

Важнейшие результаты НИР в 2006 г., полученные в Государственном океанографическом институте

1. Задействованы компоненты технологии мониторинга и раннего обнаружения неблагоприятных изменений гидрометеорологического и гидрохимического режима неарктических морей, включающие методы обработки и анализа первичных данных судовых наблюдений, математические модели природных процессов (общей циркуляции вод и режима ветрового волнения) и методы расчета характеристик гидрологического и гидрохимического режима. В результате получены параметры многолетних трендов гидрометеорологических характеристик в районах основных фронтальных зон южных и северо-западных морей России.

В Черном море впервые совместно рассмотрена многолетняя изменчивость термохалинных характеристик вод Черного моря в поверхностном слое, а также параметров основной фронтальной зоны (ОФЗ) – от Геленджика на юго-запад. Получены данные многолетних трендов гидрометеорологических характеристик в районе ОФЗ. Выявлено увеличение разности солености между ее мористым и прибрежным флангами на протяжении всего рассмотренного интервала лет (прирост средних значений кроссфронтального градиента солености составил 40%). Эта тенденция физически соответствует наблюдавшейся тенденции увеличения локальной циклонической завихренности ветра над Черным морем зимой. На основе технологии искусственных нейронных сетей (ИНС) получены количественные связи между многолетней изменчивостью параметров фронтальной зоны Черного моря и совокупным воздействием внешних факторов (как локальных, так и глобальных в виде индексов циркуляции атмосферы). Наиболее статистически значимо на внешние воздействия реагирует положение максимума фронтального градиента солености (синхронно), его величина (с запаздыванием на 1-2 года) и соленость на обоих флангах (с запаздыванием на 1-3 года).

В Каспийском море рассмотрены механизмы весьма значительной трансформации термохалинной структуры вод Каспийского моря. Выявлена многолетняя сопряженность зимнего теплового состояния поверхностных вод Среднего Каспия с меридиональным геострофическим переносом вод, имеющим зимой преобладающую компоненту на север. При усилении северных компонент массопереноса зимняя температура вод верхнего слоя Среднего Каспия существенно возрастает (на 0.5-1.0°C). В то же время, многолетние тенденции изменчивости геострофического переноса в Среднем Каспии имеют отчетливые связи с изменчивостью ветра над данным регионом: при усилении зональной компоненты ветра на запад усиливается геострофический перенос вод на север, при повороте зональной компоненты на восток формируется перенос вод на юг. Это подтверждается с помощью технологии ИНС.

В Балтийском и Белом морях получены статистические оценки и тенденции развития термохалинных процессов, режима уровня западных районов Балтики. По результатам факторного и регрессионного анализов были составлены фоновые прогнозы элементов режима морей до 2010 года. Также были рассчитаны отдельные примеры развития тенденций изменчивости численности нерестовых рыб, обитающих в этих морях. Конец XX и начало XXI веков, в отличие от предыдущих лет, характеризовались совпадением знака аномалий повторяемости типов атмосферной циркуляции над Атлантико-Европейским сектором северного полушария и направлением тенденций их изменений. Результаты комплексного анализа внешних факторов и элементов режима морей показали возможность появления существенных аномалий в процессах, происходящих в морской среде практически одновременно с резкими изменениями атмосферной циркуляции, причем знак изменения должен быть противоположен существующей тенденции. В итоге были получены предварительные рекомендации: о возможности заблаговременного обнаружения крупных аномалий гидрометеорологических процессов; о вероятности мощных затоков в Балтику и временном интервале, в течение которого также возможны крупные наводнения; о динамике численности рыбных запасов на начало XXI века.

2. Получены новые результаты расчетов по численным моделям (Princeton Ocean Model) для Черного и Каспийского морей, показавшие хорошее согласие полученных результатов с имеющимися представлениями о динамике и циркуляции вод в рассматриваемых областях, а также с данными дистанционных и контактных измерений. Модели используются как в отечественных (ГОИН, ИО РАН), так и международных научных проектах.

3. В 2006 г. Кабатченко И.М. была подготовлена диссертационная работа на соискание степени доктора геогр. наук «Моделирование ветрового волнения. Численные расчеты для исследования климата и проектирования гидротехнических сооружений», в которой реализуется разработанная авторами (в т.ч. из ГОИН) Российская Атмосферная Волновая модель (РАВМ), пригодная для решения многих прикладных задач. РАВМ многие годы используется в Гидрометцентре России для прогнозов, это единственная отечественная модель, конкурентоспособная западным моделям. В отличие от них она дает оптимальное, экономическое решение задач расчета и прогноза волн с учетом достижимой разрешающей способности, синоптического анализа, современного уровня знаний механизмов формирования ветровых волн и возможностей волноизмерительной техники. В силу этих свойств модель РАВМ обладает высокой эффективностью и производительностью. С помощью этого инструмента получены оценки режима ветрового волнения на Черном, Балтийском, Баренцевом, Каспийском, Карском и Японском морях, в том числе экстремальные высоты волн. Разработанная система приемов определения штормовых характеристик позволяет дать ответ на специализированные запросы народнохозяйственных организаций с целью свести к минимуму производственные риски при эксплуатации гидротехнических сооружений.

4. В 2006 г. продолжались работы по геодезическому обеспечению высот морской уровенной сети Каспийского моря на основе применения глобальных навигационных спутниковых систем позиционирования GPS/ГЛОНАСС”, получены точностные оценки, показавшие высокое качество работ. Освоена и реализована на практике современная спутниковая технология автономного определения трехмерных координат, адаптирована сотрудниками ГОИН для высотной привязки реперов морских уровенных постов к Главной высотной основе (ГВО). На примере работ по спутниковой привязке реперов морских уровенных постов в северо–западной части Каспийского моря к ГВО показано, что по сравнению с традиционными оптическими методами, внедренная технология автономного определения координат позволяет в два–три раза снизить стоимость выполненных работ и в несколько раз сократить сроки их выполнения; а если привязка реперов выполняется на островах, удаленных от материка и базовых пунктов на десятки километров, стоимость работ и их трудозатраты уменьшаются на порядок.

5. В 2006 г. получены новые результаты по программе комплексного мониторинга устьевых областей рек и прибрежной зоны морей (Терек, Волга). Уникальность работы заключается в совместном использовании и анализе в режиме реального времени данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ) из космоса различного пространственного и временного разрешения, и ежедневных данных гидрометеорологических наблюдений на ГМС Росгидромета. Работа проводится в тесном контакте с территориальными Центрами по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета (ЦГМС), которые, при необходимости, оперативно передают в ГОИН данные ежедневных (среднесуточных и учащенных) гидрометеорологических наблюдений по районам мониторинга (рис.1). В 2006 году была разработана система комплексного (наземного и космического) мониторинга гидрометеорологического и водохозяйственного состояния бассейна и дельты Терека, предложена схема перераспределения стока магистрального рукава дельты Терека с целью снижения риска возникновения катастрофических разливов и рационального использования водных ресурсов.

6. Разработана технология многоуровневого регионально-адаптированного экологического и геодинамического мониторинга морей Российской Федерации в первую очередь районов шельфа и континентального склона, включающая в себя как непосредственное инструментальное наблюдение за процессами, так и численное моделирование, описывающие основные динамические эффекты в окрестности поверхности раздела вода-воздух: ветер, волны и морские течения. Исследовались временные и географические вариации загрязнения морских аэрозолей (МА) и поверхностного микрослоя (ПМС) тяжелыми металлами и рядом других соединений, методами экспресс-диагностики, с изучением физико-химического механизма обогащения ПМС и МА загрязняющими веществами. Такие исследования потребовали модификации известных и разработки новых методов экспедиционных и лабораторных работ. В 2006 г. году подведены итоги четырехлетних исследований содержания в морских аэрозолях и поверхностного микрослоя (ПМС) Черного, Азовского, Каспийского, Средиземного, Балтийского, Белого, Баренцева и Карского морей тяжелых металлов, мышьяка, неполярных углеводородов (алифатических и полиароматических), а также представителей гетеротрофного бактериопланктона. По уровню загрязнения тяжелыми

металлами и нефтепродуктами морские аэрозоли европейские моря образуют следующий ряд по снижению загрязненности: Средиземное море > Азовское море > Балтийского море > Черное море > Белое море > Каспийское море (Северный Каспий) > Баренцево и Карское моря. Наблюдения пространственно-временных вариаций загрязнения аэрозолей Черного моря тяжелыми металлами в 2002-2005 годах позволили выявить фоновый уровень содержания кадмия и свинца, на порядок превышающий расчетный уровень ЕМЕР, что доказывает значимость ранее малоизученного пути массопереноса токсикантов «объемная вода- ПМС- морской аэрозоль». Показано, что по степени пространственных вариаций концентраций элементы образуют следующий ряд: Cr, Mn, Ni > Fe, Cu, Pb > Al, Zn, As, Cd. Показана географическая зональность в содержании элементов в морских аэрозолях. Разработаны методы определения морского или терригенного происхождения аэрозолей. За счет применения различных пробоотборников ПМС оригинальной конструкции показано явление микростратификации ПМС по слоям 0-0,2 мм и 0,2-1 мм. Показаны условия участия различных слоев ПМС и объемной воды в образовании морского аэрозоля и различные механизмы формирования аэрозоля, в том числе новый механизм – спонтанная генерация аэрозолей невозмущенной водной поверхностью. Получены данные о захвате в морской аэрозоль частиц дисперсной фазы, в том числе и морских бактерий. С использованием клеточного биосенсора показано увеличение токсичности в ряду «объемная вода – 1 мм ПМС - 0,2 мм ПМС». Созданы электронно-справочные пособия по загрязнению ПМС и морского аэрозоля, размещенные (по морям) в издаваемом ГОИН сайте <http://esimo.oceanography.ru>. Проведены исследования по комбинированной токсичности многокомпонентных смесей токсических веществ.

7. Подготовлен макет системы оперативного прогнозирования распространения аварийных разливов нефти на Северном Каспии, с учетом влияния ледяного покрова на процессы трансформации и переноса нефтяных загрязнений. Макет представляет собой работающую и доступную для оценки модель системы, иллюстрирующую её поведение в наиболее важных точках. Система состоит из модели нефтяного разлива SPILLMOD (авт. Овсиенко С.Н., Зацева С.Н., Ивченко А.А.), оперативной модели регионального метеорологического прогноза Гидрометцентра РФ, оперативной модели гидрологического прогноза, моделей растекания нефти по сплошному снежно-ледовому покрову и в битом льду. Исходная информация от потенциального заказчика и передача результатов расчетов происходит через FTP сервер. Информация о ледовых условиях дешифрируется, «привязывается» к снимкам. Были проведены расчеты распространения условного разлива нефти по акватории Каспия (результат достижения нефтяного пятна через 16 ч. после разлива показан на рис.2.

8. В рамках ФЦП «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года» - разработаны проекты нормативно-правовых и нормативно-технических документов,

регламентирующего функционирование системы предупреждения о цунами (СПЦ)

9. Введен в опытную эксплуатацию на черноморском полигоне в г. Геленджик автоматизированный информационно-измерительный гидрометеорологический комплекс «Морская береговая станция/пост» по 4 гидрологическим характеристикам и 7 метеопараметрам, которые в режиме on-line передаются в центр данных, а также отработана новая технология автоматизированного сбора, передачи и управления процессом сбора данных – «сквозная технология сбора данных» от гидрологических комплексов «Прилив-2», «Вектор-2», «ГМУ-2», СТД-2 «Минизонд», автоматизированных метеоккомплексов МА-6-3 и МК-26.

10. Подготовлены «Ежегодники качества морских вод по гидрохимическим показателям» за 2004 и 2005 гг., материалы для «Обзора загрязнения природной среды РФ» за 2005 г. Подготовлены исходные данные и аналитические материалы в электронном формате для передачи в Секретариаты Хельсинкской и Бухарестской Конвенций с целью выполнения международных обязательств России. Пополняются базы данных о гидрохимическом состоянии и загрязнении морской среды. 11. Разработана и применяется технология расчета пространственно-временных потоков воды и наносов для оценки распределения загрязняющих веществ в дельтах и на устьевых взморьях рек Волги, Дона и Северной Двины. Изучены процессы изменения уровней воды в устьях рек Волги, Терека и Сулака в зависимости от многолетних колебаний уровня Каспийского моря. Получены зависимости для расчета этих уровней при различном речном стоке, поступающем в устья, с учетом возможных изменений уровня Каспийского моря. Изучено влияние на изменения уровней, температуры воды и ледовые явления в устьях рек Дона, Кубани, Волги, Сулака сооружения выше них плотин и водохранилищ. Получены связи температурных и ледовых характеристик устьевых областей рек с характеристиками температур воздуха в различные сезоны. Выявленные многолетние закономерности изменений стока воды и климата в устьевых областях рек Каспийского и Азовского морей и зависимости других гидрометеорологических характеристик устьевых областей рек от них позволят обосновать в 2007 г. сценарии возможных изменений гидрометеорологического режима на ближайшие 10 лет и предупредить возможные неблагоприятные последствия этих изменений.

В рамках международного сотрудничества по проекту СЕР дана характеристика многолетних изменений стока воды и рассчитаны за последние 10 лет потоки загрязняющих веществ (ЗВ), в различных частях дельты реки Волги и ее морского края. Также дана характеристика изменений стока воды и рассчитаны за последние 5 лет потоки загрязняющих веществ в устье реки Терек. Отчеты по проекту СЕР, содержащие указанные результаты получили высокую оценку в ООН.

12. Согласно Плану Мероприятий по вводу первой очереди единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО) в эксплуатацию в 2005-2007 годах, утвержденного приказом Росгидромета от 06.05.2006 №116, разработаны и внедряются следующие технологии: *Общесистемные*

- Технология мониторинга сетей наблюдений за морской средой России (компонента технологии ЦБМБ) (проекты 2 и 5 ЕСИМО)

- Сквозная технология сбора данных о морской среде и доставки данных в центры ЕСИМО (проект 2 ЕСИМО)

- Технология ведения и использования динамического электронного справочного пособия по морской среде и морской деятельности (проект 4 ЕСИМО)

Тематические технологии Центра ЕСИМО ГОИН

- Технология формирования и ведения базы данных по уровню моря

- Технология формирования и ведения базы данных по течениям Мирового океана

- Технология сбора, подготовки и распространения данных по загрязнению морской среды

- Технология обработки и распространения данных по качеству морской среды РФ

- Технология вероятностного прогноза развития ледового цикла для рек Сев. Двина и Печора

- Технология диагноза гидрометеорологических и гидрологических условий морей России (РОМ)

- Технологии расчета таблиц приливов - Технология получения расчетных характеристик ветрового волнения на базе национальной российской ветро-волновой модели

13. Разработаны научные основы проведения экспедиционных работ в океане в период Международного полярного года (МПГ). Определены приоритеты проектов МПГ и проведена их кластеризация

14. Получены результаты экспериментальных, теоретических и численных исследований по технологии рассеивания туманов.

15. Летом 2006 г. проведены комплексные исследования и изыскания в Байдарацкой губе Карского моря в интересах проектирования подводного перехода губы магистральными газопроводами Ямал-Европа. Проведены метеорологические, океанологические, ледовые, морфолитодинамические, а также экологические исследования и изыскания, с привлечением ведущих отечественных (МГУ, ААНИИ, ИО РАН, НИИ Крылова, Архангельский ЦГМС-Р и др.) и украинских организаций и специалистов. Выполнена адаптация моделей и методов расчета гидрометеорологических условий и явлений, включая воздействие ледовых образований на дно и берега губы, эволюцию динамики вод губы, ветровое волнение, транспорт наносов и др. Дана предварительная комплексная оценка условий проектирования и экологического ущерба.

16. Нарращивается программный комплекс автоматизированной модельной обработки данных полигонных гидрологических измерений с визуализацией результатов обработки в виде электронного атласа. Основу комплекса составляет численная нелинейная динамико-стохастическая модель четырехмерного анализа с последовательным усвоением асинхронных данных наблюдений. Продолжается создание электронных атласов-справочников по дрейфтерным данным (рис.3), гидролого-гидрохимическим параметрам морской воды, скоростям течений на различных глубинах (по данным буйковым станций), приводному ветру, температуре воды и воздуха, а также атмосферному давлению на уровне моря. Подготовлен электронный атлас по дрейфтерным наблюдениям для Черного моря, на основе новейших данных (вплоть до 2006 г.)

Отв. исполнители:

Тужилкин В.С.

Григорьев А.В.

Кабатченко И.М.

Остроумов В.З.

Землянов И.В.

Сыроешкин А.В.

Овсиенко С.Н.

Соколов В.А.

Соколов В.А.

Коршенко А.Н.

Полонский В.Ф.

Землянов И.В.,

Разработчики технологий Центра ЕСИМО ГОИН

Грузинов В.М.

Палей А.А.

Цвецинский А.С.

Никитин О.П

Материал подготовлен ученым секретарем ГОИН Жоховой Н.В.