



УДК 594.1(262.5)

И. И. Казанкова, м. н. с., **М. С. Немировский**, канд. геогр. наук, ст. н. с.

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

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧИНОК ЧЕРНОМОРСКИХ BIVALVIA В ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД И ЕЕ СВЯЗЬ С ГИДРОФИЗИЧЕСКИМИ ОСОБЕННОСТЯМИ РАЙОНА

Установлено, что фенология личинок *Bivalvia* в поверхностных и глубинных горизонтах в прибрежных водах Севастополя различна, что может быть связано с особенностями температурного режима верхних и нижних слоев, а также наличием в обследуемом районе двух разнонаправленных течений. Обнаружено соответствие вертикального распределения планктонной и бентосной частей популяций двустворок. В целом, для весеннего периода характерна новая генерация личинок *Mytilus galloprovincialis* (скальных и иловых популяций), *Cerastoderma glaucum*, *Acanthocardia paucicostata*, *Parvicardium exiguum*, *Mya arenaria*, *Abra* sp., *Fabulina fabula* и *Loripes lucinalis*. Великонхи *A. paucicostata*, *P. exiguum*, *M. arenaria*, а также *Modiolus phasealinus* в черноморском планктоне идентифицированы впервые.

Ключевые слова: планктон, личинки *Bivalvia*, мидия, акантокардиум, динамика численности и вертикальное распределение личинок

Сведения о закономерностях формирования пула личинок двустворчатых моллюсков необходимы не только для понимания механизма взаимодействия бентали и пелагиали, но и при решении научно-практических задач, встающих по мере развития марикультуры на Черном море. Одной из таких задач является гарантированное получение на коллекторах мидийного спата достаточной плотности. Установлено, что весной в прибрежных водах Севастополя, где в настоящее время предпринимаются попытки организации мидийного хозяйства, интенсивность оседания личинок мидий на субстрат может значительно варьировать [6]. По всей видимости, это связано с особенностями динамики численно-возрастного состава личинок, а также их про-

странственного распределения в пелагиали данного района. Определить закономерности распределения личинок мидий легче, если изучать его в сравнении с другими двустворками.

В настоящей работе мы поставили задачу изучить гидрофизические особенности района внешнего рейда Севастополя и выявить их влияние на пространственно-временное распределение личинок двустворчатых моллюсков, расширить полученное ранее представление о видовом составе личинок *Bivalvia* и его динамике в весенний период [3, 4, 16], определить закономерности динамики численно-возрастного состава и пространственного распределения личинок мидий, в сравнении с другими двустворками.

Кроме того, настоящая работа может помочь выявить механизмы пополнения бентосных поселений двустворок Севастопольской бухты и прилегающих к ней районов за счет автохтонного ларватона и личинок, привнесенных с внешними водами.

Материал и методы. Комплексные гидрофизические и химико-биологические наблюдения проводились ежемесячно в течение 2001 - 2002 гг. на мониторинговом полигоне рейда Севастополя - от бухты Казачья до м. Коса Северная (рис. 1).

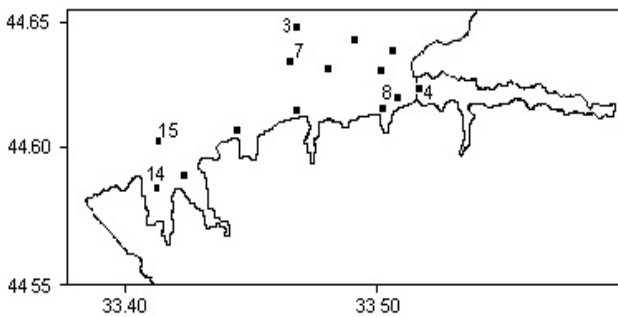


Рис. 1. Схема станций
Fig. 1. Scheme of the stations

Мористая (западная) граница полигона ограничена станциями 3, 7 и 15, станция 4 расположена на створе входных молов бухты Севастопольская. В комплекс гидрофизических исследований входили измерения вертикального распределения термohалинных характеристик (TS-характеристик) на всех станциях (с помощью STD-зонда системы «КАТ-РАН»), а также скорости и направления течений на ст. 4, 7 и 8 (с помощью электроконтактной вертушки ГМ-45 в кабельном варианте) по принятой методике [13].

Планктонные пробы отбирали сетью Джеди (диаметр входного отверстия 36 см, сторона ячеи мельничного сита 100 мкм) на пяти станциях послойно (рис. 3). На станции 4 горизонты были выбраны с учетом особенностей водных потоков. В районе мидийной фермы (ст. 8) и бухты Казачья (ст. 14) глубина

достигала 20 м, на мористых станциях 7 и 3 - 40 и 60 м соответственно, на ст. 4 - 18 м. Погодные условия не всегда позволяли выполнить исследования на всех станциях. Всего за весенний период 2001 и 2002 гг. собрана 51 проба; кроме того, при анализе были приняты во внимание результаты осенних съемок 2002 г. (25 проб). Личинок *Mytilus galloprovincialis* (Lam., 1819), *Spisula subtruncata* (Costa, 1778), *Cerastoderma glaucum* Poiret, 1789, *Mya arenaria* L., 1758, *Abra* sp., *Fabulina fabula* (Gronovius, 1781) и *Loripes lucinalis* (Lam., 1818) определяли по [4, 7]. Неизвестных личинок *Acanthocardia paucicostata* (Sowerby, 1859) и *Parvicardium exiguum* (Gmelin, 1790), *Modiolus phasealinus* (Philippi, 1844), описания которых отсутствуют [4], а также личинок *C. glaucum*, *M. arenaria*, и *Abra* sp., при идентификации которых возникали сомнения, оставляли на доращивание до узнаваемых стадий в сосудах объемом 1 - 5 мл с профильтрованной и обработанной УФ-лучами морской водой. В качестве корма использовали микроводоросль *Isochrysis galbana*. Личинок и молодь по мере их роста и метаморфоза зарисовывали.

Личинок мидии и фазеолины идентифицировали по стадиям: велигеры, великонхи без глазка и великонхи с глазком; остальных двустворок определяли только на стадии великонха. У спикулы различали молодые и поздние великонхи.

Результаты и обсуждение. Гидрофизические особенности района исследования. На основании данных прямых измерений перечисленных выше гидрофизических характеристик отметим главные особенности динамики водных потоков в районе полигона, имеющие значение для последующего анализа.

Для ст. 7 и 3 типичным является наличие двуслойной структуры, представленной разнонаправленными течениями. В верхнем 20 - 25-метровом слое наблюдается юго-западный перенос, а на горизонтах 30 м и более

– встречные северные и северо-восточные течения, отличающиеся от верхнего слоя TS-параметрами, свойственными более глубинным водам открытой (западной) части моря. Для ст. 4 также характерны двуслойные разнонаправленные потоки, природа которых связана со стоком вод р. Черная в бухту. На этой станции в подавляющем большинстве инструментальных измерений в верхнем 4 - 8-метровом слое регистрировались западные (из бухты), а на горизонтах 12 - 13 м и глубже – встречные восточные течения, приносящие в бухту несколько трансформированные воды открытой части моря. Вследствие выноса распресненных вод в районе ст. 4 в верхнем слое моря часто наблюдается гидрофронт с повышенными горизонтальными градиентами солености и плотности. Такие ситуации особенно часто возникают весной и осенью, а также в периоды интенсивных осадков на площади водосбора реки и бухты.

Особенности пула личинок двустворок исследуемого района. С осени по июль в

планктоне присутствуют личинки осеннего нереста: *M. galloprovincialis*, *S. subtruncata*, *M. phasealinus* и Cardiidae gen. sp. [6]. В мае личинки этой генерации остаются только в глубинных слоях в единичных экземплярах, а в июне они полностью исчезают из планктона. В феврале появляются велигеры *M. galloprovincialis* новой (зимней) генерации. Основная часть ларватона двустворок весенней генерации появляется в апреле в связи с интенсивным прогревом воды, стимулирующим нерест. К массовым видам, нерестящимся в весенний период, относятся мидия (скальные и иловые поселения) и кардииды (церастодерма, акантокардиум и парвикардиум).

Кардиид идентифицировали, основываясь на морфологических различиях подростовой из личинок молоди. На рис. 2 изображены педивелигеры и постларвальные стадии *A. paucicostata*, *P. exiguum* и *C. glaucum*, а в табл. 1 приведены их характерные признаки. Изображение и описание *C. glaucum* даны для сравнения.

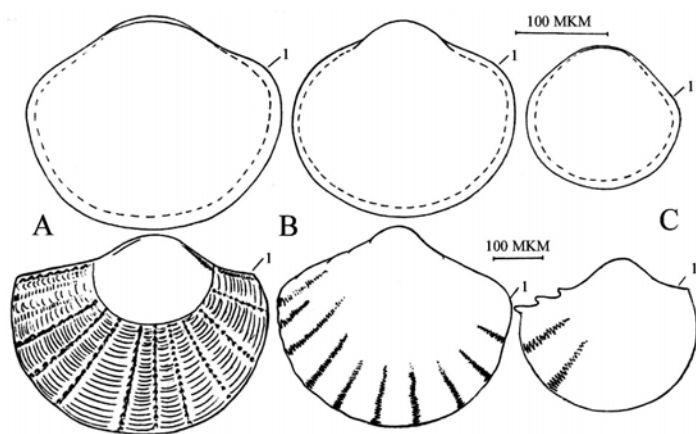


Рис. 2. Великонхи и постличинки: *Acanthocardia paucicostata* (А), *Cerastoderma glaucum* (В), *Parvicardium exiguum* (С); 1 – передний конец

Fig. 2. Veliconchas and post-larvae: А – *Acanthocardia paucicostata*, В – *Cerastoderma glaucum*, С – *Parvicardium exiguum*; 1 – anterior end

Учитывая неравномерность прогрева воды по глубине, а также двуслойность структуры потоков в исследуемом районе, рассмотрим фенологию личинок двустворок весенней генерации в верхнем (0 - 25 м) и глубинном (25 - 60 м) слоях пелагиали отдельно.

Фенология личинок в верхнем слое.

Судя по повышенной численности велигеров на мористой станции (подсчитывали только поздних велигеров с длиной раковины 150 - 175 мкм), нерест мидий к февралю уже начался (рис. 3а). В марте наблюдался пик нереста мидий (рис. 3б), о чем свидетельствовала

Таблица 1. Сравнительное описание педивелигеров и постларвальных стадий кардий
Table 1. Comparative description of pediveligers and post-larvae of Cardiidae

Признаки	<i>Acanthocardia paucicostata</i>	<i>Cerastoderma glaucum</i>	<i>Parvicardium exiguum</i>
	П е д и в е л и г е р ы		
Длина раковины, мкм	>200	>200	<175
Длина / высота раковины	1.24	1.07	104
Макушка	широкая и уплощенная	более узкая и выступающая	широкая и уплощенная
Окраска тканей и раковины	прозрачные и бесцветные	прозрачные и бесцветные	мягкие ткани несколько затемнены
	П о с т л а р в а л ь н а я с т а д и я		
Скульптура растущего диссоконха	по мере роста диссоконха радиальные ребра образуются сразу	радиальные ребра образуются не сразу	как у <i>C. glaucum</i> ; на спинном крае есть длинные шипики
Граница диссоконха с продиссоконхом	хорошо выражена	не выражена	не выражена

высокая концентрация велигеров на всех станциях (в глубинном слое их по-прежнему мало). В апреле (рис. 3в) соотношение личинок мидий изменилось в пользу ранних великонх, т.е. пик нереста уже прошел. Мы полагаем, что на ст. 4 образование фронтальной зоны между распресненными водами бухты и внешними морскими водами обусловило скопление личинок, выносимых из бухты. С конца апреля, при температуре воды 11,4 – 15,0⁰С (рис. 3г), в планктоне присутствовали личинки *C. glaucum*, *A. paucicostata*, *P. exiguum*, *Abra* sp. и *M. arenaria*. Максимальные концентрации поздних великонх этих видов составляли соответственно 5, 17, 10, 52 и 15 экз.·м⁻³. Плотность личинок мидий в этот период уменьшилась, а в слое 0 - 10 м они практически исчезли. В июне появились великонхи *F. fabula* и *L. lucinalis*. Их численность достигала соответственно 45 и 38 экз.·м⁻³.

Фенология личинок в глубинном слое.

К середине мая вода нижнего слоя прогрелась до 12 - 13,7⁰С (рис. 3в). Здесь, в отличие от предыдущих месяцев, плотность личинок мидий была значительно выше, чем в слое 0 - 10 м (похожую картину наблюдали у болгарского побережья [10]). Кроме того, в сравнении с апрелем, в глубинном слое было отмечено за-

метное повышение численности велигеров мидий относительно великонх - в 3 раза в 2001 г. и в 2 раза в 2002 г. (рис. 3в, г) (повышение численности ранних великонх относительно великонх с глазком в конце весеннего периода отмечалось в [11]). Одновременно на глубине 40 - 60 м в массовом количестве появились великонхи *A. paucicostata* (рис. 3г). Кроме того, данные по вертикальному распределению TS-характеристик на ст. 3 и 7 свидетельствовали о том, что здесь произошел подход вод из открытой части моря с более глубинных горизонтов. Эти факты позволяют предположить, что в глубинном слое мы наблюдали личинок весенней генерации иловой мидии и акантокардиума. Максимальная плотность взрослых особей последнего отмечена именно на глубине 40 - 50 м [12, 15]. Отсюда можно сделать вывод, что личинки глубинных популяций мидии и акантокардиума встречаются в массовом количестве в слое, соответствующем по глубине залегания зоне шельфа, в которой прошел массовый нерест этих видов. С этим выводом согласуются результаты по вертикальному распределению личинок осенью 2002 г.: *M. phasealinus* – в ноябре и *S. subtruncata* – в декабре (табл.2).

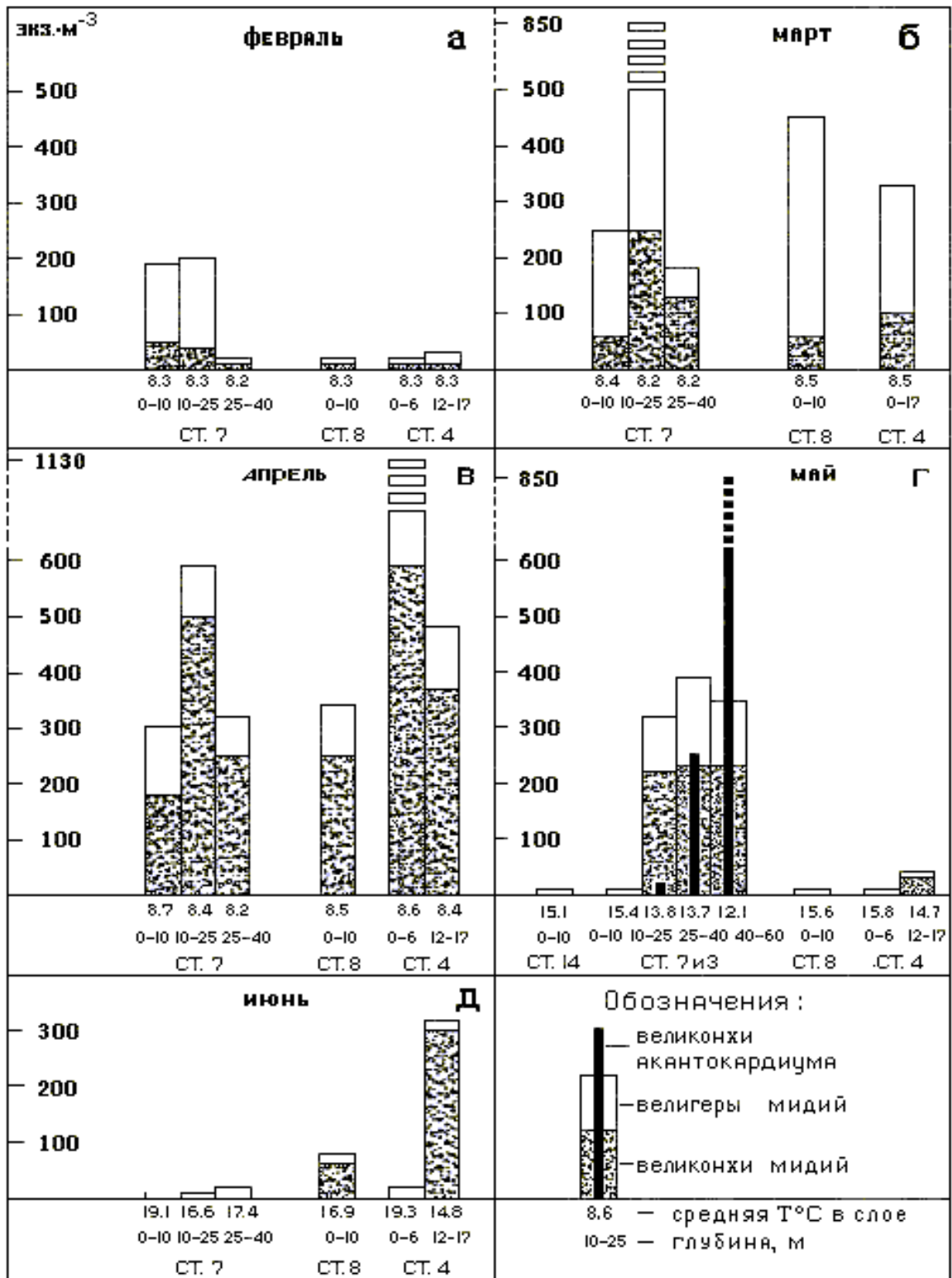


Рис. 3. Динамика численности личинок акантокардиума и мидии (экз.·м⁻³) в планктоне севастопольского взморья

Fig. 3 Dynamics of *Acanthocardia* and *Mytilus* larvae (spes · м⁻³) in Sevastopol coastal water

Таблица 2. Вертикальное распределение концентрации личинок *Modiolus phasealinus* и *Spisula subtruncata* осенью 2002 г.

Table 2. Vertical distribution of concentration of *Modiolus phasealinus* and *Spisula subtruncata* larvae in autumn 2002

Вид	Горизонт, м			
	0 - 10	10 - 25	25 - 40	40 - 60
<i>Modiolus phasealinus</i>	0*/0**/1***	7/ 40/ 47		37/ 106/ 80
<i>Spisula subtruncata</i>	12*/6**	10 / 6	40 / 8	250/ 31

Примечание: *M. phasealinus*: * – велигеры; ** – великонхи без глазка; *** – великонхи с глазком;
S. subtruncata: * - молодые великонхи (< 200 мкм); ** – зрелые великонхи (>200 мкм).

Массовое количество молодых великонх этих видов, было отмечено именно в нижнем слое воды. По [1], в конце ноября – в декабре в шельфовой зоне юго-западного Крыма впервые за год отмечается повышение температуры придонного слоя до 12⁰С за счет опускания поверхностной воды, происходящего в результате конвективного перемешивания. Это может благоприятствовать нересту популяций, обитающих на больших глубинах.

У других видов двустворок также наблюдается соответствие распределения личинок и взрослых особей по глубине. Личинки мии и лорипеса «предпочитают» слой 0 – 10 м, церастодермы – 0 - 25. Из личинок летне-осеннего комплекса слой 0 - 10 м «предпочтителен» для митилястера [6, 11], а 0 - 25 м – для хамелеи [6]. Наибольшая плотность взрослых организмов перечисленных видов отмечена в том же диапазоне глубин [2, 9, 15]. Соответствие распределений по глубине планктонной и бентосной частей популяции можно считать элементом жизненной стратегии черноморских двустворок, так как оно увеличивает вероятность попадания их личинок в благоприятный биотоп.

Данная закономерность в распределении личинок и взрослых организмов характерна не только для двустворок. Ранее был обнаружен глубоководный комплекс личинок полихет, виды которого никогда или очень редко встречались в верхних горизонтах пелагиали

[8]. Ярким представителем этого комплекса является *Vigtorniella zaikai* Kisseleva, 1992 взрослые особи которой в бентосных сообществах и личинки в планктоне обитают на одних глубинах – 150 – 170 м [14].

Дальнейшее пространственное перераспределение личинок двустворок в пелагиали, по всей видимости, тесно связано как с гидродинамическими процессами, так и с приспособительными особенностями самих организмов.

Влияние гидрофизических особенностей исследуемого района на динамику численности личинок было особенно хорошо выражено в июне (рис. 3 д). В этот период для слоев, прогретых до 17 - 19⁰С, личинки мидий были уже не характерны. Однако на ст. 4, вследствие залива относительно холодных вод из открытой части моря в нижний слой “створного” канала, было привнесено значительное количество великонх мидий, по всей видимости, от юго-западных берегов Крыма, где они сохраняются в летний период в холодных водах глубинных горизонтов [5].

Выводы. 1. Впервые для вод севастопольского взморья отмечена двуслойная структура разнонаправленных потоков. **2.** Обнаружено отличие в фенологии личинок *Bivalvia* в верхнем (0 - 25 м) и глубинном (25 - 60 м) слоях прибрежных вод, а также соответствие вертикального распределения планктонной и бентосной частей популяций двустворок. В

массовом количестве, особенно на ранних стадиях, личинки двустворок, в том числе и мидий, встречаются в слоях, соответствующих по глубине залегания зоне шельфа, где прошло размножение бентосных популяций. **3.** Гидрофизические процессы в исследованном районе могут оказывать существенное влияние на динамику численности и пространственное распределение ларватома *Bivalvia*. Весной в прибрежном планктоне при температуре воды выше 15° С личинки мидии уже не встречаются. Их появление в этот период может быть обусловлено течениями, приносящими личинок с холодными глубинными водами. **4.** Весенняя генерация личинок *Bivalvia* представлена, в основном, *M. galloprovincialis*, *A. pauci-*

costata, *P. exiguum*, *C. glaucum* *M. arenaria*, *Abra* sp., *L. lucinalis* и *F. fabula*. **5.** Впервые в черноморском планктоне идентифицированы великонхи *A. paucicostata*, *P. exiguum*, *M. arenaria* и *M. phasealinus*. Дана характеристика педивелигеров и постличинок *A. paucicostata* и *P. exiguum*, в сравнении с *C. glaucum*.

Благодарности. Авторы выражают благодарность: М. М. Шевченко за сотрудничество и профессионализм в сборе планктонных проб; Н. Н. Болтачевой, ценные замечания которой способствовали формированию представления о соответствии вертикального распределения бентосной и планктонной частей популяций двустворок. Мы также искренне признательны И. Е. Драпун за помощь в оформлении статьи, а также И. М. Трошиной за спонсорскую поддержку.

1. Белокопытов Б. Н., Ломакин П. Д., Субботин А. А., Щуров С. В. Фоновая характеристика и сезонная изменчивость вертикальной стратификации термохалинного поля у побережья Севастополя // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь. – 2002. – Вып. 1 (6). – С. 22 – 38.
2. Заика В. Е., Валовая В. А., Повчун А. С., Ревков Н. К. Митилиды Черного моря. - Киев: Наук. думка, 1990. - 280 с.
3. Захваткина К. А. Фенология личинок двустворчатых моллюсков севастопольского района Черного моря // Тр. Севаст. биол. ст. - 1963. - **16**. - С. 173 - 175.
4. Захваткина К. А. Личинки двустворчатых моллюсков – *Bivalvia*. Определитель фауны Черного и Азовского морей. - Киев: Наук. думка, 1972. - С. 250 - 276.
5. Казанкова И. И. Особенности динамики оседания мидии и митилистера в связи со сгонно-нагонными явлениями у юго-западных берегов Крыма (Черное море) // Экология моря. - 2000. - Вып. 51. - С. 35 - 39.
6. Казанкова И. И. Сезонная динамика личинок двустворчатых моллюсков и их вертикальное распределение в прибрежном планктоне внешнего рейда Севастопольской бухты (Черное море) // Экология моря. - 2002. - Вып. 61. - С. 53 - 58.
7. Касьянов В. П., Крючкова Г. А., Куликова В. А., Медведева Л. А. Личинки морских двустворчатых моллюсков и иглокожих. - М.: Наука, 1983. - 214 с.
8. Киселева Г. А. Исследования по экологии личинок некоторых бентосных животных Черного моря Автореф. дисс....канд. биол. наук. - Одесса. - 1966. – 21 с.
9. Киселева М. И. Бентос рыхлых грунтов Черного моря. - Киев: Наук. думка, 1981. - 165 с.
10. Консулов А. Разпределение на личинките на мидите в Черно море пред българския бряг // Рибно стопанство. - 1980. - **27**, №3. - С. 24 - 26.
11. Ревков Н. К. Годовая динамика меропланктона (*Bivalvia*, *Gastropoda*) и особенности пула личинок мидии (*Mytilus galloprovincialis*) в Каламитском заливе, Черное море // Гидробиол. журн. - 2000. - **36**, №1. - С. 46 - 55.
12. Ревков Н. К., Болтачева Н. А., Николаенко Т. В., Колесникова Е. А. Биоразнообразие зообентоса рыхлых грунтов крымского побережья Черного моря // Океанология. - 2002. - **42**, № 4. - С. 561 - 571.
13. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. - Л.: Гидрометеиздат. - 1977. - 725 с.

14. Сергеева Н. Г., Заика В. Е. Экология полихет из пограничных сообществ пелагиали и бентали // Доп. НАНУ. – 2000. - №1. – С. 197 – 201.
15. Скарлато О. А., Старобогатов Я. И. Класс двустворчатые моллюски – *Bivalvia* / Определитель фауны Черного и Азовского морей. - Киев: Наук. думка. - 1972. - С. 178 - 250.
16. Murina G. V., Artemyeva Y. N. Phenology of molluscan pelagic larvae from the southern coastal water of Crimea // Sci. Mar. - **61**, №2. - P. 55 - 58.

Поступила 10 мая 2003 г.

Spatial-temporal dynamics of Black Sea *Bivalvia* larvae number in spring in relation to the hydrophysical patterns of the region. I. I. Kazankova, M. S. Nemirovsky. There are two water layers in the coastal area of Sevastopol. Phenology of *Bivalvia* larvae of the upper and lower horizons is different. It is probably due to the difference in the temperature regime and to the presence of two opposite currents in these layers. Vertical distribution of the larvae corresponds to the one of benthic populations of *Bivalvia*. New larvae generation of *Mytilus galloprovincialis*, *Cerastoderma glaucum*, *Acanthocardia paucicostata*, *Parvicardium exiguum*, *Mya arenaria*, *Abra* sp., *Loripes lucinalis* and *Fabulina fabula* is typical for spring plankton. Mature larvae of *A. paucicostata*, *P. exiguum*, *M. arenaria* and larvae of *Modiolus phaseolinus* were identified in the Black Sea plankton for the first time. The comparative description of pediveligers and post-larvae of *C. glaucum*, *A. paucicostata* and *P. exiguum* was given.

Key words: plankton, larvae of *Bivalvia*, mussel, *Acanthocardium*, dynamic of larval number, vertical larval distribution

Просторово-часова динаміка чисельності личинок чорноморських *Bivalvia* у весняний період і її зв'язок з гідрофізичними особливостями регіону. І. І. Казанкова, М.С. Неміровський. Фенологія личинок *Bivalvia* в поверхневих і глибинних шарах моря в дослідженій акваторії Севастополю відрізняється, що певно зв'язано з особливостями температурного режиму верхніх і нижніх шарів а також присутністю двох різнонаправлених течій. Виявлена відповідність вертикального поширення планктонної і бентосної частин популяцій двостулкових молюсків. Взагалі, для весняного періоду характерна нова генерація личинок *Mytilus galloprovincialis* (скалових та мулових популяцій), *Cerastoderma glaucum*, *Acanthocardia paucicostata*, *Parvicardium exiguum*, *Mya arenaria*, *Abra* sp., *Fabulina fabula* та *Loripes lucinalis*. Вперше у чорноморському планктоні ідентифіковано великонхи *A. paucicostata*, *P. exiguum*, *M. arenaria*, а також личинки *Modiolus phaseolinus*.

Ключові слова: планктон, личинки *Bivalvia*, мідія, акантокардіум, динаміка чисельності і вертикальне поширення личинок