

В. К. МАЧКЕВСКИЙ, А. В. ГАЕВСКАЯ

ОТКЛИК НЕКОТОРЫХ ПАРАЗИТАРНЫХ СИСТЕМ ПРИБРЕЖНОЙ
ЗОНЫ ЧЕРНОГО МОРЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Изучено воздействие бытовых канализационных и промышленных стоков на некоторые паразитарные системы и их компоненты. Выявлены депрессирующий и стимулирующий эффекты органических поллютантов. Промышленное загрязнение прибрежных вод угнетает развитие и распространение паразитарных систем.

Паразитарная система (ПС) формируется одним видом паразита и всеми свободноживущими животными, вовлеченными в его жизненный цикл. ПС могут быть дву- или многокомпонентными, простыми и сложными в зависимости от типа жизненного цикла паразита [1]. Взаимоотношения между паразитом и его хозяевами в ПС находятся в динамическом равновесии и зависят от изменения качества естественной среды. В районах морского побережья с интенсивной хозяйственной деятельностью ПС, как и многие другие компоненты прибрежных сообществ, подвергаются воздействию поллютантов различного состава и происхождения. Отклик ПС на загрязнение будет зависеть от типа ПС и ее структуры, качественного состава поллютантов и их концентрации.

Материал и методика. Влияние бытовой канализации на ПС исследовали в Карантинной бухте вблизи аварийного шлюза, промышленных загрязнителей - в закрытой части Ахтиарской бухты (г. Севастополь). Отбор проб в первой из бухт выполнен вдоль градиента разбавления бытовых стоков на станциях (рис. 1): № 1 - в 2 м от источника загрязнения, № 2 - 8-10 м, № 3 - там же, на 0,6 м выше уреза воды, № 4 - 25 м, № 5 - 60 м, № 6 - 120 м и № 7 - 170 м, расположенных внутри маленькой бухты; № 8 - 270 м, отделенной от канализационного шлюза небольшим молот; № 9 - в 850 м за проливом глубиной 20 м. В качестве индикаторов загрязнения использованы макрофиты *Cystozeira barbata* и *Ulva rigida*.

Ахтиарская бухта отделена от внешнего рейда молотом, сократившем ее устье (рис. 1) и затрудняющим ее водообмен с открытым морем. Выбраны паразитарные системы трематод *Parvatrema duboisi* и *Helicometra fasciata*, инфузории *Terebrospira sp.* Сведения о паразитах и свободноживущих гидробионтах, формирующих ту или иную ПС, получены традиционными методами. Объемы выборки каждого из видов гидробионтов, предназначенных для паразитологических вскрытий, были не менее 25 экз.

Результаты и обсуждение. Карантиная бухта. По мере удаления от шлюза происходит существенное разбавление канализационного выброса, что сказывается на распределении макрофитов. На станциях 1, 2 и 3 доминирует ульва. Заметные поселения цистозир появляются на ст. 5, а на ст. 9 она становится доминирующей, что говорит о снижении суммарного влияния поллютантов по мере их разбавления на рассматриваемый биоценоз.

Паразитологические исследования показали, что поллютанты оказывают неоднозначное воздействие на ПС. Трематода *P. duboisi* образует сложную многокомпонентную ПС, в которой мидия *Mytilus galloprovincialis* является дополнительным хозяином. Дефинитивные хозяева - морские птицы обеспечивают примерно одинаковую вероятность распределения инвазионного начала данного вида в исследуемой части бухты. Продолжительность жизни метациеркарий обычно невелика. Поэтому данное звено паразитарной системы "*P. duboisi* - популяция мидий", локализованное неподвижно на субстрате, способно быть "зеркалом" условий среды. Установлено, что в

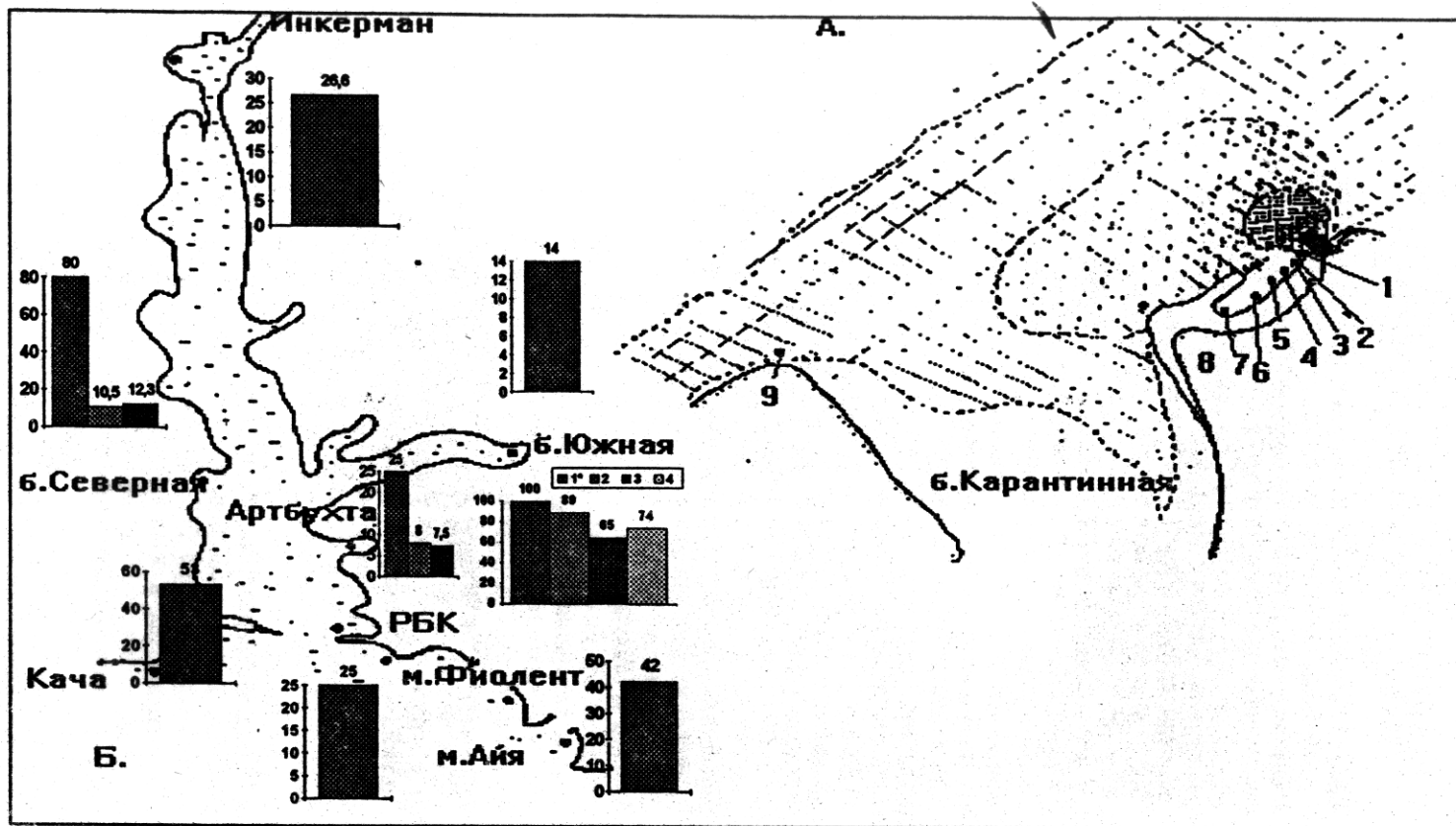


Рис. 1. Схема расположения станций в Карантинной бухте (А) и Центральной гавани (Б) и встречаемость, в %: 1 - *Parvatrema duboisi*; 2 - партиниты *Helicometra fasciata*; 3 - метацеркарии *H. fasciata*; 4 - *Terebrospira* sp.

непосредственной близости от канализационного выпуска (ст. 1) мидии заражены одиночными метацеркариями (рис. 2) при экстенсивности инвазии в 10 %. Начиная со ст. 2, зараженность моллюсков растет и на ст. 4

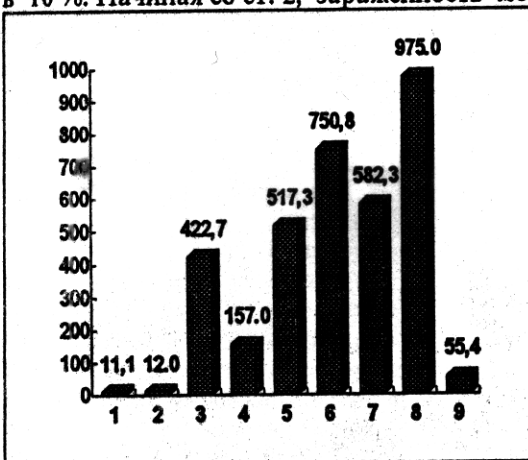


Рис.2. Влияние концентрации бытовых стоков на индекс обилия (в экз.) *Parvatremia duboisi* (станции 1 - 9)

она достигает 82,3%. Далее вдоль градиента разбавления сточных вод она поднимается до 100%, а численность гемипопуляции метацеркарий, выраженная индексом обилия, стремительно увеличивается. Дальнейшее удаление мидийных поселений от источника загрязнения приводит к заметному падению численности метацеркарий и на ст. 9 при сохранении стопроцентной экстенсивности инвазии индекс обилия сокращается до 55 экз. Одновременно были собраны данные по плотности популяции и среднему размеру мидий по станциям (рис.3, 4).

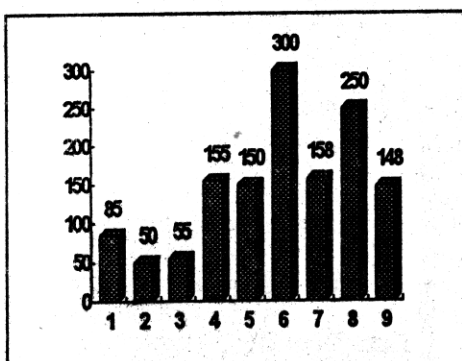


Рис.3. Плотность популяции мидий (экз./кв.м) на станциях 1-9.

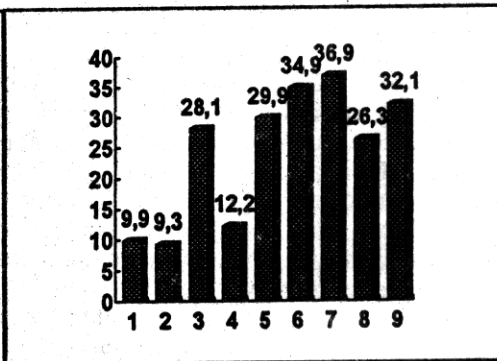


Рис.4. Средние размеры мидий (в мм) на станциях 1-9.

Самые мелкие мидии обитают на ст. 1 и 2, плотность их поселений здесь одна из самых низких. По мере удаления от источника загрязнения размеры мидий и их численность увеличиваются. Линейная изменчивость популяционных параметров наблюдается до ст. 6. Далее структура мидийных поселений изменяется несколько неравномерно, что, видимо, обусловлено ослаблением такого фактора, как загрязнение, и сопряженным воздействием таких экологических факторов, как гидродинамика, пространственное расположение субстрата и др.

Поскольку индивидуальные размеры мидий и их численность по мере удаления от источника загрязнения растут довольно равномерно, а зараженность мидий метацеркариями в пределах зоны активного воздействия подлентантов (ст. 1-8) увеличивается пропорционально градиенту разбавления канализационного стока, можно было бы предположить, что это является определяющим фактором в изменении плотности гемипопуляции метацеркарий. Не отрицая этого, мы проанализировали динамику такого относительного показателя как удельная плотность гемипопуляции метацеркарий (отношение числа паразитов к размеру моллюска) и убедились,

что доминирующим фактором в распределении метацеркарий является загрязнение (рис.5). На ближайших к источнику загрязнения и на самой

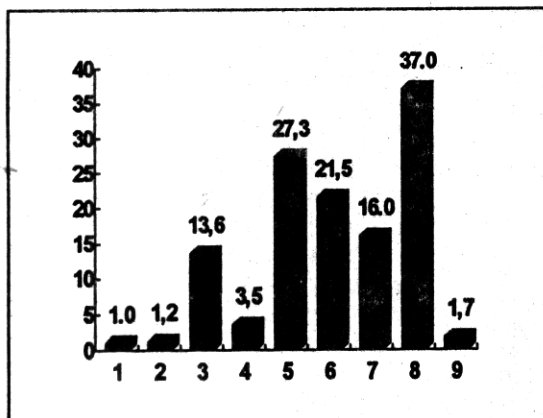


Рис.5. Численность метацеркарий *Parvatremata dubolsi*, приходящаяся на см длины мидии на станциях 1-9.

удаленной станциях значения этого параметра самые низкие, а на промежуточных станциях - самые высокие. Вероятно, это обусловлено тем, что наиболее уязвимыми для негативного воздействия поллютантов оказались расселительные стадии паразита - церкарии, посредством которых происходят заражение мидий и формирование гемипопуляции метацеркарий. В пользу этого свидетельствуют следующие данные. Поселение мидий на ст. 3 было расположено на 0,6 м выше уреза воды в небольшой скальной каверне и имело эпизодический контакт с

морской водой. Пространственная изоляция этого микроводоёма не только не воспрепятствовала формированию локального мидийного поселения и гемипопуляции метацеркарий в нем, но и положительно сказалась на размерных характеристиках хозяина и численности паразитов. Ингибирующий эффект поллютантов здесь оказался намного слабее по сравнению с мидиями со ст. 2 и 4. На ст. 1 мы сопоставили зараженность мидий, добытых из приповерхностного горизонта и с глубины 2,5 м. Оказалось, что первые были заражены в 2,3 раза меньше вторых, хотя ранее [2] было установлено, что в норме плотность гемипопуляций метацеркарий убывает пропорционально глубине обитания мидий.

Был поставлен натурный эксперимент по определению скорости заражения мидий в зависимости от степени удаления от источника загрязнения. Одновозрастные стерильные моллюски были помещены в садках в приповерхностный горизонт на ст. 1, 4 и 6. На первой станции мидии погибли в течение первых двух недель, скорость инвазирования мидий в двух других садках составила соответственно 0,75 и 1,85 метацеркарий на одного моллюска в день. Механизм этого явления может заключаться в том, что более легкий, по сравнению с морской водой, распресненный канализационный выброс сначала распространяется в приповерхностном горизонте, где и оказывает наиболее сильное воздействие на гидробионтов.

Из приведенных данных можно заключить, что канализационный бытовой сток обладает двойственным эффектом: высокие концентрации поллютантов ингибируют развитие ПС, а умеренные стимулируют.

Трематода *H. fasciata*, как и предыдущий вид, является ядром многокомпонентной ПС, в которой первым промежуточным хозяином является гастропода *Gibbula adriatica*, дополнительным - креветки *Palaemon elegans* и *P. adspersus*, дефинитивным - бентосные и демерсальные рыбы. В зоне действия канализационного выброса мы исследовали *G. adriatica*, *P. elegans* и демерсальную рыбу *Symphodus ocellaris*. На ближайших к выбросу станциях *G. adriatica* не обнаружена, на остальных она встречалась относительно равномерно. Мы сравнили экстенсивность их заражения партенитами в двух точках: на ст. 4 она составила 63%, в куту бухты 89%. Креветки встречались также со станции 4 (рис. 6). Аналогично изменялась и плотность

гемипопуляции метацеркарий, лишь на ст. 9 она уменьшилась (рис. 6а, б). Возможно, активно перемещающиеся моллюски и креветки избегают высоких концентраций поллютантов на ст. 1 и 2. Стимулирующим для них моментом

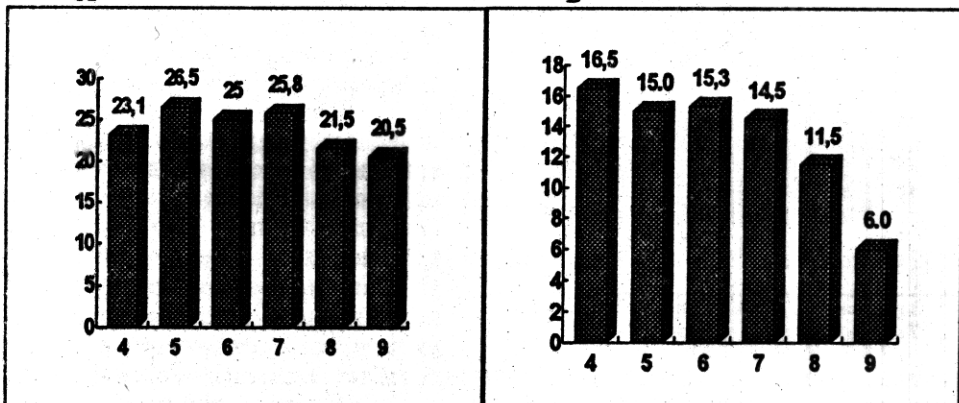


Рис.6. Численность креветок (А) и индекса обилия метацеркарий *Helicometra fasciata* (Б) на станциях.

на ст. 4 - 7, кроме снижения уровня загрязнения, было средоточие здесь ульвы и органического детрита. О толерантности расселительных личинок *H.fasciata* - мирацидиев и церкарий ничего не известно. Поэтому можно предположить, что присутствие и численность этого паразита зависят, в первую очередь, от распределения хозяев.

Распределение мари *H.fasciata* вдоль градиента разбавления канализационного стока имело другой характер (пробы рыб добывались не на всех станциях) (рис.7). Мобильные рыбы в пределах ст. 1-7 имеют примерно одинаковую вероятность получить метацеркарий от креветок, зараженных

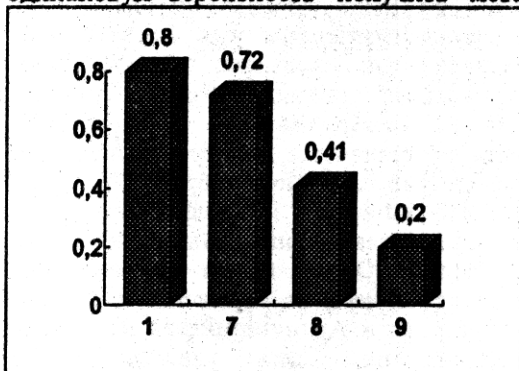


Рис.7. Индекс обилия мари *Helicometra fasciata* на станциях.

довольно равномерно. Бытовые стоки (ст. 1) привлекают рыб доступным кормом, поэтому мы находили здесь у них мари, несмотря на отсутствие зараженных креветок и моллюсков. Уменьшение численности мари на более удаленных от источника загрязнения участках согласуется с динамикой численности метацеркарий трематоды.

Инфузория *Terebrospira* обитает в кутикуле креветок, формируя двукомпонентную ПС, в которой свободноживущий

компонент представлен креветками *P.elegans* и *P.adspersus*. Инвазия передается посредством расселительных стадий. Мы рассмотрели ПС с участием *P.elegans*, поскольку второй вид в скальном биоценозе встречается редко. Реакция инфузорий на изменение концентрации поллютантов была нелинейной (рис.8). Мы оценивали только показатель экстенсивности инвазии, поскольку ее интенсивность способна увеличиваться не только за счет реинвазии, но и благодаря размножению паразита в хозяине. Подсчитать же всех инфузорий в кутикуле креветки практически невозможно. Большая часть популяции инфузорий оказалась локализованной на станциях 4 - 7. Отсюда можно сделать вывод, что *Terebrospira* тяготеет к умеренным концентрациям бытовых поллютантов. Об этом говорит обнаружение данного вида в

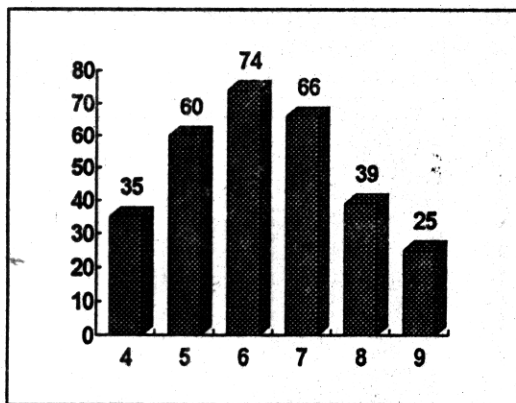


Рис.8. Зараженность (в %) креветок инфузорией *Terebrospira sp.* на станциях 4 - 9.

районе Карадага, где эти инфузории были найдены только у креветок (37%), обитающих возле единственного здесь источника загрязнения - сброса богатой органикой воды из дельфинариума.

Наши исследования позволяют сделать некоторые выводы об отклике отдельных ПС на органическое загрязнение. Очевидно, что его высокие концентрации действуют угнетающе на свободноживущий и паразитарный компоненты ПС, а умеренные стимулируют их

развитие. Механизм отклика ПС на воздействие различных концентраций поллютантов базируется, прежде всего, на реакции свободноживущих гидробионтов. В приведенных примерах рост численности паразитов часто происходил на фоне увеличения численности хозяев. Характер отклика ПС зависит от их структуры, особенностей поведения хозяев и расселительных стадий паразитов. Последние наиболее чувствительны к поллютантам. Наиболее выразительна реакция неподвижных или малоподвижных элементов ПС, например, паразитарных стадий, связанных с моллюсками. Мобильность креветок и рыб, меняющих свое местоположение в довольно широком диапазоне, сглаживает картину отклика.

Ахтиарская бухта. Влияние индустриальных поллютантов на ПС исследовано на обширной акватории, испытывающей мощный пресс промышленных предприятий и флота. Для сравнения использованы данные по удаленным от города и более чистым участкам побережья у м. Фиолент и п. Кача. Установлено неравномерное распределение паразитов в исследуемых районах. Метацеркарии *P. duboisi* обнаружены от кутовых зон самых грязных бухт внутреннего рейда - Южной и Инкермана до устья рейда, перегороженного молом. Их численность увеличивается по мере удаления от источников загрязнения, достигая максимума в районе сброса бытовой канализации, и вновь снижается у мысов Айя и Фиолент и поселка Кача.

Распределение *H. fasciata* в Центральной гавани оценивали по наличию партенит и метацеркарий. В кутовых частях Южной бухты и Инкермана гастропода *G. adriatica* не найдена, вследствие чего не заражены и крайне малочисленные здесь креветки. Бухты Северная и Артиллерийская находятся ближе к выходу из Центральной гавани. Здесь удалось найти немногочисленных партенит и метацеркарий (рис.1). В районе мысов Фиолент и Айя и п. Кача зараженных моллюсков и креветок не обнаружено.

От ПС *Terebrospira* следовало ожидать более непосредственной реакции. Этот паразит найден у креветок, выловленных только с внутренней стороны мола, запирающего устье Центральной гавани. На удаленных участках указанного выше открытого побережья инфузория не встречена.

Приведенная картина убедительно показывает неоднозначную реакцию ПС на загрязнение: в одних случаях поллютанты подавляют свободноживущий и паразитарный компонент ПС (*H. fasciata*), в других в той или иной степени ингибируют расселительные личинки паразитов (*P. duboisi*, *Terebrospira sp.*). Вместе с тем, наблюдается общая тенденция: по мере разбавления промышленных поллютантов их депрессирующее

воздействие ослабляется, что сопровождается ростом численности паразитов. На выходе из Центральной бухты ПС попадают под влияние, в основном, органических загрязнителей, которые оказывают преимущественно благоприятное воздействие на развитие ПС. Ослабление действия этого фактора приводит к тому, что численность отдельных ПС сокращается (*P. duboisi*), другие вообще исчезают в количестве, доступном для наблюдений (*H. fasciata*, *Terebrospira* sp.).

Безусловно, далеко не все изменения численности паразитов и ПС связаны только с воздействием полупотантов. Механизмы их влияния намного сложнее. Наша работа - это один из первых шагов в комплексном изучении антропогенной трансформации морских сообществ, с оценкой роли ПС.

Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке по Гранту UIW200 Международного Фонда Сороса.

1. (Гаевская А.В., Мачкевский В.К.) Gaevskaya A.V., Machkevsky V.K. Impact of man-made coastal structures on formation and function of parasite systems // Proceed. 6th Intern. Confer. on Aquatic Habitat Enhancement. ECOSET'95. October 29 - November 2, 1995. Tokyo, Japan. - 1995. - 2. - P. 531-536.
2. Мачкевский В.К. Особенности биологии и экологии трематоды *Parvatrema duboisi* - паразита черноморской мидии // Паразитология. - 1989. - 32, n.1 - С. 60-67.

Получено 25.08.97

V.K. MACHKEVSKY, A.V. GAEVSKAYA

RESPONSE OF SOME PARASITE SYSTEMS FROM THE BLACK SEA COASTAL ZONE TO AQUATIC POLLUTION

Summary

The impact of aquatic pollution on some common parasite systems and their components from the Black Sea coastal zone is studied. The organic pollution exerts both oppressing and stimulating influence, the industrial waste depresses the formation and function of parasite systems.