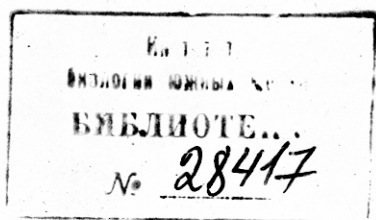


АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
И ПОВЕДЕНИЕ
МОРСКОГО ПЛАНКТОНА
В СВЯЗИ
С МИКРОСТРУКТУРОЙ
ВОД



6. Неуймин Г.Г., Аникин Ю.А. Измерение подводной освещенности в Черном море. - Вопросы физики моря, 1966, 37, с.229-247.
7. Очаговский Ю.Е. О зависимости показателя ослабления света от содержания в воде взвеси. - Труды Института океанологии АН СССР, 1965, 77, с.35-40.
8. Сорокина Н.А. О корреляции между показателем ослабления направленного света и градиентом плотности морской воды в эвфотической зоне тропической области Атлантического океана. - Морские гидрофиз. исслед., 1972, № 2, с.141-150.
9. Финенко З.З., Крупаткина Д.К., Заика В.Е. Распределение взвешенного органического вещества. Соотношение размерных фракций взвешенного органического вещества. - В кн.: Биологическая структура и продуктивность планктонных сообществ Средиземного моря, 1975, гл.5, с.103-III.
10. Yentsch C.S. Measurement of visible light absorption by particulate matter in the ocean. - Limnol. and Oceanogr., 1962, 7, N 2, p. 207-217.

УДК 591.524.12

Е.В.Павлова, С.Г.Африкова,

Е.П.Делало, А.Е.Шершнев, Д.Е.Левашов

К ВОПРОСУ О ВЕРТИКАЛЬНЫХ МИГРАЦИЯХ КОПЕЮД

В ЧЕРНОМ И ЭГЕЙСКОМ МОРЯХ

Для выявления суточных миграций планктонных животных обычно проводят вертикальные обловы по слоям, повторяемым несколько раз в сутки. Периодичность обловов, как правило, равняется четырем часам. По перемещению основной массы популяции мигрирующего вида рассчитывается скорость его движения по вертикали. Скорость миграций черноморского калануса была рассчитана на основе материалов, собранных на летней суточной станции в 1959 г. с одно-двухчасовыми промежутками между двумя последующими ловами [1]. В Эгейском море в декабре 1960 г. были проведены исследования на суточной станции в северной его части с четырехчасовыми интервалами [3]. Для лова в обоих случаях использовалась сеть Джеди с диаметром входного отверстия 37 мм. В 76-м рейсе нис "Академии А.Ковалевский" были проведены исследования на суточных станциях в Черном и Эгейском морях с минимально-возможным сокращением интервалов между повторными обловами одного и того же слоя. На основании этих оборов была сделана попытка определить скорость передвижения мигрирующей части популяции некоторых копеюд и выяснить, каким образом сокращение времени между двумя повторными вертикальными ловами по шести слоям могут влиять на величину рассчитываемой скорости.

Материал и методика. Если исходить из предположения, что чем чаще будут повторяться обловы, тем больше вероятность обловить одно и то же скопление планктона и тем больше оснований рассчитывать скорость миграции считать реальной, то следовало бы максимально сокращать интервалы между повторными обловами. Применение сети Джеди большой модели как орудия лова при проведении вертикальных обловов с глубины 150 м позволяет произвести повторные обловы каждого из необходимых пяти-шести слоев не чаще, чем через 45-60 мин.

Опробование немецкого планктонособирателя "Автопланктон BCD" (фирма "Гидробюс", каталог № 438430, ФРГ), показало, что прибор дает два больших преимущества: 1) выигрыш во времени в результате облова шести слоев за одно зондирование и 2) автоматическое управление его работой с борта судна. Сравнительными ловами сетями и прибором, проведенными одновременно, было показано, что при одинаковой скорости подъема и при соблюдении синхронности во времени облова одного и того же слоя, различия в численности калануса, например, составляли не более 20% [2].

Летом 1975 г. были проведены исследования на суточной станции в Эгейском море в течение 30 июня - 1 июля ($36^{\circ}25'$ северной широты и $24^{\circ}41'$ восточной долготы), в Черном море - в течение 29-30 июля ($42^{\circ}12'5''$ северной широты и $29^{\circ}46'4''$ восточной долготы). Сбор планктона производился указанным выше планктонособирателем, оборудованным сетью Джеди большой модели с диаметром входного отверстия 80 см и газовым ситом № 49. В Черном море облавливались слои: 0-13, 13-30, 30-50, 50-100, 100-120, 120-150. В течение суток их протяженность менялась: днем более дробно производился облов глубинных слоев, ночью - поверхностных. На станции в Эгейском море ловы производились с 400 м по слоям: 0-10, 10-40, 40-100, 100-150, 150-250, 250-400 м. Скорость подъема прибора колебалась в пределах 0,4-0,6 м/с. Возможность получать быстро и бесперебойно данные о тонкой гидрологической структуре вод с помощью "Истока" позволяли выбирать точки в море с относительно стабильными водными массами. Использование плавучего крестообразного якоря, заглубленного на 5 м и оборудованного на поверхности флагом и проблесковым огнем на флажке, дало возможность вести работы с борта корабля в течение суток в выбранной первоначально водной массе.

При работе с планктонными сетями сокращение интервалов между двумя повторными сериями ловов может происходить как за счет времени, расходуемого на фиксацию и отцеживание собранных проб, так и за счет времени, в течение которого происходит облов необходимых слоев по вертикали. Фиксация и отцеживание проб между двумя сериями в принципе могут выполняться отдельно лицами, не производящими обловы. Сократить время, затрачиваемое на облов серий, как мы убедились, можно лишь с применением орудия лова новой конструкции. Действительно, при работе большой сетью Джеди с глубины 150 м продолжительность взятия одной вертикальной серии (6 слоев) не может быть меньше 33–45 мин, если скорость подъема не превышает 0,6 м/с. Работа сетями Джеди по шести слоям с глубины 400 м продолжается не менее 80 мин. Эти расчеты проведены для идеальных погодных условий, когда нет никаких неполадок.

Работая автоматическим планктоносорбителем, мы сократили время, расходуемое на облов шести слоев с глубины 150 м в среднем до 12 мин, с глубины 400 м – до 20 мин. Время, затрачиваемое на освобождение шести стаканов от собранных проб, при некотором навыке может быть уменьшено до 12–15 мин. Таким образом, с использованием автоматического планктоносорбитра фирмы "Гидробиос" удалось сократить время между повторными обловами одного и того же слоя до 30–35 мин при работе в Черном море и до 35–45 мин при работе в Эгейском море.

Численность крупных мигрирующих видов определена при подсчете организмов под бинокляром во всей пробе; самки, самцы и копепоидные стадии просчитывались отдельно. Наибольшая численность под I м² (сотни-тысячи экз.) была обнаружена у *U* копепоидов *Calanus helgolandicus*. Самки этого вида встречались десятками-сотнями, самцы – десятками экз. Копеподы из Эгейского моря были малочисленнее. Наиболее массовым (десятки-сотни экз.) был *C. minor*; *C. tenuicornis* и *Eucalanus attenuatus* встречены десятками экз. под I м², *C. gracilis* и *Euchaeta marina* – единицами-десятками, *Pleuromma gracilis* – отдельными экз. под I м². О распределении мигрирующей части популяции данного вида по вертикали в течение суток судили по численности, рассчитанной в процентах от общего их количества под I м².

При расчетах скорости миграций копепод пришлось допустить, что пройденный ими путь равен расстоянию от середины одного до середины другого обловленного слоя и что передвигаются они рачки стро-

го вертикально. Это уменьшает истинный путь, проходимый рачками в естественных условиях по ломанной линии [6], и несколько занижает величины рассчитанных скоростей.

Сбор материала проведен Т.С.Петипа, Н.А.Островской, и Е.В.Павловой, обработка проб - С.Г.Африковой и Е.П.Делало, бесперебойную работу прибора обеспечили А.Е.Щегинев и Д.Е.Левашов.

Результаты и обсуждение. Прежде всего на полученном материале было проверено положение, из которого мы исходили, применяя новый планктонособиратель при изучении миграций планктонных животных. Предполагалось, что величины скорости движения животных при суточных миграциях должны зависеть от времени между повторными обловами одного и того же слоя. На примере трех наиболее массовых мигрантов в Черном и Эгейском морях в табл. I показано, что величина рассчитываемой скорости передвижения рачков в значительной степени зависит от частоты повторных обловов в периоды активного подъема и спуска. Для *Calanus helgolandicus*, например, скорость при движении вверх в 16-17 ч может оказаться равной либо 0,008, либо 0,003, либо 0,001 м/с, в зависимости от того через 30 мин, 1,5 или 3 ч были проведены повторные ловы из одного и того же слоя. При движении каланусов вниз величины скорости, рассчитанные на основании материала, собранного с разными временными промежутками между повторными обловами, могут различаться на порядок. Существенно повышается величина рассчитанной скорости при миграциях у *C. minor* и у *Eucalanus attenuatus*, если время между повторными обловами уменьшается до 35 - 40 мин (табл. I). Данные, на основании которых были сделаны расчеты, приведены на рис. 1, 2, 3. Все это убеждает в необходимости максимального сокращения времени при повторных обловах одних и тех же слоев, если ставится задача определить более реальные скорости передвижения рачков в море при суточных миграциях. На этом основании расчет скорости передвижения мигрирующих рачков как в Черном, так и в Эгейском море был проведен только в тех случаях, когда промежутки времени при повторных обловах были минимальными. Скорость движения рассчитывалась как по перемещению максимумов численности мигрирующих рачков, так и при явном перемещении из слоя в слой какой-то их части.

В Черном море рассчитана скорость передвижения наиболее активного суточного мигранта *Calanus helgolandicus* (табл. 2). Скорость при подъеме самок, самцов и У копепоидитных стадий в общем

Т а б л и ц а I

Величина расчетной скорости движения мигрирующих рачков
в зависимости от времени между повторными обловами одного
и того же слоя (по перемещению максимумов численности)

Вид	Пол, стадия	Направление движения	Время суток, ч	Скорость (м/с) при разных временных промежутках между повторными обловами		
				20-30 мин	I-I,5 ч	2,5-3 ч
<i>Calanus helgolandicus</i>	♀, ♂, у	Подъем	I6-I9	0,008	0,003	0,001
	♀	Спуск	0-3	0,093	0,004	0,006
	♀	Спуск	3-5	0,040	0,013	0,007
	♂	Спуск	0-3	0,057	0,011	0,006
	у	Спуск	0-3	0,033	0,008	0,003
				35-40 мин	I,5-2 ч	3,5 ч
<i>Calanus minor</i>	♀, ♂, у, IV	Спуск	5-8	0,009	0,003	0,005
<i>Eucalanus attenuatus</i>	♀, ♂, у, IV	Подъем	I-5	0,012	0,008	0,005
	♀, у	Спуск	5-8	0,033	0,003	0,005
	♂	Спуск	5-8	0,009	-	0,005
	IV	Спуск	5-8	0,033	0,010	0,005

одинакова и значительно ниже, чем скорость этих же групп при спуске. Приведенные в табл.2 данные рассчитаны на основании перемещения мигрирующей части популяции в разное время суток: два-три подьема - от 16⁰³ до 20¹⁴, спуск - трижды - от 20⁰³ до 20⁴⁷, от 0⁴⁵ до 1¹⁹ и от 3¹⁹ до 3⁵⁷ (рис.1).

Т а б л и ц а 2

Путь и скорость при вертикальных миграциях
у *Salapia helgolandica* в Черном море 29-30.УИ 1975 г.

Направление движения	Пол, стадия	Время облова, ч, мин	Слой перемещения, м	Время движения, мин	Пройденный путь, м	Скорость, м/с
Подъем	♀♀	16 ¹⁶ -16 ⁵⁵	30-10	39	20,0	0,008 [±]
		19 ⁴¹ -20 ¹⁴	21,5-6,5	27	15,0	0,009
		19 ³⁷ -20 ¹⁴	40-6,5	23	33,5	0,024
	♂♂	19 ³² -20 ¹⁰	75-40	38	35,0	0,016
		16 ¹⁶ -16 ⁵⁵	30-10	39	20,0	0,008 [±]
		19 ³² -20 ¹³	75-21,5	41	53,5	0,025
	у	19 ³⁷ -20 ¹³	40-21,5	24	18,5	0,013
		16 ¹⁶ -16 ⁵⁵	30-10	39	20,0	0,008 [±]
		16 ⁰⁵ -16 ⁴⁵	135-70	40	65,0	0,027
		16 ⁰⁷ -16 ⁴⁵	110-70	38	40,0	0,018
		19 ³⁷ -20 ¹⁴	40-6,5	37	33,5	0,024
		19 ³² -20 ¹⁴	75-6,5	42	68,5	0,027
	Спуск	♀♀	19 ³⁰ -20 ¹⁴	110-6,5	44	103,5
20 ¹⁷ -20 ⁴³			6,5-21,5	26	15,0	0,010
20 ¹⁷ -20 ⁴⁰			6,5-40	23	33,5	0,024
♂♂		20 ¹³ -20 ³⁶	40-65	23	25,0	0,018
		20 ¹³ -20 ³³	40-100	20	60,0	0,050
		0 ⁵⁰ -1 ⁰⁹	70-125	19	55,0	0,048
		3 ²⁸ -3 ⁵⁴	6-27	26	21,0	0,013
		3 ²⁸ -3 ⁵²	6-63,5	24	57,5	0,040 [±]
		3 ⁵³ -4 ¹³	63,5-129,5	20	66,0	0,055
		3 ²⁶ -3 ⁵²	28,5-63,5	26	35,0	0,022
		4 ²² -4 ⁴⁶	27-63,5	24	36,5	0,025
		4 ²³ -4 ⁵⁰	6-27	27	21,0	0,013 [±]
		20 ¹⁴ -20 ⁴⁰	21,5-40	26	18,5	0,011
20 ¹⁴ -20 ³⁶	21,5-65	22	43,5	0,033		

Направле- ние дви- жения	Пол, стадия	Время об- лова, ч, мин	Слой пере- мещения, м	Время движе- ния, мин	Пройден- ный путь, м	Скорость, м/с
Спуск	♂♂	20 ¹⁴ -20 ³³	21,5-100	19	78,5	0,068
		20 ¹⁴ -20 ³⁰	21,5-135	16	113,5	0,118
		052-112	30-70	20	40,0	0,033
		054-114	9-30	20	21,0	0,017 ^н
		328-354	6-27	26	21,0	0,013
		328-352	6-63,5	24	57,5	0,040 ^н
	У	20 ¹⁷ -20 ⁴³	6,5-21,5	26	15,0	0,010
		20 ¹⁷ -20 ⁴⁰	6,5-40	23	33,5	0,024
		20 ¹⁷ -20 ³⁶	6,5-65	19	58,5	0,051
		20 ¹⁷ -20 ³³	6,5-100	16	93,5	0,097
		052-112	30-70	20	40,0	0,033 ^н
		328-354	6-27	26	21,0	0,013
		326-352	28,5-63,5	26	35,0	0,022

^н Рассчитано по перемещению максимумов численности.

На суточной станции в Эгейском море самыми массовыми из возможных мигрантов были *Calanus minor* и *Eucalanus attenuatus*. Рассчитанные скорости для этих двух видов приведены в табл.3 и 4, распределение численности рачков по вертикали - на рис.2 и 3. Скорости при миграциях были рассчитаны также еще для четырех видов: *C.gracilis*, *C.tenuicornis*, *Euchaeta marina* и *Pleuromma gracilis* (табл.5,6). В среднем скорости у всех указанных видов были примерно одинаковыми, при спуске значительно выше, чем при подъеме. Средние величины скоростей движения и пределы их колебаний сведены в табл.7. Наибольшая средняя скорость вертикальных миграций при подъеме (0,037 и 0,024 м/с) отмечена у рачков У копеподитной стадии *C.gracilis*, *Euchaeta marina* и *C.helgolandicus*, максимальная скорость подъема (0,039 м/с) - у старших копеподитов черноморского калануса. В общем скорость подъема мало отличается у разных возрастных мигрирующих групп всех семи видов копепод. При спуске скорость движения в два-три раза выше, чем при подъеме и может различаться у рачков разного возраста. Так, у самцов *C.helgolandicus* и *C.tenuicornis* зафиксирована наибольшая средняя скорость (0,042 и 0,049) по сравнению со скоростями движения у самок и копеподитов. Наибольшая величина максимальной скорости (0,118 м/с) отмечена у черноморского калануса

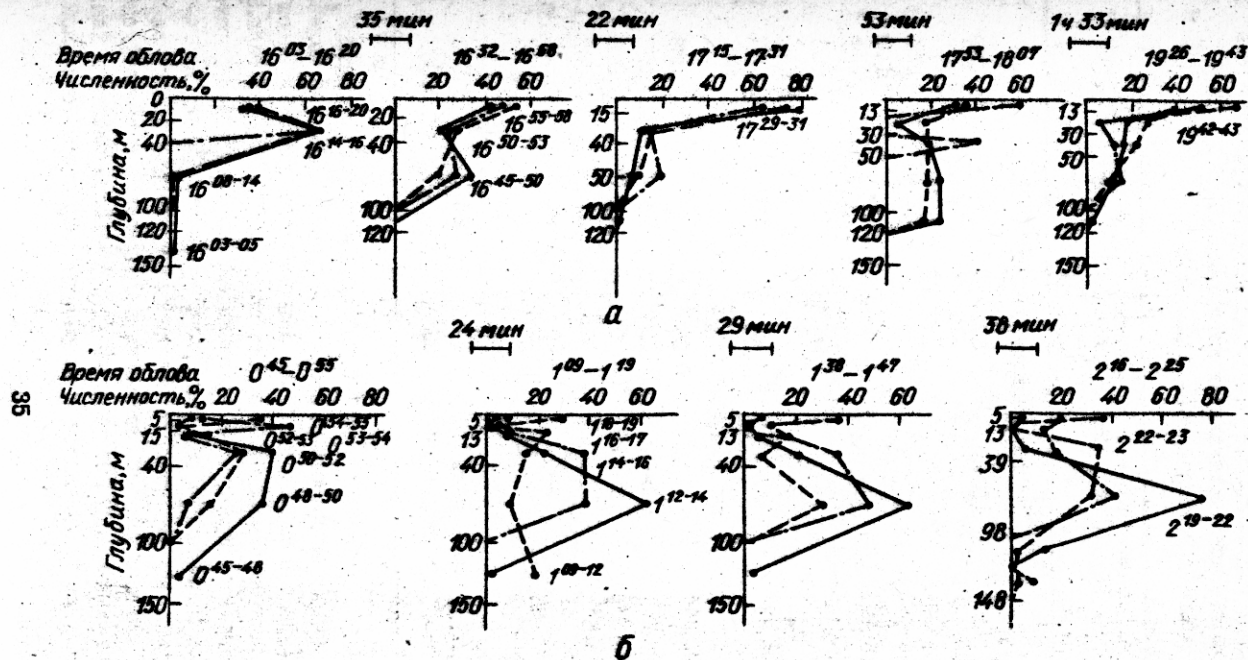


Рис.1. Распределение численности *Calanus helgolandicus* на суточной станции 20 - 30 июля 1975 г. при подъеме (а); при спуске (б). (Между временем взятия очередной серии указан временной промежуток.)

Таблица 3

Путь и скорость при вертикальных миграциях
у *Calanus minor* в Эгейском море 30.VI 1975 г.

Пол, стадия	Время облова ч, мин	Слой перемещения, м	Время движения, мин	Пройденный путь, м	Скорость, м/с
<u>При движении вверх</u>					
♀ ♀	18 ⁴⁷ -19 ²⁴	10-5	37	5	0,002
	18 ⁴⁵ -19 ²²	69,5-25	37	44,5	0,020
	18 ⁴⁵ -19 ²⁴	69,5-5	39	64,5	0,026
♂ ♂	18 ⁴⁷ -19 ²⁴	10-5	37	5	0,002
	18 ⁴⁵ -19 ²²	69,5-25	37	44,5	0,020
	18 ⁴⁶ -19 ²⁵	30-5	39	25	0,011
	23 ⁰⁰ -23 ⁴⁸	70-5	48	65	0,023
	23 ⁰³ -23 ⁴⁸	25-5	45	20	0,007
<u>При движении вниз</u>					
♀ ♀	5 ⁰⁸ -5 ⁴⁴	5-25	36	20	0,009
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
♂ ♂	5 ⁰⁸ -5 ⁴⁴	5-25	36	20	0,009
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
У, IV	5 ⁰⁸ -5 ⁴⁴	5-25	36	20	0,009
Копепо-	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
дити	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066

(табл.7). Для *C.helgolandicus* Т.С.Петипа приводила несколько меньшие величины миграционных скоростей, рассчитанных по полевым материалам. Даже в период наиболее интенсивного движения самок и самцов средняя максимальная скорость была 0,007 м/с [2, табл.3]. Как было показано, применение автоматического планктоноособирателя позволило в несколько раз сократить промежутки между вертикальными обловами, что способствовало более точному обнаружению момента начала интенсивного движения при миграции и расчету скорости при этом движении. Полученные нами скорости близки к тем, которые приводила в указанной выше работе Т.С.Петипа, опираясь

Т а б л и ц а 4

Путь и скорость при вертикальных миграциях
у *Eucalanus attenuatus* в Эгейском море 30.VI 1975 г.

Пол, стадия	Время обхода ч, мин	Слой перемещения, м	Время движения, мин	Пройденный путь, м	Скорости м/с
<u>При движении вверх</u>					
♀ ♀	1 ³⁶ -2 ³⁶	68-23,7	60	44,3	0,012
	18 ⁴⁵ -19 ²²	69,5-25	37	44,5	0,020
♂ ♂	1 ³⁶ -2 ³⁶	68-23,7	60	44,3	0,012
У, IV	1 ³⁶ -2 ³⁶	68-23,7	60	44,3	0,012
Копе-подиты	18 ⁴⁵ -19 ²²	69,5-25	37	44,5	0,020
<u>При движении вниз</u>					
♀ ♀	21 ¹⁴ -21 ⁴⁹	5-25	35	20	0,009
	1 ³⁸ -2 ³⁶	5-27,5	58	22,7	0,006
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
♂ ♂	18 ⁴⁷ -19 ²²	5-25	35	20	0,010
	21 ¹⁴ -21 ⁴⁹	5-25	35	20	0,010
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	21 ¹⁴ -21 ⁴⁹	5-25	35	20	0,009
У	23 ⁰³ -23 ⁴⁷	5-25	44	20	0,007
Копе-подиты	23 ⁰² -23 ⁴⁵	25-69,5	43	44,5	0,011
	23 ⁰³ -23 ⁴⁵	5-69,5	42	64,5	0,026
	1 ³⁸ -2 ³⁶	5-23,7	58	18,7	0,006
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
IV	23 ⁰³ -23 ⁴⁷	5-25	44	20	0,007
Копе-подиты	23 ⁰³ -23 ⁴⁵	5-69,5	42	64,5	0,026
	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066

на лабораторные данные и исходя из теоретических рассуждений (0,06 и 0,15 м/с). Величины того же порядка были получены при проведении киносъемки разных видов движения одного калануса в объеме I и без каких-либо стимуляций [4]. Скольжение осуществля-

Т а б л и ц а 5

Путь и скорость при вертикальных миграциях
у *Calanus tenuicornis* и *C. gracilis* в Эгейском море 30.VI 1975 г.

Вид	Направ- ление движения	Пол, стадия	Время обло- ва, ч, мин	Слой пе- ремеще- ния, м	Вре- мя дви- же- ния, мин	Прой- ден- ный путь, м	Ско- рость, м/с
<i>Calanus tenuicor- nis</i>	Вверх	♀♀	18 ⁴⁶ -19 ²⁴	30-5	38	25	0,011
			1 ³⁶ -2 ³⁶	68-24	60	44	0,012
			1 ³⁶ -2 ³⁶	68-24	60	44	0,012
		♂♂	18 ⁴⁶ -19 ²⁴	30-5	38	25	0,011
			18 ⁴⁵ -19 ²⁴	70-5	39	65	0,027
			1 ³⁶ -2 ³⁶	68-24	60	44	0,012
	Вниз	IV	1 ³⁶ -2 ³⁶	68-24	60	44	0,012
		♀♀	23 ⁰³ -23 ⁴⁷	5-25	44	20	0,007
			5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,032
			5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
		♂♂	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
			5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,032
			5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
		У	23 ⁰³ -23 ⁴⁷	5-25	44	20	0,007
			23 ⁰³ -23 ⁴⁵	5-70	42	65	0,026
			5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,032
<i>Calanus gracilis</i>	Вверх	♀♀	1 ²⁷ -2 ³⁴	110,5-66	67	44,5	0,011
		У	1 ²⁶ -2 ³⁴	218-66	68	152	0,037
		♀♀	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
	Вниз	♀♀	23 ⁰³ -23 ⁴⁷	5-25	44	20	0,007
			23 ⁰³ -23 ⁴⁵	5-70	42	65	0,026
			5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
		У	5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
			5 ⁰⁸ -5 ⁴¹	5-70	33	65	0,033
			5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
		IV	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066

лось со средней скоростью 0,04 м/с, скорость при больших скачках увеличивалась до 0,164 м/с. Очевидно, только при движении этими двумя способами можно достигать такой скорости (0,097 или 0,118 м/с), отмеченных у самок и У копепоидов при вечернем спуске, т.е. пройти 113 м за 16 мин. Спуск всегда осуществлялся с помощью активного движения. Только в двух случаях из 30 (один для самок, другой - для У копепоидов) скорость спуска приближа-

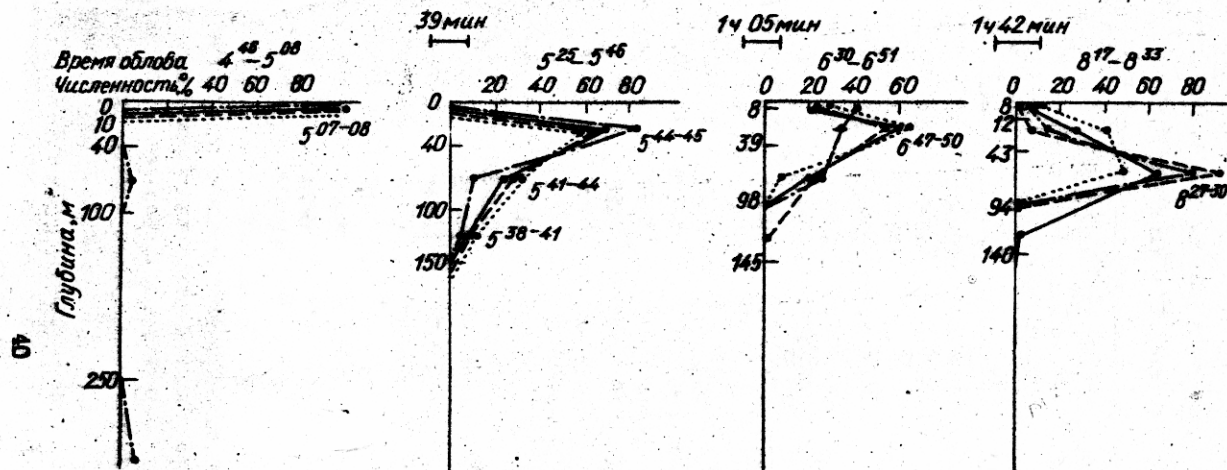


Рис.3. Распределение численности *Calappa minor* на суточной станции 30 июня - I июля 1975 г. при спуске.

лась и скорости пассивного падения, которая, по данным кино съемки, равна 0,0094 м/с [4]. Перемещения с такой скоростью наблюдаются в пределах верхнего 20-метрового слоя, где замедление движения вполне можно объяснить активным питанием рачков в это время [5]. Скорости при суточных миграциях у эгейских копепод несколько ниже, чем скорости, полученные для черноморского калануса. Однако полностью подтверждение данных о величине скорости их миграции при большем сокращении времени между повторными обловами.

Т а б л и ц а 6

Путь и скорость при вертикальных миграциях
у *Euchaeta marina* и *Pleuromma gracilis* в Эгейском море
30.VI 1975 г.

Вид	Направление движения	Пол, стадия	Время облова, ч, мин	Слой перемещения, м	Время движения, мин	Пройденный путь, м	Скорость, м/с
<i>Euchaeta marina</i>	Вверх	♀ ♀	18 ⁴⁶ -19 ²⁴	30-5	38	25	0,011
			18 ⁴⁵ -19 ²²	69,5-25	37	45,5	0,020
			18 ⁴⁵ -19 ²⁴	69,5-5	39	64,5	0,028
	Вниз	У	5 ⁰⁸ -5 ³⁸	5-125	30	120	0,066
			5 ⁰⁸ -5 ⁴⁴	5-70	36	65	0,030
<i>Pleuromma gracilis</i>	Вниз	♀ ♀	1 ³⁸ -2 ³⁶	5-23,7	58	18,7	0,005
			1 ³⁸ -2 ³⁴	5-66	56	61	0,018

Рассматривая изменение численности суточных мигрантов в течение ночи, у некоторых видов можно отметить значительные перемещения по вертикали. Поднявшись в ранне-вечернее время в верхние слои почти одновременно, около 1-2 ч ночи разновозрастные группы мигрантов начинают двигаться в вертикальной толще независимо друг от друга. Такие перемещения максимумов численности отмечены у черноморского калануса и у *Eucalanus attenuatus* в Эгейском море, тогда как все мигрирующие группы *C. minor* перемещений такого рода не совершали (рис.4). Наиболее активны в этом отношении самки *C. helgolandicus*, которые за ночь опустились в слой 40 - 70 м и поднялись снова в слой 0 - 5 м три раза. Самки вели себя более спокойно, совершив один спуск в середине ночи. У *E. attenuatus* и самки, и У копеподиты дважды в ночь опускались на глубину 40 -

Таблица 7

Средняя скорость при вертикальных миграциях некоторых копепоид в Черном и Эгейском морях

Вид	Направление движения	Пол, ко-неподит-ная ста-дия	Средняя скорость, м/с	Пределы колебания средней скорости, м/с
<i>Calanus helgolandicus</i>	Подъем	0	0,014	0,008-0,024
		0	0,015	0,008-0,025
	Спуск	0	0,024	0,008-0,039
		0	0,029	0,010-0,055
<i>Calanus minor</i>	Подъем	0	0,042	0,011-0,118
		0	0,036	0,010-0,097
	Спуск	0	0,015	0,002-0,028
		0	0,012	0,002-0,023
<i>Calanus tenuicornis</i>	Подъем	0, IV	0,036	0,009-0,066
		0	0,012	0,011-0,012
	Спуск	IV	0,017	0,011-0,027
		0	0,012	-
<i>Eucalanus attenuatus</i>	Подъем	0	0,035	0,007-0,066
		0	0,049	0,032-0,066
	Спуск	0	0,033	0,007-0,066
		0, 0, V	0,016	0,012-0,020
<i>Calanus gracilis</i>	Подъем	0	0,028	0,006-0,066
		0	0,030	0,009-0,066
	Спуск	IV	0,023	0,006-0,066
		0	0,033	0,007-0,066
<i>Euchaeta marina</i>	Подъем	0	0,011	-
		0	0,037	-
	Спуск	0	0,033	-
		IV	0,016	0,007-0,026
<i>Pleuromma gracilis</i>	Подъем	0	0,050	0,033-0,066
		0	0,011	-
	Спуск	0	0,024	0,020-0,028
		0	0,048	0,030-0,066
		0	0,011	0,005-0,018

60 м с последующим подъемом к поверхности. Поскольку в ночные часы слои ниже 40 м облавливались менее дробно, чем поверхностные, возможно, что нижняя граница опускания максимумов численности на самом деле ближе к 40-50 м. Дополнительные передвижения основной части мигрирующих рачков в пределах верхних 40-50 м можно, очевидно, объяснить несколькими обстоятельствами. Перемещения самок и самцов могли быть связаны с поисками партнера при размножении. Поскольку в верхних слоях рачки, как правило, активно питаются, можно связать наблюдаемые перемещения максимумов их численности с движением в поисках пищи, чередующимся с периодами

ослабления двигательной активности при попадании в пищевые скопления [6], что приводит к опусканию рачков вниз под действием силы тяжести. Возможно также, что обнаруженным передвижением способствует появление хищников или пищевых конкурентов. Время проведения суточной станции в Черном море совпало с полнолунием при облачности в два балла. Может быть, изменение в связи с этим лунной освещенности в течение ночи также могло быть причиной ухода рачков из ближних к поверхности слоев воды в более глубокие.

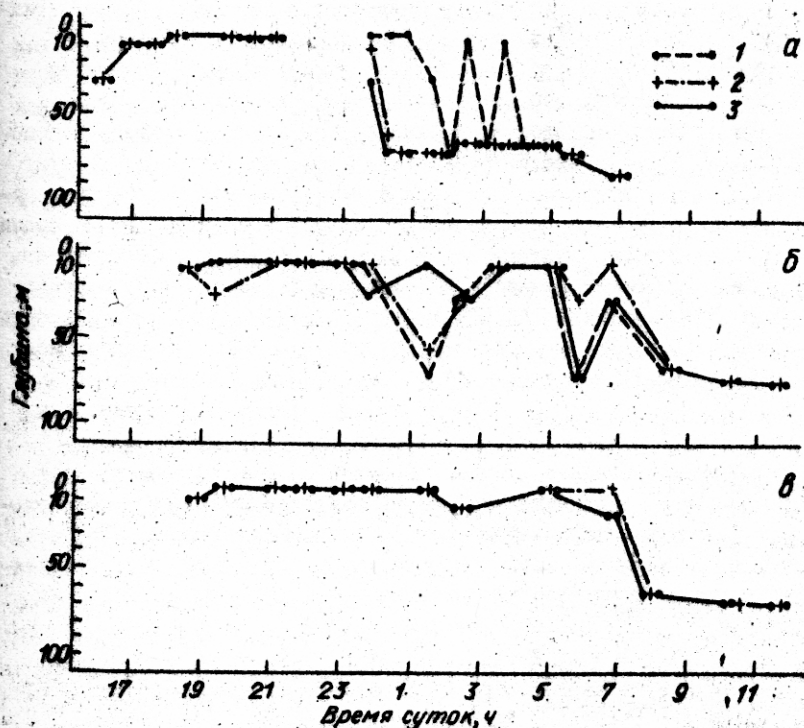


Рис.4. Перемещение максимумов численности самок (1), самцов (2) и 3 копаподитов (3) в вечерне-ночное время у:

а - *O. heigelandicus* в Черном море; б - *Eucalanus setipatus* и 3 - *Calanus minor* в Баренцевом море.

На основании проведенных исследований можно сделать ряд выводов:

1. Применение нового прибора - автоматического планктонособи- рателя дает возможность сократить время между повторными обло- вами одного и того же слоя при работе с глубины 150 и 400 м до 30-45 мин; способствует более точному обнаружению начала наиболее интенсивных движений при суточных миграциях зоопланктона; дает возможность рассчитать более реальные скорости движения при суточных миграциях и уловить более дробные перемещения мигрантов.

2. Из полевого материала, полученного на двух суточных стан- циях в Черном и Эгейском морях с применением автоматического планктонособи- рателя при повторностях вертикальных серий через 30-45 мин выявлено, что скорость подъема мигрирующих копепо- ды используют активное движение; некоторые из них, в частности самки *C. helgolandicus* и *Eucalanus attenuatus*, могут в течение но- чи совершать два-три дополнительных спуска в слой 40-100 м, подни- маясь затем снова к поверхности; наибольшая средняя скорость при подъеме у рачков У копепоидитной стадии *C. helgolandicus*, *C. gracilis*, *Euchaeta marina* (0,037 и 0,024 м/с); максимальная скорость подъема (0,039 м/с) у У копепоидитов *C. helgolandicus*; наибольшая средняя скорость при спуске (0,042 и 0,049 м/с) отмечена у сам- цов *C. helgolandicus* и *C. tenuicornis*; максимальная скорость при спуске (0,118 м/с) - у самцов черноморского *C. helgolandicus*.

Необходимы дальнейшие исследования суточных миграций зоо- планктона с помощью автоматического планктонособи- рателя при боль- шем сокращении интервалов между повторными обловами в периоды наиболее интенсивных подъемов и спусков мигрирующей части популя- ции.

Литература

1. Петипа Т.С., Об энергетическом балансе у *Calanus helgolandicus* (Claus) в Черном море. - В кн.: Физиология морских живот- ных. М., 1966, с.60-81.
2. Петипа Т.С., Островская Н.А., Африкова С.Г. и др. О сравни- тельных ловах зоопланктона автоматическим собирателем и планк- тонными сетями. - Биология моря. К., 1977, вып.42, с.20-26.
3. Павлова Е.В. Состав и распределение зоопланктона в Эгейском море. - В кн.: Исследования планктона южных морей. М., 1966, с.38-61.
4. Павлова Е.В., Царева Л.В., Движение *Calanus helgolandicus* (Claus) по данным кино съемки. - Биология моря. К., 1975, вып.33, с.64-68.

5. Павлова Е.В., Царева Л.В. Влияние голода и наличия пищи на двигательную активность *Calanus helgolandicus* (Claus). - См. Настоящий сборник, с. 77-84.
6. Reinbride E. Underwater observations on the swimming of marine copepod, - J. Mar. Biol. Ass., 1952, 31, N 2, p. 107-112.

УДК 591.13

Т.С.Петца, Н.А.Островская ПАРАМЕТРЫ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ МОРСКИХ КОПЕПОД И ИХ КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПИСАНИЕ

Исследование поведения морских беспозвоночных становится все более важным этапом изучения и объяснения законов трофодинамики и распределения организмов в море. Однако количественных характеристик поведения животных еще очень мало.

Данные по описанию поведения морских копепод немногочисленны [1,2]. Наиболее полное количественное описание пищевого поведения черноморского веслоногого рачка *Acartia clausi* при питании водорослями представлено в работе [3].

В настоящей статье сделана попытка количественно охарактеризовать некоторые параметры движения, охоты и захвата пищевых объектов в зависимости от концентрации пищи у веслоногого рачка *Euchaeta marina* Prestandrea из Эгейского моря. Некоторые наблюдения по определению параметров движения были сделаны для *Eucalanus elongatus* Dana.

Методика. Для количественной оценки параметров поведения выбирали свежельвовленных активных самок копепод, которых помещали в одно-двулитровые стаканы с нефилтрованной морской водой для очистки кишечника от пищи. Затем самок по одной пересаживали в полушарические чашки с плоским дном в 100 мл освобожденной от фитопланктона воды. В этих чашках при отсутствии пищи в течение получаса определяли параметры движения и покоя. Потом в чашки с рачком добавляли животный или растительный корм определенной концентрации, начиная с наименьшей.

Кормом служили водоросли из *Peridinea* - *Glenodinium foliaceum* Stein (40 мкм) или животные из мелких *Copepoda* *Oithona* и *Jemora* (0,7 - 1,4 мм). Концентрации водорослей меняли от 0,1 мг/л (33 кл/мл) до 3 мг/л (1000 кл/мл), а животной пищи - от 0,8 мг/л (20 экз/л) до 6 мг/л (200 экз/л).

Всю серию наблюдений за поведением *Euchaeta* (или *Eucalanus*) в водорослевой и животной пище при разной концентрации проводили