

Устойчивость автотрофных сообществ северо-западной части Черного моря к климатическим изменениям

Миничева Г.Г., Большаков В.Н., Зотов А.Б., Маринец А.В., Руснак Е.М., Хомова Е.С.



minicheva@ukr.net

minicheva@paco.net

Методологические проблемы оценки реакции биологических сообществ водных экосистем на изменение климата

- **Несоответствие иерархических уровней** воздействия климатических факторов и отклика биологических систем при сопоставительном анализе
- **Плохая сопоставимость рядов** гидрометеорологических и гидробиологических данных из-за различной частоты и наполненности эмпирическими данными
- **Недостаточная унификация методов оценки** силы воздействия климатических факторов и ответных реакций экологических сообществ

Исследовательские задачи экологических последствий влияния климата на автотрофные сообщества региональных водных экосистем

- Разработка методов **выделения климатической составляющей** из комплекса природно-антропогенных факторов, воздействующих на сообщества водной растительности.
- Поиск **единых универсальных показателей**, характеризующих динамику климатических факторов и параметров структурно-функциональной организации автотрофных сообществ.
- Определение **наиболее значимых климатических параметров** воздействующих на перестройку растительности водных экосистем.
- Анализ **природной пластичности и устойчивости** автотрофных сообществ к воздействию региональных климатических факторов.
- Определение **величины, частоты и комбинаций аномалий климатических факторов**, способных существенно изменить региональный уровень первично-продукционного процесса.

Внешняя среда

Автотрофы

Фактор

Функция

Форма

- Температура (T)

- Поток солнечной энергии (Q)

- Осадки (P)

- Продукция фитоценозов

- Продукция ценопопуляций

- Фотосинтез
- Дыхание
- Метаболизм

- Флористический

состав
- Биомасса
- Пространственная

структура

- Размерная структура
- Возрастная структура
- Плотность

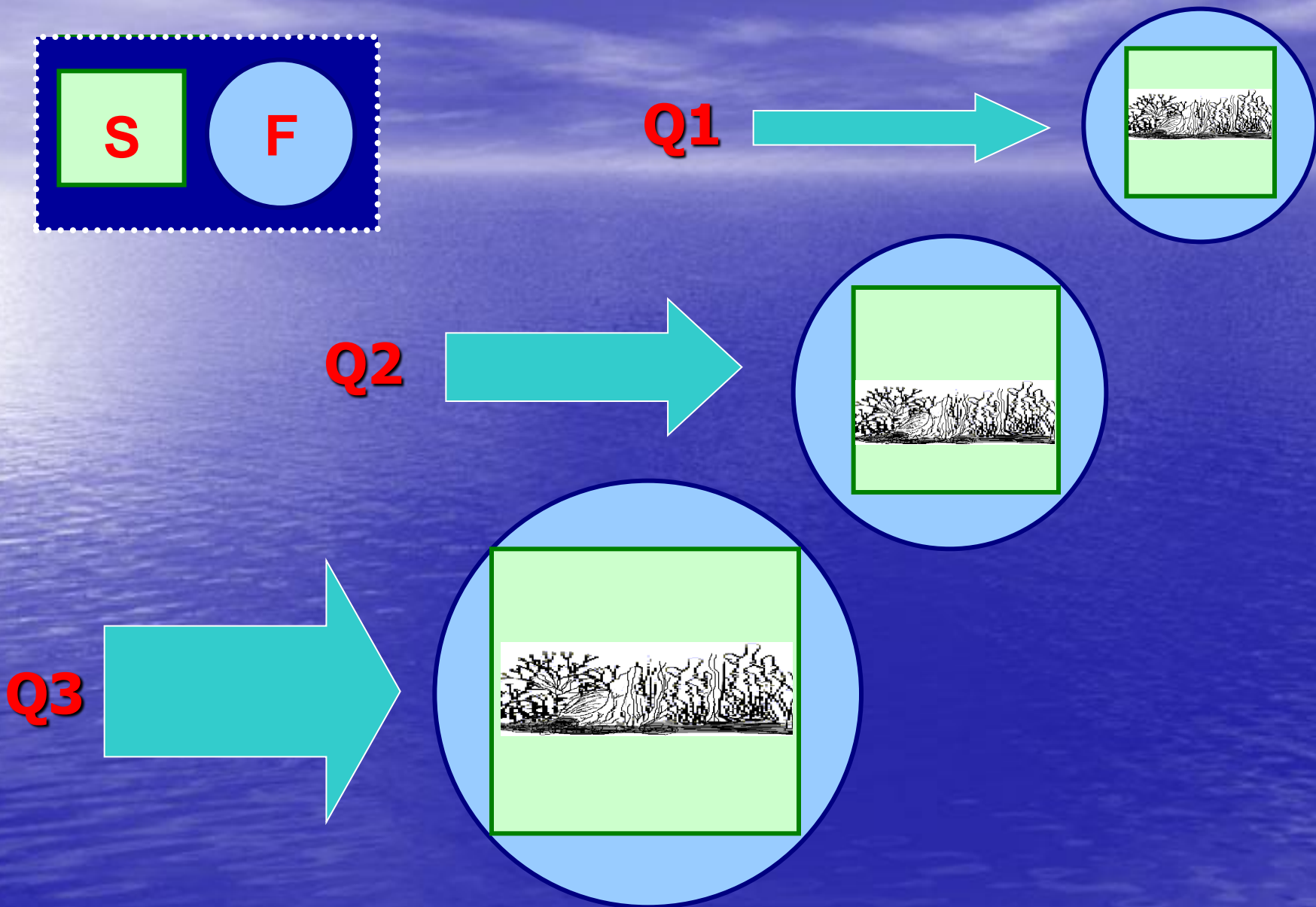
- Морфологическое строение
- Размеры

Сообщества

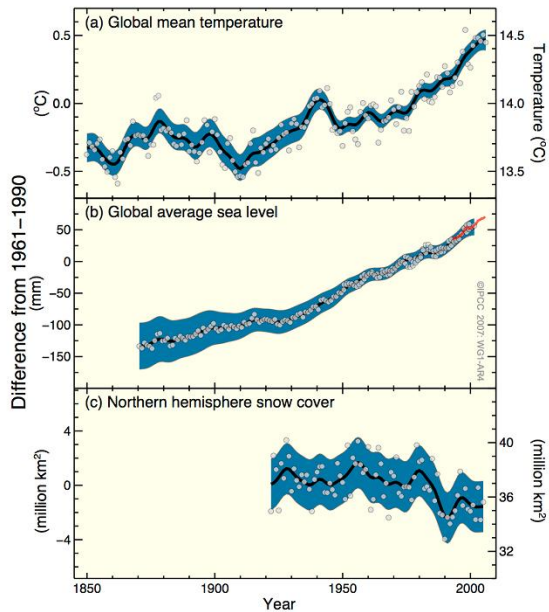
Популяция

Особь

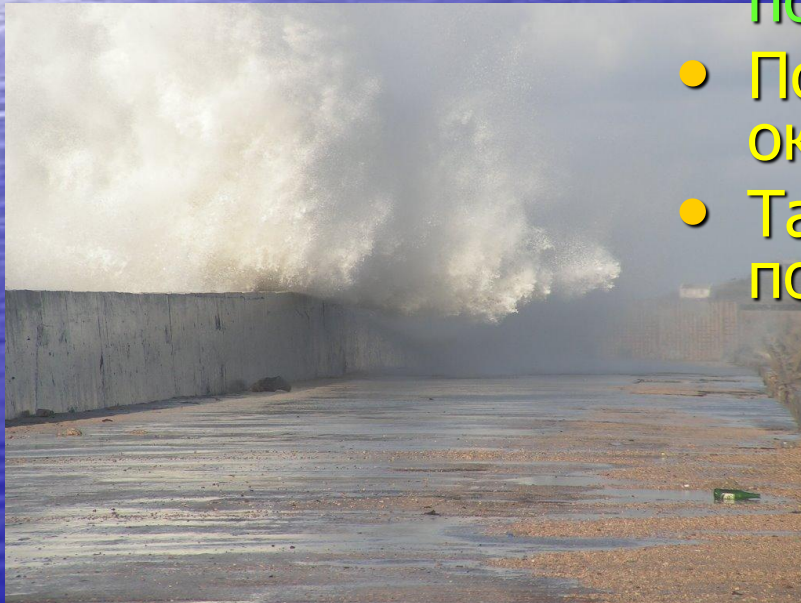
Зависимость структурно-функциональной организации водной растительности (S/F) от энергии климатических факторов (Q)



Changes in Temperature, Sea Level and Northern Hemisphere Snow Cover

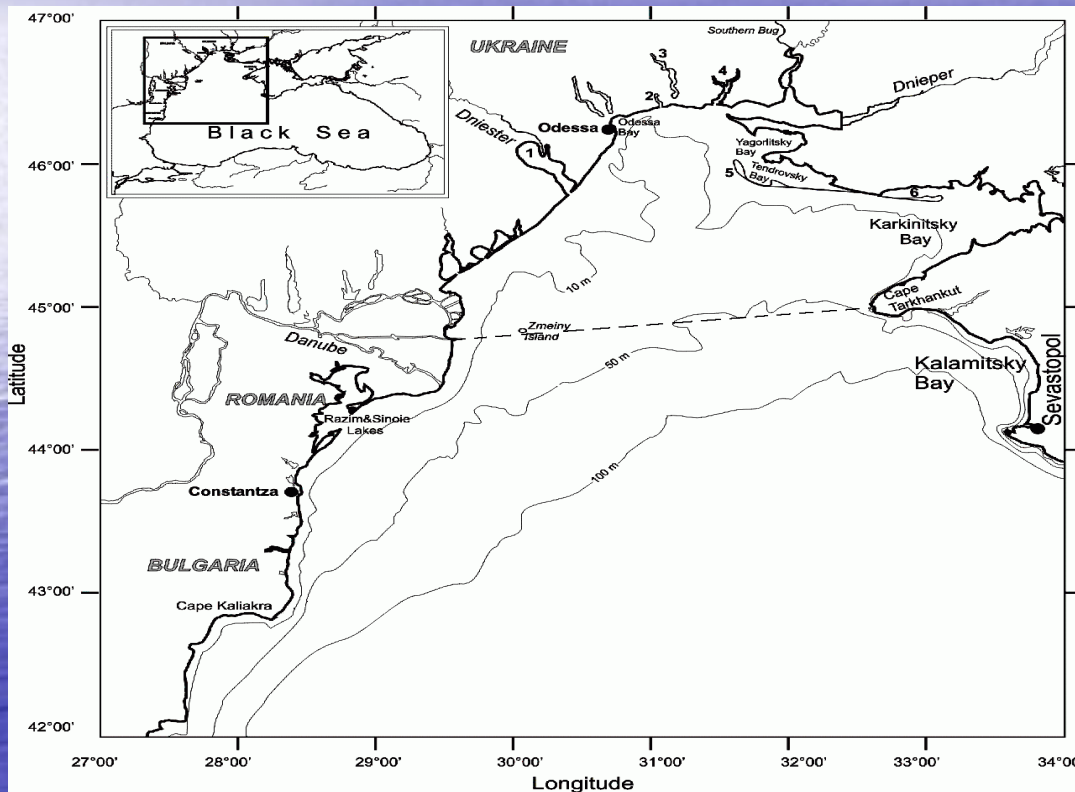


- Увеличение средней температуры
- Возрастание неустойчивости погоды
- Поднятие уровня океаны
- Таяние снежного покрова



2007 год
Шторм в Крыму

Современные биологические сообщества северо-западной части Черного моря формировались в постоянной нестабильности экологических условий



- Расположение в в средних широтах. Большой перепад между зимними и летними температурами (средняя температура воды зимой - 2.9 C° , летом $+ 21.2\text{ C}^{\circ}$).
- Быстрое нагревание и охлаждение большой мелководной зоны (максимальные глубины на шельфе до 50 м).
- Высокая изменчивость объема и качества речного стока (сток Дуная, Днестра и Днепра – $270\text{ км}^3.\text{год}^{-1}$).

Универсальный показатель оценки variability океанологических и гидробиологических данных:

Коэффициент осцилляции (Oscillation coefficient)

$$V_R = \frac{R}{X} 100\%$$

$R = X_{\max} - X_{\min}$ – интервал отклонений

X – среднее значение

(Васнев, 2001)

Оценочное использование коэффициента осцилляции

$V_{R(T,Q,P)}$ –
мера **стабильности** погоды
(weather stability)

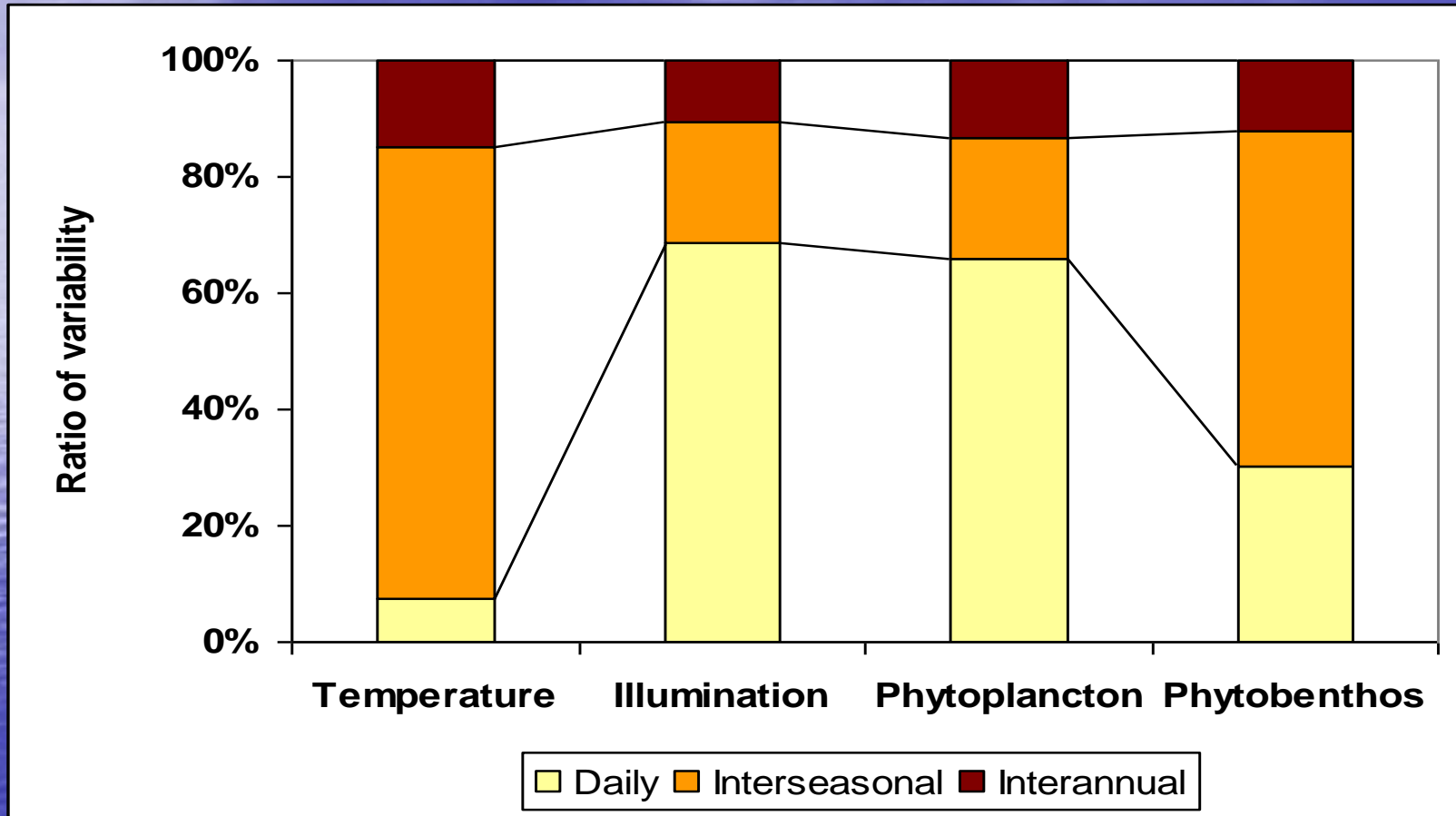
$V_{R(\text{автотрофов})}$ –
мера **пластичности** сообществ
(community flexibility)

$V_{R(\text{автотрофов})} / V_{R(T,Q,P)}$ –
мера **устойчивости** сообществ
(community resistance)

Эмпирические данные

Климатические данные		Автотрофные сообщества	
Температура	Освещенность	Фитопланктон	Макрофиты
1997-2009 (Odessa Ecological University)	<u>Solar energy flux</u> 2007-2009 (Bolshakov OBIBSS)	<u>Coastal</u> 1999-2000, 2006-2010 (Zotov OBIBSS)	<u>Coastal</u> 1997-2010 (Minicheva OBIBSS)
	<u>Waterclarity, Secchi disc</u> 2006 (r/v Akademik, Bulgaria) 2008 (r/v Poseidon Germany)	<u>Shelf</u> 1999, 2004, 2005 (r/v Vladimir Parshin, Ukraine, UkrCES)	<u>Shelf</u> 2004, 2006 (r/v Akademik, Bulgaria) 2008 (r/v Poseidon, Germany)

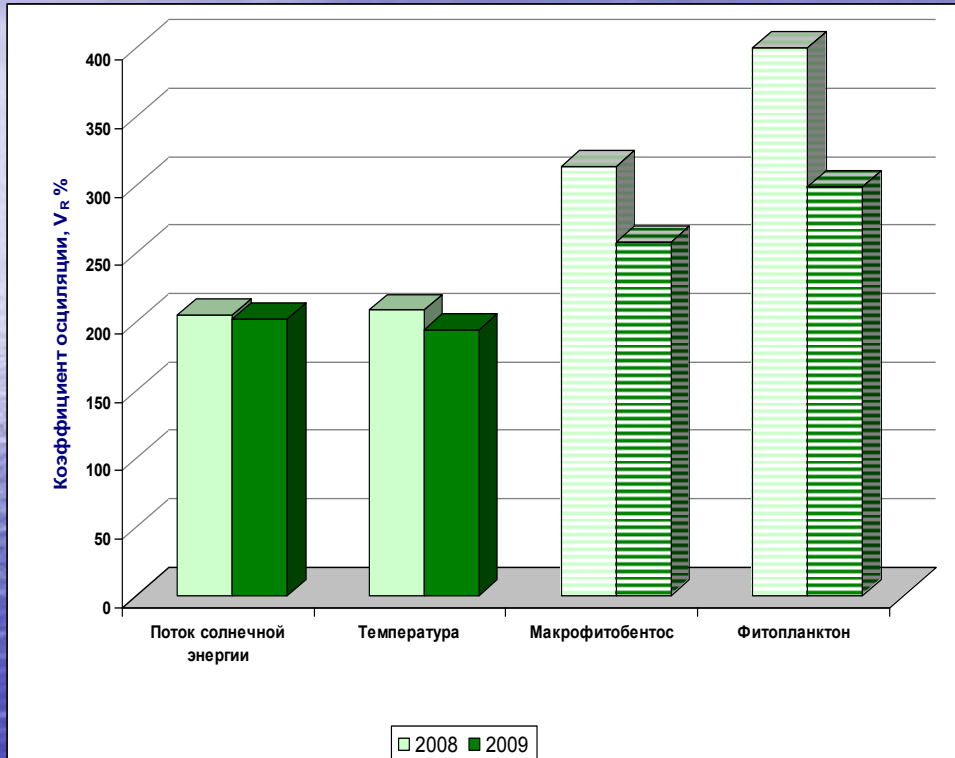
Оценка разнопериодной стабильности климатических факторов и пластичности автотрофных сообществ северо-западной части Черного моря



Анализ параметров фитопланктона : численность, биомасса, S/W флористического состава, ИП сообществ.

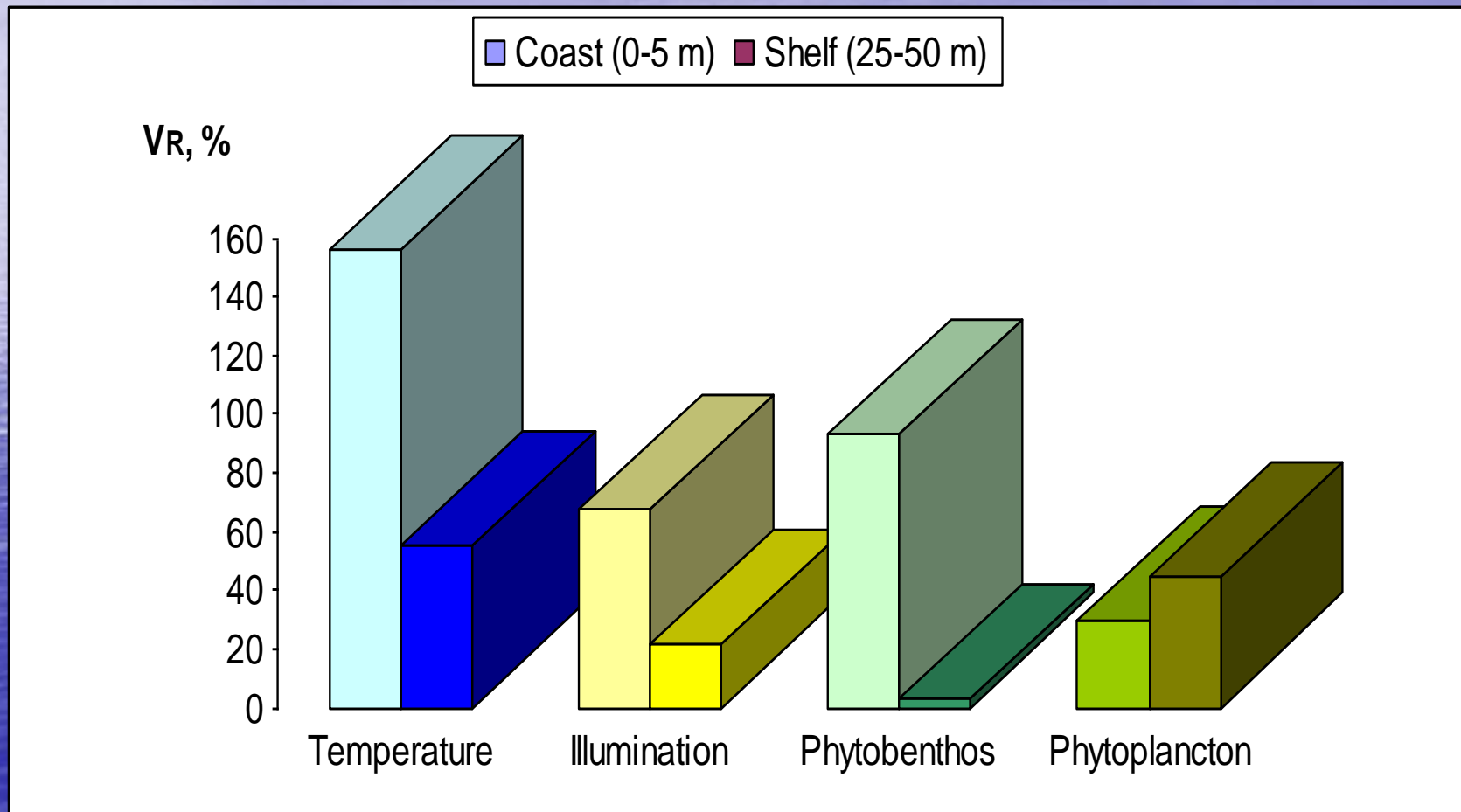
Анализ параметров фитобентоса: S/W флористического состава, ИП фитоценозов

Межгодовое соответствие пластичности автотрофных сообществ устойчивости климатических факторов

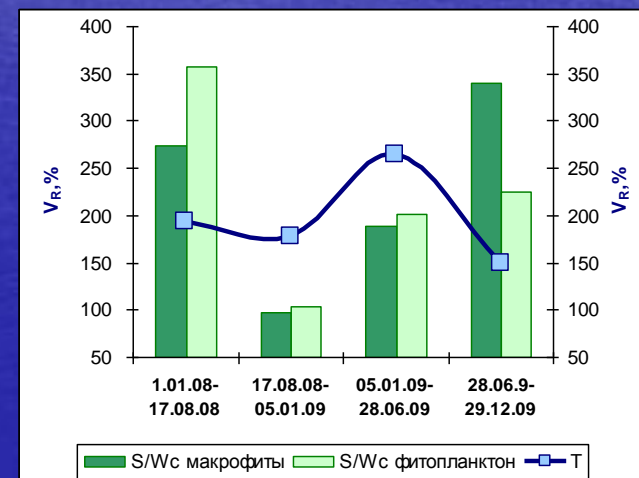
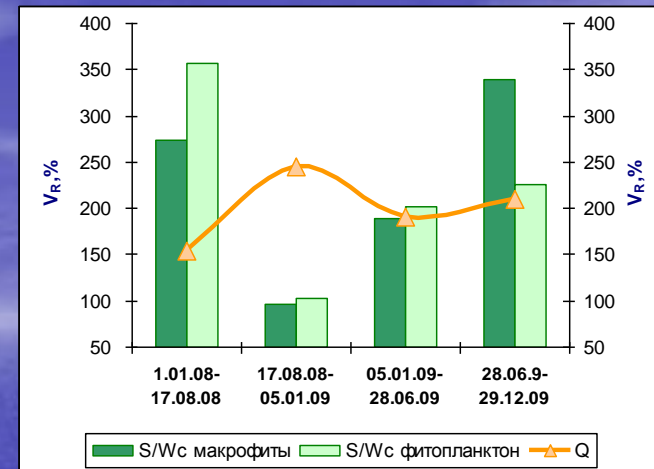
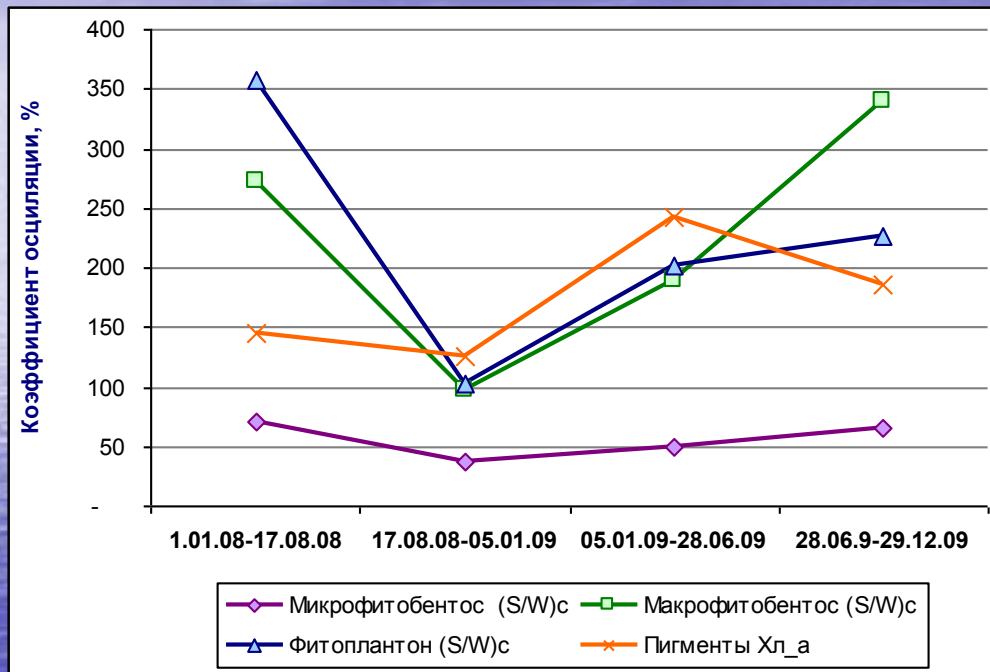


- Стабильность температурного режима в 2008 г. была на 7% чем в 2009 г.
- Вариабельность инсоляции была практически одинаковой $V_{R(Q)}$ (204,6% в 2008 и 202,2% в 2009 гг.)
- В 2008 г. V_R сообществ макрофитобентоса был на 18%, а V_R сообществ фитопланктона – на 26% выше, чем 2009 г.

Биотопические различия стабильности климатических факторов и пластичности растительных сообществ в береговой и шельфовой зонах северо-западной части Черного моря

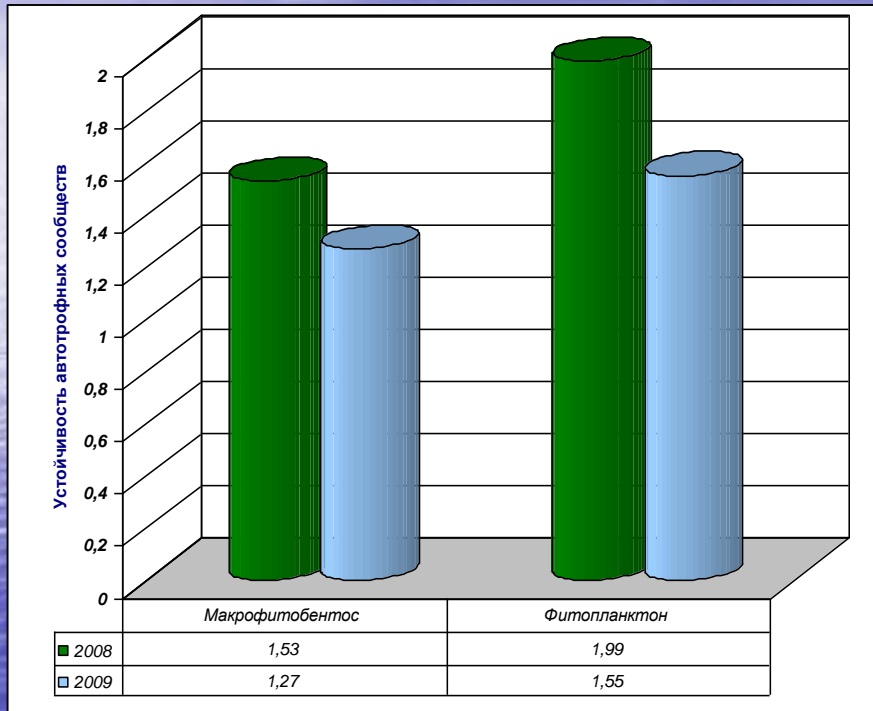


Сходный характер пластичности растительности различных жизненных форм из разных биотопов

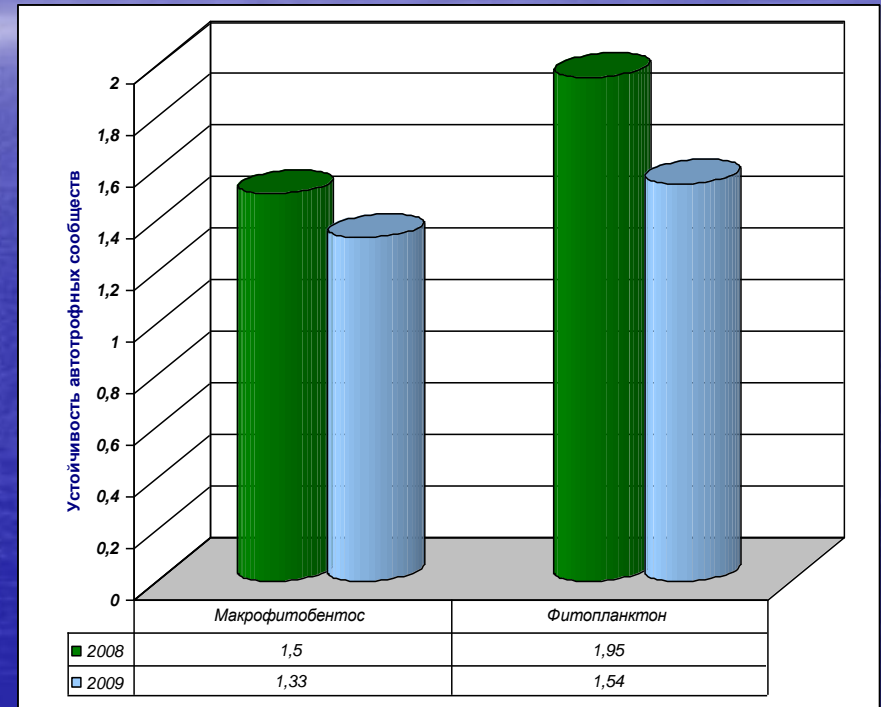


Диссонансный характер изменчивости климатических факторов и пластичности фитопланктона и макрофитов

Устойчивость длинно и коротко-циклических форм растительности в 2008 и 2009 гг. по отношению к изменчивости освещенности температуры воды

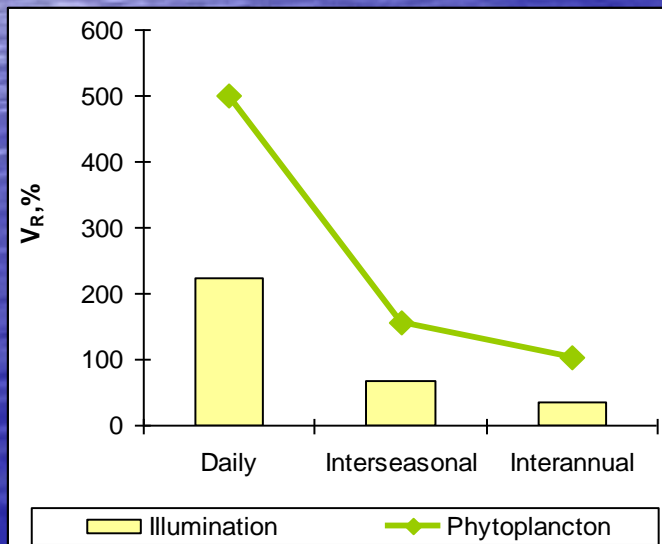
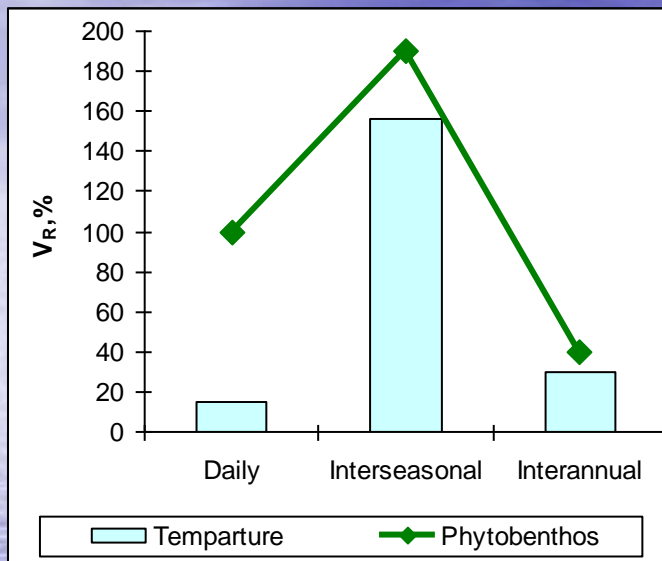


Устойчивость по отношению к освещенности



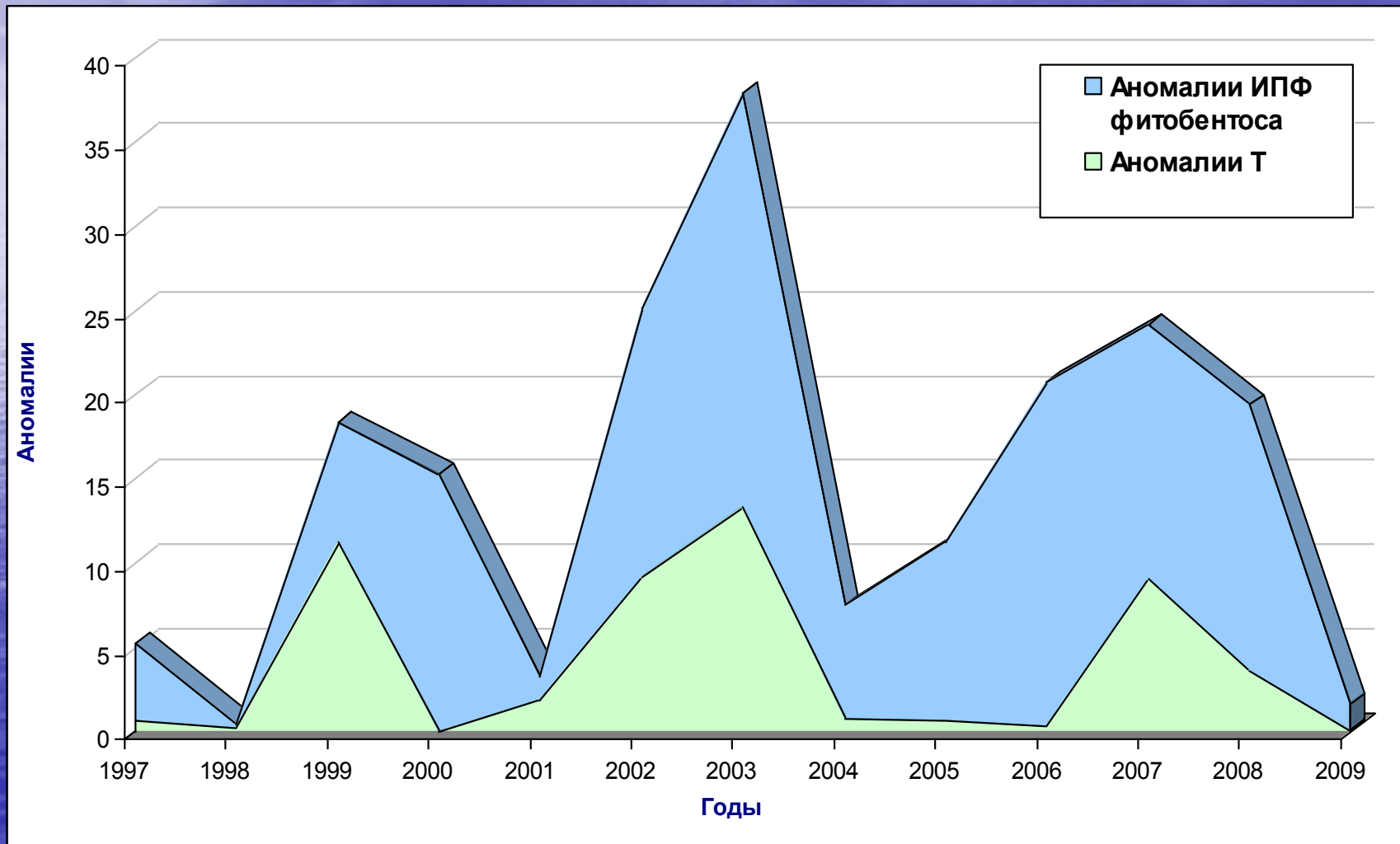
Устойчивость по отношению к температуре

Устойчивость длинно- и коротко- циклических фитосообществ северо-западной части Черного моря к климатическим факторам

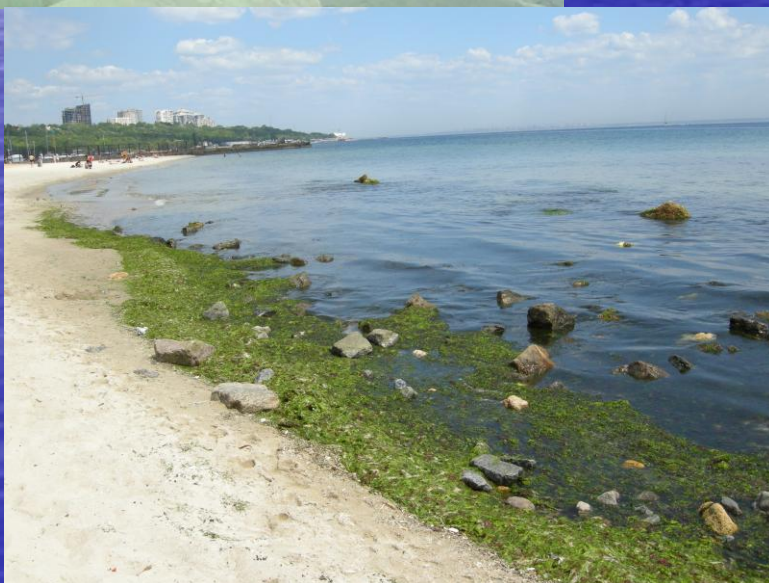


Community	Community resistance	
	Temperature	Illumination
Phytobenthos (long life cycle)	2	1,2
Phytoplankton (short life cycle)	6	3

Межгодовая гармонизация аномалий температуры воды и структурно-функциональных параметров сообществ фитобентоса Одесского побережья

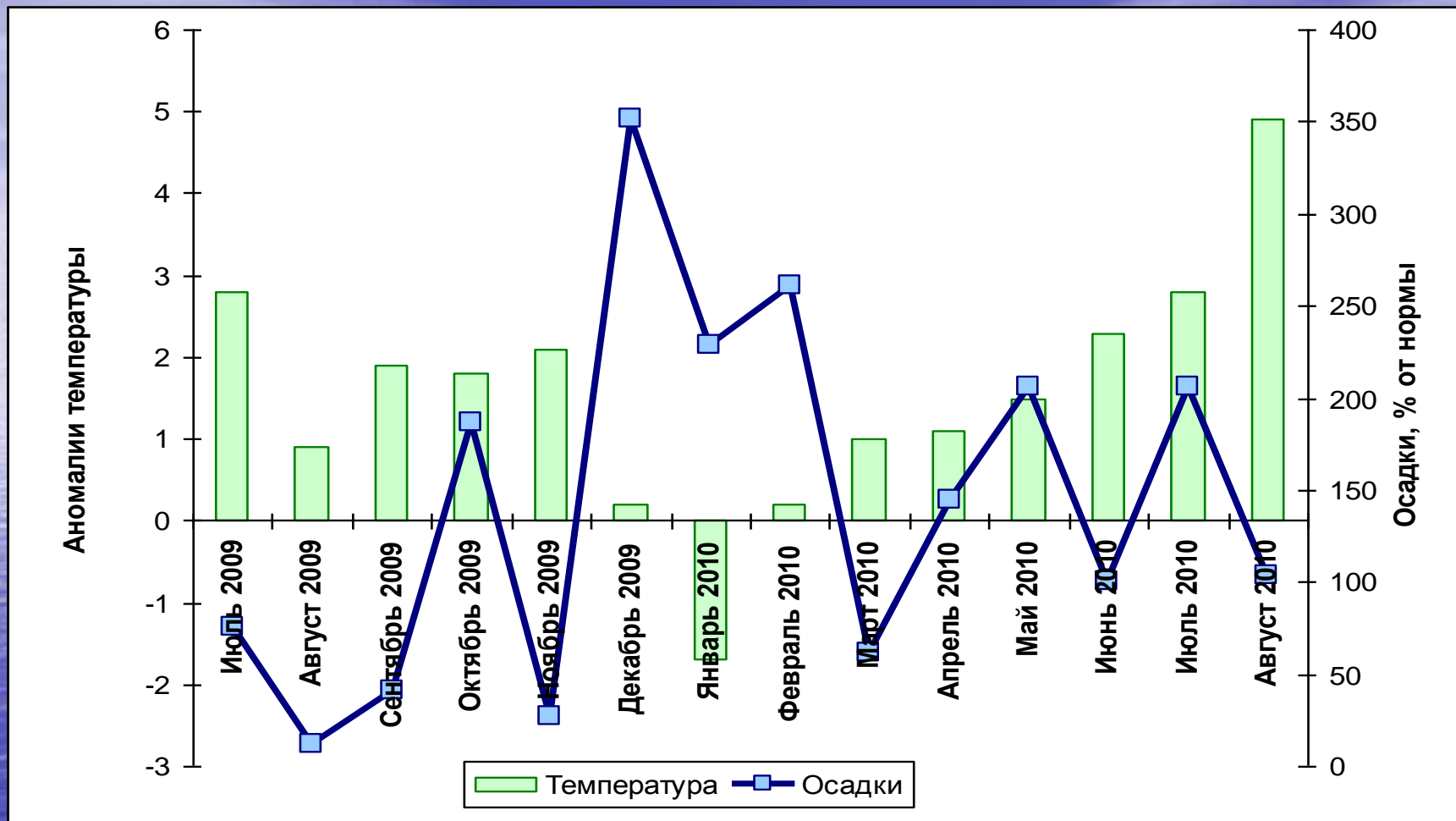


Реакция фитобентоса на аномальные климатические условия зимы 2002-2003 гг.



- Зарегистрировано увеличение в **2 раза** продукционного процесса.
- Нарушились закономерности сезонной динамики видового состава. Период развития зимних видов макрофитов сместился на **6-7 недель**.

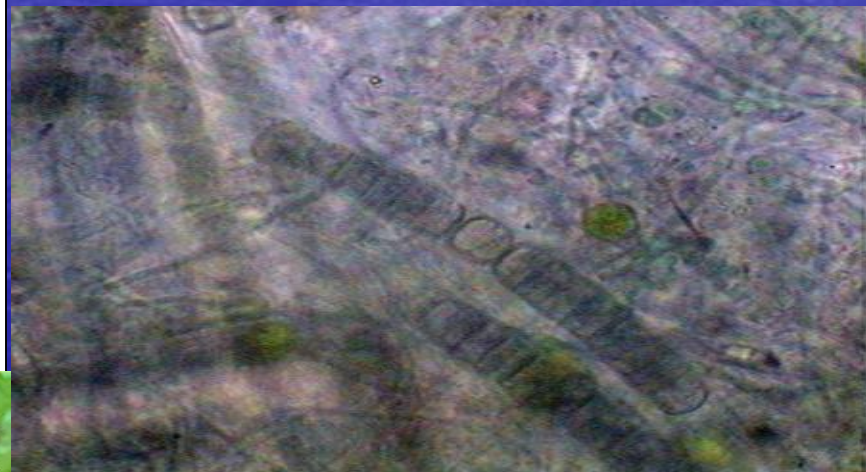
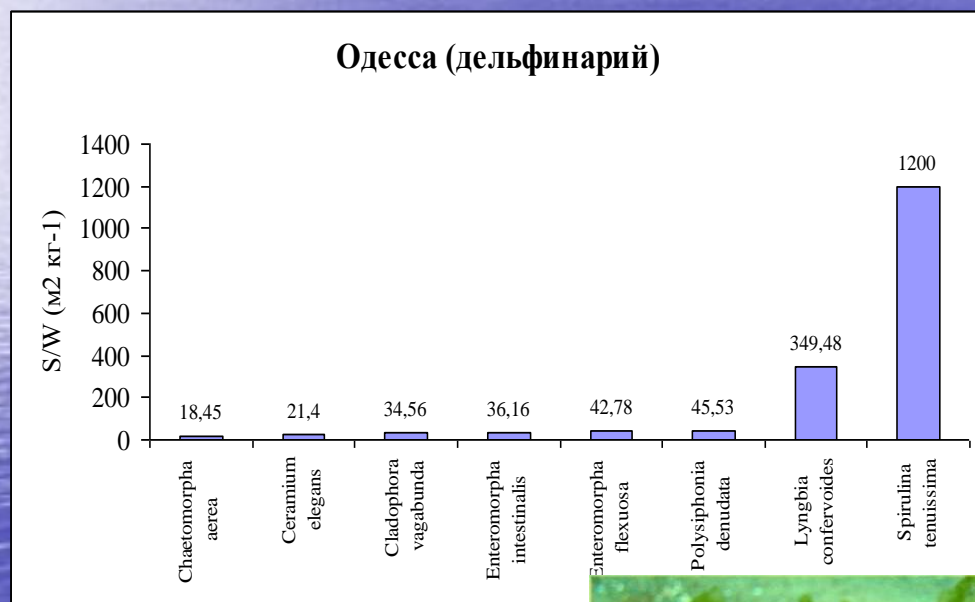
Климатическая ситуация 2010 года



Снежная зима, дождливая весна и лето (**200-350%** от нормы) в сочетании с жарким летом и аномально горячим августом (**4.9** от нормы).

В Одесском заливе изменился морфологический портрет растительности:

- экологическая активность массовых видов возросла на порядок (с **30** до **300** м².кг⁻¹);
- доминирование от зеленых и красных водорослей перешло к сине-зеленым (**Lyngbia, Spirulina**).
- экологическая активность флористического состава в целом возросла в **2,6** раза.



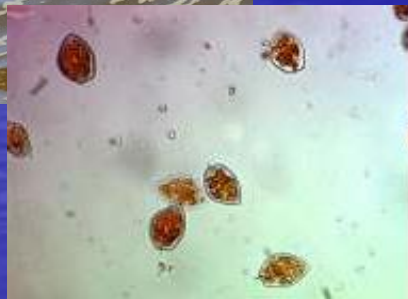
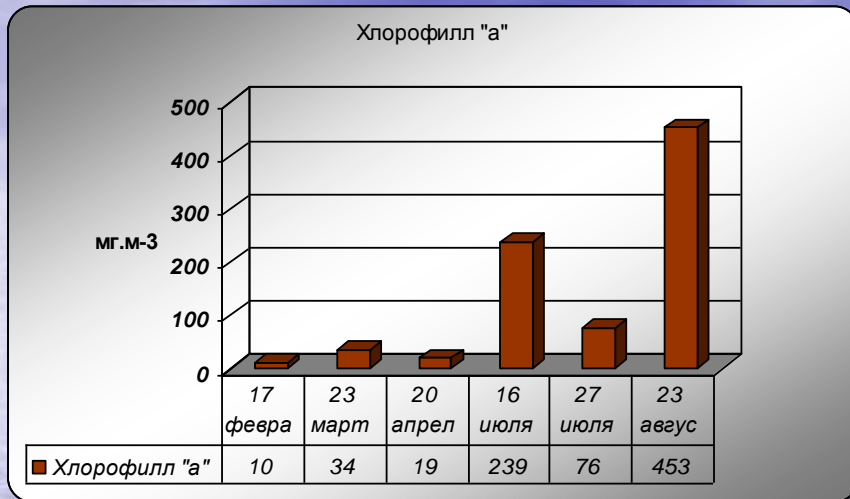
Цветение фитопланктона и гибель рыбы на Дофиновском лимане летом 2010 г.



Высокая интенсивность авторофного процесса стала причиной нарушения динамического равновесия между трофическими звеньями водных экосистем, которое проявилось в заморе и гибели гидробионтов



Экологические последствия аномальных климатических условий 2010 г в экосистеме Тилигульского лимана



В июле-августе концентрация хлорофилла «а» возросла на **2 порядка**. Биомасса *Prorocentrum micans* достигла **135 г·м⁻³** (норма меньше 1 г·м⁻³). Поверхность фитопланктона возросла до **42 м·м⁻³** (норма 2-5 м·м⁻³).

Основные выводы

- В северо-западной части Черного моря, для всех жизненных форм автотрофов наблюдается достаточный уровень устойчивости к современным климатическим факторам ($VR(\text{автотрофов}) / VR(\text{климат.фактор}) > 1$). Это подтверждает положение о **высокой природной пластичности растительности водных экосистем умеренных широт**, благодаря которой происходит перестройка структурно-функциональной организации без нарушения среднего уровня интенсивности автотрофного процесса, характерного для региона.
- Несмотря на высокую устойчивость автотрофных сообществ к колебаниям климатических факторов, **длительные и интенсивные погодные аномалии** (пример - количественные характеристики годовых аномалий температуры 2002-2003 гг. и месячных аномалии температуры и осадков в летний период 2010 г.) **нарушают региональные закономерности первично-продукционного процесса и могут разбалансировать сопряженные экологические процессы в водных экосистемах.**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ