

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Н. А. Пантелейев

В. В. Питеряков

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2

Представлена концепция построения измерительного комплекса для геоэкологических исследований в зоне сопряжения суши и моря Азовово-черноморского бассейна на основе комплексного контрольно-экологического полигона ЗО МГИ НАН Украины.

Межгосударственная программа Украины и России "Геоэкология сопряжения суши и моря Азовово-черноморского бассейна" предусматривает комплексные геоэкологические исследования важнейших процессов – физических, химических, биологических, геологических, геохимических, геобиохимических и др., наиболее интенсивно протекающих на границах раздела природных сред - моря, атмосферы, литосферы и биосфера и определяющих состояние и взаимодействие геосфер.

Реализация программы требует разработки и применения сложных комплексных методик и технологий натурных экспериментальных исследований в море, на суше и в атмосфере, создания для этих целей специализированных измерительных комплексов, технических средств контроля экологического состояния окружающей среды и систем мониторинга, разработки систем сбора и обработки экологической информации, создания банка экологических данных о зоне сопряжения суши и моря (ЗССМ) [1].

Морским гидрофизическим институтом разработана концепция построения автоматизированной системы экологического контроля вод Украины (АСЭКВУ) в рамках проекта "ЭКОС" по заданию ГКНТ Украины в области фундаментальных исследований [2].

Для эффективного контроля, анализа и прогноза экологического состояния морской среды необходимо создание региональных автоматизированных систем контроля вод морей (РАСКВМ), входящих в состав АСЭКВУ. РАСКВМ должна содержать постоянно действующую сеть экологических станций, производящих непрерывные измерения экологических характеристик вод морей, атмосферы, грунта дна и естественных параметров среды с передачей информации в Региональный экологический информационный центр (РЭИЦ).

Технические характеристики измерительной аппаратуры, набор измеряемых параметров

(физических, химических, биологических), методическое обеспечение измерений, состав передаваемой информации определяются задачами контроля и зависят от региональных особенностей, уровня и видов загрязненности, а также гидротермодинамического режима региона [2].

Ниже предложены концептуальные основы построения измерительного комплекса для геоэкологических исследований (ИКГЭИ) ЗССМ Азово-черноморского бассейна (АЧБ), который может быть использован в качестве одной из РАСКВМ.

Экологическое состояние морской среды тесно связано с «фоновыми» гидрофизическими и гидрохимическими характеристиками. Формирование полей естественных и искусственно вносимых в водную среду растворимых веществ и примесей определяются процессами турбулентной диффузии, адvectionи, волнового перемешивания (за счет нелинейных эффектов в поле внутренних и поверхностных волн), «двойной» диффузии. Следовательно, для эффективного контроля и анализа экологического состояния морской среды недостаточно только сбора, систематизации и документирования фактических данных о пространственном распределении концентраций загрязнений, химических, физических и биологических характеристик среды, но необходимо знание закономерностей процессов диффузии, переноса и рассеяния примесей, растворенных газов, биогенных элементов, загрязняющих веществ в море. Эти процессы, в свою очередь, существенно зависят от локальных особенностей стратификации - тонкой вертикальной структуры (ТС) гидрофизических полей.

Таким образом, для решения поставленных задач наряду с измерениями различных экологических параметров (физических, химических, биологических) необходимо регистрировать фоновые гидрофизические характеристики среды: пространственно-временные характеристики поля скорости течений, параметры внутренних волн, инерционных и приливных колебаний, синоптической изменчивости, характеристики турбулентности и ТС полей температуры, солености, плотности.

В составе ИКГЭИ предусматривается опорная сеть автономных буйковых станций (АБС), перекрывающая регион, донные установки, суда, производящие измерения на заданной сети дрейфовых станций или в режиме буссировок, и стационарные платформы.

Измерения основных параметров осуществляются в автоматическом режиме на опорной сети АБС, донных станциях и с судов с передачей информации в РЭИЦ. Положения АБС, расстояния между ними, пространственная сеть судовых дрейфовых станций, времен-

ная дисcretность измерений, перечень измеряемых параметров задаются исходя из размеров контролируемого региона, локальных особенностей загрязнений и гидродинамического режима водоемов - характерных пространственно-временных масштабов системы течений, ее элементов, временной изменчивости, преобладающих мезомасштабных и синоптических процессов.

Структура ИКГЭИ, основные принципы организации системы

Совокупность носителей измерительных средств - платформы, АБС, донные установки, суда - должны обеспечивать эффективный контроль экологического состояния региона, изменчивости гидротермодинамического режима, пространственно-временной структуры полей концентраций загрязнений и фоновых характеристик вод (физических, химических, биологических). Контрольные измерения экологических параметров должны производиться в приводном слое атмосферы, поверхностном слое моря, основной толще вод, придонном слое и донных отложениях, как в шельфовых районах, наиболее подверженных загрязнениям и сбросами промышленных и бытовых отходов со стоком рек, так и в открытых регионах. Цифровая информация от всех носителей - элементов ИКГЭИ по радиоканалам поступает в РЭИЦ, где подвергается предварительной обработке с целью получения физических величин, осредненных (по времени и площади) количественных статистических оценок полей экологических параметров и естественных характеристик среды с учетом их эволюции под действием локальных гидротермодинамических процессов, подготовки итоговой информации для дальнейшей передачи в Банк геоэкологических данных (БГЭД).

На основе информации, поступающей в БГЭД, должны быть построены карты распределения экологических параметров с выделением зон аномалий загрязненности, позволяющей производить текущий анализ и прогноз экологической обстановки, районирование акватории морей по степени и видам загрязнений, оперативное планирование и принятие рациональных мер по устранению источников загрязнений и предотвращению последствий с оценкой потерь от загрязненности и экономического эффекта принимаемых мер.

Таким образом, предлагается двухступенчатая обработка информации: на уровне региона (РЭИЦ) и в Центре (БГЭД). Для этой цели ИКГЭИ должен содержать региональный вычислительный центр, оснащенный ЭВМ необходимой мощности

Комплексный контрольно-экологический полигон (ККЭП) на базе платформы

Центральное место в измерительном комплексе ЗССМ отводится стационарной платформе. В зависимости от глубины моря платформа устанавливается на жестких опорах (до нескольких десятков метров) или на плаву, при помощи специальной якорной системы (на глубинах выше 100-200 м).

Натурные измерения со стабилизированной неподвижной основой-платформы, оснащенной необходимым широким комплексом измерительной аппаратуры, имеют ряд принципиальных преимуществ перед измерениями на сети АБС, неизбежно ограниченным набором измеряемых автоматических параметров.

Главная цель создания ККЭП на базе платформы - обеспечение долговременных (круглогодичных) измерений основных экологических параметров в контролируемых «фоновых» гидрофизических условиях, в наиболее интересных и важных экологических «горячих» точках региона; «привязка» к данным НИС и сети АБС; интеркалибрация прямых контактных измерений в поверхностном слое моря с дистанционными, осуществлямыми с аэрокосмических носителей АСЭКВУ.

Создание ККЭП ЗССМ имеет целью внедрение нового эффективного методического подхода к решению задач контроля экологической обстановки в заданном регионе на основе комплексных измерений гидрофизических, гидрохимических, гидробиологических, геофизических полей, выявления их взаимосвязи с локальными условиями и различными гидротермодинамическими процессами. Долговременные (круглогодичные и многолетние) комплексные измерения с платформы в неподвижной точке дают оптимальные решения задач контроля временной изменчивости фоновых гидротермодинамических характеристик водоема, оказывающих непосредственное воздействие на перенос и рассеяние загрязнений.

В Морском гидрофизическем институте НАНУ имеется стационарная морская исследовательская платформа, установленная на жестких опорах в ЭО МГИ НАНУ (пос. Кацивели). В последний период разработана и изготовлена плавучая стабилизированная платформа, предназначенная для установки на якорях над глубинами до 200 м. В настоящее время плавучая стабилизированная платформа (ПСП) находится на консервации в районе пос. Кацивели.

Целесообразно и возможно при оборудовании ПСП ориентировать ее на решение экологических проблем, установив на ней соответствующие измерительные комплексы.

Две платформы МГИ НАНУ могут составить основу экспериментального полигона

ЗССМ в Черном море с решением специфических для данного региона задач экологии, связанных с проблемой сероводородного заражения моря. Ориентировочно основной комплекс непосредственно измеряемых параметров среды: основные гидрофизические характеристики (температура, электропроводность, скорость течений); параметры внутренних и поверхностных волн; оптические характеристики воды; концентрации кислорода, сероводорода; концентрация взвешенных органических веществ, прозрачность, концентрация хлорофилла; напряженность магнитного поля, радиоактивность и др.

Химические и биологические характеристики морской среды определяются методом отбора проб.

Дополнительные экологические параметры морской среды выбираются в зависимости от региона.

С платформы будет также проведен полный комплекс и метеорологических наблюдений, регистрация экологических параметров в атмосфере (концентрация примесей, газов и др.), а также дистанционные (радиолокационные, радиометрические, оптические) измерения состояния поверхности моря.

Математическая обработка информации, поступающей от измерительных комплексов на платформе, сети АБС, донных установок (ДУ) и судов производится на локальном ВЦ, размещенном на платформе, включающем совокупность персональных компьютеров с периферийными устройствами (идеология структуры и функциональной связи вычислительных устройств и различного типа измерительных комплексов разрабатывается на основе современных решений и методик).

ККЭП должен быть оборудован системой телеметрического приема информации с сети АБС, ДУ, судов и спутниковой связи.

Опорная сеть АБС

Автономные буйковые станции оснащаются автономными измерительными приборами для регистрации в автоматическом режиме на стандартных горизонтах основных гидротермодинамических характеристик: скоростей течений, температуры, электрической проводимости, а также оптических и некоторых химических характеристик.

Информация передается по радиоканалу в РЭИЦ. Дискретность измерений - 0,5 - 1 час. Количество горизонтов - 6-10. Автономность АБС - до 1 года (смена АБС - 1 раз в год). Концентрация буйковых систем и расчет сети АБС определяется в зависимости от локальных условий. Среднее расстояние между АБС в сети 5-25 миль.

Донные контрольно-измерительные установки.

Донная установка (ДУ) представляет собой жесткую конструкцию, устанавливаемую непосредственно на дне, в диапазоне глубин 10-2000 м, соединенную кабель-тросом с поверхностным буем. Размещение ДУ - преимущественно в шельфовой зоне, в районах, подвергнутых загрязнениям (со стоком рек, сбросом вод технического и бытового происхождения и др.).

Ориентировочный комплекс измеряемых параметров в автоматическом режиме:

в придонном слое - "фоновые" средние характеристики: скорости течений, пульсации скорости (в диапазоне масштабов турбулентности и внутренних волн), температура электрическая проводимость; оптические, гидрохимические характеристики среды; экологические параметры (в зависимости от специфики района постановки);

в грунте дна - температура (градиент температуры), сейсмические характеристики, физические и химические характеристики донных отложений, связанные с набором контролируемых экологических параметров, изменчивость уровня донных отложений и др.

Измерения производятся на трех-пяти горизонтах в придонном слое толщиной 8-10 м. Контролируемая толщина донных отложений 0,1-0,5 м.

ДУ оборудуется системой преобразования и передачи информации по радиоканалу в РЭИЦ через поверхностный буй, оборудованный радиопередающей аппаратурой.

Судовая служба контроля экологического состояния региона - мобильные экологические станции (МЭС).

Цель организации судовой службы контроля - периодические измерения экологических характеристик водной среды, грунта дна, атмосферы и основных параметров термогидродинамического режима водоема и метеостанции в контролируемом регионе на сети дрейфовых станций и системе галсов, рассчитываемых с учетом локальных условий и географического положения региона. Судовой специализированный измерительный комплекс определяется задачами контроля данного региона, локальными условиями гидрометеорологического режима, спецификой загрязнений и др. [2].

Создание судового специализированного измерительного комплекса, включающего зонирующую, буксируемую и стационарную судовую измерительную аппаратуру, производится на основе имеющихся в распоряжении

МГИ НАНУ и его СКТБ разработок приборов, схемных решений, технологий с учетом дополнительных рекомендаций и требований по программе АСЭКВУ и ГЕОЭКО. Тиражирование аппаратуры планируется производить специализированными приборостроительными предприятиями страны.

Первичная обработка информации производится судовым ВЦ (локальная система сбора, передачи, обработки данных). Для дальнейшей обработки и анализа информация передается в РЭИЦ и далее в БГЭД.

Методическое обеспечение ИКГЭИ

Исходя из существования взаимосвязи полей концентрации примесей, растворенных веществ, биогенных элементов с гидродинамическими процессами различных пространственно-временных масштабов (турбулентностью, внутренними волнами, приливными, инерционными колебаниями, сезонной изменчивостью, синоптическими процессами и квазистационарной системой течений) решение задач контроля экологического состояния водной среды требует внедрения методов статистического описания полей с применением принципов иерархического подхода.

Для получения количественных представлений о распределении и изменчивости полей концентраций загрязнений и других экологических характеристик среды необходимо знать основные закономерности их структуры, эволюции и трансформации и использовать методику вычисления распределения вероятностей возмущений в заданном слое..

Решение этих вопросов требует применения статистической обработки результатов контрольных измерений.

Задача контроля экологического состояния среды неразрывно связана с прогнозом. Известны три подхода к проблеме прогноза: метод экспертных оценок, экстраполяция, моделирование. Два первых подхода подразумевают анализ систематических измерений. Моделирование исследуемых процессов заключается в разработке логической или математической схемы, описывающей в основных чертах изучаемый реальный процесс.

Развитие вычислительной техники в последние десятилетия создало возможности для разработки и внедрения разнообразных моделей водных экосистем, включающих в рассмотрение физические химические и биологические явления.

Иерархический принцип описания океана подразумевает применение различных моделей формирования полей на разных "уровнях" (иерархии) с учетом взаимодействия процессов различной природы и масштабов.

В методическом плане в МГИ НАНУ (отдел турбулентности) достигнуты определенные успехи в разработке моделей важнейших гидротермодинамических процессов и механизмов, иерархического подхода к описанию океана, применению статистических методов организации и проведения комплексных океанографических экспериментов с применением систем АБС, судов и исследовательской платформы.

Имеющиеся "заделы" будут развиты при реализации ИКГЭИ на основе внедрения идеологии ККЭП.

Таким образом, общие задачи создания ИКГЭИ определяют общую концепцию региональных экологических систем, структуру и методическую основу их реализации.

Предложенная концепция построения ИКГЭИ сводится к:

1. Разработке и реализации комплексного контрольно-измерительного регионального экологического полигона ККЭП на базе платформы.
2. Расчету и реализации системы АБС.
3. Внедрению автономных донных установок контроля среды.
4. Использованию судовой службы контроля.
5. Разработке методологических основ измерений на базе ИКГЭИ, использующих статистические методы описания полей, иерархический подход, моделирование процессов на основе знания механизмов формирования полей с выходом на эффективное решение задач контроля и прогноза экологического состояния среды.

Состав информационно-измерительных комплексов для обеспечения Программы "ГЕОЭКО".

Принимая во внимание, что ожидаемый реальный срок внедрения Государственной системы экологического контроля вод Украины (АСЭКВУ) может быть не ранее 2010 года, а также высокую стоимость системы, очевидно, для Программы "ГЕОЭКО" целесообразно использовать имеющиеся разработки МГИ НАНУ по отдельным информационно-измерительным комплексам и носителям аппаратуры (поверхностным и притопленным АБС, дрейфующим буя姆-трассерам, донным измерительным станциям, зондирующими, буксируемым и автономным измерительным комплексам), представляющим фрагменты будущей системы контроля.

Могут быть также применены комплексы аппаратуры для измерения в морской среде, атмосфере и литосфере, созданные в других организациях Украины, России и других стран.

Вместе с тем, в соответствии с задачами Программы ГЕОЭКО, условие одновременных комплексных измерений гидрофизических, гидрохимических, биологических параметров в морской среде требует создания специализированных многоканальных измерительных комплексов, обладающих достаточно высокой чувствительностью и разрешающей способностью, сочетающих измерения различных физических, химических и биологических величин. Особые требования к измерительной аппаратуре и методике измерений предъявляются при исследовании процессов турбулентного перемешивания в море, тонкой вертикальной структуры и микроструктуры полей, термогидродинамических процессов в придонном слое, взаимодействия пограничных слоев воды и воздуха, тепло-массообмена двух сред через поверхность их раздела и др.

В соответствии с вышесказанным, оптимальный состав информационно-измерительных комплексов в обеспечение Программы может быть представлен следующим образом.

Гидрофизические комплексы

Зондирующие комплексы

А. Базовый состав (существующие разработки).

Зонд гидролого-химический ИСТОК - 7

Предназначен для измерений температуры, относительной электрической проводимости морской воды, гидростатического давления, pH, растворенного кислорода и отбора проб воды, а также для работы с борта судна или платформы на глубинах 0 - 2000 м. Зонд спроектирован в кабельном варианте.

Предполагается также использовать облегченный вариант конструкции прибора - до глубин 500 м с каналом контроля касания дна (ККД).

Зонд гидрофизический тонкой структуры (МГИ-8101 К).

Предназначен для измерений характеристик тонкой вертикальной структуры (ТС) полей температуры, электрической проводимости, пульсаций этих величин и гидростатического давления в море до глубины 2000 м при работе с судна или морской платформы в режиме свободного падения вдоль нагруженного кабель-троса с передачей информации на поверхность индуктивным способом.

Скорость свободного падения прибора при измерениях $1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, дискретность измерений по вертикали 2 см.

Будет использован вариант конструкции зонда до глубин 200 - 500 м, с каналом ККД.

СТД-зонд MARK-Y разработки фирмы Marine Instruments США (под руководством Нейла Брауна) предназначен для измерения температуры, относительной электропроводимости, концентрации растворенного кислорода, показателя ионов водорода повышенной точности.

Оптический зонд флюоресценции и рассеяния света.

Предназначен для получения вертикальных профилей интенсивности флуоресценции пигментов фитопланктона, растворенного органического вещества и рассеяния на взвеси одновременно с разрешением по вертикали 1 м. Измеритель собран по схеме двухлучевого фотометра с одним фотоприемником. В качестве источника света используется шаровая стробоскопическая лампа. Выбор спектральных интервалов возбуждающего и регистрируемого излучения производится непрерывно вращающимся диском с цветными светофильтрами. Работа импульсной лампы синхронизирована с вращением диска. Измерения производятся с судна, морской платформы.

Зондирующий автоколлимационный прозрачномер.

Предназначен для оперативного определения вертикального распределения оптических характеристик деятельного слоя моря с разрешением по глубине 60 см. На выходе измерителя формируется аналоговый сигнал, пропорциональный коэффициенту ослабления света в морской воде в заданном участке видимого диапазона спектра, что обеспечивает непосредственный визуальный контроль информации в ходе эксперимента.

Зонд может быть оборудован дополнительно каналом температуры.

Б. Специализированные зондирующие комплексы (разрабатываемые).

Прецизионный зонд тонкой вертикальной структуры гидрофизических полей (Зонд ГФТС).

Предназначен для измерений ТС и вертикальной микроструктуры (МС) полей температуры, электрической проводимости, скорости звука, давления с разрешением по глубине

1-2 см. Предусматриваются варианты зонда для измерений в море и пресноводных водоемах.

Свободно падающий зонд-турбулиметр (Зонд-Т").

Предназначен для синхронных измерений характеристик турбулентной МС скалярных полей (температуры, электрической проводимости и/или скорости звука) и векторных полей (пульсаций пространственных компонентов вектора скорости течений, вертикальных сдвигов скорости) с целью определения пространственных и энергетических характеристик турбулентности морской среды.

Измерения производятся с судна или морской платформы в режиме свободного падения зонда вдоль ненагруженного кабель-троса.

Возможно оборудование прибора сменными датчиками гидрооптических и/или гидрохимических величин.

Зонд -плотномер гидрооптический.

Предназначен для прямых измерений ТС поля плотности, температуры и оптических характеристик водной среды (морской, пресной) с применением схемы лазерного интерферометра.

Буксируемые комплексы

А. Базовый состав.

Гидролого-оптический буксируемый комплекс (МГИ-9201) измеряет температуру, относительную электрическую проводимость, показатель ослабления света, флуоресценцию на ходу судна в слое до 200 м.

Используется для исследований трехмерной структуры различных типов фронтальных зон в мелководной прибрежной акватории моря и/или пресных водоемов.

Зонд - бусир (минизонд) МГИ 1201 предназначен для измерения температуры, электропроводимости и гидростатического давления на ходу судна и в дрейфе на гидрологических станциях.

Б. Специализированные буксируемые комплексы.

Буксируемый оптико-химический и биологический комплекс.

Предназначен для оперативного районирования положения и идентификации характеристик фронтальных зон водных масс различного происхождения (береговой сток, поверх-

ностная, глубинная водные массы и др.), по данным одновременной регистрации гидрофизических (температура, электрическая проводимость, скорость звука), оптических (прозрачность, флуоресценция), заданных химических и гидробиологических параметров среды; оперативного выделения зон распространения химических загрязняющих веществ в водной среде.

Буксируемый зонд оборудуется сменными датчиками химических параметров среды (O_2 , pH).

Автономные комплексы и насосы апаратуры.

А. Базовый состав

Векторно-осредняющий измеритель скорости течения ВОСТОК (МГИ 1306). Предназначен для измерения скорости течения, температуры и относительной электрической проводимости на автономных буйковых станциях.

Долговременный автономный векторно-осредняющий измеритель течения на основе новых чувствительных элементов и твердотельной памяти МГИ 1303 предназначен для измерения скорости и направления течения, температуры и скорости звука на автономных буйковых станциях.

Трехкомпонентный акустический профилограф течения и гидрологических параметров Вега-ЗМ предназначен для измерения характеристик трехмерного вектора скорости течения, скорости звука, температуры и гидростатического давления в режиме зондирования или в позиционном положении на буйковых станциях.

Б. Специализированные комплексы

Автономный долговременный зондитель течений и гидрологических элементов ДЗГ-1 предназначен для измерения скорости течения с помощью акустического датчика, температуры и скорости звука. Автономность - 1 год. Может быть использован как на буйковых станциях, так и в режиме зондирования.

Гидрофизический комплекс АГАТ предназначен для измерений гидростатического давления, температуры, относительной электрической проводимости, пульсаций трех составляющих вектора скорости течения в широком амплитудно-частотном диапазоне изменчивости измеряемых параметров. Комплекс используется на глубинах до 1000 м с целью исследования параметров

мелкомасштабной турбулентности в составе притапливаемой буйковой станции или подвески на платформе или дрейфующего судна.

Донная измерительная система ДИС предназначена для исследования гидрофизических, гидрохимических и биологических характеристик придонного слоя моря. ДИС должна измерять средние скорости течения, пульсации температуры, ОЭП, пульсации пространственных компонентов вектора скорости течения на различном удалении от дна. В обеспечение гидрохимических исследований на дне должны быть предусмотрены датчики концентрации растворенных газов (кислорода, метана, сероводорода) и кассета барометров для отбора проб воды.

В обеспечение биофизических и биохимических исследований в придонном слое предусматривается установка на дне измерителей оптических характеристик среды - прозрачности, цвета воды, коэффициентов поглощения и рассеяния света, биолюминесценции и др.

Комплекс измерительной аппаратуры для исследования атмосферных процессов

А. Базовый комплекс.

Стандартный метео-комплекс.

Автономная буйковая ветро-волновая станция предназначена для долговременных измерений скорости и направления ветра на высоте 0,3-0,5 метров над поверхностью воды и параметров поверхностных волн.

Измерительный комплекс для исследования мелкомасштабной турбулентности в при водном слое атмосферы (ИФА РАН).

Предназначен для регистрации турбулентных пульсаций скорости ветра, температуры, влажности и других метеопараметров с целью определения характеристик турбулентного обмена.

Комплекс разрабатывается в двух вариантах: а) судовом, б) предназначенном для установки на морской платформе ККЭП.

б) Специализированный атмосферный комплекс.

Передвижная система зондирования температуры и динамического состояния приземного слоя атмосферы (НПО "Тайфун").

Система предназначена для регистрации в пространственно разнесенных точках, на 3-5 уровнях, температуры воздуха, скорости и на-

правления ветра; могут быть дополнительно установлены датчики влажности, заборники проб воздуха.

Система состоит из 3-5 привязанных аэростатов с измерительными приборами (весом не более 1 кг).

Измерения проводятся одновременно в нескольких пунктах. Каждый из аэростатов вместе с измерительной системой и вспомогательными устройствами размещается на отдельном автомобиле и может быть оперативно доставлен в район, где необходимо создать временную мезомасштабную аэрологическую сеть зондирования нижнего слоя атмосферы с целью контроля условий распространения в воздушной среде загрязнений от местных источников, обследования и экологической инспекций региона.

Портативная автоматическая система аэрологического зондирования на базе зондов МАРЗ (НПО "Тайфун").

Предназначена для исследования в чрезвычайных ситуациях с выбросом экологически опасных поллютантов местными производственными объектами.

Система позволяет производить в автоматическом режиме запуск и прием данных радиозонда МАРЗ с определением координат и скорости его перемещений. Представляет собой специализированный аналог существующей системы радаролокационного зондирования, реализованный на современной базе (не вращающаяся антенна, общий вес 100 кг, потребляемая мощность 150-300 Вт).

Система оперативного определения параметров переноса и диффузии примеси в атмосфере.

Предназначена для оперативного определения параметров переноса и рассеяния облака или струн примеси, выброшенной в атмосферу при возникновении аварийной ситуации на местных химических предприятиях, расположенных в исследуемом районе АЭС или при транспортных перевозках.

Система срабатывает по команде и позволяет оперативно определять центр тяжести облака примесей, направление переноса, параметры диффузии и концентрацию примеси с отображением на дисплее траектории перемещения облака и диффузионных характеристик. Одновременное измерение метеорологических параметров дает дополнительную информацию по трассе переноса, позволяет с хорошей точностью оценить место выпадения примеси и ее распределение.

Комплекс аппаратуры для измерений концентрации химических примесей в приводном слое воздуха

Комплекс аппаратуры для измерений состава и концентрации загрязнений в атмосферных осадках (влажных, сухих), характеристики массообмена через поверхность раздела вода-воздух.

Комплекс аппаратуры для акустического зондирования приземного слоя воздуха.

Гидро-геохимический комплекс.

А. Базовый состав.

Атомно-абсорбционный спектрофотометр
Атомно-абсорбционный спектрофотометр предназначен для лабораторного определения наличия тяжелых металлов в пробах: железа, марганца, свинца, меди и цинка. Чувствительность порядка 0,10,5 мкг/л.

СН -анализатор для анализа взвешенного органического вещества.

Б. Специализированные комплексы.

Флюориметр лабораторный для определения хлорофилла с чувствительностью 0,01мг/л.

Специализированный гидрохимический зонд

Специализированный гидрохимический зонд для автоматического определения концентрации растворенного кислорода, концентрации pH-ионов, концентраций сульфидов, ионов меди, свинца, кадмия.

Гидроакустический комплекс.

Комплекс аппаратуры для гидроакустических исследований морской среды включает:

Широкополосные излучатели в различных диапазонах частот (от 100 Гц до нескольких КГц);

Приемные антенны (вертикальные и горизонтальные);

Системы позиционирования приемо-излучающих антенн;

Приемо-излучающая гидроакустическая аппаратура в двух вариантах:

- с кабельной связью с научно-исследовательским судном, морской платформой;
- полностью автономном.

Научное оборудование комплексного контрольно-экологического полигона (ККЭП)

Измерительные комплексы на морских платформах.

Исследование приводного слоя атмосферы:

- стандартный метеокомплекс;
- решетка струнных волнографов для измерения пространственно-временных характеристик ветровых волн;
- комплекс для исследования турбулентности приводного слоя атмосферы (ИФА РАН);
- автономная буйковая ветро-волновая станция для измерения параметров ветра и волн в заданной точке.

Исследование пограничных слоев вода-воздух и состояния поверхности раздела двух сред:

- трех-компонентные реверсивные измерители течений для измерения трех компонент вектора скорости поверхностных течений;
- струнный резистивный волнограф для измерений возвышений поверхности моря в точке с большой точностью и практически без ограничения на частоту опроса датчиков;
- измеритель параметров волнения для измерения возвышения поверхности моря в точке;
- донный измеритель давления для измерения колебаний уровня поверхности моря.

Для дистанционных исследований морской поверхности используются:

- аппаратура, производящая измерение характеристик морской поверхности в оптическом и СВЧ-диапазонах;
- ИК-радиометры, радиолокационные станции.

Гидрофизические и гидрохимические комплексы:

А. Стационарный гидрофизический комплекс на базе автономных приборов ДИТ-1, ВЕГА-ЗМ, ВОСТОК, АГАТ, ДИС, ШИК и др., установленных на АБС, ПАБС и ПРАБС вблизи платформы;

Б. Зондирующие комплексы

Геофизический комплекс

предназначен для измерения тепловых характеристик дна в районе платформы, сейсмических характеристик и др.

Гидроакустический комплекс:

- приемо-излучающая аппаратура для исследования крупномасштабной изменчивости моря на протяженных трассах акустической томографической системы (50-300 км);

б) приемо-излучающая аппаратура для исследования мелкомасштабных гидрофизических процессов и структур на трассах малой протяженности (1-10 км);

в) донные акустические мачты и специализированные системы приема и анализа акустических сигналов.

Измерительное поле акватории ККЭП.

Для исследования пространственно-временных характеристик гидрофизических, химических и биологических полей в районе ККЭП необходимо использовать стационарные антенные решетки на базе АБС, ПАБС, ПРАБС, ДИС, измерения с помощью буксиремых комплексов, исследование с ИСЗ, самолетов-лабораторий, измерения с помощью буев-дрифтеров.

Акустические трассы и гидрофизическое обеспечение акустического мониторинга Черного моря

Для регистрации крупномасштабных элементов структуры гидрофизических полей и контроля термодинамического состояния бассейна Черного моря в целом необходимы протяженные акустические трассы (100-300 км), соединяющие приемо-передающий комплекс на полупогруженной платформе ККЭП с аналогичными, установленными в районах Феодосии, побережья Кавказа, в перспективе - Румынии, Болгарии и Турции. Геометрия системы акустических трасс согласуется со структурой исследуемых гидрофизических полей.

Стационарные измерительные комплексы для исследования морских прибрежных акваторий, начиная с 80-х годов, используются в США и других странах.

Морской полигон Ратжерского университета в Таксертоне (штат Нью-Джерси) является центром долговременной экосистемной обсерватории (Long-term Ecosystem Observatory – LEO – 15) [3]. Полигон содержит сеть датчиков, ведущих непрерывное, в реальном времени наблюдение в прибрежной полосе океана.

Измерительные датчики связаны с береговым центром кабелями, по которым поступает питающая энергия и передается измеренная информация.

На полигоне измеряются температура, соленость, концентрация хлорофилла, нерастворенные органические вещества, флуоресценция, уровень моря и скорость течения. В береговом центре имеется метеорологическая станция и радар. Имеется связь со спутниками, самолетами, исследовательскими судами. Обработанные результаты измерений поступают в Internet.

На базе платформы ЭОМГИ в [4] предложено развернуть Морской гидрографический полигон для обеспечения безопасности мореплавания в районе интенсивного судоходства вдоль Южного берега Крыма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.А. Пантелеев, В.В. Пинтеряков, Ю.П. Ломанов. Концепция и методология комплексных геоэкологических исследований в зоне сопряжения суши и моря Азово-черноморского бассейна // Системы контроля окружающей среды. Севастополь, 2001 - с. 229-238.

2. В.А. Гайский. Принципы построения автоматизированной системы экологического контроля вод Украины (АСЭКВУ). Концепция построения автоматизированной системы экологического контроля вод Украины: Сб. научн. тр./ НАН Украины. МГИ; Редакторы: В.А.Гайский, В.Н.Еремеев.- Севастополь, 1997, С. 125,133, 163-180.

3. Scott M. Glenn, J. Frederick Grasse, Christopher J. Von Alt. The LEO Approach // Oceanus, vol. 42, No. 1. 2000. s.s. 28-30.

4. А.А. Щипцов, В.В. Зима, М.М. Коломойцев, А.Н. Новичихина. Морской гидрографический полигон // Глобальная система наблюдений Черного моря: Фундаментальные и прикладные аспекты. Сб. научн. трудов МГИ НАНУ. Севастополь. 2000, с.с. 97-108.