

# ИХТИОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ МОРЯ У СЕВАСТОПОЛЯ В ПЕРИОД С 2003 ПО 2007 ГГ.

**T.N. Климова, И.В. Вдоович**

Институт биологии южных морей  
им. А.О. Ковалевского  
НАН Украины  
г. Севастополь, пр. Нахимова, 2  
*E-mail:* klimova1@pochta.ru

*В статье приводятся результаты пятилетних ихтиопланкtonных исследований, проведенных в прибрежной акватории моря у Севастополя. Увеличение средней численности и количества видов икры и личинок рыб, возрастание выравненности как компонента видового разнообразия и благоприятная ситуация в питании личинок рыб позволяют отметить продолжение тенденции к восстановлению ихтиопланкtonных комплексов, деградировавших к началу 90-х годов XX века.*

В видовом составе и численности ихтиопланктона в 50–70-х годах XX столетия наблюдалась относительная стабильность, характерная для так называемого «климаксного сообщества» [1]. Колебание видового состава было связано в основном с отдаленностью района от берега, сезоном исследований и прогревом верхнего 25-ти метрового слоя воды в море [2–4]. По данным А.Д. Гординой [3] в летний период конца 60-х – начала 70-х гг. в прибрежной акватории моря у Севастополя были встречены икра и личинки 40 видов рыб. Средняя численность икры всех видов рыб, размножающихся в летний сезон, колебалась от 216 экз./ $m^2$  в прибрежных участках моря до 189 экз./ $m^2$  – в открытом море, численность личинок – соответственно от 41 до 30 экз./ $m^2$  [3, 4]. Колебания численности ихтиопланкtonных организмов и, как следствие, урожайности поколений рыб связывали с гидрометеорологическим, гидрохимическим и гидробиологическим режимами водоема в нерестовый период [5–7]. Пищевой фактор не лимитировал выживание личинок рыб [6, 8, 9].

В последние десятилетия XX века в связи с ростом населения, интенсификацией химической, пищевой и сельскохозяйственной промышленности резко возросло антропогенное загрязнение шельфовой зоны Черного моря, что вызвало деградацию экосистем шельфа на всех трофических уров-

нях. Произошло нарушение структуры бентосных биоценозов и планктонных сообществ, в состав которых входит и ихтиопланктон, значительные изменения произошли в составе ихтиофауны, резко сократились уловы промысловых видов рыб [10–20].

Если восстановление промысловых скоплений основного объекта черноморского промысла – хамсы, произошло уже к середине 90-х годов, то тенденцию к восстановлению ихтиопланктонных комплексов в прибрежной акватории моря мы начали отмечать только с 1998–1999 гг. [17, 19–23].

В данной статье рассмотрено состояние ихтиопланктонных комплексов в районе Севастополя и трофические взаимоотношения личинок рыб со смешанным и внешним типами питания в период с 2003 по 2007 гг.

**Материал и методика.** В период с 2003 по 2007 гг. проводились мониторинговые ихтиопланктонные исследования в различных по степени антропогенной нагрузки участках прибрежной акватории моря у Севастополя. Район исследований включал: Севастопольскую бухту и прибрежную акваторию моря, прилегающую к ней.

Ихтиопланктон собирали с борта мотовоза с периодичностью 2–3 раза в месяц. На каждой станции сетью Богорова-Расса облавливали слой от дна до поверхности на мелководных станциях (глубина до 25 м) и слой 0–25 м на глубоководных станциях (глубина выше 25 м), кроме того, на каждой станции облавливался поверхностный горизонт моря на циркуляции со скоростью судна 1 узел. Видовой состав личинок определялся по Т.В. Дехник [2].

Изучение питания проводилось по методике Л. А. Дуки и В. И. Синюковой [24]. Масса организмов в пищевом комке рассчитана по данным средних масс зоопланктонных организмов Черного моря [25]. Соотношение количества и массы пищевых организмов выражены в процентах, индексы потребления в процентах.

Всего было проанализировано 568 ихтиопланктонных проб и изучено питание 263 экз. личинок рыб.

**Результаты и обсуждение.** Многолетние исследования в прибрежных водах Черного моря (акватория Севастополя) позволили проанализировать колебания видового разнообразия и численности ихтиопланктона в двух районах, отличающихся степенью антропогенной нагрузки и уров-

нем водообмена: в открытых водах прибрежья у Севастополя и полузамкнутой акватории Севастопольской бухты.

В период с 2003 по 2007 гг. продолжалась тенденция к восстановлению ихтиопланктонных комплексов в прибрежной акватории Севастополя, деградация которых наблюдалась с конца 80-х до конца 90-х годов XX века. Так, количество видов икры и личинок рыб в летний период исследований возросло в открытых водах до 47, а в Севастопольской бухте – до 43, что соответственно в 2,7 и 3,5 раза превышало данные начала 90-х годов XX века и в 1,2 и 1,8 раза – 1998–2002 гг. [21–23, 27]. В отдельные годы максимальная численность пелагической икры в открытых водах и у выхода из Севастопольской бухты превышала 1000 экз. на один десятиминутный поверхностный лов, что было сопоставимо с данными 50–60-х годов XX века [2, 3, 26]. Средняя численность икры в горизонтальных поверхностных ловах колебалась в открытых водах от 931 до 153 экз. на 10-ти минутный поверхностный лов, а в Севастопольской бухте – от 51 до 673. В вертикальных ловах за весь период исследований средняя численность икры была низкой и не превышала 50 экз./м<sup>2</sup> в открытых водах и 30 экз./м<sup>2</sup> – в Севастопольской бухте. Только в мае–июле 2007 г. она возросла в открытых водах до 83 экз./м<sup>2</sup>. Несмотря на то, что в период наших исследований доля мертвой икры составляла в открытых участках моря всего 51,3 % (в 1998–2003 гг. она превышала 70 %), средняя численность личинок была на уровне 90-х годов XX века и только в последние два года исследований превысила 40 экз. на десятиминутный поверхностный лов. В Севастопольской бухте увеличение численности личинок из демерсальной икры наблюдалось уже с 2005 г. Если их средняя численность в 2005 и 2006 гг. составляла около 40 экз., то только в начале летнего сезона 2007 г. она возросла до 141 экз. на 10-ти минутный поверхностный лов. В Севастопольской бухте в последние годы исследований стали регулярно встречаться морской конек – *Hippocampus ramulosus* Leach, каменный окунь – *Serranus scriba* (Linnaeus), периодически заходили на нерест луфарь *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus), камбала калкан – *Psetta maxima* (Linnaeus) и пеламида – *Sarda sarda* (Bloch). Следует отметить, появление икры и личинок новых видов рыб, ранее не зарегистрированных в

изучаемом районе (пиленгас – *Liza haematochila* (Jenmirk & Shlegel), бубарь пятнистый – *Pomatoschistus pictus* (Malm), морская мышка лира – *Callionymus lyra* (Linne)).

Независимо от гидрологического режима и степени антропогенного воздействия в прибрежной акватории моря у Севастополя в период наших исследований преобладала пелагическая икра тех же видов, что и в 50–60-е годы XX века: ставриды, морского карася, султанки и хамсы [3]. Среди личинок преобладали виды из демерсальной икры из семейств *Bleenniidae*, *Gobiidae* и *Labridae*, икра которых менее чувствительна к загрязняющим веществам.

Сокращение числа видов и резкое снижение численности ихтиопланктона в районе наших исследований в конце XX века свидетельствовали о нарушении стабильности ихтиопланктонных комплексов в прибрежной акватории моря у Севастополя. Наиболее наглядно нарушения в стабильности любой экосистемы проявляются в изменении видового разнообразия населяющих ее сообществ. Видовое разнообразие слагается из двух компонентов: видового богатства, которое характеризуется общим числом имеющихся видов и выравненности, основанной на показателе значимости вида и положении его в структуре доминирования [1].

На рисунках 1 и 2 представлены кривые доминирования-разнообразия икры в прибрежной акватории моря у Севастополя. На оси абсцисс представлена ранжированная последовательность видов в порядке доминирования, а на оси ординат – в логарифмическом масштабе максимальная численность каждого вида в 10-минутном поверхностном лове.

Как в открытых водах, так и в Севастопольской бухте кривые доминирования-разнообразия икры в 50–60-х годах XX века имеют логнормальное распределение и высокий уровень выравненности, что свидетельствует о стабильности ихтиопланктонного комплекса в эти годы, характерной для «климатических сообществ» [1]. Аналогичное распределение мы наблюдали в открытых водах и в 1986 г.

Крутой наклон кривой доминирования в 1994 г. отражает стрессовое состояние ихтиопланктона, а увеличение модальной высоты с 2004 г. свидетельствует об улучшении состояния ихтиопланктона по сравнению с 1994 г. Кривые доминирования

разнообразия начиная с 2004 г. имеют аналогичную форму с кривой 1986 г., и демонстрируют логнормальное распределение (рис. 1).

Однако колебания модальной высоты в

период наших исследований позволяют предположить, что ихтиопланктонный комплекс в открытых водах все еще находится в переходном к стабильному состоянию [1] (рис. 1).



Рисунок 1 – Кривые доминирования-разнообразия в открытых водах прибрежной акватории моря у Севастополя

В отличие от открытых вод, в Севастопольской бухте мы не наблюдаем в период наших исследований логнормального распределения, характерного для стабильно развивающихся сообществ (рис. 2). В полузамкнутой акватории Севастопольской бухты как видовой состав, так и численность ихтиопланктона в значительной мере зависят от динамики вод [27]. В отдельные годы при обильных осадках в осенне-зимний период годовая величина стока реки Черной резко возрастает, что приводит к увеличению концентрации биогенных элементов и снижению солености воды. Обогащение слоя фотосинтеза биогенными элементами приводит к «массовому цветению» фитопланктона, последующему его отмиранию и формированию зон гипоксии. Снижение солености воды в бухте препятствует заходу сюда на нерест и на-

гул пелагофильных рыб средиземноморского происхождения, а последующее ухудшение кислородного режима вызывает гибель планкtonных организмов, в том числе и ихтиопланктона. Особенно неблагоприятные условия для эмбрионального и постэмбрионального развития рыб наблюдаются в вершинной мелководной части Севастопольской бухты, где в основном размножаются только постоянные обитатели бухты из семейств *Gobiidae* и *Bleniidae* [27]. Тенденция к увеличению количества видов и численности икры и личинок рыб у выхода из Севастопольской бухты по сравнению с загрязненными вершинной частью бухты и бухтой Южной, позволяют предположить о возникновении в данном районе переходной зоны (экотона) или, так называемого, «краевого эффекта» [1].



Рисунок 2 – Кривые доминирования-разнообразия в открытых водах прибрежной акватории Севастополя

**Питание личинок рыб.** Питание личинок рыб мы рассматриваем на примере морских бычков, чьи личинки были одними из самых многочисленных в ихтиопланктонных пробах. Личинки бычков типичные эврифаги, их пищевой спектр включает в себя в основном зоопланктона и в меньшей степени фитопланктональные кормовые организмы [2, 9].

В 2003 г. питание было исследовано у 19 экземпляров личинок. В пищевом комке личинок со смешанным и внешним типами питания из обоих районов преобладали науплиальные и копеподитные стадии копепод (рис. 3). Доля яиц копепод у личинок со смешанным типом питания в открытом море была довольно высокой – 56 %, тогда как в бухте - 17 %. Вероятно, это и обусловило более низкие индексы потребления в море по сравнению с бухтой (рис. 4). Половина личинок со смешанным типом питания не имела пищи в кишечниках, тогда как личинки с внешним типом питания все были с пищей.

В 2004 г. было обработано 69 экз. личинок. Как в открытых водах, так и в Севастопольской бухте доля науплиальных и копеподитных стадий копепод была преобладающей для личинок с обоими типами питания.

В 2005 г. было обработано 125 экземпляров личинок. Доля копепод оставалась высокой. У личинок с внешним типом питания доля личинок с пустыми кишечниками снизилась до 15–30 %, у личинок со смешанным типом питания – до 10 % в бухте, а в открытых водах они все были с пищей.

Средняя масса личинок со смешанным типом питания увеличилась в обоих районах по сравнению с 2004 годом. Показатели средней длины находились на уровне прошлого года. Таксиметрические параметры личинок с внешним питанием были ниже, чем в 2003–2004 годах. Возможно, это объясняет более низкие индексы потребления пищи по сравнению с предыдущими годами (рис. 4). На снижение данных параметров могло негативно повлиять также присутствие конкурента в питании – мнемиопсиса [30, 31].

В 2006 г. на питание было обработано 50 экз. личинок. Доля копепод была преобладающей. Все личинки были с пищей. По сравнению с предыдущими годами в пищевом комке возросла доля кладоцер и фитопланктона (рис.3). Значительно увеличились показатели средней длины и массы личинок – как в бухте, так и на взморье.

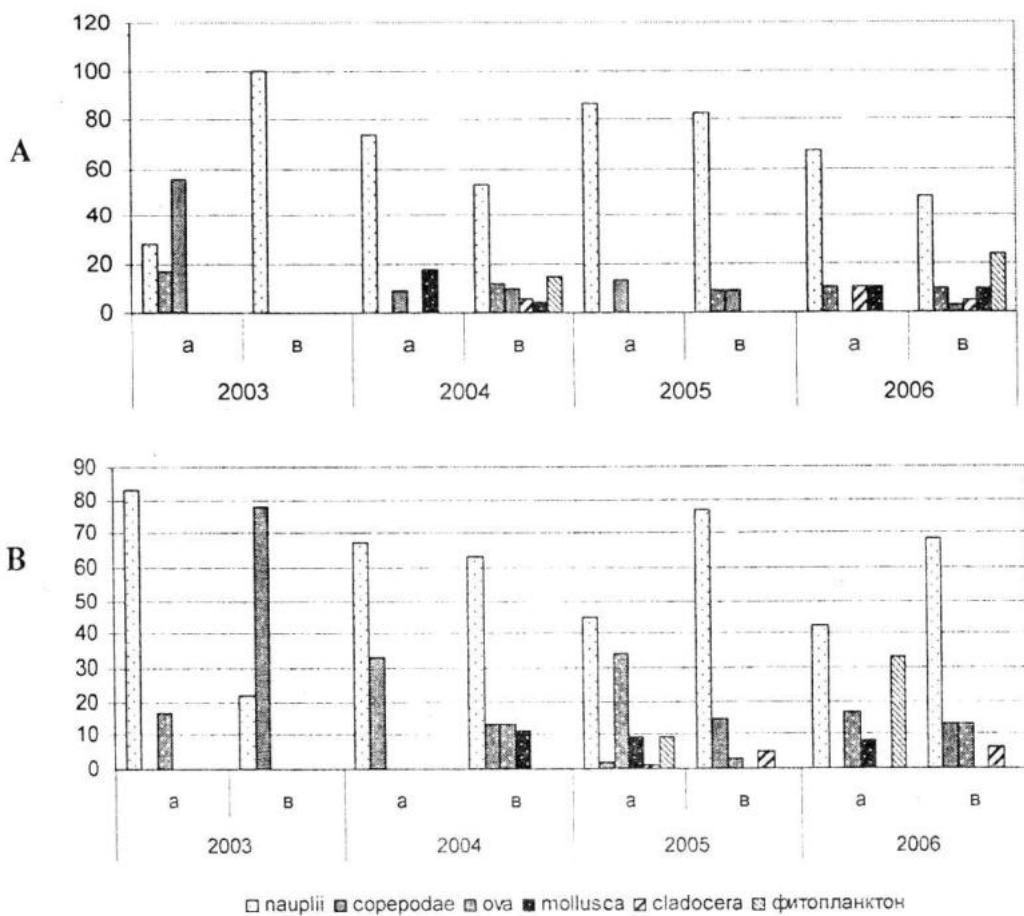


Рисунок 3 – Соотношение пищевых организмов в пищевом комке личинок рыб сем. Gobiidae в открытых водах (А ) и Севастопольской бухте (В) в % от общего количества:  
 а- личинки со смешанным типом питания;  
 в- личинки с внешним типом питания

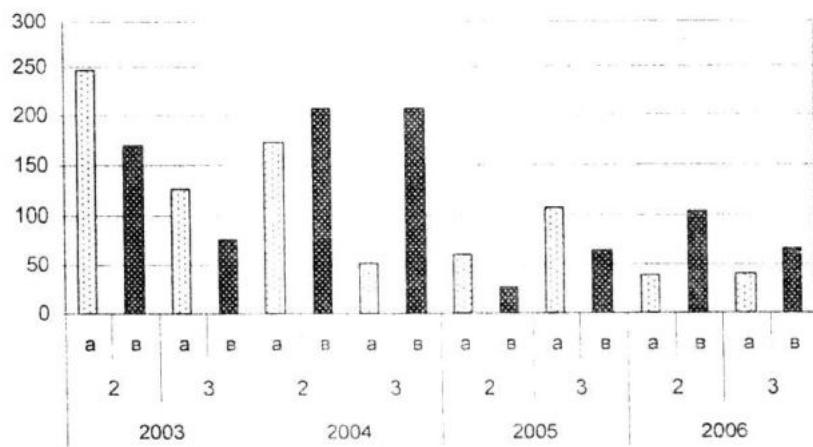


Рисунок 4 – Индексы потребления личинок рыб сем. Gobiidae в ( %oo )  
 в Севастопольской бухте (а) и открытых водах (б);  
 2- личинки со смешанным типом питания;  
 3- личинки с внешним типом питания.

Для 2006 г. характерно наличие в кишечниках личинок большого количества мелких форм зоопланктона, что, по нашему мнению, свидетельствует о благополучной ситуации с кормовой базой.

Таким образом, в период 2003–2006 гг. мы отмечали положительные тенденции в питании личинок рыб. Доля копепод в пищевом комке составляла 70–75 %, что соответствовало показателям, как 60-х, так и 90-х годов XX века [27, 30]. Качественный состав пищи личинок соответствовал показателям 90-х годов (в 60-е годы он был вдвое шире в основном за счет фитопланктона). Доля велигеров моллюсков колебалась от 5 до 14 %, что было сопоставимо с 60-ми годами XX века, в то время как в 90-е годы их доля достигала 90 %. Уменьшение количества компонентов пищи указывает на улучшение условий откорма и широкую пластичность и приспособленность личинок к питанию вынужденными или заменяющими кормами [31]. Личинки с пустыми кишечниками к 2006 г. как и в 60-х годах XX века, как правило, не встречались.

**Заключение.** В период 2003–2007 гг. в прибрежной акватории моря у Севастополя продолжалась тенденция к восстановлению ихтиопланктонных комплексов, деградация которых произошла в начале 90-х годов XX века. Возросла средняя численность икры и личинок рыб, увеличилось количество видов икры и личинок рыб до уровня 50-70-х годов XX века, снизилась доля мертвей икры; появились икра и личинки новых видов рыб, ранее не зарегистрированных в изучаемом районе, возросла выравненность, как компонент видового разнообразия.

Период исследований был благоприятным и для выживания личинок рыб из сем. *Gobiidae*: увеличилась в два раза по сравнению с 90-ми годами средняя длина и масса личинок, находящихся на смешанном типе питания, возросла доля личинок, перешедших на питание взрослыми копеподами и кладоцерами, а также снизился до показателей 60-х годов XX века процент личинок с пустыми кишечниками.

Однако значительные колебания численности и видового разнообразия ихтиопланктона позволяют предположить, что ихтиопланктонные комплексы прибрежной акватории моря у Севастополя, которая относится к зонам «экологического риска» находятся в постоянном «переходном состоянии» и экологические условия не бла-

гоприятны для их стабильного развития. В открытых водах прибрежной акватории Севастополя в период с 2003 по 2007 гг. несмотря на логнормальное распределение, наблюдались резкие колебания модальной высоты кривых доминирования-разнообразия, а крутой наклон кривых доминирования в Севастопольской бухте свидетельствовал о стрессовом состоянии ихтиопланктонного комплекса. Увеличение численности ихтиопланктона и количества видов ее обеспечивающих у выхода из Севастопольской бухты, по сравнению с загрязненными (вершинная часть бухты и бухта Южная, позволяют предположить о возникновении в данном участке бухты переходной зоны (экотона), или, так называемого «краевого эффекта».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. Одум. Экология. – М.: Мир, 1986. – Т.2. – 373 с.
2. Т.В. Дехник. Ихтиопланктон Черного моря.– К.: Наук. думка., 1973. – 235 с.
3. А.Д. Гордина. Значение зарослевых биоценозов в воспроизводстве запасов рыб Черного моря. – Автограф. дисс. ... канд. биол. наук. Севастополь. 1974. – 23 с.
4. Т.В. Дехник, Р.М. Павловская. Закономерности распределения, динамики численности и выживания рыб на ранних этапах онтогенеза.– Основы биологической продуктивности Черного моря. – К.: Наук. думка., 1979. – С. 268–279.
5. Л.П. Костюченко. К изучению влияния упругих волн при морской сейсморазведке на икру рыб Черного моря. // Гидробиол. журн., 1973. – Т. 9, № 5. – С. 72–75.
6. Т.В. Дехник, В.И. Синюкова. Исследование обеспеченности пищей личинок морских рыб, как причины, определяющей их выживание. // Вопр. ихтиологии. 1976. – Т. 16.. вып. 2. – С. 335–344.
7. Л.П. Костюченко, Р.М. Павловская. Характеристика причин колебания численности поколений промысловых рыб. // Сб. Основы биологической продуктивности Черного моря. Киев: Наук. думка. 1979. – С. 279–285.
8. В.И. Синюкова. Об обеспеченности пищей личинок рыб в Черном море // Биология моря. Вып. 17. Киев: Наук. думка. 1969. – С. 197–208.

9. В.И. Синюкова. Питание и пищевые взаимоотношения личинок рыб Черного моря: – Автореф. дис. ... канд. Biol. наук. Севастополь, 1975. – № 4. – 25 с.
10. Ф.С. Замбриборщ. О современных тенденциях изменений черноморских ихтиоценозов // Вопр. ихтиологии. 1985. – Т.25, вып.4. – С. 699–690.
11. Ю.П. Зайцев. Экологическое состояние шельфовой зоны Черного моря у побережья Украины (обзор) // Гидробиол. журн., 1992. – Т. 28, № 4. С. 3–18.
12. А.К. Чащин. Современное состояние промысловой популяции черноморской хамсы./ 2-я Межгос. конф. "Проблемы рационального использования биологических ресурсов окраинных и внутренних морей СНГ. Тез. докл. Ростов-на-Дону. 1992. – С. 138–139.
13. А.В. Ковалев, Н.А. Островская, В.А. и др. Состояние зоопланктона, как кормовой базы рыб в Черном море // Современное состояние ихтиофауны Черного моря. Сб. научн. трудов АН Украины. Севастополь. 1996. – С. 131–152.
14. Т.Н. Климова. Динамика видового состава и численности ихтиопланктона Черного моря в районе Крыма в летний период 1988-1992 гг. // Вопр. ихтиологии. 1998. – Т. 38, № 5. – С. 669–675.
15. Т.Н. Климова. Влияние дампинга на структуру ихтиопланктонных сообществ в шельфовой зоне Черного моря // Вопр. ихтиологии, 2001. – Т. 41, № 6. – С. 804–815.
16. Т.Н. Климова. Ихтиопланктон северо-западной части Черного моря // Гидробиол. журн. 2004. – Т. 40, № 1. – С. 31–42.
17. A. Gordina, U. Niermann et al. State of summer ichthyoplankton in the Black Sea / Ivanov L.I., Oguz T. (eds). Ecosystem Modeling as a Management Tool for the Black Sea. 1998. – Vol. 1. – P. 367–377.
18. Т.С. Расс. Регион Черного моря и его продуктивность // Вопр. ихтиологии. 2001. – Т. 41, № 6. – С. 742–749.
19. K. Prodanov, S. Moncheva, et al. Recent ecosystem trends along the Bulgarian Black Sea coast // Трудове на Института по океанология. Т. 3. Варна: Морска биология. 2001. – С. 110–127.
20. A. Gucu. Can Overfishing be Responsible for the Successful Establishment of *Mnemisiopsis leidyi* in the Black Sea // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2002. – Vol. 54. – P. 439–41.
21. А.Д. Гордина, Л.П. Салехова, Т.Н. Климова. Видовой состав рыб как показатель современного состояния прибрежной экосистемы юго-западного шельфа Крыма // Мор. екол. журн. 2004. – Т. III, № 2. – С.15–24.
22. Т.Н. Климова. Ихтиопланктон Черного моря как индикатор экологического состояния шельфовых вод Украины // Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 2005. – 25 с.
23. Т.Н. Климова. Долговременные изменения летнего ихтиопланктона в районе бухты Круглая (Севастополь, Черное море) // Мор. екол. журн., 2006. – Т. V. № 2. – С.33–45.
24. Л.А. Дука, В.И.Синюкова. Питание и пищевые взаимоотношения личинок массовых рыб Черного моря // Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. – К.: Наук. думка, 1970. – С. 111–162.
25. Т.С. Петипа. О среднем весе основных форм зоопланктона Черного моря. // Тр. Севаст. биол. ст., 1957. – 9. – С.39–57.
26. Л.А. Дука. О нересте рыб в Севастопольской бухте // Тр. Севастопол. биол. ст. 1959. – ст. II. – С. 189–200.
27. А.Д. Гордина, Е.В. Павлова и др. Состояние ихтиопланктонных сообществ в Севастопольской бухте (Крым) в мае - сентябре 1998 - 1999 гг. // Вопр. ихтиологии. 2003. – Вып. 43, № 2. – С. 73–95.
28. Л.П. Салехова, А.Д. Гордина. Т.Н. Климова. Ихтиофауна прибрежных вод юго-западного Крыма в 2003-2004 гг.// Вопр. ихтиологии. 2007. – Т.47. № 2. – С.173–187.
29. А. В. Ткач. Питание личинок рыб в Севастопольской бухте // Ихтиофауна черноморских бухт в условиях антропогенного воздействия. – К: Наук. думка, 1993. – С. 113–128.
30. И.В. Вдодович, А.Д. Гордина, и др. Особенности питания личинок рыб сем. Blenniidae и Gobiidae в связи с изменениями в прибрежном планктонном сообществе Черного моря // Вопр. ихтиологии. 2007. – Т.47, №4. – С. 542–554.
31. И. В. Вдодович. О питании личинок летнерестующих видов рыб в прибрежных водах у Севастополя в 2004 году. // IV Всеукр. конф. молодых ученых по проблемам Черного и Азовского морей. Тез. докл. Севастополь, 2005. – С. 24–25.