

4. McClachey R.A., Fenn R.W., Selby J.E.A., J.S. Garing, F.E. Volz. Optical Properties of the Atmosphere. – Air Force Cambridge Res. Lab, Bedford, 1970. – 411 p.
5. Ваниев, А.А. Методы и критерии индивидуальной (раздельной) идентификации подвижных объектов, движущихся в группе, пассивными цифровыми оптическими локаторами // Компьютерная оптика. – 2014. – Т. 38, № 1. – С. 105-111.
6. Манин А.П. и др. Оценивание координат групповой цели с использованием цифровых оптических пассивных локаторов // XVI Международная научно-техническая конференция «Радиолокация, навигация, связь». – Воронеж, 2010.
7. Ваниев А.А., Емельянов Г.М. Метод выделения быстро движущихся объектов при использовании цифрового оптического локатора следающего типа // Компьютерная оптика. – 2013. – Т. 37, № 4. – С. 483-489.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Г.М. Емельянов.

Ваниев Александр Александрович – Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого; e-mail: threep2005@yandex.ru; 173003, г. Великий Новгород, ул. Большая Санкт-Петербургская, 41; тел.: 88162627244; аспирант.

Доцин Илья Игоревич – e-mail: id.armint@gmail.com; тел.: 88162629992; аспирант.

Vaniev Alexander Alexandrovich – Yaroslav-the-Wise Novgorod State University; e-mail: threep2005@yandex.ru; 173003 Veliky Novgorod, ul. Bolshaya Sankt-Peterburgskaya, 41; phone: +78162627244; postgraduate student.

Dotsin Ilya Igorevich – e-mail: id.armint @ gmail.com; phone: +78162629992; postgraduate student.

УДК 504.06

Е.А. Заковоротнов, Е.Е. Дегтярева

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ АКВАТОРИИ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

За последнее время количество неблагоприятных процессов, связанных с деградацией водной экосистемы Таганрогского залива Азовского моря, существенно увеличивается, поэтому акватория нуждается в постоянном наблюдении. Из-за таких процессов, как образование зон затопления, паводки и штормовые нагоны, абразия и обрушение берегов, аккумуляция наносов и перемещение донных отложений, происходит перестройка гидрологического режима от которого зависит жизнедеятельность морских обитателей, а также эффективное природопользование. Для осуществления оценки и прогноза состояния акватории необходимо иметь актуальные натурные данные гидрофизических и метеорологических процессов. Рассматривается краткое описание комплекса программных, аппаратных и технических средств позволяющих в совокупности осуществлять системное наблюдение и прогнозирование метеорологических и гидродинамических процессов акватории Таганрогского залива и их влияние на экологическое состояние окружающей среды. Использование комплекса мониторинга позволит моделировать сценарии поведения водной экосистемы при проведении гидротехнического строительства, ведущего к перестройке гидрологического режима, а также моделировать последствия антропогенного влияния для предотвращения техногенных катастроф.

Удаленный мониторинг водной среды; распределенная система сбора данных; система передачи данных; система обработки данных; система прогнозирования экологического состояния акватории; буйковая станция мониторинга.

Е.А. Zakovorotnov, Е. Е. Degtyareva

STRUCTURE OF MONITORING AND FORECASTING TAGANROG BAY

Lately increased the number of adverse processes associated with degradation of the marine ecosystem of Taganrog Bay Azov Sea. The water area in need of constant supervision. Such processes as the formation of flooded areas, floods and storm surges, abrasion and caving banks, the accumulation of sediments and sediment movement leads to reorganization of the hydrological regime that affects the livelihoods of marine life, as well as the efficient use of natural resources. To assess and forecast the state of the waters must have actual field data and of hydro- meteorological processes. The article describe the complex of software, hardware and technical means allowing to implement a system monitoring and forecasting of meteorological and hydrodynamic processes Taganrog Bay and their impact on the ecological environment. Using monitoring complex allow to model the behavior of marine ecosystems during hydraulic engineering, leading to the restructuring of the hydrological regime, and to simulate the effects of anthropogenic influence to prevent man-made disasters.

Remote marine monitoring; distributed data acquisition system; data transmission system; data processing system; forecasting system ecological state waters; monitoring buoy station.

Введение. В условиях интенсивного техногенного развития прибрежных регионов Таганрогского залива все более необходимой становится задача системного метеорологического и гидрофизического мониторинга его акватории. По различным данным [1] в акваторию Азовского моря в составе твердого речного стока из реки Дон ежегодно поступает от 60 до 80 тыс. тонн взвешенных веществ, которые могут содержать загрязняющие вещества, такие как нефтепродукты, химические отходы, углестосажистые частицы. Более того, полностью неконтролируемыми являются загрязнения, попадающие в акваторию вместе со сточными водами предприятий и населенных пунктов, атмосферными осадками. Проведение дноуглубительных работ в судоходном канале, а также любые мероприятия, связанные с дноуглублением и дампингом, могут приводить к перестройке гидрологического режима водного объекта. Отсутствие мероприятий, направленных на рациональное природопользование, контроль и сокращение загрязнений вод акватории может привести к серьезным экологическим последствиям, таким как образование обширных зон гипоксии, аккумуляции гербицидов и пестицидов в донных отложениях, увеличение нефтяных пятен на поверхности, что представляет опасность для всех живых организмов экосистемы.

Ввиду того, что в настоящее время информация о метеорологическом и гидрофизическом состоянии акватории собирается эпизодически и разными научными коллективами, давать адекватную оценку экологическому состоянию акватории не представляется возможным. В отсутствии постоянного потока актуальной информации и общей информационной базы, нет возможности строить какие-либо долгосрочные или краткосрочные прогнозы по изменению экологической обстановки, а также планировать и контролировать мероприятия по ликвидации различных техногенных последствий. Существующие математические модели и их программная реализация позволяют делать прогноз состояния акватории [2–4], но требуют регулярной калибровки по актуальным гидрофизическим и метеорологическим данным в зависимости от текущего времени года и погодных условий. В случае неблагоприятных и катастрофических явлений нужен точный и оперативный прогноз развития события, который возможен только при непрерывном поступлении актуальных данных о состоянии акватории в реальном режиме времени.

Данная статья открывает цикл статей, посвященных созданию комплекса программных, аппаратных и технических средств, в совокупности позволяющих осуществлять системное наблюдение и прогнозирование экологического состояния акватории Таганрогского залива. Далее в статье будет рассмотрена общая структура и принцип построения такого комплекса.

Структура комплекса метеорологического и гидрофизического мониторинга. Комплекс представляет собой совокупность программных [5, 6], аппаратных и технических средств для исследования морфодинамических процессов, происходящих в мелководной акватории, таких как заиление подточных каналов, образование наносов и перемещение донных отложений, перенос загрязнений с водами акватории, образование зон гипоксии.

Система мониторинга и прогнозирования предназначена для решения следующих задач:

- ◆ сбор первичных данных о состоянии гидрофизических параметров зоны мониторинга;
- ◆ он-лайн отображения основных, наиболее важных гидрофизических параметров через единый интернет-портал;
- ◆ управление точками сбора данных через единый интернет-портал;
- ◆ рекуррентного исполнения прогностических моделей на основе постоянно обновляющихся данных об основных гидрофизических параметрах, осуществление он-лайн доступа к результатам прогноза и конфигурирование системы генерации событий по заданным критериям;
- ◆ документирования и долговременного хранения всех первичных данных, основных гидрофизических параметров, результатов рекуррентного исполнения прогностических моделей в централизованном хранилище данных;
- ◆ постобработки и многоаспектного анализа данных из централизованного хранилища, использования данных для калибровки существующих программно-реализованных математических моделей.

Система мониторинга и прогнозирования включает в себя следующие основные компоненты:

- ◆ станции сбора и передачи первичных данных;
- ◆ центр управления, обработки и хранения первичных данных;
- ◆ канал связи между станциями сбора и передачи первичных данных и центром управления.

Станции сбора и передачи первичных данных представляют собой стационарные унифицированные буйковые станции, на которых устанавливаются необходимые датчики для измерения следующей информации: скорость течений по трем направлениям; температура водного объекта; глубина; соленость; содержание растворенного кислорода; профиль мутности; донные отложения; направление и скорость ветра; данные об осадках; температура воздуха.

Также на буйковой станции устанавливаются средства связи, элементы питания и малогабаритное вычислительное устройство с специализированным программным обеспечением, обеспечивающим функционирование станции (рис. 1).

Центр управления, обработки и хранения первичных данных представляет собой вычислительный центр, состоящий из высокопроизводительных вычислительных устройств, хранилищ данных, средств связи и коммуникационного оборудования, операторских рабочих станций и специализированного программного обеспечения, которое условно можно разделить на следующие подсистемы:

- ◆ подсистема хранения и документирования первичных данных, обеспечивающая прием информации от станций сбора и передачи данных, систематизацию и сохранение информации, а также возможность получения выборок из архивных данных по различным атрибутам (пространственные, временные, источники данных, вид данных, период измерения данных и т.д.) и организации из таких выборок многомерных виртуальных пространств данных для их последующей обработки и анализа;

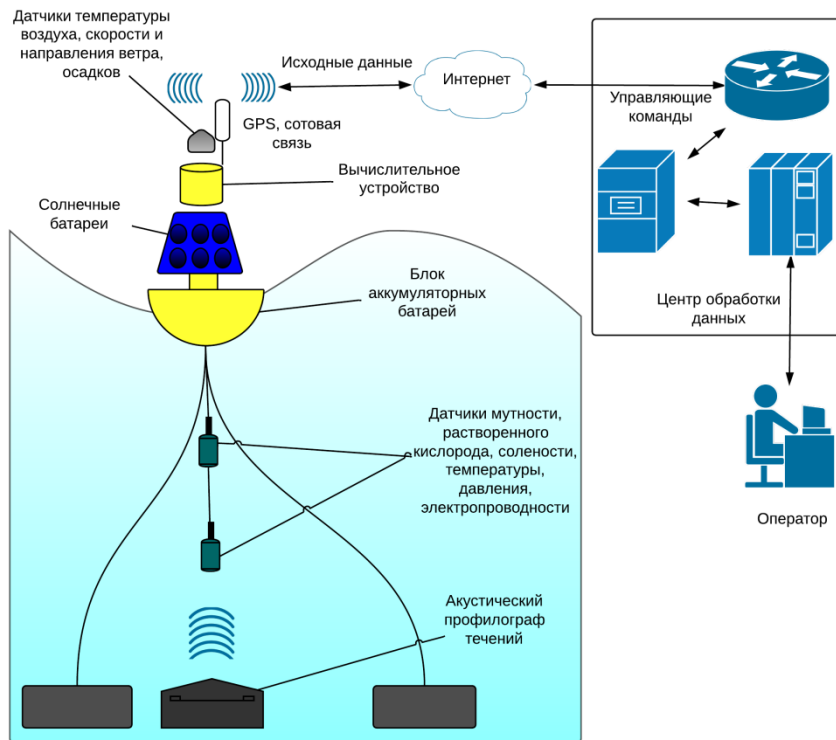


Рис. 1. Система комплекса метеорологического и гидрофизического мониторинга

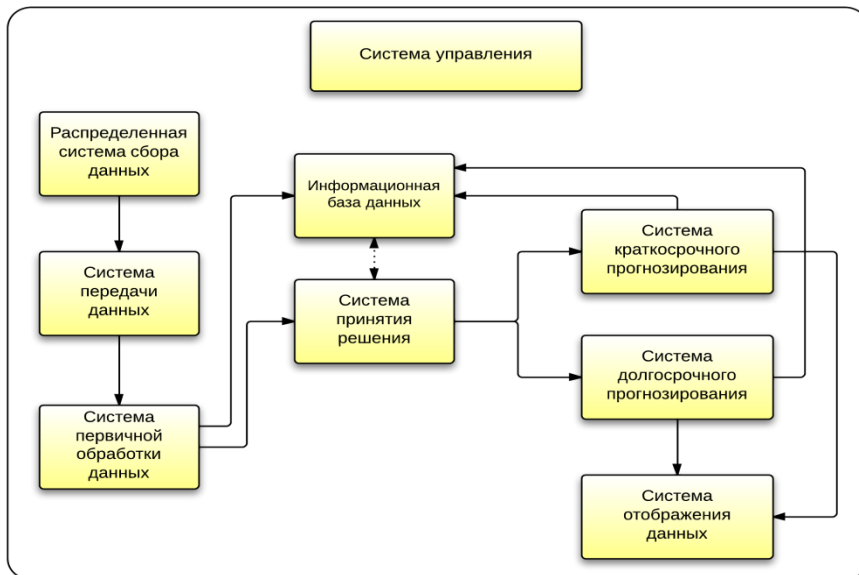


Рис. 2. Структура системы мониторинга и прогнозирования состояния водной среды

- ◆ подсистема обработки и принятия решений, обеспечивающая реализацию и исполнение высокоточных алгоритмов прогнозирования состояния прибрежных акваторий и шельфовых зон с использованием прецизионных моделей гидродинамики, базирующихся на трехмерных уравнениях Навье–Стокса, моделей волновых процессов, транспорта тепла и солей, взвесей и наносов, обладающих высокой предсказательной способностью;
- ◆ подсистема управления, обеспечивающая возможность мониторинга текущего состояния наблюдаемой акватории, получения краткосрочного прогноза, получение долгосрочного прогноза, сравнительный анализ ранее сделанных прогнозов с реальной ситуацией.

Выводы. Создание комплекса оценки и прогнозирования состояния акватории Таганрогского залива позволит в оперативном режиме осуществлять предсказательный прогноз образования зон затопления, распространения загрязняющих веществ, образования зон гипоксии, изменение гидрологического режима при проведении дноуглубительных работ и строительстве гидротехнических сооружений. Это, в свою очередь, позволяет существенно уменьшить последствия природных и техногенных катастроф и неблагоприятных событий за счет принятия соответствующих мер заблаговременно, опираясь на высокую надежность и точность прогноза этих явлений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Научное обеспечение сбалансированного планирования хозяйственной деятельности на уникальных морских береговых ландшафтах и предложения по его использованию на примере Азово-Черноморского побережья [Электронная публикация] / Под ред. Р.Д. Косьяна. – Геленджик, 2013. – 1861 с.
2. Сухинов А.И., Чистяков А.Е., Дегтярева Е.Е. Математическое моделирование транспорта донных отложений с учетом гидродинамических процессов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 6 (131). – С. 57-62.
3. Дегтярева Е.Е., Проценко Е.А., Чистяков А.Е. Программная реализация трехмерной математической модели транспорта взвеси в мелководных акваториях // Электронный научно-инновационный журнал Инженерный Вестник Дона – 2012. – № 4 – 2 (23). – С. 30.
4. Чистяков А.Е., Дегтярева Е.Е. Моделирование транспорта наносов по данным экспериментальных исследований в Азовском море // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 2 (127). – С. 112-118.
5. Rogozov Yu.I., Degtyarev A.A. Метод конфигурирования функциональности программных средств гидроакустических информационных систем // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2014. – № 1 (150). – С. 13-18.
6. Дегтярев А.А. Концепция инструментального средства для построения и адаптации информационных систем // Информационные технологии, системный анализ и управление – ИТСАиУ-2012 / Сборник трудов X Всероссийской научной конференции молодых ученых аспирантов и студентов. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2012. – Т. 1. – С. 43-46.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор Ю.И. Рогозов.

Заковоротнов Евгений Анатольевич – ООО «Аквазонд»; e-mail: zakk952@gmail.com; 347900, г. Таганрог, ул. Чехова, 108, к. 1; тел.: 88634331227; исполнительный директор; к.т.н.; с.н.с.

Дегтярева Екатерина Евгеньевна – e-mail: katerina.degtyareva@gmail.com; тел.: 89045069696; старший научный сотрудник; к.т.н.

Zakovorotnov Evgeniy Anatolevich – “Aquazond”; e-mail: zakk952@gmail.com; 108, Chehova street, k. 1, Taganrog, 347900, Russia; phone: +78634331227; CEO; cand. of eng. sc.; senior scientist.

Degtyareva Ekaterina Evgenevna – e-mail: katerina.degtyareva@gmail.com; phone: +79045069696; cand. of eng. sc.; senior researcher.