УДК 574.583(262.5)

СОСТОЯНИЕ ИХТИО-, МИКРОЗОО- И МАКРОПЛАНКТОННОГО КОМПЛЕКСОВ ЧЕРНОГО МОРЯ В РАЙОНЕ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА В ИЮЛЕ 2013 Г.

В.В. Мельников, Т.Н. Климова*, С.М. Игнатьев*, И.В. Вдодович*, Е.В. Попова*, С.А. Серегин*

Институт природно-технических систем
г. Севастополь, ул. Ленина, 28
E-mail: dr.melnikov.v@gmail.com
* Институт морских биологических исследований РАН
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2

Представлены результаты комплексных планктонных исследований, выполненных в июле 2013 г. на шельфе Крымского полуострова, над континентальным склоном и в открытой части Чёрного моря от Керченского пролива до мыса Херсонес. Показано, что над континентальным склоном была отмечена максимальная численность икры и личинок рыб, а концентрация микрозоопланктона в поверхностном горизонте моря была в 2 раза выше, чем в шельфовых водах.

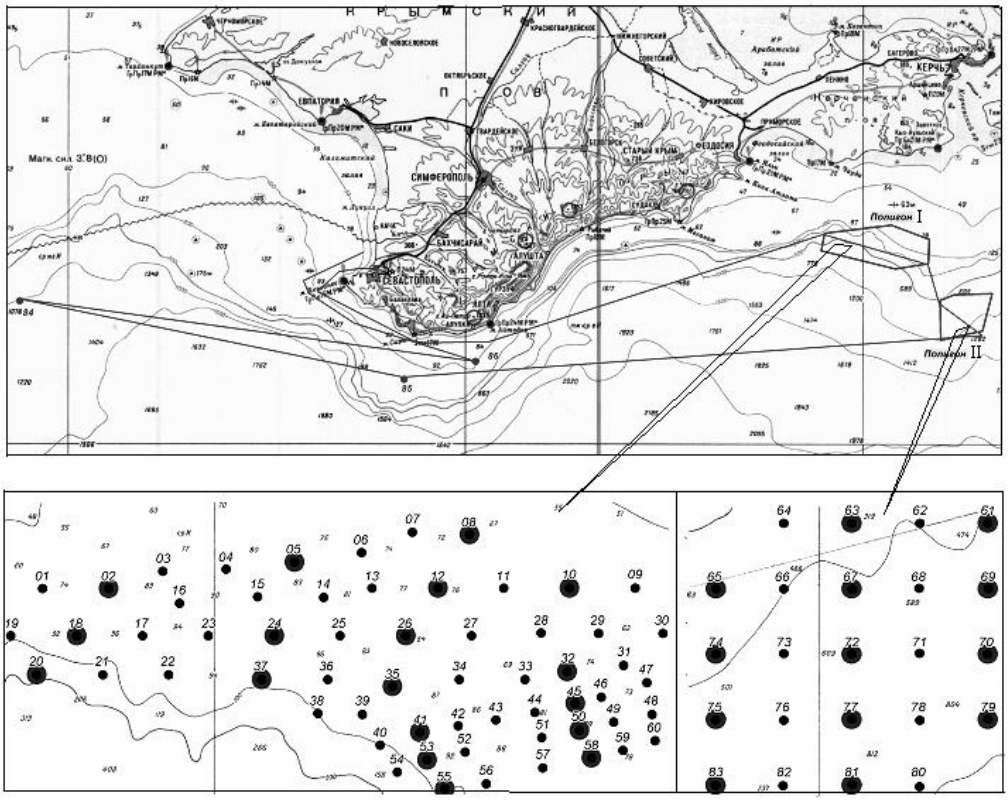
Введение. Известно, что пелагическая экосистема Чёрного моря в последнее десятилетие существует в состоянии перманентной перестройки. На фоне превышения летних среднемесячных температур воды в регионе на 1,5 – 2°С над средними многолетними, как в прибрежье, так и в глубоководной части моря повсеместно отмечаются существенные различия в структуре и количественном распределении желетелого макропланктона – основного конкурента в питании личинок и молоди рыб, а также потребителя ихтиопланктона, входящего в состав мезопланктонного комплекса в морских экосистемах. Снижение пресса желетелых обуславливает наблюдаемые положительные тенденции в ихтиопланктоне и его обеспеченности пищей.

В начале нынешнего столетия регулярные исследования планктона в море были ограничены преимущественно районами прибрежной акваторией шельфа. Сворачивание широких океанологических программ в 90-е годы прошлого века привело к острому дефициту сведений о состоянии планктонных сообществ в центральной части моря, особенно, в глубоководных районах. Поэтому информация (особенно комплексная) из этих регионов представляет интерес для понимания современных процессов, протекающих в Чёрном море.

Основной целью настоящей работы был анализ состояния летнего ихтиопланктона и определяющих его уровней планктонной биоты (микрозоопланктон, желетелый макропланктон) на шельфе и континентальном склоне Крымского полуострова, в том числе, в районах активных геодинамических разломных зон и предполагало реализацию следующих задач:

- изучить состав и пространственно-временную изменчивость количественных показателей планктонной биоты в связи с особенностями окружающей среды;
- изучить видовой состав, численность, выживание ихтиопланктона и особенности питания личинок рыб в различных районах исследований;
- оценить состояние кормового микрозоопланктона как показателя обеспеченности пищей личинок пелагических рыб, а также желетелого макропланктона – для выявления пресса хищников.

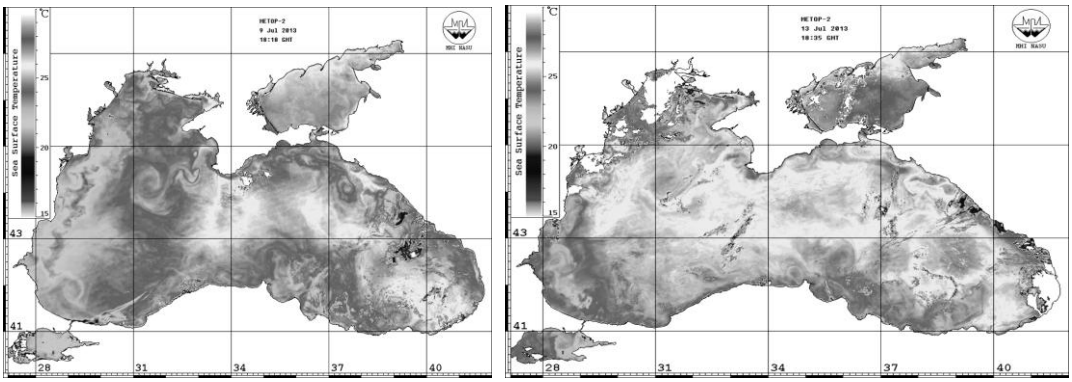
Материал и методы. Комплексные гидробиологические исследования проводились в 75-м рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (08 – 17 июля 2013 г.) в прибрежных и открытых водах шельфа Крымского полуострова и континентального склона от Керченского пролива до мыса Херсонес (рис. 1). Ихтиопланктон и желетелый макропланктон собирали сетью Богорова-Расса (диаметр наружного круга 80 см) и сетью Джеди (диаметр наружного круга 36 см). Обе сети были оснащены капроновым ситом с ячеей 168 микрон. На глубоководных станциях облавливали слой 0 – 100 м, на станциях, выполненных над глубиной менее 100 м – слой от дна до поверхности. Икру и личинок рыб определяли по монографии [1], видовые названия даны по [2]. Исследование питания личинок рыб проводили по методике [3].



Р и с. 1. Карта-схема маршрута экспедиции (вверху) и схема расположения станций на I и II полигонах (внизу) в 75-м рейсе НИС «Пр. Водяницкий»

Всего было собрано 38 ихтиопланктонных проб (23 пробы сетью Богорова-Расса и 15 проб сетью Джеди) на 37 станциях над глубиной от 65 до 1100 м. На питание было обработано 240 экземпляров личинок хамсы. Обработка желетелого макропланктона проводилась в свежем виде по стандартным методикам [4-5] Всего было собрано и проанализировано 35 проб. Для анализа использована система автоматизированной обработки данных «MacroSeaMap» [10]. Пробы воды для учёта численности метазойного микрозоопланктона отбирали 10-литровыми батометрами. Пробы сгущали на воронках обратной фильтрации с ситом 10 мкм. Анализ всех проб проводили тотально в камере Богорова под микроскопом МБС-9 при увеличении 4×8. К фракции метазойного микрозоопланктона относили организмы зоопланктона размером от 50 до 500 мкм [6; 8]. Определение копепод проводили до вида вплоть до науплиальных стадий – по [9]. Всего собрано и обработано 38 проб на 28 станциях.

Результаты и обсуждение. Структура поверхностных течений, формируемых ими полей температуры и оптических свойств в исследуемом регионе определялись мезомасштабными вихревыми структурами, связанными с Основным Черноморским Течением, поступлением отличающихся по температуре вод Азовского моря через Керченский пролив и локальным ветровым перемешиванием (наиболее сильно проявляющимся в случае прибрежных апвеллингов) (рис. 2). В конце первой декады июля 2013 г. температура поверхности моря была неравномерной и менялась в зависимости от различных атмосферных факторов от 22 – 24°С до 26 – 29°С. Во второй декаде распределение температур на всей акватории стало довольно равномерным, значения температуры поверхности достигли 27,5 – 28,5°С. К концу декады, несмотря на преобладание облачной погоды, значения температуры поверхности моря днём составляли 26 – 29°С, ночью 25 – 27°С (рис. 2).



Р и с. 2. Карта температуры Чёрного моря по данным спутника МЕТОР–2 за 9 (слева) и 13 (справа) июля 2013 года [11]

С геологической точки зрения первый и второй полигоны располагались в зоне активных геодинамических разломных зон, с радоносодержащими органоминеральными илами (пелоидами) в районах активности грязевых вулканов и газовых факелов. Известно, что в таких зонах наблюдаются повышенные концентрации радона – ядовитого радиоактивного газа, который образуется при распаде радия, урана, тория, актиния и других радиоактивных элементов. Смешиваясь с более лёгкими газами, ядовитый радон поднимается к поверхности моря, и благодаря растворимости в воде, может оказывать токсическое воздействие на гидробионты во всей толще воды от дна до поверхности, особенно над небольшими глубинами. Содержание радона в придонном горизонте на I полигоне колебалось от 0 до 0,0014 эмана или от 0 до 0,00518 Бк/л, на II полигоне – от 0 до 0,002 эмана или от 0 до 0,0074 Бк/л [11] (рис. 1).

Желетелый макропланктон в районе исследований был представлен одним видом медуз – *Aurelia aurita* и тремя видами гребневиков *Mnemiopsis leidyi, Pleurobrachia pileus* и *Beroe ovata*. Последний вид длиной около 65 мм наблюдался только 14.07.2013 (у мыса Сарыч), и поэтому в дальнейших расчётах он не учитывался. Распределение желетелого макропланктона по численности и биомассе в различных районах исследований представлено в табл. 1.

Наблюдались три зоны повышенного обилия, приуроченных к свалу глубин. Медуза-аурелия, мнемиопсис и плеуробрахия встречались повсеместно. Шельфовые и глубоководные участки акватории различались по величине общей биомассы примерно в два раза. Плеуробрахия составляла 73,5% от общего количества желетелых гидробионтов. На долю мнемиопсиса и аурелии приходилось 16,5 и 10% по численности, соответственно. По биомассе доминировала аурелия, составляя, в среднем, 81,6%.

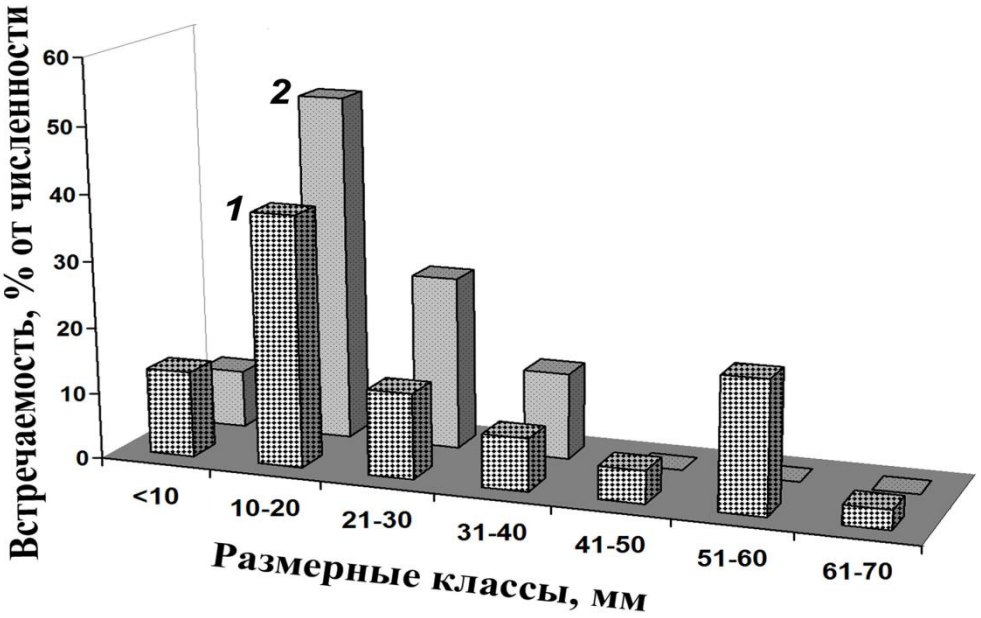
Относительная биомасса мнемиопсиса и плеуробрахии составила 18,2 и 0,2%. Количественное распределение желетелого макропланктона и его компонентов отличалось неравномерностью: общая численность желетелых колебалась от 0,4 до 4,3 экз./м^3 (среднее значение 1,5 экз./м^3).

Значения общей биомассы варьировали от 2,4 мг/м^3 до 11056,0 мг/м^3 (2679,6 мг/м^3), т.е. различались почти на четыре порядка величин. *A. aurita* была представлена крупными особями с диаметром купола 32 – 220 мм (в среднем, 93 мм). Её размерная структура описывается одновершинной кривой с доминирующим размерным классом 80 – 100 мм. Региональных отличий в распределении размерных групп не обнаружено. Биомасса колебалась в пределах 102,7 – 10563,2 мг/м^3 (в среднем, 2602,6) с явно выраженными локальными зонами повышенного обилия в северной части II полигона. Гребневик *M. leidyi* в пробах был представлен особями с длиной тела от 6 до 73 мм (в среднем 27 мм). Сравнительный анализ размерной структуры исследованных популяций мнемиопсиса на 1-м и на 2-м полигонах показал наличие существенных различий между ними (рис. 3).

Таблица 1

Показатели средней численности и биомассы желетелого макропланктона
в различных районах исследований

Район исследований	Показатели	Желетелые всего		*Aurelia aurita* и *Mnemiopsis leidyi*	
		биомасса, мг/м^3	численность экз/м^3	биомасса, мг/м^3	численность экз/м^3
Первый полигон	средняя	2045,753	1,274	2041,109	0,193
	ст. отклонение	1755,361	0,574	1755,089	0,081
Второй полигон	средняя	2216,358	1,100	2211,168	0,113
	ст. отклонение	1938,375	0,415	1938,887	0,102
Разрез мыс Сарыч –море	средняя	9092,152	2,110	9084,553	0,804
	ст. отклонение	7345,319	0,665	7347,462	0,509
Континентальный склон	средняя	3756,293	1,490	3750,955	0,393
	ст. отклонение	5504,812	0,906	5503,82	0,527



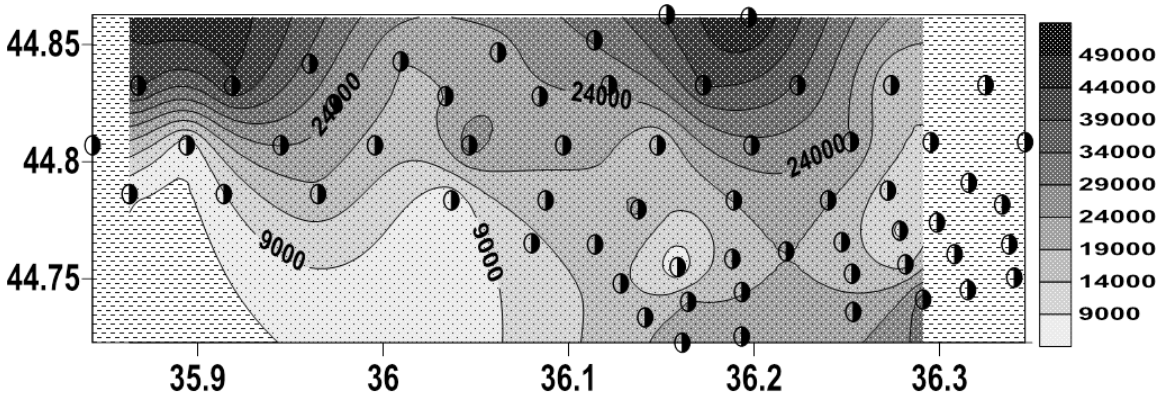
Р и с. 3. Размерная структура *M. leidyi* на 1-м и 2-м полигонах

На I полигоне размерная структура описывается двухвершинной кривой: первый пик численности (51%) представлен мелкими особями длиной тела 6 – 20 мм, причём 13% составляли особи с размером тела до 10 мм.

Второй пик (28%) – крупные, половозрелые особи размером 50 – 70 мм. Такая размерная структура, характерна для июльской размножающейся популяции [4 – 12]. Если на обоих полигонах относительная численность аурелии оставалась постоянной, то доля мнемиопсиса на II (мористом) полигоне была почти в четыре раза больше за счёт преобладания более мелких особей. Более 60% гребневиков имели длину тела менее 20 мм. Крупные (размножающиеся) особи отсутствовали. Можно предположить, что популяция гребневика в глубоководных районах существовала за счёт выноса его молоди из шельфовых районов моря. Количественно мнемиопсис был распределён неравномерно: зона повышенного обилия наблюдалась в северо-восточной части II полигона. Ближайшие по времени летние изыскания в регионе были проведены в 1988 –

1989 гг., то есть, выполнены в «добероидный» период, когда гребневик-мнемиопсис доминировал над аборигенными видами [13]. В 2011 – 2013 гг. внутрисезонная изменчивость состава и обилия желетелого макропланктона в регионе сходна с таковым для прибрежных вод.

Микрозоопланктон имеет первостепенное значение в питании личинок рыб особенно на ранних этапах развития. Численность микрозоопланктона на I полигоне, в среднем, составляла 21 тыс. экз./м^3 при колебаниях от 4,7 до 49 тыс. экз./м^3, в то время как на 2-м полигоне она превышала 37 тыс. экз./м^3 при колебаниях от 6,0 до 64 тыс. экз./м^3 [14]. Наибольшей численностью отличались глубоководные станции континентального склона, где в поверхностном слое она была в 2 раза выше, чем в шельфовых водах. Видовая структура микрозоопланктона на I и II полигонах, имела определённые различия, как, впрочем, и общие черты. Основу численности поверхностного слоя моря в обоих случаях составляли копеподы: 94 – на I (мелководном) полигоне и 99,2% – на II (глубоководном) более мористом. Из них более половины численности составляли науплиусы и ранние копеподиты из рода *Acartia* (52% I полигон и 57% – II полигон). Одним из массовых видов копепод поверхностных вод являлся *Centropages ponticus*. Его доля составляла 15% – на I и 33% – на II полигоне. *Paracalanus parvus* на поверхности встречен в малых количествах: ~ по 1,5% на обоих полигонах. В среднем, по 2-3% общей численности составляли коловратки, личинки двустворчатых моллюсков и аппендикулярий (*Oikopleura dioica*). *Oithona davisae*, недавний вселенец в Чёрное море, как преимущественно неритический вид, составлял около 31% на первом и только 8% – на втором полигоне. На I полигоне характер пространственного распределения общей численности микрозоопланктона определялся более высокими концентрациями на станциях береговой ориентации с меньшими глубинами в северной части полигона (рис. 4).



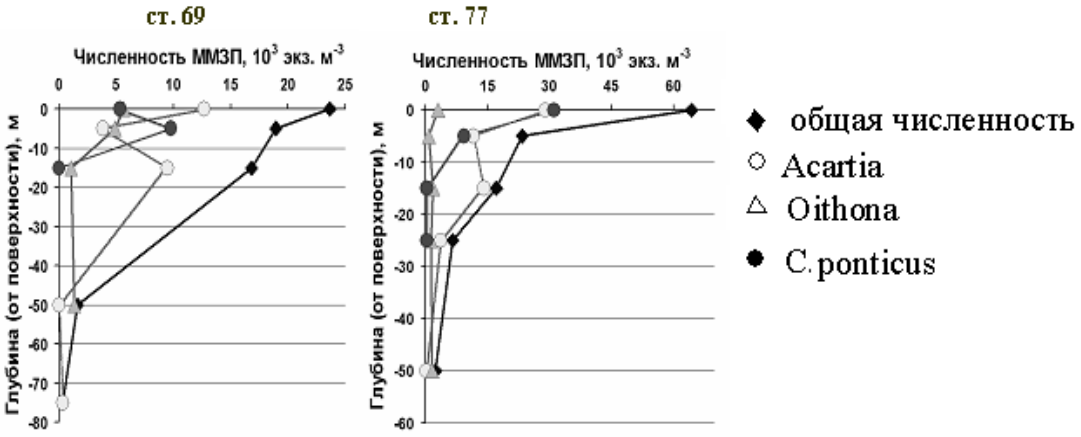
Р и с. 4. Пространственное распределение общей численности метазойного микрозоопланктона в поверхностном слое на 1-м полигоне

В придонном слое на глубинах 60 – 82 м микрозоопланктон был представлен науплиусами и копеподитами холодноводных (*O. similis, Pseudocalanus elongatus, Calanus euxinus*) и эвритермных (*P. parvus* и *A. clausi*) видов копепод. Общая численность микрозоопланктона у дна шельфового полигона была, примерно, на порядок ниже поверхностной и составляла 1,7 – 7,5 тыс. экз./м^3.

На II полигоне гидрологическая структура вод отличалась ярко выраженной стратификацией, с верхней границей термо- и галоклина на глубине 7 – 10 м. Вертикальное распределение численности микрозоопланктона, исследованное на станциях № 69 и № 77, характеризовалось непрерывным её уменьшением с глубиной (рис. 1, 5).

В количественном отношении на поверхности и в верхнем перемешанном

слое вод превалировали науплиусы копепод рода *Acartia* и *C. ponticus*, в существенно меньшем количестве наблюдалась *O. davisae*. В слое термоклина и под ним заметную долю общей численности (16 – 31%) составляли коловратки. Из копепод здесь преобладали *A. clausi* и *O. similis*; причём, последний вид доминировал в более глубоких слоях водного столба. Поскольку, на полигоне было выполнено только 5 станций, можно говорить только о тенденции распределения, а именно – о концентрировании более высоких численностей микрозоопланктона в центральной части полигона.



Р и с. 5. Вертикальное распределение общей численности метазойного микрозоопланктона и массовых видов копепод в водах над континентальным склоном

Ихтиопланктон был представлен икрой и личинками 8 видов рыб из 7 семейств (сетью Джеди были пойманы икры и личинки только одного вида, хамсы – *Engraulis encrasicolus*). Средняя численность икры, пойманной сетью Богорова-Расса, составляла 110,8, личинок – 23,9 экз./м^2, а сетью Джеди – 51,8 и 11,82 экз./м^2 соответственно. Мы выделили четыре района исследований, которые значительно отличались по видовому составу и численности ихтиопланктона (табл. 2). Максимальная численность икры и личинок рыб были отмечены над континентальным склоном (226 и 86 экз./м^2 соответственно), наименьшая численность икры и личинок рыб наблюдалась на I полигоне, где она была на порядок ниже, чем в остальных районах исследований. Начиная с 2000 г. доля мёртвой икры в пробах за нерестовый сезон обычно колеблется от 60 до 70%, в то время как в 1970-е годы она не превышала 40% [15, 16]. Доля мёртвой икры в период наших исследований составляла 63,4%. Максимальная доля погибшей икры (68%) была отмечена на первом полигоне; на втором она составляла всего 44% и была минимальной по сравнению с остальной акваторией исследований. Если на I полигоне доля личинок хамсы от наличной икры в пробах составляла всего 8%, то на II полигоне она была почти в 5 раз выше. Размер личинок хамсы в пробах колебался от 1,8 до 8,9 мм. По сравнению с июлем 2010 г. увеличились размерно-весовые параметры личинок хамсы [17]. В июле 2010 г. средняя длина личинок хамсы составляла 4,6 мм, а в 2013 г. – 6,6 мм, средняя масса личинок в 2013 г. увеличилась в 2 раза и составила 0,4 мг. Сравнительно низкая численность ихтиопланктона и желетелого макропланктона на I полигоне по сравнению с остальными районами исследований позволило нам предположить возможность негативного влияния радона на состояние планктонного сообщества в геодинамически активной зоне акватории. В глубоководном районе второго полигона в верхнем квазиоднородном слое, концентрация радона была, по-видимому, столь малой, что не могла оказывать негативное влияние как на численность ихтиопланктона, так и на биомассу желетелого макропланктона. Первый полигон был выполнен в районе относительно небольших глубин, в пределах 100 – метровой изобаты, содержание радона здесь колебалось от 0 до

0,0014 эмана или от 0 до 0,00518 Бк·л$^{-1}$, что в 17 раз ниже предельного значения общей альфа активности для целей рутинного контроля радиологической безопасности воды (ВОЗ) [11]. Коэффициент корреляции концентрации радона на планктонных станциях I – го полигона с численностью икры и личинок рыб составлял – 0,56 и – 0,65 соответственно, а с биомассой желетелого макропланктона (без плевробрахии) был ещё выше и составлял – 0,73. Однако, однофакторный анализ показал, что влияние данного фактора не достоверно, поскольку эмпирический критерий был ниже минимального стандартного порога вероятности по критерию [18].

Таблица 2

Видовой состав и средняя численность (экз/м^2) ихтиопланктона в пробах, собранных сетью Богорова-Расса

Видовой состав	I полигон		II полигон		м. Сарыч – море		К. склон	
	икра	лич.	икра	лич.	икра	лич.	икра	лич.
Sprattus sprattus	2,2			0,3	0,8			
Engraulis encrasicolus	30,6	2,6	109,3	41,7	182,0	14,0	209,3	79,3
Merlangus merlangus								0,7
Syngnathus schmidti	-	0,2		0,3		0,4		
Trachurus mediterraneus	1,4		0,7	0,3	10,0		16,7	4.7
Mullus barbatus ponticus	0,6				3,6			
Pomatoschistus minutus						1,2		0,7
P. pictus								0,7
ср.численность	34,8	2,8	110,0	42,6	196,4	15,6	226,0	86,1
ст. отклонение	28,13	2,35	69,39	72,96	141,66	10,81	146,27	38,07

Известно, что чем меньше размер гидробионтов, тем меньше концентрация отравляющих веществ, оказывающих на них токсический эффект, причём токсикорезистентность снижается с увеличением времени пребывания в токсической среде, исключение в этом ряду представляют только бактерии [19]. Полученная картина горизонтального распределения общей численности микрозоопланктона достаточно хорошо совпадала с распределением радона. Для обеих акваторий и над шельфом, и над материковым склоном наблюдалось снижение численности микрозоопланктона поверхностного слоя воды над зонами дна с более высокими концентрациями радона. Влияние желетелого макропланктона как хищника на численность личинок рыб было незначительным, коэффициент корреляции не превышал – 0,1, а корреляция с икрой рыб вообще была положительной.

По-видимому, наибольшее влияние на численность личинок рыб оказывала концентрация кормового микрозоопланктона в районе исследования. Большая часть личинок находилась на смешанном и внешнем типе питания, что косвенно свидетельствует о благоприятных пищевых условиях для личинок в указанный период исследований. В кишечниках личинок хамсы были отмечены фитопланктонные организмы, яйца гидробионтов и сильно переваренные хитиновые оболочки ракообразных. Идентификацию ракообразных в кишечниках личинок было сложно выполнить из-за особенностей строения кишечника личинок хамсы, который имеет форму длинной, узкой трубки с большой всасывающей и переваривающей поверхностью. Мелкие пищевые организмы (науплиальные стадии копепод) в кишечниках хамсы перевариваются до аморфной массы, и только крупные пищевые объ-

екты сохраняют свою структуру и хитин [20]. Важным показателем выживания личинок является наличие в пробах особей старших возрастных групп, перешедших на активное питание. Наиболее благоприятные пищевые условия были у личинок, собранных в районе континентального склона, где концентрация микрозоопланктона была вдвое больше, чем в шельфовых водах. На это указывает высокая доля личинок (до 80%) находящихся на смешанном и внешнем типах питания. Наименее благоприятные условия для выживания личинок сложились в районе первого полигона, где личинки были представлены единичными экземплярами, большинство из которых (66%) было на желточном питании. Гидрологическая обстановка в районе исследований могла также способствовать снижению нерестовой активности хамсы на I-м полигоне. Следует отметить, что на первом полигоне пробы собирали с 9 по 11 июля 2013 г., когда температура поверхности моря была неравномерной и менялась в зависимости от различных атмосферных факторов от 22 – 24°С до 26 – 29°С. В этот период максимальные скорости в стрежне основного черноморского течения увеличились до 0,18 – 0,25 м/с. В районе Керченского предпроливья прослеживалось смещение трёх крупных прибрежных антициклонических вихрей, образовавшихсяв секторе от Туапсе до Новороссийска на северо-запад от Керченского пролива к мысу Чауда, далее отход их от побережья и трансформирование в вихри открытого моря (рис. 2). Планктонные исследования на II полигоне проводили 13 июля, а на Континентальном склоне и на траверзе мыса Сарыч – с 13 по 16 июля. Распределение температур поверхности моря в районе исследований было довольно равномерным, и гидрологический режим был благоприятным для нереста хамсы. Даже в конце декады, несмотря на преобладание облачной погоды, значения температуры поверхности моря днём составляли 26 –29°С (рис. 2).

Заключение. Исследованные акватории Чёрного моря над шельфом и континентальным склоном различались как численностью ихтио-, микрозоо- и желетелого макропланктона, так и их видовым составом. Наиболее благоприятные условия для эмбрионального и постэмбрионального развития рыб наблюдались в водах над континентальным склоном и траверзе мыса Сарыч. Максимальная численность икры и личинок рыб была отмечена над континентальным склоном (226 и 86 экз./м^2 соответственно), что превышает многолетние данные для открытых районов Чёрного моря в 1970-х годах. Здесь же наблюдались наиболее благоприятные условия для выживания личинок, на что указывает высокая доля личинок (до 80%), находящихся на смешанном и внешнем типах питания. Концентрация микрозоопланктона в поверхностном горизонте моря над континентальным склоном была в 2 раза выше, чем над шельфом. Полученные данные свидетельствуют о тенденции увеличения общего обилия микрозоопланктона и доли его рачковой фракции, что говорит об улучшении экологического состояния черноморских вод. Максимальная численность и биомасса желетелого макропланктона отмечена на траверзе мыса Сарыч. Доказано существование различий в видовой структуре и количественном развитии желетелого макропланктона между I и II полигонами исследованной акватории. Внутрисезонная изменчивость состава и обилия желетелого макропланктона в исследуемом регионе сходна с таковым для прибрежных вод акватории Севастополя в 2011 – 2013 гг. Наименее благоприятные условия для обитания ихтио- и микрозоопланктона наблюдались на I полигоне, выполненном на шельфе в геодинамически активной зоне Керченского предпроливного пространства с радоносодержащими органоминеральными илами (пелоидами) в зоне активности грязевых вулканов и газовых факелов. Размерная структура гребневика мнемиопсиса здесь описывалась двухвершинной кривой, характерной для июльской размножающейся популяции, состоящей из мелких и крупных половозрелых особей, в то время как в глубоководных районах исследований крупные особи отсутствовали. Отмечено снижение биомассы желетелого макропланктона, численности микрозоопланктона и ихтиопланктона на станциях с повышенным содержанием

радона в придонном горизонте, однако, влияние радона было не достоверно, поскольку эмпирический критерий был ниже минимального стандартного порога вероятности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дехник Т.В.* Ихтиопланктон Чёрного моря. – Киев: Наук. Думка. – 1973. – 234 с.
2. *Пятиязычный* словарь названий животных. Рыбы. Латинский-русский-английский-немецкий-французский / Ю.С. Решетников, А.Н. Котляр, Т.С. Расс [и др.]. – М.: Рус. яз, 1989. – 733 с.
3. *Дука Л.А., Синюкова В.И.* Руководство по изучению питания личинок и мальков морских рыб в естественных и экспериментальных условиях. – Киев: Наук. Думка. – 1996. – 134 с.
4. *Игнатьев С.М., Щербатенко Л.С.* Состояние желетелого макропланктона у берегов Крыма // Рибне господарство України. – 2010. – С. 15–19.
5. *Mnemiopsis* leidyi: скорость питания гребневиков в море и пищевой пресс на кормовой зоопланктон / Г.А. Финенко, Г.И. Аболмасова, Н.А. Дацык [и др.] // Морск. экологич. журнал, 2010. – С. 73–83.
6. *Распределение* морского микрозоопланктона / В.Е. Заика, В.К. Морякова, Н.А. Островская [и др.]. – Киев: Наук. Думка. – 1976. – 92 с.
7. *Ковалев А.В.* Орудия и метод суммарного учёта морского микро- и мезозоопланктона // Экология моря. – 1980. – Вып. 3. – С. 61–64.
8. *Сажина Л.И.* Плодовитость черноморских копепод в 1992 г. // Океанология. – 1995. – 35 (4). – С. 562 – 568.
9. *Определитель* фауны Чёрного и Азовского морей: в 3 т. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – Киев: Наук. Думка, 1969. – Т. 2. – 536 с.
10. *Мельников В.В., Куртис А., Игнатьев С.М.* Программа и математическое обеспечение макропланктонных данных в экспедиционных условиях // Рибне господарство України. – 2012. – С. 50–57.
11. *Геологические*, геоэкологические, гидроакустические, гидроэкологические исследования шельфа и континентального склона украинского сектора Чёрного моря / под ред. А.Ю. Митропольского. – К.: ИГН НАН Украины. – 2013. –150 с.
12. *Состояние* желетелого макрозоопланктона в шельфовой зоне крымского побережья Чёрного моря в 2009-2010 гг. / Г.И. Аболмасова, Г.А. Финенко, З.А. Романова [и др.] // Морск. экол. журн. – 2012. – Т. 11. – № 3. – С. 17–24.
13. *Макрозоопланктон*. В кн.: Планктон Чёрного моря / А.В. Ковалев, В.В. Мельников [и др.]. – Киев: Наук. Думка. – 1995. – С. 183–193.
14. *Серегин С.А.* Метазойный микрозоопланктон // Геологические, геоэкологические, гидроакустические, гидроэкологические исследования шельфа и континентального склона украинского сектора Чёрного моря. – К.: ИГН НАН Украины. – 2013. – С. 107–111.
15. *Дехник Т.В.* Динамика численности, выживания и элиминации икринок и личинок массовых рыб // Основы биологической продуктивности Чёрного моря. – Киев: Наук. Думка. – 1976. – С. 272–279.
16. *Климова Т.Н.* Долговременные изменения летнего ихтиопланктона в районе бухты Круглая (Севастополь, Чёрное море) // Морск. экол. журн. – 2006. – № 2. – С. 33–45.
17. *Ихтиопланктон* в планктонном сообществе шельфовой зоны Крымского полуострова (Черное море) в июле 2010 г. / Т.Н. Климова, И.В. Вдодович, Ю.А. Загородняя [и др.] // Вопросы ихтиологии, 2014. – Т. 54. – № 4. – С. 426–438.
18. *Плохинский Н.А*. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 255 с.
19. *Патин С.А.* Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищ. пром., 1979. – 304 с.
20. *Дука Н.А.* Питание личинок черноморской хамсы // Тр. Севаст. биол. ст. – М.; Л.: АН СССР. – 1961. – Т. 14. – С. 244–258.