подробное описание биогидродинамического канала изложено в работах Ю.Г. Алеева и Б.В. Курбатова [4,8]. Для проведения экспериментов с живыми нектерами была разработана и изготовлена фотоэлектрическая автоматическая следящая система "Скопа", дающая возможность в ходе эксперимента непрерывно получать информацию о параметрах движения исследуемого нектера в акватории биогидроканала [4,8]. Система "Скопа" осуществляет устойчивое слежение в течение длительных промежутков времени (несколько часов) за животным, свободно перемещающимся в акватории гидроканала и в конечном итоге дает возможность получать величины встречаемого при плавании с разными скоростями гидродинамического сопротивления.

На основе разносторонних экспериментов, проведенных в биогидродинатическом канале, а также оригинальных адаптаций у нектеров, основанных на цифровом выражении и математической обработке материалов определены критерии нектона как конкретной топоэкологической категории организмов и впервые обоснована биогидродинатическая концепция эволюционной дивергенции пелагических гидробионтов. Результаты таких исследований позволили профессору Ю.Г. Алееву обосновать новое направление в изучении биологии моря — нектонологию [2]. Проведены оригинальные эксперименты по выявлению характера пограничного слоя у различных нектонных животных в зависимости от морфологических особенностей их формы тела, кожных покровов, строения движителей, режима движения и величин чисел Рейнольдса (Re). Этот слой может быть ламинарным и турбулентным. О месте перехода пограничного слоя из ламинарного состояния в турбулентное свидетельствует распределение динамического давления по поверхности тела животных, что было исследовано на моделях 19 видов нектеров — головоногих моллюсков, рыб, ихтиозавров, пингвинов, китообразных и ластоногих [2,5,10]. Замер давления производился в диапазоне Re от 10^6 до 10^7 , то есть при тех скоростях плавания, которые имеют эти виды в естественных условиях. Показано, что линия минимального динамического давления во всех случаях располагается либо в непосредственной близости от границы между конфузором и диффузором, указывая на ламинарное состояние пограничного слоя на конфузорном участке и турбулентное — на диффузорном, либо заметно спереди от этой границы, что свидетельствует о турбулентном обтекании не только на диффузоре, но и на нижней части конфузора [3,1,7]. Сравнительно очень плавное изменение динамического давления по продольной оси тела и заметное повышение его до положительных значений в кормовой области у всех исследованных видов свидетельствует о хорошей обтекаемости животных. Проведенные эксперименты дают основание сделать вывод, что при $Re > 10^5$ у всех нектеров пограничный слой на диффузорном участке тела является турбулентным, а сохранение ламинарности

пограничного слоя на всем протяжении нектоера возможно лишь у мелких представителей нектона при $Re < 10^5$. Кроме того, данными опытами установлен безотрывный характер пограничного слоя у нектоеров, и связано это не только с хорошей обтекаемостью формы их тела, но и с нестационарностью процесса движения.

Экспериментами с нектоксеронными вторичноводными млекопитающими, такими как европейская норка, ондатра, бобр, находящимися на начальной стадии нектонного образа жизни, установлено, что обтекающий их тело поток воды находится в ламинарном состоянии при очень малых скоростях плавания ($0,1-0,2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$); при больших скоростях обтекающий поток носит турбулентный характер, а при скоростях $0,6-0,8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ уже отмечается отрыв пограничного слоя в районе крестца и хвоста [6]. Все это говорит о еще не совершенной в гидродинамическом отношении их формы тела, покровов, движителей и ведет к большим энерготратам на плавание. В гидроканале проводились опыты с нектоерами из различных систематических групп по изучению их движителей и кинематических параметров в случае прямолинейного плавания и совершения маневров в той или иной плоскости при различных скоростях и числах Re , что позволило в сравнительном плане проанализировать особенности строения и функционирования разных типов движителей у видов, относящихся к разным экоморфам [2].

С помощью экспериментов в гидроканале с моделями микрорельефов, имеющих на поверхности тела нектоеров, как, например, ктеноидов и других рельефных образований на чешуе рыб, установлено, что чешуйный покров рыбообразных и рыб представляет собой сложный морфологический комплекс, связанный с управлением течением в пограничном слое. Гидродинамические функции микрорельефа кожного покрова рыб и рыбообразных всесторонне рассмотрены в монографии В.Д. Бурдак [6]. Результаты изучения гидродинамической функции волосяного и перьевого покровов водных млекопитающих и птиц дают возможность заключить, что, помимо роли термоизоляционного экрана, эти покровы, с заключенной в них

воздушной прослойкой, обеспечивают гладкость поверхности тела, выполняют роль демпфера и способствуют частичной ламинаризации пограничного слоя [9]. В биогидродинамическом канале на протяжении ряда лет проводились также эксперименты по выявлению величин встречаемого сопротивления у первичноводных нектеров и вторичноводных позвоночных из классов рептилий, птиц и млекопитающих при различных скоростях плавания. Это позволило провести сравнительную оценку эколого-морфологических адаптаций в их организации к жизни в пелагиали и выявить пути и закономерности появления и развития таких адаптаций в процессе эволюции.

На основании многочисленных опытов по гидродинамике, гидростатике, особенностям строения формы тела, покровов, движителей водной среды и др. установлено, что во всех группах нектеров происходит постоянное нарастание сложностей этих приспособлений. С увеличением абсолютных и относительных скоростей движения комплекс адаптаций, направленных на снижение гидродинамического сопротивления, в общей системе приспособлений организма становится все более определяющим в ходе филогенетических изменений вида. Это связано с прогрессивным ростом той доли энергии в общем энергетическом балансе организма, которая тратится на движение.

Таким образом, создание большого биогидродинамического канала в Институте биологии южных морей АН Украины и проведение в нем комплекса разносторонних исследований по кинематике и гидродинамике плавания различных гидробионтов позволило выявить пути и закономерности становления и развития нектонных адаптаций у животных из разных систематических и филогенетических групп. Анализ результатов, полученных с помощью разработанных в отделе нектона оригинальных методик, позволил выйти на приоритетные позиции в современной науке, а также выдвинуть собственные концепции и основать новые направления в биологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алеев Ю.Г. О местоположении наибольшей высоты тела у рыб // Зоол. журн.— 1962.— 41, вып.9.— С.1429-1431.
2. Алеев Ю.Г. Нектон.— Киев: Наук. думка, 1976.— 391 с.
3. Алеев Ю.Г., Водяницкий В.А. Корабли и рыбы // Будущее науки.— М., 1966.— С.162-172.
4. Алеев Ю.Г., Курбатов Б.В. Биогидродинамический экспериментальный комплекс на основе автоматических систем // Бионика-73.— М., 1973.— 6.— С.12-17.
5. Бурдак В.Д. О функционировании ктеноидного аппарата рыб в условиях турбулентного пограничного слоя // Зоол. журн.— 1969.— 48, вып.7.— С.1053-1055.
6. Бурдак В.Д. Функциональная морфология чешуйного покрова рыб.— Киев: Наук. думка, 1979.— 163 с.
7. Зуев Г.В. О приспособлении к движению у *Cephalopoda* // Зоол. журн.— 1964.— 43, вып.9.— С. 1304-1308.
8. Курбатов Б.В. Методика экспериментального определения общего гидродинамического сопротивления морских млекопитающих // V Всесоюз. совещ. по изучению мор. млекопитающих: Тез. докл.— Махачкала, 1972.— С.122-124.
9. Мордвинов Ю.Е. Функциональная морфология плавания птиц и полуводных млекопитающих.— Киев: Наук. думка, 1984.— 167 с.
10. Овчаров О.П. О вихреобразовании в гидродинамическом следе рыбы при движении // Зоол. журн.— 1971.— 50, вып.12.— С.1766-1769.

Biohydrodynamic studies of nekton conducted in the Institute of Biology of the Southern Seas
Y.E. Mordvinov, O.N. Oskolskaya

For 25 years researches in hydrodynamics, structure and functioning of propulsive agents of water environment, hydrostatics of diverse nekton organisms (e.g., benthic, planktonic, xero- and eunekton) are carried out in a biohydrodynamic duct constructed in Department of Nekton, IBSS. Profound analysis of data obtained using the original techniques allowed to state priority of these investigations and to propose new concepts and research trends.