

Водоросли привлекают внимание исследователей всего мира, в частности, в связи с проблемой рационального использования морских макрофитов и возделывания их в морекультуре. Водоросли широко используются как объект изучения в биологических науках. Учёные разрабатывают программу создания искусственных рифов как мест обитания макрофитов для увеличения снабжения воды кислородом, потому что свободный кислород окисляет и разрушает вещества-загрязнители, что способствует естественному очищению воды.

Цемесская бухта на грани экологической катастрофы

Синьков Сергей,

ученик 10-го класса МОУ СОШ № 40

Руководитель:

Вехов Дмитрий Вадимович,

учитель биологии МОУ СОШ № 40 г. Новороссийск

Согласно исследованиям альгофлоры Чёрного моря, известно 292 вида водорослей макрофитов; из них зелёных — 84 вида, бурых — 74, красных — 134 вида. Установлено также количество видов, известных в Новороссийской бухте и принадлежащих к разным отделам (типам), а именно: Chlorophyta — 40 видов, или 27%, Phaeophyta — 45 видов или 27,8%, Phadophyta — 77 видов, или 45,7% от всей флоры, основным ядром которой являются багрянки¹.

С 1990 года макрофитами Цемесской бухты и прибрежной зоны Чёрного моря стали заниматься исследовательские институты и лаборатории, которые пытались использовать водоросли как индикаторы загрязнения и рекреационной нагрузки. Выяснением влияния нефти и других загрязнителей на ранние стадии развития водорослей и их адаптивными возможностями в стрессовых условиях среды занимались О.В. Степанян, Д.Ф. Афанасьев, В.В. Громов.

Нас интересует проблема приспособления водорослей к загрязнению, их рост и количество на территории бухты, изменение при увеличении степени и уровня загрязнения бухты. Как можно использовать водоросли для уменьшения степени загрязнения воды и её очистки, ведь водоросли макрофиты — основные поставщики кислорода в водной среде.

Цель работы — изучение состава многоклеточных водорослей в Цемесской бухте и динамики их биомассы в зависимости от степени загрязнения.

Задачи:

1. Определить основные виды водорослей, встречающихся на территории Цемесской бухты.
2. Определить динамику изменения биомассы водорослей на территории бухты и в прилегающих районах открытого моря в течение года.
3. Выявить основные загрязняющие вещества, которые попадают в бухту.
4. Выяснить, как влияют загрязнители на рост и развитие водорослей.
5. Изучить возможности использования водорослей для очистки сточных вод.

¹ *Калугина-Гутник А.А.* Изменения в составе флоры водорослей Новороссийской бухты и Суджукской лагуны за последние 40 лет и их анализ. Монография. Ростов. Ростовский университет, 1973.

Место исследования: Новороссийская бухта, которая известна как Цемесская (по имени впадающей в неё реки Цемес), расположена на северо-восточном берегу Чёрного моря. Она самая обширная и глубоководная на Кавказском побережье.

Новороссийская бухта (широта 44 градуса 40 минут северной широты, долгота 37 градусов 50 минут восточной долготы) вдаётся на 8 миль (15,3 км) в берег материка в северо-западном направлении. Ширина входа в бухту, между оконечностью Суджукской косы и мысом Дооб, составляет 5 миль (9,8 км), а ширина в средней части не превышает 2,5 мили (5,7 км). Площадь зеркала бухты почти 72 кв. км.

Западный и восточный берега существенно отличаются друг от друга. Восточный берег ограничен хребтом Маркотх, круто спускающимся к бухте обрывистыми утёсами. Западный берег низменный, имеет одну небольшую бухточку (Галицкую), он постепенно повышается вглубь и переходит в Абрауский хребет.

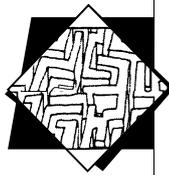
У входа в Новороссийскую бухту расположен водоём — Суджукская лагуна, которая представляет собой особый объект биологических исследований.

Окружающие Новороссийскую бухту горы, берега и дно бухты сложены почти исключительно осадочными породами, которые с третичной эпохи начали претерпевать складчатую дислокацию. Пенайские банки сложены грунтами белого флиша верхне-мелового возраста, как и берега бухты, по краям скалы сменяются песками с крупным ракушечником. Рельеф дна в центре бухты ровный, с преобладающими глубинами 21–23 м и максимальными — 27–30 м. У берега глубины резко уменьшаются. Общее представление о распределении основных типов грунта Новороссийской бухты даёт картина фаций, составленная В.А. Водяницким². Она выражена следующими фациями: 1 — скалы-камни; 2 — ракушечный песок; 3 — илистый ракушечный песок; 4 — мелкий песок; 5 — мелкий ракушечник; 6 — устричник; 7 — мидиевый ил; 8 — плотная глина; 9 — ил с ракушкой.

Отличительная черта климата Новороссийской бухты — северо-восточные ветры (бора или норд-ост), которые переваливают через хребет и всей силой обрушиваются на город и бухту, и поэтому климат здесь более суров по сравнению с остальными бухтами Чёрного моря. Наибольшей повторяемостью в холодное время года отличаются норд-осты. Весной и летом значительного развития достигают юго-восточные ветры и штили.

По наблюдениям А.А. Калугиной-Гутник, во время северо-восточных ветров (являющиеся преобладающими в течение года) наблюдается сгон у восточного берега и нагон у западного, загрязнённые поверхностные воды сгоняются к западному берегу, а за-

² Водяницкий В. А. Описание природных особенностей Новороссийской бухты Труды Севастопольской биологической станции. Севастополь, 1936. Т. 5.



тем направляются вдоль него к открытому морю. В период южных ветров воды открытого моря устремляются в бухту и даже при малых скоростях ветра удерживаются своим напором, запирая загрязнённые воды в вершине бухты. В результате этого западный берег всегда более сильно загрязнён, чем восточный (табл. 1).

Ветры Новороссийской бухты, их годовая динамика в%

Таблица 1

Румбы	N	N-O	O	S-O	S	S-W	W	N-W	Штиль
Январь	3,1	33	2,2	10	10,5	9,2	4	13	15
Февраль	4	28	1	16	11	11	4	11	14
Март	5	26	2	16	12	10	3	6	19
Апрель	1	29	2	14	16	8	3	4	23
Май	1	24	2	17	14	8	3	5	26
Июнь	1	24	3	17	14	7	2	5	27
Июль	2	39	1	9	11	10	4	5	19
Август	4	45	6	9	6	4	6	6	19
Сентябрь	2	41	2	7	8	9	5	6	20
Октябрь	2	39	2	9	10	6	4	8	20
Ноябрь	2	34	2	11	8	7	3	5	28
Декабрь	5	37	2	14	8	9	3	11	11
Среднее за год	2	34	2	12	11	9	3	7	20

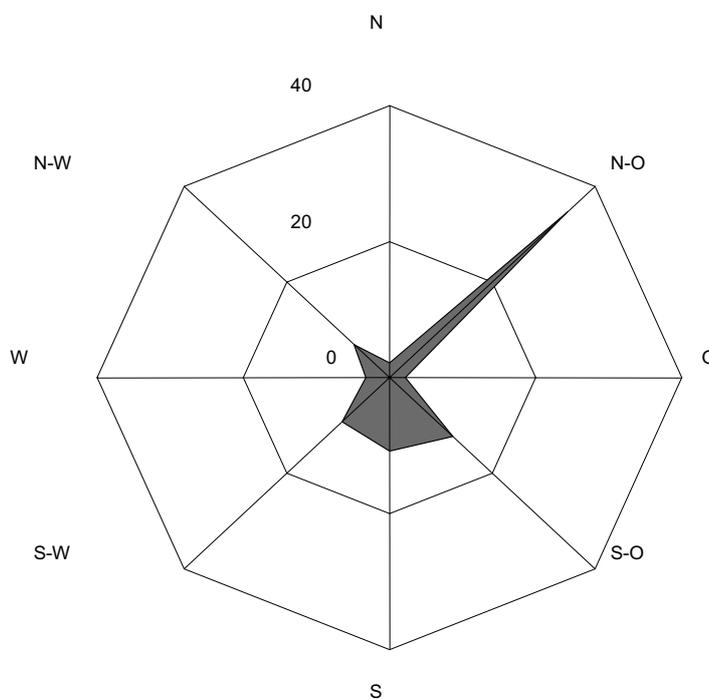


Рис. 1. Годовая роза ветров в Новороссийской бухте

144

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА ШКОЛЬНИКОВ / 2'2012

Наибольшее волнение приходится на октябрь—март (табл. 2.), наиболее спокойными являются апрель—сентябрь.

Таблица 2

Волнения в Новороссийской бухте, его годовая динамика

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Волнение в баллах	2,7	2,9	2,9	2,6	2,2	2,0	2,1	2,1	2,5	2,8	2,9	3,6	2,6

Постоянные штормы и задержка загрязнённых вод в бухте сказываются на распределении фитобентоса, по его приспособляемости к загрязнению, по способу прикрепления к субстрату и его зависимость от грунтов в бухте, а также по способности выдерживать волнение в прибрежной зоне. Сильные штормы часто обламывают части водорослей макрофитов, которые затем выбрасывают на берег, где они образуют после периода штормов насыпь, которая подвергается медленному перегниванию.

По срокам развития водоросли Новороссийской бухты можно разделить на четыре группы: многолетние — виды, вегетирующие много лет; однолетние — виды, которые к концу года полностью заканчивают свою вегетацию; сезонные летние и сезонные зимние формы. У двух последних сроки вегетации ограничены. В связи с зависимостью фитобентоса от температуры, его по разделению в репродукции делят на зимне-весенние и летне-осенние.

Солёность в Новороссийской бухте увеличивается в придонных слоях и по направлению от порта к открытому морю. Максимум её совпадает с периодами усиления ветровой деятельности, минимум же с предшествовавшими атмосферными осадками и в период штилевой погоды (табл. 3).

Таблица 3

**Солёность воды в Новороссийской бухте
(по данным Новороссийской биостанции 2000–2002 гг.).**

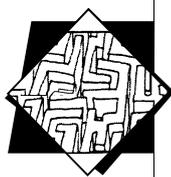
Солёность%	Глубина 0,5–1 м
Max	17,52
Min	16,49
Med	17,23

Активная реакция среды (рН) зависит от периода дождей, понижающих рН в поверхностных слоях воды. Другие факторы, понижающие рН:

1. Приток в район порта большого количества сточных вод.
2. Жизнедеятельность животных организмов, усиливающаяся в весенне-летний период.

Факторы, повышающие рН:

1. Приток из открытого моря чистых вод, глубокое перемешивание вод волнениями и течениями, совпадающими главным образом с осенним, зимним и весенними сезонами.



2. Жизнедеятельностью растительных организмов, которая усиливается в весенне-летний сезон.

Для средних районов бухты и района перед входом в бухту рН колеблется от 8,2 до 8,1.

У восточных берегов и у устья реки Цемес, а также у канализационных стоков рН достигает у поверхности вод 7,60–7,80. В весенне-летние месяцы, при штилевой погоде, в прибрежных участках бухты достигает 8,35–8,60 среди зарослей водорослей.

Количество растворённого в воде кислорода колеблется в больших пределах в зависимости от времени года, температуры и участка бухты. В весенне-летний период в прибрежных районах, среди зарослей водорослей наблюдается пересыщение воды кислородом до 120–150%, против возможного насыщения. Вблизи канализационных стоков количество растворённого в воде кислорода падает до 20%. Пятисуточная потребность кислорода поверхностными водами открытого моря около 4 мл/л, водами середины бухты – 5–6 мл/л, водами середины порта от 8 до 12 мл/л.

Согласно наблюдениям Новороссийской морской биостанции наиболее опасные химические загрязняющие вещества в акватории Новороссийской бухты – биогенные вещества, содержащие фосфаты и нитраты. Загрязнение биогенными веществами по территории бухты неоднородно, наиболее сильно оно на портовой акватории, где его можно считать хроническим, преимущество имеют азотосодержащие соединения. В бухту поступают три основных вида сбросов: промышленные, коммунальные и нефтяные (рис. 2).

В связи со стремительным ростом Новороссийска как порта мирового значения в структуре природных сообществ бухты за последние 10 лет произошли существенные изменения.

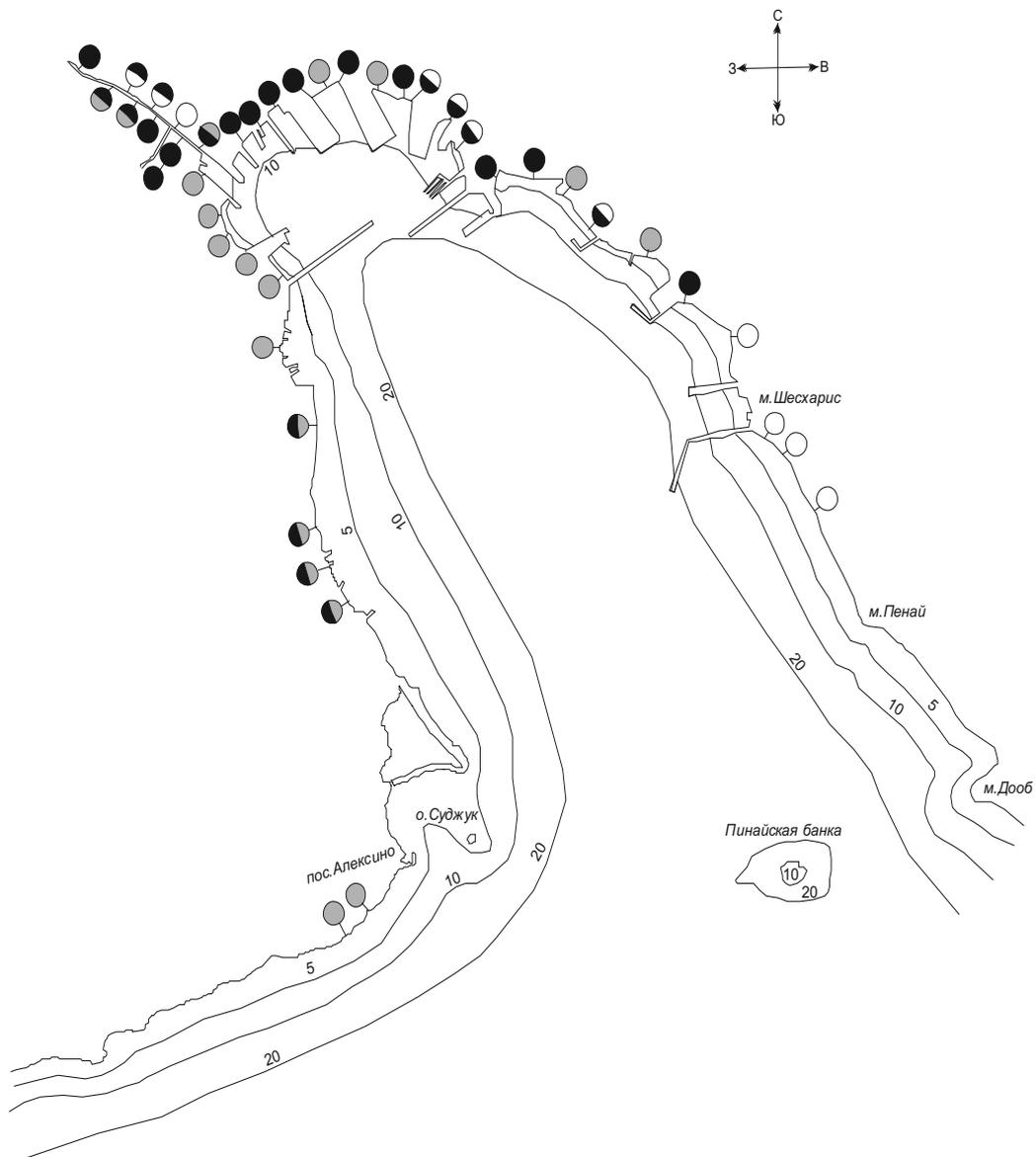
Акватория Цемесской бухты подвергается регулярной интоксикации: промышленные предприятия ежегодно сбрасывают в море около 87 000 м³ сточных вод, из которых очистку проходят лишь 41%.

Вследствие этого обвально снижается биомасса водорослей и морских животных, а также гибнут виды с узким «коридором толерантности» к интоксикации нефтью, а таких видов в Чёрном море большинство.

Методы исследования. Для проведения исследований нами использована методика В.В. Громова³. Места для сбора проб фитобентоса должны охватывать различные участки бухты, на всём её протяжении.

Выбор места и времени отбора. Места (точки) для сбора проб фитобентоса должны по возможности охватывать различные

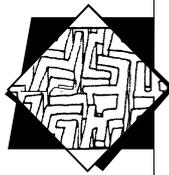
³ Громов В.В. Методика подводных фитоценологических исследований: Монография. Ростов: Ростовский ун-тет, 1973; Громов В.В. Поведение водорослей в условиях антропогенной нагрузки. Монография. Ростов.: Ростовский государственный ун-тет, 1994.



Условные обозначения
 5 20 изобары глубин.

- - Коммунальные сбросы
- - Нефтяные сбросы
- - Промышленные сбросы

Рис. 2. Схема основных сбросов Новороссийской бухты



по уровню загрязнения и общей антропогенной нагрузке участка. Сеть пунктов для отбора проб фитобентоса, таким образом, должна, с одной стороны, характеризовать картину современного гидробиологического состояния, а с другой — быть достаточно обширным источником формирования базы данных для экологических прогнозов. Отбору проб предшествует обследование прибрежной зоны, где производятся визуальные наблюдения, стандартные для любых гидробиологических исследований. В описание входят:

1. Номер опыта (или серии проб).
2. Название водного объекта
3. Дата и время наблюдения.
4. Местонахождение.

Приводятся также:

1. Температура воды и воздуха в момент отбора пробы.
2. Погодные условия в день отбора.

В дневнике должно быть также дано визуальное описание гидрологических параметров:

1. Скорость течения.
2. Цвет воды.
3. Прозрачность воды.
4. Характеристики взвеси с перечислением возможных её видов (минеральные частицы, песок, иловые частицы, растительный детрит, дрефт водорослей перифитона, фитопланктон, бактериальная слизь).

При визуальном описании фитобентоса удобно пользоваться стандартными для водоёма приборами:

1. Рама 1 м с ярким окрасом.
2. Мешок для сбора фитобентоса.

Эти сведения заносятся в полевой журнал и в дальнейшем используются для оценки динамики изменений биоценозов.

Каждая проба фитобентоса снабжается этикеткой, на которой указывается:

1. Номер пробы.
2. Название водного объекта, пункта и створа.
3. Дата отбора.
4. Характер субстрата.
5. Глубина отбора.
6. Расстояние от берега.

Информация записывается в полевой дневник. По итогам записей составляется таблица.

Для проведения опыта я взял два типа самых распространённых в Чёрном море и Цемесской бухте водорослей: *Cystosiera barbata* и *Ulva rigida* и помешал их в равные объёмы жидкостей (чистая морская вода, вода с синтетическими моющими веществами, вода с хлорной известью, вода с нефтепродуктами). Затем проводил наблюдения за изменениями массы водорослей, их цвета в те

чение одного месяца. Результаты наблюдений занесены в таблицу и составлены графики по видам.

Изменения биомассы водорослей

Для проведения исследования были взяты десять контрольных точек на территории бухты с различными типами и уровнями загрязнения: мыс Пенай — экологически чистый район, мыс Шехарис — район нефтеналивного порта, Геопорт, Восточный мол, Западный мол — районы загрязнения портовыми водами и грузами, мыс Любви, пляж «Нептун», Суджукская коса — зона городских пляжей, Побережье в районе озера «Лиманчик» и Большого Утриша, в районах открытого моря (рис. 3).

В течение года проводилось определения биомассы водорослей (табл. 4). В дневник также вносились, как распределены водоросли макрофитов по ассоциациям в бухте. По характеру внешних воздействий и уровню загрязнения Новороссийская бухта делится на три района: порт, средняя часть и горловина с открытой частью бухты. В связи с большой общей загрязнённостью западного берега и постоянной рекреационной нагрузкой на глубине до 0,5 м преобладают сообщества зелёных водорослей ульвы и энтероморфы, которые хорошо переносят загрязнение, на скалистых грунтах обоих берегов на глубине одного метра преобладает ассоциация цистозира кринита и цистозира барбата (рис. 4).

При проведении измерений мы учитывали длину и массу водорослей, а также их количественный и видовой состав (фото 1, 2). Измерения использовались для расчёта количества кислорода, который вырабатывают водоросли.

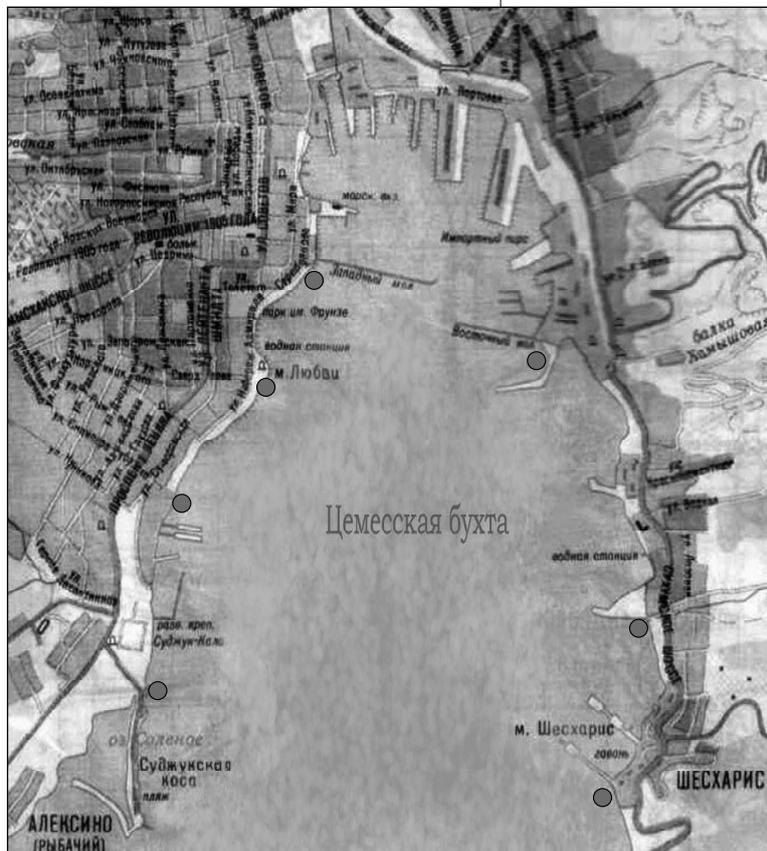


Рис 3. Карта Новороссийской бухты с участками проводимых наблюдений

Таблица 4

Показатели биомассы водорослей на разрезах

Месяц	Показатели	Мыс Пенай	Мыс Шесхарис	Геопорт	Восточный мол	Западный мол	Мыс Любви	Пляж Нептун	Суджукская коса	«Лиманчик»	Большой Утриш
Январь	Биомасса	3070	1863	2142	2215	1975	1654	1760	1800	3850	4020
	Численность	152	200	241	228	167	83	145	133	213	221
	Длина	270	186	201	204	198	182	190	178	240	233
Февраль	Биомасса	2880	1227	1845	1930	1764	1249	1325	1456	3372	Не измерялись
	Численность	232	202	207	186	156	78	121	117	204	
Март	Длина	270	186	192	190	176	189	172	167	213	Не измерялись
	Биомасса	3291	2673	1960	2173	1944	2426	1740	1670	3780	
Апрель	Численность	287	207	204	206	161	87	134	122	216	Не измерялись
	Длина	294	205	218	196	184	209	186	175	224	
Май	Биомасса	4776	3564	2342	2400	2035	3237	2157	1983	4140	4762
	Численность	208	215	214	221	175	178	157	145	235	202
	Длина	340	242	207	196	193	225	207	216	243	209
Июнь	Биомасса	5452	4208	2475	2530	2245	3683	2465	2245	4375	4980
	Численность	208	126	221	235	196	221	175	178	256	231
	Длина	365	241	231	209	211	250	217	221	252	214
Июль	Биомасса	5934	3573	2610	2710	2419	3075	2613	2440	4770	5865
	Численность	612	167	226	243	224	178	162	192	287	262
	Длина	310	221	245	217	229	208	204	228	234	233
Июль	Биомасса	5684	3719	2467	2605	2374	2819	2567	2272	5325	6123
	Численность	298	182	217	226	215	59	156	187	293	286
	Длина	293	193	231	204	211	201	197	214	242	247
Август	Биомасса	5200	2745	2360	2484	2260	2240	2398	2137	4922	5762
	Численность	212	274	204	209	197	121	148	176	263	267
	Длина	257	106	218	194	194	192	186	208	236	244
Сентябрь	Биомасса	3400	2923	2520	2367	2393	2544	2456	2311	5127	6085
	Численность	216	208	213	219	214	281	153	182	276	293
	Длина	248	207	227	206	204	205	191	213	245	251
Октябрь	Биомасса	4160	3771	2674	2417	2520	3137	2534	2452	5479	6145
	Численность	240	233	229	232	226	217	165	196	289	304
	Длина	298	212	233	215	212	211	203	223	252	260
Ноябрь	Биомасса	4060	3483	2537	2552	2594	3019	2576	2577	4740	6321
	Численность	412	270	218	225	203	193	186	207	302	312
	Длина	307	217	204	206	197	208	212	231	261	267
Декабрь	Биомасса	3480	3216	2264	2315	2148	2937	2362	2168	4123	5287
	Численность	228	150	227	211	189	87	162	186	274	263
	Длина	290	204	189	187	179	201	194	193	244	257

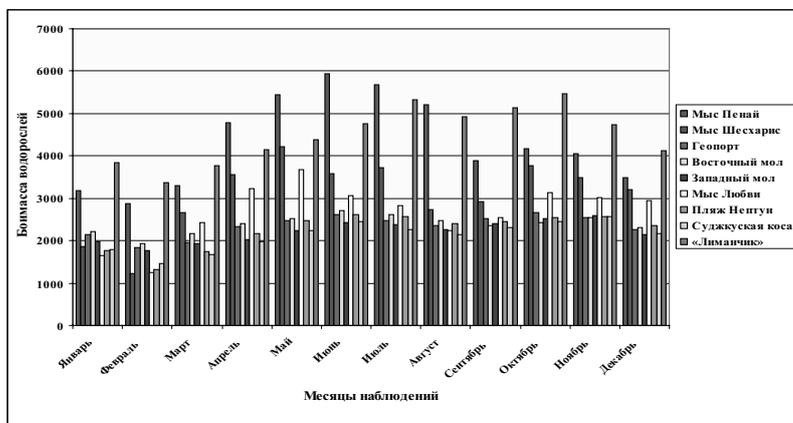


Рис. 4 Изменения биомассы водорослей макрофитов на участках в течение года



Фото 1. Измерение длины водорослей

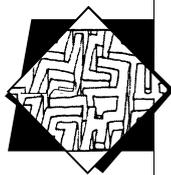


Фото 2. Определение биомассы водорослей с пробных участков

Влияние различных веществ на биомассу водорослей

Для проведения исследования были взяты два типа самых распространённых в Чёрном море и Цемесской бухте водорослей: *Cytosiera barbata* и *Ulva rigida*, они помещались в равные объёмы жидкостей (чистая морская вода, вода с синтетическими моющими веществами, вода с хлорной известью, вода с нефтепродуктами). Затем проводились наблюдения за изменениями массы водорослей, их цвета в течение месяца. Отмечалось, что при повышенных концентрациях загрязнения лучше приспосабливались зелёные водоросли, их отмирание не так заметно. Особенно сильно на них действуют бытовые загрязнители, которые наиболее часты в сточных и канализационных сбросах. Для закладки серии опытов брались водоросли или части их таллома, взвешивались и помещались в разные загрязнители, характерные для бухты. Опыты проводились двумя сериями.





Опыт 1 (с хлорной известью)

В колбу № 1 с морской водой, содержащей 50 г *Cystosiera barbata* и 50 г *Ulva rigida*, добавили хлорную известь. На второй день наблюдается изменение водоросли. В течение последующих дней водоросль погибает.

Опыт 2 (с синтетическим моющим веществом)

В колбу № 2, имеющую такой же исходный состав, что и колба № 1, добавили синтетическое моющее вещество. На поверхности образовалась мыльная плёнка. Водоросль гибнет примерно так же, как в опыте № 1, но изменения в течение последующих дней более заметны (рис. 5).

Опыт 3 (с нефтепродуктами)

В колбу № 3 к водорослям добавили бензин. На поверхности колбы сразу образуется плёнка. Водоросль гибнет значительно медленнее, чем в опытах № 1 и № 2.

Опыт 4 (с чистой морской водой)

В колбу № 4 с чистой морской водой поместили водоросль. Этот опыт был контрольным. Резкой гибели водоросли не наблюдалось. Цвет не менялся.



Рис. 5. Опыты с *Цистозирой барбатой*

Показания и изменения записывались в дневник наблюдения. Из проведённых опытов очевидно, что *Cystosiera* менее приспособлена к содержанию загрязнения, чем *Ulva*. Из всех видов загрязнения наиболее опасно для водорослей загрязнение СМС и активными химическими веществами (хлор).

Опыты закладывались сериями с разным уровнем загрязнённости, чтобы проверить реакцию на разные уровни загрязнения. Водоросли помещали в колбы с одинаковым объёмом морской воды и приближали к условиям, близким к естественной среде. Для лучшего насыщения воды кислородом периодически пропускали воздух с помощью компрессора.



Рис. 6. Отмирание водорослей при опытах

Влияние условий произрастания и уровня загрязнения на размеры слоевища водорослей макрофитов

Чтобы выявить влияние условий произрастания водорослей и наличие загрязнения морской воды в Цемесской бухте на параметрические показатели слоевища водорослей макрофитов, были взяты водоросли *Cystosiera barbata* и *Enteromorfa officinalis*, которые встречались на всех пробных площадках. Для этого из числа площадок мы взяли семь, которые характеризуются различными условиями произрастания, волнением, рекреационной нагрузкой купальщиков, уровнем и содержанием загрязнения. Большой

Утриш — участок открытого моря с минимальным загрязнением воды, но большим волнением и сильной рекреационной нагрузкой со стороны отдыхающих. Мыс Пенай — участок наиболее чистой воды на территории бухты, умеренного волнения и небольшой степени рекреационной нагрузки. Мыс Шесхарис — территория нефтеналивного причала, с большим уровнем органических загрязнителей, умеренным волнением, отсутствием рекреационной нагрузки. Геопорт — территория активных портовых работ и высокого уровня загрязнения, умеренного волнения, отсутствие рекреационной нагрузки. Западный мол — территория сильного загрязнения, сильного волнения и высокой рекреационной нагрузки. Мыс Любви — территория умеренного загрязнения и рекреационной нагрузки, но сильного волнения. Суджукская коса — территория городского пляжа, высокая степень рекреационной нагрузки и волнения, высокое органическое и бытовое загрязнение, так как недалеко находятся выходы очистных сооружений.

Для проведения с помощью рамки 0,25 × 0,25 м бралась проба водорослей макрофитов и проводился количественный учёт и соотношение видов, а затем измерялись параметрические показания слоевища. *Cystosiera barbata* проводился замер длины, площади таллома и количество основных ответвлений на слоевище. *Enteromorpha officinalis* — измерялись ширина в самой узкой и широкой части таллома и его длина. По предположению Д.А. Афанасьева, преподавателя Южного федерального университета, водоросли, находящиеся в угнетённом состоянии, имеют небольшой рост, но стараются максимально освоить территорию, на которой произрастают. При проведении сбора проб все данные заносились в дневник, из каждой пробы выбиралось по 50 растений *Cystosiera barbata* и *Enteromorpha officinalis*, встреченных на площадках. Измерения проводились два раза в месяц, полученные данные заносились в таблицу. Все показатели приведены в таблицах 5 и 6. На основании измерений были выведены средние показатели размеров слоевища водорослей на участках, с различными условиями произрастания. Результаты измерений свидетельствуют, что наибольшие размеры слоевища у водорослей *Cystosiera barbata* наблюдается в местах умеренной рекреационной нагрузки и умеренного волнения, которые не вызывают слом таллома и его разрушение. При этом уровень загрязнения воды также небольшой или преобладают органические загрязнители (Пенай, Шесхарис). Умеренные размеры оказались в районе мыса Любви, где сильное волнение, небольшая рекреационная нагрузка и умеренный уровень загрязнения. Наименьшие размеры оказались на территории Геопорта, Западного мола, Суджукской косы, где высокая степень загрязнения и высокая рекреационная нагрузка. В районе Большого Утриша размеры водорослей также соотносились со средними показателями, так как в районе открытого моря наблюдается сильное волнение, а также высокая рекреационная нагрузка.

Таблица 5

Сравнительные измерения *Cystosiera barbata*

№ п/п	Мыс Пенай		Мыс Шехарис		Геопорт		Западный мол		Мыс Любви		Суджукская коса		Утриш	
	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)	длина (см)	ветвельный (шт)
1	11	9	19.5	13	7	9	16	10	12	8	6	6	26.5	12
2	12.5	10	18.5	12	9.5	11	14	13	14	8	15	13	22	15
3	17	13	21	14	14	8	17	12	13	11	4.5	5	16.5	11
4	19	13	13	12	15	13	12.5	12	11.5	7	17	12	17	12
5	18.5	12	9	12	12	11	11	11	17	9	13	12	18	12
6	21	14	11.5	11	6.5	12	14	10	20	11	7	14	29.5	10
7	13	12	19	14	16	7	13	13	16.5	8	11	12	31.5	17
8	22.5	15	18	13	9.5	9	13.5	13	13.5	11	4	8	15	11
9	20.5	11	17	13	10	10	14	12	15	10	13.5	11	18.5	14
10	16	12	16	14	12	11	15	11	21.5	11	8	9	21	11
11	12	9	17	12	16	13	14	12	23	12	11	10	20	12
12	17	10	20.5	14	12	12	8	6	20.5	12	13	11	22.5	14
13	14	13	13	12	13	8	8	7	17.7	9	8	10	20	11
14	16	11	13	8	18.5	11	11	12	15.5	10	10	9	18	13
15	11.5	10	10.5	11	11	13	13	9	10	9	14	11	19	14
16	18.5	11	17.5	13	8	8	8	9	16	11	13	10	17	12
17	19.5	12	9.5	8	17.5	10	14	13	17.5	10	10	13	15	13
18	22	12	10	10	11	8	14	11	20	13	9	10	15	14
19	14	9	15	14	9.5	12	13	12	16.5	12	10.5	12	16	13
20	16.5	10	12	13	13	12	17.5	12	13	11	12	11	18.5	18
21	21	14	11	10	12.5	11	12.5	9	11.5	11	13.5	12	23	14
22	10	9	19	13	8	12	11.5	10	19	11	12	11	33	12
23	19.5	11	18.5	12	7	9	14.5	10	18	12	7	5	18.5	14

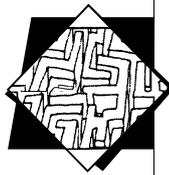
24	16	10	20.5	14	17	10	13	10	17	12	12	10	19	15
25	17.5	13	20.5	11	12	9	12	13	13	9	4.5	5	27.5	16
26	17.5	13	16	12	16	10	16	13	10.5	8	16	10	28.5	16
27	13	11	12	9	12.5	11	12.5	12	17.5	11	7	9	22	13
28	16	14	17	10	10.5	12	10.5	11	19.5	12	16	14	11	12
29	11	9	14	13	17.5	9	16	12	18.5	9	12.5	12	21.5	14
30	19	11	16	11	17	12	16	12	17.5	12	16	12	20.5	12
31	16	10	11.5	10	16.5	13	14	10	20.5	13	15.5	14	18.5	14
32	15.5	13	18.5	11	11	10	11	9	22	13	12	12	20	11
33	20	12	17.5	12	9	7	13	10	10	10	9	8	26	12
34	16	12	20.5	15	10	12	10	5	10.5	9	5	6	22	16
35	13.5	11	22	12	8	9	8	8	17.5	11	16	9	20.5	13
36	20.5	14	10	11	7	8	7	5	17	10	17.5	10	16.5	13
37	18.5	13	10.5	11	13.5	13	13.5	11	23.5	12	12	12	15	13
38	20	14	17.5	13	12	8	12	11	12	8	14	13	28	14
39	13	12	17	14	15.5	10	15.5	12	13	10	9	7	23	12
40	22	16	16	12	12	12	14.5	12	11	7	11.5	11	20	14
41	20.5	11	11	9	13	13	16	13	16	12	17	12	33.5	18
42	16	12	19	14	14	11	6	9	15	7	9.5	8	19	14
43	11	9	18	13	7.5	8	7.5	8	19	13	13	9	22.5	15
44	18	12	17	13	16.5	12	6.5	5	19.5	11	12.5	10	28.5	25
45	17.5	13	16	14	12	10	14	9	11	7	8	9	30.5	18
46	21.5	15	17	12	11	10	12	8	10	7	17.5	13	26.5	16

Таблица 6

Сравнительные измерения Entegomorfa ofisinalis

№ п/п	Мыс Пенай			Мыс Шесхарис			Геопорт			Западный мол			Мыс Любви			Суджукская коса			Утриш		
	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B	L	A	B
1	16	7	7	10.5	8	4	15.5	9	5	11.5	5	3	16	11	7	13.5	6	4	18.5	7	4
2	19	10	5	17	12	7	11.5	5	3	8	6	5	16.5	7	4	16	7	4	16	8	5
3	20	15	6	16.5	7	3	16.5	4	4	6	7	4	13	12	5	4	5	3	17	9	6
4	19.5	16	5	18.5	4	6	12	7	6	13	8	5	12	11	6	16.5	6	6	16	5	5
5	23.5	6	7	17.5	6	5	16.5	8	4	8	6	2	6.5	10	5	13.5	11	5	17.5	7	4
6	24	13	8	12.5	7	4	13	6	5	6.5	5	3	8	13	4	14	7	4	16.5	8	7
7	28.5	14	4	16	8	7	12.5	7	5	7.5	7	4	13.5	12	7	14	8	4	19.5	8	9
8	26	6	4	15	5	5	14	8	5	8.5	8	4	16	11	6	13	6	5	20.5	7	7
9	27	8	8	14	3	6	12.5	6	4	5	2	4	12	10	7	6.5	5	4	18.5	14	9
10	18.5	13	8	17.5	5	5	14	8	6	6.5	7	5	13	11	6	15	4	6	24	6	7
11	22	16	5	12.5	4	4	16	7	4	5	8	5	11	13	7	14.5	10	6	17.5	7	8
12	17.5	12	4	14.5	6	6	16.5	8	3	12.5	6	3	13	11	8	16	6	3	16.5	9	7
13	26	13	7	17.5	6	6	15.5	6	4	7.5	7	5	12	13	7	12	7	4	15.5	5	4
14	16	11	8	18.5	7	7	14.5	5	6	6.5	9	4	15.5	6	4	14.5	8	5	18.5	6	5
15	19.5	13	6	16	6	4	16	4	6	7.5	5	4	5.5	8	5	16	6	6	22.5	12	6
16	21.5	12	6	17.5	7	3	15	5	4	6	6	3	16	7	6	12.5	5	5	24.5	14	5
17	21	15	8	16.5	8	6	14	6	4	7	5	2	14	9	5	16.5	7	4	25.5	13	4
18	25.5	5	6	15.5	6	8	13	7	5	8.5	4	5	20.5	9	4	14.5	8	6	20	10	6
19	24.5	16	4	18.5	7	4	12.5	8	3	6.5	3	6	8	8	6	15	6	3	18	7	6
20	22	14	7	10.5	6	7	14	6	5	13.5	6	5	17	6	6	12.5	3	4	18	8	4
21	19.5	13	8	16.5	5	9	15.5	5	4	11	7	4	10	7	4	5	8	5	21	9	5
22	24	8	6	12.5	5	8	15.5	7	5	11.5	8	5	23.5	10	5	17.5	5	4	17.5	7	4
23	26	10	5	16	8	5	16	8	6	10.5	9	4	14	5	4	13.5	7	5	18	4	5
24	18.5	10	4	15	4	7	11	6	4	12.5	7	7	16	12	5	12	8	6	16	8	6

25	17.5	14	5	16	7	5	16	3	6	11	4	4	13.5	8	6	16	6	5	17.5	7	4
26	25.5	14	6	12	3	6	12	8	6	10.5	6	3	16	5	4	14.5	5	4	17	8	6
27	21.5	8	7	13.5	8	5	13.5	5	5	13.5	7	5	12	15	6	4	6	3	18.5	12	6
28	16.5	13	8	10	5	4	11	7	4	12	8	4	16.5	12	6	13	8	6	18	13	8
29	22	16	6	15	4	6	13	8	4	11	5	5	11	14	8	17.5	6	5	18.5	7	7
30	26.5	12	5	12.5	7.7	4	12.5	6	5	10.5	3	3	14	13	7	13	5	3	16	10	6
31	18	16	7	15.5	8	7	15.5	4	4	11	5	2	14	12	7	15	4	4	16	11.5	5
32	20.5	11	8	5.5	6	4	15.5	7	6	13	4	5	13	14	4	12.5	5	4	25.5	9	4
33	24	14	6	16	5	5	16	8	6	11.5	6	3	10.5	13	6	12	9	4	16	7	6
34	24.5	14	7	14	11	7	14	6	3	13	6	4	15	15	7	11	7	6	18.5	10	5
35	27	13	8	13.5	10	4	13.5	5	4	6.5	7	4	14.5	16	8	10.5	8	6	16.5	12	4
36	26	10	6	18	8	7	11	4	5	8.5	5	5	16	13	5	13.5	6	6	25.5	9	5
37	28.5	15	7	10	12	5	11.5	5	6	7.5	6	5	12	14	3	12	10	5	18	8	4
38	17.5	14	8	17	7	6	10.5	6	5	9.5	5	3	25.5	15	5	7	8	7	20.5	7	5
39	19.5	16	5	13	10	5	14.5	7	5	7	4	5	16	10	4	16.5	11	4	24	6	6
40	16	12	6	16	12	7	14	8	6	8	8	6	12.5	11	6	12.5	9	5	24.5	7	4
41	25	11	5	12	8	6	16.5	6	6	6.5	4	3	16.5	12	6	17.5	10	6	27	8	6
42	24	16	4	16	4	4	13.5	5	4	7	7	2	26.5	15	7	16	11	5	20	10	7
43	27	12	7	11.5	7	7	16	3	5	10	8	4	18	12	6	14.5	13	4	23.5	12	8
44	22.5	16	6	14	9	5	12	9	4	5.5	3	3	20.5	15	7	16	6	6	24.5	14	5
45	24	14	7	16	8	6	16.5	5	5	12	5	5	24	5	8	13.5	8	6	18.5	11	6
46	27.5	15	6	13	5	5	11	8	6	8.5	4	3	24.5	16	6	14.5	7	4	17.5	9	4
47	24.5	7	7	10.5	4	4	14	5	4	5.5	7	4	27	14	7	15.5	9	5	24	11	6
48	19	9	8	15.5	12	5	14	4	6	7.5	8	3	20	13	6	7.5	7	4	23	12	6
49	22.5	8	6	14.5	11	7	13	5	6	12	6	3	23.5	11	5	5.5	8	5	21.5	13	9
50	24.5	13	7	13.5	6	4	12.5	6	5	8.5	2	5	24.5	10	5	9	6	4	18	10	7



Количество растений на площади рамки наибольшее, как и биомасса собранных водорослей (рис. 7).

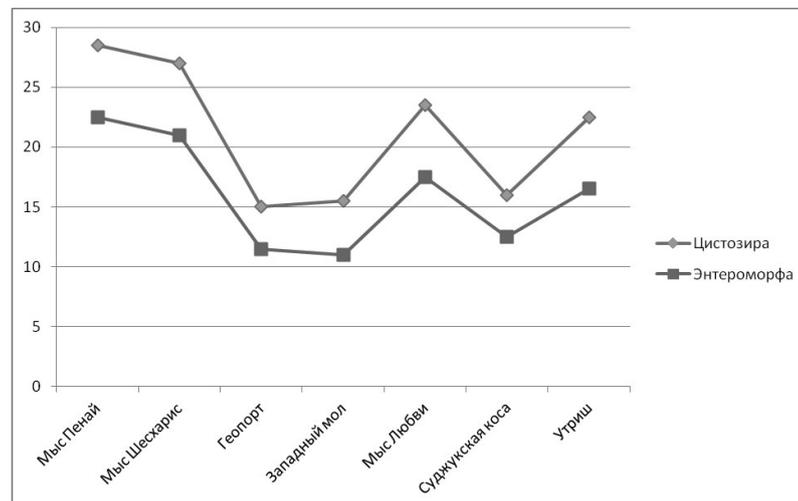


Рис. 7. График средних размеров водорослей в зависимости от условий произрастания

Изучение возможностей очистки морской воды при создании искусственных условий для поселения водорослей макрофитов

Для изучения роли водорослей при очистке морской воды мы перенесли несколько камней с прорастающими на них водорослями и создали искусственный барьер на пример рифа на глубине 1,5 м, в двух метрах от впадения ливневых вод в бухту, при этом были взяты пробы воды в ливневом сбросе и около созданного искусственного барьера.

В течение шести месяцев каждые две недели брались пробы водорослей для определения их прироста и пробы воды для проведения анализа на основные загрязнители. За полгода наблюдений большой разницы в качестве вод на химические вещества, по данным лаборатории Санэпидконтроля, не обнаружено, но при осмотре по физическим показателям и внешним данным было выявлено следующее:

- После дождей вода в ливневом сбросе мутнее, чем обычно, и часто имеет неприятный запах застоявшейся воды.
- После дождей у места сброса наблюдается большое количество мусора, часто мыльные и жировые разводы.
- В летнее время, во время периода засухи, сброса вод в ливневых стоках почти нет, они более прозрачны, но часто несут запахи канализационных вод.

Водоросли в первое время после переноса росли очень быстро, набирая не только рост, но и биомассу, что позволяло судить о наличии в воде большого количества органических веществ и удобрений. Но через два месяца, с начала июля, рост водорослей заметно замедлился и стали появляться эпифитные и нитчатые виды. В августе большая часть водорослей отмерла, особенно цистозира барбата, но в конце октября были отмечены новые поросли водорослей. Наибольшее количество составили энтероморфа и красные водоросли — церамиум рубрум. У основания камней отмечено большое количество двухстворчатых моллюсков и беспозвоночных, но сделать более точные измерения и сравнить состояние водорослей не удалось, так как для этого потребовалось разрешение и согласование с администрацией порта на все замеры и пробы. Поэтому сравнение изменений водорослей было только глазомерно и с помощью фотографий.

Выводы

1. Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в бухту, являются:

- синтетические моющие вещества;
- хлор и ему подобные химические реагенты;
- нефть и нефтепродукты;
- технические и бытовые воды, канализация, стоки дождевых вод.

2. Наиболее опасные загрязнители для водорослей — СМС и активные химические вещества, которые вызывают отмирание талломов.

3. Сократилось число видов красных и бурых водорослей, так как они не выдерживают такого загрязнения. Увеличивается число видов зелёных водорослей, которые способны выдерживать подобные загрязнения.

4. Необходима регуляция процессов сброса загрязняющих веществ, так как неверный хозяйственный подход приведёт к гибели экосистемы бухты, а также к гибели организмов.

5. Биомасса водорослей изменяется в течение года — с марта по июнь и в сентябре—ноябре. С июня по сентябрь возрастает число отдыхающих, что негативно сказывается на биомассе водорослей.

6. Наибольшая масса водорослей наблюдается в районе, связанном с открытым морем, на скалистых и каменистых грунтах, искусственных рифах.

7. В зависимости от условий изменяются параметры и размеры водорослей, наибольшие параметры имеют водоросли в районах умеренного волнения и рекреационной нагрузки, с небольшим уровнем загрязнения, а наименьшие — в местах интенсивной нагрузки и волнения, с высоким уровнем загрязнения.



8. В районах сброса ливневых вод биомасса водорослей макрофитов сначала быстро увеличивается, но к середине сезона происходит их вытеснение и замена другими, более приспособленными видами.

Заключение

Цемесская бухта сегодня на грани экологической катастрофы. Необходимы срочные меры, которые позволили бы сохранить животный и растительный мир Новороссийска, его окрестностей и бухты, жизнь и здоровье людей. Вдоль западного побережья бухты наблюдается тенденция к самоочищению воды за счёт выноса части загрязнения течением. Необходимы водоочистные сооружения, которые задерживали бы весь крупный мусор и разрушали ядовитые вещества перед тем, как им попасть в бухту.