

551.46+574.5(061.3)

T29

✓
a
КРЫМСКИЙ ОБЛАСТНОЙ КОМИТЕТ ЛКСМУ

СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОРОДСКОЙ КОМИТЕТ ЛКСМУ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ АН УССР

ЛЕНИНСКИЙ РАЙКОМ ЛКСМ УКРАИНЫ Г. СЕВАСТОПОЛЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ III НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ КРЫМА «ВКЛАД МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
И СПЕЦИАЛИСТОВ В РЕШЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ПРОБЛЕМ ОКЕАНОЛОГИИ И ГИДРОБИОЛОГИИ»

Теоретические и экспериментальные исследования гидрофизических процессов. Освоение и охрана биологических ресурсов морей и океанов (Тезисы докладов III научно-технической конференции Крыма «Вклад молодых ученых и специалистов в решение современных проблем океанологии и гидробиологии». Севастополь, 1988.

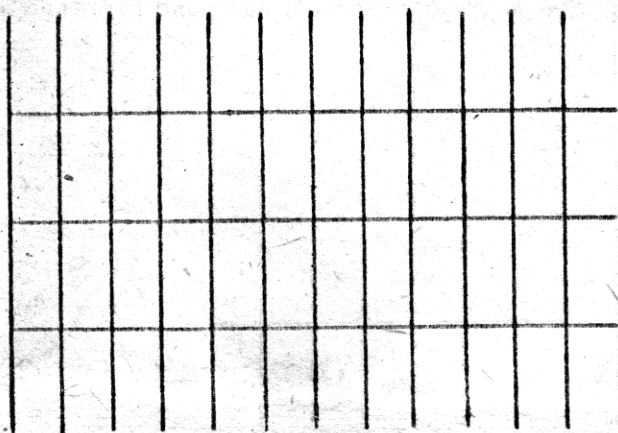
В сборнике освещены вопросы работы комитетов комсомола и советов молодых ученых и специалистов по широкому привлечению молодежи в решение задач ускорения научно-технического прогресса, рассматриваются вопросы, связанные с изучением и практическим использованием океана. Охватывается широкий диапазон пространственных и временных масштабов, рассматриваются результаты натурных и лабораторных исследований гидрофизических полей, проблемы охраны и освоения биологических ресурсов морей и океанов, вопросы прикладной и санитарной гидробиологии.

Ответственный редактор — д. б. н. В. Е. Заика.

Редакционная коллегия: С. Г. Гриднев, С. М. Игнатьев, С. В. Алемов, А. Н. Петров.

Печатается по заказу

льского совета



Григорьев С.Г. О задачах комитетов комсомола по возмещению молодежи в решении задач по ускорению научно-технического прогресса в свете решений XIX конференции КПСС	10
ЧАСТЬ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	11
Архипкин В.С., Незис П., Страчук Н.К. Сейсмические колебания Балтийского моря	12
Бабанин А.В. Экспериментальное исследование нелинейных эффектов в пространственно-временном спектре ветровых волн	13
Баев С.А. О влиянии синоптической изменчивости океана на формирование горизонтальных неоднородностей в верхнем слое	14
Белозерский В.Ф., Бенницкий В.А. Сравнение численных динамико-стохастических моделей для Северной Атлантики	15
Буктов А.А. Распространение нелинейных длинных волн на поверхности жидкости переменной глубины	16
Бурдakov В.М., Гродский С.А. Параметризация дисперсионного соотношения короткопериодных внутренних волн для Тропической Атлантики	17
Валентик Р.А. Параметрическая неустойчивость как возможный механизм генерации внутренних гравитационных волн в океане	18
Васечкина Е.Ф., Поляничев В.В. Включение верхнего слоя в модель синоптической циркуляции океана	19
Веденьков В.Р. Оценка границ применимости асимптотических формул для поля волн, возбужденных в области малой кинематической области поверхности океана	20

Гавриш В.А. Генерация слаболинейных волн в сдвиговом потоке движущейся областей давления	21
Ганопольский А.В., Мочалов А.А. Сезонная изменчивость деятельного слоя океана в совместной модели общей циркуляции атмосферы и океана	22
Гершензон В.Е., Лупян Е.А. Неустойчивость поверхностных волн на переменном течении	23
Глебов А.В., Надрин Д.Н. Исследование кумулянтов ветрового волнения	24
Горячкин Д.Н. Типизация параметров стратификации и оценка их влияния на дисперсионные соотношения внутренних волн в Тропической Атлантике	25
Григорьев А.В. Численная динамико-стохастическая модель синоптической изменчивости океана, замкнутая на уровне вторых компонентов	26
Гродский С.А., Шульгин О.В. Приближенное выражение для сечения обратного рассеяния РЛ-сигнала в двухмасштабном сечении	27
Дегтерев А.Х. Численное моделирование динамики разоробмена через пузырьки	28
Добролюбов С.А. Об оценке интенсивности глобальной термохалинной циркуляции	29
Евса Н.С. О реакции поверхности океана на стационарный тропический циклон	30
Евков В.В. Поверхностные изгибно-гравитационные колебания при движении области постоянных давлений	31
Еуравлев В.М., Валентюк Р.А. Изомерный метод максимальной энтропии в одномерном спектральном анализе	32

Исаченко В.И. Формирование летней термохалинной структуры северо-западной части Японского моря	35
Иванов В.В. Устойчивости методов интегрирования по вре- мени для численных моделей в переменных вихрь-функция тока	34
Исаченко И.В., Коновалов А.В. К теории поверхностных волн	35
Карпенко С.А. Современное состояние и перспективы раз- вития концепции водных масс	36
Козлов А.Н., Погребной А.Е. Вертикальные потоки тепла и соли в северо-западной части Тропической Атлантики	37
Крылов А.Д. Лабораторное исследование совместного переноса тепла и соли через турбулентную плотностную границу раз- дела	38
Лазарев А.А. О возможности воздействия на метровые ком- поненты спектра волн	39
Лурия Е.А., Муринин А.Б. Связь фрактальной размерности бинаризованного изображения морской поверхности с параметра- ми спектров волнения	40
Михайлов Э.Н., Семенов И.И., Шапиро Н.Б. Интеркалимбация численных моделей Тропической Атлантики	41
Муринин А.Б. Восстановление пространственных спектров морского волнения по оптическим изображениям в условиях нелинейной модуляции поля яркости	42
Назаренко Л.С., Таточев Н.Д. Численное моделирование ди- намики Арктического бассейна	43
Савоськин В.М. Пространственные волны, вызываемые движу- щейся областью гармонических по времени давлений, во вра- щаемся слое однородной жидкости	44

Слепешев А.А., Намов В.С. Средние течения, индуцированные низкочастотными внутренними волнами	45
Стадук Н.М. Трансформация и генерация внутренних волн при распространении прилива над океаническим хребтом с уче- том горизонтального изменения поля плотности	46
Троценко О.А. Структура внутритермоклинных линз в Адис- ском заливе	47
Тухилкин В.С. Крупномасштабные черты энергетики синопти- ческой изменчивости в Мировом океане	48
Успенская Т.М. Лабораторное исследование характеристик внутренних волн на течении со сдвигом скорости	49
Черемин В.Н., Артамонов Ю.В., Булгаков Н.П. Сезонная из- менчивость субтропических вод в приэкваториальной области Атлантического океана	50
Чухарев А.М., Ковадев Е.Н. О роли ветрового волнения и сдвига скорости дрейфового течения в турбулизации верхнего слоя океана	51
Щербакова Е.Н. Эволюция конвекции солевых пальцев в неоднородном термоклине	52
Яремчук А.И. О разрешении нелинейных внутренних волн на границе шельфа с океаном	53
Ястреб В.П. Характеристика волно-вихревых образований в северной части Тропической Атлантики	54
Ястреб В.П. Численные расчеты поверхностных и внутрен- них колебаний Красного моря	55

ЧАСТЬ 2. ОСВОЕНИЕ И ОХРАНА БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ	
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ	56
Алемов С.В. Некоторые вопросы взаимодействия нерестилищ с нефтяным загрязнением	57
Аполлов А.Б. К вопросу о современном состоянии микро-бентофаун восточной Балтики	58
Артемьева Я.Н. Зоопланктонные исследования акватории Судана в районе планируемого сброса сточных вод	59
Архипов А.Г., Домашенко Ю.П. Оценка нерестовой биомассы Зарабули в Черном море по количеству выметанной икры	60
Бакаева Е.Н., Волкова Н.В. Предварительная оценка токсичности грибов на трех видах зоопланктона	61
Баранова О.К. Влияние солености на накопление ^{90}Sr и ^{91}Y эмбрионами черноморской креветки	62
Бердова С.Б., Харизоменов Д.А. Некоторые оценки загрязненности донных отложений Карадagsкого заповедника токсичными металлами	63
Берисов А.Ю., Диленко В.А. Оптимизационные модели определения технико-экономических параметров мидийных мариховейств	64
Бугров Л.Ю., Лапшин О.М. Морская стационарная платформа южного Каспия как основа комплексного искусственного рифа	65
Быстрицкая О.А., Петросян А.Г., Скопцова Н.А. Перспективы лабораторного культивирования и использования для биотестирования морских планктонных беспозвоночных	66
Волков А.А. Применение методики расчета гидродинамической неоднородности гидроструктуры шельфа при оценке состояния	

кальмара уалиензиса	67
Горбань В.А., Кренева С.В. Индекс загрязненности вод	68
Домашенко Ю.Г. Морфометрические различия барабули Черного моря	69
Дружков Н.В., Макаревич П.Р. Районирование акватории Карского моря с привлечением данных по распределению микропланктона	70
Жигуменко А.В. Исследование динамики численности популяции черноморского шпрота в целях промыслового прогнозирования	71
Луков В.Е. Максимальное видовое богатство макрофитов залива Посёта (Японское море) и оценка прогностической ценности моделей "виды-площадь".	72
Ивин В.В. Эпифиты ламинарии японской в условиях промышленного выращивания	73
Казмирук В.Д. Высшая водная растительность как индикатор динамики водных масс на зарастающем мелководье.	74
Козыманко В.Б., Рыгалов В.Е., Орлова С.В. Рост грацилярии бородавчатой на экспериментальных установках в градиенте факторов в Амурском заливе.	75
Комлев М.В., Котляков А.В. К вопросу разработки методики прогнозирования ледовой обстановки в местах предполагаемого размещения марихольств	76
Красноголовец В.В. Протонная помпа галофильных бактерий	77
Кренева С.В., Горбань В.А. Распознавание образцов в контроле качества поверхностных вод	78
Куприянов И.О. Повышение биопроизводительности морских стационарных платформ при освоении шельфовых месторождений	

нефти и газа 79

Ларионов В.В. К определению размерных характеристик органической водной взвеси 80

Левенец И.Р. Группировка макрофитов в обрастании причальных сооружений залива Петра Великого (Японское море) 81

Мазлумян С.А., Повзун А.С. Влияние мидии *M. galloprovincialis* на структуру сообщества 82

Мартынова М.В., Жигуненко А.В. Диалоговая система хранения и обработки данных полевых исследований в морской биологии для мини-ЭВМ 83

Масленников С.И. Динамика сообщества обрастания садков для выращивания трески 84

Меньшенина Л.Л., Спиридонов В.А. Сроки личиночного развития антарктических эвфаузиид 85

Милин А.Б. Количественный подход к описанию различных физиологических процессов в марикультуре водорослей 86

Милчакова Н.А. Соотношение вегетативного и генеративного размножения в жизненном цикле *Costera marina* L. Черного моря 87

Моисеев С.И. Материалы о распределении и поведении баттального осьминога *Chunioctopus sp. (Cephalopoda, Cirrariidae)* в районе Срединно-Атлантического хребта Северной Атлантики 88

Моисеев С.И. Новые данные о наблюдениях за осьминогом *Octopus defilippi (Cephalopoda, Octopodidae)* в районе Дно-Азовского комплекса 89

Моисеев С.И. Особенности биологии и распределения краба *Sthenoteuthis oualaniensis* зимой 1982-83 гг. в западной части Индийского океана 90

- Незлия Н.П., Чебан Е.А. Использование гидрохимических данных для оценки продуктивности Бенгельского апвеллинга 91
- Немчин А.Ф., Савченко О.А., Шойхет М.А. Влияние кавитационной обработки на кинетику микробиологических процессов в водной среде 92
- Овчинников П.Н. Разработка критериев оценки полового созревания морского ежа Баренцева моря 93
- Орленко А.Н. О возможности получения жизнестойких личинок от производителей искусственно выращиваемых плоских устриц 94 ✓
- Павлов Ю.П. Некоторые особенности распределения восточной скумбрии в шельфовых зонах Восточной Атлантики 95
- Петров А.Н. Изменение силы давления на субстрат как пример морфо-экологических адаптаций у некоторых черноморских двустворок 96
- Петров А.Н. Сравнительное изучение биотических особенностей нерестовой активности у моллюсков разного возраста с применением индекса кондиции 97
- Попов В.В. Основной максимум нитритов в Тихом океане 98
- Просви́ров Ю.В. Способность *Urechis caupo* к вертикальной миграции в грунте 99
- Ревков Н.К. Биссусный аппарат и экологическая интерпретация его функций у черноморских двустворок митилястера и фаэотины 100
- Русанов И.В. Экологический дизайн при формировании природно-технических систем на континентальном шельфе 101
- Смык А.А. О применении метода вычислений в переменной среде к задачам моделирования экономико-экологических систем 102
- Смык А.А. Об одном формальном подходе к решению задач ра-

промышленной организации промышленной марикультуры	103
Круглов М.В. Задачи экологического исследования закономерностей возраста и роста морских рыб	104
Стрельбицкая М.В. Влияние тяжелых металлов на артемию саалина	106
Сысоев В.В., Калугина-Гутник А.А., Ткаченко И.П. Эколого-биологические особенности <i>Ceratium rubrum</i> (Huds.) Ag. из Черного моря	107
Терновенко В.А. Различия в соленостной резистентности и способности избегать воду низкой солености у двухлокальных популяций мизид	108
Ткаченко И.П., Константинова В.П., Влияние <i>Cd</i> и <i>Cu</i> на ранние этапы развития и физиологического состояния клеток <i>Cladophora vagabunda</i> (L.) Hook.	109
Филенко А.О., Неуронов А.М. Математическая модель соотношения морских утчек	110
Хрошев Д.Н. Экологическая классификация животных и зоональность озера	111
Чекалов В.П. Рост культур нефтеокисляющих бактерий на селективной среде при пересеве со сред с различным соотношением углеводов и легкодоступной органики	112
Яценко С.Б. Некоторые вопросы рационального использования и экономики ламинарных водорослей Баренцева моря	113

О ЗАДАЧАХ СОВЕТОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ШИРОКОМУ
ВОВЛЕЧЕНИЮ МОЛОДЕЖИ В РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ УСКОРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИ-
ЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В СВЕТЕ РЕШЕНИЙ XIX ВСЕСОЮЗНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
К П С С

Григорьев С.Г. - заведующий отделом комсомольских
организаций Ленинского райкома КПСУ г. Севастополя

Политика Коммунистической партии всегда была основой деятельности ВЛКСМ. "Помочь партии строить коммунизм и помочь всему молодому поколению создать коммунистическое общество", - так сформулировал В.И. Ленин смысл деятельности комсомола.

Комсомол, как и вся страна, живет сейчас под влиянием идей XIX Всесоюзной партийной конференции. Ее решения, а также животворные обновления перемен, которые сейчас происходят в обществе, находят горячую поддержку советской молодежи - она все активнее включается в перестройку.

В центре внимания каждой комсомольской организации должны находиться вопросы практической реализации курса партии на ускорение социально-экономического развития страны. В решении этой стратегической задачи все звенья ВЛКСМ обязаны быть надежной опорой и помощниками партийных организаций. Первоочередной заботой нашей молодежи, генеральным направлением работы комсомола в сфере экономики становится научно-технический прогресс - магистральный путь дальнейшего социально-экономического развития.

Сегодня открывается III конференция молодых ученых-комсомольцев Крыма. Хочется пожелать, чтобы работа, которую Вы проделаете здесь, была плодотворной и целенаправленной. Пусть уезжая из Севастополя, Вы увезете с собой новые идеи, замыслы или конкретные планы реализации задач, стоящих перед Советами молодых ученых и специалистов страны. Ведь цель нашей творческой "дискуссии" молодых ученых - комсомольцев это не только обмен мнениями, но и решение важнейших проблем участия молодых ученых в ускорении социально-экономического развития нашей страны.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

СЕЙШЕВЫЕ КОЛЕБАНИЯ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Архипкин В.С., Мевис П., Страчук Н.К.

Работа посвящена моделированию баротропных сейш Балтийского моря и сравнению результатов со спектральными оценками, рассчитанными по натурным данным.

При исследовании сейшевых колебаний с помощью гидродинамических моделей необходима трудоемкая работа по интерпретации полученных данных: пространственно-временной спектральный анализ, что ограничивает изучение сейш первыми несколькими модами. С целью прямого получения периодов и пространственной структуры сейш использовалась задача на собственные значения, в которой сводится гидродинамическая модель на невращающейся плоскости с реальным рельефом дна. Для детального описания сейш высших мод использовался пространственный шаг 10 миль. Полученные пространственно-временные параметры первых 30 баротропных сейш сравнивались с результатами спектрального анализа данных наблюдений. Использовались данные международного эксперимента, во время которого проводились синхронные наблюдения за течениями и уровнем моря в 24 пунктах.

С помощью моделирования выделены следующие баротропные сейши: одноузловая сейша с узловой линией вблизи Атлантических о-вов с периодом 48 ч.; одноузловая сейша с узловой линией в центральной части Балтийского моря с периодом 31 час.; двухузловая сейша с узловыми линиями в южной части моря и на входе в Рижский залив с периодом 26.6 час.; трехузловая сейша с узловыми линиями в южной части моря и на входах в Гинский и Ботнический заливы с периодом 25.2 час.; четырехузловая сейша с узловыми линиями в Ботническом заливе, на входах в Гинский и Рижский заливы, а также в южной части Центральной Балтики с периодом 20.6 час.; и другие сейши более высоких периодов.

На частотных спектрах, рассчитанных по данным наблюдений проявились периоды следующих сейшевых колебаний: 31-35 час., 16-18 час., 10.5 час. и 8.5 час. Оценки пространственных спектров качественно согласуются со структурой модельных сейш.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ
ЭФФЕКТОВ В ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОМ
СПЕКТРЕ ВЕТРОВЫХ ВОЛН

А.В.Бабанин

Ветровые гравитационные волны конечной амплитуды имеют нелинейные искажения профиля, являясь заостренными в районе гребня и более пологими во впадинах. Их можно рассматривать как суперпозиции связанных с основной волной высокочастотных гармоник, что должно приводить к искажениям линейного спектра в пространстве частот-волновых чисел.

В работе выполнена проверка на основе натурных данных существования спектра второго приближения и определение его характеристик. Обнаружено существование спектра второго приближения для крутых ветровых волн. Положение относительного максимума этого спектра хорошо согласуется с теоретическими выводами других авторов и позволяет объяснить полученные ранее отклонения от дисперсионного соотношения выше удвоенной частоты максимума. Вместе с тем, в отличие от теоретических спектров, эмпирические сильно размазаны в пространстве частот-волновых чисел относительно дисперсионных кривых $\omega^2 = gk$ и $\omega^2 = 2gk$, где ω — круговая частота, k — волновое число, g — ускорение свободного падения. Угловое распределение энергии спектра второго приближения очень широкое по сравнению с соответствующим распределением первого приближения.

О ВЛИЯНИИ СИНОПТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ОКЕАНА НА ФОРМИРОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В

ВЕРХНЕМ СЛОЕ

Баев С.А.

В последнее время накоплено большое количество экспериментальных данных, свидетельствующих о значительном влиянии синоптических вихрей на структуру верхнего квазиоднородного слоя океана (ВКС). Вместе с тем анализ пространственного распределения характеристик деятельного слоя океана (ДСО) и основного термоклина (ОТ) на синоптических масштабах показал, что однозначная связь между изменчивостью этих характеристик часто отсутствует.

В рамках интегральной модели исследована реакция ВКС на заданный в ОТ стационарный бароклинный вихрь в период интенсивного конвективного перемешивания. Проведен анализ влияния вихревого поля на интегральные балансы тепла, импульса и кинетической энергии турбулентности (КЭТ) ВКС. Уточнена роль различных механизмов при формировании "зеркальной" деформации изотерм ОТ и ДСО. Задача решается для субтропической области океана, термическая структура которой пестуируется следующим образом: верхний квазиоднородный слой, сезонный термоклин, подповерхностный квазиоднородный слой, основной термоклин.

По результатам численных экспериментов показано, что механизм формирования неоднородностей термической структуры верхнего слоя океана под действием вихревых возмущений в ОТ связан с вертикальными движениями на нижней границе ВКС (главным образом за счет нелинейных и нестационарных эффектов). Кроме того необходимо учитывать горизонтальную неоднородность в балансе КЭТ. "Зеркальная" деформация изотерм основного и сезонного термоклинов, наблюдаемая в экспериментальных исследованиях, связана с этими эффектами и зависит от ориентации гидрологического разреза. При этом направление ветра не оказывает существенного влияния на формирование тепловых аномалий ВКС.

СРАВНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ ДИНАМИКО-СТОХАСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

В. О. Белозерский, В. А. Бенжикский

Морской гидрофизический институт АН УССР

Одной из основных задач гидрофизики является воспроизведение на ЭВМ динамики реального океана. Практическое решение задачи воспроизведения требует восстановления на ЭВМ основных гидрофизических полей в дискретные моменты времени. Наиболее разработанным подходом к решению такой задачи является динамико-стохастическое моделирование океана.

В настоящей работе методом имитационного моделирования сравниваются две динамико-стохастические модели (ДСМ), различающиеся своими гидродинамическими частями, с целью создания алгоритма оптимизации информационной вычислительной системы для крупномасштабных полей Северной Атлантики. Гидродинамическая ДСМ 1 составляет модель Браиена, статистический алгоритм изложен в работах Тимченко. Гидродинамическая часть ДСМ 2 описана Белозерским, статистический алгоритм аналогичен алгоритму ДСМ 1. Эталонное решение насчитывалось по гидродинамической модели Браиена. Расчеты выполнялись на 5-градусной сетке в сеточной области 11×11 на пятнадцати горизонтах с учетом рельефа дна. Интегрирование уравнений производилось на 70 суток модельного времени.

Полученные данные показали:

1. при восстановлении гидрофизических полей моделями ДСМ 1 и ДСМ 2 происходит падение среднеквадратических (по горизонтали) ошибок полей плотности и скорости в слое от 0 до 400 м;
2. восстановление поля скорости ДСМ 1 лучше, чем ДСМ 2;
3. более простая гидродинамическая часть ДСМ 2 позволяет сократить в 1,5 раза объем оперативной памяти ЭВМ и в 1,5-3 раза время вычислений в зависимости от выбранного шага интегрирования.

Таким образом, выбор конкретной модели для восстановления гидрофизических полей должен производиться в соответствии с конкретными целями и имеющимися ресурсами ЭВМ.

РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДЛИННЫХ ВОЛН НА ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОСТИ ПЕРЕМЕННОЙ ГЛУБИНЫ

А.А.Букатев

В основе проблемы освоения шельфовой зоны морей и океанов, а также защиты акваторий и морских гидротехнических сооружений от разрушительного действия волн, лежит вопрос о распространении поверхностных волн в бассейне переменной глубины.

Проводится асимптотический анализ нелинейной краевой задачи теории потенциала моделирующей движение жидкости со свободной поверхностью. В результате получена система уравнений с частными производными для описания процесса распространения длинных волн без ограничения на амплитуду волны. Эта система используется для дальнейшего анализа, основанного на использовании быстрой переменной. Затем искомые функции представляются в виде степенных рядов по амплитудному параметру.

Из условия разрешимости задачи первого приближения получается уравнение эйконала для фазовой функции. Для амплитудной функции имеем уравнение Кортевега-де-Вриза с переменными коэффициентами. В условиях пологого дна задача сводится к обыкновенным дифференциальным уравнениям, которые позволяют определить профиль волны.

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ДИСПЕРСИОННОГО СООТНОШЕНИЯ КОРОТКОПЕРИОДНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН ДЛЯ ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКИ

Бурдогов В.М., Гродский С.А.

Показано, что для вертикальных профилей плотности, характеризующихся хорошо выделенным сезонным термоклином, дисперсионное соотношение низшей моды внутренних волн близко к прямой в координатах λ - длина, τ - период волны

$$\lambda = c\tau + b$$

На основе численных расчетов по массиву гидрологических зондирований на Трансатлантическом полигоне получена параметризация коэффициентов c , b от интегральных характеристик сезонного термоклина ($0 < z < h_T$)

$$c^2 = \int_0^{h_T} z N^2(z) dz, \quad b = \alpha_1 + \alpha_2 h$$

где
$$h = c^2 / \int_0^{h_T} N^2(z) dz$$

Институт биологии
Южных морей ИН УССР

БИБЛИОТЕКА

34982

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ КАК ВОЗМОЖНЫЙ МЕХАНИЗМ ГЕНЕРАЦИИ ВНУТРЕННИХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН В ОКЕАНЕ

Р.А.Валентик

В статье предлагается теоретический анализ возможного механизма генерации внутренних гравитационных волн, связанный с параметрической неустойчивостью. Показывается, что суточный ход температуры в верхнем слое океана, а также инерционные и приливные колебания гидрологических параметров во всей толще могут приводить к генерации кратных гармоник с периодом $T_n = \frac{n}{2} T_0$, $n=1, 2, \dots$, а T_0 — период внешнего воздействия (он равен суткам в случае периодического нагрева верхнего слоя океана, или периоду инерционному или приливному).

В линейной постановке задачи оценены скорости роста первых пяти неустойчивых по времени кратных волн, их характерные длины, фазовые скорости.

В работе выяснена существенная роль параметра Кориолиса в ограничении широтных областей генерации кратных гармоник.

Для атмосферы аналогичная задача была рассмотрена в работах Оглански. Хотя, как указано в работе, эффективность предлагаемого механизма в условиях атмосферы существенно выше, тем не менее и в океане данный механизм представляется важным источником генерации внутренних гравитационных волн.

ВКЛЮЧЕНИЕ ВЕРХНЕГО СЛОЯ В МОДЕЛЬ СИНОПТИЧЕСКОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ОКЕАНА.

Васечкина Е.Ф., Поляничев В.Д.

Проблема включения модели верхнего перемешанного слоя в модель циркуляции океана является весьма актуальной и существует ряд работ, посвященных ей. В этих работах, в основном, использовались различные одномерные интегральные модели верхнего слоя. Очевидно, что при таком подходе не учитываются адвективные процессы в перемешанном слое, которые могут оказаться существенными при описании некоторых явлений. В некоторых работах использовались двумерные интегральные модели совместно с моделями крупномасштабной циркуляции.

В настоящей работе предлагается модель, включающая в себе модель синоптической циркуляции Д.Г.Сеидова и двумерную интегральную модель верхнего перемешанного слоя. Математическая постановка вихреразрешающей модели Д.Г.Сеидова включает прогностические уравнения для эволюции полей температуры и относительной завихренности интегральной скорости. Баротропная компонента скорости определяется через функцию полных потоков, бароклинная компонента рассчитывается с помощью геострофических соотношений.

При построении интегральной модели однородного перемешанного слоя использовались следующие предположения: 1) толщина описываемого слоя совпадает с толщиной экмановского слоя, 2) в режиме вовлечения в вертикальном профиле существует разрыв температуры и потока тепла, 3) в момент образования нового однородного слоя профили непрерывны, 4) баланс кинетической энергии турбулентности в перемешанном слое описывается одномерным стационарным уравнением.

В работе предложен способ органичного объединения этих двух моделей.

ОЦЕНКА ГРАНИЦ ПРИМЕНИМОСТИ АСИМПТОТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ДЛЯ ПОЛЯ ВОЛН, ВОЗБУЖДАЕМЫХ В ОДНОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ ДВИЖЕНИЕМ ОБЛАСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДАВЛЕНИЙ

Веденьков В.Е.

Рассматривается линейная задача о волнах в однородной жидкости, возбуждаемых равномерным и прямолинейным движением области поверхностных давлений, исследованию которой посвящено значительное число работ. В большинстве из них анализ характеристик генерируемых волн основывался на применении метода стационарной фазы. При этом подразумевалось, что изучается дальняя зона волнового поля. Отсутствие точного решения задачи не позволяло оценить границы области применимости таких решений. В работе (Веденьков В.Е., Санников В.Ф., 1982) для точного решения получены выражения в виде суммы однократных интегралов, позволяющие проводить расчеты всей области волновых возмущений.

Настоящая работа посвящена оценке границ области применимости асимптотических формул на основе сравнения с результатами расчетов точного линейного решения. Рассматривались как неравномерные, так и равномерные асимптотические формулы. Изучался вопрос о том, начиная с каких удалений от эпицентра возмущения, асимптотики дают хорошее приближение к точному решению в зависимости от основных параметров модели, таких как скорость перемещения и характерные горизонтальные масштабы области давлений. Установлено, что когда горизонтальные размеры возмущения имеют порядок глубины жидкости, известные асимптотические решения хорошо описывают волновые возмущения внутри волновой зоны от границы до оси движения. При этом равномерные асимптотики удовлетворительно описывают волны и вне области основных волновых возмущений. Для больших по сравнению с глубиной размеров области поверхностных давлений поле генерируемых волн существенно трансформируется, и здесь уже необходимо использовать длинноволновые асимптотики.

ГЕНЕРАЦИЯ СЛАБОНЕЛИНЕЙНЫХ ВОЛН В СДВИГОВОМ ПОТОКЕ ДВИЖУЩЕЙСЯ ОБЛАСТИ ДАВЛЕНИЯ

В.А.Гаврыш

Линейная теория удовлетворительно описывает развитие вынужденных волн только при скорости движения источника возмущений, достаточно сильно отличающейся от критической. В критическом случае главный член асимптотического разложения линейного решения неограниченно растет с течением времени. Поэтому в случае резонанса линейная теория справедлива лишь на начальном этапе развития волнового следа, когда амплитуды малы, а поведение волн при больших значениях времени необходимо исследовать с помощью нелинейной теории.

Известно, что волны, возбуждаемые в однородном по глубине потоке областью возмущений, движущейся с критической скоростью (при числе Фруда, равном 1), подчиняются неоднородному уравнению Кортевега - де Вриза (НКдВ). При этом их амплитуда является конечной, и наблюдается излучение солитонов вверх по потоку.

В данной работе методом многомасштабных асимптотических разложений получено уравнение НКдВ, описывающее генерацию солитонов в потоке с постоянным по глубине сдвигом скорости. Исследуется зависимость амплитуды и периода излучения солитонов от вертикального градиента скорости течения. В результате численного решения уравнения НКдВ показано, что с увеличением градиента скорости фоновых потоков амплитуда солитонов уменьшается, а период их излучения увеличивается. При этом скорости потока на свободной поверхности и у дна должны соответственно увеличиваться и уменьшаться так, чтобы выполнялось условие резонанса. Для исследования околокритических режимов возбуждения волн в уравнение введен параметр расстройки. Анализируется его влияние на параметры солитонов.

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОГО СЛОЯ ОКЕАНА В СОВМЕСТНОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕЙ ЦИРКУЛЯЦИИ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА

А.В.Ганопольский, А.А.Мочалов

Проблема взаимодействия океана и атмосферы и параметризации деятельного слоя океана /ДСО/ является одной из ключевых при моделировании климата Земли. В настоящей работе обсуждаются результаты расчетов сезонной климатической изменчивости ДСО, полученные с использованием модели климата ВЦ АН СССР.

Модель климата ВЦ АН СССР включает блок общей циркуляции атмосферы, реализованный на базе двухуровневой модели Минца-Аракя с грубым пространственным разрешением, и блок ДСО. В модели общей циркуляции атмосферы использована процедура, позволяющая существенно увеличить шаг интегрирования по времени, а также параметризованы процессы горизонтального вихревого переноса импульса, тепла и влаги, являющиеся для данной модели подсеточными. Блок ДСО построен на основе интегральной модели перемешанного слоя океана с дополнительной параметризацией процессов коротко-периодной изменчивости вертикальной термической структуры. В модели океана учтен горизонтальный и вертикальный перенос тепла течениями и макротурбулентной диффузией. Поле течений в модели определяется как сумма градиентной компоненты, задаваемой дополнительно, и дрейфовой компоненты, вычисляемой по напряжению трения ветра.

Расчеты сезонного климатического хода проводились методом установления в интерактивном режиме взаимодействия атмосферы и океана, а также в режиме искусственной синхронизации атмосферного и океанского блоков с "ускорением" времени в атмосферном блоке. Проведено сравнение расчетных характеристик ДСО с натурными данными, а также с расчетами по модели ДСО с заданным сезонным ходом характеристик атмосферы. Определены меридиональный перенос тепла течениями и его компоненты, сезонная изменчивость теплоудержания ДСО. Сделан вывод о значительно более высокой чувствительности расчетных характеристик ДСО к вариациям внутренних параметров в совместной модели климата по сравнению с моделью ДСО при заданных атмосферных характеристиках.

НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН НА ПЕРЕМЕННОМ ТЕЧЕНИИ

В.Е. Гершензон и Е.А. Лупян

В работе рассматривается неустойчивость поверхностных волн на течении с ненулевыми поперечными градиентами скоростей (т.е. случай, когда либо $\frac{\partial u}{\partial z}$, либо $\frac{\partial w}{\partial x}$ не равна нулю, где u и w соответственно горизонтальная и вертикальная компоненты скорости течения). Показано, что на таких течениях может происходить как рост так и затухание поверхностных волн с инкрементом, пропорциональным, в первом приближении, $(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x})$. Затухание или рост волн происходит в зависимости от знака суммы.

В работе обсуждаются ситуации, характерные для возникновения зон "толчей" и "сликов" в поле течений, связанных с внутренними волнами. Приводятся спектры поверхностных волн, полученные при обработке фотоизображений различных участков зон "толчей", возникшей при взаимодействии поверхностных и внутренней волн. На основе сравнительного анализа экспериментальных результатов с предсказаниями трансформации спектра поверхностного волнения, в рамках предложенной модели, делается вывод о том, что предложенный механизм может играть одну из основных ролей при формировании "сликов" и "толчей" на поверхности при прохождении внутренних волн.

ИССЛЕДОВАНИЕ КУМУЛЯНТОВ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ

А.В.Глебов, П.Н.Цадрин

Дальневосточный государственный университет, г.Владивосток

Ветровое волнение как нелинейный процесс описывается моделью вида $\zeta = \alpha_i \xi_i + \alpha_{ij} \xi_i \xi_j + \alpha_{ijk} \xi_i \xi_j \xi_k$, где $\alpha_i, \alpha_{ij}, \alpha_{ijk}$ — постоянные коэффициенты, ξ_i — независимые случайные переменные, равномерно распределенные и со средним, равным нулю. Все кумулянты для такой модели могут быть вычислены, если задан спектр в линейном приближении и определены коэффициенты α_i, α_{ij} и α_{ijk} . В качестве спектра был выбран спектр Давидана вида $S(\omega) = (m+1)\omega^{m+1}\omega_{max}^m \left[\frac{m+1}{m} \left(\frac{\omega_{max}}{\omega} \right)^m \right]$. Коэффициенты α_i, α_{ij} и α_{ijk} были определены из решения гидродинамической задачи для моря произвольной глубины с точностью до третьего приближения. Полученные выражения для кумулянтов позволяют сделать вывод, что $\mathcal{K}_2$ формируется в результате двухволнового взаимодействия, $\mathcal{K}_3$ — в результате трехволнового взаимодействия. Исследованы зависимости $\mathcal{K}_2$ и $\mathcal{K}_3$ от крутизны для различных глубин, а также от параметра $k_{max}H$, где k_{max} — волновое число, соответствующее частоте максимума спектра, и параметра m , характеризующего ширину спектра. Проведена обработка волнограмм ветрового волнения, что позволило осуществить сравнение полученных теоретических результатов с экспериментальными данными.

Горячкин В.Н.

ТИПИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СТРАТИФИКАЦИИ И ОЦЕНКА ИХ ВЛИЯНИЯ НА ДИСПЕРСИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН В ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКЕ

Для типизации параметров стратификации в северной части Тропической Атлантики использовался массив порейсовой гидрологической информации и данные отдельных съемок, выполненных судами МТИ. Вертикальные профили $N(z)$ на каждой станции параметризовались, при этом определялись значение $N(z)$ в максимуме, глубина его залегания и ряд других параметров, которые затем осреднялись по двухградусным квадратам и полугодиям. Для районирования акватории по характеру вертикального распределения $N(z)$ использовался кластер-анализ. В пределах Тропической Атлантики выделено пять районов со сходными в их границах типами стратификации вод. Их положение в пространстве заметно изменяется в зависимости от сезона и определяется изменчивостью динамики вод. Границы основных типов стратификации вод отслеживают прибрежные зоны, район Межпассатного противотечения (МПП) и его периферий. Расчет дисперсионных соотношений показал, что наибольшая изменчивость возможных параметров внутренних волн отмечается в зоне МПП. Максимальные длины волн приурочены к его южной периферии, где отмечается наиболее глубокое залегание максимума $N(z)$. На северной периферии, где максимум залегает неглубоко, длины волн минимальны. Значения $N(z)$ в максимуме и толщина пикноклина сравнительно малоизменчивы, поэтому они слабо влияют на характер дисперсионных соотношений. Разница длин волн на северной и южной перифериях достигает 20-25% на фиксированной частоте. На частоте, близкой к максимальной частоте Байсда-Брента наблюдается противоположное распределение (т.е. минимальной длины волны в низкочастотной области соответствует максимальная высокочастотной). Сходный характер распределения отмечается и по данным съемок. Основное объяснение связано с меньшими длинами волн, рассчитанным по данным $N(z)$, значения, в среднем на 15-20% меньше, чем рассчитанные по данным $N(z)$.

Численная динамико-стохастическая модель синоптической изменчивости океана, замкнутая на уровне вторых моментов.

А.В.Григорьев

Предлагаемая модель представляет собой систему прогностических уравнений гидродинамики, замкнутую на уровне вторых моментов и дополненную алгоритмом корректировки прогнозируемых характеристик в моменты поступления информации о состоянии исследуемого объекта. Таким образом достигается информационное единство гидродинамической модели и данных наблюдений.

Согласно общим результатам, учет моментов высшего порядка увеличивает точность и заблаговременность прогноза, однако значительно усложняет практическую реализацию модели вследствие увеличения количества используемых уравнений. Однако в моделях с усвоением данных, в которых учет вторых моментов принципиально необходим, использование их значений на этапе прогноза приобретает дополнительную аргументацию.

Представляется очевидным, что наиболее простой с точки зрения реализуемости будет модель, созданная на основе уравнения баланса баротропного вихря для исследования движений в океане на синоптических масштабах. В качестве прогностической модели, замкнутой на уровне вторых моментов, используется модель, предложенная Томпсоном. Такая стохастико-динамическая модель не требует значительных вычислительных мощностей и может быть использована для краткосрочного прогноза квазигеострофического бездивергентного двумерного потока в случае небольших ошибок в начальных данных.

Модель была использована для экспериментов с имитацией усвоения данных наблюдений завихренности. Проведенные расчеты подтвердили работоспособность указанной модели.

ПРИБЛИЖЕННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ ДЛЯ СЧЕТА
ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ РЛ-СИГНАЛА В ДВУХМАСШТАБНОЙ
МОДЕЛИ

Гродский С.А., Шульгин О.В.

В двухмасштабной модели (рябь на длинной волне) сечение обратного рассеяния имеет вид:

$$\sigma_{\text{РН}}^{gg} = 4\pi k^4 \int \sin^2(\theta, \phi, \xi_x, \xi_y) S(k_g(\xi_x, \xi_y)) \rho(\xi_x, \xi_y) d\xi_x d\xi_y \quad (1)$$

где ξ_x, ξ_y - уклоны длинной волны, g - индекс поляризации, S - спектральная плотность ряби на Бреттговской компоненте, θ - угол визирования, ϕ - азимутальный угол.

Разлагая (1) в ряд Тейлора по ξ_x, ξ_y и ограничиваясь учетом квадратичных по уклонам членов, для $g=H$, $\epsilon = \infty$, $S = \frac{1 + m \cos 2\phi}{2\pi}$ получим:

$$\sigma_{\text{РН}}^{HH} = \frac{\sigma_0^4 \theta}{g} \left[1 + \left(\frac{14}{\cos^2 \theta} + 15 + 8 \sigma_g^2 \theta \right) \sigma^2 (1 + m \cos 2\phi) - 2 \sigma_g^2 \theta m \cos 2\phi \sigma^2 \right] \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \overline{\xi_x \xi_x} = \overline{\xi_y \xi_y}, \quad \overline{\xi_x \xi_y} = 0;$$

Численное моделирование динамики газообмена через пузырьки.

А.Х.Дегтерев

В штормовых условиях пузырьки воздуха, образующиеся при обрушении поверхностных волн, играют определяющую роль в газообмене океана с атмосферой. При скорости ветра свыше 20 м/с средняя концентрация этих пузырьков в приповерхностном слое такова, что их суммарная поверхность превышает поверхность раздела океан-атмосфера. В то же время плотность потока газа через поверхность раздела вода-воздух в равных условиях для пузырьков больше, чем для свободной поверхности воды. При малых Re поток газа из пузырька:

$$I = C \propto R^{3/2} (D\mathcal{U})^{1/2} (P_{\Pi} \delta - P_B),$$

где α - растворимость газа в воде, R - радиус пузырька, D - коэф. молекулярной диффузии газа, $\mathcal{U}$ - скорость пузырька, $P_{\Pi} = P_{атм} + C_I \cdot z + C_2/R$, δ - относительное содержание газа в пузырьке, P_B - парциальное давление растворенного в воде газа, C, C_I, C_2 - константы. Радиус пузырька меняется за счет уменьшения содержания газов в нем n_i и при изменении глубины, причем:

$$dn_i/dt = I_i$$

$$n_i = 4/3\pi \cdot R^3 P_{\Pi} / kT,$$

где k - постоянная Больцмана, $T(k)$ - температура газа. Под $\mathcal{U}$ понималась установившаяся скорость подъема пузырька, она рассчитывалась по формуле Стокса с поправочным коэффициентом. Глубина z определялась из уравнения конвективной диффузии, причем турбулентные пульсации скорости аппроксимировались постоянным коэффициентом вертикальной турбулентной диффузии.

Полученная система уравнений решалась разностным методом, на каждом временном шаге рассчитывалось количество газа, перешедшего из пузырька в воду. Расчет велся для пузырьков радиусом 25-150 мкм, судьба прослеживалась до возвращения пузырька на поверхность или до момента, когда его радиус становился меньше 1 мкм. Пузырьки практически не опускались глубже 5м при $K_z = 100 \text{ см}^2/\text{с}$ и равновесном насыщении воды атмосферными газами, что согласуется с результатами Торна. При $R_0 = 50 \text{ мкм}$ 10⁶ пузырьков передают воде 0.52 ммоль азота и 0.16 ммоль кислорода. В рассмотренном интервале радиусов эти потоки приблизительно пропорциональны R_0^2 .

ОБ ОЦЕНКЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ ТЕРМОХАЛИННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

С. А. Добролюбов

Бодобмен между основными бассейнами Мирового океана играет важнейшую роль в перераспределении энергии и растворенных веществ, формировании короткопериодной изменчивости климата. В последние годы в связи с изучением меридиональных потоков (МП) тепла большое внимание уделяется глобальной термохалинной циркуляции - выносу глубинных водных масс из Атлантики и компенсационному потоку вод термоклина из Тихого океана.

Для анализа меридионального теплопереноса в Мировом океане за основу взят метод вычисления послойных расходов по известным МП тепла (H) и пресной воды (F) через замкнутый зональный разрез и осредненным индексам температуры и солености трех водных масс, предложенный в 1980 г. Стоммелом. Показано, что использование в балансовой модели Стоммела величин H и F , полученных интегрированием потоков тепла и влаги в атмосферу от северной границы океана до рассматриваемого круга широты, приводит к значительным ошибкам, поскольку суммарный МП в океане включает экмановскую составляющую, превышающую в тропических широтах геострофический перенос, а также поток за счет зональной неоднородности T, S -характеристик, преобладающий в районе субтропических антициклонических круговоротов.

Были оценены значения H и F , связанные именно с послойным термохалинным МП, а затем величины расходов для верхнего, промежуточного и глубинного слоев. Затем в модельные уравнения баланса тепла, пресной воды и соли введена дополнительная составляющая, связанная с притоком вод из Тихого океана через моря Индонезии, а также через Берингов пролив. Результаты расчетов свидетельствуют, что реальная картина глобального термохалинного переноса должна включать поток вод термоклина в проливах Зондского архипелага порядка 10 Sv , лишь в этом случае можно объяснить общую схему МП тепла и пресной воды в океанах и средний возраст глубинных вод, оцениваемый по данным изотопного анализа. Обсуждается также устойчивость решения системы линейных уравнений модели в зависимости от принятых величин МП и методов их коррекции.

О РЕАКЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА НА СТАЦИОНАРНЫЙ ТРОПИЧЕСКИЙ ЦИКЛОН

Н.С.Евса

Значительное понижение давления в тропическом циклоне, трение ветра на поверхности океана и первоначальная сходимости вызываемых ветром течений приводят к изменению уровня поверхности океана под тропическим циклоном.

Применение теории "мелкой воды" в линейном приближении позволило оценить в какой степени зависит изменение уровня поверхности океана от таких параметров тропического циклона как: максимальное трение на поверхности океана, перепад давления, радиус максимальных ветров, размер тропического циклона и глубина квазигомогенного слоя h (которая считалась постоянной).

Использовались уравнения динамики в приближении осесимметрии:

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} = -\frac{h}{\rho} \frac{\partial P_a}{\partial r} - gh \frac{\partial \xi}{\partial r} + \ell v + \frac{\tau_r^e - \tau_r^H}{\rho}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\ell u + \frac{\tau_\varphi^e - \tau_\varphi^H}{\rho}$$

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = -\frac{\partial \eta}{\partial r} - \frac{u}{r}$$

Здесь: ξ — превышение уровня поверхности океана над состоянием покоя, P_a — давление на поверхности океана, задаваемое по формуле Шлоссмера, $\tau_r^e, \tau_r^H, \tau_\varphi^e, \tau_\varphi^H$ — радиальная и тангенциальная составляющие трения на поверхности океана и на нижней границе квазигомогенного слоя.

Оказалось, что глубина квазигомогенного слоя является параметром, к которому эта модель наиболее чувствительна. Глубина квазигомогенного слоя не может оставаться постоянной под тропическим циклоном хотя бы потому, что трение на поверхности океана сильно неоднородно. Учет неоднородности глубины квазигомогенного слоя под тропическим циклоном с помощью интегральной модели Полларда — Райнса — Томсона привел к качественно новым результатам хорошо согласующимся с физическим экспериментом

ПОВЕРХНОСТНЫЕ ИЗГИБНО-ГРАВИТАЦИОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ОБЛАСТИ ПОСТОЯННЫХ ДАВЛЕНИЙ

В.В. Карко

В линейной постановке изучаются трехмерные изгибно-гравитационные колебания в ближней зоне области давлений, движущейся по тонкой упругой ледяной пластинке, плавающей на поверхности однородной идеальной несжимаемой жидкости конечной глубины. Движение жидкости считается потенциальным. Уравнение колебаний пластинки принимается в качестве граничного условия на поверхности жидкости. Кроме того, удовлетворяется условие непротекания на дне и кинематическое условие контакта на границе пластинка-жидкость.

Задача решается методом интегральных преобразований. Полученное в виде двойного интеграла аналитическое представление возвышенной поверхности пластинка-жидкость анализируется в установившемся случае. При этом в зависимости от скорости перемещения нагрузки исследование проводилось численно или аналитически.

При малых скоростях перемещения области давлений изучена зависимость характеристик прогиба пластинки от ее толщины, скорости перемещения и вида распределения нагрузки. Определен радиус осесимметричной области давлений, при котором нагрузку можно считать сосредоточенной.

При больших скоростях перемещения изучено расположение максимумов высоты гребня волны перед и за сосредоточенной нагрузкой.

Показано, что глубина прогиба с увеличением скорости перемещения давлений сначала растет, а затем уменьшается, при этом точка максимальной глубины все более отстает от эпицентра области давлений.

МНОГОМЕРНЫЙ МЕТОД МАКСИМАЛЬНОЙ ЭНТРОПИИ В ОДНОМЕРНОМ СПЕКТРАЛЬНОМ АНАЛИЗЕ.

В.М.Журавлёв, Р.А.Валентик

Как хорошо известно, оценки спектральной плотности, получаемые с помощью метода максимальной энтропии для одномерных временных рядов относят к классу спектров авторегрессионных моделей (АРМ). Вообще говоря, более общие модели типа авторегрессии со скользящим средним (АРМСС) не являются решением вариационной задачи отыскания условного максимума энтропии при заданных значениях корреляционной функции. Это затрудняет получение оценок типа АРМСС на практике в рамках метода максимальной энтропии. Для этого приходится прибегать к различным ухищрениям.

В настоящей работе теоретически обосновывается подход к построению одномерных оценок типа АРМСС на основе многомерных оценок типа АРМ. Разработаны три различных подхода к построению таких оценок на практике. Проведено подробное и всестороннее тестирование алгоритмов для различных типов дискретных случайных процессов. В том числе для процессов типа гармоник в белом шуме, гармоник в окрашенном шуме и телеграфного процесса.

Показана высокая устойчивость оценок при изменении уровня шума и порядка вспомогательной многомерной АРМ, а также их высокое качество по различным параметрам оценивания.

Приведены рекомендации для использования того или иного варианта вспомогательной многомерной обработки. В заключении достоинства предлагаемого метода продемонстрированы на примере натурального временного ряда.

ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕТНЕЙ ТЕРМОХАЛИННОЙ СТРУКТУРЫ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

И.И. Зуенко, Тихоокеанский НИИ рыбного хозяйства и океанографии,
г. Владивосток

Особенностью океанологических условий в северо-западной части Японского моря летом является существование зоны относительно низких температур на поверхности моря (ТНМ) вдоль побережья Приморья. Для выяснения условий формирования этой зоны проанализированы данные океанографических съёмок, выполненных в последние годы у побережья Приморья между 133-139° в.д., с применением одного из вариантов термохалинного анализа. ТS-кривые всех станций каждой из съёмок образуют в ТS-координатах "веер", распадающийся на "пучки", соответствующие разным типам вертикальной структуры вод. Преобладают ТS-кривые двух "пучков": станции одного из них расположены в зоне пониженных ТНМ вдоль побережья Приморья шириной до 50 миль, станции другого - в более мористых водах.

Среднением температуры и солёности станций каждого "пучка" по горизонтам получены вертикальные профили температуры и солёности, характерные для двух основных водных структур. Их сравнение обнаружило, что вертикальные градиенты температуры и солёности в мористой структуре больше. В зоне пониженных ТНМ под термохалином температура воды выше, чем под термохалином в мористой зоне. Максимальная разности температуры воды двух разных структур наблюдаются вблизи термоклина (выше и ниже, со сменой знака). Солёность в зоне пониженных ТНМ выше и ниже галеклина (который совпадает с термоклином) меньше солёности на соответствующих горизонтах мористой структуры. С увеличением глубины разность температур и солёностей уменьшается.

Такое распределение температуры и солёности свидетельствует о интенсивном вертикальном перемешивании у берегов Приморья, при котором происходит более активный, чем в открытом море, тепло- и солеобмен между поверхностными и глубинными водами. Следовательно, термохалинная структура вод северо-западной части Японского моря формируется преимущественно не переносом вод с северо-востока на запад (Приморским течением), как традиционно считалось, а местными динамическими процессами. Подобный механизм формирования структуры вод широко распространён в прибрежных районах дальневосточных морей

УСТОЙЧИВОСТЬ МЕТОДОВ ИНТЕГРИРОВАНИЯ ПО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ В ПЕРЕМЕННЫХ ВИХРЬ - ФУНКЦИЯ ТОКА

В.В.Иванов

В численных моделях динамики океана, записанных в переменных "вихрь - функция тока", для интегрирования по времени главным образом применяются явные методы центральных разностей и Адамса-Бэшфорта, а также методы предиктор-корректор Мауно и Хойна. На основе теории устойчивости численных методов ОДУ проведен анализ устойчивости перечисленных методов. Методы Адамса-Бэшфорта и Хойна устойчивы только при наличии в модели диссипативных факторов /физической или схемной вязкости/, а метод центральных разностей - при отсутствии диссипации. Метод Мауно устойчив в обоих случаях, но уступает явным методам в эффективности вследствие удвоения объема вычислений при продвижении на один временной шаг.

Предлагается метод предиктор-корректор второго порядка по времени устойчивый как для вязких, так и для невязких задач и более эффективный чем вышеназванные методы. Для уравнения вихря

$$\partial_t \zeta = J(\zeta, \psi), \quad \zeta = \mathcal{L} \psi$$

формулы метода имеют вид

$$\zeta_{n+2}^* - \zeta_n = \frac{\tau}{4} (7 J_{n+1} + J_n), \quad J_{n+2}^* = J(\zeta_{n+2}^*, \psi_{n+2}^*),$$

$$\zeta_{n+2} - \zeta_{n+1} = \frac{\tau}{2} (J_{n+2}^* + J_{n+1}), \quad J_{n+2} = J(\zeta_{n+2}, \psi_{n+2}^*).$$

Результаты анализа иллюстрируются численными экспериментами с баротропной квазигеострофической моделью прогноза синоптических течений четвертого порядка аппроксимации по пространству. Предложенный метод допускает вдвое больший по сравнению со схемой центральных разностей временной шаг.

К ТЕОРИИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОЛН.

Исиченко И.В., Козлов А.В.

Теория поверхностных волн, индуцируемых зонами непотенциальности сложной природы в потенциальном течении жидкости, всё ещё нуждается в новых подходах. Зоны непотенциальности в жидкости могут моделировать зоны вихревых движений, турбулентные пятна, обтекаемые твёрдые преграды и прочие. В настоящем сообщении получено линейное интегральное уравнение для поверхностных волн в случае, когда особенности потенциала имеют произвольную природу и заключены в некоторую ограниченную область U , а течение на бесконечности потенциально. На свободной поверхности предполагаются выполненными приближения теории линейных волн. В сообщении рассмотрен плоский случай, жидкость предполагается тяжёлой идеальной и бесконечно глубокой. Пусть функция $S(x)$, $-\infty < x < +\infty$ задаёт подлежащий определению профиль свободной поверхности, G - область, занятая жидкостью, $w(z)$ комплексная скорость течения в точке $z \in G$. Поскольку предполагается, что задача на обтекание зоны непотенциальности решена, то известны значения $w(\eta)$ при $\eta \in \Gamma(U)$, где $\Gamma(U)$ граница области U . Основываясь на известной из комплексного анализа теореме, имеем равенство:

$$w(z) = (z - \mu) / (2\pi i) \cdot \int_G \frac{w(\eta) d\eta}{(\eta - z)(\eta - \mu)} - (z - \mu) R_\mu(z) \quad (1)$$

где μ произвольная фиксированная точка не принадлежащая G , $z \in G/\bar{U}$, через $R_\mu(z)$ обозначена известная голоморфная вне $\bar{U}$ функция, определяемая равенством $R_\mu(z) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\Gamma(U)} \frac{w(\eta) d\eta}{(\eta - z)(\eta - \mu)}$. В (1) перейдём к пределу при $\text{Im}(z) \rightarrow 0$ и $\mu \rightarrow 0$, воспользуемся приближениями теории линейных волн, формулой Сохоцкого и другим выражением для $w(z)$ на границе раздела через $S(x)$. После несложных преобразований окончательно получим

$$S(x)/x - c/\pi \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{dt}{t} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{S(x+t+\tau)}{t \cdot \tau \cdot (x+t+\tau)} d\tau = F(x) \quad (2)$$

$$\text{где } F(x) = -c/\pi g \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\text{Re } R_0(x+t)}{t} dt + c/\pi g \cdot \text{Im } R_0(x)$$

Здесь $R_0(x) = \lim_{\mu \rightarrow 0} R_\mu(x)$, c - скорость невязучего потока, g - ускорение свободного падения. Интегралы в (2) берутся в смысле главного значения. Удобства уравнения (2) в том, что функция $R_0(x)$ характеризующая наличие в потоке зоны непотенциальности, входит аддитивно.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНЦЕПЦИИ ВОДНЫХ МАСС

Карпенко С.А.

В настоящее время концепция водных масс (ВМ), возникшая в рамках изучения крупномасштабной структуры Мирового океана, не учитывает новейших фактов, полученных при открытии и изучении микроструктуры гидрофизических полей, вихрей и волновых процессов различного масштаба. Несоответствие концепции ВМ уровню современных представлений о пространственной структуре океана явилось причиной снижения эффективности Т, S-анализа и вызвало отток исследователей из этой области.

С нашей точки зрения, дальнейшее развитие представлений о ВМ возможно лишь на основе применения концепции уровней организации (КУО). Причем, КУО должна применяться не только к изучению отдельных процессов, но и к изучению комплекса взаимодействующих процессов, который и характеризуется понятием водной массы.

В плане развития предложенных нами ранее (Безруков, Карпенко, 1987) представлений о крупномасштабном, региональном, мезо- и микромасштабном уровнях организации ВМ Мирового океана в работе решались следующие задачи.

1. Охарактеризованы принципы выделения уровней организации ВМ.

2. В результате анализа более 2000 публикаций получены 18 определений ВМ. Сделан вывод о том, что важнейшим свойством ВМ является относительная однородность комплекса взаимодействующих параметров, что позволяет экстраполировать результаты измерений, проведенных в отдельной точке, на водную массу в целом. Показано, что понятие однородности для ВМ различных уровней организации хорошо описывается на основе иерархии средних значений гидрофизических параметров.

3. Охарактеризованы неоднородности гидрофизических полей, являющиеся формой существования ВМ. Наиболее ярким примером таких неоднородностей являются океанские вихри различного масштаба.

4. В рамках представлений о дискретно-непрерывном распределении промежуточных вод даны примеры выделения ВМ различного масштаба.

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ПОТОКИ ТЕПЛА И СОЛИ
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТРОПИЧЕСКОЙ
АТЛАНТИКИ

Козлов А.Н., Погребной А.Е.

Представлены результаты расчетов вертикальных потоков тепла и соли в интервале глубин 200-500 м главного термоклина северо-западной части тропической Атлантики. Использовались данные свободно падающего вдоль кабель-троса тонкоструктурного СТД-зонда с высоким разрешением по вертикали. Тип стратификации - "пальцевый" (температура T и соленость S убывают с глубиной), ярко выражено ступенчатое расслоение. Характерна высокая степень однородности слоев (отклонения T и S от средних значений не превышают 0.01°C и 0.01% соответственно) толщиной 15-40 м, разделенных высокоградиентными прослойками (с перепадами ΔT и ΔS порядка 0.3°C - 0.9°C и 0.06% - 0.2% соответственно) толщиной 0.3-3 м с пониженными значениями плотностного отношения $R_\rho = \alpha \Delta T / \beta \Delta S$ ($1.3 < R_\rho < 2.2$), что косвенно свидетельствует о действии механизма солевых пальцев в прослойках с турбулентным конвективным перемешиванием в квазиоднородных слоях.

Для оценок вертикальных потоков тепла и соли по данным лабораторных экспериментов [1] получены аппроксимационные формулы. Обсуждается применимость полученных соотношений к натурным наблюдениям.

По рассчитанным локальным значениям потоков построены пространственные разрезы, а также карты горизонтальных распределений потоков тепла, соли и потокового отношения. Анализируется взаимосвязь значений вертикальных потоков с локальными значениями плотностного отношения R_ρ , горизонтальными градиентами температуры и солености, другими фоновыми гидрофизическими характеристиками.

Л и т е р а т у р а

1. Mc Dougall T.J., Taylor J.R. Flux measurements across a finger interface at low values of the stability ratio. *J. Marine Res.*, 1984, т. 42, № 1, 9-14.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТНОГО ПЕРЕНОСА ТЕПЛА И СОЛИ ЧЕРЕЗ ТУРБУЛЕНТНУЮ ПЛОТНОСТНУЮ ГРАНИЦУ РАЗДЕЛА.

А.Д.Крылов

Процессы переноса тепла и соли через плотностные границы раздела имеют определяющее значение для вертикального тепло- и массо-переноса в тонко-стратифицированном океане. В данной работе приводятся результаты лабораторных экспериментов, поставленных с целью исследования закономерностей обмена теплом и солью через плотностную границу раздела между двумя механически перемешиваемыми слоями жидкости.

В лабораторном теплоизолированном бассейне ($30 \times 30 \times 30$ см²) создавалась двухслойная термохалинная стратификация. Перемешивание в каждом из слоев производилось с одинаковой интенсивностью с помощью вертикальных колеблющихся решеток, для которых хорошо известны характеристики возбуждаемой турбулентности. Значения перепадов плотности, температуры и солёности, амплитуда и частота колебаний решеток изменялись от опыта к опыту. В каждом опыте в последовательные моменты времени снимались вертикальные профили температуры и электропроводности. По данным измерений рассчитывались потоки тепла и соли между слоями, градиенты температуры и солёности в области границы раздела и другие характеристики. Измерения дополнялись визуальными наблюдениями с использованием теневого прибора.

Результаты обработки и анализа данных измерений позволили установить, что, в зависимости от величины определяющих безразмерных параметров (чисел Ричардсона и Пекле), наблюдаются различные режимы переноса тепла и соли через границу раздела. Получены количественные соотношения для каждого из этих режимов. Характерно, что в очень широком диапазоне определяющих параметров перенос тепла осуществляется более эффективно, чем соли. Обсуждается возможность использования полученных соотношений для интерпретации данных натурных наблюдений.

О возможности воздействия на метровые компоненты спектра волн

А.А.Лазарев.

Защита сооружений в прибрежной зоне моря от воздействия ветровых волн является важной инженерной задачей, традиционным решением которой является возведение стационарных волноломов. Если для береговых сооружений такое решение является приемлемым, то для конструкций на шельфе (например, нефтяных платформ) оно уже проблематично. Между тем еще в прошлом веке были предприняты первые попытки снижения интенсивности штормовых волн при помощи поверхностно-активных веществ (ПАВ). Несмотря на успех и конструктивную простоту, дальнейшего развития масляные волноломы не получили. Одной из причин прекращения исследований в этом направлении явилось отсутствие гидродинамической теории влияния ПАВ на распространение волн, другой — широко распространенное представление о том, что ПАВ могут эффективно подавлять лишь коротковолновые (капиллярные) компоненты спектра. Действительно, в естественных условиях наблюдаемые на поверхности моря пленки ПАВ имеют малую упругость (10–20 дин/см) и согласно выводам теории могут гасить лишь сантиметровую рябь. При этом воздействие на длинноволновую часть спектра происходит опосредованно — за счет подавления мелко-масштабной шероховатости, являющейся элементом связи между ветром и волнами, а также одной из причин опасного для конструкций обрушения волн.

Одним из неочевидных и имеющих практическое значение теоретических результатов является утверждение о том, что пленки ПАВ с большой упругостью (~1000 дин/см) могут непосредственно эффективно подавлять гравитационные компоненты волнового спектра. Причем линейное затухание метровых волн возрастает на 2 порядка, оставаясь примерно тем же самым в сантиметровом диапазоне. Более того, согласно расчетам в зоне сдвига с большой упругостью энергетический контраст относительно чистой воды отрицателен во всем интервале наплыва, тогда как в натурных условиях с малой упругостью отмечается усиление волн дециметрового диапазона.

В докладе высказанные положения подтверждаются теоретическими выводами и иллюстрируются графиками. Эффективное обосновывается комплексом требований к выбору веществ для активного воздействия на длинноволновые компоненты ветрового волнения.

СВЯЗЬ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ БИНАРИЗОВАННОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ С ПАРАМЕТРАМИ СПЕКТРОВ ВОЛНЕНИЯ

Е. А. Лупян и А. В. Мурынин

Известно, что если спектр некоторого процесса обладает степенным законом спада, то либо сам процесс, либо какая-то из его производных является фрактальной (т.е. для него может быть определена фрактальная размерность). Причем, эта размерность однозначно определяет закон спада спектра процесса или производной этого спектра. В ряде случаев оценка фрактальной размерности является менее трудоёмкой задачей, чем оценка спектра. Она обычно меньше искажается передаточными функциями измерительных приборов чем спектры. Поэтому, для задач, где требуется исследование именно степенных спектров и их законов спада, удобно, в качестве оцениваемой характеристики, использовать фрактальную размерность.

Примером описанной выше ситуации может служить задача дистанционного исследования спектров морского волнения, в частности, восстановление их по оптическим изображениям поверхности моря. В предлагаемой работе обсуждается связь фрактальной размерности бликов на оптическом изображении морской поверхности со спектрами этой поверхности. Показано, как она зависит от наклона спектра. Представлен алгоритм оценки фрактальной размерности. Приведены результаты модельных расчетов для процессов с различными скоростями спада спектров. Показано, что можно отличить участки в спектрах волнения с различными законами спада, исследуя фрактальную размерность бликов на её оптическом изображении.

Интеркалибрация численных моделей Тропической Атлантики

Михайлова Э.Н. Семенов И.М. Шапиро Н.Б.

В работе обсуждаются результаты численных экспериментов по диагностическому и адаптационному расчету циркуляции в Тропической Атлантике по различным численным моделям. Были реализованы три модели, основанные на консервативных численных схемах: второго порядка точности по пространству и времени, первого порядка точности, модернизированной схемы первого порядка точности. Методика проведения расчетов была обусловлена требованиями всесоюзного эксперимента по интеркалибрации численных моделей. По каждой модели проводился расчет крупномасштабных полей течений, температуры и солености, относящихся к летнему климатическому состоянию и свободных от мелкомасштабных шумов. Самые большие различия в полученных результатах наблюдаются на диагностическом этапе в экваториальной зоне. Это связано с чувствительностью схем к шумам в исходных полях температуры и солености. На адаптационном этапе результаты во всех моделях получаются количественно близкими между собой. Это может оправдать использование более экономичных численных схем первого порядка точности для расчетов крупномасштабной циркуляции в Тропической зоне океана.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СПЕКТРОВ МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ ПО ОПТИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ В УСЛОВИЯХ НЕЛИНЕЙНОЙ МОДУЛЯЦИИ ПОЛЯ ЯРКОСТИ

А.Б.Мурзин

Для оценки состояния границы океан-атмосфера по оптическим изображениям морской поверхности (МП) необходимо иметь возможность получать достоверные оценки двумерных пространственных спектров (ПС) волнения. До настоящего времени задача восстановления этих спектров решалась в предположении о линейной зависимости между полями уклонов (градиентов возвышений) и яркости МП. Однако в реальных условиях оказывается существенным нелинейный характер этой зависимости. Наличие нелинейности приводит к искажениям оценок ПС волнения [1].

Задача коррекции нелинейных искажений ПС МП в общем виде не имеет аналитического решения. Поэтому для ее решения целесообразно использовать метод прямого численного моделирования. При этом моделируются следующие физические процессы: падение на МП прямого и рассеянного солнечного излучения, рассеяние света в водной толще, отражение и преломление света элементами МП, рассеяние света на мелкомасштабных шероховатостях МП. Функция нелинейных искажений вычисляется как отношение ПС поля яркости к ПС уклонов МП при заданных значениях ключевых параметров: разрешения на поверхности, высоты съемки, зенитного угла Солнца. Полученная функция используется для решения обратной задачи - восстановления спектров уклонов МП по спектрам изображений, полученных при данном наборе ключевых параметров. Восстановление ПС возвышений МП по ПС уклонов производится групповым методом [2].

Эффективность восстановления ПС волнения подтверждена путем численного моделирования прямой и обратной задачи на ЭВМ.

Литература

1. R.D.Chapman, G.B. Truncy Errors in estimating slope spectra from wave images.- *Applied optics*, v20, №20, 1981, p.3645-3652.
2. Мурзин А.А. Восстановление пространственных спектров морской поверхности по оптическим изображениям. - *Исследования Земли из космоса*, 1988, №3.

4

Численное моделирование динамики Арктического бассейна.

Назаренко Л.С., Тауснев Н.Л.

Целью настоящей работы является изучение циркуляции вод в Арктическом бассейне в рамках прогностической модели. Решается система трехмерных нестационарных нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных с учетом реальных береговых очертаний, топографии дна, математической модели верхнего перемешанного слоя и реальной входной климатической информации в качестве граничных условий. Модель основана на ряде предположений, приводящих к упрощению математической постановки задачи. Кроме того, используется эквивалентная сферической системе координат некоторая замена, которая сохраняет вид основных уравнений и ослабляет условия устойчивости Куранта вблизи Северного полюса Земли. Метод численной реализации изложен в работе Сухорукова В.А., и др.

Необходимо отметить, что задача численного моделирования общей циркуляции является сложной задачей. Численное моделирование общей циркуляции Северного Ледовитого океана на основе примитивных уравнений впервые у нас в стране начато в ИС СО АН СССР. Численная модель воспроизводит основные особенности гидротермодинамического режима Арктики. В расчетах отчетливо воспроизводится трансполярный дрейф из района Чукотского моря в Гренландское море. В канадском бассейне до глубины 750 метров получена антициклоническая циркуляция. Глубже наблюдается циклоническое круговращение, характеризующее соленые и теплые воды Северо-Атлантического течения. В Арктическом бассейне получены поверхностные более теплые и соленые воды. Сезонная изменчивость термохалинных полей вызвала интенсификацию антициклонического круговорота в Канадском бассейне и циклоническую в Гренландском море.

В работе анализируются полученные из расчетов поля скорости, температуры, солености и функции тока, производится сравнение этих характеристик с результатами других исследований.

**ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ВОЛНЫ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ДВИЖУЩЕЙСЯ
ОБЛАСТЬЮ ГАРМОНИЧЕСКИХ ПО ВРЕМЕНИ ДАВЛЕНИЙ,
ВО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СЛОЕ ОДНОРОДНОЙ ЖИДКОСТИ**

В.М.Савоськин

Проведено исследование влияния вращения однородной жидкости на кинематические характеристики волн, образующихся при движении по ее поверхности области давлений переменной интенсивности. Рассмотрены плоский и пространственный случаи.

Решение линейной волновой задачи найдено с использованием интегральных преобразований, теории вычетов и свойств дисперсионных зависимостей для волн во вращающейся жидкости. Асимптотические оценки интегралов выполнены с помощью метода стационарной фазы.

Проведенный анализ показал, что в толще однородной жидкости за счет эффектов связанных с вращением могут возникать волновые движения, аналогичные внутренним волнам в стратифицированной жидкости. Выполнено разбиение пространства параметров на области, которым соответствует качественно различная структура генерируемых волн. Найдены зависимости угловой ширины волновых зон и формы перпендикулярных фронтов возбуждаемых систем волн от параметров модели.

Установлено, что в плоском случае возможны режимы генерации либо двух, либо четырех систем волн, а также режим резонансного роста амплитуды волн в окрестности возмущения со временем.

Слепышев А.А., Шамов В.С.

СРЕДНИЕ ТЕЧЕНИЯ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ
НИЗКОЧАСТОТНЫМИ ВНУТРЕННИМИ ВОЛНАМИ

Слабонелинейные пакеты внутренних волн при своем прохождении вносят возмущение в поле скорости и плотности, которые имеют временной масштаб порядка длительности пакета. Соответствующие искажения в поле скорости и плотности принято отождествлять с генерируемой пакетом внутренних волн вертикальной тонкой структурой. Однако это справедливо для короткопериодных внутренних волн, т.к. во внимание не принималось вращение Земли. Индуцируемые, например, слабонелинейными пакетами средние течения обусловлены наличием волновых напряжений $\frac{\partial u_i u_i}{\partial x_i}$, $\frac{\partial p' u_i}{\partial x_i}$, которые отличны от нуля, т.к. огибающая зависит от пространственно-временных координат. Следует отличать индуцируемое течение от Стоксового переноса массы $p' u_i'$ (p' , u_i' - волновые возмущения плотности и горизонтальной скорости), который присутствует и в плоской волне (когда огибающая не зависит от пространственно-временных координат).

В плоской волне фиксированной моды при учете вращения Земли отлично от нуля волновое напряжение $\frac{\partial u_2 u_2}{\partial x_3}$, которое компенсирует действие силы Кориолиса на индуцируемое течение. Примечательно, что интегральный горизонтальный перенос массы за счет индуцированного течения (проинтегрированный по глубине) в точности компенсирует Стоксов дрейф.

ТРАНСФОРМАЦИЯ И ГЕНЕРАЦИЯ ВНУТРЕННИХ ВОЛН ПРИ РАСПРОСТРАНЕНИИ ПРИЛИВА НАД ОКЕАНИЧЕСКИМ ХРЕБТОМ С УЧЕТОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЯ ПЛОТНОСТИ

Стажук И.М.

Рассматривалась задача о распространении баротропной и внутренней волны (приливного периода) в океане переменной глубины через область с горизонтальной неоднородностью поля плотности (фронтальную зону). При этом происходит передача части энергии движущейся волны во внутренние моды. Ставилась задача по известным параметрам набегающей волны, неровности дна и стратификации рассчитать волновое поле в области фронтальной зоны и за ее пределами. Полагая, что плотность по вертикали, а во фронтальной зоне и по горизонтали, меняется по экспоненте, уравнение, описывающее волновые возмущения, удается решить методом Римана. При этом используется формула, связывающая функцию тока в любой точке неоднородной области через условия на ее боковых границах.

$$\psi(x, z) = \frac{1}{\alpha_1 - \alpha_2} \left[\alpha_1 \psi_r(z - \alpha_2 x) - \alpha_2 \psi_r(z - \alpha_1 x) + \int_{z - \alpha_2 x}^{z - \alpha_1 x} (\psi_r)_x dz \right],$$

где α_1, α_2 — наклоны характеристик во фронтальной зоне, зависящие от параметров горизонтальной и вертикальной стратификации и частоты набегающей волны, ψ — функция тока, ψ_r — берется из граничных условий.

Построенная численная методика позволила рассчитать волновое поле внутри и вне фронтальной зоны. Было получено, что при трансформации энергии внутренней волны океаническим хребтом наличие фронтальной зоны приводит к расширению зон интенсивных движений с уменьшением максимального значения скоростей в них. Эти зоны расположены над хребтом и за ним по ходу распространения волны. При генерации внутренних волн зоны интенсивных волновых движений расположены внутри и в окрестности хребта. Причем наличие горизонтального градиента приводит к увеличению интенсивности в отраженных волнах по сравнению с прошедшими.

СТРУКТУРА ВНУТРИТЕРМОКЛИННЫХ ЛИЗ В КАДИССКОМ ЗАЛИВЕ

Трошенко С.А.

Изучение внутритемоклинных лиз средиземноморских вод в пригибралтарском районе Атлантического океана позволило выделить ряд особенностей таких образований.

Во-первых, лизы образуются на разных плотностных уровнях. Поэтому при совпадении горизонтальных координат они могут создавать двоядерную структуру. Как правило, аномалии температуры и солености ярче выражены в нижнем ядре.

Во-вторых, практически во всех лизах параметр, определяющий устойчивость стратификации, меняет знак градиента несколько позже другого, т.е. существуют зоны, где устойчивая стратификация определяется и температурой, и соленостью. Эти зоны находятся на верхних границах лиз и в центрах ядер. Вклад в стратификацию обоих параметров приблизительно одинаков. Такая структура создает запас устойчивости. Даже при изменении одного из параметров, например, за счет эффектов двойной диффузии, второй некоторое время может сдерживать турбулентное перемешивание.

В-третьих, у лиз Кадисского залива имеются существенные отличия между северной и южной перифериями. На северной периферии наблюдается значительное число крупных инверсий. Они обусловлены неравномерностью поступления средиземноморских вод. Если сгладить относительно мелкие инверсии, то профили температуры и солености будут такими же, как и в центре лизы. На южной периферии аномалии температуры и солености невелики. Однако, наблюдается поразительное соответствие числу инверсий южной и северной периферий. Причем, инверсии в нижней части лизы на северной границе располагаются несколько глубже соответствующих южных инверсий. Поскольку расхождение в высотах везде одинаково, следует предположить, что на все инверсии влияет один и тот же механизм или одна и та же сила. Вполне вероятно, что это Архимедова сила. Спускаясь по материковому склону Кадисского залива, средиземноморские воды по инерции заглубляются несколько ниже уровня своей плотности. В дальнейшем они поднимаются. При этом наблюдается значительная трансформация, которая приводит к усилению аномалий. Дальнейшее изучение внутритемоклинных лиз позволит более строго интерпретировать полученные результаты.

КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ЧЕРТЫ ЭНЕРГЕТИКИ СИНОПТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ

В.С.Тухилкин

На основе количественной информации, содержащейся в публикациях 1970-80-х годов, получены обобщенные оценки параметров, характеризующих трехмерное распределение кинетической (КЭ) и доступной потенциальной энергий и спектральный состав синоптической изменчивости (СИ) вод Мирового океана.

Установлено, что локальные максимумы энергии СИ в большинстве случаев расположены в районах значительных крупномасштабных неоднородностей рельефа дна океана. Это свидетельствует об активной роли рельефа дна в формировании синоптической изменчивости океана.

В областях высокого уровня значений КЭ СИ, связанных с основными крупномасштабными течениями Мирового океана, синоптическая и крупномасштабная КЭ имеют одинаковый порядок величин. В районах материкового склона КЭ СИ в 2-3 раза, а в открытом океане и на широком материковом шельфе на порядок больше крупномасштабной КЭ.

Соотношение зональной и меридиональной компонент КЭ СИ в открытом океане, а также вдольбереговой и поперечной компонент над материковым склоном - порядка единицы, что свидетельствует о квазизотропности движений - носителей СИ в отличие от крупномасштабных течений, у которых в верхнем 500-метровом слое явно преобладает зональная, в глубинных слоях - меридиональная, а над материковым склоном - вдольбереговая компоненты КЭ.

В спектре СИ в верхнем слое открытого океана преобладают максимумы в диапазонах периодов 3-5, 12-20 и 50-80 суток; в слое главного термоклина - диапазоны 3-5 и 80-125 суток; в промежуточных слоях - 50-80 суток; в глубинных - 30-80 суток, т.е. с глубиной спектральный состав сужается, а его основной энергонесущий, низкочастотный участок сдвигается в высокочастотную сторону. Над материковым шельфом и склоном наблюдается обратная тенденция. На шельфе явно доминируют максимумы в диапазоне 3-5 суток; в верхней части склона к ним добавляются максимумы диапазона 12-20 суток; в нижней части доминируют периоды 20-50 суток, т.е. спектральный состав СИ по своему характеру здесь приближается к спектральному составу открытого океана.

ЛАБОРАТОРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА ТЕЧЕНИИ СО СДВИГОМ СКОРОСТИ

Т.М.Успенская

Теоретические исследования убедительно показали, что повсеместное распространение сдвиговых течений с $Ri < 1/4$ оказывают важное динамическое воздействие на внутренние волны, особенно, на высокочастотную область спектра этих волн. Лабораторное моделирование этих процессов может прояснить некоторые важные вопросы.

Эксперименты проводились на установке, которая представляет собой замкнутый кольцевой лоток из оргстекла сечением 200×150 мм и с длиной прямолинейного участка 1,5 м. Стратификация создавалась лишь на прямолинейном участке лотка рабочая камера на концах которой установлен поллогасящие откосы. Течение в лотке создавалось вертушкой, работавшей в различных режимах. Внутренние волны генерировались осциллирующим в вертикальной плоскости цилиндром и измерялись струнным волнографом. Исследовалось распространение волн на течении с переменным по длине лотка сдвигом скорости, а также изменяющимся во времени. При этом реализовывались режимы с критическим слоем и без него.

Результаты интерпретировались в рамках существующей теории и сравнивались с характеристиками внутренних волн, полученными на основе численного решения уравнений Тейлора-Гольдштейна с использованием измеренного профиля частоты и профиля течения.

Наблюдалось, что через область критического слоя внутренние волны не проникают. При некоторых условиях развивается неустойчивость критического слоя, которая приводит к генерации турбулентности. При отсутствии критического слоя также наблюдается индуцированная волнами турбулентность. Предполагается, что это - результат конвективной неустойчивости

СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СУБТРОПИЧЕСКИХ ВОД В ПРИКВАТОРИАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА

Черемин В.И., Артамонов Д.В., Булгаков И.П.

Уточнение распределения различных водных масс в верхнем донном слое Тропической Атлантики, являющихся косвенными показателями основных элементов геострофической циркуляции, имеет важное значение в рамках исследований по проекту "Разрез". На базе климатических данных с помощью статистического объемного T-S -анализа выполнены количественные оценки распространения и сезонной изменчивости субтропических вод в прикваториальной области Атлантического океана. Исходным материалом послужили сезонные значения температуры и солености из массива одноградусных гидрологических данных Принстонского университета. Расчеты проводились от 20°с.ш. до 20°ш. . Основываясь на результатах исследований районов формирования экваториальных противотечений были выбраны интервалы термохалинных характеристик для субтропических вод поступающих в противотечения. По температуре рассматривается слой между изотермами $13^{\circ}\text{--}25^{\circ}\text{C}$, по солености - $35.8\text{--}37.00\text{‰}$, по плотности - $24.4\text{--}26.3$ у.ед.

Анализ широтно-объемных диаграмм показал, что повышенным содержанием субтропических вод характеризуются зоны противотечений, в особенности - течение Ломоносова, причем зимой основной вклад в течение Ломоносова и Межпассатное течение дают воды северного антициклонического субтропического круговорота. В целом содержание субтропических вод в зоне МП значительно меньше чем в ТЛ. Интегральное содержание субтропических вод в слое 50-150 м хорошо отражает развитие течения Ломоносова весной, летом и осенью, в то время как Межпассатное противотечение в этом слое лучше проявляется зимой. Весной, летом и осенью вероятность появления в течении Ломоносова северных и южных субтропических вод одинакова.

О РОЛИ ВЕТРОВОГО ВОЛНЕНИЯ И СДВИГА СКОРОСТИ ДРЕЙФОВОГО ТЕЧЕНИЯ В ТУР- БУЛИЗАЦИИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ ОКЕАНА.

А.М. Чухарев, Е.Н. Ковалев

При исследовании турбулентной структуры важно оценить количественный вклад каждого из двух механизмов генерации турбулентности: поверхностных волн и сдвига скорости. В отсутствие обрушивающихся волн они являются основными источниками турбулентности в верхнем слое океана.

В экспериментах, проведенных в натуральных условиях, определялись коэффициенты турбулентной диффузии флуоресцирующих красителей, и по ним оценивалась скорость диссипации турбулентной энергии. Методика определения коэффициентов диффузии описана в

I. Эксперименты проводились в различных гидрометеорологических, во время их проведения регистрировались параметры волн, скорость ветра и скорость основного течения.

По результатам экспериментов построены кривые зависимости скорости диссипации от глубины. Наблюдается достаточно хорошо увеличение скорости диссипации с ростом высоты волнения и по мере приближения к поверхности, однако зависимость от глубины часто видоизменялась, по-видимому, вследствие перемерзлости. Зависимость скорости диссипации от сдвига (от скорости ветра) в явном виде не прослеживалась, но теоретические значения, рассчитанные по формуле для твердой стенки, оказывались сравнимы по порядку величины (особенно при незначительном волнении) с экспериментальными данными. На основании экспериментов можно сделать предварительный вывод о необходимости одновременного учета каждого из двух указанных механизмов генерации турбулентности, по крайней мере до глубины порядка 5 м.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- I. Чухарев А.М., Ковалев Е.Н. Изменчивость коэффициентов турбулентной диффузии в слое ветрового волнения. - В кн. "Гидрофизические исследования Атлантического океана и Черного моря". Черномор. отд-ние Мор. гидрофиз. ин-та АН УССР. Севастополь, Каптивели, 1987, Деп. в ВНИИТИ 15.04.87 № 2400-867, с. 103 - III.

ЭВОЛЮЦИЯ КОНВЕКЦИИ СОЛЕВЫХ ПАЛЬЦЕВ В НЕОДНОРОДНОМ ТЕРМОКЛИНЕ

Щербакова Е.Н.

Численно изучается возникновение и развитие конвекции солевых пальцев в высокоградиентной прослойке термоклина с переменной частотой Вайсяля. Расчеты проводились на основе системы уравнений, включающей нелинейные уравнения Навье-Стокса для двумерного случая, уравнение неразрывности жидкости, теплопроводности и диффузии соли с адвекцией. Начальные условия брали в виде покоящейся жидкости с возмущением типа белого шума в поле температуры и солёности, суммарная амплитуда которых составляет 0.5% перепада в прослойке.

Наблюдается периодическое возникновение конвективных ячеек с последующим разрушением с характерным вертикальным масштабом равным горизонтальному размеру ячейки. Рассмотрено по крайней мере три поколения солевых пальцев. Изучается перемешивание слабоградиентной области за счет отрыва и падения элементов плавучести. Рассчитываются потоки тепла и соли, их эволюция во времени.

Сопоставление с лабораторным экспериментом показывает хорошее совпадение величин потоков. Подтверждается механизм вторичной неустойчивости конвекции, солевых пальцев, как основной, обуславливающий разрушение ячеек солевых пальцев, что позволяет поддерживать высокий градиент в прослойке солевых пальцев.

Таким образом, механизм формирования ступенчатой структуры термоклина представляется следующим. В высокоградиентной прослойке, созданной, например, в результате интрузионного рас-
сечения, возникает и развивается конвективный режим солевых пальцев. В результате вторичной неустойчивости солевые пальцы распадаются на плавучие элементы, которые падают и всплывают в прилегающих к прослойке слабоградиентных областях и перемешивают их, превращая в однородные слои.

О РАЗРУШЕНИИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА ГРАНИЦЕ ШЕЛЬФА С ОКЕАНОМ

Яремчук А.И.

Наблюдаемые в океане цуги внутренних волн представляют собой нелинейные волновые пакеты, для аналитического анализа которых часто используют уравнение Кортевега-де Фриза (КдФ) и его модификации, описывающие распространение слабонелинейных внутренних волн в горизонтально-однородной стратифицированной жидкости. Однако в реальных ситуациях основные характеристики океана изменяются в пространстве в широких пределах, что приводит к необходимости исследования их влияния на эволюцию внутренних волн. В работе рассмотрена задача о распространении внутренних волн в океане с неровным дном - простейшей модели трассы, не требующей введения внешних сил в уравнения Эйлера для создания горизонтальной неоднородности. Как известно, в рамках линейной теории плавные изменения параметров океанического волновода приводят к трансформации амплитуды и волнового вектора внутренней волны, не вызывая её отражения. Оказывается, что учет нелинейности существенно изменяет ситуацию. Установлено, что в независимости от крутизны неровностей дна уравнения гидродинамики не допускают решений, описывающих приход уединённой внутренней волны со стороны океана и подъём её на шельф без отражения. В рамках длинноволнового слабонелинейного приближения, когда в горизонтально-однородном океане внутренние волны могут быть описаны уравнением КдФ или нелокальным уравнением КдФ с произвольным законом дисперсии, доказана невозможность распада пришедшего со стороны океана солитона на поднявшийся на шельф и отраженный цуги солитонов, а также невозможность безотражательного распространения стационарной внутренней волны конечной амплитуды. Качественное рассмотрение распада уединённой внутренней волны на границе шельфа с океаном показывает, что определяющим параметром процесса является не крутизна обрыва, а его высота, так как любое нелинейное возмущение обязательно "цепляется" за неровности дна и необходим учет взаимодействия отражённых волн, не описываемый нелокальными уравнениями КдФ. Проведённые расчёты качественно проиллюстрированы процедурами построения приближённых решений.

ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛНО-ВИХРЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКИ

В.П. Ястреб

Расчеты климатических энергетических характеристик в северной части Тропической Атлантики показали, что кинетическая энергия (КЭ) концентрируется в полосе широт между $6-8^{\circ}$ с.ш., что соответствует среднепогодному положению Межлассатного противотечения (МЛП), а минимальные значения КЭ приходятся на зоны вергенций. Распределение кинетической энергии синоптических движений (КЭ'), представляющую собой отклонение КЭ конкретной гидрологической съемки от климатической нормы, напротив, характеризуется повышенными величинами в зонах дивергенции и конвергенции. Динамическая активность вод на синоптических масштабах в этих зонах обусловлена наличием синоптических вихревых образований, проявляющихся в зоне конвергенции в виде цепочки антициклонических, а в зоне дивергенции циклонических вихрей.

Оценки ДПЭ/КЭ и КЭ/КЭ' указывают на возможность сосуществования в районе исследований МЛП и синоптических вихрей, при этом МЛП не выступает как основной энергетический источник, а только осуществляет энергетическую подкачку, продлевая таким образом время "жизни" вихрей. Сопоставление оценок теоретически возможных параметров волн Россби с данными натурных наблюдений ($\lambda \sim 500-1250$ км, $T = 30-120$ сут) указывает на их незначительные расхождения, что позволяет предположить волновую природу СВО. Это неплохо соответствует результатам теоретических исследований баротропной и бароклинной реакции океана на периодические возмущения ветра, свидетельствующие о генерации волновых возмущений с пространственно-временными параметрами волн Россби. С помощью статистической обработки гидрологических съемок в районе исследований и климатического массива данных были прослежены закономерности распространения наблюдаемых планетарных волн. Установлено, что в осенне-зимний период вдоль зоны дивергенции распространяются в западном направлении волны, удовлетворительно описываемые линейной теорией волн Россби. Достигнув берегов Южной Америки, они отражаются в экваториальную полосу и в весенне-летний сезон распространяются на восток в виде экваториальной волны Кельвина. В конце лета волны Кельвина в районе Гвинейского залива диссипируют и на этом годовой цикл завершается.

ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ВНУТРЕННИХ КОЛЕБАНИЙ КРАСНОГО МОРЯ.

В.П.Ястреб

Расчеты собственных колебаний Красного моря под воздействием касательного напряжения ветра выполнялись в рамках двухслойной модели. При проведении численного эксперимента имитировались условия для летнего сезона. Расчеты выполнялись без учета мелководных шельфов при толщинах верхнего и нижнего слоев, равным 100 и 1900 м, соответственно. Градиент атмосферного давления равен нулю. Ветер задавался северо-западного направления со скоростью 20 см с^{-1} . Продолжительность его действия составляла 5 часов, после чего расчеты проводились в режиме свободных колебаний.

Результаты численных расчетов показали, что в результате действия ветра образовались деформации свободной поверхности и поверхности раздела между нижним и верхним слоями, которые дали начало развитию колебаний, относящихся по своей природе к длинным гравитационным волнам.

С помощью спектрального анализа установлено, что баротропные отклики на действие северо-западного ветра проявляются в виде стоячих колебаний, среди которых преобладают сейши с периодами 6,4; 5,3; 4,0 и 2,7 часа. Установлено, что с ростом моды возрастает влияние вращения Земли, в результате чего многоузловые сейши у боковых границ приобретают некоторые свойства волн Кельвина: увеличиваются амплитуды и фазовые скорости. Бароклинная реакция бассейна на внешние возмущения выразилась в генерации внутренних волн, заключенных в частотном диапазоне $f \leq \omega \leq N$, где f - инерционная частота, ω - частота внутренних волн, N - частота Блэя-Брента. На спектрах колебаний границы по уровню энергии выделяются две группы внутренних волн: волны, тяготеющие к инерционной частоте и волны с частотами, близкими к частотам баротропных сейш.

Среди низкочастотных внутренних волн преобладают волны с периодом 22 часа. Показано, что эти волны генерируются на севере Красного моря как инерционные колебания, которые по мере продвижения на юг вырождаются во внутренние гравитационные волны Кельвина. Длина этих волн около 230 км, фазовая скорость 3 м с^{-1} .

Высокочастотная область диапазона внутренних волн формируется внутренними сейсами первого ряда с периодами 1,1; 2,3; 2,7 часа.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ

ОСВОЕНИЕ И ОХРАНА БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МОРЕЙ
И ОКЕАНОВ

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НЕРЕИД С НЕФТНЫМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ.

Алемов С.В. (Институт АН УССР)

Полихета *Nereis diversicolor* в природных условиях встречается в районах с содержанием хлороформного битумоида (ХБ) в грунте 15-30 мг/г сухого осадка. В присутствии нерейд в загрязненном грунте ускоряются процессы преобразования битумоидов, в связи с чем существует теоретическая возможность целенаправленного использования данных животных для повышения самоочищающей способности морской среды.

В экспериментах полихет *N. diversicolor* помещали в аквариумы, заполненные грунтом, концентрация нефти в котором возрастала от одной стенки аквариума к другой - от 0,5 мг ХБ на г сух. осадка и далее с добавлением сырой нефти 0,75 г, 1,5 г, 3 г и 6 г на каждые 100 г сырого грунта. В первые часы эксперимента подавляющее большинство полихет находилось на поверхности или зарывалось в наименее загрязненный грунт. Зарывшиеся в сильно загрязненных участках, покидали норы и мигрировали в чистые районы. Через 10 сут. часть полихет погибла, живые распределялись следующим образом: половина животных в чистом грунте, треть - в наиболее загрязненном, остальные (примерно по 6-10% от общего количества) - в грунтах с добавлением нефти 0,75 и 3 г/100 г грунта. В слое с добавлением нефти 1,5 г/100 г, находившемся в центре аквариума, полихеты отсутствовали. В сильно загрязненном участке черви располагались в грунте в основном вдоль стенок аквариума. Очевидно, при обитании в загрязненном грунте для данного вида благоприятно наличие твердых поверхностей.

В других опытах было показано, что глубина проникновения *N. diversicolor* в чистый грунт (мелкий песок, ХБ 0,5 мг/г сух. осадка) и такой же грунт с добавлением сырой нефти (ХБ 7 мг/г) одинакова и составляла в условиях эксперимента до 15 см.

Анализ грунта показал, что и в опыте и в контроле в норках полихет было выше содержание белка, чем в остальном грунте; содержание белка в норках в грязном грунте было выше, чем в норках контроля. Содержание углеводов в норках и остальном грунте различалось.

К ВОПРОСУ О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ МАКРОБЕНТОФАУНЫ ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ.

Аполлов А.В. Балтийск, Рига.

Летом 1987 г в Восточной Балтике была выполнена съёмка макро-бентофауны на 400 станциях. Орудиями сбора служили дночерпатель Ван - Вина и драга. Сообщества выделены по биомассе.

Макробентофауну подразделили на сообщества макомы балтийской мидий, реликтовых ракообразных.

Сообщество макомы обитает на площади 14 тыс. км² от уреза воды до безжизненной зоны. Величины биомассы находятся в интервале от 2 до 350 г/м², средняя 128 г/м². Максимумы биомассы, свыше 250 г/м², отмечены в районах с периодическим выносом глубинных вод, богатых биогенами.

Сообщество мидий обитает в районе островов Моонзунда, до глубины 40 м и от мыса Акменьрагс до Паланги, до глубины 30 м. Средние численность и биомасса сос. эвлят 8 тыс. экз/м² и 700 г/м², соответственно.

Сообществу реликтов, обитающему на глубине 70 м, свойственна численность до 50 экз/м² и биомасса до 20 г/м².

По сравнению с 60 - годами безжизненная зона расширилась в 2,5 раза, граница её проходит на 90 - 105 м. Исчезли сообщества полихет, некоторых бивальвий. Площадь сообщества реликтовых ракообразных сократилась в 20 раз. Произошло существенное возрастание удельной доли бивальвий (мидий в 20 раз) при сокращении доли ракообразных (пентопорей в 10 раз).

В настоящий период основу макробентофауны составляют холодолюбивые и эвритермные виды, резистентные к снижению солёности. Общая биомасса донной фауны, по сравнению с 60 годами, выросла на порядок.

Зоопланктонные исследования акватории Судака
в районе планируемого сброса сточных вод

Артемьева Я.Н.

Горьковский Государственный Университет

В августе 1987 г. в прибрежной зоне Судака обнаружены следующие организмы зоопланктона: ночесветка, гребневик, сагитта, аппендикулярия и II видов ракообразных: 7 - веслоногих и 4 ветвистобусых, а также личинки десятиногих раков, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, полихет и усконогих раков. Общая биомасса в слое 0-10 м изменялась в пределах от 26,8 до 715,2, в слое 10-25 м - от 156,9 до 1291,1 и в слое 25-50 м - от 33,3 до 437,5 мг/м³. Общая биомасса кормового зоопланктона колебалась от 8,0 до 72,4 мг/м³. Основная масса его приходилась на веслоногих раков, из которых доминировали *Acartia clausi* и *Oithona nana*. Биомасса некормового зоопланктона в слое 0-10 м, представленная главным образом ночесветкой и сагиттой, изменялась в пределах от 14,9 до 642,8 мг/м³. В слое 10-25 м биомасса кормового планктона ниже /6,4 - 49,0 мг/м³/, ее основную массу составляли copepodы *Acartia clausi* и *Calanus helgolandicus*. Биомасса некормового зоопланктона увеличилась в основном за счет гребневиков и ноктилеки. В слое 25-50 м биомасса кормового зоопланктона изменялась в пределах от 9,1 до 66,1 мг/м³, преобладающими видами были веслоногие раки *Calanus helgolandicus* и *Pseudocalanus elongatus*. Биомасса некормового планктона, по сравнению с выше лежащим слоем, уменьшилась. Индекс видового разнообразия Шеннона для зоопланктона прибрежной акватории Судака изменялся в пределах от 0,858 до 2,003. Сброс сточных вод в исследуемом районе может привести к изменению видового состава и снижению численности олигосапробных видов зоопланктона.

ОЦЕНКА НЕРЕСТОВОЙ БИОМАССЫ БАРАБУЛИ В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО КОЛИЧЕСТВУ ВЫМЕТАННОЙ ИКРЫ

Архипов А.Г., Домашенко К.Г. (АзчерНИРО)

Для определения нерестовой биомассы некоторых промысловых черноморских рыб, в том числе и барабули, используются данные ихтиопланктонных съемок. Сведения о продукции икры рыб за нерестовый сезон, согласно концепции Генаэна и Анштейна, могут быть основой для оценки биомассы их нерестовых стад.

При оценке нерестового запаса барабули в основном районе ее обитания в Черном море - побережье Северного Кавказа и Керченском проливе - были использованы данные ихтиопланктонных съемок, проводившихся в 1984-1987 гг. с мая по август, и охватывающих практически весь период ее нереста.

Величину нерестовой биомассы барабули (В) определяли по формуле:

$$B = \frac{P \cdot m}{F \cdot k}$$

где P - продукция икры за нерестовый сезон, F - средняя абсолютная плодовитость (принята равной 110 тыс. икринок), m - средний вес рыб, k - соотношение полов.

Результаты расчетов приведены в таблице.

Год	Соотношение полов (♂ : ♀)	Средний вес рыб, г	Продукция икры, млрд. шт.	Нерестовая биомасса, тыс. т
1984	1 : 2,6	25,2	6776,2	2,14
1985	1 : 2,2	25,6	7002,9	2,38
1986	1 : 2,5	28,9	2750,2	1,01
1987	1 : 3,0	19,6	12543,3	2,98

Полученные данные найдут практическое применение при разработке рекомендаций по рациональному промыслу барабули в Черном море.

61

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ГРИБОВ НА ТРЕХ ВИДАХ ЗООПЛАНктоНА

Бакаева Е.Н., Войнова Н.В. (Азовский НИИ рыбного Хозяйства)

Рыбные корма, выпускаемые промышленностью, в процессе хранения могут самонагреваться, плесневеть и поражаться вредителями. В результате питательная ценность их резко снижается и они могут оказаться непригодными для скармливания рыбе, а также вызвать отравление.

Выделенные из рыбного искусственного корма ПК-ЗР дрожжеподобный и плесневый грибы подвергались исследованию на токсичность по методике Н.А. Спесивцевой (1971). В качестве тест-объектов использовали помимо *Paramecium caudatum*, рекомендуемой методикой, ещё одну инфузорию *Tetrahymena pyriformis* и многоклеточный организм - коловратку *Brachionus calyciflorus*.

Проведено сравнение действия на три вида зоологических объектов нескольких водных экстрактов разновозрастных культур грибов, полученных при различных температурах и различной длительности экстрагирования.

Анализ полученных материалов показал, что из всех использованных гидробионтов, коловратка оказалась наиболее чувствительным организмом к действию грибных экстрактов. Тетрахимена и парамеция проявили сходное действие в отношении грибных экстрактов. Однако тетрахимена оказалась несколько устойчивее. Таким образом для полной характеристики испытываемых экстрактов грибов целесообразно применение не только организмов разной степени организации, но и близкие по систематическому положению.

ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ НА НАКОПЛЕНИЕ ^{90}Sr И ^{91}Y

ЭМБРИОНАМИ ЧЕРНОМОРСКОЙ КРЕВЕТКИ *Palaeomon adspersus*

Баранова О.К. (Институт биологии южных морей АН УССР)

При изучении экологического действия радионуклидов на гидробионты необходима оценка поглощенных доз, которые рассчитываются на основании знания коэффициентов накопления (K_n).

Изучалось накопление радионуклидов ^{90}Sr и ^{91}Y развивающимися эмбрионами эвригалинного вида *Palaeomon adspersus* в воде солености 5, 10 и 17‰. Полученные результаты отражают обратную зависимость K_n от солености. Для ^{90}Sr их величины меньше единицы и различаются в 1,5-2 раза. В случае ^{91}Y значения K_n достигают нескольких десятков, а влияние солености выражено значительно резче. Так, в крайних вариантах солености K_n различаются на порядок. Исходя из полученных величин K_n можно предполагать и существенные различия доз, поглощенных эмбрионами креветки в воде разной солености (эстуарий-море).

Достоверность установленных различий проверялась по приближенному t -критерию и лежит в пределах 5% ошибки.

НЕКОТОРЫЕ ОСНОВЫ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КАРАДАГСКОГО ЗАПОВЕДНИКА ТОКСИЧНЫМИ МЕТАЛЛАМИ.

С.Е. Бердова, Д.А. Харизоменов

Определение содержания металлов в донных отложениях традиционными химическими методами, как известно, весьма трудоемкая процедура. Анализ упрощается при использовании современных физических методов, например, атомной абсорбционной спектроскопии /ААС/ или рамановского флуоресцентного анализа. Однако, необходимо детально рассмотреть возможность применения подобных методов на территории биосферных и иных заповедников, которые должны, по идее, содержать минимальные количества загрязнителей.

Пробы донных отложений отбирались вблизи западной границы Карадагского отделения ИНЕМ и обрабатывались методом ААС. В связи с целью работы мы не стремились к точной привязке мест отбора проб к акватории: точность расстояния точек от берега / L / и глубина / H / в этих точках могут иметь погрешности порядка 10%.

Места отбора проб следующие: 1. Траверз р.Отуски / L = 70 м, H = 4 м, на 50% площади дна песок, камни /. 2. В 30 м восточнее выпуска сточных вод / L = 110 м, H = 3 м, на дне песок 2 + 5 % /. 3. В 100 м восточнее пирса заповедника / L = 150 м в 10 м от границы песок-камни на дне, H = 4 м, на дне песок /. 4. В 30 м восточнее Кузьмичева кельи / L = 60 м у границы песок-камни на дне, H = 4 - 5 м /. 5. Там же / L = 140 м, H = 7 - 8 м, на дне донные формы длиной 0.8 м, высотой 0.3 м /.

Методом ААС определялось содержание Cd, Си, Со, Сг, Рв, Zn, Fe, Mn, Ni. Результаты анализа позволяют сделать предварительные выводы:

1. Метод ААС позволяет исследовать распределение металлов в донных отложениях заповедника.

2. В донных отложениях вблизи водовыпуска содержание кадмия выше, чем в остальных точках, содержание марганца, кобальта, цинка слабо коррелирует со глубиной точки.

3. Следует обратить внимание на содержание хрома в "морских" точках 1,3, где его почти вдвое больше, чем в остальных. Вероятно, загрязнение заповедника этим элементом обусловлено вольфрамсодержащим потоком шахт.

ОПТИМИЗАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МИДИЙНЫХ МАРИХОЗЯЙСТВ

Борисов М.Ю. Диленко В.А. (Одесское отделение ИЭ АН УССР)

Повышение экономической эффективности марихозяйств по культивированию тех или иных видов хозяйственно-ценных гидробионтов предполагает выбор оптимальных значений их технико-экономических параметров. При этом для принятия обоснованных решений представляется необходимым использовать информацию, получаемую при нахождении и исследовании решений, области экстремума оптимизационных задач, отражающих различные требования к вариантам организации марихозяйства, показателям их функционирования. В первую очередь рассматривались экономические характеристики функционирования мидийных аквахозяйств. Примером такой оптимизационной задачи является следующая постановка:

$$k = c(\omega(s, \tau, d_1, d_2, k)) \cdot W(s, \tau, d_1, d_2, k) / 3^T(s, \tau, d_1, d_2, k) - 1 \rightarrow \max$$

$$W(s, \tau, d_1, d_2, k) \geq \underline{W},$$

$$\underline{\omega} \leq \omega(s, \tau, d_1, d_2, k) \leq \bar{\omega}, \quad (*)$$

$$\underline{k} \leq k \leq \bar{k}, \quad d_1 > 0, \quad d_2 > 0,$$

где S - вектор параметров среды; d_1, d_2 - линейные размеры плантации; k - количество коллекторов, выставляемых на единицу её площади; ω - среднештучная биомасса выращенных моллюсков; $[\underline{\omega}, \bar{\omega}]$ - диапазон изменения их товарных размеров; $c(\omega)$ - цена товарных мидий среднештучной массы ω ; W - общий объем выращенного урожая; $\underline{W}$ - его минимально допустимая величина; 3^T - текущие затраты на выращивание моллюсков; T - период выращивания мидий до товарных размеров; R - уровень рентабельности марихозяйства. Величины $W(s, \tau, d_1, d_2, k)$ и $\omega(s, \tau, d_1, d_2, k)$ определяются по результатам имитационного моделирования роста мидий в условиях плантации с параметрами d_1, d_2, k . Поэтому для решения задач типа (*) была разработана специальная процедура исследования имитационной модели с целью определения оптимальных значений параметров моделируемого объекта и описания соответствующей области экстремума.

Указанная задача, а также задача выбора параметров d_1, d_2, k , максимизирующих величину прибыли марихозяйства, решалась для условий конкретного района Черного моря при различных значениях норматива эксплуатационных затрат на выращивание моллюсков.

МОРСКАЯ СТАЦИОНАРНАЯ ПЛАТФОРМА КИНОГО КАСПЕЯ КАК ОСНОВА КОМПЛЕКСНОГО ИСКУССТВЕННОГО РИФА

Бугров Л.Е. /ГосНИОРХ НПО промыслов/, Латшин О.М. /ВНИРО/

Сварная решетчатая система подводных поддерживающих колонн, поперечных и продольных распорок, раскосов рассекает водную толщу и вносит в ее объем организующий фактор, заставляющий морскую стационарную платформу работать как искусственный риф. Платформа представляет собой многоярусный биотоп, давая возможность различным видам выбирать оптимальный горизонт. Металлический риф - надежный твердый субстрат, увеличивающий первичную продуктивность в верхних слоях и концентрирующий планктон для организмов-фильтраторов. Небольшие рыбы и беспозвоночные процветают в этой экосистеме, дающей им пищу, укрытие и место для размножения.

Риф-платформа повышает продуктивность акватории, однако остается проблема лимитированности прироста биоресурсов и практической реализации их изъятия. Решение может быть достигнуто посредством совместного использования концепций искусственных рифов и садкового рыбководства.

В сентябре 1987 года в Каспийском море у платформы, расположенной у восточного побережья на глубине 23 м, было установлено погружное садковое устройство для выращивания форели. В октябре водолазным, телевизионным и приборным методами были начаты исследования функционирования искусственного рифового комплекса. В стационарном режиме по вертикали измеряются температура, pH и содержание кислорода в морской воде. При северном и северо-западном ветре скоростью 20-25 м/с и волнении 6-7 баллов скорость течения в поверхностном слое, измеренная за промежуток времени 0,5 с, достигала 0,65-0,95 м/с, тогда как на глубине 18-21 м - 0,25-0,30 м/с, которую можно принять за расчетную при проектировании рифовых и садковых устройств.

Организация рифового комплекса увеличила эффект привлечения /привлечения рыбы/ для ихтиофауны в 3-5 раз. По нашему мнению, уловы будут расти с увеличением количества садковых устройств, а также выловленные установкой донных искусственных рифов, соотношении с остальными компонентами системы в пространственной организации.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЛАБОРАТОРНОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ МОРСКИХ ПЛАНКТОННЫХ БЕЗОСПОНОЧНЫХ.

Быстрицкая О.А., Петросян А.Г., Скопцова Н.А./Одесский университет/

В осуществлении биологического мониторинга, наряду с изучением планктонного сообщества, особое место занимает биотестирование с применением чувствительных форм зоопланктона. Одним из основных вопросов при проведении биотестирования является отбор зоопланктонных тест-объектов и отработка методов их культивирования в лабораторных условиях.

Для биотестирования загрязненных морских вод и донных осадков широко используются веслоногие *Diaptomus salinus* и ветвистоусые ракообразные *Moina* sp. Предлагаемые объекты легко культивируются в лаборатории. В течение жизни самка *Diaptomus salinus* имеет 3-4 помета: Средняя плодовитость в помете - 21 шт. Молодь достигает половой зрелости через 8-10 сут. Самка *Moina* sp. имеет 3-6 пометов, эмбриональное развитие - 2-3 сут. В помете, в среднем, - 10 шт. молоди, которая созревает через 5-7 сут. Короткий жизненный цикл и высокая плодовитость тест-объектов дает возможность получить для экспериментов генетически однородный материал. Несомненным преимуществом предлагаемых культур является возможность содержания их в условиях различной солености. Оба вида отличаются высокой чувствительностью. Для оценки уровня загрязнения морских вод и донных осадков предлагаются две возрастные группы тест-организмов: молодь и половозрелые особи. В острых экспериментах продолжительностью 24-48 часов определяют выживаемость организмов. В хронических, охватывающих 3-5 поколений, исследуют выживаемость молоди и взрослых особей, сроки созревания, количество молоди в пометах, количество пометов за жизнь самки, жизнеспособность потомства.

Результаты исследований, полученные при тестировании качества вод и донных осадков загрязненных районов портов Азово-Черноморского бассейна продемонстрировали высокую чувствительность тест-объектов к загрязняющим веществам антропогенного происхождения и хорошую воспроизводимость результатов.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ГИДРОСТРУКТУРЫ ОКЕАНА ПРИ ПОИСКЕ СКОПЛЕНИЙ КАЛЬМАРА УАЗИЖИНСКОГО

Волков А.А./АзЧерНЭФ/

Освоение биоресурсов открыток вод океана /за пределами экономических зон иностранных государств/ и поиска при этом нетрадиционных объектов, к которым является кальмар дальневосточный, требует выбора соответствующей методики поиска скопления. Во избежание предложения методики расчета динамической неоднородности гидроструктуры океана /Демин, Владимир, Жербинин, 1988/ показателен в определении потенциально продуктивных зон. Анализ имеющегося материала, полученного при исследовании северо-западной части Индийского океана в период северо-восточного муссона 1988г. позволил показать применимость методики для поиска агрегаций кальмаров.

В северо-западной части Индийского океана массовые скопления кальмаров были приурочены к динамически активной зоне северного тропического фронта. Информации по вертикальному и горизонтальному распределению вертикальных градиентов плотности, сопоставление с картой распределения агрегаций кальмаров свидетельствует о согласованности расположения максимальных вертикальных градиентов плотности и минимальной плюмбы их затенения с максимальной биомассой. Анализ взаимосвязь позволяет рекомендовать использовать показатели динамической неоднородности поверхностной структурной зоны океана в качестве океанографического ориентира при поиске скопления объекта.

Необходимым исходным материалом могут служить мезомасштабные океанографические съемки в зоне фронтов, а прогноз распространения фронтов в районе предстоящих работ возможен при использовании карт динамических толщин слоя 0-100 м и карт распределения первых и вторых производных градиентов плотности по направлению, полученных по осредненным океанографическим данным для двухрядных квадратов. Сравнительные исследования показали, что для уточнения таких карт достаточно внедрения океанографического разреза, представляющего поперечный срез фронтов на 50-100 миль. Вывод эти карты можно использовать, например, для определения потенциально продуктивных зон.

ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОД

Горбань В.А., Кренева С.В. /АзНИИРХ/

При использовании для биологического анализа загрязненных вод большого числа гидрохимических и гидрофизических показателей встает вопрос о сложности и неточности визуального сопоставления карт их распределения. Было показано, что биологический анализ в сложных гидрологических условиях крупных водоемов эффективен лишь при использовании интегральных методов, основанных на сведении множества коррелированных переменных (главным образом гидрофизических и гидрохимических компонент) к одномерным с последующим их анализом. В качестве одного из таких методов авторами был предложен интегральный индекс загрязненности, который в самом общем виде имеет следующую формулу:

$$I = \prod_{j=1}^{n} \left(\frac{X_j}{X_{\phi j}} \right)^{+1/a_j}$$

где: X_j - j -тый фактор загрязнения, который может быть представлен либо в виде абсолютной величины (X_j), либо в безразмерном виде, как отношение абсолютной величины к среднестатистической базовой $X_{\phi j}$; a_j - показатель степени для X_j ; K - показатель степени, определяющий характер вклада j -того фактора; $K=2n$, если X_j увеличивается с увеличением загрязнения, и $K=2n+1$, если X_j уменьшается с увеличением загрязнения.

Предлагаемый индекс загрязнения представляет собой, таким образом, безразмерный комплекс и имеет однозначную зависимость, характеризующую качество вод. Физический смысл индекса обусловлен взаимодействием сточных вод с чистыми и является показателем, характеризующим степень разбавления и процесса биологического преобразования сточных вод. В принципе в него могут входить самые разные показатели, так или иначе реагирующие на загрязнение вод, и в любом количестве. Учитывая, что некоторые из них имеют колебания в узких пределах, целесообразно применение для них степенной функции или коэффициентов. Так можно искусственно увеличить вклад заведомо более точного показателя. Резкое увеличение диапазона изменений по сравнению с другими показателями делает его более чутким и точным. Таким образом классификация многомерных объектов по всей совокупности признаков позволяет построить модель распределения загрязненных вод. Объем иллюстрируемого материала значительно сокращается без большой потери информации об исследуемом процессе.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ РАЗЛИЧИЯ БАРАБУЛИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ю.Г.Домашенко (АзчерНПО)

В плане изучения биологии барабули Черного моря и дифференциации ее промысловых стад нами в 1986 и 1987 гг. был собран материал по морфометрии этого объекта в водах Грузии и Северного Кавказа. Для определения наличия различий барабули по морфометрическим признакам и их достоверности использовался критерий Фишера (F^*), применяемый для проверки гипотезы равенства дисперсий двух совокупностей. Достоверность различия выборок барабули из районов Грузии и Северного Кавказа представлена в таблице.

Признаки	Возрастные группы											
	1-2	2-3	3-4	1-3	1-4	2-4	1-3	1-3	2-3	1-1	2-2	3-3
	Грузия						Северный Кавказ			Грузия и Северный Кавказ		
Длина грудного плавника	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+
Длина рыла	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+
Диаметр глаза	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Длина усиков	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Заглазье	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-
Межглазье	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: длина грудного плавника в % от длины тела, остальные признаки в % от длины головы; - F^* - меньше нормы, + F^* - больше нормы

В результате проведенных исследований установлено:

1. Достоверные различия по морфометрическим признакам между возрастными группами барабули в каждом отдельном районе Грузии и Северного Кавказа отсутствуют.

2. Имеются достоверные различия по морфометрическим признакам между возрастными группами барабули Грузии и Северного Кавказа, полностью согласующиеся с ранее полученными данными по ее росту.

РАЙОНИРОВАНИЕ АКВАТОРИИ КАРСКОГО МОРЯ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ДАННЫХ ПО РАСПРЕДЕЛЕНИЮ МИКРОПЛАНКТОНА

Дружков Н.В., Макаревич П.Р. (М.Б.И. КНД АН СССР)

Проблема использования данных по составу и структуре пелагических микропланктонных сообществ для выделения водных масс в морях Полярного бассейна имеет почти вековую историю, но до настоящего времени остается мало разработанной. Материалы, полученные в августе-сентябре 1981 г. в юго-западной и западной частях Карского моря, позволили рассмотреть и уточнить границы районов размещения основных водных масс этого фазона. При анализе использовались данные по распределению пелагических инфузорий и фитопланктона.

Для исследованной части акватории выделены две большие зоны, каждая из которых обладает специфическим составом микропланктонной биоты. Первая зона тянется вдоль восточного побережья Новой Земли над Новоземельским желобом и характеризуется преобладанием в составе микрзоопланктона и фитопланктона морских форм. Доминирующие формы были представлены инфузориями-олиготрихами и динофлагеллатами, причем результаты анализа их систематического состава указывают на непосредственную связь микропланктонных сообществ данного района с баренцевоморской пелагической биотой. Вторая зона занимает обширную область Карского моря, водные массы которой подвержены влиянию интенсивного стока крупных сибирских рек - Оби и Енисея. Для этого района характерны солоноватоводная фауна простейших (доминирующая группа - тинтиниды) и смешанный состав фитоценоза (доминирующие группы - диатомовые и зеленые водоросли), где кроме солоноватоводных, значительное место занимает пресноводные формы. Представляет интерес тот факт, что выделенные районы локализации водных масс на изученной части акватории Карского моря разделены достаточно широкой полосой вод промежуточного характера, микропланктонная биота которой образована элементами как морского, так и солоноватоводного происхождения. По всей вероятности, здесь проходит фронтальная зона раздела двух водных масс. Дальнейшее исследование материала, несомненно, позволит получать интересные данные по процессам трансформации пелагических сообществ в районах контактных зон пелагалии.

21

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ ПОПУЛЯЦИИ
ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА В ЦЕЛЯХ ПРОМЫСЛОВОГО
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Жигуненко А.В., (АзЧерНирО)

В работе использованы данные ежегодных учетных траловых оценок, выполненных в Черном море в апреле и мае 1976 - 1987 гг. Расчет оценки относительной численности промыслового стада и пополнения выполнен на ЭЕМ. Выделено 3 периода динамики численности черноморского шпрота: увеличение промыслового запаса в 1977 - 1980 гг., падение численности популяции в 1980 - 1982 гг. и относительная стабилизация запаса черноморского шпрота на среднем уровне (1982 - 1987 гг.). Отмечена связь между величиной промыслового запаса и колебанием годовых уловов.

Изменение численности происходит под влиянием факторов окружающей среды и не зависит от промысла, интенсивность которого значительно ниже оптимальной.

Наличие двух высокоурожайных поколений (1984 и 1985 гг.) в рассматриваемый период позволило уточнить параметры полученной ранее (Ефимов и др., 1985) кривой воспроизводства У. Рихера (1979) для данного вида:

$$R_0 = 1,36 P \cdot e^{-0,0025 P}$$

где R_0 - величина пополнения (в млрд. шт.),
 P - величина промыслового запаса (в тыс. тонн).

В связи с тем, что на формирование поколения шпрота большое влияние оказывают факторы окружающей среды, количественная связь между численностью родительского стада и потомством проявляется лишь в определенные периоды.

Данные последних лет, а также использование новейших методов исследований на ЭЕМ значительно расширили представления о экологии черноморского шпрота, позволили уточнить основные биологические параметры его популяции.

Дальнейшие исследования направлены на формализацию выявленных связей среда - популяция, учет которых позволит улучшить качество оценки запаса рыб и промыслового прогноза.

МАКСИМАЛЬНОЕ ВИДОВОЕ БОГАТСТВО МАКРОФИТОВ ЗАЛИВА ПОСЬЕТА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) И ОЦЕНКА ПРОГНОСТИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ МОДЕЛЕЙ "ВИДЫ - ПЛОЩАДЬ"

Жуков Б.Е. Институт биологии моря ДВО АН СССР

Существует несколько моделей, описывающих закономерное изменение числа видов при увеличении обследуемой площади. Точность предсказания такими моделями числа видов на площади с большими размерами сильно связана со степенью изученности сообществ. Целью данной работы явилось определение максимального числа видов макрофитов в достаточно изученном районе и на основании этой величины выбор модели наилучшим образом предсказывающей число видов.

Основу видового списка макрофитов составляют данные Перестенко (1971, 1980). В результате обработки сотрудниками Института материалов сбора водорослей с июня 1979 по август 1980 гг. список увеличился на 16 видов и составляет ныне 148 видов с макроскопическим слоевищем. Сведения по биологии и экологии водорослей дополнены и расширены за счет этих материалов, а также литературных данных о прилегающих акваториях. Для выявления максимального видового богатства на определенных местообитаниях в различные сезоны на вертикальных уровнях были выбраны такие типы грунта и степени прибойности, на которых отмечено наибольшее количество видов - каменистый грунт в полузащищенных участках залива. Анализ полученных результатов показывает, что на различных вертикальных уровнях происходит более значительное изменение числа видов водорослей, чем при смене сезонов. Больше всего видов (до 90) встречено в нижнем горизонте литорали и на I этаже горизонта фотофильной растительности сублиторали в весенний и летний периоды. Вероятно, это - предельное число видов, которое можно обнаружить на любом вертикальном уровне в любой сезон и на любом относительно однородном местообитании зал. Посьета. Такой вывод, в частности, вытекает из правила экологической неаддитивности и подтверждается опубликованными данными.

Полученная оценка максимального видового богатства позволила более надежно определить предсказывающие возможности четырех параметрических моделей "виды - площадь" и как лучшую выявить гиперболическую модель (Кафанов, Суханов, 1982).

ЭПИБИОНТЫ ЛАМИНАРИИ ЯПОНСКОЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Ивин В.В., Институт биологии моря ДВО АН СССР

В 1985-1986 гг. исследовали состав, распределение и закономерности формирования сообществ эпibiонтов ламинарии на промышленной установке для ее подвешного культивирования в б. Рифовая (Южное Приморье).

Наибольший урон водорослеводческим хозяйствам причиняет поселение фитофильных животных, использующих ламинарию в качестве пищи, в первую очередь - брекхоногих моллюсков эфeрии башневидной *Epheria turrata* и тапсиселлы складчатой *Tharpsiella plicosa*. Пик оседания личинок этих видов наблюдается в августе при максимальных значениях температуры воды (до 23,3°C). При этом средняя плотность поселения эфeрии составляет 157,3 экз./таллом, тапсиселлы - 30,7 экз./таллом. В местах, где происходит касание поводца-субстрата с ламинарией грунта, в эпифауне ламинарии в качественных сборах встречаются серые морские ежи *Strongylocentrotus intermedius*, которые, вследствие малочисленности, не наносят плантации ощутимого урона.

Большинство животных, обитающих на ламинарии, используют ее в качестве субстрата. Заселение животными пластины молодой ламинарии начинается к концу первого года жизни и совпадает с началом разрушения водоросли. В апикальной части слоевища формируется сообщество *Obelia longissima*, покрывающее 10-30%, а в отдельных случаях до 70% поверхности. Биомасса гидроидов в сообществе достигает 3,5 г/таллом. Среди гидроидов численно доминируют амфиподы и голожаберные моллюски. В качестве временного субстрата ламинария используется некоторыми двустворчатыми моллюсками, такими как приморский гребешок и мидия съедобная. Плотность поселения приморского гребешка достигает 14 экз./таллом, что способствует формированию в районе плантации ламинарии донных поселений этого вида.

Наиболее обильна эпифауна ризидов ламинарии на поводце-субстрате. По биомассе доминируют двустворчатые моллюски и гидроиды. В массе обитают голожаберные моллюски, полихеты, актинии и немертины. Несколько реже встречаются иглокожие.

ВЫСОКАЯ ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ КАК ИНДИКАТОР ДИНАМИКИ ВОДНЫХ МАСС НА ЗАРАСТАЮЩЕМ МЕЛКОВОДЬЕ

В.Д.Казмирук

Высокая водная растительность (ВВР) является биологическим объектом неподвижным относительно внешней среды, неоднородность которой порождает неоднородность горизонтальной структуры растительного покрова. Это свойство ВВР позволяет использовать ее как индикатор для характеристики динамики водных масс по косвенным признакам, что приобретает практический интерес для таких малодоступных районов как зарастающая зона Северного Каспия и открывает широкие возможности для применения дистанционных методов.

Нами рассмотрены условия произрастания 14 видов ВВР, преобладающих на отмелях вблизи Волги. По влиянию на форму эшор скоростей растительность можно разделить на 4 группы: 1-жесткая надводная; 2-придонная; 3-мяткая в толще воды; 4-мяткая с плавающими по поверхности воды листьями (Горбач, Казмирук, 1968). Преобладающие глубины и скорости течения воды в ассоциациях различных видов определены путем построения гистограмм распределения. Наибольшая глубина (1,2 м) и скорость воды (0,12 м/с) имеет место в ассоциациях рдеста блестящего, который, также, является хорошим индикатором направления течений. Наклон погруженной растительности по направлению течения сохраняется даже при сильных ветрах до 15м/с.

Морфологические особенности и густота ВВР в значительной мере определяют влияние последней на динамику наносов. Больше всего задерживают растения второй группы: роголистник и наяда малая. По нашим данным количество взвеси, осевшей на этих растениях может достигать 65-70 г/м². Почти не влияет на динамику наносов валлиснерия.

Степень задержания ВВР наносов сказывается на формировании подстилающих грунтов. Так, в зарослях роголистника и наяды малой преобладают илы, в то время как валлиснерия, в основном, произрастает на первичных мелкозернистых песках. Наблюдается обратная связь между крупностью частиц вторичного (после образования растительного покрова) грунта и степенью задержания ВВР наносов.

РОСТ ГРАНИЛРИИ БОРОДАВЧАТОЙ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ В ГРАДИЕНТЕ ФАКТОРОВ В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ

Козыменко В.Б., Рыгалов В.Е., Орлова С.В.

Институт биологии моря ДВО АН СССР, Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии МРХ СССР

В южном Приморье заросли грацилрии подурочены к устьям рек. Так, наибольшие запасы водоросли (до 300 т) отмечены в кустовой части Амурского залива, устье р. Раздольная (Мануйлов, 1986 г.). Здесь наблюдается зона смешения речных вод с морскими, ширина которой колеблется от 2 до 6 км в зависимости от погодных условий (Болова и др. 1988 г.). Для этой зоны характерны большие колебания уровней факторов. Так, солёность изменяется от 0‰ в речной части до 32‰ в море, содержание ионов аммония и фосфатов от 2000 в реке до 500 мкг/л в море и от 200 в реке до 20 мкг/л в море соответственно и т.д.

Задача нашей работы сводилась к изучению роста грацилрии на разрыве река-устье-море. В 1987 г. в весенне-летний период 5 экспериментальных установок с грацилрией (Колесников и др. 1987 г.) были размещены в различных участках зоны смешения. Регулярно проводились измерения массы и морфометрических параметров водоросли. Одновременно регистрировались температура, прозрачность и pH воды, освещённость и содержание биогенных элементов (азот и фосфор).

Полученные данные указывают о возрастании удельной скорости роста водоросли при переходе из реки в устье от 1,5% до 2,3% и на отсутствие роста при переходе в море (разрушение таллома с удельной потерей биомассы на 0,10%). В реке на грацилрии поселяется большое количество амфибий, в море субстрат с водорослями обсажен гиридами, масса которых достигала 80 г, а длина скелета до 40 см на метр субстрата.

Проведённый корреляционный анализ показал, что в зоне смешения речных и морских вод скорость роста водоросли возрастает при увеличении колебаний содержания нитритов, нитратов и уровня солёности. Выявлено увеличение скорости роста при возрастании концентрации нитратов и с увеличением коэффициента "контакт тела с водой".

На основании полученных сведений зону смешения вод можно рекомендовать как акваторию, пригодную для маркировки грацилрии.

И вопросу разработки методики прогнозирования ледовой обстановки в местах предполагаемого размещения марихозяйств.

М.В.Комлев, А.В.Котляков

В рамках комплексной программы исследований "Проект Белое море" большое значение придается организации крупномасштабного промышленного выращивания мидий, как биологически высокоценной и энергетически выгодной продукции. При выборе регионов, пригодных для размещения марихозяйств, необходимо учитывать пригодность экваторий с точки зрения ледовой обстановки, т.е. отсутствие в них крупно- и мелкомасштабных подвижек льда, что обеспечит сохранность мидиевых эстаков-коллекторов.

Разработка методики прогнозирования ледовой обстановки в местах предполагаемого размещения марихозяйств и выдача на ее основе рекомендаций по выбору оптимальных с точки зрения ледовой ситуации мест для размещения промышленных мидиевых плантаций — одна из задач, которая решается в рамках исследований, проводимых творческим коллективом коллективом ИБП АН СССР.

Математическое моделирование динамики ледяного покрова в Белом море требует учета большого числа факторов: гидрологических, метеорологических, приливо-отливных и стоковых колебаний уровня и состояния самого ледяного покрова. В настоящее время не существует моделей, в полной мере учитывающих все перечисленные параметры, и создание подобной модели представляется крайне сложной задачей, тем более для шхерных районов и губ, где будут размещены марихозяйства, с их особенностями гидрологического и ледового режимов. В связи с этим основное направление исследований сводится к установлению корреляционных зависимостей между показателями динамики ледяного покрова и факторами их определяющими с целью выявления факторов-доминантов и разработки методики прогнозирования на основе методов множественной корреляции.

Для обеспечения методики статистическими характеристиками проведен сбор первичных гидрометеорологических и аэрологических данных, информации с ИСЗ, а также натурные наблюдения и аэрофотосъемки на экспериментальном полигоне в одном из регионов Белого моря, перспективном для размещения марихозяйств.

Обработка полученных временных рядов с использованием различных методов корреляционного анализа позволяет добиваться репрезентативности статистической информации.

ПРОТОННАЯ ПОМПА ГАЛОФИЛЬНЫХ БАКТЕРИЙ

В.В.Красноголовец

Важнейшим звеном в энергетике бактерий является транспорт протонов сквозь сопрягающую мембрану бактериальной клетки. Внутрь клетки протоны проходят по специальным каналам, образованным мембранным белком F_0 , причем подвижность носителей заряда задается градиентом их концентрации по обе стороны мембраны и (или) разностью потенциалов. Выброс протонов наружу клетки обеспечивают специальные белковые комплексы. Такие активные протонные помпы функционируют либо за счет энергии электронов, движущихся по комплексу вдоль мембраны, например, в цикле Кребса, либо за счет энергии поглощенного кванта света. Примером последней является бактериодопсин — мембранный белок галофильных бактерий *Halobacterium halobium*. Бактериодопсин, являющийся квантовым генератором, можно рассматривать как простейшую белковую машину. В этой связи и в связи с возможным практическим использованием, например, в качестве катализатора протекающих на свету процессов, он вызывает особый интерес у исследователей.

Нами предложен [1] механизм функционирования бактериодопсина, учитывающий многие особенности его структуры. В частности, в качестве протонного канала предлагается цепочка водородных связей $\dots\text{OH}\cdots\text{OH}\cdots$, образованная конечными группами конкретных (десяти из 248), лежащих у белка аминокислотных остатков. Поскольку такую цепочку можно, в первом приближении, рассматривать как квазиодномерный кристалл, то, используя методы квантовой теории твердого тела, мы оцениваем время выхода протона из белка, согласующееся с имеющимися экспериментальными данными.

Предложенная теория может быть приложена к изучению энергетике различных биологических систем и, в частности, при рассмотрении механизмов движения бактерий.

[1] V.V. Krasnogolovets, N.A. Protchenko, P.M. Tomchuk, The mechanism of Bacteriorhodopsin functioning. // Int. J. Quantum Chem. - V.33. - N 3. - P.327-367.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ В КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Кренёва С.В., Горбань В.А. /АзНИИРХ/

В крупных водоёмах в условиях интенсивного разовления и перемешивания загрязнённых вод, поступающих с суши, биологический анализ должен опираться на комплекс гидрохимических и гидрофизических исследований. В многофакторном биологическом анализе существенную помощь оказывают методы математической обработки информации.

Был опробован один из алгоритмов метода распознавания образов "задача о комивояжере", который строго статистически по множеству признаков разделяет исследуемые точки наблюдения на классы. В эти классы входят точки с наиболее близкими значениями всех признаков, включая численность гидробионтов.

При выделении зон загрязнения этим методом исключается элемент субъективизма, имевший место при визуальном сопоставлении индекса загрязнённости с численностью гидробионтов. Здесь численность как групп, так и отдельных видов наиболее показательных гидробионтов учитывается ЗВМ наравне с физико-химическими факторами водной среды.

В зависимости от поставленной задачи целесообразно применение того или иного из предлагаемых методов. Так, в мониторинге для практических целей регулярного контроля за распределением и распространением загрязнений рекомендуется применение вышеописанного индекса загрязнённости. Для строгой проверки и углублённых исследований весьма полезно применение метода распознавания образов.

Наиболее показательными и, пожалуй, представляющими основной научный интерес являются результаты выделения зон различной степени загрязнённости при использовании только лишь гидробиологических показателей: общей численности и видового состава гидробионтов и численности отдельных наиболее показательных видов. В первую очередь этот факт является подтверждением высоких индикаторных возможностей микрзоопланктона, закономерности распределения численности его в зависимости от степени загрязнения вод и при необходимости даёт возможность проводить биологический анализ загрязнённых вод с привлечением данных только гидробиологических показателей.

Применение и развитие методов распознавания образов в практике биомониторинга экосистем крупных водоёмов представляется перспективным.

ПОВЫШЕНИЕ БИОПОЗИТИВНОСТИ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ ПРИ ОСВОЕНИИ ШЕЛЬФОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

Куприянов /ВНИИШельф/

Одной из отличительных черт современной нефтегазодобычи является активное освоение месторождений шельфовой зоны с тенденцией охвата все более глубоководных районов.

Параллельно (если не благодаря) возрастающей хозяйственной активности человека на акваториях и в прибрежных регионах осложняется экологическая обстановка в морских биоценозах. В этих условиях недостаточно снижение негативного воздействия на окружающую среду — требуется активная деятельность по улучшению экологического состояния водоемов.

Реализация этой деятельности должна базироваться на повышении биопозитивной роли металлоконструкций опорной части платформы, выступающей в морской экосистеме как "искусственный риф" /ИР/.

Устойчивость экосистем тем выше, чем сложнее и многообразнее трофические связи между, в данном случае, гидробионтами. Возникновение в пустынном районе моря ИР качественно меняет экологическую обстановку. Пионерное освоение ИР осуществляют организмы-обрастатели (перифитон): макро- и микроводоросли, диатомеи, микрозообентос, фильтраторы. Именно на это сообщество и падает основная санитарная роль по очистке вод. Далее происходит привлечение ихтиофауны в зону ИР и формирование нового экологического равновесия.

Устройство в районе платформы искусственного аэрианта, аэрация водной толщи и удобрение ее очищенными сточными водами, организация вокруг платформы буферной зоны из биопозитивных модулей — путь улучшения санитарного состояния моря (наряду с комплексом традиционных мер по предотвращению загрязнения морской среды).

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЗМЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНИЧЕСКОЙ ВОДНОЙ ВЗВЕСИ

Ларионов В.В. (ИМБИ КНЦ АН СССР)

Определение размерных и весовых характеристик органической взвеси производится путем гранулометрического анализа препаратов, изготовленных по стандартной методике (Лисицын, 1965). Под микроскопом подсчитывается количество частиц отдельных размерных групп, выделенных произвольно. Затем вычисляется площадь поверхности и объем частиц для каждой группы, причем форма частиц принимается за сферическую, а средний диаметр ($\bar{D}_{\text{ср.}}$) вычисляется как среднее арифметическое из минимальных и максимальных зарегистрированных для данной размерной группы значений. Последнее обстоятельство при переходе к квадратным и кубическим величинам, может являться источником значительных ошибок.

Более точные значения $\bar{D}_{\text{ср.}}$ находятся из следующих формул:

$$\bar{D}_{\text{ср.}}^2 = D_1^2 + (D_1 + 1)^2 + \dots + (D_1 + N - 1)^2;$$

$$\bar{D}_{\text{ср.}}^3 = D_1^3 + (D_1 + 1)^3 + \dots + (D_1 + N - 1)^3,$$

где D_1 — наименьшее (округленное до целого) значение диаметра частиц данной размерной группы, N — число таких значений в группе. После преобразования получаем:

$$\bar{D}_{\text{ср.}}^2 = (D_1 + 0.5 N - 0.5)^2 + 0.08 (3 (N - 1) + 2 (0 + 1 + \dots + N - 2));$$

$$\bar{D}_{\text{ср.}}^3 = (D_1 + 0.5 N - 0.5)^3 + 0.25 (D_1 + 0.5 N - 0.5) \times \\ \times ((N - 1) + 2 (0 + 1 + \dots + N - 1)).$$

Первый член правой части — среднее арифметическое от крайних значений диаметра. Вычисляя величину второго члена для конкретных D_1 и N , подбираем $\bar{D}_{\text{ср.}}$ так, чтобы значения площади и объема находились в пределах допустимой ошибки. Предлагаемая модификация расчетов количественных характеристик органической водной взвеси позволяет заметно улучшить качество данных, получаемых при исследовании этого важного компонента энергетической системы пелагических сообществ.

ГРУППИРОВКИ МАКРОФИТОВ В ОБРАСТАНИИ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Левенец И.Р., Институт биологии моря ДВО АН СССР

В сообщении рассмотрены результаты обследования 25 гидротехнических сооружений (ГТС) закрытых и полузакрытых бухт залива Петра Великого в летне-осенние сезоны 1981 и 1983 гг. Материал собран от литерали до максимальных глубин, 5-6 (14) м.

В составе макрофлоры обрастания обнаружено 79 видов водорослей, относящихся к 3 отделам (зеленые - 22 вида, бурые - 15 и красные - 39), 22 порядкам и 33 семействам. Около 30 видов макрофитов встречены в изученном материале 1-2 раза. Бисгеографический анализ флоры показал, что преимущественное значение в исследуемом районе имеют виды с широким распространением в бореальных и арктических водах и тихоокеанские приуроченные к тепловодным районам виды.

На вертикальных стенках ГТС выделено 14 основных группировок водорослей (6 в литеральной зоне и 8 - в сублитеральной). Для большинства группировок характерен сходный набор видов-доминантов: на литерали - *Enteromorpha linza*, *Ulva fenestrata*, *Monostroma grevillei* (Chlorophyta); в сублитерали - *U. fenestrata*; *Laminaria japonica*, *L. cichorioides*, *Costaria costata* (Phaeophyta). С увеличением глубины возрастало видовое богатство и таксономическое разнообразие группировок. Доля доминирующих видов составляла 65-98% от общей биомассы водорослевого покрова, которая обычно колебалась от 0,2 до 0,6 кг/м² в осушной зоне и от 0,2 до 2 кг/м² в сублитерали. Наибольшая биомасса отмечена в литеральной зоне - около 4,2 кг/м² - на временном ГТС в средней части Амурского залива в поясе *E. linza*, в сублитеральной зоне - 7,9-11,7 кг/м² - на постоянных ГТС в средней и морской частях Уссурийского залива в группировке *C. costata* (гл. 1-2 м).

Показано, что с уменьшением степени эксплуатации ГТС возрастает разнообразие и богатство флоры, в ней резко увеличивается доля бурых и особенно красных водорослей, появляются редкие бентосные виды.

ВЛИЯНИЕ МИДИИ *M. GALLOPROVINCIALIS* НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВА.

Мазлумян С.А., Повчун А.С. ИнБЮМ АН УССР г. Севастополь

Для выявления тенденции изменения структуры сообщества от биомассы вида-доминанта, был проведен анализ с применением метода отглаживания с помощью ассиметричного фильтра. Исследовалась структура сообщества в стационарных условиях и -находящегося на различных стадиях сукцессии. Анализ показывает, что единичные и редкие виды не подавляются с ростом биомассы мидии в сообществах обоих типов. Доля видов с численностью от 4 до 7 экз/м² уменьшается в стационарном сообществе с ростом биомассы мидии. На различных стадиях процесса сукцессии проявляется противоположная тенденция: доля этих видов возрастает с увеличением биомассы мидии. Доля видов с численностью от 16 до 31 экз/м², 64-127 экз/м² возрастает с ростом биомассы мидии в сообществах обоих типов. Следовательно, эти виды, составляющие наибольший процент в сообществе, связаны с изменением биомассы доминанта. Виды с численностью 32-63 экз/м² имеют постоянный или возрастающий уровень в стационарном сообществе, где составляют 23%, и низкий уровень в восстанавливаемом сообществе, где составляют 5%. Для видов с численностью от 128 до 255 экз/м², 256-511 экз/м², 512-1024 экз/м² характерен постоянный уровень в сообществах обоих типов.

При увеличении биомассы мидии в стационарном сообществе возрастает доля характерных и массовых видов, доля видов, численность которых ограничивается 16 экз/м² уменьшается. Возможно, что ресурсы для последних снижаются с увеличением обилия мидии. Постоянный уровень характерен для видов, входящих в один класс численности с доминантом. В восстанавливаемом сообществе увеличивается доля видов малой численности и характерных, что обусловлено сменой состояний, приближающих сообщество к климаксу. Характерные виды имеют аналогичную стационарному сообществу тенденцию.

**ДИАЛоговая СИСТЕМА ХРАНЕния И ОБРАБОТКИ
ДАННЫХ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МОРСКОЙ
БИОЛОГИИ ДЛЯ МИНИ-ЭВМ**

Мартынова М.В.

Жагунянко А.В. (АзчерНИРО)

Разработанный пакет прикладных программ на языке высокого уровня Бейсик предназначен для формирования персонального банка данных полевых исследований, автоматизированного поиска информации по любому из хранимых параметров и математической обработки первичных материалов. Рассчитан на эксплуатацию неспециалистом в области вычислительной техники. Общение с ЭВМ производится в диалоговом режиме.

Пакет программ выполнен в виде единой системы, состоящей из управляющей программы и рабочих разделов: 1) ввод данных; 2) редактирование массивов данных; 3) поиск данных по необходимым параметрам; 4) графическое представление первичных материалов; 5) предварительная статистическая обработка; 6) математическая обработка по специализированным программам.

Хранение вводимой информации осуществляется на магнитных дисках любого типа. Выбор необходимого раздела производится по предлагаемому "меню". По окончании работы в разделе возврат к управляющей программе происходит автоматически.

Оверлейная структура системы дает возможность дальнейшего наращивания программного обеспечения при наиболее экономном использовании оперативной памяти компьютера.

Предлагаемая редакция пакета предназначена для обработки данных ихтиологических исследований и адаптирована к использованию на мини-ЭВМ "Искра-226" и "Эпл II". Принципы построения системы позволяют легко настраивать пакет программ для любого типа данных морской биологии. Использование одного из наиболее распространенных языков программирования высокого уровня дает также возможность при соответствующей доработке применять диалоговую систему на различных персональных компьютерах, оснащенных Бейсиком.

Работа по совершенствованию системы направлена на наиболее полное обеспечение разделов математической обработки данных одними из самых распространенных методов: вариационной статистики, теории вероятности и функционального анализа.

ДИНАМИКА СООБЩЕСТВА ОБРАСТАНИЯ САДКОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРЕБЕШКА

Масленников С.И., Институт биологии моря ДВО АН СССР

В сообщении рассмотрена динамика сообщества обрастания садков (СД) экспериментальной установки для подвешного культивирования гребешка в б. Алексеева (о. Попова, зал. Петра Великого). Изучали обрастание СД 2-х серий (1983 и 1984 гг.), выставленных на 3-х горизонтах (5-7 м, 10-14 м, 17-19 м). В октябре 1984 г. на СД годичной экспозиции отмечено мидиевое сообщество с максимумом плотности поселения мидии на глубине 5-7 м. *

В июне 1985 г. биомасса обрастания СД серии 1983 г. составила 37 кг/м² (на глубине 5-7 м) и 11 кг/м² (на 17-19 м). Максимальную плотность поселения на СД всех горизонтов имели капрепиды, по биомассе преобладала мидия.

С увеличением срока экспозиции СД происходило возрастание биомассы и плотности поселения обрастания. По биомассе доминировали *Balanus crenatus* и мидия. В части СД нижнего горизонта были обнаружены звезды *Asterias amurensis*. Наблюдения над развитием обрастания СД со звездами показали, что в их обрастании произошли существенные изменения - плотность поселения уменьшилась за период с июня по сентябрь в 2 раза при минимальном приросте биомассы (с 11 кг/м² в июне до 12 кг/м² в сентябре). Отмечено, что выращиваемый гребешок не подвергался нападению молоди звезд. Основным пищевым компонентом звезд являлась мидия из обрастания внутренней поверхности СД. Плотность поселения оброста внешней поверхности СД уменьшилась за счет интенсивного выедания рыбами и звездами.

В сообществе обрастания СД серии 1984 г. наблюдали сходные тенденции изменения показателей количественного обилия, как и на СД серии 1983 г., уменьшения биомассы с глубиной и стабилизации состава сообщества обрастания в летний период. В целом распределение общей биомассы обрастания СД по глубине повторяло ход изменения биомассы доминирующего вида - мидии.

Ценоз обрастания СД претерпевает сезонные изменения показателей количественного обилия, связанные как с ростом организмов и потерями биомассы при размножении, так и оседанием личинок беспозвоночных.

СРОКИ ЛИЧИНОЧНОГО РАЗВИТИЯ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЭВФАУЗИИД

Л.Л.Меньшенина, В.А.Спиридонов (Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии ВНИРО, Москва)

Знание сроков личиночного развития позволяет по данным о составе личинок воссоздать особенности нереста морских беспозвоночных, в частности антарктических эвфаузиид. По полевым данным сроки развития личинок лучше всего оценивать на материале повторных съемок обширных акваторий, определяя среднюю продолжительность одной стадии по разности между модалными или средними стадиями.

Такая оценка была проведена для *Thysanoessa aestiva* в водах к северу от моря Росса в декабре-феврале 1985/86 г. Средняя продолжительность одной стадии на фазах калиптопис и фуриция составила 9 дней. По данным съемок в феврале и марте 1985 г. у о. Южная Георгия, где из 2 видов *Thysanoessa* преобладает *Th. vicina* эта продолжительность по модалным стадиям оценена в 12-13 дней.

По данным тех же съемок для личинок *Euphausia superba* (калиптопис I - фуриция IV) продолжительность стадии составляет 15 дней. У Антарктического полуострова сроки развития данного вида рассматривались по трем съемкам 1981 г. (февраль, март, апрель) и по двум съемкам 1982 г. Этот район очень сложен в отношении заполняющих его вод и состав личинок от станции к станции может меняться довольно резко. В связи с этим для каждой съемки был проведен кластерный анализ станций по возрастному составу личинок, а между съемками выделены кластеры с наиболее вероятной преобладанностью, определяемой по форме возрастного распределения личинок и приуроченностью кластеров к тем или иным водам. Продолжительность стадий фаз калиптопис и фуриция составила в разных случаях от 7 до 15, в среднем 12 суток. Эта оценка совпадает с экспериментальными данными Т. Икеда (1984) - в среднем 11 дней для одной стадии калиптопис и 11,9 дней - фуриция.

Имеющиеся материалы по *E. frigida* и *E. cristallorophias* позволяют предполагать, что продолжительность одной постмезонауплиальной личиночной стадии близка к 15 суткам. Таким образом разные виды антарктических эвфаузиид имеют сходные темпы личиночного развития, и сезонные различия в составе их гемипопуляций определяются, главным образом, сроками нереста того или иного вида.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ПОДХОД К ОПИСАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В МАРИКУЛЬТУРЕ ВОДОРОСЛЕЙ.

Илиин А.Б., Тихоокеанский НИИ рыбного хозяйства и океанографии.

Использование ранее разработанной (д.б.н. Звалинским В.И. и проф., д.б.н. Литвиным Э.А.) математической модели стационарной скорости фотознергетических процессов позволяет детально исследовать форму световой и углекислотной кривых фотосинтеза, как интегральных характеристик процесса газообмена O_2 и CO_2 на свету. Световые и углекислотные зависимости фотосинтеза в общем случае могут быть представлены как двухсубстратная полиферментная реакция и описаны в виде цепной дроби. В первом приближении обе зависимости выражаются уравнением неравнобочной гиперболы:

$$1 - \frac{I - V}{V} = \frac{K_m}{J_{x_{max}}} (1 - \delta V); \quad [CO_2] \frac{I - V}{V} = \frac{V_m}{K_c E_c} (1 - \delta V)$$

при этом, характер перехода от линейного участка кривых к насыщению определяется параметрами δ_I , δ_c . В полученных с использованием математической модели спрямляющих координатах световая (углекислотная) кривая фотосинтеза трансформируется в прямую линию, отсекающую на оси абсцисс отрезок равный $\frac{1}{\delta_I}$ ($\frac{1}{\delta_c}$) в том случае, если кривая отражает только один процесс (фотосинтез). Наличие в кривых интегрального газообмена O_2 и CO_2 на свету таких процессов, как фотодыхание или фотоингибирование темнового дыхания (эффект Кока) приводит к отклонению от линейности в ту или иную сторону на начальном участке кривой. Эти отклонения, зачастую не обнаруживаемые при использовании обычных координат, в спрямляющих координатах становятся очевидными.

Для вычленения доли фотодыхания и эффекта Кока был разработан математический аппарат, позволяющий количественно определять вклад фотодыхания и фотоингибирования темнового дыхания в интегральный газообмен O_2 и CO_2 на свету в процессе культивирования макрофитов как в искусственных, так и в естественных условиях. А также исследовать влияние различных факторов внешней среды на эти процессы.

Таким образом, разработанная математическая модель стационарной скорости фотознергетических процессов адекватно описывает реальные световые и углекислотные зависимости фотосинтеза, и позволяет количественно определить долю фотодыхания и эффекта Кока в интегральном газообмене водорослей в процессе культивирования.

СООТНОШЕНИЕ ВЕГЕТАТИВНОГО И ГЕНЕРАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ *ZOSTERA MARINA* L. ЧЕРНОГО МОРЯ

Н.А.Мильчакова, Институт биологии южных морей АН УССР

В состав флоры макрофитов Черного моря входят 6 видов цветковых растений, среди которых массовым является *Zostera marina* L. Заросли zostеры представляют важное звено прибрежных экосистем, а ее выбросы используются в сельском хозяйстве и ряде отраслей промышленности. Сведения о количественной характеристике вегетативного и генеративного размножения zostеры практически отсутствуют. В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение обоих типов размножения и их роли в жизненном цикле *Z. marina*. Материал собран в течение 1981-1983 г.г. в различных участках Севастопольской бухты на глубине от 1 до 10 м.

Зостера размножается преимущественно вегетативным путем. На основе анализа сезонной динамики состава дочерних побегов в популяции предложено выделение четырех групп по их относительному возрасту и положению на корневище главного побега. Установлено 2 пика вегетативного размножения, приходящиеся на конец весеннего и осеннего периодов. В местах расположения массовых зарослей описан годичный рост корневищ. Показано, что изменение длины растущей части корневища материнских и дочерних побегов носит сходный характер.

Известно, что в жизненном цикле zostеры важная роль принадлежит генеративному размножению как одному из основных способов расселения на свободные территории. Продолжительность репродуктивного периода составляет 5-6 месяцев /обычно с января по июль/. Описаны фенологические особенности и стадии развития генеративных побегов, соцветий, цветков. Дана характеристика реальной и потенциальной семенной продуктивности. В среднем около 72% семян являются полнозрелыми. Реальная семенная продуктивность zostеры в районе Севастопольской бухты составляет $4847 \text{ семян} \cdot \text{м}^{-2}$, что превышает продуктивность этого вида у берегов Франции и Северной Америки в 5 и 10 раз соответственно.

Показано, что основными факторами, регулирующими рост и развитие вегетативных и генеративных побегов zostеры являются температура воды и суммарная солнечная радиация.

БАТАЛЬНОГО ОСЬМИНОГА *CHUNIOTEUTHIS* SP. (СЕРНАГОРОДА,
SERRATEUTHIDAE) В РАЙОНЕ СРЕДННО-АТЛАНТИЧЕСКОГО ХРЕБТА
СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКИ

С.И.Моисеев

Сбор данных проводился из траповых уловов и из подводного аппарата (ПА) "Север-2" в рейсе НПО "Ихтиандр" в 1986 г. *Chunioteuthis* sp. - батальный вид, в наших уловах отличается от типового вида *C. ebersbachii* (Насис, 1982) отсутствием заостренного бугорка в середине каждого сектора зонтика. В траповых уловах осьминоги встречались на всех банках Средннно-Атлантического хребта от 51° до 73° с.ш. Длина мантии 10-13 см, у одной особи выловленной на подводной горе Хекате длина мантии 2,5 см. В одном из погружений в районе подводной горы Горбатая отмечено 3 особи *Chunioteuthis* sp. . Общая длина составляла 50-70 см, длина мантии 10 см, наибольший ее диаметр 6-10 см, длина плавников 3-5 см. Плавники имели форму удлинненных полуэллипсов с параллельными краями. Окраска тела от темно-коричневой до красно-коричневой. Первая особь наблюдалась в районе вершины у отвесного уступа (глубина места 1200 м) в 6-7 м от грунта. Вторая особь наблюдалась на глубине 1080 м и в 3 м от грунта (крутизна склона 45-50°). Третья особь отмечена в каньоне на глубине 945 м и в 1,5-2 м от грунта. Осьминоги наблюдались в зоне полутени в 3-6 м от ПА в неподвижном состоянии. Руки, перетянутые зонтиком были опущены вниз к грунту, либо параллельны грунту, но в обоих случаях образовывали "зонтик". В момент подхода ПА к осьминогам на дистанцию 3-4 м. осьминоги попадали в сектор активной освещенности. Животные принимали горизонтальное положение относительно грунта и складывали руки вместе. В этом случае тело принимало вид неправильного цилиндра с конусом с одной стороны (где смыкались концы рук) и полусферой с другой (задняя часть мантии). Во всех случаях наблюдений плавники были расправлены и перпендикулярны телу. Совершив такие манипуляции осьминоги передвигались из сектора активной освещенности в сторону от ПА и уходили из сектора освещенности используя водометный двигатель. Скорость плавания 20-40 см/с, двигательная активность 2-36. Минимальная дистанция подхода ПА к животным 2,5-3 м. Кроме того, следует отметить, что в августе 1986 г. в районе западного склона плато "Хаттон" отмечено 2 экз. *Chunioteuthis* sp. на глубине 1200 и 1140 м. Осьминоги находились на грунте, руки с зонтиком

были расправлены и прижаты к грунту, образуя неправильный восьмиугольник, а мантия куполообразно возвышалась над ними. При подходе ПА осьминоги своего положения не меняли оставаясь неподвижными, что, вероятно, связано с шоком полученным от светового луча светильника. Наблюдения и поимка *Chunioctopus* sp. значительно расширяют ареалы обитания представителей этого рода.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О НАБЛЮДЕНИЯХ ЗА ОСЬМИНОГОМ *OCTOPUS*
DEFILIPPI (СЕРИАЛОРОДА, *OCTOPODIDAE*) В РАЙОНЕ ЮЖНО-
АЗОРСКОГО КОМПЛЕКСА

С.И.Моисеев

Севастопольская база "Гидронавт"

Материал собран в 1986 г. на НПС "Ихтиандр", *Octopus defilippi* встречается в тропических и субтропических водах шельфа Западной и Восточной Атлантики (Несис, 1982). В наших уловах этот вид встречался штучно на банках Южно-Азорского комплекса на глубинах 400-300 м, длина мантии 6-10 см. При проведении подводных исследований *O. defilippi* встречался на банках Атлантис и Метеор на глубинах от 700 до 280 м. Осьминоги наблюдались на ровных песчаных грунтах и в биогенных ямках с диаметром 20-50 см и глубиной до 8-15 см. Длина мантии колебалась от 2-3 до 10-12 см. Окраска тела в состоянии покоя от светло- до темно-коричневой. Реакция на свет в зоне полутени нейтральная, при попадании в сектор активной освещенности осьминоги поднимались на грунт на 0,5-1 м и уходили из зоны наблюдения используя водометный движитель. При плавании они имели обтекаемую форму близкую к торпедообразной. Скорость плавания 0,5-1,0 м/с. Одна из особей осьминоги находясь в биогенной ямке и попав в луч прожектора, изменила окраску с бледно-коричневой на темно-красную, но свое убежище не покинула. В другом случае осьминог попал в луч света, поднялся над грунтом на 0,3-0,6 м, и на большой скорости (1,0-1,5 м/с) пересек курс аппарата выпустив 2 серии чернильных струй светло-коричневого цвета. На вершине подводной горы Атлантис осьминог наблюдался на глубинах 550-500 м, расстояние между особями (PNO) на маршруте ПА около 100 м. На подводной возвышенности Метеор осьминоги отмечены на глубинах 350-280 м, PNO от 20 до 50-100 м.

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛЬМАРА
Sthenoteuthis oualaniensis ЗИМОЙ 1982-83 Г.Г.
 В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

С.И. МОИСЕЕВ

Севастопольская База "Гидронавт"

В декабре 1982 г. - январе 1983 г. на НПС "Ихтиандр" проводилось изучение биологии и количественного распределения кальмара-уатаниензиса в Северо-Западной части Индийского океана (СЗЧИО). Размер кальмаров, визуально учитываемых на световых станциях - 12-33 см, mostly 15-18 см, все выловленные особи половозрелые: размеры самцов 15-18 см, самок 20-25. Около половины самок имели сперматанги на буккальной мембране. Наличие особей в преднерестовом состоянии предполагает возможность нереста этих кальмаров в январе-феврале. Кальмары активно питались. Наполнение желудка 2-3 балла. Основные компоненты питания - миктофиды, гонистомовые и моллюски кальмаров. Распространение кальмаров было неравномерным. В северо-западной части Аденского залива индекс численности не превышал 15 экз/час. наблюдений; в районе о. Сокотра - 13 экз./час и подводной возвышенности Зорор - 14 экз/час. В остальной части СЗЧИО он был около 100 экз/час и на участке от 7° до 4° с.ш. - до 112 экз/ч наблюдений. В районах подводных гор наблюдалось изменение численности кальмаров в зависимости от глубины места, над которым проводился количественный учет. Над глубинами менее 200 м - 16 экз/час, от 200 до 500 м - 15 экз/час, от 500 до 1200 - 71 экз/час, над глубинами более 1200 м - 108 экз/час. В течение ночи численность кальмаров у поверхности изменяется: с 20 до 22 час. она была в пределах 15-25 экз/час; с 22 до 24 час. - до 200-250 экз/час; после полуночи до 1 ч. ночи происходит уменьшение до 155 экз/час и к 3-4 часам - до 10 экз. В связи с этим необходимо учитывать временной фактор при изучении обитателей глубоководных

Использование гидрохимических данных для оценки продуктивности Бенгальского апвеллинга

Н.П.Незлин, Е.А.Чебан

Делается попытка оценить на основании полей пространственного распределения гидрохимических характеристик создаваемую в районе Бенгальского апвеллинга продукцию органического вещества. Оценивается только та часть продукции, которая создается за счет выноса в трофогенный слой биогенных веществ. Для этого рассчитывались зависимости, связывающие концентрации биогенных веществ (фосфатов, силикатов и нитратов) с соленостью в слое 200-600 м. Этот слой находится целиком в пределах области распространения атлантической центральной водной массы, причем глубже 200 м потребление биогенных веществ фитопланктоном практически не происходит. По полученным уравнениям исходя из значений солености в верхнем 150-метровом слое были оценены концентрации биогенных веществ, которые наблюдались бы там, если бы усвоение их живыми организмами не происходило. После этого по разности между рассчитанными и наблюдаемыми концентрациями определялось количество ассимилированных фитопланктоном биогенных веществ, из чего рассчитывалось количество вновь образованного органического вещества (в мг С/л). Полученные значения интегрировались для всего трофогенного слоя, а получившиеся в результате величины, имеющие сильный разброс, сглаживались методом косинус-фильтрации и картировались.

Величины суммарной биомассы, рассчитанные по убыли в трофогенном слое концентраций фосфатов и силикатов, оказались несколько ниже тех, что были рассчитаны по убыли нитратов, особенно вблизи берега, что можно объяснить накоплением первых в апвеллинговых водах за счет их регенерации. Сезонные изменения рассчитанных величин оказались связаны с изменениями интенсивности Бенгальского апвеллинга - весной и летом южного полушария она была несколько выше, чем осенью.

ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА КИНЕТИКУ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ВОДАХ СРЕДЕ

А.Э.Немчин, С.А.Савченко, Е.А.Шойхет

Экспериментальные исследования проводились с целью изучения влияния гидродинамической кавитационной обработки на кинетику микробиологических процессов в различных видах природных вод.

Для исследований был разработан емкостной быстрходный суперкавитационный (СК) реактор с крыльчаткой СК профиля, оснащенный современными системами контроля гидродинамических параметров, с погрешностью не превышающей 3-5%.

В процессе исследований были определены оптимальные и конструктивные и режимные характеристики рабочих органов, а также параметры процесса кавитационной обработки воды. Показано, что предпочтительнее работать на так называемых "жёстких" режимах суперкавитации при относительных длинах каверн $L_k = 2-5$, числе кавитации $se \approx 0,5-2,0$, для чего использовать СК-крыльчатки с относительным шагом лопастей $\frac{H}{D} = 1$ и густотой лопастной решетки $\frac{L}{D} = 0,5; 0,8; 1$.

Анализ полученных результатов показал, что при гидродинамической кавитационной обработке на режимах кавитации соответствующих оптимальным т.е. "жёстким" в воде повышается концентрация молекулярного кислорода, изменяется рН и как следствие изменяются физико-химические характеристики протекающих в ней процессов.

Как показала серия экспериментов по кавитационной обработке (применялись ультразвуковые датчики и высокоскоростная кинофото-съемка) в зоне высокого давления СК-реактора поля кавитационных пузырьков, распадаясь инициировали ультразвуковые волны, которые разрушали микробную клетку.

Проведенные исследования позволили получить ряд зависимостей между гидродинамическими режимами кавитационной обработки и микробиологическим состоянием воды.

Полученные, в процессе исследований, соотношения между геометрическими параметрами рабочих органов и размерами рабочей камеры СК-реактора были использованы при проектировании полупромышленного образца реактора, который может быть применен для очистки и дезинфекции морской, речной и прудовой воды.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ МОРСКОГО ЕЖА БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Овчинников П.Н., ММБИ, Дальние Зеленцы

Известно, что половое созревание животных можно определять с помощью различных методов. Нами была проведена работа по определению наиболее объективных критериев оценки зрелости гонад морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis*, обитающего в прибрежье Баренцева моря. Животные отбирались ежемесячно в течение года с помощью радиозонного метода. Исследовались морские ежи с одного из участков сублиторали бух. Дальнезелененкой.

Биологический анализ включал определение пола, диаметра (D) и высоты (H) панциря, веса гонад и общего (сырого) веса тела морских ежей. Используя эти данные, определяли гонадо-соматический (ГСМ) и гонадный (ГИ) индексы, прослежена их годовая динамика. Часть животных из ежемесячных проб использовалась для гистологического анализа гонад. Результаты анализа ГСМ и ГИ были суммированы и изображены графически. Оба показателя позволяют проследить тенденцию увеличения и уменьшения массы гонад с одинаковой степенью ошибки, т.к. общая картина хода кривых, отображающих годовую динамику ГСМ и ГИ в целом сходна, но ввиду того, что амплитуда колебаний ГСМ меньше, чем у ГИ, применение последнего показателя более наглядно отображает сезонные изменения в гонадах. На основании морфологической обработки материала сделаны выводы о закономерностях годовой цикличности созревания и нереста морского ежа. Самцы отличаются быстрым созреванием половых продуктов, которые они выметывают несколько раз в течение года. Самки созревают медленно и имеют длительный порционный нерест. В работе сравниваются весовой и объемно-весовой методы определения полового созревания морского ежа параллельно с проведением морфологического анализа гонад с целью выработки объективных критериев оценки зрелости половых продуктов. Сделан вывод о том, что из двух рассужденных методов наименее объективным считается первое из-за более высокой вариативности. Выявлены различия в темпах созревания самок и самцов, что подтверждается изменением уровня доверительного интервала, который увеличивается в период массового нереста ежей и уменьшается в период созревания.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖИЗНЕСТОЙКИХ ЛИЧИНОК ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ИСКУССТВЕННО ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПЛОСКИХ УСТРИЦ

Орленко А.Н. (АзчерНИРО)

Для получения жизнестойких личинок устриц используют производителей, собранных на естественных банках.

Целью нашей работы было выяснение возможности получения личинок плоской устрицы от производителей, выращиваемых искусственным путем методом температурной стимуляции.

В связи с этим в течение 1985-1987 гг. исследовали гаметогенез и репродуктивный цикл моллюсков у м.п. Устриц. Гистологический анализ показал, что продуктивный цикл плоских устриц, полученных в искусственных условиях, сходен с таковым особей природных популяций.

В начале мая 1988 года были отобраны производители плоских устриц, полученных искусственным способом, в количестве 15 особей размером 50-60 мм, которых поместили в аквариум-термостат, сконструированный сотрудниками АзчерНИРО для стимуляции нереста моллюсков плавным повышением температуры. После адаптации моллюсков в аквариуме-термостате температуру воды плавно повышали ежедневно на 1°C (Монин, 1981). По достижении температуры воды 21°C наблюдали нерест устриц, а через 7 суток в аквариуме-термостате были обнаружены прямозамковые велигеры (продиссокопх I) со средней высотой 151 мкм и средней длиной 160 мкм. Велигеров перенесли в бассейн, где были продолжены наблюдения за развитием личинок до стадии великонха. Отход личинок при развитии от прямозамковой стадии до стадии великонха составил 57%. Аномальных отклонений на исследованных стадиях развития личинок плоской устрицы искусственного происхождения не зарегистрировано.

Таким образом можно сделать вывод о возможности получения жизнестойких личинок от искусственно выращенных плоских устриц.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОСТОЧНОЙ СКУМБРИИ В ШЕЛЬФОВЫХ ЗОНАХ ВОСТОЧНОЙ АТЛАНТИКИ.

Павлов Ю.П. (ВНИРО)

Распределению восточной скумбрии в шельфовых зонах Центрально-Восточной и Юго-Восточной Атлантики присущи особенности распределения, свойственные пелагическим видам рыб неритического происхождения, обитающим в этих районах. В нагульный период более крупные особи восточной скумбрии держатся ближе к наиболее продуктивным зонам апвеллингов, которые характеризуются, обычно, сравнительно узкой шельфовой зоной и наличием материкового "выступа" в сторону океана. Здесь отмечаются плотные концентрации крупных видов зоопланктона, на которых возможен интенсивный откорм (нагул) крупных особей скумбрии. Крупная скумбрия старших возрастных групп держится, как правило, ниже по течению (в сторону экватора) от центров апвеллинговых зон. Районы обитания молоди и нереста восточной скумбрии приурочены, в основном, к тем участкам, где апвеллинг сравнительно слабее, а шельфовая зона шире и расположенным на некотором удалении от центров апвеллингов или вверх по течению от апвеллинговых зон в сторону более высоких широт, где влияние апвеллинга менее выражено. В талассной зоне к югу от Азорских островов наиболее крупные особи восточной скумбрии отмечаются на банках, расположенных ближе к северной периферии северного антициклонического круговорота и основной ветви Северо-атлантического течения, где циркуляция вод наиболее интенсивна. Глиные банки, расположенные ближе к центру антициклонического круговорота, являются местообитанием молоди восточной скумбрии.

ИЗМЕНЕНИЕ СИЛЫ ДАВЛЕНИЯ НА СУБСТРАТ КАК ПРИМЕР МОРФО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ У НЕКОТОРЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ ДВУСТВОРОК..

Петров А.Н.

Институт АН УССР, г.Севастополь

В прибрежных районах моря пространственное распределение бентонных сообществ рыхлых грунтов носит поясной характер (Киселева, 1981). При этом, как было нами ранее показано (Петров, 1987), основной причиной такого распределения массовых видов моллюсков могут выступать различия в плотностных характеристиках субстрата обитания. На разных типах грунта происходит смена видов - доминантов. На песке, на глубинах 9-15 м, обитает *Ch gallina*. В интервале глубин 15-25 м, на илисто-песчаном субстрате - *P rudis*. Глубже 25 м в верхнем слое рыхлого илистого осадка - *Politapes* sp. В соответствии с физико-механическими свойствами грунта у моллюсков вырабатываются определенные адаптации, выражающиеся в снижении собственных плотностных характеристик, и как следствие - силы давления на субстрат.

Были проведены расчеты силы давления моллюсков на грунт (P) по следующей формуле:

$$P = \frac{V \cdot (S_m - S_c) \cdot g}{S}, \text{ где}$$

V - объем моллюска (мм^3); S_m - объемная плотность моллюска ($2,7 - 2,8 \text{ г/см}^3$); S_c - плотность морской воды ($1,014 \text{ г/см}^3$); g - постоянная гравитационного ускорения ($9,8 \text{ м/с}^2$); S - площадь опоры моллюска на субстрат (мм^2). Метод расчета площади поверхности раковины приведен в нашей совместной работе (Михайлова и др., 1987).

Рассчитаны параметры линейных зависимостей вида $P = a + b \cdot L$ силы давления моллюсков (P) от их линейных размеров (L) в диапазоне длин от 4 до 27 мм. Получены следующие уравнения:

$$P = 11,144 + 2,969 L - Ch gallina ;$$

$$P = - 3,243 + 3,266 L - P rudis ;$$

$$P = - 2,587 + 1,367 L - Politapes sp.$$

Коэффициенты корреляции во всех уравнениях были больше 0,85. Видно, что при сходных размерах величина (P) у хамелек - максимальная, а наименьшая - у полититанеса, что хорошо согласуется с параметрами плотностных характеристик субстрата, на котором обитает каждый из этих видов.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ БИОТОПИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕРЕСТОВОЙ АКТИВНОСТИ У МОЛЛЮСКОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНДЕКСА КОНДИЦИИ.

Петров А.Н.

ИНБООМ АН УССР, г.Севастополь

Был прослежен годовой цикл нерестовой динамики у двух массовых видов черноморских двустворок — *Chamelea gallina* L. и *Pitar rufus* P.L. В работе использовался следующий индекс кондиции (ИК): процентное отношение сухого веса мягких тканей к объему внутренней полости раковины. Обследованы популяции в районе открытого побережья (1) и в одной из бухт (2) в окрестностях г.Севастополя. Половозрелые особи обоих видов из района (1) характеризуются более высокими величинами ИК на протяжении года по сравнению с моллюсками из района (2). На основе анализа кривых изменений индекса определены наиболее вероятные сроки размножения у изучаемых видов в каждом из районов. У камелей района (1) обнаружено явление более позднего (октябрь-ноябрь) созревания и нереста у молодых (возраст 1–1,5 года), впервые нерестящихся особей по сравнению с более старыми (возраст 2–4 года), пик размножения которых наблюдается в летние месяцы. Для питара из района (2) также характерно более позднее размножение молодых особей. У многих моллюсков в популяциях обоих видов из района (2) наблюдается повторный нерест в осенние месяцы, что ранее в литературе специально не отмечалось. Появление второго пика размножения может быть связано с более быстрым прогрессом роста в бухте в весенне-летний период по сравнению с открытым побережьем. У моллюсков из района (1) наблюдается четкая годовая моноцикличность нереста. Связанные с нерестом сезонные колебания величин ИК у особей старших возрастных групп характеризуются большей амплитудой и более высокими значениями в преднерестовый период по сравнению с теми моллюсками, которые размножаются впервые. Это вызвано тем, что у "старых" особей гонады составляют по весу большую часть от общего веса тканей по сравнению с "молодыми", гонады которых еще очень тонкие и количество созревающих гамет невелико.

Применение ИК наряду с традиционными методами изучения вопросов репродуктивной биологии и экологии массовых видов двустворчатых моллюсков может помочь значительно ускорить и упростить обработку материала, а зачастую и дополнить полученные результаты работ новыми, нетривиальными выводами.

ОСНОВНОЙ МАКСИМУМ НИТРИТОВ В ТИХОМ ОКЕАНЕ

В.В. Попов

Нитриты - это промежуточная форма окисления или восстановления азота между аммонием и нитратами. В аэробных условиях в океане нитриты накапливаются у нижней границы эвфотического слоя, где образуется слой повышенного содержания нитритов. Основным процессом приводящим к образованию максимума нитритов - окисление аммиака аммонифицирующими бактериями. По нитритам накоплен большой первичный материал (более 12 тыс. станций), который впервые был собран и обобщен для Тихого океана. На основе осреднения по одноградусным квадратам и по 4 сезонам проанализировано пространственное распределение и сезонная изменчивость нитритов. Максимум нитритов в океане прослеживается почти повсеместно, он приурочен к пикноклину и наибольшим градиентам кислорода и биогенных элементов. Концентрации нитритов здесь изменяются от 0,05 до 2,0 мкг-ат/л. Наибольшие концентрации наблюдаются в высокопродуктивных районах, а сам максимум нитритов залегает в этих районах ближе к поверхности (на глубине 25-75м). В олиготрофных районах концентрации нитритов в слое максимума от 0,05 до 0,3 мкг-ат/л и расположены на глубине 100-200м. Содержание нитритов чутко реагирует на местные изменения биохимических условий, аккумуляция нитритов в слое максимума возрастает с подъемом слоя максимальных градиентов плотности и продуктивности поверхностных вод. В умеренных и высоких широтах максимум нитритов усиливается в период всплеск цветения фитопланктона. В верхней части фотического слоя содержание нитритов очень мало, поскольку потенциальное потребление превышает скорость их образования. Повышенные концентрации нитритов в поверхностном слое могут индифицировать подъем вод, обогащенных биогенными элементами, с нижней границы эвфотического слоя. Биологическая активность во фронтальных зонах отражается в увеличении содержания здесь нитритов. В высоких широтах в летний период образуется два максимума нитритов, один в фотическом слое, связанный с образованием сезонного термоклина и другой на глубине залегания основного термоклина. Распределение нитритов в слое основного максимума в Тихом океане в общих чертах сходно с распределением других лабильных форм биогенных соединений - аммонием, органическим фосфором, и таких биологических параметров, как хлорофил а.

СПОСОБНОСТЬ *VENUS GALLINA* К ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ В ГРУНТЕ.

Просвиров Ю.В. ИнБЮМ АН УССР г.Севастополь

Venus gallina один из наиболее массовых видов черноморских двустворчатых моллюсков. Многие авторы используют его как вид-индикатор степени загрязненности и отмечают, что в районе проведения дампинга он практически не встречается. Мы решили выяснить является ли это только следствием повышения уровня загрязнения, вызываемого дампингом, или так же связано с неспособностью *V. gallina* освободиться от слоя насыпного грунта. Нами были проведены лабораторные и полевые эксперименты по вертикальной миграции в грунте венусов. При лабораторных исследованиях моллюсков засыпали 5, 15, 25, 30, 40 см слоями грунта. Грунт использовали двух типов: "Родной" собранный одновременно с моллюсками в их местобитании, мелкозернистый кальциевый песок с большой примесью илесто-глинистой фракции, и "чужеродный" - среднезернистый кальциевый песок добытый рефулированием в Донузлаве. Работы проводили летом и зимой при температуре воды соответственно 22° С и 6° С. В полевых экспериментах моделировали засыпание моллюсков 20, 30 и 40 см слоями "родного" насыпного грунта. Работы проводили в различных остопах на глубине 10, 15 и 20 м.

Результаты проведенных работ можно резюмировать следующим образом:

1. *V. gallina* обладает хорошей способностью к вертикальной миграции в грунте. В природных условиях 40 см слой "родного" насыпного грунта не является для него непреодолимым.
2. С увеличением слоя насыпного грунта способность к вертикальной миграции у венуса снижается, а смертность возрастает.
3. В обоих типах грунта, использованных в эксперименте, венус мигрировал одинаково.
4. Способность к вертикальной миграции у венусов не зависит от температуры, тогда как смертность заметно снижается при зимней температуре.
5. Величины вертикальной миграции в грунте и смертность моллюсков не зависят от размера раковины.

БИССУСНЫЙ АППАРАТ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЕГО ФУНКЦИЙ У ЧЕРНОМОРСКИХ ДВУСТВОРОК МИТИЛЯСТЕРА И ФАЗЕОЛИНЫ

Ревков Н.К. (ИнБЮМ АН УССР)

Прикрепление *Mytilaster lineatus* (1) и *Modiolus phaseolinus* (2) к субстрату осуществляется с помощью биссуса. Нити биссуса отходят от биссусного ствола в одной плоскости и являются видимым продолжением его волокон. От участка биссусного ствола длиной 1 мм у (1) и (2) отходит, в среднем, около 300 биссусных нитей. Их максимальная длина ограничена физическими возможностями вытягивания ноги при биссусообразовании и составляет 0.65 - 0.75 длины раковины моллюсков. С ростом моллюсков наблюдается тенденция увеличения длины биссусного ствола и общего количества биссусных нитей. Наиболее существенные различия в форме биссусных нитей (1) и (2) наблюдаются в проксимальной их части и сводятся к тому, что нить (2) имеет ярко выраженную продольную слоистую структуру и лентовидную форму, тогда как нить (1) имеет более выраженную поперечную (кольцевую) скульптуру, едва заметную продольную слоистость и более округла в сечении. Ширина биссусного ствола (1), обитающих у открытого побережья в прибойной зоне, в 3 раза больше, чем у (2). Подобные различия связаны, по-видимому, с характером функциональных нагрузок биссусного ствола у рассматриваемых видов в конкретных условиях их обитания.

Структура образуемых (1) в прибойной зоне "дёток" такова, что над основным субстратом прикрепления моллюсков образуется "поверхность активного волнового воздействия". В данном случае "дётку" можно рассматривать как систему, которая позволяет моллюскам пассивно противодействовать прибойной волне и выступает в качестве синергиста биссусного аппарата.

Основными функциями биссусного аппарата (1) являются: удержание на субстрате отдельных моллюсков и "дёток" и поддержание структуры образуемых поселений. Для (2) основными функциями биссусного аппарата являются: удержание на субстрате отдельных моллюсков (в качестве субстрата обычно выступают поверхности створок живых и мёртвых моллюсков) и поддержание внутренней структуры образуемых "друз". "Закоривания" "друзи" фазеолины на жестком субстрате с помощью нитей биссуса - не происходит.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ

Русанов И.В. /ВНИИШельф/

В условиях роста хозяйственной нагрузки на экосистемы шельфа, уже нарушенные и значительно загрязненные, требуется переход на новый уровень освоения - формирование природно-технических систем с заданными свойствами. В такой системе необходимо рассматривать три компонента: природную среду, технику, персонал. Поскольку свойства среды задаются изначально, а качества персонала также не могут значительно меняться, основным компонентом, уравнивающим систему в целом, является техника. Связи между тремя компонентами регламентируются технологией и структурой управления, организацией.

Теоретической и методической базой формирования природно-технических систем, как ячеек ноосферы, должен стать экологический дизайн, в котором экология играет не сервисную послепроектную роль, а задающую предплановую. Экология и экономика определяют технологию и технику, обуславливают исходные требования к комплексу оборудования и организации его функционирования. Целью экодизайна является конструирование систем, имеющих связи саморегуляции, которые исключают нарушение равновесия.

Гидротехнические сооружения на шельфе являются субстратом для морских организмов и сами становятся частью окружающей среды, существенно изменяя динамику, состав, свойства экосистем. При создании промышленных объектов на шельфе в нарушенных аквальных комплексах пассивной защиты среды от загрязнения недостаточно. Нужно использовать все возможности для оздоровления, повышения самоочищающей способности и биопродуктивности экосистем. При этом должен моделироваться весь жизненный цикл природно-технической системы, все этапы ее развития, каждый из которых ставит свои проблемы, и обеспечивать равноэкологичность каждого этапа (строительства, обустройства, эксплуатации, ремонта, демонтажа, утилизации), иначе "слабое звено" сведет на нет многолетние усилия. Экодизайн позволит достичь стабильности среды на шельфе, не отказываясь от его промышленного освоения.

О ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДА ВЫЧИСЛЕНИЙ В ПЕРЕМЕННОЙ СРЕДЕ К ЗАДАЧАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Савин А.А. (Одесское отделение ИО АН УССР)

Особенности процессов функционирования, развития и формирования экономико-экологических систем (ЭЭС) порождают проблему выбора адекватных математических средств для их моделирования. При рассмотрении этих процессов можно выделить две характерные черты, присущие ЭЭС: организуемость и спонтанность. На примере марикультуры можно указать часть ЭЭС организуемому человеком (возможности выбора различных биотехнологий выращивания хозяйственно-ценных гидробионтов и сроков их культивирования, акваторий для организации морехозяйств и т.п.) и спонтанную (физико-химические процессы переноса веществ, гидробиологические процессы жизнедеятельности гидробионтов, процессы износа средств производства и т.п.).

В соответствии с методом вычислений в переменной среде (Булитко, 86) модель функционирования и развития ЭЭС предлагается строить в виде математической машины (ММ): базиса операций и среды вычислений. Базис операций задается совокупностью I моделей $F = \{f_i\}$, $i \in I$, производственных процессов, рассматриваемых в качестве элементарных. Вычислительная среда ММ определяется совокупностью регистров J , на которых определены модели экосистемных процессов $\Phi = \{\varphi_j\}$, $j \in J$ и процессов F .

В ЭВМ базис операций представляется математическими моделями произвольного типа; элементы среды - информационными полями, на которых определены экосистемные модели и процессы F .

На основе предложенного подхода в ОО ИО АН УССР разработана имитационно-оптимизационная система (ИОС), позволяющая определять предельные возможности и рациональный набор параметров системы, прогнозировать развитие структур и выбирать приоритетные направления их развития, определять области экономической эффективности функционирования ЭЭС. ИОС для моделей типа вычислений в переменной среде реализована в виде пакета прикладных программ для ЕС ЭВМ и апробирована в процессе решения задач выбора рациональной структуры рыбохозяйственного комплекса УССР и приоритетных направлений развития рыбного хозяйства СССР.

ОБ ОДНОМ ФОРМАЛЬНОМ ПОДХОДЕ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ МАРИКУЛЬТУРЫ

Смык А.А. (Одесское отделение ИЭ АН УССР)

В настоящий период марикультура находится на стадии перехода от научных и опытно-экспериментальных работ к производству гидробионтов в промышленных масштабах. В связи с этим возникает целый ряд экономических проблем с рациональной организацией промышленной марикультуры в системе рыбного хозяйства СССР. Особенности функционирования марикультуры, как природоэксплуатирующей отрасли предполагают, что решение различных задач её организации в индустриальных масштабах должно осуществляться на основе следующих общих методологических принципов:

- (1) марикультура должна рассматриваться как целостная экономико-экологическая система, т.к. решение отдельно экономических и экологических вопросов её промышленного развития значительно снижает качество результатов решения;
- (2) методики планирования рациональной организации промышленной марикультуры должны базироваться на применении методов математического моделирования и оптимизации;
- (3) решение экономических задач организации марикультуры возможно только на основе достаточно детального описания процессов экологической природы в моделях и формальных постановках соответствующих оптимизационных задач;
- (4) обязательно применение имитационных моделей при моделировании функционирования экономико-экологических систем марихозяйств, что позволит обеспечить необходимую степень точности, надежности и обоснованности получаемых решений.

Реализация вышеуказанных принципов приводит к формальным постановкам оптимизационных задач на имитационных моделях. Для решения задач данного типа в Одесском отделении Института экономики АН УССР разработаны специальные средства (имитационно-оптимизационные системы), которые прошли апробацию на решении задач планирования развития промышленной марикультуры на различных народнохозяйственных уровнях (отрасль, отдельное марихозяйство). Имитационно-оптимизационные системы моделирования реализованы в виде пакетов прикладных программ для ЕС ЭВМ.

ЗАДАЧИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВОЗРАСТА И РОСТА МОРСКИХ РЫБ

Круглов М.В.

Институт биологии южных морей АН УССР, г.Севастополь

Безусловное нарушение равновесия экосистем Черного моря ставит под сомнение правильность воздействий на него человека. Возникает необходимость новых широкомасштабных исследований, частью которых является установление размерно-возрастного состава основных промысловых видов рыб.

Это экологический путь решения проблемы. Основу зарубежных исследований составляют экспериментальные наблюдения в контролируемых условиях (Мина, Клевезаль, 1976).

Конечной целью наших исследований является построение биологической модели верхней ступени трофической пирамиды Черного моря. Для изучения размерно-возрастного и количественного состава видов в периодически менявшихся условиях начат сбор статистически достоверного материала по следующим видам: *Trachurus mediterraneus ponticus* - черноморская ставрида, *Merlangius merlangus eurusinus* - мерланке, *Psitta maestica* - калкан, *Platichthys flesus luscus* - глосса, *Engraulis encrasicolus* - хемса, *Spretus spretus phalericus* - шпрот в районах Крыма, Кавказа и юго-западной части Черного моря. Количественная оценка и биологический анализ проводятся по стандартным методикам, определение возраста - по столитам, как наиболее универсальным регистрирующим структурам (Апо, 1966). На основе изученных структуры отолита, времени закладки малькового кольца, образования гиалиновых и opakовых зон определяется возраст и рассчитывается темп роста рыб.

Для решения поставленной задачи необходимо проанализировать влияние абиотических и биотических факторов на сезонную и циркадную ритмику роста и влияние возраста на темп роста. Как и любая другая, эта модель требует упрощений. Поэтому по мере развития

значимости факторов в качестве абиотического взята температура, биотического — обеспеченность пищей.

В период 1987-1988 гг. нами получены данные для ставриды, мерланки, глоссы, хамсы и шпрота района Крымского побережья. Изучены макро- и микроструктуры отолитов, время закладки малькового кольца и чередование opakовых и гиалиновых зон. Материал сопоставлен с данными для родственных видов рыб Черного и других морей. Особый интерес представляет работа итальянских коллег, исследовавших отолиты *Solea vulgaris* и других камбал отряда Pleurocentriformes в Адриатическом море (Floglia, Ciannetti, 1986). Рассмотрены две различные точки зрения на проблему возраста и роста. Выстроена шкала степени значимости факторов, влияющих на рост. Рассмотрен биохимический аспект образования естественных меток на регистрирующих структурах рыб в сравнении с процессами обызвестления и белкового роста костей млекопитающих (Лэм, Кормак, 1983).

ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АРТЕМИЮ САЛИНА

Стрельбицкая М.В. (Одесское отделение АзЧерНИРО)

Планктонные организмы (особенно фильтраторы) являются био-концентраторами металлов, которые ввиду своей неразложимости сохраняются в них неограниченное время и способствуют гибели организмов.

Целью данной работы было изучение влияния некоторых тяжелых металлов на выживаемость науплиусов *Artemia salina* (наиболее чувствительный период жизнедеятельности рачка).

В наших экспериментах динамика гибели науплиусов артемии зависела от химической природы токсиканта и его концентрации.

Под воздействием ртути наблюдалось снижение выживаемости особей пропорционально концентрации токсиканта. Особенно ярко это было выражено в концентрации 0,01 мг/л, при которой к началу четвертых суток наблюдалась 100% гибель науплиусов артемии. Концентрация 0,0005 мг/л снижала численность выживших организмов на 50% через 96 часов.

Соли свинца оказались менее токсичными, чем соли ртути. 50%-снижение численности науплиусов артемии через 96 часов регистрировалось в концентрации 20 мг/л. Время гибели 50% особей через четверо суток в этой концентрации увеличивалось в 5-6 раз по сравнению с концентрацией 80 мг/л.

Токсичность соли кадмия проявлялась в диапазоне от 500 до 1000 мг/л. Гибель науплиусов артемии в концентрации 1000 мг/л через 96 часов составила 53,3%.

Ход процесса гибели науплиусов артемии в токсическом растворе во времени описывается уравнением прямолинейной регрессии: $y = a + bx$, где: y - количество погибших гидробионтов (в процентах к контролю), x - время экспозиции (в сутках).

Величины коэффициентов "а" и "в" при этом были: - 17,0 и 15,4 для ртути (0,0005 мг/л); - 13,4 и 16,5 для свинца (20,0 мг/л); - 9,2 и 14,5 для кадмия (1000,0 мг/л).

По результатам аквариальных экспериментов нами графическим методом были определены концентрации тяжелых металлов, вызывающие гибель 50% подопытных науплиусов через 96 часов экспозиции.

Эти величины составили: для ртути - 0,0005 мг/л, для свинца - 18,0 мг/л, для кадмия - 812,0 мг/л.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *CERAMIMUM RUBRUM* (HUDS.) AG. ИЗ ЧЕРНОГО МОРЯ.

Сысоев В.В., Калугина-Гутник А.А., Ткаченко Ф.П.

Одесский госуниверситет, Институт биологии южных морей АН УССР

C. rubrum относится к водорослям-космополитам и широко распространен во многих морях Мирового океана /Калугина-Гутник, 1975/. Этот вид относится к полисапробной группировке водорослей, хотя он может входить и в мезосапробные фитоценозы. Численность и биомасса *C. rubrum* значительны, в связи с этим он играет большую роль в функционировании донных фитоценозов.

Проведенные нами исследования макрофитобентоса в районе Севастопольской бухты показали, что *C. rubrum* в загрязненных местах обитает круглый год и образует здесь сплошной ковер из слоевищ малых размеров. Однако в относительно чистых участках бухты наблюдается периодичность в его развитии. Здесь он доминирует в основном с октября по январь. В течение года в *C. rubrum* сменяется несколько поколений. Отмечены три периода возрастания его биомассы: в феврале, апреле-мае и в октябре. В Одесском заливе наблюдаются два таких периода: в мае-июне и октябре. Максимальные величины биомассы этого вида церамииума повторяются примерно через каждые три месяца, что, по нашему мнению, отражает его жизненный цикл. По нашим наблюдениям, после созревания тетраспор талломы спорофитов *C. rubrum* быстро разрушаются. На смену им из тетраспор вырастают растения-гаметофиты /Зинова, 1967/. Однако такая закономерность не всегда соблюдается. Часто можно видеть восстановление кустиков водоросли путем прорастания коровых поясков из оставшихся их "пеньков".

Наибольшая биомасса *C. rubrum* Севастопольской бухте приходится на зиму - начало весны, т.е. более благоприятными для его развития являются относительно низкие температуры и световой режим этого периода. Можно предположить, что данный вид относится к арктическо-бореальной группе водорослей.

По размерам слоевища *C. rubrum* заметно варьирует. Большинство его особей /55-85 %/ имеют длину равную 2-4 см. Более мелкие экземпляры встречаются в основном в загрязненных и опресненных районах, а также в местах с высокой степенью прибойности. Всего в районе исследования *C. rubrum* входит в состав трех ассоциаций, включающих 59 видов водорослей-макрофитов.

РАЗЛИЧИЯ В СОЛЕННОСТНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ И СПОСОБНОСТИ ИЗБЕГАТЬ ВОДУ НИЗКОЙ СОЛЕННОСТИ У ДВУХ ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ МИЗИД

В. А. Терновенко / ТИПРО /

Исследование влияния солености на различные физиологические функции водных организмов имеет как самостоятельное так и важное прикладное значение. Последнее, в частности, определяется потребностью оценивать качество прибрежных и эстуарных вод с помощью биотестов, использующих различные физиологические показатели.

Цель исследования состояла в сравнении соленостной резистентности и показателей поведения мизид, принадлежащих к двум локальным популяциям, обитающим в условиях различной солености. О соленостной резистентности рачков судили по результатам острых опытов, поведенческие реакции исследовались в градиентной установке по методике описанной нами ранее / Терновенко, 1986 /.

Результаты острых опытов показали, что для взрослых особей отловленных в открытом районе залива и прошедших в течении 10 дней ступенчатую акклимацию ЛС 50 за 48 часов составила 5 - 7 ‰. Взрослые особи, обитающие в кутовой части залива, в течении 96 часов выдерживали распреснение в 4 ‰. Разделяя скепсис ряда исследователей относительно выделения физиологических расс только на основании обнаруженных физиологических отличий обратимся к результатам поведенческих экспериментов. Мизиды кутовой популяции избегают воду нормальной солености т.е. среду обитания рачков открытой части залива. Рачки открытого района уходят от солености в 18 ‰. Важно то, что мизиды кутовой популяции, прошедшие ступенчатую акклимацию в течении 7 дней к солености 33 ‰, начали избегать распресненную воду среды своего первоначального обитания.

Разнонаправленность реакции избегания у мизид из разных популяций, а также возможность изменения ее направленности означает, что реакция связана с физиологическим состоянием организма и направлена на выбор условий, позволяющих сохранять гомеостаз организма, смягчая резкое изменение факторов внешней среды. Ввиду возможного изменения направленности поведенческих ответов эвригалинных мизид их использование для оценки качества водной среды нецелесообразно.

ВЛИЯНИЕ Cd И Cu НА РАЗНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ КЛЕТОК *CLAUDOPHORA VAGABUNDA* /Г. / НОЕК.

Ткаченко Ф.П., Константинова В.Н.
Одесский госуниверситет

Cd , Cu и Zn являются одними из широко распространенных в природе и токсичных элементов /Stratton et al., 1979/. Кроме того, Cd , по мнению Т.Бокриса /1982/, вместе с Pb и Hg являются элементами, представляющими потенциальную опасность для людей и окружающей среды. Известно, что начальные этапы развития водорослей являются наиболее чувствительными к загрязнению водной среды /Джисал, 1977/.

Нами установлено, что при концентрациях Cu равных 5 и 10 мг/л /0,5 и 1 ПДК/, число прикрепившихся и проросших зооспор клдофоры уменьшилось по сравнению с контролем в 3,3-4,5 раз, а при концентрации 50 мг/л /5 ПДК/ - в 10,4 раза. При аналогичных концентрациях Cd эти показатели были, соответственно, равны 3,1-3,5 и 7,2 раза.

Нами проведено наблюдение за состоянием цитоплазмы клеток клдофоры, экспонируемой в воде, загрязненной солями Cd и Cu . Установлено, что с увеличением концентрации этих двух металлов, время наступления полного плазмолиза в клетках водоросли значительно уменьшается /плазмолизис KCl /. Проверка этого явления на клетках клдофоры, взятой в трех разных по степени загрязнения районах Одесского залива /дача Ковалевского, биостанция ОГУ и торговый порт/ показала, что в растениях из порта полный плазмолиз наступает в 1,7- 2 раза быстрее, чем в водорослях из двух других районов. Избыток в водах порта таких элементов как Fe , Zn , Cu , входящих в состав лакокрасочных покрытий днищ судов и гидротехнических сооружений, привело к накоплению их в талломах водорослей. Это, очевидно, повредило вязкость цитоплазмы, нарушило мембранные барьеры клеток и усилило их дегидратацию. Этот прием может быть использован для биологического контроля загрязнения среды тяжелыми металлами.

Высокие дозы Cd и Cu /50 мг/л/ отрицательно влияли на такие интегральные показатели состояния водорослей как содержание пигментов и накопление ими биомассы. Так количество хлорофиллов в опитных растениях было в 1,2-1,5, а каротиноидов в 2,3-3,8 раза меньше, чем в контроле. Меньшей в 1,1-1,4 раза была и биомасса опитных растений. Из двух исследованных тяжелых металлов более сильное альгицидное действие оказывала медь.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СООБЩЕСТВА МОРСКИХ УТОЧЕК.

А.О.Филенко, А.М.Неуронов

Параметры рассматриваемой модели выбирались таким образом, чтобы получить наилучшее согласие с фактическими данными по экологии морских уток, полученными на полигоне в Саргассовом море (62 рейс нис "Витязь"). Мы поставили перед собой и решили следующие задачи: определение динамики численности двух видов уток *Lepas anatifera* и *Lepas anserifera*; определение динамики общей биомассы лепасов и средней биомассы особи; оценка возрастного состава в каждый момент времени. В моделируемой системе присутствуют два вида обрастателей (*L.anatifera* и *L.anserifera*) и два вида хищников - крабы (род *Planes*) и рыбы. Сделаны допущения: 1) количество уток, ежедневно поступающих в систему задаётся датчиком случайных чисел, но особей *L.anatifera* поступает в среднем в 4 раза больше, чем *L.anserifera*; 2) осев на буй уточки начинают расти. Динамика увеличения биомассы особи задана уравнениями, полученными эмпирически, причём *L.anserifera* растёт быстрее; 3) на третий день в систему начинают поступать крабы. Скорость поступления задаётся датчиком случайных чисел; 4) биомасса уток, съедаемых крабом зависит от возраста этого краба и задаётся эмпирическим уравнением; 5) с помощью датчика случайных чисел определяем какую долю съеденной биомассы составляет *L.anatifera* и *L.anserifera*, а также возрастной состав съеденных уток и их количество; 6) датчиком случайных чисел задаём количество и возраст хищников, покидающих систему; 7) рыбы выедают только уток *L.anserifera*, достигших 10-дневного возраста, причём чем старше уточка, тем охотнее она съедается рыбами. Количество уток, съедаемых рыбами задаётся датчиком случайных чисел. Полученная модель позволяет глубже понять процесс развития довольно простого сообщества морских уток, но при дальнейшем усовершенствовании будет вполне применима к более сложным биологическим системам.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИВОТНЫХ И ЗОНАЛЬНОСТЬ ОКЕАНА

Хромов Д.Н. (ВНИРО)

В современной экологической классификации животных для характеристики их биотопа используются две схемы экологической зональности океана (ЗСО): в первой он делится на бенталь и пелагиаль, во второй — на неритическую и океаническую зоны. Хотя все биотопы объёмны, схемы эти не связаны между собой в объёме (последняя в том же используется и в биогеографической классификации для характеристики типа ареала) и не охватывают реально существующей ситуации, поскольку не позволяют причислить ни к одной зоне группы придонных и приповерхностных животных. Всё это вызывает разобщённость характеристик биотопа, двойное (экологическое и биогеографическое) толкование некоторых терминов, необходимость выделения переходных зон и, в конечном итоге, путаницу в терминологии.

На настоящем уровне исследований назрела необходимость выделения некоторых зон океана, представляющих специфические биотопы, обобщения схем ЗСО и разделения экологических и биогеографических схем и, соответственно, терминов. Специфические бентопелагические (Paris, 1984) и приповерхностные условия среды (Зайцев, 1965, 1967) и соответствующие им комплексы видов позволяют говорить о бентопелагических и нейстонных биотопах и рассматривать контактные зоны океана толща воды-дно и вода-атмосфера (Виноградов, 1965, 1969) как самостоятельные. В той же мере характерна и самостоятельна неритическая зона, ограниченная контактными зонами море-берег (литераль), вода-атмосфера и внешний край пельфа-склон. Обобщённая объёмная схема ЗСО будет, таким образом, включать две основные зоны, бенталь и пелагиаль, и три переходные, бентопелагиаль, нейсталь и нериталь. Бентопелагиаль можно делить по вертикали соответственно пелагиали на мезо-, бат- и абиссо-бентопелагиаль (эпибентопелагиаль включается в нериталь), а нейсталь — на эпи- и гипонейсталь.

По предлагаемой схеме океаническая зона полностью включается в пелагическую, и за термином "океанический" остаётся лишь его биогеографическое значение. Термины "придонный", "придонно-пелагический", "кислородный" (как характеризующие биотоп) относятся к единому, "бентопелагический". Остаётся возможность множественного толкования других экологических терминов — они ставятся в соответствие самостоятельным экологическим зонам океана.

ЧЕКАЛОВ В.П.

Институт биологии Днепропетровского госуниверситета.

Рост культур нефтеокисляющих бактерий на элективной среде при пересеве со сред с различным соотношением углеводов и легкодоступной органики.

Значение нефтеокисляющих бактерий в деструкции углеводов описано в ряде работ. Однако, являясь, по существу, гетеротрофной микрофлорой, в условиях избыточного поступления легкодоступной органики, они могут утилизировать последнюю, оставаясь пассивными в отношении нефтепродуктов. На индуктивный характер ферментных систем, ответственных за разложение углеводов, указывала, в частности, Е.П. Розанова.

В этой связи представляет интерес установление закономерностей роста нефтеокисляющих бактерий при пересеве культур, длительно инкубируемых на средах с различным соотношением углеводов и легкодоступной органики, на синтетическую среду с нефтью в качестве единственного источника углерода.

Исследование проводилось с тремя культурами нефтеокисляющих бактерий, выделенных из донных отложений Запорожского водохранилища. В результате было отмечено, что скорость прироста численности клеток достигала максимума на третьи сутки, причем, микроорганизмы, предварительно инкубируемые на среде, содержащей нефть, опережают по срокам и темпам роста бактерии, пересеянные на синтетическую среду со сред, включающих легкодоступную органику. Таким образом, представляется возможным дифференцировать бактерии, которые имеют данную ферментную систему, от микроорганизмов, вынужденных перестраивать свой ферментный аппарат.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОНОМИКИ ЛАМНАРИЕВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ БАЛТИЧЕСКОГО МОРЯ

Яценко С.Ю. Мурманский морской биологический институт
УИИ АН СССР, г. Давиде Зеленин

Задача рационального использования естественных ресурсов ставит перед нами неосклонность развития отрасли экономической науки — экономики моря. Исследования должны охватить широкий комплекс вопросов, связанных с системным подходом к оценке и рациональному использованию всех видов морских ресурсов.

Важнейшей основой для обеспечения эффективной хозяйств. по выращиванию морепродуктов является научная разработка рациональных долгосрочных биоэкономических программ, охватывающих весь ресурсный цикл: добычу, переработку, реализацию, потребление, воспроизводство и т.д.

Организация добычи водорослей предполагает решение основной задачи: сохранения репродуктивной способности их ресурсов — обеспечение периодичности и объема изъятия водорослей, механизация добычи, выбор экологически безопасных средств промысла и средств доставки водорослей к потребителям, уменьшение себестоимости продукции.

С целью контроля за промыслом ламнариевых водорослей и получения данных о влиянии рыболовства на биоценоз, в июне — августе 1987 года была организована экспедиция в губу Дроздовка. Материалы исследований на контрольных станциях в 1983 и 1987 годах показали, что за этот период ресурсы уменьшились с 14,5 до 8,6 тыс. тонн, или на 40%.

Добыча водорослей велась "науками — драгами" в виде граблей с шириной захвата 1,5 м. После добычи на дне видны голые полосы шириной 1,5 м и длиной 5-6 метров, в конце которых насчитались скопления мачок с образцами водорослей и ризомидом.

Важнейшим из вытекающих, на считаем необходимым:

- в среднем, самой удобной, зоне руса, где преобладают песчаные и илистые грунты, проводить комплекс мероприятий по восстановлению деградированных субстратов;
- для восстановления запасов ламнариевых, их добычу прекратить на два года, а в дальнейшем проводить по квадратам.