

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АКВАКУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ

28.09–02.10.2015 Г.

**Ростов-на-Дону
2015**

УДК 502.2(262.5)

ДИАГНОЗ ТРОФНОСТИ ВОД СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ И ВЗМОРЬЯ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

В.И. Губанов, А.Д. Губанова, Н.Ю. Родионова

*Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь,
Россия, vgubanov@rambler.ru*

По результатам комплексного экологического мониторинга проведена оценка качества вод Севастопольской бухты и взморья г. Севастополя. Уровень трофности оценивался по модифицируемой авторами формуле Р. Волленвейдера. Согласно расчётам, воды исследуемой акватории, можно классифицировать как переходные от среднего к высокому трофическим уровням. Для них свойственны высокая прозрачность, отсутствие цветения и заморных явлений, а также низкое содержание биогенных веществ.

Севастопольская бухта относится к акваториям, подверженным интенсивному антропогенному прессу. На её берегах расположена историческая часть г. Севастополя с общим населением 381685 человек (на 1 августа 2012 г.). В настоящее время в бухте дислоцируется военно-морской флот Российской Федерации, а в период исследований также флот Военно-морских сил Украины, находится пассажирский порт. Общая длина причальных стенок составляет около 11 км. Сточные воды поступают в бухту по 37 постоянно действующим, аварийным и ливневым выпускам (рис. 1). Ежедневно в бухту сбрасывается до 15 тыс. м³ неочищенных или условно-чистых вод, с которыми в водную среду попадает широкий спектр загрязняющих веществ, концентрации которых нередко превышают предельно-допустимые нормы.

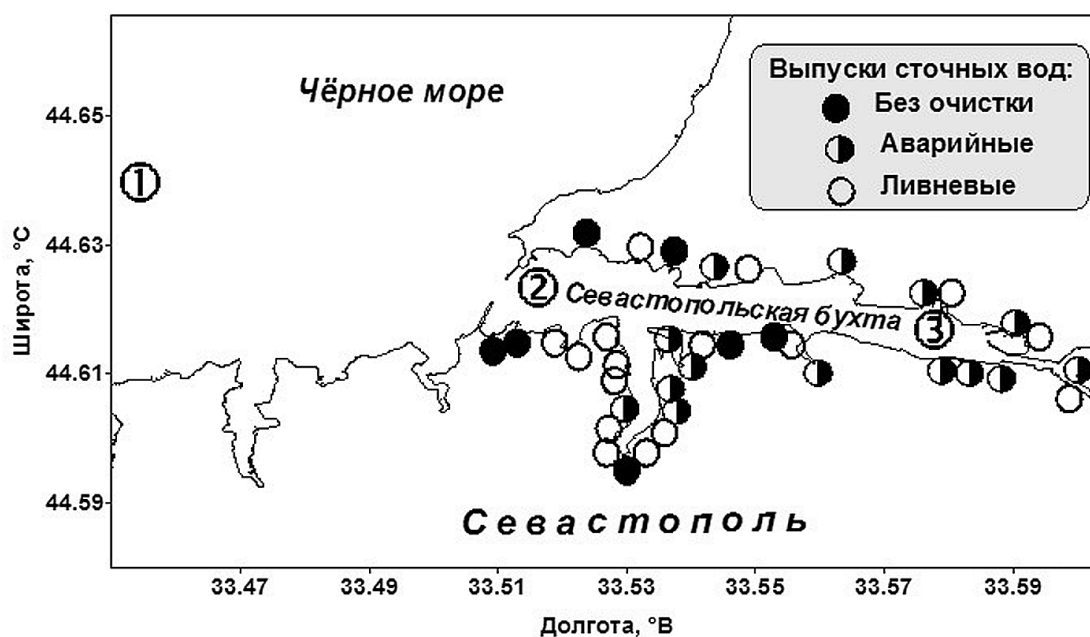


Рисунок 1. Схема расположения станций и выпусков промышленных, хозяйственно-бытовых и ливневых сточных вод в Севастопольской бухте

Безусловно, основой для оценки качества вод является проведение комплексного мониторинга за абиотическими и биотическими показателями морской среды. Результаты мониторинга позволяют поставить диагноз и сделать прогноз трофности (продуктивности) вод исследуемой акватории.

Существует большое количество методов и рекомендаций для оценки качества вод по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. В качестве приоритетного нами был выбран комплексный метод оценки продуктивности вод по индексу эвтрофикации (Е – TRIX), предложенный Р. Волленвейдером [3].

Преимущество Е – TRIX перед многими другими критериями, с помощью которых также можно оценить качество вод, заключается в том, что для расчетов применяются одни и те же характеристики гидрохимического и гидробиологического режима. Это позволяет проводить кор-

ректный анализ сравнения отдельных районов Мирового океана по уровню трофности. Индекс E – TRIx является функцией концентрации растворенного кислорода, общего фосфора, суммы минеральных форм азота и хлорофилла “а”. Последний показатель включает в себя общее содержание хлорофилла “а” и феофитина “а” и позволяет судить о биомассе фитопланктона, выраженной через углерод.

Итальянские специалисты в области гидрохимии и аквакультуры [2] включают в расчёт индекса E – TRIx также содержание органического азота. Мы считаем, что для наиболее точной оценки качества вод в расчётную формулу необходимо добавить и концентрацию кремния, являющегося одним из важнейшим биогенных элементов.

Таким образом, модифицированная формула Р. Волленвейдера, по которой проводилась оценка трофности вод Севастопольской бухты и прилегающего взморья имеет следующий вид:

$$E - TRIx = \log ([Chl] \times [D\%O_2] \times [PT] \times [NT] \times [SiT] \times 1.5) / 1.2,$$

где: Chl – суммарное содержание хлорофилла “а” и феофитина “а” в мкг/л; D%O₂ – модуль отклонения в относительных значениях растворенного кислорода от 100% насыщения; PT – общий фосфор в мкг/л; NT – общий азот в мкг/л; SiT – кремний.

Характеристика трофических категорий вод в зависимости от величины E – TRIx приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика морских прибрежных вод в зависимости от величины индекса эвтрофикации

E-TRIX	Трофические категории	Качество вод	Характеристика
<4	Низкий трофический уровень	Очень хорошее	Высокая прозрачность вод, отсутствие цветения и заморных явлений, низкое содержание биогенных веществ
4 - 5	Средний трофический уровень	Хорошее	В редких случаях высокие мутность и цветность, явления гипоксии
5 - 6	Высокий трофический уровень	Удовлетворительное	Низкая прозрачность, аномальная цветность, гипоксия, в редких случаях аноксия в придонном слое
> 6	Очень высокий трофический уровень	Плохое	Высокие мутность и цветность вод, повышенное содержание биогенных веществ, устойчивые явления гипоксии/аноксии, нарушения бентосной экосистемы, экономический ущерб рекреации, рыболовству, аквакультуре

В районе исследований оценка качества вод проводилась в поверхностном слое на трёх станциях, две из которых располагались в акватории Севастопольской бухты у Константиновского равелина и Сухарной балки (ст. 2 и 3 соответственно), а третья фоновая – за ее пределами в 2-х милях от берега (ст. 1). Схема расположения станций представлена на рисунке. Обычно наблюдения проводились 2 раза в месяц с февраля 2011 г. по апрель 2012 г. За этот период исследований было выполнено 18 съёмов, проанализировано 638 пробы на термохалинные, гидрохимические и гидробиологические характеристики необходимые для расчёта величины E – TRIx. При этом пробы на гидрохимические и гидробиологические показатели отбирались параллельно из одного и того же батометра.

Данные экспедиционных исследований и последующие расчёты показали, что значения индекса эвтрофикации на станциях, расположенных на разрезе Сухарная балка – фоновая станция, уменьшаются. Так, диапазон величины E – TRIx на ст. 3 составлял 4.44 – 6.63 при среднем значении 5.47, на ст. 2 – 3.86 – 6.56 и 5.05, на ст. 1 – 3.45 – 6.13 и 4.70 соответственно. Такой результат можно было заранее прогнозировать, поскольку по мере удаления от кутовой части бухты к

открытому морю антропогенная нагрузка на водную среду ослабевает.

Существенной разницы между значениями $E - TRIX$ в водах исследуемой акватории и другими районами Черного моря, а также Венецианским заливом Адриатического моря, не наблюдается. Исключение составляет лишь взморье р. Дунай, где высокие величины индекса эвтрофикации обусловлены влиянием речного стока, и, как следствие, повышенным содержанием биогенных веществ и относительно меньшей прозрачностью вод [1]. Временная динамика индекса эвтрофикации не обнаруживает строгих закономерностей. В период исследований величина $E - TRIX$ изменялась немонотонно. Кривые хода индекса эвтрофикации в подавляющем большинстве временных отрезков на трёх станциях практически параллельны. На фоновой станции тренд в динамике $E - TRIX$ отсутствовал или находился в пределах ошибки его расчёта. На обеих станциях, расположенных в акватории Севастопольской бухты, линейный тренд был положительный.

Далее была рассмотрена сезонная динамика $E - TRIX$ в районе исследований. Осреднение проводилось по гидрологическим для Чёрного моря сезонам года: зима (январь – март), весна (апрель – июнь), лето (июль – сентябрь), осень (октябрь – декабрь). Внутригодовое распределение $E - TRIX$ характеризуется значительной однородностью. Отмеченная закономерность, по-видимому, объясняется не сезонными циклами в содержании растворенного кислорода, биогенных веществ и первичной продукции органического вещества, а в первую очередь, интенсивностью сбросов сточных и ливневых вод.

Проведена оценка вклада отдельных гидрохимических характеристик и хлорофилла в величину индекса эвтрофикации. С этой целью значения $E - TRIX$ рассчитывались при последовательном исключении того или иного параметра, входящего в расчётное модифицированное уравнение.

Расчёты показали, что уровень трофности вод района исследований, в основном, зависит от содержания азота, кремния и фосфора. Концентрация растворенного кислорода в редких случаях было менее 100% насыщения при абсолютном максимуме 151.42%, то есть поверхностный водный слой акватории в течение всего периода наблюдений был всегда хорошо аэрирован. По этой причине содержание кислорода не оказывало существенного влияния при расчёте уровня трофности. Это в полной мере также относится и к аналогу, заменяющему показатель автотрофной биомассе фитопланктона, – хлорофиллу. На фоне концентраций биогенных веществ содержание хлорофилла на 3 – 4 порядка ниже. По этой причине его вклад в общий уровень эвтрофикации вод минимальный.

Выводы. Согласно расчётам по модернизированной формуле Р. Волленвейдера, воды Севастопольской бухты, в целом, можно классифицировать как переходные от среднего к высокому трофическим уровням. Для них свойственны высокая прозрачность, отсутствие цветения и заморных явлений, а также низкое содержание биогенных веществ.

В то же время, в отдельных случаях, в частности на станции 3 (район Сухарной балки), качество вод плохое и характеризуется высоким трофическим уровнем ($E - TRIX > 6$). Однако, явления гипоксии и аноксии во время исследований никогда не наблюдались.

За два года ежемесячных наблюдений тренд в динамике $E - TRIX$ на фоновой станции отсутствовал или находился в пределах ошибки его расчёта. На станциях, расположенных в акватории Севастопольской бухты, линейный тренд был положительный.

В целом, уровень трофности вод Севастопольской бухты был обычно выше, чем в других прибрежных районах Крымского полуострова [1].

Список литературы

1. Губанов, В.И. Диагноз трофности вод в районе расположения мидийно-устричной фермы (Черное море, Крым, Голубой залив) / Губанов В. И, Родионова Н. Ю. // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона: Материалы VIII Международной конференции. Керчь, 26-27 июня 2013 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 146 – 151.
2. Saroglia, M. Review of regulations and monitoring of Italian marine aquaculture / M. Saroglia, S. Cecchini, G. Saroglia-Terova // Journal of Applied Ichthyology. – 2000. – № 16. – P. 182–186.
3. Vollenveider, R. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters, with special reference to the NW Adriatic Sea / R. Vollenveider, F. Giovanardi, G. Montanari, A. Rinaldi // – Environmetrics. – 1998. № 9. – P. 329–357.

DIAGNOSIS OF WATER TROPHICITY IN THE SEVASTOPOL BAY AND ITS OFFSHORE

Gubanov V.I., Gubanova A.D., Rodionova N.Yu.

*The A.O. Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, Russia,
vgubanov@rambler.ru*

By results of complex ecological monitoring the estimation was carried of Sevastopol bay and its offshore waters quality. Eutrophication level was estimated by R. Vollenvejder formula modified by authors. According to calculations it is possible to classify waters of investigated aquatoria as transitive from moderate to high trophic levels. The high transparency, absence of flowering and hypoxia phenomena and also low nutrients contents are peculiar for them.

УДК 639.294+639.64

ПЕРСПЕКТИВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ В РОССИИ

Н.В. Евсеева

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва, РФ, evseeva@vniro.ru*

Наибольшее влияние на состояние ресурсов водорослей оказывает промысел. В настоящее время его уровень в морях России невысокий. Поэтому искусственное выращивание промысловых видов водорослей в большинстве регионов нецелесообразно. Для поддержания запасов на стабильном уровне важнее рациональная организация промысла и мониторинг состояния ресурсов.

Макрофитобентос прибрежных зон морей России является основой всех прибрежных биоценозов и основным источником поступления органических веществ. Прибрежная растительность также является барьером, задерживающим с одной стороны терригенные стоки (и антропогенные в том числе) и снижающим береговую абразию, с другой стороны она задерживает распространение глубоководных песков на мелководье, поддерживая его продуктивность. Необходимость и актуальность изучения и сохранения биологического разнообразия растительности усиливается при увеличении антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы. Изменения макрофитобентоса при антропогенном воздействии отражаются на других звеньях экосистемы.

Морские водоросли имеют большое народнохозяйственное значение и используются как источники продуктов питания, морских гидроколлоидов, биологически активных веществ и медицинских препаратов, а также биологически активных добавок к пище (БАД), пищевых и функциональных продуктов.

В России промысловыми водорослями являются: бурые водоросли - 8 видов сем. Laminariaceae, 1 вида сем. Alariaceae, 1 вид сем. Costariaceae, 4 вида сем. Fucaceae, 2 вида сем. Sargassaceae; красные водоросли - 2 вида сем. Ahnfeltiaceae.

В последние десятилетия во всем мире активизируется промысел донных водорослей-макрофитов. Но, несмотря на общую мировую тенденцию, в России в настоящее время промысел водорослей не очень активный.

Целесообразность искусственного выращивания промысловых водорослей прежде всего определяется уровнем освоения выделяемых для промысла объемов ресурсов. В настоящее время промысел водорослей проводится только в Белом море и в южных районах Дальневосточного региона. При этом в Белом море наблюдается тенденция к снижению вылова практически в 6 раз по сравнению с 80-ми годами прошлого века и добываются, в основном, ламинариевые водоросли. В то время как промысел фукусов сошел на нет, а запас красной водоросли анфельции складчатой основательно подорван промыслом [5]. Ранее анфельцию складчатую промышленно собирали в сублиторали, однако в последние годы ее запас находится на низком уровне, что позволяет использовать для переработки только штормовые выбросы. В связи с низким уровнем освоения ресурсов, величина промыслового запаса ламинариевых водорослей и фукоидов в Белом море в ближайшие годы существенно не изменится. Запас ламинариевых водорослей в Белом море составляет порядка 531,0 тыс. т, запас фукоидов - 143,2 тыс. т [1].

В дальневосточных морях России промысел водорослей проводится только в южных регионах (Приморье и Сахалинская область). В северных регионах промысел фактически не прово-