

# ПРИЧОРНОМОРСЬКИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ

БЕРЕЗЕНЬ 2012

**ЗБЕРЕЖЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО**

**ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА**



*Екологічна політика* 7

*Екологічне законодавство* 33

*Наука, технологія та освіта* 71

*Стан та проблеми довкілля* 165

*Колонка екологічного інспектора* 187

*Екологічний калейдоскоп* 193

## 1. Екологічна політика

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И НЕПРЕРЫВНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВНЕДРЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ - ВАЖНЕЙШИЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ СОХРАНЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЧЕРНОГО МОРЯ И СТАБИЛЬНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКИХ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ <i>Передерий Л. П., Гончар С. В., Кокоржицкая А. А., Жолковский С. И.</i> .....	7
ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ЧОРНОГО МОРЯ <i>Кривошеєва О.М.</i> .....	9
«ЗЕЛЕНА» ЕКОНОМІКА ЯК СУЧАСНА ІДЕОЛОГІЯ СУСПІЛЬНОГО РОЗВИТКУ: ТЕОРІЯ ТА СЦЕНАРІЙ ВПРОВАДЖЕННЯ <i>Галушкіна Т.П.</i> .....	11
МЕТОДОЛОГІЯ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ РАМКОВОЇ КОНВЕНЦІЇ ООН ПРО ЗМІНУ КЛІМАТУ: ЧУЖИЙ ДОСВІД ТА ВЛАСНІ ПОМИЛКИ <i>Медведева М.О.</i> .....	17
ПЛАТА ЗА ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ КАК ИНСТРУМЕНТ «ЗЕЛЕННОЙ» ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В УКРАИНСКОМ ПРИДУНАВЬЕ <i>Рубель О.Е.</i> .....	23

## 2. Екологічне законодавство

НАКАЗ ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ РЕГЛАМЕНТУ ВСТАНОВЛЕННЯ НАЯВНОСТІ АБО ВІДСУТНОСТІ ОЗОНОРУЙНІВНИХ РЕЧОВИН У ТОВАРАХ, ЩО ПЛАНУЮТЬСЯ ДО ВВЕЗЕННЯ АБО ВИВЕЗЕННЯ	33
ПОЛОЖЕННЯ ПРО МОРСЬКІ ЕКОЛОГІЧНІ ІНСПЕКЦІЇ	40
НАКАЗ ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ПОЛОЖЕНЬ ПРО ТЕРИТОРІАЛЬНІ ОРГАНИ ДЕРЖЕКОІНСПЕКЦІЇ УКРАЇНИ	51
ПОЛОЖЕННЯ ПРО ДЕРЖАВНУ ЕКОЛОГІЧНУ ІНСПЕКЦІЮ В АВТОНОМНІЙ РЕСПУБЛІЦІ КРИМ, ОБЛАСТЯХ, МІСТАХ КИЄВІ ТА СЕВАСТОПОЛІ	52
ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПУ ДО ПУБЛІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ	62

## 3. Наука, технологія та освіта

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БАКТЕРИЙ РОДА BACILLUS <i>Псахис Б. И., Псахис И. Б.</i> .....	77
ДЕГРАДАЦИЯ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КУЯЛЬНИЦКОГО ЛИМАНА И ПУТИ ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ <i>Эннан А.А., Шихалеева Т.Н., Адобовский В.В., Герасимюк В.П., Шихалеев И.И., Кирюшкина А.И.</i> .....	75

## Зміст

МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОДИ РІЧОК ЗАКАРПАТТЯ <i>Гопченко С.Д., Катинська І.В.</i> .....	86
МОНІТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. Одессы <i>Шинкевич П.Л., Шурда К.Э.</i> .....	92
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ ЗІ СВАЛИЩ <i>Шалимов Н.А.</i> .....	99
СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОТ ДВИГАТЕЛЕЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СУДОВ СМЕШАННОГО ПЛАВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ПРИРОДНОГО ГАЗА <i>Егоров Г. В., Осадчий Е.Л.</i> .....	104
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОДЕССКОГО РЕГИОНА (2009-2011 ГГ.) <i>Адобовский В.В., Александров Б.Г., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Доценко С.А., Говорин И.А., Зотов А.Б., Миничева Г.Г., Теренько Я.М., Хомова Е.С., Шаццлло Е.И.</i> .....	112
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И МЕХАНИЗМЫ АКТИВИЗАЦИИ РЕЛИКТОВЫХ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЧУМЫ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ В ХУІІІ-ХХ ВЕКАХ <i>Русев И. Т.</i> .....	128

## 4. Стан та проблеми довкілля

ИНТЕГРАТИВНОСТЬ ЭКОЛОГО - ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ ЛЕЧЕБНЫХ РЕСУРСОВ <i>Мокиенко А.В., Шибанов С.Э., Колоденко В.А.</i> .....	165
СОСТОЯНИЕ МЕДИЦИНЫ ТРУДА В ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ <i>Панов Б.В., Гоженко А.И., Лебедева Т.Л.</i> .....	169
СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЯК ІНДІКАТОР ЯКОСТІ ДОВКІЛЛЯ (НА ПРИКЛАДІ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ) <i>Фролова Н.М., Грабко Н.В., Коріневська В.Ю.</i> .....	174
ЭКОЛОГИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ <i>Колодинский СБ.</i> .....	181

## 5. Колонка екологічного інспектора

ІНФОРМАЦІЯ ПРО РОБОТУ ЗАХІЩНО-ЧОРНОМОРСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ ОХОРОНИ, ВИКОРИСТАННЯ І ВІДТВОРЕННЯ ВОДНИХ ЖИВИХ РЕСУРСІВ ТА РЕГУЛЮВАННЯ РИБАЛЬСТВА за 2011 р.	187
---	-----

## г. Екологічний калейдоскоп

ЗНАЧЕННЯ ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ДЛЯ ПІДТРИМКИ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ ТА РОЗВИКУ ТУРИЗМУ ОДЕСЬКОГО РЕГІОНУ <i>Лошкарєва П.П.</i> .....	193
НОВІ НАДХОДЖЕННЯ З ПИТАНЬ ЕКОЛОГІЇ	195

Адобовский В.В., Александров Б.Г., Богатова Ю.И., Большаков В.Н., Доценко С.А., Говорин И.А., Зотов А.Б., Миничева Г.Г., Теренько Л.М., Хомова Е.С., Шацилло Е.И. Одесский филиал Института биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины, ул. Пушкинская 37, 65011 Одесса, Украина, [alexandrov@paco.net](mailto:alexandrov@paco.net)

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ОДЕССКОГО РЕГИОНА (2009-2011 ГГ.)

### Введение

Проблема глобального изменения климата и прогнозирование возможных изменений водных и наземных экосистем в настоящее время чрезвычайно актуальна. Только относительно Черного моря за последние годы этой проблеме было посвящено три международных симпозиума, по итогам которых было представлено около 100 публикаций [8,10,11]. Особое внимание к этой проблеме привлекает тот факт, что вне зависимости от того имеют ли современные тенденции изменения климата природные или антропогенные причины, существенное изменение условий среды может стать серьезной угрозой цивилизации или, по крайней мере, ее устойчивого развития [9]. В настоящее время признано, что наблюдаемые региональные изменения климата обусловлены его глобальными изменениями. Они проявляются в повышении приземной температуры воздуха (особенно в зимний период), увеличении количества экстремальных метеорологических явлений [8]. Аномалии последнего десятилетия в региональном климате северного Причерноморья, оказывают воздействие на биотическую компоненту экосистемы, что проявляется в изменении структуры растительных и животных сообществ, нарушении скорости синтеза и трансформации органического вещества, в первую очередь, в прибрежных экосистемах.

Районом исследований был определен Одесский регион северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) - прибрежная зона, ограниченная линией берега от Ильичевского порта до порта Южный и морской границей на расстоянии около 10 км от берега. Протяженность береговой линии Одесского региона составляет 50 км. В этой зоне расположены портовые и берегозащитные гидротехнические сооружения, пляжи Одессы и Ильичевска, а также рейдовые стоянки судов Ильичевского, Одесского и Южного портов. В прибрежной зоне с особой интенсивностью осуществляется взаимодействие человека с окружающей средой.

Целью работы было оценить реакцию биотической составляющей морской экосистемы в пределах Одесского региона на аномальную климатическую ситуацию 2009-2011 годов.

Наряду с оценкой структурных и функцио-

нальных изменений биоты предпринята попытка оценить устойчивость планктонных и бентосных сообществ к климатическим аномалиям, способным нарушить региональные закономерности функционирования экосистемы.

### Материал и методы

В основу гидролого-метеорологических наблюдений положены данные Дунайской Гидрометеорологической обсерватории (ДГМО), Морского отделения Украинского научно-исследовательского гидрометеорологического института (УкрНИГМИ), Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей (ГМЦЧМ), а также Морской геофизической лаборатории Одесского государственного экологического университета (МГФЛ). Анализ климатической ситуации 2010 г. в Одесском регионе проводился на основе данных о температуре воздуха (Т), и осадках (Р) [6]. Потоки солнечной энергии (Q) в суточном и годовом циклах рассчитывались по оригинальной авторской модели.

Гидрохимические наблюдения базировались на результатах анализа 350 проб морской воды и 75 проб донных отложений, отобранных в Одесском регионе в 2009-2011 гг. В воде и поровых растворах отложений определяли растворенное органическое вещество (РОВ), растворенные минеральные и органические соединения азота и фосфора, а также кремний.

Количественные сборы фитопланктона осуществляли еженедельно в прибрежной зоне Одесского залива, а в период «цветения» воды учащали. Всего с поверхности моря с 2009 по 2011 гг. было отобрано 153 пробы. В зависимости от обилия микроводорослей учет их численности вели как в неконцентрированных пробах, так и в сгущенных. С этой целью применяли метод обратной фильтрации с использованием нуклеопоровых фильтров с диаметром пор 2 мкм. Пробы фитопланктона обрабатывали в «живом» состоянии. Подсчет микроводорослей проводили под световым микроскопом при увеличении x200 в счетной камере Ножота объемом 0,05 мл. Вариабельность длины нитей сине-зеленой водоросли *Nodularia spumigena* (наиболее многочисленной в исследуемый период) составляла от сотен до нескольких тысяч микрон, поэтому при расчете

биомассы была использована методика HELCOM [15]. Для расчета биомассы форму нитей приравнивали к цилиндру, измеряли ширину нитей 100 мкм длины, затем определяли их объем.

Для оценки планктонных и бентосных автотрофных сообществ наряду с видовым составом, численностью и биомассой использовались показатели поверхности одноклеточных и многоклеточных водорослей [15]. Экологическая активность сообществ фитобентоса и фитопланктона характеризовалась с помощью показателя их удельной поверхности ( $S/W$ ), а интенсивность автотрофного процесса - с использованием индекса поверхности фитоценозов (ИП<sub>ф</sub>). Для универсализации оценки изменчивости климатических факторов и структурно-функциональных параметров автотрофов, был использован единый показатель - коэффициент осцилляции ( $V_{\text{ос}}$ , %) [2]. Для климатических факторов данный коэффициент рассматривался в качестве меры «стабильности погоды» по температуре, осадкам, потоку солнечной энергии ( $V_{\text{р(ТОР)}}$ ), для растительных сообществ - как характеристика их «пластичности» через показатели поверхности отдельных сообществ и фитоценозов ( $V_{\text{р(автотроф(ф)ов)}}$ ). Отношение:  $V_{\text{р(автотроф(ф)ов)}}/V_{\text{ос}}$  рассматривалось в качестве меры «устойчивости» автотрофных сообществ.

Реакцию донных беспозвоночных на климатические изменения изучали на примере массовых видов двусторчатых моллюсков в составе обрастания твердых искусственных субстратов. Пробы мидий *Mytilus galloprovincialis* и митиластера *Mytilaster lineatus* отбирали ежемесячно с апреля по октябрь в 2009-2011 гг., с подводной поверхности бетонных траверсов (горизонт отбора 1-1,5 м) в четырёх пляжных акваториях Одесского залива СЗЧМ. Определяли численность моллюсков ( $N$ , тыс. экз/м<sup>2</sup>), их биомассу ( $M$ , кг/м<sup>2</sup>), её долю в общей массе обрастания ( $P$ , %), индивидуальную массу моллюска ( $M_i$ , г) и сухую массу его мягкого тела ( $M_s$ , г).

### Результаты и обсуждение

До конца прошлого столетия за весь период наблюдений у побережья г. Одессы при наличии межгодовых и внутривековых колебаний, общей значимой тенденции увеличения либо уменьшения среднегодовой температуры воды поверхностного слоя моря не наблюдалось. Существенное повышение среднегодовой температуры воды произошло в первое десятилетие текущего столетия. Если ее среднемноголетнее значение для поверхностного слоя моря в 1951-2000 гг. составляло величину 11,3 °С, то в период 2001-2010 гг. - 12,5 °С. Напротив, в многолетнем ходе сред-

негодовой солености воды поверхностного слоя отмечалась значимая тенденция ее понижения за весь выше указанный период. В 2001-2010 гг. среднегодовая соленость воды еще более понизилась. Если среднее многолетнее значение годовой солености воды в 1951-2000 гг. составляло величину 14,6 ‰, то в 2001-2010 гг. - 13,7 ‰. Таким образом, можно констатировать, что для первого десятилетия текущего столетия в Одесском регионе отмечено повышение температуры и снижение солености водных масс. Такая гидрологическая ситуация явилась следствием общего климатического потепления и повышения водности. Последнее подтверждается высокими объемами годового стока рек, впадающих в СЗЧМ. Увеличение объемов годового стока Дуная и Днестра привело к уменьшению среднегодовой солености поверхностного слоя.

На фоне отмеченных изменений 2010 год выделялся наиболее аномальными гидрометеорологическими характеристиками. Зима 2009-2010 гг. в Одесском регионе была умеренной (сумма градусо-дней мороза составила -229,7 еС) и отличалась обилием осадков. Средняя зимняя температура воздуха составляла -1,6 еС при климатической норме -0,3 еС. Если в январе аномалия температуры воздуха была -1,7 еС, то среднемесячные температуры воздуха последующих месяцев 2010 г., за исключением октября, превышали норму. Наибольшее превышение наблюдалось в августе, когда значение температуры воздуха было 26,2 еС при норме 21,5 еС. Если за весь 2009 год в Одессе выпало 405 мм осадков, то из этой суммы на последний квартал 2009 г. пришлось 191 мм, т.е. 47 %. В зимний период: декабрь 2009 г. - февраль 2010 г., при норме 97 мм, выпало 275 мм, т.е. фактически три нормы осадков. За весь 2010 г. выпало 738 мм осадков, что превысило норму в 1,7 раза. В бассейнах наибольших рек, впадающих в СЗЧМ, также отмечалось превышение нормы осадков, выпавших в зимний период. Так, в бассейне Днестра в Киеве зимой выпало 1,6 нормы осадков, в Могилеве 1,4 нормы. В бассейне Дуная в Будапеште 1,4 нормы, в Белграде 1,7 нормы [7].

Аномальные климатические условия зимы 2009-2010 гг. и весны 2010 г. на фоне существенного увеличения объема выпавших осадков (Рис. 1) способствовали резкому возрастанию стока рек, впадающих в СЗЧМ. Объем стока Дуная в 2010 г. составил 299,4 км<sup>3</sup>, при среднем значении за предыдущие 30 лет 207,1 км<sup>3</sup>, и был самым большим с 1950 г.

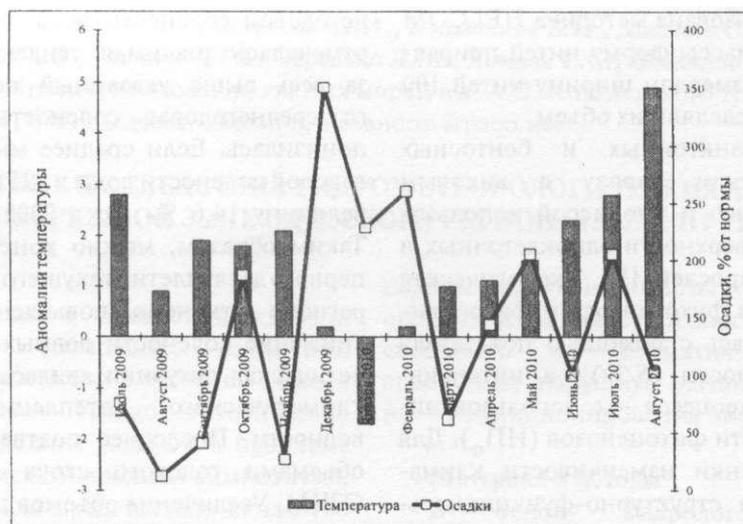


Рис. 1. Месячные аномалии температуры (Т) и осадков (Р) в 2009-2010 гг.

Объем стока Днепра в 2010 г. составил 47,3 км<sup>3</sup>, при среднемноголетнем значении 41,7 км<sup>3</sup> (данные ДГМО, УкрНИГМИ). Необычно большой объем речного стока, а также высокая повторяемость ветров (59-74 %) тех направлений, которые осуществляли подпор дунайских и днестровских вод, затрудняя их продвижение на юг в сторону румынских берегов, привели к тому, что уровень моря у берегов Одесского региона в 2010 г. был существенно выше среднемноголетних значений. Если среднегодовое значение уровня в 1980-2009 гг. составило 488 см, то среднее значение в 2010 г. было 503 см (данные МГФЛ). Климатические аномалии в атмосфере и увеличение объема стока рек в 2010 г. повлияли на гидрологические характеристики Одесского региона. Средняя годовая температура поверхностного слоя воды составила 13,6 °С, что на 1,3 °С превысила среднее значение за предыдущие 10 лет (данные МГФЛ). Соленость поверхностного слоя воды составила 12,6 ‰, что на 1,4 ‰ оказалось ниже, чем за предшествующее

десятилетие (данные ГМЦЧАМ). Особенно значительными были температурные аномалии воды в летний период (Рис. 2, табл. 1). Таблица 1 характеризует высокую степень аномальности 2010 г.: если в 2008 и 2009 гг. температура воды поднималась выше 26 °С на считанные часы, то в 2010 г. она превышала этот рубеж в течение более четырех недель, более суток была выше 29 °С. Абсолютный максимум температуры воды 2010 года превосходил абсолютные максимумы двух предыдущих лет более чем на 3 °С.

К аномальным гидрометеорологическим процессам можно отнести также необычайно высокую повторяемость штормового волнения с высотами волн более 1,0 м зимой 2009-2010 гг.. Она составила 36,7 %, по сравнению со средним значением равным 13,7 %, отмечавшимся за предыдущие 30 лет. Повторяемость штормового волнения в летний период 2010 г. - 4,7 % в 3 раза превысила эту характеристику за предыдущие 30 лет (данные МГФЛ).

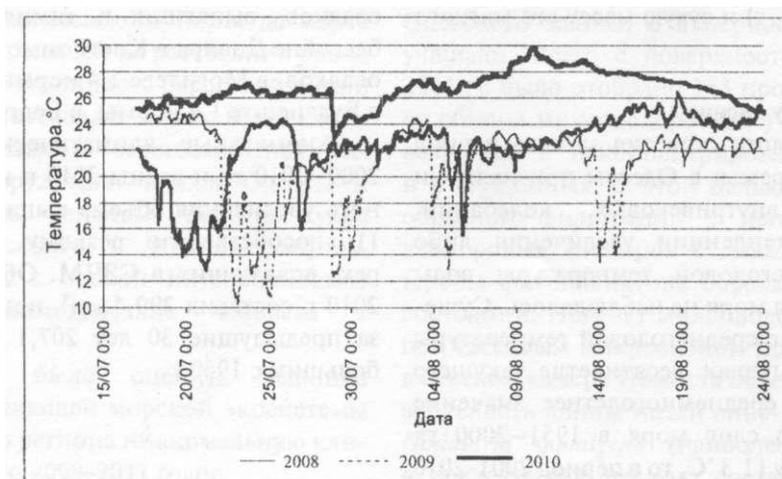


Рис. 2. Наиболее высокие температуры воды в летние периоды 2008-2010 гг.

Таблица 1.

Продолжительность превышения температурой воды некоторых аномальных значений.

Год	Температура выше:				Максимальная Дата, время
	26°C	27°C	28°C	29°C	
2008	5 часов	не было	не было	не было	26,45 18.08; 17:00
2009	7 часов	не было	не было	не было	26.18 29.06; 18:30
2010	28,4 суток	14,5 суток	5,7 суток	1,2 суток	29.89°C 10.08: 01:00

В 2011 г. среднегодовые значения основных гидрологических характеристик находились на уровне среднемноголетних значений, а именно: температура поверхностного слоя воды - 11,9 °С, соленость - 14,0 ‰, уровень - 486 см, повторяемость штормового волнения зимой 2010-2011 гг. - 12,5 %, летом - 1,1 % (данные МГФЛ).

По результатам морских экспедиционных исследований ОФинБЮМ, проведенных в Одесском регионе в конце июня 2010 г. и в начале июля 2011 г. по стандартной сетке станций, видно, что средняя по акватории температура воды поверхностного слоя летом 2011 г. была на 2 °С, а придонного слоя на 4 °С ниже, чем в это же время 2010 г. Напротив, средняя по акватории соленость поверхностного слоя летом 2011 г. была на 2 ‰, а придонного на 1 ‰ выше, чем летом 2010 г. Средняя по акватории прозрачность летом 2011 г.

была почти на 1 м больше, чем в предыдущем году. В летний период 2011 г., повторяемость ветров сгонных направлений была выше, по сравнению с предыдущим годом (табл. 2).

Исследования 1980-2011 гг. показали, что воды Одесского региона характеризовались высокими концентрациями минеральных и органических форм азота и фосфора, а их максимальное содержание приблизилось к значениям на взморье Дуная (Рис. 3). Изменчивость гидрохимических показателей имела выраженный сезонный характер и была связана с поступлением в район биогенных веществ природного и антропогенного происхождения, в частности, в результате синтеза автохтонного органического вещества в ходе развития фитопланктона и его последующей деструкции в экосистеме.

Таблица 2.

Средние значения гидрометеорологических характеристик Одесского региона в летний период 2010 г. и 2011г.

Год	Т пов, °С	Т дно, °С	S пов, ‰	S дно, ‰	Прозрачность, м	Повторяемость сгонных ветров, %
2010	23,5	15,5	12,73	15,87	3,0	37,5
2011	21,5	11,3	14,97	16,84	3,7	48,6

Для вод Одесского района характерно нарушение природных соотношений главных биогенных элементов N и P. Так, среднее значение соотношения N : P в 1989-1999 гг. составляло 3:1, в 2005-2011 гг. - 6:1, что является показателем несбалансированности экосистемы по азоту. Одесский регион испытывает нехватку минеральных соединений азота, т.к. концентрации соединений фосфора регулярно пополняются из антропогенных источников мегаполиса Одесса. Климатические особенности 2010 г. отразились на формировании гидрохимического режима. Сброс воды с каскада Днепровских водохранилищ после аномальной по количеству осадков зимы 2009-2010 гг. с марта по май привело к опреснению

воды до солености < 12‰, а также повышению содержания минерального азота до 1,61 мг N-дм<sup>3</sup> и растворенных органических веществ (1,64 мг N-дм<sup>3</sup>, 0,073 мг P-дм<sup>-3</sup>).

Высокое содержание азота и ранний прогрев водных масс из-за высокой температуры воздуха в мае способствовали интенсивному развитию фитопланктона до конца сентября. Впервые в июле 2010 г. в СЗЧМ была зарегистрирована сверхвысокая концентрация фитопланктона, достигшая величины 6,2 кг·м<sup>-3</sup>. «Цветение» воды было вызвано вспышкой развития потенциально токсичной сине-зеленой водоросли *Nodularia spumigena* при температуре морской воды 24,9-27,0 °С и солености 12,9-14,5 ‰. На разных

этапах «цветения» *N. spumigena* её вклад колебался от 58,2 до 99,7 % по биомассе. Ранее этот вид водорослей никогда не вызывал «цветения» и встречался в незначительных количествах, Высокие концентрации водоросли привели к

повышению трофности воды до экстремальных значений. Доминирование различных видов сине-зеленых в 2010 г. продолжалось в течение трех месяцев (июль-сентябрь), сменяя друг друга (Рис. 4).

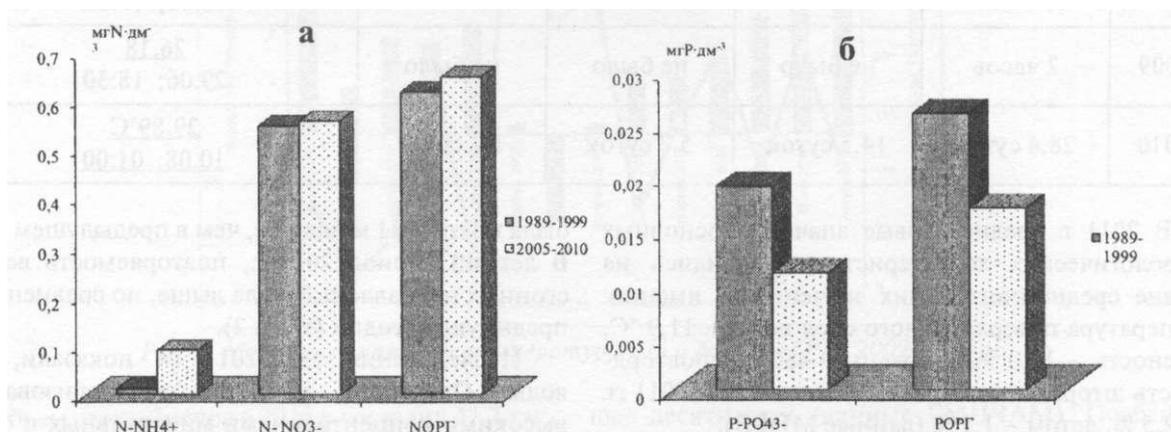


Рис. 3. Многолетняя изменчивость соединений азота (а) и фосфора (б) в Одесском регионе СЗЧМ.

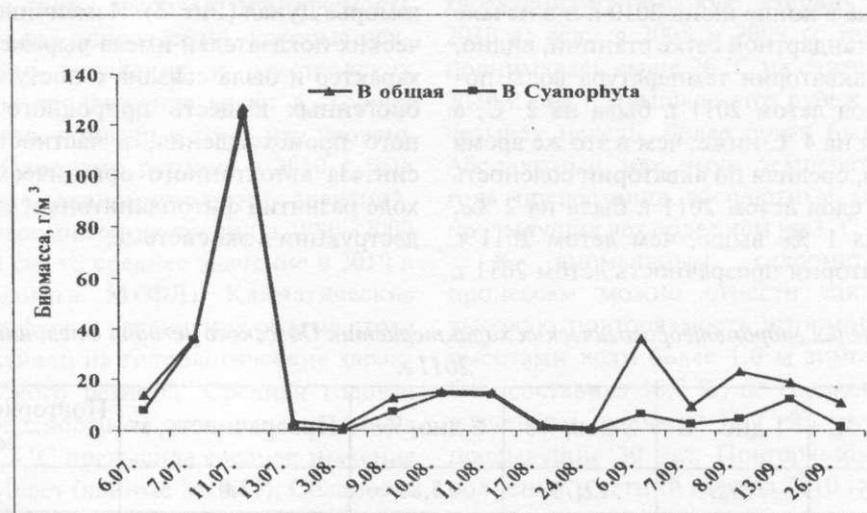


Рис. 4. Изменение биомассы фитопланктона и сине-зеленых водорослей (Cyanophyta) в летне-осенний период 2010 года.

Пространственные характеристики формирования и распространения зоны «цветения» воды в СЗЧМ хорошо прослеживаются по спутниковым снимкам MODIS Aqua. Начальная фаза «цветения» была отмечена 2-4 июля и охватывала прибрежную часть Одесского региона между Днепровско-Бугским и Днестровским лиманами (Рис. 5 а). К 12 июля «цветение» с характерными полосами различной интенсивности отмечалось практически на всей акватории СЗЧМ (Рис. 5 б.). Область «цветения» 14 июля располагалась на некотором удалении от западного побережья и охватывала всю центральную часть СЗЧМ (Рис. 5 г).

Усиление фотосинтеза сопровождалось сни-

жением содержания минеральных форм азота и кремния, ростом растворенных органических соединений азота и фосфора - продуктов жизнедеятельности фито- и зоопланктона. Аномально высокая температура воды и отсутствие ветрового перемешивания в июле-августе 2010 г. способствовали быстрому рециклингу органических соединений в минеральные, которые вновь вовлекались в биотический круговорот и стимулировали дальнейшее развитие фитопланктона. Об этом свидетельствовали высокие средние значения содержания растворенных органических веществ (POB, N<sub>org</sub>) в прибрежной зоне в 2010 г. Их концентрация превышала таковые в 2009 и 2011 гг. (табл. 3).

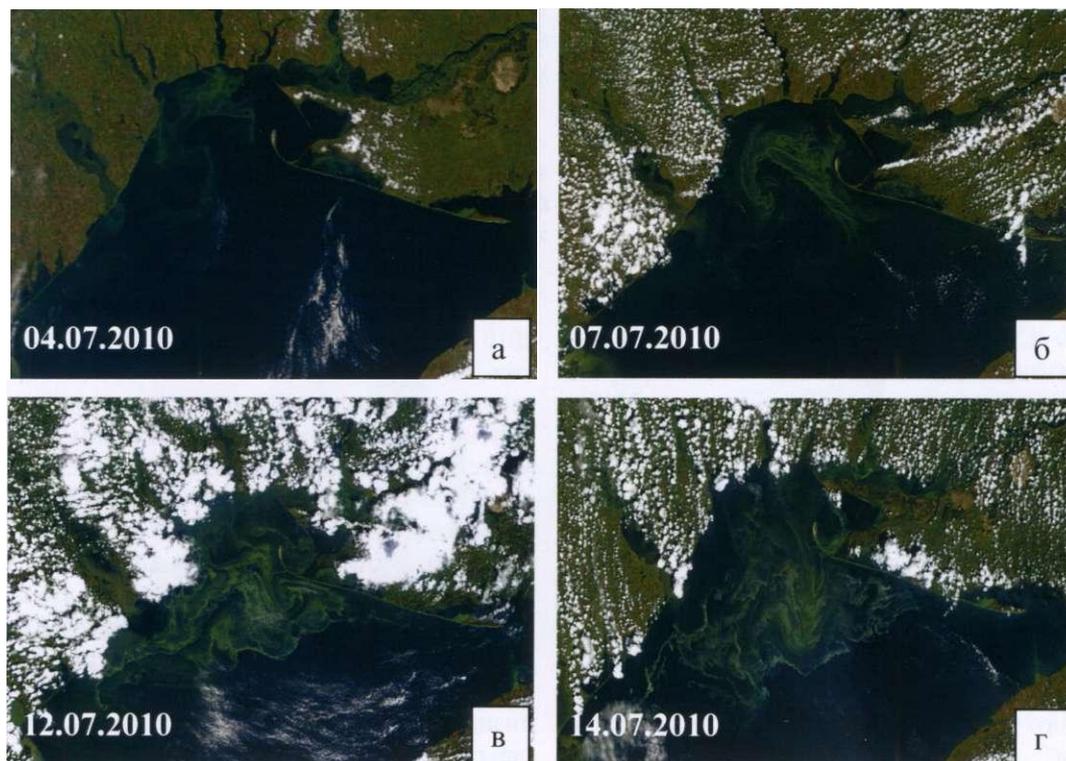


Рис. 5. Спутниковые снимки «цветения» *Nodularia spumigena* в Черном море.

Таблица 3.

Диапазон изменчивости и средние значения некоторых гидрохимических показателей в прибрежной зоне Одесского района в 2009-2011 гг.

Показатель	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Р <sub>ОВ</sub> , мгО · дм <sup>-3</sup>	<u>0,093-4,14</u> 2,70	<u>0,56-8,05</u> 3,14	<u>0,28-10,91</u> 2,91
N <sub>мин.</sub> , мгN · дм <sup>-3</sup>	<u>0,021-0,394</u> 0,111	<u>0,009-0,223</u> 0,071	<u>0,009-0,868</u> 0,095
N <sub>орг.</sub> , мгN · дм <sup>-3</sup>	<u>0,10-1,97</u> 0,95	<u>0,10-5,01</u> 1,11	<u>0-6,17</u> 0,74
P <sub>мин.</sub> , мгP · дм <sup>-3</sup>	<u>0,003-0,033</u> 0,022	<u>0,001-0,047</u> 0,015	<u>0,001-0,046</u> 0,011
P <sub>орг.</sub> , мгP · дм <sup>-3</sup>	<u>0,002-0,033</u> 0,015	<u>0,001-0,068</u> 0,023	<u>0,001-0,147</u> 0,024
Si, мг · дм <sup>-3</sup>	<u>0,96-3,22</u> 1,52	<u>0,47-2,53</u> 1,39	<u>0,40-3,13</u> 1,39

В июле 2010 г. было отмечено абсолютное доминирование *N. spumigena* (средняя биомасса 572,3 г · м<sup>-3</sup>). В августе при температуре воды 30,0 °C и солености 10,7 ‰ доминировал комплекс других видов сине-зеленых: *Aphanizomenon flos-aquae* (7,8 г · м<sup>-3</sup>), *Oscillatoria kisselevii* (3,4 г · м<sup>-3</sup>), *Spirulina laxissima* (1,5 г · м<sup>-3</sup>) и *Anabaena flos-aquae* (0,7 г · м<sup>-3</sup>), вклад которых в биомассу составил 94,0 %. В сентябре при повышении солености до 14,3 ‰ наблюдалось «цветение» типичного для эвтрофных

условий вида *Microcystis aeruginosa* (12,2 г · м<sup>-3</sup>), максимальная биомасса которого в прибрежной зоне Одесского залива достигала 17,7 г · м<sup>-3</sup> (67,0 %). В целом, среднегодовая биомасса фитопланктона в 2010 г. составляла 15,0 г · м<sup>-3</sup> и в 2,5 раза превышала её значения в 2009 г. Сравнительный анализ развития фитопланктона в вегетационный период 2009 – 2011 гг. показал максимально высокие значения её в 2010 г. (190,9 г · м<sup>-3</sup>), что превысило значения таковой в 2009 г. (10,1 г · м<sup>-3</sup>) на порядок,

в 2011 г. ( $2,2 \text{ г} \cdot \text{м}^{-3}$ ) на два порядка.

Согласно распространенным представлениям [12], «цветение» воды, вызванное определенными видами нитчатых и колониальных сине-зеленых водорослей, возникает при наличии комплекса благоприятных физических, химических и биотических условий для их развития. Согласно данным [14] нодулярия способна к развитию в широком диапазоне солености  $0 - > 30 \text{ ‰}$ , поэтому случаи ее «цветения» связывают с повышением температуры воды в поверхностном слое ( $> 20 \text{ °C}$ ) и сильной вертикальной стратификацией. Объяснением причины первого случая «цветения» воды, вызванного *N. spumigena* в 2010 г. также могут служить специфические гидрологические условия, которые создались в летнее время в исследуемом районе моря. Пусковым (триггерным) механизмом, стимулирующим развитие *N. spumigena*, стала высокая скорость изменения гидрологических условий от их среднего уровня ( $T = 24 \text{ °C}$ ,  $S = 11,5 \text{ ‰}$ ) как в прямом, так и обратном направлении (Рис. 6), а также изменение соотношения биогенных веществ в сторону двукратного увеличения минеральных форм азота.

Таким образом, вероятной причиной аномального развития сине-зеленых в планктоне СЗЧМ стало сочетание пониженной солености морской воды, ее высокая температура, штилевые условия, а также обилие минеральных и растворенных органических веществ, связанных с речным стоком и большим объемом атмосферных осадков. Тем не менее, наличие одного из этих факторов в отдельности, или в сочетании с другими, пока не

дает возможности точно предсказать возникновение «цветения» сине-зеленых водорослей.

Активное развитие фотосинтеза с мая по сентябрь 2010 г. отразилось на качестве донных отложений района, где происходило накопление отмершего органического вещества. Так, летом 2011 г. в поровых растворах донных отложений на глубинах 10-20 м отмечено заметное увеличение минеральных и органических соединений фосфора, кремния, органического азота (Рис. 7).

Таким образом, климатические особенности 2010 г. способствовали созданию сверхвысоких концентраций взвешенного органического вещества и его накоплению в донных отложениях района - мощном дополнительном источнике биогенных соединений в экосистеме СЗЧМ.

Недавно проведенные исследования показали, что высокая устойчивость планктонных и бентосных водорослей умеренных широт (например, СЗЧМ) к современным изменениям климата, связана с их высокой природной пластичностью [13]. Количественный анализ устойчивости структурно-функциональной организации автотрофных сообществ анализировался, в том числе, и в годы для которых не наблюдались явно выраженные гидролого-климатические аномалии. Анализ реакции сообществ фитопланктона и макрофитов Одесского побережья в 2008-2009 годах подтвердил существование связи между «стабильностью погоды» и «пластичностью» автотрофных сообществ. По сравнению с 2009 в 2008 году в прибрежной зоне Одесского залива климатические факторы (Т и Q) имели большую изменчивость.

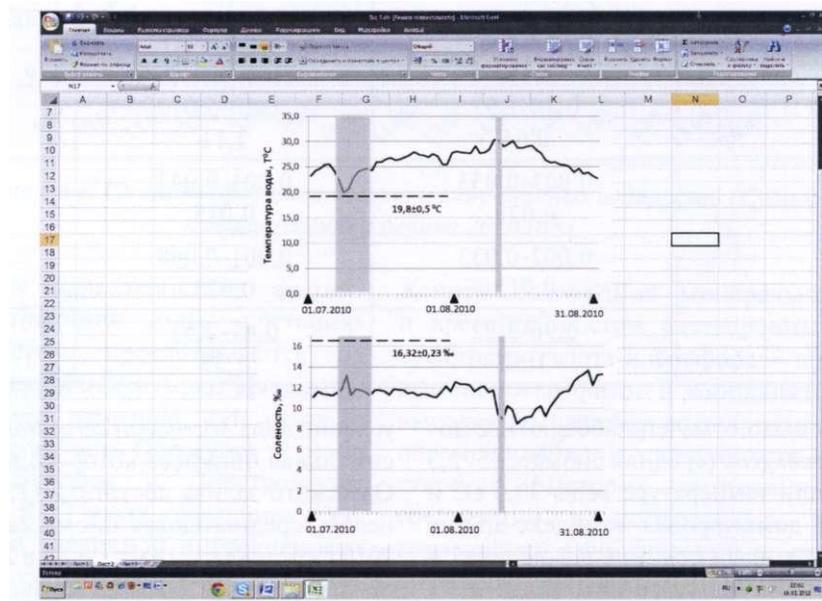


Рис. 6. Гидрологическая характеристика поверхностного слоя морской воды Одесского залива в июле-августе 2010 г. (данные МГФЛ). Периоды «цветения» *N. spumigena* обозначены серым цветом, пунктиром - средний уровень температуры морской воды и солености в июле в Одесском заливе [1].

Соответственно в 2008 г.  $V_R$  макрофитов был на 18 %, а  $V_R$  фитопланктона - на 26 % выше, чем в 2009 г. При этом, в этот период, «устойчивость» и фитопланктона и макрофитов к воздействию климатических факторов превысила единицу (Рис. 8). Таким образом, в водных экосистемах умеренных широт, для всех жизненных форм автотрофов наблюдается высокий уровень устойчивости к

климатическим факторам ( $V_{R(R_{(T,Q)_{(T,Q)}})} / V_{R(T,Q)} > 1$ ). Высокая природная пластичность различных типов водной растительности, обеспечивает оперативную перестройку структурно-функциональной организации автотрофного компонента экосистемы, без нарушения среднего уровня интенсивности продукционного процесса, характерного для региона.

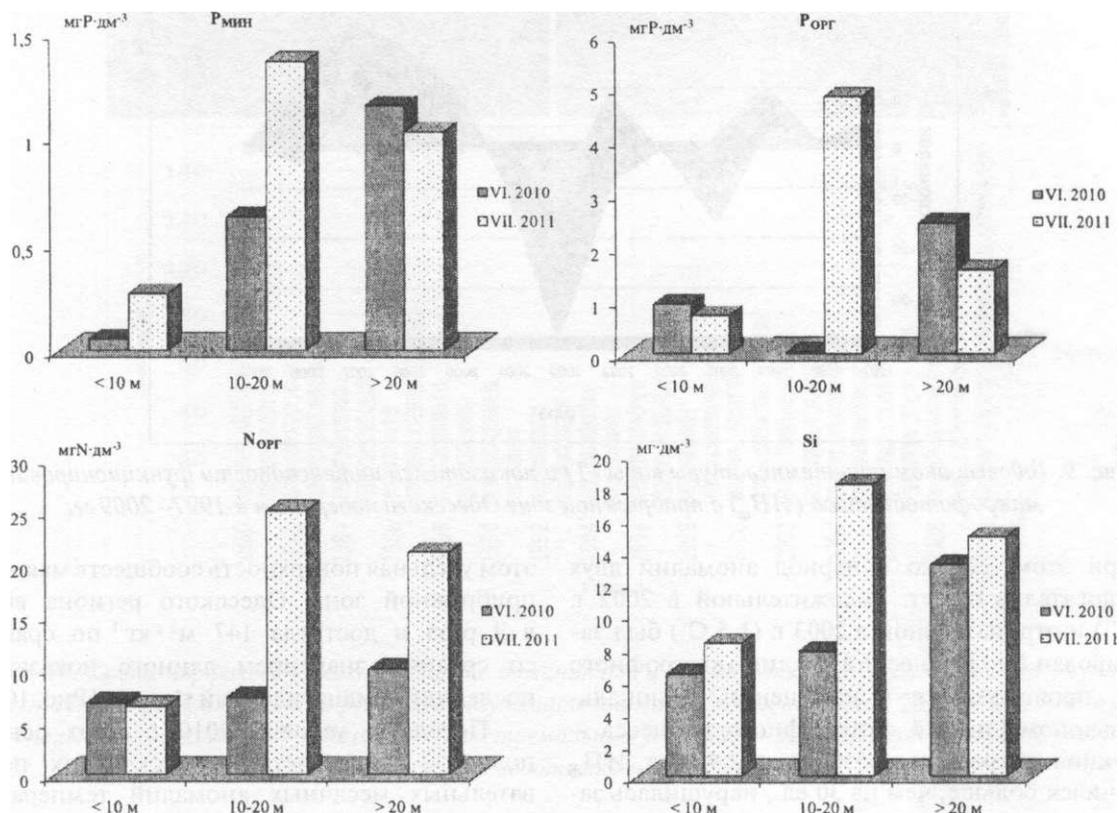


Рис. 7. Изменчивость содержания некоторых соединений в поровых растворах донных отложений Одесского региона в 2010-2011 гг.

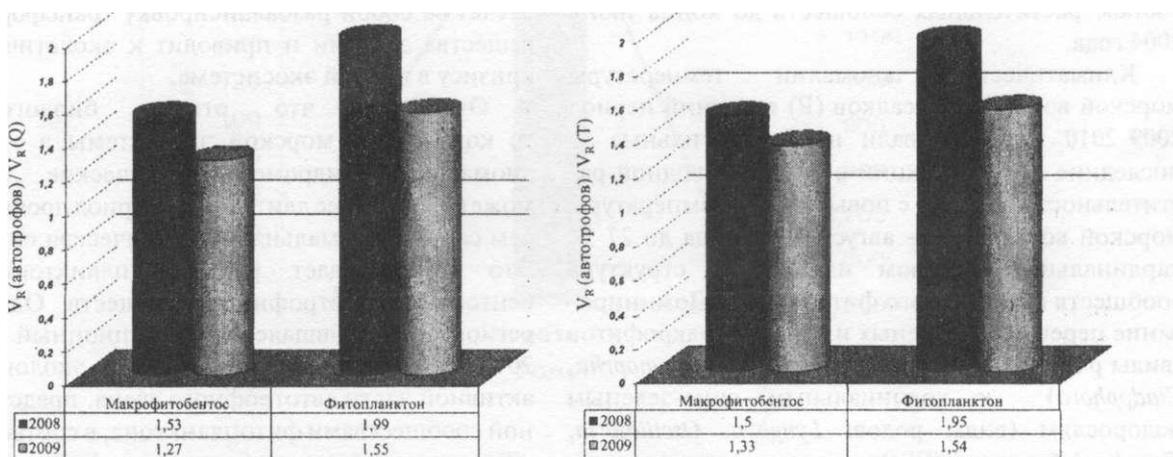


Рис. 8. Устойчивость сообществ макрофитобентоса и фитопланктона  $V_{R(автотрофов)} / V_{R(T,Q)}$  к действию изменчивости: а - потока солнечной энергии (Q), б - температуры воды (T).

Эволюционно выработанное соответствие между «стабильностью погоды» определенных климатических поясов и географических регионов, а также «пластичностью» биологического компонента расположенных там экосистем может быть нарушено значительными климатическими аномалиями. Например,

в последнее десятилетие в СЗЧМ наблюдалось несколько ситуаций при которых годовые аномалии температуры морской воды составляли от 0,5 до 1,0 °С. Для этого периода выявлена высокая степень гармонизации аномалий погоды и аномалий развития донной растительности (Рис. 9).

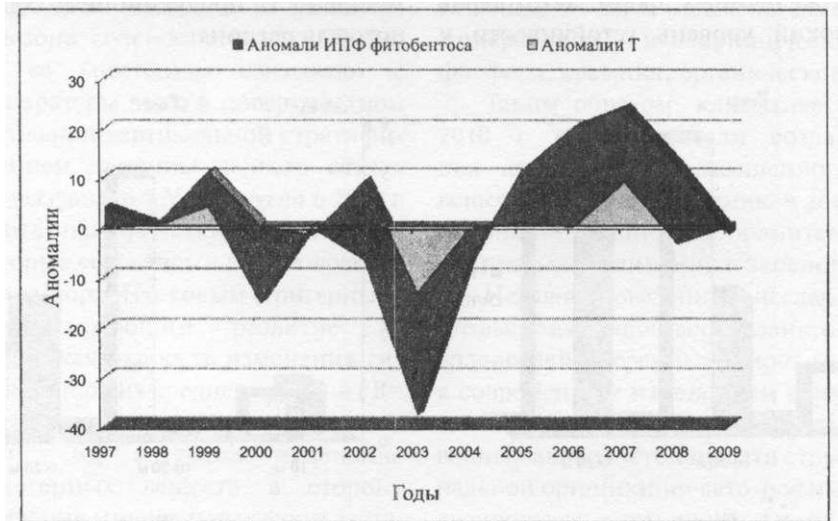


Рис. 9. Годовые аномалии температуры воды (Т) и показателей интенсивности функционирования макрофитобентоса (ИПФ) в прибрежной зоне Одесского побережья в 1997-2009 гг.

При этом, только в период аномалий двух последовательных лет: положительной в 2002 г. (1,0 °С) и отрицательной в 2003 г. (1,5 °С) был зафиксирован биологический отклик автотрофного звена, проявившийся в нарушении региональных закономерностей автотрофного процесса — продукция макрофитов возросла в 2,4 раза, ИП<sub>0</sub> увеличился больше, чем на 30 ед., нарушилась закономерность сезонной динамики флористического состава донной растительности. Такие представители макрофитов холодноводного периода, как: *Desmarestia viridis*, *Punctaria latifolia*, *Ectocarpus siliculosus* var. *siliculosus* продолжили вегетацию в составе растительных сообществ до конца июня 2004 года. /

Климатические аномалии температуры морской воды (Т) и осадков (Р) в зимний период 2009-2010 годов вызвали наиболее сильные за последние 30 лет реакции в развитии водной растительности. В связи с повышением температуры морской воды июле - августе 2010 года до 27 °С кардинальным образом изменилась структура сообществ прибрежного фитобентоса. Доминирование перешло от зеленых и красных макрофитов (виды родов: *Ceramium*, *Polysiphonia*, *Enteromorpha*, *Cladophora*) к колониальным сине-зеленым водорослям (виды родов: *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Spirulina*). Такая замена привела к увеличению экологической активности (S/W), массовых видов макрофитов, на порядок (с 30 до 300 м<sup>2</sup> \* кг<sup>-1</sup>). При

этом удельная поверхность сообществ макрофитов прибрежной зоны Одесского региона возросла в 2 раза и достигла 147 м<sup>2</sup> \* кг<sup>-1</sup> по сравнению со средним значением данного показателя за последний тридцатилетний период (Рис. 10).

Погодные условия 2010 г. дают основания полагать, что сочетание нескольких последовательных месячных аномалий температуры в пределах 3-5 °С, с осадками превышающими 200 % от нормы (см. Рис. 1) в периоды активного вегетационного периода, могут создавать условия для существенного отклонения от среднего регионального уровня продукционного процесса, что влечет за собой разбалансировку трансформации вещества энергии и приводит к экологическому кризису в водной экосистеме.

Очевидно, что отклик биологического компонента морской экосистемы в ответ на аномальные гидрометеорологические условия может иметь более длительный период проявления, чем сама экстремальная климатическая ситуация. Это подтверждает реакция планктонных и бентосных автотрофных сообществ Одесского региона, проявившаяся в вегетационный период 2011 года. У наиболее лабильной и экологически активной части автотрофного звена, представленной сообществами фитопланктона, в соответствии с закономерностями волновой динамики продукционного процесса, после экстремального пика 2010 года произошло резкое снижение показателей

развития в летний период 2011 года. По сравнению с типичным для Одесского региона 2009 годом, в

2011 биомасса фитопланктона сократилась в 5 раз, а экологическая активность - в 1,5 раза (Рис. 11).

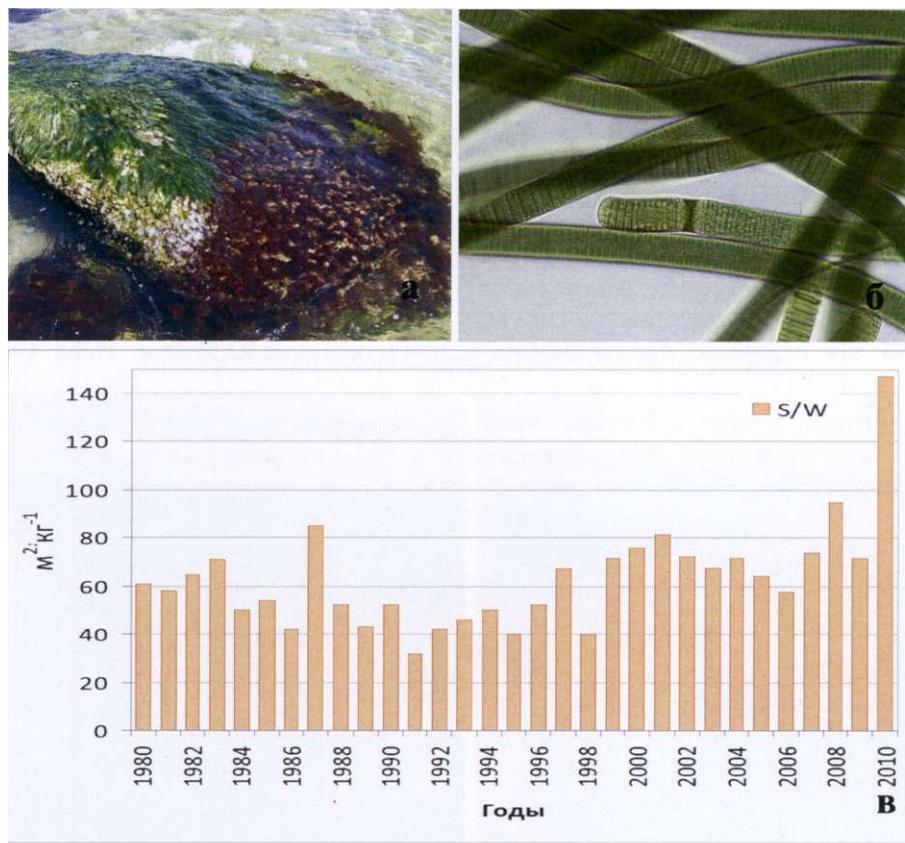


Рис. 10. Смена морфологического портрета доминантов и возрастание экологической активности сообществ макрофитов Одесского региона в результате климатических аномалий 2010 года: а — типичные региональные доминанты; б — доминанты экстремальных условий; в - многолетняя динамика удельной поверхности сообществ макрофитов

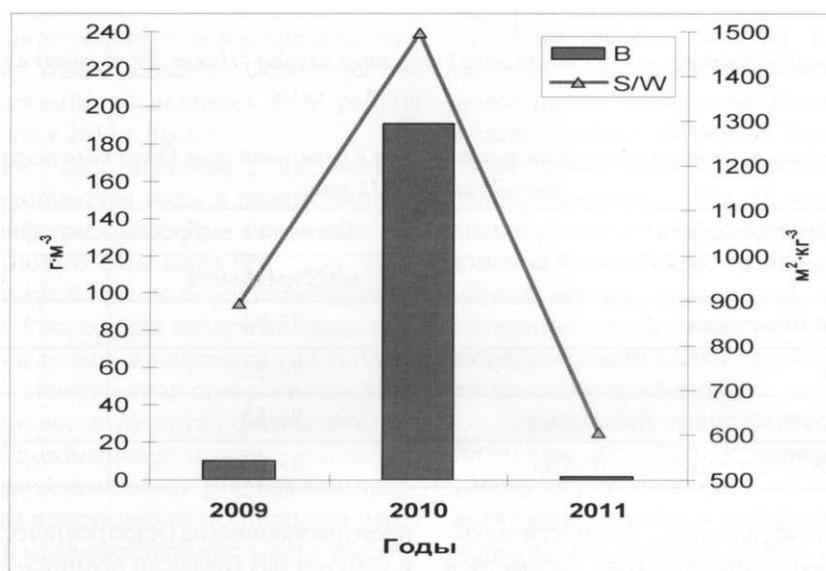


Рис. 11. Динамика среднегодовой биомассы (B) и экологической активности (S/W) фитопланктона Одесского района в период 2009-2011 гг.

Сообщества бентосных макрофитов, по сравнению с фитопланктоном, представляют мене активную часть автотрофного звена. Удельная поверхность популяции большей части черноморских макрофитов находится в пределах  $10 - 300 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ , для доминирующих видов фитопланктона эти величины составляют  $500-2500 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ . Таким образом, эти жизненные формы водной растительности при формировании первично-продукционного процесса, выполняют роль двух разно активных элементов автотрофного звена экосистемы. Аномальная гидрометеорологическая ситуация 2010 г. создала условия для первично продукционно-

го процесса на два порядка выше средне регионального уровня. В связи с этим преимущество развития получили функционально более активные формы фитопланктона. При этом в 2011 г. наблюдалась обратная картина: на фоне снижения показателей развития фитопланктона (см. Рис. 10) в прибрежной зоне Одесского региона наблюдались не типично масштабные выбросы макрофитов (Рис. 12).

На разных участках 40 км береговой линии Одесского региона концентрация оторванных талломов макрофитов в прибрежной зоне на глубине 0,5-1,0 м в среднем составила  $17,5 \text{ кг м}^{-3}$  при максимуме  $92,55 \text{ кг м}^{-3}$  (табл. 4).



Рис. 12. Выбросы макрофитов в прибрежной зоне Одесского залива (Пляж Лузановка) в июле 2011 года.

Таблица 4.

Характеристика плотности выбросов макрофитов в береговой зоне Одесского региона в третьей декаде июля 2011 года

Отрезок берега (название пляжа)	Биомасса выбросов макрофитов, $\text{кг м}^{-3}$	
	максимальная	средняя
10-16 ст. Большого Фонтана	35,04	12,69
Отрада-Ланжерон	24,32	10,03
Лузановка	92,55	65,34
Морская пересыпь Дофиновского лимана	47,91	25,70

Специальные исследования флористического состава и морфофункциональных параметров макрофитов, выброшенных в прибрежную зону и

произрастающих на гидротехнических сооружениях и каменистых грядах до глубин 5-7 м, показали, что они радикально отличаются (табл. 5).

Таблица 5.

Сравнительная характеристика флористического состава и экологической активности доминирующих видов макрофитов в выбросах и на твердых субстратах прибрежной зоны Одесского залива в июле 2011 года

Выбросы макрофитов		Закрепленные макрофиты	
Виды	S/W*, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>	Виды	S/W*, м <sup>2</sup> ·кг <sup>-1</sup>
<i>Cladophora albida</i>	99,1	<i>Cladophora vagabunda</i>	54,9
<i>Enteromorpha clathrata</i>	85,0	<i>Ceramium siliquosum var. elegans</i>	30,9
<i>Ulatrix implexa</i>	282,8	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	35,2
<b>Среднее значение S/W:</b>	<b>155,6±63,7</b>		<b>40,35±9,05</b>

\* S/W – удельная поверхность популяции макрофитов (показатель функциональной активности автотрофов)

На основании того, что водоросли береговых выбросов отличались по видовому составу и в четыре раза превышали по своей активности те, что растут непосредственно у берега на твердых субстратах (см: табл. 5), можно предположить, что основным местом их произрастания была Одесская банка. Из этого района в зависимости от направления ветра они прибывали к различным участкам побережья северо-западной части. У берегов Кинбурской косы и Егорлыцкого залива до середины августа 2011 г. наблюдались выбросы макрофитов, аналогичные по масштабам тем, что были обнаружены в Одесском заливе. Анализ материала, любезно предоставленного администрацией НП «Белобережье», свидетельствовал о сходстве альгологического материала и подтвердил сделанное предположение.

По всей видимости, резкое падение в 2011 г. первично продукционного процесса по сравнению с 2010 г. вызвало волновую противофазу в менее активной части автотрофного звена, представленного бентосными макроформами. Особенностью абиотических условий экосистемы СЗЧМ района Одесского региона в 2011 г. было:

- более низкая, по сравнению с предшествующим годом, температура воды в поверхностном и придонном слое (см. табл. 2);
- более высокая соленость придонного слоя моря (см. табл. 2);
- высокое содержание биогенных веществ в донных отложениях (см. Рис. 6), как следствие массового цветения сине-зеленых водорослей фитопланктона в 2010 г.;
- повышенная прозрачность воды из-за низкой плотности развития фитопланктона (см. Рис. 11). Сложившиеся условия, очевидно, стали «пусковым механизмом» реализации преобладающей части продукционного процесса через более пассивную макрофитную часть автотрофного звена экосистемы.

Интенсивное развитие макрофитов, в частности зеленых водорослей рода *Enteromorpha*

стало причиной гибели части молоди массовых видов донных беспозвоночных: усонного рака *Balanus improvisus*, двустворчатых моллюсков *Lentidium mediterraneum* и *Anadara inaequalis*, оседание которых на дно по времени совпало с нахождением в водной толще спор водорослей. Споры прикреплялись к поверхности раковин беспозвоночных, будучи притянутыми к ним током воды, создаваемым животными-фильтраторами. Прикрепившись, водоросли, которые намного опережают частично зарывшихся в фунт животных в своем росте, резко увеличивали парусность. Достигнув высоты талломов более 10 см водоросли, «заякоренные» животными вырывались из фунта течениями и выбрасывались вместе с ними на берег. Оказавшись вне воды беспозвоночные вскоре гибли. В береговых выбросах водорослей можно было насчитать до 50 экз. молоди моллюсков на 1 погонный метр берега, к которым были прикреплены тонкие талломы водорослей длиной от 10 до 100 см (Рис. 13). Если допустить, что выбросы водорослей наблюдались на протяжении половины длины береговой линии Одесского залива между мысами Северный и Большой Фонтан (всего 27 км), общие запасы лентидиума *L. mediterraneum* в заливе составляют 350 т [4], а средняя длина и масса моллюска в береговых выбросах составляла соответственно 4 мм и 0,012 г можно рассчитать величину общих потерь. Только для лентидиума потери, связанные с выносом водорослей в береговую зону моря, составили 675000 экземпляров или 0,002% их общих запасов в заливе.

Аномальный гидрологический режим второй половины лета 2010 г. спровоцировал массовую гибель мидии в составе обрастания мелководных акваторий одесского побережья. Об этом свидетельствовало большое количество пустых створок моллюсков, прикрепленных к поверхности гидротехнических сооружений биссусными нитями (Рис. 14). Как следствие, численность (*N*) и масса мидий

(*M*) в обрастании траверсов за период с июня (21.06.2010) по конца августа (30.08.2010) снизились, соответственно, с  $2,18 \pm 0,76$  до  $0,23 \pm 0,14$  тыс. экз  $\cdot$  м<sup>-2</sup> и с  $3,71 \pm 1,41$  до  $0,13 \pm 0,08$  кг  $\cdot$  м<sup>-2</sup> (Рис. 15). Также уменьшилась доля мидий в общей биомассе обрастания (*P*) - с  $78,4 \pm 2,1$  до  $12,8 \pm 5,1$  % и средняя

масса животных (*M*) - с 1,739 до 0,226 г. Подобное катастрофическое снижение количественных характеристик мидийных поселений в Одесском заливе наблюдалось нами впервые в 2006 г. Для сравнения, в сентябре 2006-2009 гг. показатель *P* для мидий составлял здесь 62,9-82,1 % [3].

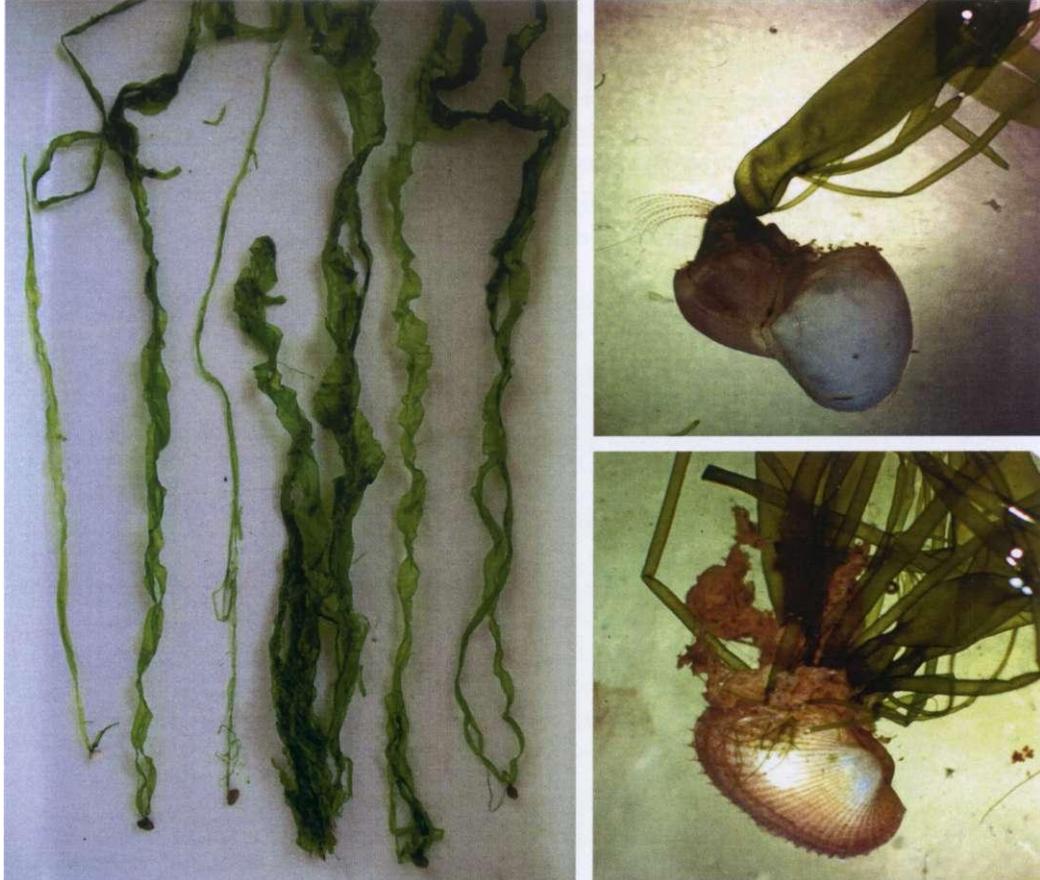


Рис. 13. Водоросли рода *Enteromorpha* из береговых выбросов, прикрепленные к донным беспозвоночным (моллюскам *Lentidium mediterraneum*, *Anadara inaequalis* и усоногому раку *Balanus improvisus*).

Отношение сухой массы мягких тканей к общей массе моллюска (*M*/*M*) у выживших мидий в сентябре 2010 г. составляло  $2,79 \pm 0,34$  %, что почти в два раза ниже, чем было в сентябре 2009 г. ( $4,47 \pm 0,16$  %). Подобное снижение уровня «упитанности» мидий свидетельствует об их длительном голодании и, в итоге, об общей дистрофии тех животных, которые смогли пережить аномальное лето 2010 г. В то же время у митилястера, наоборот, показатель «упитанности» был практически одинаковым в сентябре 2009 и 2010 гг. (*M*/*M*, соответственно  $5,32 \pm 0,16$  и  $5,01 \pm 0,13$  %). О более высокой толерантности митилястера к аномальным условиям лета 2010 г. свидетельствует и тот факт, что поселения этого моллюска в исследуемом районе сохранили свои показатели с июня по август, соответственно: *N* -  $1,43 \pm 0,56$  и  $1,96 \pm 0,56$  тыс. экз  $\cdot$  м<sup>-2</sup>, *M* -  $0,20 \pm 0,08$

$0,21 \pm 0,05$  кг  $\cdot$  м<sup>-2</sup> (см. Рис. 15). При этом доля этого моллюска в общей биомассе обрастания (*P*) даже заметно увеличилась - с  $4,5 \pm 0,9$  до  $29,9 \pm 8,3$  %. В сентябре 2010 у поселений митилястера показатели *N*, *M* и *P* ещё более выросли и составили, соответственно,  $3,92 \pm 1,09$  тыс. экз  $\cdot$  м<sup>-2</sup>,  $0,45 \pm 0,09$  кг  $\cdot$  м<sup>-2</sup> и  $34,9 \pm 3,3$  %.

Следует констатировать, что митилястер значительно легче перенёс аномальный температурный режим лета 2010 г. и уже в сентябре его поселения, заняв освободившуюся экологическую нишу, продемонстрировали увеличение показателей *N*, *M* и *P* практически на всех исследованных траверсах до  $3,92 \pm 1,09$  тыс. экз  $\cdot$  м<sup>-2</sup>,  $0,45 \pm 0,09$  кг  $\cdot$  м<sup>-2</sup> и  $34,9 \pm 3,3$  %, соответственно. Такая тенденция роста количественных показателей его развития сохранилась и в следующем, 2011 году. В то же время,

мидийные поселения так и не смогли восстановить свою численность и биомассу до уровня 2009 г. (Рис. 16). В марте-октябре 2011 г. средняя численность мидий в обрастании гидротехнических сооружений составила всего  $1,13 \pm 0,17$  тыс. экз\*м<sup>2</sup>, биомасса -  $0,664 \pm 0,128$  кг\*м<sup>-2</sup>. При этом, если в мае-июне 2010 г., до массовой

гибели животных, наибольшее количество мидий приходилось на размерную группу до 40 мм (92,9 % от общей численности особей), а максимальная длина створок достигала 70 мм (0,04 %), то в 2011 году основная масса мидий уже не превышала 30 мм (84,3 %), при максимальном размере моллюсков равном 60 мм (0,07 %).

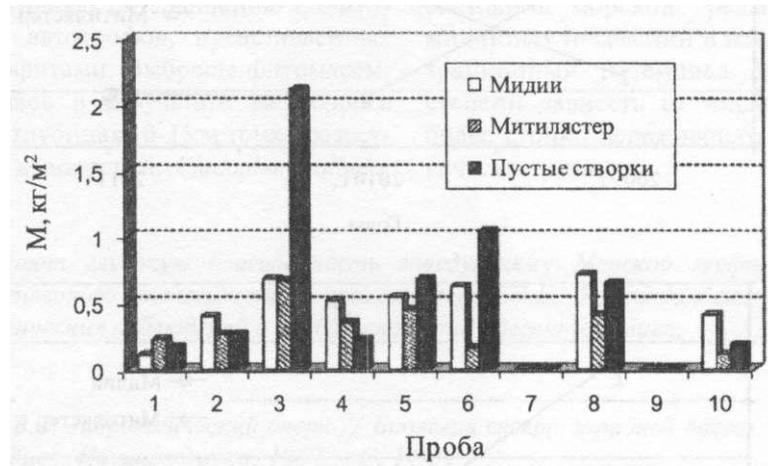


Рис. 14. Масса живых мидий *M. galloprovincialis*, митилястера *M. lineatus* и пустых створок моллюсков (кг \*м<sup>2</sup>) на бетонных траверсах в районе м. Ланжерон (Одесский залив) 30 августа 2010 г.

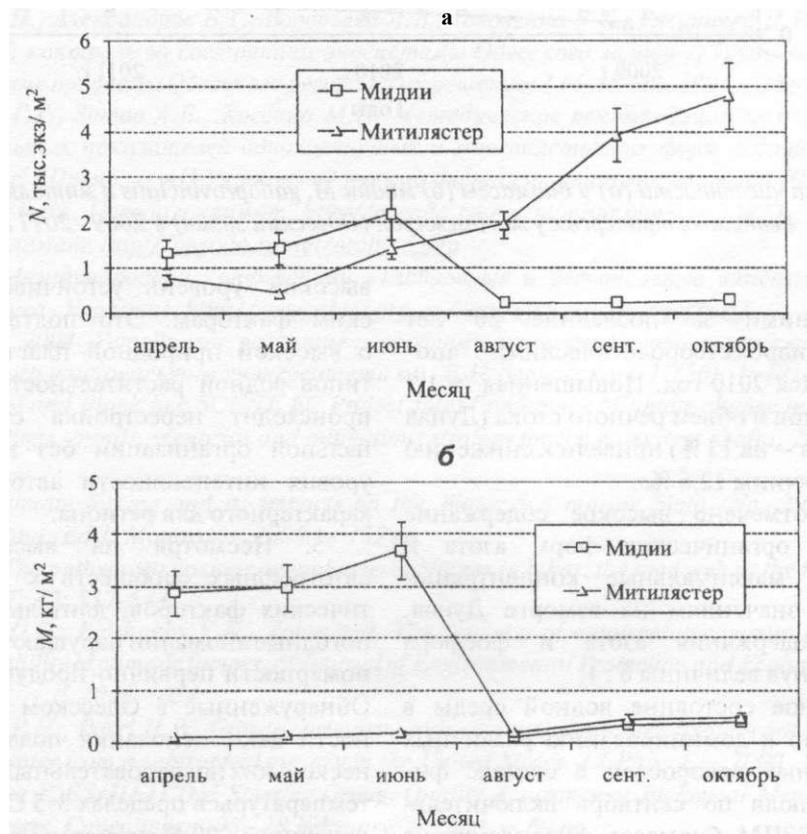


Рис. 15. Динамика численности (а) и биомассы (б) мидий *M. galloprovincialis* и митилястера *M. lineatus* в составе обрастания гидротехнических сооружений Одесского залива (2010).

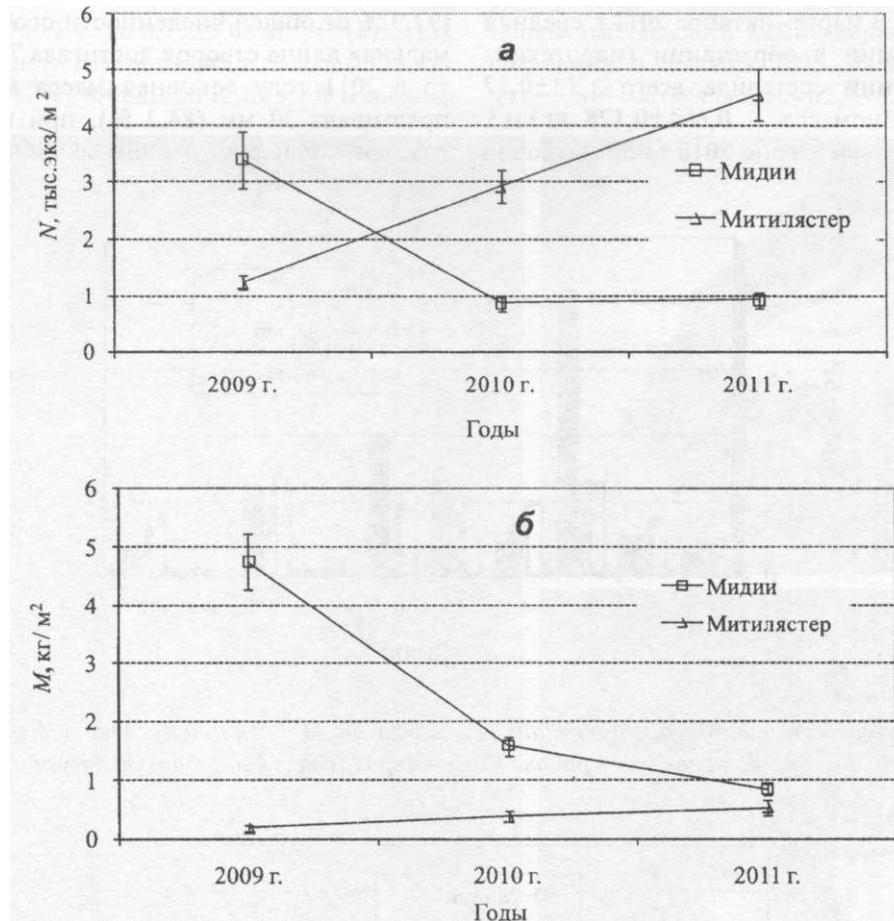


Рис. 16. Динамика численности (а) и биомассы (б) мидий *M. galloprovincialis* и митилястера *M. lineatus* на бетонных траверсах у м. Ланжерон (Одесский залив) в 2009—2011 гг.

#### Выводы

1. Наибольшими за последние 30 лет аномальными гидрометеорологическими аномалиями выделялся 2010 год. Повышенная (в 1,7 раза) норма осадков и объем речного стока (Дуная - на 45 %, Днепра - на 13 %) привели к снижению солености до величины 12,6 ‰.

2. В воде отмечено высокое содержание минеральных и органических форм азота и фосфора, а их максимальные концентрации были близки к значениям на взморье Дуная. Соотношение содержания азота и фосфора удвоилось достигнув величины 6:1.

3. Аномальное состояние водной среды в 2010 году привело к доминированию различных видов сине-зеленых водорослей в составе фитопланктона с июля по сентябрь включительно. Впервые в СЗЧМ биомасса фитопланктона достигла величины 6,2 кг • м<sup>3</sup>

4. В водных экосистемах умеренных широт, для всех жизненных форм автотрофов наблюдается

высокий уровень устойчивости к климатическим факторам. Это подтверждает положение о высокой природной пластичности различных типов водной растительности, за счет которой происходит перестройка структурно-функциональной организации без нарушения среднего уровня интенсивности автотрофного процесса, характерного для региона.

5. Несмотря на высокую устойчивость автотрофных сообществ к колебаниям климатических факторов, длительные и интенсивные погодные аномалии нарушают региональные закономерности первично-продукционного процесса. Обнаруженные в Одесском регионе закономерности дают основания полагать, что сочетание нескольких последовательных месячных аномалий температуры в пределах 3-5 °С, с осадками превышающими 200 % от нормы в активный вегетационный период, могут создавать условия для существенного отклонения от среднего регионального уровня автотрофного процесса, что влечет за

собой разбалансировку трансформации вещества энергии.

6. Последствия аномального первично-продукционного процесса 2010 г. и гидрометеорологические условия 2011 года, создали условия, при которых в летний период 2011 года продукция органического вещества в северо-западной части Черного моря формировалась преимущественно через менее активную по сравнению с фитопланктоном часть автотрофов, представленных бентосными макрофитами. Выбросы фитомассы, которая образовалась в результате развития в мористой части на глубинах 10-15 м тонко разветвленных, зеленых водорослей: *Cladophora albida*,

*Enteromorpha clathrata*, *Ulotrix implexa*, в июле-августе 2011 г. достигали 100 кг.м<sup>-1</sup>.

7. Катастрофическое снижение основных биологических показателей мидий в составе обрастания одесского побережья летом 2010 г. обусловило деградацию сложившегося здесь уникального природного биофильтра, позитивно влияющего на формирование экологического состояния морской среды. До восстановления мидийных поселений в данном районе биофильтрационный потенциал будет в значительной степени зависеть от численности митилястера, более стойко пережившего аномальные гидрологические условия.

#### **Благодарности**

Авторы выражают глубокую благодарность заведующему Морской геофизической лабораторией Одесского государственного экологического университета Э.Б. Краснодембскому за предоставленные материалы гидрологических наблюдений в прибрежной зоне Одесского залива.

#### **Литература**

1. Большаков В.С. Гидрологический очерк // Биология северо-западной части Черного моря: отв. ред. К.А. Виноградов. - Киев: Наукова думка, 1967. - С. 14-31.
2. Васнев С.А. 2001. Статистика: Учебное пособие. Москва: МГУП. 170 с.
3. Говорин И.А., Шаццло Е.И. Формирование фильтрационного потенциала поселений мидий и митилястера в антропогенно преобразованной прибрежной зоне моря // Гидробиол. журн.— 2009 — 45, № 6.- С. 3-12.
4. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г., Воробьева Л.В., Головенко В.К., Рясинцева Н.И., Синегуб К, Волков С.О. Биологический контроль за состоянием экосистемы Одесского залива //Труды междуна.научн.-практ. Конф. «Экологические проблемы Одесского региона и их решение» (14-15 дек. 1994. - Одесса, 1995.- с. 103-107.
5. Миничева Г.Г., Зотов А.Б., Косенко М.Н. Методические рекомендации по определению комплекса морфо-функциональных показателей одноклеточных и многоклеточных форм водной растительности. - Одесса, 2003. - 37с. (Препр. // АН Украины. Одесский филиал института биологии Южных морей).
6. Погода в Одессе. Погода и климат, <http://pogoda.ru.net/monitor.php?id=33837>
7. Погода и климат, <http://pogoda.ru.net/archive.php>
8. Решения Международной конференции «Глобальные и региональные изменения климата» (16-19 ноября 2010г., г. Киев, Украина). [http://www.Mhmi.org.ua/conf/climate\\_changes/rus/](http://www.Mhmi.org.ua/conf/climate_changes/rus/)
9. Терез Э.И. 2004. Устойчивое развитие и проблемы изменения глобального климата Земли. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского 17(56). 1:181-205.
10. 2<sup>nd</sup> Biannual and Black Sea SCENE EC Project Joint Conference "Climate change in the Black Sea ": Hypothesis, observations, trends, scenarios and mitigations strategy for the ecosystem (Sofia, 2008), Sofia. - 2008. - 86 pp.
11. CIESM. Climate forcing and its impacts on the Black Sea marine biota. No. 39 in CIESM Workshop Monographs [F. Briand, Ed.], Monaco: - 2009. - 152pp.
12. Elser, J.J. The pathway to noxious cyanobacteria blooms in lakes: the food web as the final turn // Freshwater Biology. - 1999. - Т 42:537-543.
13. Minicheva G.G., Bolshakov V.N., Zotov A.B. The response of autotrophic communities of the northwestern Black sea to the variability of climatic factors. //Journal of Environmental Protection and Ecology-(JEPE of B.E. N.A.). - 2010. - 3, vol. 11. - P. 1046-1054
14. Moisaner PH., Paerl H. W. Growth, primary productivity and nitrogen fixation potential of *Nodularia* spp. (Cyanophyceae) in water from a subtropical estuary in the United States. /J Phycol. - 2000. 36. - P.645-658.
15. Report of the ICES/HELCOM Steering Group. Quality Assurance of Biological Measurements in the Baltic Sea ICES Headquarters, Copenhagen, 25-28 February. - 2003. - 69pp.