

ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МОРСКОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ЮГНИРО)
КРЫМСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
КРЫМСКАЯ РЕСПУБЛИКАНСКАЯ АССОЦИАЦИЯ «ЭКОЛОГИЯ И МИР» (КРАЭМ)
КЕРЧЕНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КРАЭМ

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ АЗОВО- ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА

Материалы
III Международной конференции
10-11 октября 2007 г.

УДК 574.5(262.5+262.54)

Главный редактор:
кандидат географических наук
Б. Н. Панов

Редакционная коллегия:
доктор биологических наук **Е. П. Губанов**
доктор биологических наук **А. П. Золотницкий**
доктор географических наук **В. А. Брянцев**
кандидат биологических наук **В. А. Шляхов**
А. А. Солодовников
В. Н. Туркулова
Н. А. Лебедева

Современные проблемы экологии Азово-Черноморского региона: Материалы III Международной конференции, 10-11 октября 2007 г., Керчь, ЮгНИРО. — Керчь: Изд-во ЮгНИРО, 2008. — 140 с.

Рассмотрены экологические аспекты состояния биоресурсов Черного и Азовского морей, актуальные проблемы природного заповедника Карадаг, состояние нерестовой популяции черноморской камбалы калкан, пиленгаса и внутривидовая неоднородность хамсы, зимующей у побережья Крыма.

Описаны изменения качественного и количественного состава биоценозов Керченского пролива и Севастопольских бухт.

Показано влияние антропогенного воздействия на экосистему Керченского предпроливья, рассмотрены экологические аспекты развития рекреационного хозяйства Керченского полуострова и вопросы сохранения природных экосистем Юго-Западного Крыма.

Current problems of the Azov-Black Sea Region ecology. — Materials of III International Conference, 10-11 October 2007, Kerch, YugNIRO. — Kerch: YugNIRO Publishers', 2008. — 140 p.

Ecological aspects of the bioresources state of the Azov and Black Seas, current problems of the Nature Preserve Karadag, state of the Black Sea turbot and Pacific mullet spawning populations and intraspecific heterogeneity of anchovy wintering at the Crimea coast were considered.

Changes of qualitative and quantitative composition of the Kerch Strait and the Sevastopol Bays biocenoses were described.

Anthropogenic impact on the ecosystem of the area before the Kerch Strait was shown, ecological aspects of the recreation economy development of the Kerch Peninsula and issues of the South-Western Crimea natural ecosystems conservation were considered.

© АВТОРСКОЕ ПРАВО

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо её части любым способом принадлежит ЮгНИРО.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу: ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина. Тел.: (06561) 2-10-12, факс: (06561) 6-16-27, E-mail: yugniro@kerch.com.ua

**ОБЩИЕ ЧЕРТЫ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОТЛИЧИЯ
ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ
МАРИКУЛЬТУРЫ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ
В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ КРЫМА**

А. А. Субботин, О. А. Трошенко, С. В. Щуров
ИнБЮМ

Введение

При организации марикультуры следует в первую очередь учитывать конкретные условия данного водоема и особенности существования в нем культивируемого объекта. Комплексные исследования взаимоотношений организмов со средой как в естественных условиях, так и в условиях, искусственно создаваемых целенаправленной деятельностью человека, являются тем фундаментом, на котором основана рациональная и эффективная марикультура.

Районы размещения мидийных ферм должны удовлетворять ряду физико-географических, морфологических и гидрофизических условий среды, к важнейшим из которых относятся особенности очертания береговой линии, рельеф дна, волнение, течения, режим термохалинных характеристик.

Абиотические факторы влияют на распространение и жизненный цикл моллюсков. Вызывая изменения в плодовитости и смертности, они определяют динамику численности моллюсков на всем этапе их развития. Периодически изменяющиеся факторы, связанные со сменой времени года и времени суток, обуславливают формирование у организмов биологических циклов – сезонных и суточных. Случайно изменяющиеся факторы влияют на смертность организмов и их численность. Моллюски различаются по стойкости к тем или иным внешним воздействиям, имеют различную экологическую валентность. Стенобионтные виды живут в более постоянных условиях среды; эврибионтные виды способны заселять разнообразные места обитания с изменчивыми внешними условиями. Экологические факторы вызывают появление у живых организмов либо быстро протекающих реакций, главным образом, поведенческих, либо обратимых процессов приспособления (акклиматизации), требующих большого промежутка времени, либо наследственных различий в устойчивости к ним.

Любая хозяйственная деятельность человека на побережье и в море (тем более в прибрежной, мелководной части) должна учитывать параметры ветрового волнения. Характерной чертой ветрового волнения является значительная пространственно-временная изменчивость и неоднородность этого явления даже при фиксированном ветре.

По расчетам максимальные волны в Черном море могут превышать 12 м. Однако на практике реально отмечались волны высотой около 7 м. Такие наблюдения единичны, бывают раз в несколько лет. Как правило, даже при очень сильных штормах высота волн не превышает 5-6 м при длине волны 70-80 м. Ударная сила таких волн очень велика и может достигать 6 т/м².

Режим волнения изменяется по сезонам. В целом максимальное волнение наблюдается осенью и зимой, минимальное – в мае-июне. Также отмечают и

внутрисуточные изменения. В большинстве случаев волнение во второй половине дня больше, чем в утренние часы. Особенно хорошо это видно летом, когда бризовая циркуляция атмосферы выражена ярче.

Фермы желательно размещать на прибрежных участках, более или менее изолированных от влияния волн, приходящих из открытой части моря. Это обеспечивает меньшую нагрузку на несущие конструкции ферм, уменьшает расходы на ремонт и удешевляет их эксплуатацию. Таковыми участками могут быть заливы, лагуны, частично изолированные бухты, а также участки открытого побережья, искусственно огражденные молами, эстакадами, волноломами.

Наряду с этим, степень изолированности предполагаемых участков размещения ферм должна быть такой, чтобы акватории марихозяйств достаточно хорошо вентилировались. Динамическая активность морской среды, обусловленная циркуляцией вод, турбулентным и конвективным перемешиванием существенно влияет на распространение двустворчатых моллюсков и на их жизненный цикл. С одной стороны, течения являются «транспортёром» личинок мидий с момента нереста до стадии оседания (3-4 недели), с другой – обеспечивают аэрацию вод, приток биогенов и кормового фитопланктона, вынос продуктов жизнедеятельности. Турбулентное и конвективное перемешивание, помимо аэрации среды, прежде всего, в верхнем деятельном слое приводит к выравниванию абиотических и биотических характеристик, способствуя появлению и поддержанию устойчивых во времени и пространстве объемов со стабильными термохалинными характеристиками, содержанием питательных веществ, определенных видов микро- и мезопланктонных организмов.

Обязательным должно быть знание о режиме основных гидрофизических параметров среды обитания моллюсков – температуре и солености. Температура воды оказывает существенное влияние как на распространение, так и на размножение моллюсков, определяя их половые ритмы, скорость развития и роста. В значительной степени температура влияет на обмен веществ моллюсков, интенсивность питания, типы обмена веществ. В частности, если при высоких температурах преобладают углеводный и белковый типы обмена, то при низких происходит усиление жирового обмена. Дыхательная активность моллюсков также зависит от температуры: с понижением или аномально высоким повышением температуры активность животных падает вплоть до летального исхода. Темпы роста моллюсков в течение года и по сезонам неодинаковы. Максимальный прирост наблюдается в летне-осенний период с наиболее благоприятными температурными условиями для их жизнедеятельности, минимальный – в зимние месяцы [1].

Соленость является другим важным фактором, определяющим жизнедеятельность двустворчатых моллюсков. Солевой состав вод влияет на интенсивность энергетического обмена у животных, на их рост и выживаемость. Отклонения солености от нормы приводят к нарушению осмотического равновесия с внешней средой, к угнетению дыхания [1]. Толерантность к понижению солености может различаться на разных стадиях жизненного цикла. Ранние стадии развития (икра и личинки) более чувствительны к понижению солености, чем взрослые особи.

Основные черты гидроструктуры и динамики вод на шельфе Крыма

Прибрежная зона Крымского полуострова, и прежде всего ЮБК, отличается от глубоководных акваторий спецификой проявления многих гидрофизических процессов. Так, в целом прибрежная зона отличается ускоренным ходом термических процессов и более интенсивным перемешиванием вод, чем открытое море. Вследствие этого разность температур поверхностного и придонного слоев в теплый период года может достигать 10-15 °С, а сезонный термоклин здесь выражен резко. Осенне-зимнее выхолаживание прибрежных вод также происходит интенсивнее и на некоторых участках шельфа приводит к явлению зимней конвекции и, как следствие, к термической гомогенности от поверхности до дна.

Соленость прибрежных вод также отличается от солености открытых вод. Большую часть прибрежных районов Крыма занимает шельфовая поверхностная водная масса (ШПВМ), образующаяся за счет смешения распресненных прибрежных и собственно черноморских поверхностных вод в шельфовой зоне моря. Как правило, она выделяется по значениям солености менее 17,5 ‰. На мористой границе эта водная масса ограничена струей Основного черноморского течения (ОЧТ), которая идентифицируется поверхностной соленостью более 18,0 ‰. Нижняя граница ШПВМ выражена неявно и условно определяется положением верхней границы холодного промежуточного слоя, где значения солености могут колебаться от 18,0 до 18,6 ‰.

Именно ОЧТ в значительной степени определяет и динамику прибрежных вод. Общая схема прибрежной циркуляции обычно представляется как меандрирующая вдоль свала глубин струя ОЧТ, мезомасштабные антициклонические прибрежные круговороты, связанные с орографией прибрежной зоны и системой разномасштабных турбулентных вихрей, расположенных между зоной основного потока и береговой линией [4]. Исследования прибрежной циркуляции с помощью космических методов выявили новые виды вихревых образований, формирующих систему нестационарных течений в зоне «берег-ОЧТ»: грибовидные течения («вихревые диполи») и «бегущие» антициклонические вихри, связанные с неустойчивостью ОЧТ и имеющие поперечные масштабы в пределах радиуса деформации Россби. Данная схема нарушается морфометрическими особенностями отдельных районов шельфа. Вдающиеся в море мысы, бухты, заливы, рельеф дна способны формировать местную (в ряде случаев квазистационарную) систему прибрежной циркуляции.

Прибрежная зона Крыма, как вероятно никакой другой прибрежный район Черного моря, подвержена влиянию прибрежных апвеллингов. Структура и динамика прибрежных апвеллингов детально описана в работах [2, 3]. Однако каждый район имеет свои географические и морфометрические особенности, которые приводят к индивидуализации явления.

Анализ многолетних данных по пространственно-временной изменчивости гидрофизических характеристик позволил выявить основные особенности гидроструктуры и динамики вод шельфовой зоны ЮБК и Юго-Западного Крыма:

1. Основным элементом крупномасштабной циркуляции вод Черного моря, оказывающей определяющее влияние на формирование гидрологической структуры вод данного района, является струя ОЧТ, меандрирующая с разной степенью интенсивности вдоль свала глубин.

2. В условиях типичной циркуляции вод в летний период верхний 15-20-метровый слой занимают воды ШПВМ с параметрами: $T = 20,0-25,0$ °С; $S = 17,5-18,0$ ‰.

3. Минимальная температура воды на шельфе района наблюдается в феврал-марте и составляет 6,0-8,0 °С. В бухтах и на мелководье в отдельные годы температура может снижаться до 2,0-5,0 °С. Соленость поверхностных вод обычно выше 18,0 ‰.

4. Мезомасштабная изменчивость термохалинного фона в теплый период года определяется частыми и продолжительными сгонами с выходом в поверхностный слой моря более холодных (до 8,0-10,0 °С) и соленых (до 18,2 ‰) вод.

Как показал опыт прибрежной марикультуры в Черном море [1], оптимальными условиями для выращивания мидий являются: диапазон изменчивости температуры от 12 до 20 °С, соленость 16,0-18,0 ‰, хорошая аэрация водных масс с содержанием растворенного кислорода не ниже 80 % насыщения, стабильные концентрации биогенных веществ, отсутствие факторов, способствующих долговременному взмучиванию воды.

Пространственно-временная структура гидрофизических процессов, определяющих развитие прибрежной марикультуры

Для оценки вклада океанологических процессов, определяющих развитие прибрежной марикультуры требуется понимание их положения в иерархии пространственно-временных масштабов, роли каждого в переносе и перемешивании водных масс, поступлении биогенных элементов, развитии фитопланктона и т. д.

Как отмечалось в [4], гидродинамические процессы различных пространственно-временных масштабов имеют выраженный региональный характер. Анализ основных факторов, определяющих и формирующих термохалинную структуру, динамику и условия перемешивания шельфовых вод Южного и Юго-Западного Крыма, позволяет свести их к следующей схеме: весенне-летний прогрев верхнего слоя моря и осенне-зимняя конвекция, барический ветер над акваторией моря и местные ветровые условия, положение и динамическая активность ОЧТ. Ряд других факторов, в частности, сток рек, поступления средиземноморских вод и др., не являются в данном районе значимыми. Все три основных фактора достаточно тесно связаны между собой, определяя процессы и явления в конкретных районах шельфа, в акваториях размещения морских хозяйств.

В таблице представлен перечень основных процессов и явлений, постоянно или периодически наблюдающихся в прибрежной зоне моря. Как видно, они имеют различные пространственно-временные масштабы и причины генерации. За редким исключением (например ветровые волны) все они являются следствием воздействия на морскую среду целого ряда физико-географических факторов различной природы.

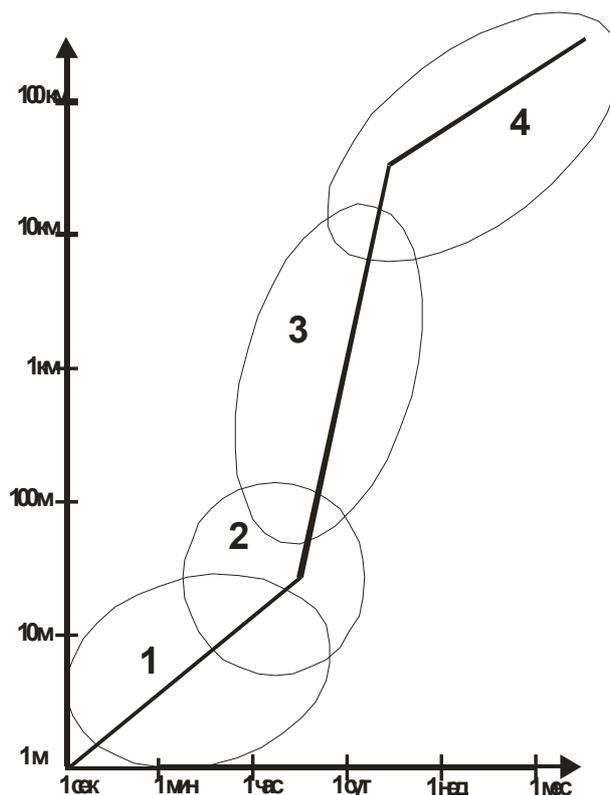
На рисунке представлена иерархия выделенных для районов ЮБК и Юго-Западного Крыма процессов и явлений, которые различным образом влияют на функционирование прибрежных марихозяйств.

Отправными точками для составления данной иерархии были выбраны следующие положения:

1. В прибрежной зоне ЮБК и Юго-Западного Крыма термохалинные условия практически полностью соответствуют оптимальным условиям для размножения и развития двустворчатых моллюсков.

Перечень основных процессов и явлений, постоянно или периодически наблюдающихся в прибрежной зоне моря

№ п/п	Вид процесса	Масштабы	
		временные	линейные
1	ОЧТ	> месяца	> 100 км
2	Орографические антициклонические вихри	недели-месяцы	десятки км
3	Мезомасштабные антициклонические вихри «бегущие» (АЦВ)	сутки-недели	десятки км
4	Экмановские апвеллинги	сутки-недели	десятки км
5	Грибовидные течения	часы-сутки	десятки км
6	Мезомасштабный апвеллинг («бегущий»)	часы-сутки	десятки км
7	Сдвиговые вихри	часы-сутки	сотни м-км
8	Сгонный прибрежный апвеллинг	часы	км
9	Циркуляция Ленгмюра	минуты-часы	десятки-сотни м
10	Короткопериодные внутренние волны	минуты-часы	м-десятки м
11	Турбулентная диффузия	минуты-часы	м
12	Ветровые волны	секунды-минуты	м



Пространственно-временная структура гидрофизических процессов, определяющих мелиорацию прибрежных вод Крыма:

1. Короткопериодные ветровые и внутренние волны, турбулентная диффузия, циркуляции Ленгмюра; 2. Сдвиговые турбулентные вихри; 3. Сгонный (бризовый) апвеллинг, мезомасштабный (бегущий) апвеллинг, грибовидные течения; 4. Экмановский апвеллинг, орографические вихри, меандры ОЧТ

2. В ряде районов ЮБК и Юго-Западного Крыма сохранились маточные «стада» скальных и иловых мидий, способных обеспечить достаточный уровень оседания личинок на искусственные субстраты по всей прибрежной зоне.

3. Кислородный режим и кормовая база в большинстве районов позволяют рассчитывать возможный диапазон объемов выращиваемых моллюсков на акваториях заданной площади.

4. Рельеф дна, ширина оптимальной зоны для размещения прибрежных марихозяйств с глубинами от 10 до 30 м, ориентация и изрезанность береговой линии могут быть учтены для уменьшения вероятности разрушения марихозяйств штормовыми волнами.

Учитывая пространственные масштабы предполагаемых к размещению в прибрежной зоне ЮБК и Юго-Западного Крыма марихозяйств – от 1 до нескольких га, можно оценить вид и степень влияния различных процессов из представленной иерархии на функциональное состояние ферм в течение всего цикла развития моллюсков. В нижней части иерархии расположены процессы, имеющие пространственные масштабы от 1 до нескольких десятков метров, и временные – от секунд до нескольких часов. Как правило, эти процессы наблюдаются в течение всего года, а их структура близка к трехмерной. Действуя достаточно регулярно в течение длительного времени и до глубин максимального положения коллекторов-носителей, они способствуют активному перемешиванию верхних слоев воды (в летнее время – до сезонного термоклина, в зимнее – глубже). Тем самым, в периоды нереста моллюсков, оседания личинок и их активного роста вся задействованная толща вод имеет однородную термическую структуру, насыщается кислородом и равномерно распределенными питательными веществами (как и кормовым фитопланктоном). Кроме этого, в период нереста те же процессы способствуют равномерному оседанию личинок моллюсков на субстраты.

Следующая группа процессов имеет пространственные масштабы от нескольких сотен метров до десятков километров и временные – от нескольких часов до нескольких суток. В масштабах фермы они выступают в роли элементов адвекции, обновляя водные массы и привнося из других районов и из глубинных слоев дополнительные питательные вещества, меро- и фитопланктон. Одновременно они выносят продукты жизнедеятельности культивируемых моллюсков и расширяют ареал распространения личинок отнерестившихся мидий.

Третья группа процессов определяет долговременные изменения в структуре и динамике вод прибрежных районов, определяя более значительные флуктуации состояния среды (понижение температуры воды в прибрежной зоне в результате длительного и мощного апвеллинга, повышение солености за счет внедрения вод открытого моря, длительные выбросы загрязняющих веществ от стационарных и временных источников загрязнения).

Анализ всего спектра выделенных процессов позволяет сделать вывод, что зоны ЮБК и Юго-Западного Крыма являются чрезвычайно динамичными районами, перспективными для развития марикультуры. Лишь полузамкнутые бухты и заливы (типа Севастопольских бухт, Балаклавской бухты, Ялтинского залива) и узкие участки пляжей на различное время могут стать зонами экологического риска. Однако и в этом случае размещение марихозяйств имеет право на существование, поскольку чисто коммерческая выгода подкрепляется санитарно-экологическим эффектом, общей мелиорацией акваторий, повышением биоразнообразия.

Литература

1. Биология культивируемых мидий / Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И. и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 100 с.
2. **Блатов А. С., Иванов В. А.** Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря. – Киев: Наукова думка, 1992. – 242 с.
3. **Богданова А. К.** Сгонно-нагонная циркуляция и термический режим Черного моря // Тр. Севаст. биол. стан., 1959. – Т. XI. – С. 262-284.
4. Изменчивость гидрофизических полей Черного моря / Блатов А. С., Булгаков Н. П., Иванов В. А. и др. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 240 с.