

И. И. СТАСЬ

РЕГИСТРАЦИЯ ДВИЖЕНИЙ ТЕЛА ДЕЛЬФИНА В МОРЕ

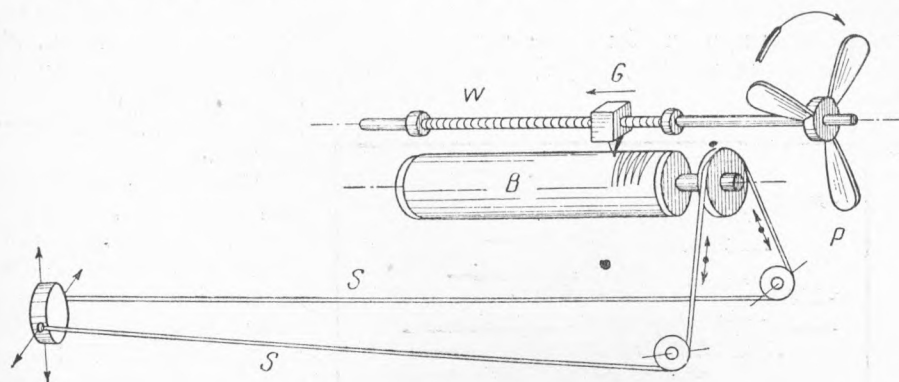
(Представлено академиком П. П. Лазаревым 25 VI 1939)

Механизм движения дельфина давно уже привлекал внимание исследователей; ведь для того чтобы развивать громадную скорость (до 10 м/сек), дельфин должен обладать не только хорошо обтекаемой формой тела⁽¹⁾, но и весьма совершенным двигателем.

Трудность непосредственных визуальных наблюдений за движением тела дельфина в море, обусловленная большой частотой колебаний и оптическими искажениями в воде, дала повод к самым противоречивым толкованиям механизма его движения. С одной стороны, Уссэй⁽²⁾ и вслед за ним большинство гидробиологов до сих пор полагают, что дельфин движется благодаря вертикальным колебаниям хвостового плавника. С другой стороны, Шулейкин⁽³⁾ пришел к выводу, что двигателем у дельфина служит все тело, по которому пробегает волна, поляризованная по кругу или по эллипсу: каждое поперечное сечение тела дельфина совершает колебания и в вертикальной и в горизонтальной плоскостях. Наличие подобных движений у дельфина Шулейкин обнаружил посредством кинематографирования дельфина, передняя часть тела которого была закреплена на станке, наибольшая же часть, обращенная к киноаппарату, могла свободно двигаться в воздухе. К тому же выводу Шулейкин пришел и косвенными путями, между прочим, рассматривая действие асимметричной головы дельфина при его быстром движении в воде как своего рода компенсатор, предохраняющий от непрерывного поворачивания тела дельфина вокруг его продольной оси.

Однако, как отмечалось выше, большинство гидробиологов не разделяло представлений физика. Как ни странно, на старой позиции продолжал стоять даже Нархов⁽⁴⁾, который произвел чрезвычайно обстоятельное исследование по морфологии мышц дельфина и обнаружил, что мускул *ilio-costalis* при одностороннем сокращении поднимает хвост кверху и одновременно отводит его в сторону, а мускул *ischio-caudalis* при одностороннем сокращении опускает хвост книзу и тоже одновременно отводит его в сторону; другими словами, эти мускулы явно служат для осуществления одновременных колебаний тела не только в вертикальном, но и в горизонтальном направлении. Невзирая на это обстоятельство, Нархов продолжал считать, что двигателем дельфина служит хвостовой плавник, быстро вибрирующий в вертикальном направлении (к слову сказать, можно вычислить, что для работы по этой схеме дельфину пришлось бы развить такую громадную частоту колебаний, что он при движении гудел бы, как шмель).

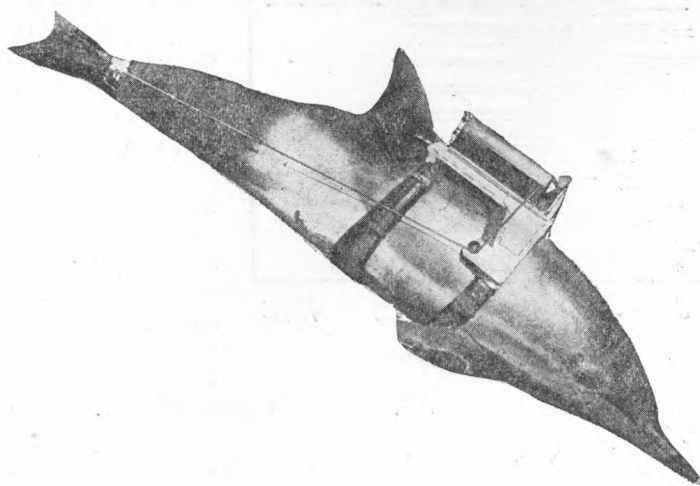
Отстаивая гипотезу об одних только вертикальных колебаниях, некоторые исследователи указывали на то обстоятельство, что опыты Шулейкина были проведены в воздушной среде, чуждой для дельфина, а потому дельфин при этих опытах могло двигаться совсем не так, как в воде. Хотя подобное отрицание привычных рефлекторных движений дельфина является явно несостоятельным само по себе, однако оно представляет



Фиг. 1

все же очень большой интерес опровергнуть устаревшие взгляды путем непосредственных опытов над дельфином в море: путем непосредственной регистрации колебаний его хвоста при его движении в родной среде — в морской воде.

Настоящая статья посвящена описанию именно такой непосредственной регистрации, произведенной при помощи специально сконструиро-



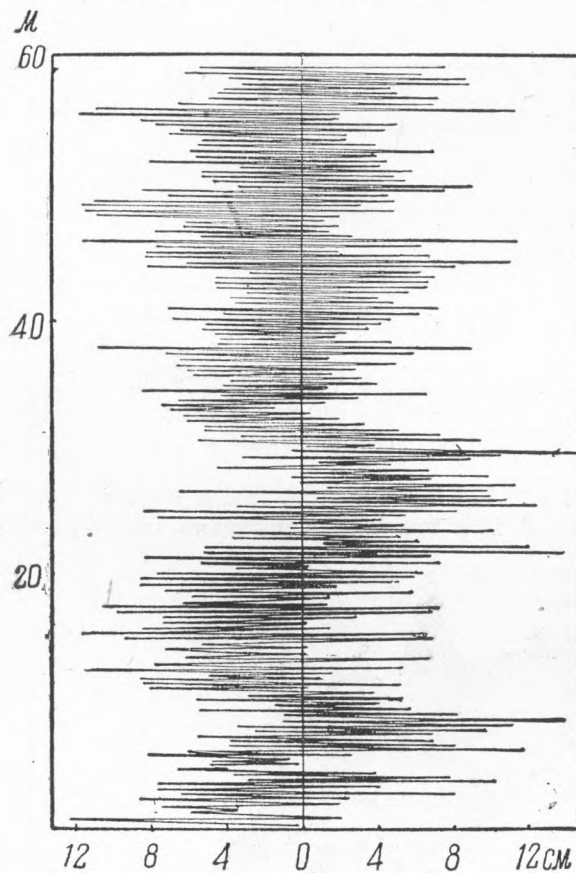
Фиг. 2

ванного самописца. Схема этого прибора представлена на фиг. 1, а его установка на спине дельфина видна на фиг. 2.

Барaban *B* мог поворачиваться при горизонтальных движениях хвоста благодаря попеременным натяжениям то правого, то левого шнура *S*. Концы шнура *S* крепились к браслету, надетому на хвост перед самым плавником. Для уничтожения слабины применялась резиновая лента, натя-

гивающая шнур достаточно надежно. Над барабаном помешалась гайка *G*, сквозь которую продет длинный тонкий винт *W* с мелкой нарезкой, скрепленный спереди с пропеллером *P*, обладающим довольно большим шагом.

На барабан накладывалась тонкая бумага, поверх которой был нанесен слой воска. По воску царапала острая игла, сидящая снизу на гайке *G*. Если бы попеременное натяжение то правого, то левого шнура *S* не заставляло барабан поворачиваться то в одну, то в другую сторону вокруг своей оси, то игла провела бы на поверхности воска прямую линию вдоль образующей цилиндра, когда при движении дельфина в воде вращался пропеллер с винтом и перемещал гайку параллельно оси барабана.



Фиг. 3

ста, воспроизведенные на фиг. 3. По необходимости снимок, изображенный на фиг. 3, пришлось сделать при косом положении пленки для того, чтобы резче выделялись темные штрихи на светлом фоне отблесков восковой поверхности.

На фиг. 3 видно, что дельфин совершал колебания хвоста в горизонтальном направлении, причем отклонения его от диаметральной плоскости достигали в среднем около 8 см. Амплитуда чисто вибрационных движений составляла в среднем 6 см. Помимо них тело дельфина несколько изгибалось в горизонтальном направлении, когда путь его в воде отклонялся вправо или влево от преобладающего направления. Следы подобных движений зафиксированы на записи в виде крупных пологих волн. Масштаб записей для колебаний определялся непосредственно путем отвода хвоста на те

Контрольные наблюдения показали, что поднятие хвоста дельфина прямо вверх и опускание его прямо вниз не вызывали никаких поворотов барабана вокруг его оси. Следовательно, если бы дельфин работал своим двигателем по старой схеме биологов, то после плавания в воде на барабане оказалась бы прочерченная прямая.

В действительности же картина получилась в согласии не с этой, а с физической схемой. Дельфин был пущен в воду на 100-метровом лагуне с палубы экспедиционного судна «Юлий Шокальский». После проплыва 100 м животное было извлечено обратно на палубу и восковая пленка снята (после разреза по образующей). На ней оказались совершенно четко записанные следы горизонтальных колебаний хвоста.

Дельфин был пущен в воду на 100-метровом лагуне с палубы экспедиционного судна «Юлий Шокальский». После проплыва 100 м животное было извлечено обратно на палубу и восковая пленка снята (после разреза по образующей). На ней оказались совершенно четко записанные следы горизонтальных колебаний хвоста.

Дельфин был пущен в воду на 100-метровом лагуне с палубы экспедиционного судна «Юлий Шокальский». После проплыва 100 м животное было извлечено обратно на палубу и восковая пленка снята (после разреза по образующей). На ней оказались совершенно четко записанные следы горизонтальных колебаний хвоста.

или иные расстояния от диаметральной плоскости тела. Масштаб продольного проплытого расстояния контролировался путем протаскивания прибора в канале с той же скоростью, с которой шел дельфин во время опытов. В свою очередь последняя величина определялась по секундомеру и оказалась равной 70 см/сек. При перемещении с такой скоростью гайка проходила от упора до упора вдоль всего винта за время 86 сек., соответствующее проплытому расстоянию 60 м.

Для дельфина, подвергавшегося испытанию в обладавшего длиной в 140 см, нормальная скорость движения на обычных переходах может считаться равной 100 см/сек. Следовательно движение дельфина с прибором на спине происходило на 30 % медленнее, чем обычно. Частота колебаний (полных) оказалась равной 1.7 в секунду, что соответствует периоду колебаний (полных) в 0.6 сек. Разумеется, наличие самописца на спине дельфина, а также лямок, браслета и других вспомогательных деталей, сильно ухудшало обтекаемость тела, а потому численное значение гидродинамических характеристик здесь должно было уклониться от естественных. Но разумеется также, что это не имеет никакого значения для разрешения поставленного вопроса; непосредственная регистрация обнаружила существование горизонтальных колебаний тела дельфина, подтвердила гипотезу Шулейкина и опровергла схему сторонников чисто вертикальных колебаний. Так как в наличии самих вертикальных колебаний абсолютно никто не сомневался и не сомневается, то их регистрация не входила в программу настоящей работы. Однако в будущем мы попытаемся зарегистрировать также и вертикальные колебания для того, чтобы решить вопрос, как именно «поляризована» волна, бегущая по телу дельфина: по кругу, или же по эллипсу.

Понятно, что для выполнения такой комбинированной регистрации придется значительно усложнить конструкцию самописца по сравнению с той, которая была применена сейчас.

Черноморская гидрофизическая станция
Академия Наук СССР

Поступило
25 VI 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. Шулейкин, В. Лукьянова, И. Стась, Гидродинамические качества рыб и дельфина, Изв. АН СССР, сер. геофиз. (1937). ² F. Housay, *Faune, puissance et stabil. des poissons*, Paris (1912). ³ В. В. Шулейкин, Кинематика дельфина, Изв. ОМН, стр. 651 (1935); см. того же автора: Физика моря, том II, стр. 238—255. ⁴ А. С. Нархов, Морфология мускулатуры хвостовой области *delphinus delphis* и *tursiops tursio*, Зоолог. журн., XVI, вып. 4 (1937).