



УДК 574.583(262.5)

А. В. Темных, вед. инж., **Ю. Н. Токарев**, д. б. н., зав. отд., **В. В. Мельников**, к. б. н., с. н. с.,
Ю. А. Загородняя, к. б. н., с. н. с.

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского Национальной академии наук Украины, Севастополь, Украина

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕЛАГИЧЕСКИХ СОРЕПОДА В ОТКРЫТЫХ ВОДАХ У ЮГО-ЗАПАДНОГО КРЫМА (ЧЁРНОЕ МОРЕ) ОСЕНЬЮ 2010 г.

Исследовано вертикальное распределение массовых видов пелагических *Soropoda* Чёрного моря и его суточная динамика над свалом глубин у юго-западного Крыма в ноябре 2010 г. Описаны особенности суточных вертикальных перемещений всех копеподитных стадий массовых видов веслоногих рачков. Недавний вселенец в Чёрном море *Oithona davisae* (*Soropoda*, *Cyclopoidea*) впервые обнаружен в большом количестве (более 9 тыс. экз. м⁻³) в открытых районах моря. Приведены размеры всех стадий развития *O. davisae*; показано, что размеры рачков в открытых районах моря (самки 0.48–0.56, самцы 0.46–0.5 мм) значительно меньше, чем в прибрежье.

Ключевые слова: Чёрное море, вертикальное распределение, копеподитные стадии, суточная динамика, *Soropoda*.

Изучение вертикального распределения гидробионтов в верхнем слое пелагиали важно для понимания закономерностей функционирования и продуктивности морских водоёмов [3]. Вертикальное распределение мезопланктона в Чёрном море исследовалось довольно интенсивно с 1960-х по начало 1990-х гг. [4–6, 8, 11, 14]. В последние два десятилетия количество публикаций на эту тему резко сократилось. Именно в эти годы произошли существенные изменения в экосистеме Чёрного моря, в частности, появились виды-вселенцы, а ранее массовые виды исчезли либо стали редкими. Всё это, бесспорно, отразилось на структуре планктонного сообщества, но как это повлияло на вертикальное распределение гидробионтов, неизвестно. С началом 1990-х гг. научно-исследовательский флот практически перестал существовать, работы в открытых районах моря носили эпизодический характер. Исследования зоопланктона проводили в основном в прибрежных районах над малыми глубинами, что не позволяло оценить современные особенности вертикального распределения гидробионтов в свете происходящей трансформации черноморской экосистемы. Очевиден недостаток детальных исследований вертикального распределения как разных возрастных стадий

известных видов копепод, так и новых для региона видов-вселенцев.

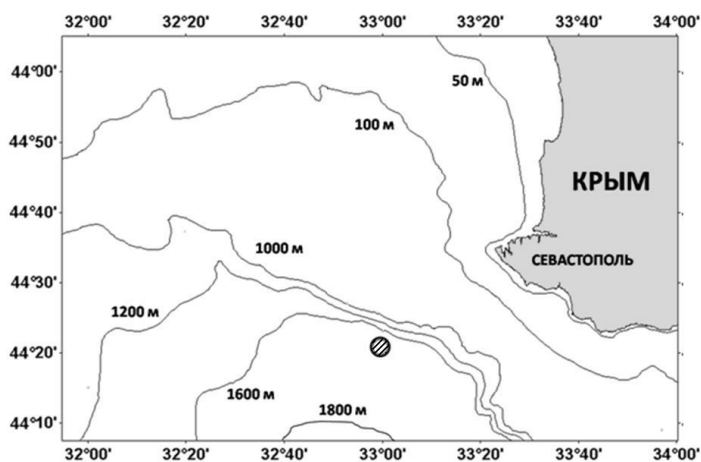
Материал и методы. 11–12 ноября 2010 г. в 68 рейсе НИС «Профессор Водяницкий» на ст. 45 (44.21.030 с.ш., 33.05.342 в.д.), расположенной над свалом глубин (рис. 1), осуществляли сбор проб сетью Джели (площадь входного отверстия 0.1 м², ячей сита 115 мкм) с замыкателем Нансена от поверхности до пикноклина по слоям 0–10, 10–25, 25–45, 45–65 и 65–120 м. Пробы собирали четыре раза в сутки: вечером (20:50 – 21:45), ночью (00:30 – 01:20), утром при восходе солнца (05:20 – 06:20) и в середине дня (12:00 – 13:00).

Материал фиксировали 4 % формалином и обрабатывали порционным методом [16]. Малочисленные и крупные организмы считали во всей пробе. Определение копепод проводили до вида на всех копеподитных стадиях развития. Численность организмов пересчитывали на 1 м³. Общую численность для каждого вида рассчитывали как среднюю за сутки во всем обловленном слое 0–120 м. Для расчёта биомассы зоопланктона использовали стандартную массу организмов [10], а для *Oithona davisae* брали индивидуальную массу *O. nana*, с которой этот вид близок по форме тела и размерам. При

описании вертикального распределения копепод все величины даны в относительных единицах [3].

Для *O. davisae* выполнены промеры длины (от рострума до фурки включительно) неполовозрелых копеподитных стадий, самцов и самок (по 30 особей каждой гемипопуляции) под микроскопом Carl Zeiss Axiostar Plus.

Измерения фоновых характеристик проводились биофизическим зондом «Сальпа-М». По результатам вертикальных зондирований построены T,S-диаграмма водных масс, а также вертикальные профили солёности и температуры воды на станции.



Для сравнения суточной динамики вертикального распределения разных видов проведён кластерный анализ. Дендрограмма для шести переменных построена методом одиночной связи, мера сходства – евклидово расстояние. Расчёты выполнены с помощью программы Statistica 6.0.

Амплитуду суточных изменений глубины залегания ядра популяции вычисляли как разность между серединами слоёв максимума, или ядра, популяции в тёмное и светлое время суток.

Рис. 1 Район исследований 11 – 12.11.2010 г.
Fig. 1 Research area 11 – 12.11.2010

лась верхняя черноморская водная масса (ВЧВМ) с солёностью 17.8–18.3 psu. Между 65 и 100 м находилась трансформированная водная масса, образованная в результате смешения вод ХПС с ВЧВМ. Глубже 100 м, в слое основного пикноклина, залегал слой промежуточной черноморской водной массы (ПЧВМ) [12, 13].

Результаты и обсуждение. Основными факторами неравномерного распределения планктона по вертикали являются уровень освещённости, физические свойства воды, влияние других организмов, индивидуальные особенности поведения изучаемых организмов [3, 17].

По метеорологическим данным 11 ноября 2010 г. заход солнца был в 16:10, окончание сумерек – в 16:40; 12 ноября утренние сумерки начались в 5:50, восход солнца – в 6:20. В зените солнце находилось в 11:20, заход солнца отмечен в 16:20.

В исследуемый период в районе суточной станции по гидрологическим данным прослеживалось три водные массы (рис. 2). В слое 0–40 м располагалась прибрежная черноморская водная масса (ПрЧВМ) с относительно высокой температурой и пониженной солёностью ($T = 11–17^{\circ}\text{C}$, $S < 17.8$ psu) [2]. Глубже в слое 40–65 м (рис. 3) прослеживался сезонный термоклин ($0.3–1.2^{\circ}\text{C}/\text{м}$), в котором располага-

В период исследований температура верхнего слоя в вечернее и ночное время составляла 16.66–16.71, утром – 16.26, в полдень – 16.76 $^{\circ}\text{C}$. Температуры верхнего перемешанного и нижнего холодного слоев отличались на 8.3 $^{\circ}\text{C}$. Наблюдалось ослабление температурного градиента в слое температурного скачка по сравнению с летней стратификацией.

Внутренние волны, которые в течение суток могут оказывать влияние на вертикальное распределение мезопланктона в исследованном слое (0–120 м), прослеживались только в слое залегания сезонного термоклина на глубинах 48–51 м (рис. 4). Их амплитуда не превышала 2–3 м, а интервал между гребнями волн составлял 20 мин, по этой причине влияние внутренних волн на суточную динамику распределения веслоногих не учитывали.

Вертикальное распределение общей численности и биомассы пелагических Copepoda. В пробах, взятых на суточной станции, найдено 6 видов пелагических Copepoda.

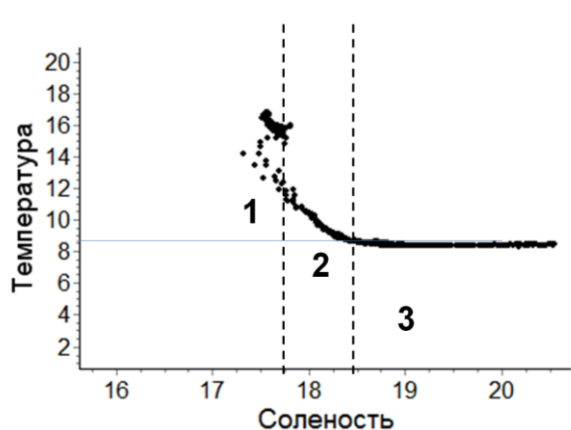


Рис. 2 Т, S диаграмма вод на суточной станции: 1 – ПрЧВМ; 2 – ВЧВМ; 3 – ПЧВМ (условные обозначения см. в тексте)

Fig. 2 T, S diagram of waters at the daily station: 1 – Coastal Water Mass; 2 – Upper WM; Intermediate WM

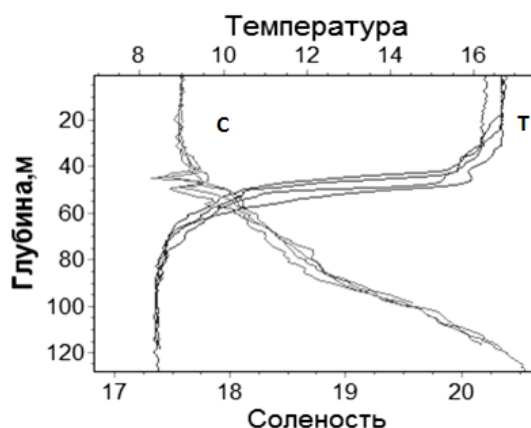


Рис. 3 Вертикальные профили температуры (Т, °С) и солёности (S, psu) морской воды в слое 0–130 м на суточной станции

Fig. 3 Vertical profiles of sea water temperature (Т, °С) and salinity (S, psu) in the layer 0-130 m at the daily station

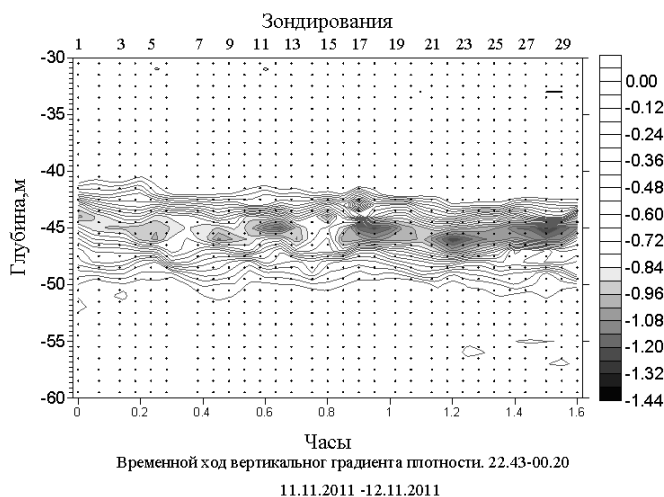


Рис. 4 Короткопериодные внутренние волны, полученные по данным зондирований биофизического зонда Сальпа-М (интервал между зондированиями 1 мин)

Fig. 4 Short-period internal waves according to the sensing by biophysical complex Salpa-M (the interval between soundings 1 min)

По численности доминировал новый для Чёрного моря вид – *Oithona davisae* Ferrari and Orsi, 1984, субдоминантным был *Paracalanus parvus* (Claus, 1863). Другие Соперода были представлены *Acartia clausi* Giesbr., 1889, *Pseudocalanus elongatus* (Boeck, 1865), *Calanus euxinus* Hulsemann, 1991 и *Oithona similis* Claus, 1866. Веслоногие рачки составляли 73 % общей численности зоопланктона и 38 % его биомассы.

Максимальная концентрация веслоногих раков наблюдалась в слое 0–10 м, где она колебалась в течение суток в пределах 6857 – 9913 экз. м⁻³. С глубиной их количество уменьшалось (рис. 5). Общая численность ко-

пепод мало различалась по слоям в вечернее, ночное и утреннее время. В полдень максимум их численности опустился в слой 10–25 м, где составлял 10239 экз. м⁻³. Суммарная биомасса веслоногих раков изменялась по слоям в течение суток иначе (рис. 5). Вечером пики регистрировались в слоях 0–10 м (50 мг м⁻³, что составило 21 % биомассы копепод) и 45–65 м (62 мг м⁻³, соответственно 27 %). Ночью ярко выраженный максимум был приурочен к слою 25 – 45 м (105 мг м⁻³, соответственно 41 %). В утренние часы биомасса рачков мало менялась по вертикали, составляя 38 мг м⁻³ в слое 0–10 м, и по 40 мг м⁻³ в слоях 25–45 и 65–120 м.

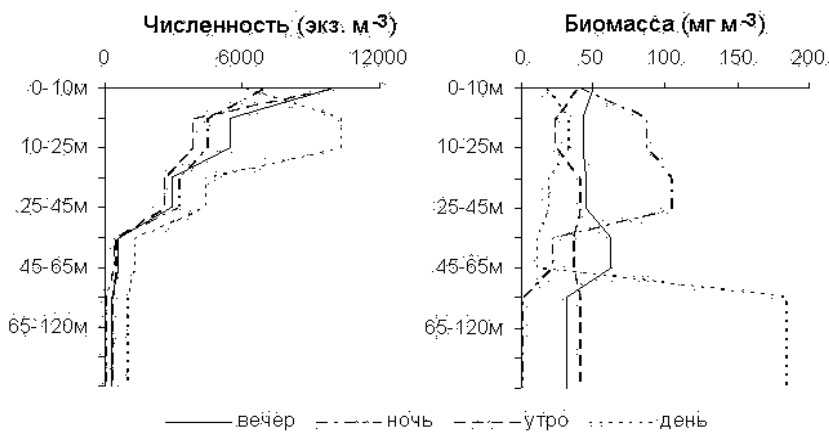


Рис. 5 Суточная динамика вертикального распределения численности (экз. м⁻³) и биомассы (мг м⁻³) веслоногих ракообразных в ноябре 2010 г.
Fig. 5 Daily dynamics of the vertical distribution of copepods abundance (ind. m⁻³) and biomass (mg m⁻³) in November 2010

Возрастные особенности вертикального распределения массовых видов Copepoda.

Acartia clausi. Её суммарная среднесуточная численность в слое 0–120 м составляла 1086 экз. м⁻³. Профили вертикального распределения численности в вечернее, ночное и утреннее время были сходными – с максимальным обилием в слое 0–10 м (625 экз. м⁻³). С глубиной численность снижалась и ниже 65 м рачки не опускались. В дневное время максимумы численности и биомассы регистрировали в слое 25–45 м (422 экз. м⁻³).

Рассмотрим особенности вертикального распределения *A. clausi* по стадиям развития.

Основная часть I копепоидов в вечернее, ночное и утреннее время находилась в слое 0–25 м (табл. 1), в полдень – в слое 10–45 м, ниже 45 м они не опускались. II копепоиды в вечернее и ночное время находились в слое 0–45 м. В полночь их максимальная концентрация отмечена в слое 10–25 м, в полдень основная часть вторых копепоидов (88 %) залегала в слое 10–45 м. III копепоиды вечером и днём скапливались в слое 25–45 м (до 60 % гемипопуляции). В полночь их основная часть поднялась в слой 0 – 10 м и оставалась там утром. IV копепоиды в вечернее и ночное время находились в слое 0–45 м, с максимумом (40–63%) в верхнем 10-метровом слое. Утром

Несоответствие профилей вертикального распределения численности и биомассы и несинхронные их изменения в течение суток обусловлены различным вкладом разных таксономических и возрастных групп, отличающихся скоростями и амплитудами вертикальных перемещений.

слой их обитания сузился до 0 – 25 м; в дневное время вся гемипопуляция опустилась ниже 25 м, сосредоточившись в слое 25–65 м. V копепоиды вечером находились в верхних слоях, не опускаясь ниже 25 м. Ночью и утром часть рачков (41–46 %) находилась в верхнем 10-метровом слое, а другая (54–59 %) – в слое 10–45 м. Ниже 45 м в ночные и утренние часы V копепоиды не опускались.

В дневное время при максимальной освещённости вся гемипопуляция залегала в слое 25–65 м, выше и ниже которого рачки не встречались. Самцы в вечернее время находились в слое 0–10 м. Ночью и в утренние часы 80–90% их гемипопуляция относительно равномерно распределялась в слое 0 – 25 м и только небольшая часть опустилась до 45 м. Днём самцы в основном находились в слое 25

65 м. Половозрелые самки *A. clausi* присутствовали единично в пробах, взятых вечером.

В полночь их основная часть была обнаружена в слое 0 – 25 м, с максимумом в слое 0 – 10 м. В полдень самки исчезли из двух верхних слоёв, а их основная часть (69 %) находилась в слое 45–65 м.

По [11], *A. clausi* – эпипланктонный вид, обитающий преимущественно в слое 5 – 20 м и, согласно [9], относится к слабым мигрантам. По нашим данным, в тёмное время суток популяция *A. clausi* находилась выше термоклина, а днём рачки старших копепоидитных стадий

погружались в слой термоклина (самки опускались и под термоклин). В дневное время при максимальной освещённости рачки с III копепоидитной до половозрелых стадий отсут-

ствовали в верхнем слое 0–10 м. В поверхностном слое вечером по численности доминировали самцы, утром – самки. Самцы, в отличие от самок, не опускались ниже слоя термоклина.

Табл. 1 Суточная динамика вертикального распределения копепоидитных (I – V) и половозрелых стадий массовых видов Calanoida (% общей численности гемипопуляции)
Table 1 Daily dynamics of the vertical distribution of copepodites (I – V) and adult stages of common species of Calanoida (% from total hemipopulation)

Стадии		I	II	III	IV	V	VI♂	VI♀	I	II	III	IV	V	VI♂	VI♀
Слой, м		<i>A. clausi</i>						<i>P. parvus</i>							
Вечер	0-10	54	35	10	39	74	100	0	64	49	54	51	49	0	64
	10-25	35	33	29	28	26	0	0	29	39	32	33	31	58	23
	25-45	11	31	57	27	0	0	0	3	12	13	14	19	42	11
	45-65	0	1	0	3	0	0	0	3	0	1	2	1	0	2
	65-120	0	0	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Ночь	0-10	52	35	47	63	41	50	32	57	47	43	39	47	35	55
	10-25	39	41	24	21	28	40	52	35	39	31	36	34	47	35
	25-45	9	22	29	16	31	10	14	7	14	26	24	18	18	9
	45-65	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0	1	1	0	1
	65-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Утро	0-10	55	69	60	69	46	42	58	63	60	47	49	49	0	38
	10-25	37	31	40	31	31	43	35	25	27	34	25	19	5	14
	25-45	8	0	0	0	23	15	7	12	13	19	26	30	95	43
	45-65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5
	65-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
День	0-10	24	11	0	0	0	0	0	32	28	18	14	4	0	3
	10-25	40	44	40	0	0	0	0	60	46	44	39	33	8	36
	25-45	36	45	60	83	40	36	23	8	25	37	41	36	0	27
	45-65	0	0	0	17	60	64	56	0	1	1	6	25	92	33
	65-120	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	2	0	1
		<i>P. elongatus</i>						<i>C. euxinus</i>							
Вечер	0-10	50	0	0	0	0	0	0	0	0	9	22	7	4	4
	10-25	18	0	0	0	17	0	0	13	14	21	26	22	6	16
	25-45	13	0	58	58	51	0	45	64	61	44	43	13	7	34
	45-65	12	85	27	14	12	0	22	17	23	23	8	36	52	37
	65-120	7	15	15	28	20	100	33	6	2	3	1	22	31	9
Ночь	0-10	0	0	0	32	0	35	5	21	17	16	16	5	16	0
	10-25	100	35	35	21	18	47	2	39	40	43	22	32	10	40
	25-45	0	52	52	47	68	18	41	37	43	41	25	37	35	55
	45-65	0	13	13	0	14	0	52	3	0	0	37	26	39	5
	65-120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Утро	0-10	0	0	0	0	0	31	3	10	0	0	0	8	0	0
	10-25	0	0	0	0	0	0	0	3	7	8	6	0	0	11
	25-45	0	0	0	0	0	0	0	40	50	43	32	8	7	31
	45-65	73	85	83	83	55	0	2	47	39	44	32	18	25	34
	65-120	27	15	17	17	45	69	95	0	4	5	30	66	68	24
День	0-10	59	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	10-25	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
	25-45	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
	45-65	30	73	0	0	0	0	0	73	35	0	0	0	0	0
	65-120	11	27	100	100	100	100	88	14	65	100	100	100	100	100

Paracalanus parvus. Среднесуточная численность во всём облавливаемом слое составляла 7382 экз. м⁻³. Общая численность *P. parvus* вечером, ночью и утром была максимальной в верхнем 10-метровом слое (до 4675 экз. м⁻³), с глубиной она резко уменьшалась. В полдень основная часть популяции (более 3.5 тыс. экз. м⁻³) находилась в слое 10–25 м.

Основная часть I – III копепоидитов *P. parvus* вечером, ночью и утром обитала в верхнем 10-метровом слое (табл. 1). Днём максимальное количество отмечено в слое 10–25 м. Максимум IV копепоидитов в вечернее, ночное и утреннее время находился в слое 0–10 м (с наибольшей численностью в вечернее время), днём – в слое 10–45 м (несколько десятков особей опускались в дневное время до 65 м). V копепоидиты в тёмное время суток распределялись по слоям аналогично III – IV стадиям с максимумом в верхнем слое, а с рассветом их гемипопуляция разделилась по вертикали на два пика – в слое 0–10 (49 %) и 25–45 м (30 %). Днём до 94 % V копепоидитов почти равномерно рассредоточились в слое 10–65 м. Численность самцов была на 1 – 2 порядка меньше, чем самок. В вечернее время они находились в слое 10–45 м, и, в отличие от самок и копепоидитных стадий, в верхнем 10-метровом слое не встречались. В полночь самцы поднимались к поверхности, при этом 65 % гемипопуляции оставалось ниже 10 м; утром они сосредотачивались в слое 25–45 м, днём опускались в слой 45–65 м. Распределение самок по вертикали вечером и ночью было одинаковым – с максимумом (55–64 %) в слое 0–10 м и снижением численности с глубиной, до единичных особей в слое 45–65 м. Утром гемипопуляция разделилась, часть рачков сконцентрировалась в поверхностном 10-метровом слое, другая – в слое 25 – 45 м. Днём самки обитали в слое 10–65 м.

Таким образом, эвритермный *P. parvus*, как и *A. clausi*, в основном обитал выше термоклина, и только днём рачки опускались в слой термоклина. Глубина максимальных концентраций III и IV копепоидитов в течение суток

изменялась от поверхности к слою 10–45 м, то есть рачки находились в пределах ПрЧВМ. V стадии, самцы и самки перемещались в более широком диапазоне глубин – от поверхности до 65 м, то есть проникали в ВЧВМ.

Calanus euxinus. Среднесуточная численность в слое 0–120 м составляла 182 экз. м⁻³. Рачки находились в основном в нижних слоях, в тёмное время суток небольшая часть популяции поднималась в ПрЧВМ (табл. 1). Вечером большинство I – IV копепоидитов обитали в слое 25–45 м, максимум численности V копепоидитных и половозрелых стадий – в слое 45–65 м. Ночью основная часть I – III копепоидитных стадий и самок находилась выше, в слое 10–45 м, а IV – V и самцов – ниже, в слое 10–65 м. Утром максимальная концентрация I – III копепоидитных стадий отмечена в слое 25–65 м, IV – V и половозрелые стадии рассредоточились в слое 25–120 м. В дневное время большая часть популяции (92 %) *C. euxinus* опустились ниже 65 м, выше находились только I (в слое 25–120 м) и II (в слое 45–120 м) копепоидитные стадии.

Pseudocalanus elongatus. Общая численность популяции *P. elongatus* в течение суток изменялась в пределах 330–470 экз. м⁻³. У рачков отмечены чётко выраженные вертикальные миграции. В тёмное время суток, вечером и ночью, основная часть популяции (38–51 %) находилась над слоем термоклина (в слое 25–45 м), остальные особи распределялись в столбе воды от поверхности до нижней границы облова. В светлое время суток рачки не встречались выше 45 м, утром максимум обилия приходился на слой скачка 45–65 м (ВЧВМ), днём – на глубины ниже 65 м (ПЧВМ).

Начиная с III стадии, днём рачки находились ниже 65 м (в ПЧВМ), все неполовозрелые стадии поднимались в вышележащие слои лишь ночью (табл. 1). Исключение составляли I копепоидиты, максимум обилия которых в вечернее и дневное время приходился на верхний 10-метровый слой. Максимум обилия остальных неполовозрелых стадий перемещался из слоя 25–45 м (вечер и ночь) в слой 45–65 м

(утром), а днём – в нижележащий слой 65–120 м. Суточная динамика вертикального распределения III копепоидитных стадий *P. elongatus* в 2010 г. была в общих чертах сходной с описанной [8]. Суточные изменения вертикального распределения V и половозрелых копепоидитных стадий соответствовали известным данным [6], однако величины численности в 2010 г. оказались на порядок ниже. Самцы только ночью поднимались к поверхности, в остальное время суток находились в слое 65–120 м. Самки вечером и ночью в основном находились в слоях 25–65 м, утром и днём – ниже 65 м.

Oithona davisae. Особое внимание было уделено вертикальному распределению

O. davisae [17]. Этот новый для Чёрного моря вид, вначале ошибочно определённый как *O. brevicornis* Giesbrecht, 1891, впервые зарегистрирован в Севастопольской бухте в 2001-м [7] и в Новороссийской в 2003 гг. [15]. С 2005 г. *O. davisae* стала массовой формой черноморских прибрежных вод [1], но в открытых водах её не находили. Вертикальное распределение *O. davisae* и его суточная динамика в Чёрном море до настоящего времени не изучались.

В ноябре 2010 г. *O. davisae* впервые обнаружена в большом количестве в открытых районах моря. Однако размеры рачков (см. табл. 2) значительно меньше зафиксированных в Севастопольской бухте [1, 7, 17].

Табл. 2 Суточная динамика вертикального распределения копепоидитных (I – V) и половозрелых стадий *Oithona davisae* (% общей численности гемипопуляции)

Table 2 Daily dynamics of the vertical distribution of copepodites (I – V) and adult stages of *Oithona davisae* (% from total hemipopulation)

	Размеры, мм	I	II	III	IV	V	VI♂	VI♀
	Слой, м	0.23-0.26	0.27-0.30	0.31-0.33	0.34-0.38	0.38-0.44	0.46-0.50	0.48-0.56
Вечер	0 – 10	83	67	59	52	50	0	37
	10 – 25	7	19	25	32	35	80	30
	25 – 45	8	11	13	13	13	20	25
	45 – 65	2	3	3	3	2	0	8
	65 – 120	0	0	0	0	0	0	0
Ночь	0 – 10	61	67	52	43	41	63	47
	10 – 25	17	11	12	20	26	21	29
	25 – 45	18	19	31	31	27	16	23
	45 – 65	4	3	5	6	6	0	1
	65 – 120	0	0	0	0	0	0	0
Утро	0 – 10	80	79	71	71	64	63	63
	10 – 25	11	12	20	22	28	27	24
	25 – 45	9	9	9	7	8	10	13
	45 – 65	0	0	0	0	0	0	0
	65 – 120	0	0	0	0	0	0	0
День	0 – 10	29	32	28	36	38	39	35
	10 – 25	59	61	54	50	51	35	49
	25 – 45	12	7	18	14	11	26	16
	45 – 65	0	0	0	0	0	0	0
	65 – 120	0	0	0	0	0	0	0

Осенью 2010 г. среднесуточная численность *O. davisae* достигала 9106 экз. м⁻³, а её вклад в общую численность мезопланктона и копепод составлял соответственно 35 и 49 %. В популяции было много самок с яйцевыми мешками, что свидетельствовало об их интенсивном размножении.

Утром и днём вся популяция *O. davisae* сосредотачивалась в верхнем слое до глубины 45 м (табл. 2). В тёмное время суток 4 % популяции (200–300 экз. м⁻³) опустилось в слой 45–65 м, ниже рачки отсутствовали. Максимальные величины численности *O. davisae* регистрировали вечером, ночью и утром в слое

0 – 10 м (до 6525 экз. м⁻³), днём – в слое 10 – 25 м (6367 экз. м⁻³).

Вертикальное распределение всех стадий развития *O. davisae*, за исключением самцов, было сходным: вечером, ночью и утром максимальные концентрации регистрировались в слое 0–10 м, в полдень – в слое 10–25 м. Самцы были более многочисленными в слое 0–10 м в ночное, утреннее и дневное время, а вечером в слое 10–25 м. К нижней границе обитания рачков (слой 45–65 м) вечером и ночью опускались все стадии, кроме самцов.

Впервые для черноморского региона приведены средние размеры всех стадий развития *O. davisae* (табл. 2).

Oithona similis. Рачки встречались ниже 45 м в ВЧВМ и ПЧВМ. Среднесуточная численность *O. similis* в слое 45–120 м была 367 экз. м⁻³. Основную часть популяции составляли старшие копеподитные стадии (III–V и самки), самцов было на порядок меньше, чем самок.

Проведенные исследования вертикального распределения двух массовых видов пелагических циклопид в Чёрном море показали, что *O. davisae* обитала в ПрЧВМ и глубже 65 м она не опускалась. *O. similis* встречалась ниже, в ПЧВМ. Следовательно, диапазон глубин обитания этих видов различался. В ВЧВМ (слой 45–65 м) в вечернее и ночное время обитала часть популяции *O. davisae*, а *O. similis* отсутствовала. Утром и в дневное время, когда вся популяция *O. davisae* поднималась в слой 0–45 м, *O. similis* занимала слой 45–65 м. Очевидно, присутствие другого близкого вида влияло на их распределение по вертикали. Два вида *Oithona* в одном слое в течение суток не находились, что соответствует принципу конкурентного вытеснения Гаузе: два близких вида не могут занять одну и ту же экологическую нишу, т.е. по вертикали они разобщены слоем скачка температуры.

Науплиальные стадии всех исследованных видов *Soropoda* в течение суток встречались во всей обловленной толще с максимумом

обилия в поверхностном слое ПрЧВМ. С глубиной их численность снижалась.

Таким образом, в период исследований *O. davisae*, *A. clausi* и *P. parvus* находились в пределах ПрЧВМ и ВЧВМ, то есть над и в слое термоклина. *O. similis* в основном обитала в холодном слое ПЧВМ, находясь в слое термоклина и под ним. *C. euxinus* и *P. elongatus* обитали во всем обловленном слое 0–120 м, совершая суточные вертикальные миграции.

В ноябре 2010 г. суточные вертикальные перемещения были обнаружены практически у всех исследованных видов копепод, наибольшего размаха у активных мигрантов (*P. elongatus*, *C. euxinus*) и минимальные у эпипланктонного *P. parvus* и вселенца *O. davisae*. Сходство вертикальных перемещений наглядно иллюстрирует дендрограмма (рис. 6). Младшие копеподитные стадии всех присутствующих в планктоне копепод перемещались вертикально в течение суток, как минимум, в пределах соседних слоёв. Особенность суточных вертикальных перемещений *O. davisae* заключалась в том, что в отличие от остальных видов веслоногих в светлое время суток все рачки поднимались из нижних слоёв, что, возможно, обусловлено поднятием в данный слой *O. similis*.

По результатам кластерного анализа, сильные мигранты *P. elongatus* и *C. euxinus* выделены в одну группу при высоком уровне сходства (коэффициент корреляции при этом $r = 0.88$, что по шкале Чеддока свидетельствует о тесной корреляционной связи), к ним примыкают *O. similis* и *A. clausi* (рис. 6).

O. davisae и *P. parvus* выделены в отдельную группу со слабой степенью подобия. Высокий коэффициент корреляции между этими двумя видами $r = 0.80$ обусловлен сходным типом их перемещений (табл. 3). Ядра залегания максимальной концентрации у *O. davisae* и *P. parvus* на протяжении суток перемещались вертикально на 12.5 м, у *A. clausi* и *O. similis* – на 30–32.5 м, у *C. euxinus* и *P. elongatus* – на 42.5 м.

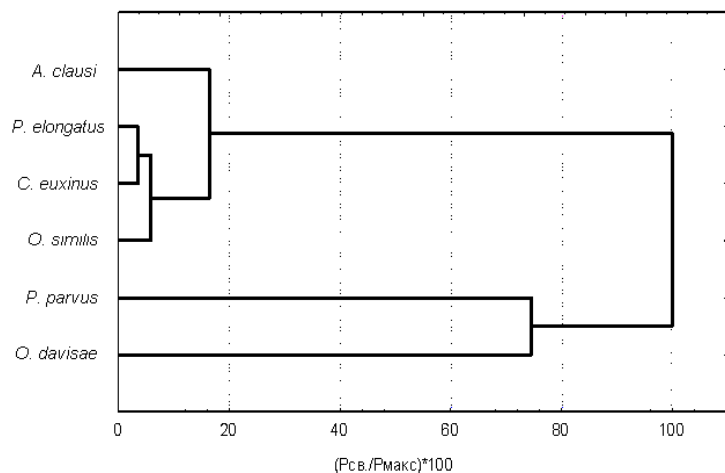


Рис. 6 Дендрограмма сходства суточной динамики вертикального распределения пелагических Copepoda в ноябре 2010 г.
Fig. 6 Dendrogram of similarity of the daily dynamics of the vertical distribution of pelagic Copepoda in November 2010

Табл. 3 Амплитуда (м) суточных изменений глубины залегания ядра популяции у разных видов копепод в ноябре 2010 г.
Table 3 Amplitude (m) of diurnal variations of the depth of the populations' core of various Copepoda species in November 2010

Вид	<i>A. clausi</i>	<i>P. parvus</i>	<i>P. elongatus</i>	<i>C. euxinus</i>	<i>O. davisae</i>	<i>O. similis</i>
Амплитуда, м	30	12.5	42.5	42.5	12.5	32.5

Выводы. 1. В открытом районе Чёрного моря в осенний период небольшие перемещения в пределах двух верхних слоёв выявлены у *Paracalanus parvus* и вселенца *Oithona davisae* (ядро их максимальной концентрации за сутки перемещалось вертикально на 12.5 м), средние – у *Acartia clausi* и *O. similis* (30 – 32.5 м), максимальные – у активных мигрантов *Pseudocalanus elongatus* и *Calanus euxinus* (42.5 м). При этом суточные вертикальные перемещения у *A. clausi* наблюдались в верхних слоях (0–65 м), а у *O. similis* – в нижних (45–120 м).
2. В ноябре 2010 г. в открытых водах Чёрного моря впервые зарегистрирована копепода *O. davisae*. Её численность составляла более 9 тыс. экз. м⁻³. Обилие самок с яйцевыми мешками свидетельствовало об их активном размножении. По вертикали вид разобщён с аборигенным представителем *Oithona* – *O. similis*.
3. Размеры *O. davisae* в открытых районах Чёр-

ного моря значительно меньше, чем в прибрежье.
4. Изучение вертикального распределения всех копеподитных стадий *O. davisae* показало, что это вид со слабыми суточными вертикальными перемещениями в пределах слоя 0–65 м. Днём рачки обитали в ПрЧВМ, в тёмное время суток часть популяции опускалась в ВЧВМ.
5. В открытых районах моря по характеру вертикального распределения *O. davisae* заняла нишу, ранее занимаемую исчезнувшей в начале 1990-х годов *Oithona nana*.

Благодарности Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам ИнБИОМ НАНУ – участникам 68 рейса НИС «Профессор Водяницкий» Силакову М. И., Жуку В. Ф., Василенко В. И., Белогуровой Ю. Б., Аннинскому Б. Е., Игнатьеву С. М., Царину С. А. и Гетьману Т. П. за помощь при сборе планктонных проб и предоставление данных фоновых характеристик среды.

зонная изменчивость вертикальной стратификации термохалинного поля у побережья Севастополя // Экологическая безопасность прибреж-

- ной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. – 2002. – Вып. 1(6). – С. 22 – 28.
3. *Виноградов М. Е.* Вертикальное распределение океанического зоопланктона. – М.: Наука, 1968. – 320 с.
 4. *Виноградов М. Е., Николаева Г. Н., Мусаева Э. И.* Вертикальное распределение планктона в глубоководных районах Черного моря / Виноградов М. Е. Изменчивость экосистемы Черного моря. – М.: Наука, 1991. – С. 211 – 224.
 5. *Виноградов М. Е., Сапожникова В. В., Шушкина Э. А.* Экосистема Черного моря. – М.: Наука, 1992. – 110 с.
 6. *Виноградов М. Е., Флинт М. В., Николаева Г. Г.* Вертикальное распределение мезопланктона в открытых районах Черного моря в весенний сезон / Виноградов М. Е. Современное состояние экосистемы Черного моря. – М.: Наука, 1987. – С. 144 – 162.
 7. *Загородняя Ю. А.* *Oithona brevicornis* в Севастопольской бухте – случайность или новый вселенец в Черное море? // Экология моря. – 2002. – Вып. 61. – С. 43.
 8. *Загородняя Ю. А.* Вертикальные миграции и суточные рационы веслоногого рачка *Pseudocalanus elongatus* (Воеек) в Чёрном море // Биология моря. – 1975. – Вып. 33. – С. 11 – 18.
 9. *Петина Т. С.* О суточном ритме в питании веслоногого рачка *Acartia clausi* Giesbr. // ДАН СССР. – 1958. – 120, №. 4. – С. 896 – 899.
 10. *Петина Т. С.* О среднем весе основных форм зоопланктона Чёрного моря // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1959. – 9. – С. 39 – 58.
 11. *Петина Т. С., Сажина Л. И., Делало Е. П.* Вертикальное распределение зоопланктона в Черном море // Тр. Севастоп. биол. ст. – 1963. – 16. – С. 119 – 137.
 12. *Полонский А. Б., Ловенкова Е. А.* О климатических характеристиках полей температуры и солености в глубоководных слоях Черного моря // Морск. гидрофиз. журн. – 2003. – № 4. – С. 47 – 57.
 13. *Репетин Л. Н., Белокопытов В. Н., Липченко М. М.* Ветры и волнение в прибрежной зоне юго-западной части Крыма // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексные исследования ресурсов шельфа: Сб. науч. трудов. – 2003. – Вып. 9. – С. 13 – 28.
 14. *Сажина Л. И., Делало Е. П.* Распределение и количественное развитие зоопланктона в Черном море / Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов. – М.: Наука, 1968. – С. 55 – 60.
 15. *Селифонова Ж. П.* *Oithona brevicornis* Giesbrecht (Copepoda: Cyclopoida) в зоопланктоне портов северо-восточного шельфа Черного моря // Биол. внутренних вод. – 2009. – 1. – С. 33 – 35.
 16. *Яшинов В. А.* Инструкция по сбору планктона и обработке его в полевых условиях. – М.: ВНИРО, 1939. – 22 с.
 17. *Temnykh A., Nishida S.* New record of the planktonic copepod *Oithona davisae* Ferrari and Orsi in the Black Sea with notes on the identity of “*Oithona brevicornis*” // Aquatic Invasions. – 2012. – 7 (in press).

Поступила 12 октября 2011 г.

Добова динаміка і вертикальний розподіл пелагічних Copepoda у відкритих водах південно-західного Криму (Чорне море) осінню 2010 р. **О. В. Темных, Ю. М. Токарев, В. В. Мельников, Ю. А. Загородняя.** Досліджено вертикальний розподіл масових видів пелагічних Copepoda Чорного моря і добова динаміка їх чисельності над звалом глибин біля південно-західного узбережжя Криму у листопаді 2010 р. Показано особливості добових вертикальних міграцій усіх копеподітних стадій масових видів веслоногих раків. Вперше у відкритих районах Чорного моря знайдено у великій кількості (більше 9 тис. екз. м⁻³) недавній вселенец у регіоні *Oithona davisae* (Copepoda, Cyclopoida). Наведено розміри всіх стадій розвитку *O. davisae* і показано, що розмір рачків із відкритих районах моря (самки 0.48–0.56, самці 0.46–0.5 мм) значно менше, ніж у прибережних.

Ключові слова: Чорне море, вертикальний розподіл, копеподітні стадії, добова динаміка, Copepoda.

Daily dynamics and vertical distribution of pelagic Copepoda in offshore waters in front of the South-Western Crimea (the Black Sea) in autumn 2010 **A.V. Temnykh, Y. N. Tokarev, V. V. Melnikov, Y. A. Zagorodnyaya/**

The vertical distribution of pelagic Copepoda of the Black Sea and its daily dynamics in the area above fall of depth in front of the south-western Crimea in November 2010 was investigated. Peculiarities of diurnal vertical movements of all copepodite stages of the dominant species of copepods are described. For the first time a recent invader in the Black Sea *Oithona davisae* (Copepoda, Cyclopoida) is found in large quantities (more than 9 000 ind. m⁻³) in the open areas of sea. The sizes of all copepodite stages of *O. davisae* were measured and it was shown that the crustaceans in the open sea areas (females 0.48–0.56, males 0.46–0.5 mm) are significantly smaller than in coastal waters.

Key words: Black Sea, vertical distribution, copepodite stages, daily dynamics, Copepoda