

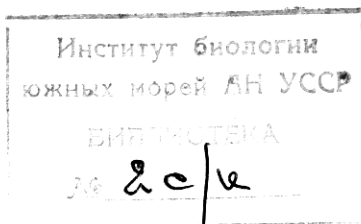
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 5



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1981

28. Ikeda T. Relationship between respiration rate and body size in marine plankton animals as a function of the temperature of habitat. — Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ., 1970, 21, p. 91—112.
29. Krogh A. The quantitative relation between temperature and standart metabolism in animals. — Int. Z. phys.-chem. Biol., 1914, N 1, p. 491—508.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
31.10.79

E. V. PAVLOVA, T. A. MELNIK

INTENSITY OF TOTAL METABOLISM IN CERTAIN PLANKTONIC COPEPODS IN THE INDIAN OCEAN TROPICAL PART

Summary

On the basis of ethological parameters characterizing mobility, the optimum volume is determined for keeping six species of plankton crustacea from the Indian Ocean under laboratory conditions. The average values of total metabolism are obtained under the copepod greatest mobility. The found differences in the intensity of total metabolism depend on the degree of locomotor activity to a greater extent than on the body mass and quantity of the consumed food. For copepods moving by jumps the metabolism level depends directly on the velocity of motion.

The obtained values of total metabolism are compared with the standard ones for the same species taken from the literature. The total metabolism is at an average 2-5 times as high as the standard one. Such comparison is shown to be conditional because of great diversity of the applied methods under measuring the respiration and body mass. On this basis a conclusion is made that at present there is no real idea of the metabolism values for the planktonic animals.

УДК 595.34:591.17.057.77(267)

Е. В. ПАВЛОВА

СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ КОПЕПОД ИЗ ПЛАНКТОНА ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Для регистрации скорости движения в лабораторных условиях применяются достаточно объективные методы: фотографирование трекков, киносъемка [1, 3, 5—7, и др.]. Как было показано, скорости движения особей одного и того же вида в аквариумах разного объема могут различаться [3]. Поэтому условия, при которых регистрируется движение, какими бы объективными ни были методы, должны быть строго оговорены, в зависимости от поставленной задачи исследования.

При проведении киносъемки движения копепод из планктона Индийского океана мы стремились оценить величины скорости при оптимальной подвижности. Оптимальные условия подвижности для каждого из исследованных видов были определены предварительно с помощью наблюдений двигательной активности в аквариумах, различных по объему [2].

Материал и методика. Примененная методика определения скорости движения копепод в основном описана [3]. Киносъемка проведена с помощью кинокамеры «Конвас» кинооператором ленинградской киностудии «Научфильм» Б. В. Балашовым. Скорость съемки 24 кадра/с. На киноплёнке регистрировалось движение одного—трех рачков данного вида в кубическом аквариуме емкостью 10 л одновременно в

**Суточные изменения двигательной активности у планктонных копепод
(объем аквариума 10 л,**

Вид животного	Длина тела с каудальными щетинками, см	День		
		Время активного движения в течение 1 ч, %	Время повисания в толще, %	Время нахождения на дне, %
<i>Euchirella</i>	0,48	53,4	41,6*	0
<i>Scolecithrix</i>	0,23	77,0	22,2	0
<i>Euchaeta</i>	0,38	80,2	13,8	4,7
<i>Rhincalanus</i>	0,50	1,0	99,0	0

* Оставшееся время затрачивалось на свободное падение под действием силы тяжести.

двух плоскостях с помощью зеркала, ориентированного под углом 45°. Кинолента обработана на покадровом проекторе, скорость и пройденный путь рассчитаны на ЭВМ «МИР-2» Н. И. Минкиной и А. А. Празукиным¹.

Рачки отбирались из свежевывловленного планктона, под биноклем тщательно проверялись наличие всех щетинок и их морфологическая целостность. Затем рачки помещались в аквариумы для 0,5-часовой адаптации к объему. При киносъемке рачки содержались в воде, фильтрованной через мембранный фильтр «Сымпор» № 3 или двойной № 2, при температуре, близкой к природной (22—24°C), без добавления пищи. После проведения съемки рачки фиксировались слабым формалином и измерялась длина частей тела, участвующих в движении.

Одновременно со съемкой проведены часовые визуальные наблюдения за движением тех же особей в переменном режиме плавания.

Таблица 2
Скорость движения *Rhincalanus nasutus* при осуществлении сложных больших скачков, см/с (температура 23°C, объем аквариума 10 л)

Направление движения	Скорость движения			Пройденный путь см.
	средняя	максимальная	минимальная	
По горизонтали	73,10	208,50	12,40	17,3
	29,20	51,80	9,90	8,5
	45,20	54,70	35,68	9,3
	27,45	39,36	12,92	3,4
В среднем при горизонтальном движении ... 43,7				
Вверх	14,54	25,96	6,80	2,9
	14,95	19,79	5,37	10,1
	28,23	63,95	10,46	4,0
В среднем при движении вверх ... 19,2				
Вниз	24,78	35,68	12,00	11,5
	43,00	95,10	4,80	12,5
	18,28	33,43	4,80	15,95
	23,16	33,34	13,99	4,8
	17,63	108,24	2,40	21,4
	14,10	4,47	5,37	2,0
В среднем при движении вниз ... 23,5				

Регистрировались по двум секундомерам: время активного и продолжительность непрерывного движения, подсчитывалось количество сложных скачков протяженностью около 10 см и более. При оценке суточных изменений двигательной активности ночные наблюдения проведены при минимальном освещении.

Экспериментальная часть работы выполнена в 1978 г. в период четвертого рейса НИС «Профессор Водяницкий» в экваториальной области Индийского океана.

Результаты и обсуждение.

При оптимальных условиях подвижности в лаборатории удалось получить кинограммы движения четырех видов индоокеанских копепод (самки): *Euchirella curticauda* Giesbr., *Scolecithrix danae* Lubbo, *Euch-*

¹ Автор приносит благодарность сотрудникам, помогавшим в проведении киносъемки и последующей обработке данных.

Таблица 1

Индийского океана в оптимальных условиях подвижности
(температура 22—23° C)

Средняя продолжительность непрерывного движения, с	Число скачков за 1 ч	Ночь				
		Время активного движения в течение 1 ч, %	Время повисания в толще, %	Время нахождения на дне, %	Средняя продолжительность непрерывного движения, с	Число скачков за 1 ч
40±6	0	60,0	32,0	1,2	36±7	2
146±67	0	65,5	33,7	0,8	54±18	0
85±43	30	61,0	31,5	3,8	69±13	42
257±53 **	7	—	—	—	—	—

** Для *Rhincalanus* приведена средняя продолжительность непрерывного зависания в толще.

aeta marina Prestandr. и *Rhincalanus nasutus* Giesbr. Результаты наблюдений за двигательной активностью этих видов в течение 1 ч в дневное и ночное время представлены в табл. 1. Значительно больше половины времени *Euchaeta*, *Scolecithrix* и *Euchirella* находились в поступательном движении. *Rhincalanus* двигался мало и почти все время «висел» на длинных первых антеннах, ни разу не опускаясь на дно. У других видов нахождение на дне аквариума составляло не более 5% времени наблюдения. Это свидетельствует о достаточно благоприятных условиях содержания в таких объемах и о нормальном состоянии жизнедеятельности выловленных из моря рачков (табл. 1). Визуальные наблюдения дают возможность различить вид движения при крайне различных скоростях. Так, четко различимы сложные большие скачки рачка, протяженностью через всю толщу воды в аквариуме, повисание в толще, падение под действием силы тяжести и поступательное движение без больших скачков.

На основании данных кинограмм можно точно определить направление и диапазон скоростей, с которыми копеподы движутся тем или иным способом. Результаты обработки полученных кинограмм представлены в табл. 2—5. Большие скачки совершаются в толще воды по всем направлениям. Наибольшая скорость при этом достигается в горизонтальном направлении, наименьшая — при движении вверх (табл. 2, 4, 5). Скорость движения без больших скачков в среднем почти у всех видов одинакова (1,6—3,0 см/с). Немного меньше она у *Euchirella* при движении по спирали (табл. 4) и у *Rhincalanus* в случаях, когда рачок, находясь в вертикальном положении, совершает кратковременные перемещения вверх и вниз между длительным повисанием в толще (табл. 3, 1).

Сравнив полученные нами величины скорости движения с опубликованными данными, можно отметить, что они значительно выше. Для *Calanus helgolandicus* при киносъемке одного рачка в объеме 1 л ($t=16-17^\circ$) средняя скорость в скачке

Таблица 3

Скорость перемещения *Rhincalanus nasutus* при удержании в толще, см/с
(температура 23°С, объем аквариума 10 л)

Направление движения	Скорость движения			Пройденный путь, см
	средняя	максимальная	минимальная	
По горизонтали	2,10	9,60	2,40	5,0
	2,10	3,50	0,60	3,0
	3,58	9,70	2,40	2,7
	0,62	1,19	0,27	4,3
	6,18	12,92	2,40	5,2
В среднем... 2,9				
Вверх	1,14	0,96	0,38	2,7
	0,40	1,60	0,38	2,8
	0,82	2,39	0,53	4,4
	0,44	0,96	0,27	4,4
В среднем... 0,5				
Вниз	0,58	2,03	0,38	5,3

Таблица 4

Скорость движения *Euchirella*
curticauda, см/с (температура 23°C,
объем аквариума 10 л)

Вид движения, направление	Скорость движе- ния			Пройденный путь, см
	средняя	максимальная	минимальная	
Большой сложный ска- чок вверх-вниз	9,54 35,82 50,45	24,2 73,56 66,55	2,40 1,20 37,95	17,5 23,7 16,8
В среднем в скачке ... 31,9'				
Без больших скачков в го- ризонтальном направлении	1,98 2,50 2,50 1,19	3,23 4,20 4,02 2,47	0,85 1,20 1,80 0,60	6,4 6,3 5,1 6,1
В среднем ... 2,0				
Без больших скачков, вверх	1,18 4,32 3,45 1,86 2,14	3,06 9,04 6,57 4,28 2,81	0,85 2,68 1,04 0,60 1,04	4,5 3,5 2,9 8,9 1,4
В среднем ... 2,6				
Без больших скачков, вниз	1,84 3,97 2,06 2,10	6,29 4,02 3,07 4,00	0,60 2,47 0,85 0,60	7,3 4,5 10,2 6,0
В среднем ... 2,3				
По спирали	1,70 1,51 1,59	3,40 3,65 3,12	0,60 0,60 0,60	7,8 2,5 6,2
В среднем ... 1,6				

Таблица 5

Скорость движения *Euchaeta marina*
и *Scolecithrix danae*, см/с
(температура 22—23°C,
объем аквариума 10 л)

Вид движения, направление	Скорость движения			Пройденный путь, см
	средняя	максима- льная	минимал- ная	
<i>Euchaeta marina</i>				
Большие скач- ки по гори- зонтالي	70,50	170,08	18,74	23,0
Скачок вниз	33,15	44,64	10,70	4,0
Скачки вверх	64,72	124,08	5,37	5,2
	17,91	37,57	2,40	12,7
	38,20	63,36	7,20	16,6
В среднем ... 44,9				
Движение без больших скач- ков по гори- зонтالي	0,70	1,36	0,27	2,3
	4,61	26,80	2,40	3,8
Без больших скачков,	1,82	4,28	0,80	7,0
вверх	1,76	4,98	0,60	4,5
Без больших скачков, вверх- вниз	3,67	5,37	2,40	1,2
В среднем ... 2,5				
<i>Scolecithrix danae</i>				
Движение в го- ризонтальном	0,89	1,59	0,65	2,7
направлении	1,94	3,93	0,60	8,5
	2,06	3,93	1,04	7,1
	2,60	4,20	0,80	8,7
В среднем ... 1,9				

равнялась 15,3 см/с [3]. Результаты измерений скорости активного движения четырех видов тихоокеанских копепоид ($t=29-31^\circ$), приводимые А. Н. Заикиным и Ю. А. Рудяковым, примерно в 8—10 раз ниже данных, приведенных нами в таблицах 2—5, при сравнении максимальных и в 2—5 раз ниже при сравнении средних скоростей [1]. И. Стриклер [5] принимает максимально возможную скорость копепоид при реакции избегания 50 см/с. Имеющиеся данные трудно сравнивать, поскольку величина скорости движения в значительной степени зависит от условий эксперимента — температуры при съемке, объема, предоставляемого для движения [3], концентрации особей при оценке скорости [1], наличия пищи и степени накормленности рачков [4], — которые в указанных работах были различными.

Для относительно объективной оценки средних скоростей, вероятно, пригодны данные, полученные в оптимальных условиях подвижности. Величина максимальной скорости в значительной степени зависит от видовой принадлежности копепоид и от возможности осуществить движение с максимальной скоростью.

В результате проведенных исследований получены величины скорости движения в условиях оптимальной подвижности без применения искусственной стимуляции.

При выполнении сложных больших скачков через всю толщу воды в аквариуме объемом 10 л наибольшая средняя скорость отмечена у *Rhincalanus nasutus* и *Euchaeta marina*.

Максимальная скорость при данных условиях наблюдалась в большом скачке у *Rhincalanus* (208,5 см/с).

У исследованных видов копепод средняя скорость движения зависит от его направления. Наибольшая имела место при движении в горизонтальном направлении, наименьшая — при движении вверх.

Скорость движения без больших скачков в среднем у всех видов одинакова и изменяется в пределах 1,6—3 см/с.

1. Заикин А. Н., Рудяков Ю. А. Скорость движения планктонных ракообразных. — Океанология, 1976, 16, вып. 5, с. 902—906.
2. Павлова Е. В., Мельник Т. А. Интенсивность общего обмена у некоторых планктонных ракообразных тропической части Индийского океана. — См. настоящий сб.
3. Павлова Е. В., Царева Л. В. Движение *Calanus helgolandicus* по данным кино съемки. — Биология моря, Киев, 1975, вып. 33, с. 64—68.
4. Павлова Е. В., Царева Л. В. Влияние голода и наличия пищи на двигательную активность *Calanus helgolandicus* (Claus). — В кн.: Распределение и поведение морского планктона в связи с микроструктурой вод. Киев: Наук. думка, 1977, с. 77—84.
5. Strickler J. R. Über das Schwimmverhalten von Cyclopoiden bei Verminderungen der Bestrahlungsstärke. — Schweiz. Z. Hydrol., 1970, 31, N 2, S. 150—180.
6. Strickler J. R. Observation of swimming performances of planktonic Copepods. — Limnol. and Oceanogr., 1977, 22, N 1, p. 165—170.
7. Vlymen W. J. Energy expenditure of swimming copepods. — Limnol. and Oceanogr., 1970, 15, N 3, p. 348—356.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
24. 10. 79

E. V. PAVLOVA

MOTION RATE OF COPEPODS FROM THE INDIAN OCEAN PLANKTON

Summary

Filming of copepod motion is carried out in aquariums of 10 l capacity with the rate of 24 stills/s. The highest average velocity in fulfilling jumps through the whole water thickness in the aquarium is registered for *Rhincalanus* (46.2 cm/s) and *Euchaeta* (44.9 cm/s). The maximum velocity of the jump 208.5 cm/s was observed in *Rhincalanus*. The motion rate value is affected by the direction: the highest rate is observed when moving in horizontal direction, the least one — when moving upwards. The velocity without great jumps is the same at an average in all the studied species and ranges from 1.6 to 3.0 cm/s.

УДК 591.531.31:595.3:577.475

Т. В. ПАВЛОВСКАЯ, Г. И. АБОЛМАСОВА

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС У МАССОВЫХ ВИДОВ РАКООБРАЗНЫХ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Выяснение пищевых взаимоотношений между организмами и количественных закономерностей трансформации вещества и энергии экологическими группами внутри сообществ — наиболее важный момент при оценке потока энергии, проходящего через экосистему. В основе этих исследований лежит определение скорости потребления различных видов пищи и отдельных элементов энергетического баланса у наиболее массовых представителей зоопланктона. Такого рода работы выполнены в основном на организмах из бореальной области океана [10, 11, 19—22, 26 и др.], в то время как для тропической зоны Мирового океана эти исследования немногочисленны [9, 14, 16, 23, 25].