

ПРОВ 1980

ПРОВ 98

577.47
и 712

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 2010

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 17

ПРОДУКЦИОННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ В ПЛАНКТОНЕ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1969

Институт
Биологии южных морей

БИБЛИОТЕКА

22713

- BARY B.M. Notes on ecology, distribution and systematics of pelagic Tunicata from New Zealand.- Pacif. Sci., 14, 2, 1960.
- BERTALANFFY L., von. A quantitative theory of organic growth.- Human Biol., 10, 2, 1938.
- FENAU R. Ecologie et biologie des Appendiculaires mediterraneens.- Vie et Milieu. Suppl., 16, Paris, 1963.
- SHELBOURNE J.E. The feeding and condition of place larva in good and plankton patches.- J. Mar. Biol. Ass., 36, 1957.
- SHELBOURNE J.E. A predator-prey size relationship for place larvae feeding on oilkopleura.- J. Mar. Biol. Ass., 42, 1962.
- TAYLOR C. Temperature growth and mortality- the Pacific Cocle.- J. Cons. Int. Explor. mer., 26, 1960.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ЭКОЛОГИЯ NOSTILUCA MILIARIS
В ЧЕРНОМ МОРЕ

Э.П. Битюков

К настоящему времени основные черты распределения и сезонной динамики зоопланктона Черного моря в связи с особенностями определяющих их факторов среды выяснены /Кусморская, 1955; Петипа и др., 1963а, 1963б; Брайко, 1964; Горомосова, 1964; Федорина, 1964/, однако экология лишь немногих планктеров стала объектом специального изучения. Поэтому выявление пространственного распределения и сезонной динамики ночесветки /*Nostiluca miliaris* / - одного из массовых планктеров Черного моря - представляет существенный интерес. Это связано, в частности, и с тем, что последними исследованиями /Петипа, 1960; Брайко, 1964; Петипа и др., 1965/ показано, что ночесветка не является трофическим тупиком в пищевых связях пелагиали Черного моря и, следовательно, не относится к "некормовому планктону". Последнее обстоятельство должно существенно повлиять на общую продукционную оценку как всего зоопланктона, так и последующих трофических уровней. Кроме того, ночесветка является основным биолюминесцентом Черного моря, поэтому изучение биолюминесцентного поля в море - одной

из наименее исследованных сторон океанологии — тесно связано с изучением экологии данного организма.

В литературе имеется много сведений об элементах экологии и распределении ночесветки в разных морях. В первую очередь это объясняется тем, что она, будучи широко распространенной по акватории Мирового океана, нередко оказывается массовой формой планктона. Проведенными ранее исследованиями установлено, что ночесветка — планктер, в своем распространении приуроченный к бореальным водам. При этом одна из особенностей размножения ночесветки, заключающаяся в том, что вышедшие из спор особи некоторое время лежат на дне /Hofker, 1930/, объясняет ее широкое распространение по акватории внутренних морей и приуроченность к прибрежному участку открытого океана. У ночесветки отмечено половое и бесполовое размножение, причем последнее /деление материнской особи на два дочерних организма/ происходит почти круглый год. Образование зооспор у этого организма наблюдалось, например, в Черном море только ранней весной /Морозова-Водяницкая, 1948/. Ночесветке свойствен широкий спектр питания. В основном она питается детритом и фитопланктоном, но нередко ее добычей оказываются представители зоопланктона /Миронов, 1954/. Ночесветка малоподвижна: вертикальные перемещения могут совершаться только при изменении удельного веса животного.

Специальных исследований, посвященных ночесветке Черного моря, за исключением работы Г.Н.Миронова /1954/ о ее питании, нет. Однако в той или иной мере почти все исследователи, изучавшие зоопланктон Черного моря, упоминали о количественном развитии этого организма. Наиболее обстоятельный обзор литературы о ночесветке Черного моря привел Н.И.Тарасов /1956/. Из позднее опубликованных работ необходимо отметить исследования И.Димова /1960/ и Т.С.Петина с соавторами /1963б/.

За последние 15 лет в лаборатории зоопланктона Института биологии южных морей АН УССР скопилось много информации о ночесветке Черного моря: материалы синхронных съемок 1952-1957 гг. /Петина и др., 1963а, 1963б; Сажина, 1964; Делало и др., 1965/, многосуточных станций в 1959, 1960 и 1963 гг. /Петина, 1964б/ и пятилетних стационарных наблюдений, проводившихся в 10-мильной зоне около Севастополя /Трезе и Балдина, 1964/. Коллеги, собравшие и обработавшие планктонные пробы, предоставили автору возможность интерпретировать полученные ими результаты специально в

отношении ночесветки. Точно так же сотрудники лаборатории гидро-биологии АзЧерНИРО любезно предоставили первичные материалы обработки проб планктона за 1956 и 1957 гг./Брайко и др., 1960/ по участкам, где в те же годы не проводились планктонные исследования Севастопольской биологической станцией. Всем им автор выражает искреннюю признательность. Был использован материал с 533 станций, представленный 2522 планктонными пробами.

Полученные данные позволили оценить значение ночесветки в биомассе планктона во всей обитаемой толще вод Черного моря. В табл. 1 представлены средние величины биомассы ночесветки в процентах от биомассы планктона на станциях, выполненных во время синхронных съемок, а также стандартные ошибки среднего значения, характеризующие возможное отклонение вычисленной средней от генерального среднего значения.

Таким образом, большая доля биомассы зоопланктона приходится на ночесветку у берегов Крыма, где этот организм превышает на протяжении года по биомассе остальной планктон. На отдельных станциях весной, когда биомасса ночесветки равнялась 192 мг/м^3 для верхнего 100-метрового слоя, это превышение было девятикратным. В последующие сезоны из-за уменьшения численности ночесветки, а

Т а б л и ц а 1

Средняя биомасса ночесветки в слое 0-200 м /в % от
общей биомассы зоопланктона/

Время наблюдений	Район моря				
	северо-западная часть	у берегов Крыма	центрально-ная часть	восточная часть	у берегов Кавказа
Февраль 1956 г.	19±3	73±7	61±4	41±4	61±1
Апрель 1952 г.	21±2	72±7	62±7	80±4	65±1
Май 1957 г.	26±5	82±4	55±8	Нет данных	
Август 1957 г.	30±7	60±7	38±5	Нет данных	
Ноябрь 1954 г.	8±3	53±8	33±2	38±6	65±14

также существенного развития остальных зоопланктеров значение ее в биомассе планктона снижается, но тем не менее и в осеннее время, за исключением мелководной, сильно прогреваемой и значительно опресненной северо-западной части, этот организм оказывается наиболее массовым.

Пространственное распределение ночесветки в Черном море было выяснено по материалам синхронных съемок и многосуточных станций. При этом для определения вертикального распределения высчитывалось процентное отношение численности этого планктера по слоям к общей численности популяции во всей толще обитаемой зоны. Поскольку ночесветка не совершает суточных вертикальных перемещений, полученное процентное распределение может быть представлено как картина типичного вертикального распределения этого организма. По таким сведениям со станций, взятых по акватории в разные сезоны, были высчитаны средние величины и произведена их статистическая обработка с определением стандартной ошибки средней и коэффициента вариации.

Как известно /Кусморская, 1954; Петипа и др., 1960, 1963/, вертикальное распределение зоопланктона в Черном море существенно зависит от стратификации и вертикальной устойчивости слоев с отличными гидрологическими характеристиками. Определяющим моментом при этом оказывается наличие слоя температурного скачка и соответствующие градиенты в нем. В частности, у ночесветки эта зависимость проявляется особенно четко. Небольшие изменения плотности и вязкости воды, связанные с колебаниями ее температуры и солености, оказываются существенными, так как удельный вес животного близок к удельному весу черноморской воды /Миронов, 1941/. Кроме того, значительное изменение содержания жира у ночесветки /Петипа и др., 1963/ также может вызвать колебание ее удельного веса, вследствие чего планктер пассивно перемещается по вертикали, задерживаясь в тех слоях, где его плавучесть оказывается нейтральной. Чаще всего это происходит в непосредственной близости к слою температурного скачка, в связи с чем именно там и наблюдается повышенная концентрация данного организма /рис. 1/. На основании материалов суточных станций из халистатической области Черного моря на рисунке представлены осередненные по нескольким сериям схемы вертикального распределения популяции ночесветки. Они подтверждают, что для вертикального распределения ночесветки определяющим оказывается соотношение чисто физических параметров организма и окружающей его среды.

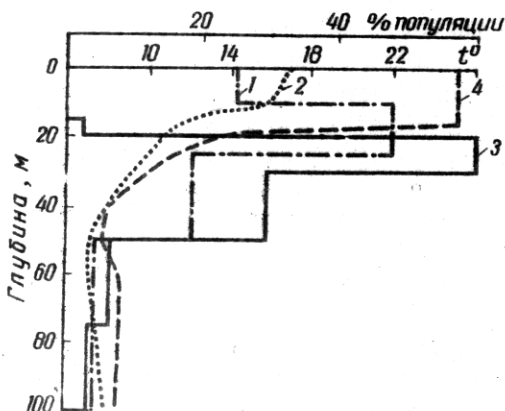


Рис. 1. Вертикальное распределение популяции хлорофитов /в %/ и температуры воды в июне /соответственно 1 и 2/ и августе /3, 4/ в халистатической области Черного моря.

Сложный характер циркуляции вод Черного моря, составляемый двумя обширными циклоническими круговоротами в его западной и восточной частях, а также рядом мелких циклонических и антициклонических круговоротов /Новицкий, 1964/, обуславливает локальные особенности в пространственном распределении температуры, солености и плотности воды, вследствие чего вертикальные обломы планктона по стандартным горизонтам не всегда соответствовали естественной дифференциации вод по вертикали. Особенно часто это проявлялось летом. В таких случаях при применении определенного фракционного лова на одной станции, например, охватывался весь слой температурного скачка, тогда как на соседней данный слой был охвачен только частично или совсем не облавливался. Это сказывалось на количественных показателях вертикального распределения планктона, вот почему статистический ряд таких сведений варьирует. Сезонное изменение вертикального распределения хлорофитов /табл. 2/ в глубоководной части Черного моря можно обрисовать следующими чертами. В ноябре и феврале, в период интенсивной тепловой конвекции

Т а б л и ц а 2

Сезонное распределение ночесветки по вертикали
/в % от численности в слое 0-200 м/

Слой, м	Число станций						
	29	17	16	20	16	46	38
	Февраль	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Ноябрь
0-10	7 $\pm$ 0,7	15 $\pm$ 1,8	21 $\pm$ 2,4	18 $\pm$ 3,9	3 $\pm$ 1,1	1 $\pm$ 0,2	6 $\pm$ 0,9
10-25	15 $\pm$ 1,8	39 $\pm$ 3,9	41 $\pm$ 3,0	34 $\pm$ 3,2	51 $\pm$ 4,4	47 $\pm$ 3,4	13 $\pm$ 2,3
25-50	31 $\pm$ 2,6	26 $\pm$ 3,1	20 $\pm$ 2,9	24 $\pm$ 2,1	26 $\pm$ 3,3	34 $\pm$ 2,8	30 $\pm$ 2,8
50-100	36 $\pm$ 3,0	16 $\pm$ 1,9	15 $\pm$ 2,0	19 $\pm$ 2,2	12 $\pm$ 1,8	15 $\pm$ 1,3	38 $\pm$ 3,5
100-200	11 $\pm$ 1,2	4 $\pm$ 0,9	3 $\pm$ 0,6	5 $\pm$ 0,9	8 $\pm$ 1,5	3 $\pm$ 0,6	13 $\pm$ 2,3

и ветрового перемешивания верхней толщ воды, основная масса этого планктона находится в слое 25-100 м. В верхнем же слое воды ночесветок мало. Вероятно из-за недостаточной обеспеченности пищей или из-за слабого питания, у особей из верхнего слоя количество жировых включений незначительно, а удельный вес тела повышен. Поэтому большая часть популяции ночесветки находится на глубинах, соответствующих границе конвекционного перемешивания.

В весенний и весенне-летний периоды в верхнем 25-метровом слое обитает более 50% популяции. Однако уже с июня в верхнем 10-метровом горизонте намечается тенденция к уменьшению численности ночесветки; отчетливо эта тенденция проявляется в июле - августе. Резко выраженная термическая стратификация, обусловившая значительные градиенты плотности, и прогревание верхних слоев до температуры 22-25°C, являющейся неблагоприятной для холодолюбивой ночесветки, приводят к тому, что последняя здесь почти отсутствует. Только в местах интенсивной циркуляции, вызывающей

подъем глубинных вод, незначительное число особей этого вида может встречаться в поверхностном слое. Основная масса ночесветки летом обитает в слое температурного скачка и под ним.

Эту особенность вертикального распределения ночесветки констатировали все исследователи, занимавшиеся изучением планктона Черного моря. Высказывалось предположение о приспособительном характере такого распределения по отношению к обилию пищи, представленной фитопланктоном и детритом, концентрирующимся в области существенных градиентов плотности воды. Однако трудно предположить у столь низко организованного животного, как ночесветка, наличие направленной реакции поведенческого характера. Объяснение такому вертикальному распределению ночесветки надо искать, очевидно, в особенностях ее метаболизма, являющегося своеобразным регулятором удельного веса.

При обилии пищи в весенне-летнее время у ночесветки повышается концентрация жира, в результате чего она медленно начинает подниматься вверх, преодолевая даже градиенты плотности воды. Когда животное попадает в слой с более высокой температурой, энергетические траты организма повышаются и для их покрытия используется накопленный ранее жир. Это вызывает увеличение удельного веса ночесветки, и она начинает погружаться до слоя, где будет иметь нейтральную плавучесть. Следующим циклом пассивного перемещения окажется ситуация, когда очередное обильное потребление пищи снова приведет к увеличению концентрации жира.

По данным Г.Н.Миронова /1954/, у ночесветки переваривание растительной пищи продолжается 6-9 ч, животной - 14-17. Л.А.Ланская, проводившая эксперименты с ночесветкой для выяснения темпа ее деления, обнаружила, что этот организм при температуре около 18°C делится через 26-28 ч. Последнее является косвенным доказательством того, что интенсивность усвоения пищи в вакуолях ночесветки велика. По данным Т.С.Петипа, у морских планктонных организмов может наблюдаться исключительная лабильность жировых отложений даже на протяжении суток; у ночесветки, например, колебание жира составляет от 6,6 до 41,35% сухого веса /Петипа и др., 1963б; Петипа, 1961а/. Концентрация жира в клетке ночесветки меняется в короткие интервалы времени и вызывает в свою очередь значительное изменение удельного веса, свойственное этому организму /Davis, 1953/.

Таким образом, непрерывное перемещение ночесветки по вертикали обусловлено изменением ее удельного веса. Однако скорость такого перемещения в обоих направлениях снижается в слоях воды с градиентом плотности, поэтому именно здесь наблюдается повышенная концентрация этого планктона.

Естественно, что весьма существенным фактором для распределения ночесветки оказывается также вертикальная циркуляция водной массы, составляющие которой могут превосходить скорость пассивного перемещения животного. Распределение ночесветки в таких местах повлияло в некоторой степени на общую картину ее вертикального распределения летом /табл. 2/. Например, в августе в слое 0-10 м разброс данных /коэффициент вариации до 20%/ был вызван в основном материалом, полученным с 3 станций, на которых в этом слое доля популяции ночесветки достигала соответственно 4; 5 и 6%. На огромной части остальной акватории, не охваченной интенсивной вертикальной циркуляцией, картина вертикального распределения ночесветки была весьма сходной.

Таким образом, вертикальное распространение ночесветки существенно меняется в разные сезоны. Являясь холодолюбивым организмом, она более или менее равномерно распределяется по всей толще воды в осенне-зимне-весенний период, тогда как летом в результате прогрева верхних слоев воды более чем на 20°C , встречается только в слое температурного скачка и ниже. Это обстоятельство приводит к уменьшению численности ночесветки под 1 м^2 летом, хотя на отдельных горизонтах концентрация ее может достигать $12\ 000 \text{ экз/м}^3$.

В связи с этим интересно сопоставить динамику численности популяции ночесветки с изменением температуры воды. Материалом послужили регулярные сборы зоопланктона в 10-мильной зоне около Севастополя в 1960-1964 гг. и данные по температуре воды с рейдовой точки у южного берега Крыма, полученные в Азово-Черноморской гидрометеорологической обсерватории за тот же период. Поскольку места взятия проб зоопланктона и определения температуры воды, несмотря на их некоторую пространственную разобщенность, находятся в одной ветви циклонического течения, данные по этой рейдовой точке характеризуют термический режим вод, прилегающих к южному и юго-западному побережью Крыма. По определениям температуры на рейдовой точке высчитывалась средневзвешенная температура верхнего 30-метрового слоя.

Литературные данные о сезонной динамике численности ночесветки весьма разноречивы. Одни исследователи /Косякина, 1936; Лазарева, 1957/ отмечали максимум численности этого организма в мае - июне, другие /Никитин, 1939; Баркалова, 1940/ - констатировали его в июле - августе. Это происходило в первую очередь либо из-за эпизодичности планктонных сборов, либо в связи с тем, что стационарные наблюдения /Косякина, 1936; Никитин, 1939/ проводились в мелководных бухтах. Такие участки, как известно /Богданова и Кропачев, 1959/, отличаются весьма неустойчивым гидрологическим режимом, поскольку из-за сгонных ветров здесь оказываются водные массы, поднявшиеся непосредственно из области расположения температурного скачка, для которого, как уже отмечалось, свойственна повышенная концентрация ночесветки. В то же время район наших исследований был значительно меньше подвержен влиянию сгонных ветров, так как крайняя станция для взятия проб находилась в 10 милях от берега.

В материале по количественному развитию ночесветки на протяжении ряда лет /рис. 2/ обращают на себя внимание два момента: 1/ резкое увеличение ее численности в начале апреля и не менее резкое снижение в конце июля и 2/ закономерное уменьшение абсолютных показателей численности популяции в исследованные годы. К сожалению, для достаточно четкой интерпретации последнего обстоятельства мы не располагаем полными данными. Однако есть некоторая возможность попытаться связать изменения численности ночесветки с сезонным ходом температуры и суммами тепла водной массы у южного и юго-западного берегов Крыма. Для этого по кривой изменения средней температуры для 30-метрового слоя на рейдовой точке с начала прогрева водной массы было определено планиметрированием количество тепла /в градусо-днях/, предшествующее определенным этапам динамики численности ночесветки /табл. 3/.

Оказалось, что увеличение численности ночесветки после зимней депрессии начинается в апреле одновременно с началом прогрева водных масс. Однако из-за отличий в интенсивности прогрева водной массы в разные годы темп возрастания численности бывает различным, в результате чего пик ее приходится на разные даты. Однако сумма градусо-дней до этого пика оказывается весьма сходной во все годы исследований / ≈ 1200 градусо-дней/. Коэффициент вариации равен 26%, что свидетельствует о незначительной вариабильности этого ряда.

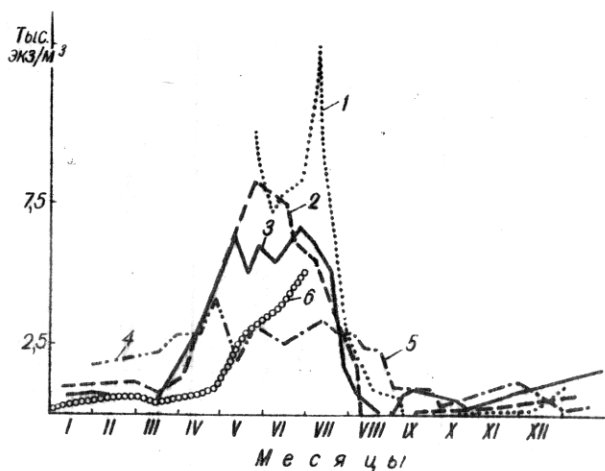


Рис. 2. Сезонная динамика популяции ночесветки в 10-мильной зоне у берегов Крыма:

1 - в 1960 г., 2 - 1961 г., 3 - 1962 г.,

4 - 1963 г., 5 - 1965 г., 6 - 1966 г.

В августе из-за прогрева верхней толщи воды более чем на 20°C численность популяции ночесветки падает ниже 1000 экз/м^3 . Оказалось, что и этот существенный этап в динамике численности ночесветки тесно связан с термическим режимом. Хотя календарно он приходится в разное время, сумма градусо-дней от начала подъема численности до ее спада также весьма сходна; коэффициент вариации при этом снижается всего до 8%.

Совершенно очевидно, что отмеченное соответствие термических условий водной массы у побережья Крыма изменению численности популяции ночесветки не следует рассматривать как однозначную связь. Однако для формы годовых циклов изменения ее численности термический режим оказывается, несомненно, ведущим, что подтверждается анализом относительных показателей количественного развития ночесветки в неритической зоне в каждый срок сбора материала /рис. 3/. При этом весьма различные абсолютные показате-

Т а б л и ц а 3

Основные этапы динамики численности популяции ночесветки у берегов Крыма
и сопутствующие им термические условия

Год	Начало посты- ема числен- ности		Пик численно- сти		Градуосо- дни до начала пика	Числен- ность во вре- мя пи- ка, экз/м ³	Дата, когда числен- ность ме- нее 1000 экз/м ³	Продолжи- тельность массового развития, сутки	Градуосо- дни за период массово- го раз- вития	Средняя числен- ность за период массового развития, экз/м ³
	дата	Т,°С	дата	Т,°С						
1960	18.IV	8,2	25.V	13,7	1200	10500	17.VIII	120	3600	5900
1961	4.IV	8,5	24.V	12,3	1600	8200	7.VIII	123	3250	5550
1962	3.IV	9,2	5.V	12,4	1120	6300	5.VIII	123	7850	4700
1963	28.III	8,7	27.V	10,8	1180	4300	Нет данных			
1964	-	-	20.V	11,0	900	4000	4.IX	135	9540	2700

Средняя
М² м /

3,5+0,2 20.V 12,0+0,6 1200+140

125+4

8600+320

Коэффици-
ент вариа-
ции

5

10

23

5

3

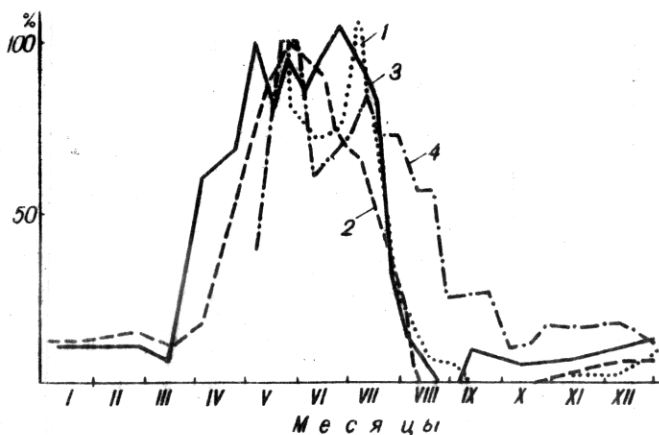


Рис. 3. Относительные показатели сезонного изменения численности ночесветки в неритической зоне /в % к величине ее первого весеннего пика/:

1 - 1960 г., 2 - 1961 г., 3 - 1962 г., 4 - 1964 г.

тели сезонного изменения численности ночесветки/рис.2/оказываются подобными. Если определить планиметрированием среднемесячную относительную величину численности ночесветки от величины ее первого весеннего пика, то сезонная динамика численности этого организма может характеризоваться показателями, приведенными в табл. 4.

Таким образом, сезонным изменениям численности популяции ночесветки у побережья Крыма свойственны значительные размахи. В течение зимних месяцев концентрация ее составляет в среднем 1000 экз/м^3 ; весной, с началом прогрева водной массы, увеличивается в 6-8 раз, держась на таком уровне до июня. В июле или августе, в зависимости от интенсивности накопления тепла водной массой в предшествующий период, численность ночесветки резко падает /менее 1000 экз/м^3 / и лишь с октября снова начинается постепенное ее увеличение.

Отмеченная у берегов Крыма сезонная динамика численности ночесветки является, очевидно, типичной для этого организма на всей

Т а б л и ц а 4

Среднемесячные показатели численности ночесветки у берегов Крыма
/в % от максимальных значений ее весеннего пика/

Год	Месяцы										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1960	-	-	-	-	84	82	70	12	2	0,5	1
1961	12	14	12	36	84	90	52	6	0	0,5	3
1962	10	12	16	66	86	94	76	6	4	4	7
1964	-	-	-	-	72	72	80	40	18	12	14

Сред-
няя

/M±m/ 11±0,7 13±0,7 14±1,4 51±10,0 81±3,2 84±4,2 69±5,3 16±7,0 6±3,5 4±2,2 6±2,5 8±2,2

акватории Черного моря для тех лет, которые резко не отклоняются по своим гидрологическим характеристикам от средней многолетней. Об этом свидетельствуют литературные данные /Косякина, 1936; Лазарева, 1957; Димов, 1960/, а также материалы синхронных съемок.

В 1957 г. обзоры планктона были проведены в разные сезоны, благодаря чему возможно представить в общих чертах картину сезонной динамики популяции ночесветки над глубоководными участками открытых районов Черного моря /табл. 5/. Полученные данные соответствовали общей картине сезонной динамики численности ночесветки у берегов Крыма. Поэтому можно считать, что описанная у берегов Крыма сезонная динамика популяции ночесветки в общих чертах свойственна всем районам Черного моря.

Отмеченные черты сезонной динамики популяции ночесветки у берегов Крыма и ее сезонного вертикального распределения проявляются и при выяснении горизонтального распределения численности планктона. Эти моменты, а также весьма отличный для каждого года исследований тип атмосферной циркуляции, который оказывается определяющим /Петипа и др., 1963а, 1963б/ для хода продукционных процессов зоопланктона Черного моря, вызывают различное горизонтальное

Т а б л и ц а 5

Изменение численности ночесветки /в экз/м³/
в слое 0-100 м в 1957 г.

Район моря	Февраль	Май	Август	Ноябрь
Центральная часть	460	3000	460	500
Юго-восточная часть	2600	2100	500	Нет данных
Северо-западная часть	570	2200	1000	350

зонтальное распределение ночесветки. В частности, при сопоставлении карт ее распределения в одинаковые сезоны разных лет оказалось, что отличными были не только абсолютные показатели количе-

ственного распространения, но и схема горизонтального распределения. Поэтому ниже приводятся сведения о горизонтальном распространении ночесветки по акватории Черного моря в разные сезоны /рис. 4/.

Как видно из карт распределения ночесветки, в феврале 1956 г., т.е. в период ранневесеннего состояния моря, наблюдалось довольно закономерное изменение ее концентрации в широтном направлении. Постепенное повышение температуры воды в это время от 2-3° в северо-восточной, мелководной части до 9°С в юго-восточной способствует более раннему началу интенсивного развития планктона в южных и восточных районах моря. Так, в мелководной северо-западной части численность ночесветки составляет всего около 50 экз/м³ в верхнем 100-метровом слое, а в районе Босфора и Батуми ее почти в 100 раз больше. Значительное возрастание численности планктона происходит уже у северо-западного свала глубин, где увеличивается слой вертикального его распространения. Здесь большая часть популяции в это время находится глубже 50 м /табл. 2/. Незначительным отклонением являлась повышенная концентрация ночесветки вдоль берегов Крыма. Однако такое распределение на мелководье вполне согласуется с системой циклонического течения в данном районе моря, основная ветвь которого приносит в его неритическую зону из центральной части воды с повышенной концентрацией ночесветки.

По-видимому, аналогичной была схема распределения ночесветки и в феврале 1957 г. В этом месяце в северо-восточной и центральной частях моря было собрано сравнительно мало материала, однако увеличение численности ночесветки к югу и к востоку прослеживалось также вполне четко. Например, в северо-западной части, на акватории между 100- и 200-метровыми изобатами ночесветок было около 400 экз/м³, а в прибосфорском районе - 2300 экз/м³. Еще большая численность для верхнего 100-метрового слоя наблюдалась в восточной части моря, где на отдельных станциях она достигала 7400 экз/м³. Такую высокую концентрацию ночесветки на этих участках надо связывать с повышенной температурой воды, что создавало здесь более благоприятные условия для ее развития, чем на остальной акватории.

Сходное распределение наблюдалось и в весенние месяцы. Несмотря на значительный прогрев в мелководной северо-западной части моря, где температура в среднем превышала таковую поверхность

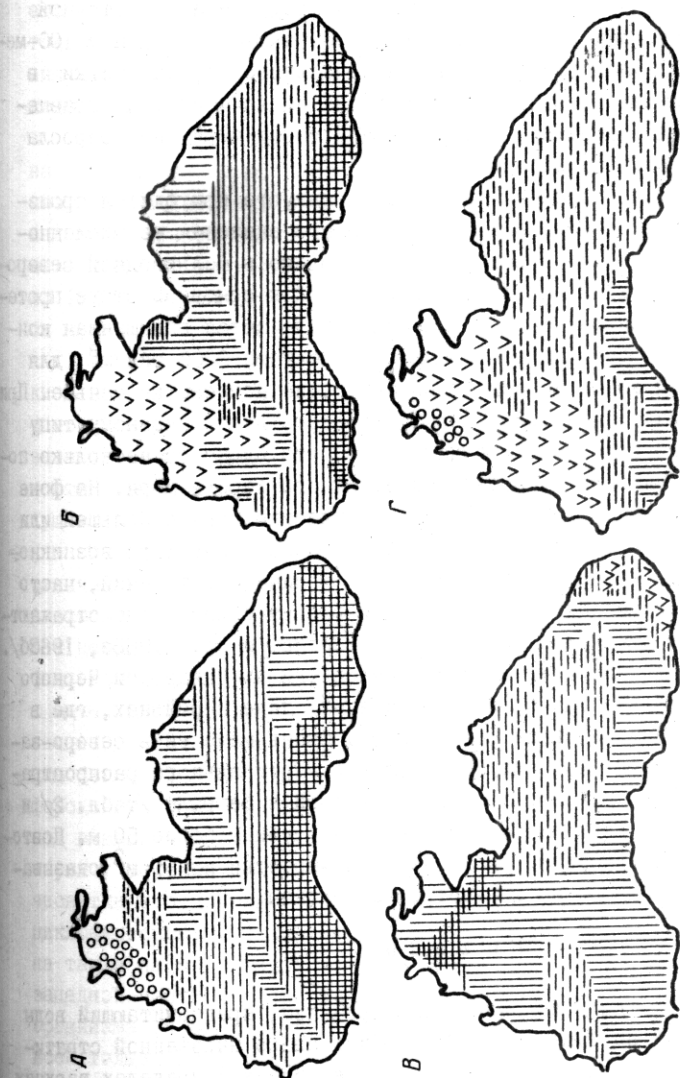


Рис. 4. Численность ночесветки в слое 0-100 м в феврале 1956 г. /А/ и в мае /Б/, августе /В/ и ноябре /Г/ 1957 г.:
 — более 3000 экз/м³, — 2000-3000, — 1000-2000,
 — 400-1000, — 100-400, — менее 100 экз/м³.

ного слоя глубоководных участков, ночесветок здесь отмечено значительно меньше, чем на остальной акватории. Максимальная концентрация этого организма по-прежнему была приурочена к восточной части моря, где она составляла почти 6000 экз/м^3 в верхнем 100-метровом слое. Однако резкое увеличение численности ночесветки в центральной и северо-западной частях уже имело место. По сравнению с февралем, например, в центральной части моря она возросла с 400 экз/м^3 до 2000 и более.

Анализ распределения ночесветки в августе приходится производить, как уже отмечалось, на фоне общего снижения ее численности на большей части акватории моря. Только в мелководной северо-западной части узкой полосой, приуроченной к основной струе протекающего здесь циклонического течения, наблюдается повышенная концентрация этого организма, превышающая местами 3000 экз/м^3 для всей обитаемой зоны. На остальной акватории ночесветки меньше. При этом ее распределение также хорошо соответствует основному типу циклонического круговорота водных масс, что видно по несколько повышенной численности планктона вдоль южного берега моря. На фоне этого, естественно, имеются отдельные участки моря с большей или меньшей численностью ночесветки, образующиеся благодаря возникновению местных антициклонических или циклонических течений, часто очень кратковременных. Такие ситуации весьма существенно отражаются на обилии планктона Черного моря /Петипа и др., 1963а, 1963б/.

В конце ноября концентрация ночесветки по акватории Черного моря незначительна /не более 1200 экз/м^3 / даже в районах, где в феврале наблюдалось свыше 3000 экз/м^3 . Очень мало ее в северо-западной части моря / 400 экз/м^3 /. Область вертикального распространения ночесветки в ноябре близка к таковой в феврале /табл. 2/ и характеризуется скоплением планктона на глубине более 50 м. Поэтому изопланкты повышенной численности ночесветки под 1 м^2 оказываются подобными изобатам 200-метровой глубины.

В ы в о д ы

1. Ночесветка - холодолюбивый организм, предпочитающий воды с температурой не выше 16°C . В условиях слабо выраженной стратификации водной толщи она обитает во всех слоях в пределах верхних 150-200 м, причем максимум наблюдается на 25-50 м. Летом из-за прогревания поверхностного слоя более чем на 22°C , ночесветка в нем не встречается, обитая в слое температурного скачка и ниже.

2. Ночесветка совершает пассивные вертикальные перемещения, связанные с изменением ее удельного веса, которое вызывается колебаниями содержания жира. Из-за значительных градиентов плотности в слое температурного скачка, скорость перемещения в нем ночесветки снижается, что приводит к повышению ее концентрации в этом слое.

3. Количественное развитие ночесветки существенно меняется на протяжении года. После зимней депрессии увеличение ее численности наблюдается в апреле одновременно с началом прогрева водных масс. Максимальное количество этого организма отмечено в июне - июле. В августе численность его резко падает, составляя около 15% пика развития. В последующие месяцы она неуклонно снижается и лишь с октября начинает постепенно возрастать.

4. Наблюдается соответствие изменении численности ночесветки с сезонным ходом температуры и суммами тепла водной массы у берегов Крыма. Это соответствие не следует рассматривать как однозначную связь, однако для формы годичных циклов изменения численности ночесветки термический режим оказывается, несомненно, ведущим.

5. Абсолютные показатели количественного развития ночесветки отличны в разные годы. За период исследований наибольшая численность этого планктона наблюдалась в 1960 г. В последующие годы она неуклонно падала и в 1963 г. в период максимального снижения была почти в 3 раза меньше, чем в 1960 г.

6. Распределение ночесветки по акватории Черного моря в различные сезоны неравномерно. Более или менее постоянным относительным богатством ее, наблюдаемым во все сезоны, отличаются прибофорский район и участок вдоль южного побережья моря, находящийся под влиянием основной струи циклонического течения, а также акватория у берегов Крыма. Пятно относительно низкой численности ночесветки в открытых водах юго-восточной части моря приурочено к циклоническому круговороту. Незначительная численность ее отмечена также на протяжении большей части года в мелководной северо-западной части Черного моря. Только в августе концентрация этого организма здесь на некоторых станциях превышает 3000 экз/м³ для всей толщи. На остальной акватории она в слое 0-100 м относительно постоянна - 1000-2000 экз/м³.

Л и т е р а т у р а

- БАРКАЛОВА Л.М. Зоопланктон Черного моря у берегов Крыма. - Зоол. журн., 19, 4, 1940.
- БОГДАНОВА А.К. и КРОПАЧЕВ Л.Н. Стонно-нагонная циркуляция и ее роль в гидрологическом режиме Черного моря. - Метеорология и гидрология, 4, 1959.
- БРАЙКО В.Д., ГОРОМОСОВА С.А., ПИЩИК Г.К., ФЕДОРОВА А.И. Динамика зоопланктона Черного моря по наблюдениям 1956-1958 гг. - Тр. АзЧерНИРО, 18, 1960.
- БРАЙКО В.Д. Сезонная динамика зоопланктона северо-восточной части Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 23, 1964.
- ГОРОМОСОВА С.А. Сезонное развитие и распределение зоопланктона в северо-западной части Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 23, 1964.
- ГРЕЗЕ В.Н., БАЛДИНА Э.П. Динамика популяции и годовая продукция *Acartia clausi* G. и *Centropages krøyeri* G. в неарктической зоне Черного моря. - Тр. Севаст. биол. ст., 17, 1964.
- ДЕДАЛО Е.П., БАЛДИНА Э.П., БИЛЕВА О.К. Сезонные изменения распределения зоопланктона в западной половине Черного моря в 1957 г. В кн.: Исследования планктона Черного и Азовского морей. "Наукова думка", К., 1965.
- ДИМОВ И.Г. Зоопланктонът в Черно море пред българа бряг през 1954, 1955 и 1956 гг. - Тр. на н.-и. ин-т по рибарство и рибна пром., 2, Варна, 1960.
- КОСЯКИНА Е.Г. Количественное изучение зоопланктона Новороссийской бухты. - Тр. Новоросс. биол. ст., 2, 3, 1936.
- КУСМОРСКАЯ А.П. Об изучении вертикального распределения морского планктона. - Тр. ВНИРО, 28, 1954.
- КУСМОРСКАЯ А.П. Сезонные и годовые изменения зоопланктона Черного моря. - Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва, 6, 1955.
- ЛАЗАРЕВА Л.П. К вопросу о сезонной динамике биомассы зоопланктона Черного моря в районе Карадага. - Тр. Карадаг. биол. ст., 14, 1957.
- МИРОНОВ Г.Н. Определение удельного веса планктонных организмов Черного моря. - В кн.: Рефераты работ учреждений отделений биологических наук АН СССР за 1940 г., М., 1941.
- МИРОНОВ Г.Н. Питание планктонных хищников. Питание ноктилюки. - Тр. Севаст. биол. ст., 8, 1954.
- МОРОЗОВА-ВОДНИЦКАЯ Н.В. Фитопланктон Черного моря. Ч. I. Фито-

- планктон в районе Севастополя и общий обзор фитопланктона Черного моря. - Тр. Севаст. биол. ст., 6, 1948.
- НИКИТИН В.Н. Планктон Батумской бухты и его годичные количественные изменения. - В кн.: Сб. посвященный научной деятельности почетного акад. Н.М.Книповича, М., 1939.
- НОВИЦКИЙ В.П. Вертикальное строение водной толщи и общие черты циркуляции вод Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 23, 1964.
- ПЕТИПА Т.С. Роль ночесветки *Noctiluca miliaris* Lur. в питании *Calanus helgolandicus* (Cl.). - ДАН СССР, 132, 4, 1960.
- ПЕТИПА Т.С. Суточный ритм расхода и накопления жира у *Calanus helgolandicus* (Cl.) в Черном море. - ДАН СССР, 156, 6, 1964а.
- ПЕТИПА Т.С. Суточный ритм в питании и суточные рационы *Calanus helgolandicus* (Cl.) в Черном море. - Тр. Севаст. биол. ст., 15, 1964б.
- ПЕТИПА Т.С., САМИНА Л.И., ДЕЛАЛО Е.П. Вертикальное распределение зоопланктона в Черном море в связи с гидрологическими условиями. - ДАН СССР, 133, 4, 1960.
- ПЕТИПА Т.С., САМИНА Л.И. и ДЕЛАЛО Е.П. Распределение зоопланктона в Черном море в 1951-1956 гг. - Океанология, 3, 4, 1963а.
- ПЕТИПА Т.С., САМИНА Л.И., ДЕЛАЛО Е.П. Вертикальное распределение зоопланктона в Черном море. - Тр. Севаст. биол. ст., 16, 1963б.
- ПЕТИПА Т.С., САМИНА Л.И., ДЕЛАЛО Е.П. Кормовая база тепловодных и холодноводных рыб в Черном море. - В кн.: Исследования планктона Черного и Азовского морей. "Наукова думка", К., 1965.
- САМИНА Л.И. Сезонные изменения зоопланктона в северо-западной части Черного моря в 1957 г. - Тр. Севаст. биол. ст., 17, 1964.
- ТАРАСОВ Н.И. Свечение моря. Изд-во АН СССР, М., 1956.
- ФЕДОРИНА А.И. Динамика зоопланктона в юго-восточной части Черного моря. - Тр. АзЧерНИРО, 23, 1964.
- DAVIS C.C. Concerning the flotation mechanism of *Noctiluca*. - Ecology, 34, 1, 1953.
- HOFFER G. Über *Noctiluca scintillans* (Macarthey). - Arch. Protistenkunde, 71, 1930.