

УДК504.064.36;504.42

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА АКВАТОРИЙ

© А.И. Гончар, С.И. Донченко, Л.И. Шлычек, А.И. Шундель, 2005

Научно-технический центр панорамных акустических систем НАН Украины, г. Запорожье,

Шельфовая зона Світового океану, внутрішні водойми, ріки є районами інтенсивної діяльності людини. Екологічний моніторинг при освоєнні нафтових та газових родовищ, сировинних і біологічних ресурсів є вкрай необхідним при оперативному контролі дна, донних відкладів з використанням дистанційних методів та засобів дослідження. Розглянуто основні гідроакустичні методи досліджень рельєфу дна, ґрунтів та донних відкладів, автоматизований модульний багатофункціональний комплекс моніторингу акваторії.

Шельфовая зона Мирового океана, внутренние водоемы, реки являются районами интенсивной деятельности человека. Экологический мониторинг при освоении нефтяных и газовых месторождений, сырьевых и биологических ресурсов является настоятельной необходимостью оперативного контроля дна, данных отложений с использованием дистанционных методов и средств исследования. Рассмотрены основные гидроакустические методы исследования рельефа дна, грунтов и донных отложений, автоматизированный модульный многофункциональный комплекс мониторинга акватории.

The shelf zones of the World Ocean, internal reservoirs, the rivers are the areas of intensive human activity in XXI century. The ecological monitoring of gas and petroleum fields development just as raw and biological resources is the insistent need of the operative bottom control, bottom sediments using of remote methods and means of research. The basic hydroacoustic methods of research of bottom relief, ground and bottom sediments, automated modular multifunctional complex of monitoring of water areas are considered.

Шельфовая зона Мирового океана, внутренние водоемы, реки являются районами интенсивной деятельности человека.

Освоение нефтяных и газовых месторождений на шельфе связано с появлением и постоянным ростом опасности неблагоприятных техногенных воздействий на экологию морской среды. Вследствие выбросов при аварийных ситуациях и протечек из трубопроводов в морской среде могут оказаться нефть и природный газ, способные вызвать отравление гидробиологических объектов, либо привести к неблагоприятному изменению их среды обитания. Интенсивное вмешательство человека в морскую экосистему, нарушающее ее равновесие, может привести к непредсказуемым экологическим катастрофам.

В связи с этим задача обеспечения экологической безопасности, предотвращения экологических катастроф и экологического контроля обширных регионов, в первую очередь шельфовой и прибрежных зон, должна быть одной из главных задач на всех стадиях хозяйственной деятельности человека.

Современные информационные технологии предоставляют большие возможности для мониторинга морской среды. В настоящее время возможно построение дистанционных комплексных многопозиционных и многодиапазонных систем мониторинга, структурированных по виду носителей и используемых физических полей (по виду носителей: космические, авиационные, корабельные, наземные, подводные, по виду используемых полей - радиолокационные и радиометрические, инфракрасные, видео, сейсмические, акустические и гидроакустические системы), которые позволяют за короткий интервал времени обследовать большие площади и объемы. В критических ситуациях они

более безопасны, легко согласуются с телекоммуникационными системами и системами обработки информации.

Благодаря этому могут быть созданы многофункциональные автоматизированные системы и комплексы, объединяющие датчики, подсистемы сбора и первичной обработки любой мониторинговой информации.

Так, гидроакустическими методами может осуществляться дистанционный мониторинг дна: его поверхности, состава грунтов и донных отложений, его слоистости с определением типа грунта слоя, его мощности (толщины) и некоторых других параметров, а также поиск затонувших объектов, контроль положения и целостности подводных инженерных сооружений, трубопроводов и кабелей связи. Для этого используются: эхолоты, гидролокаторы бокового обзора, профилографы. [4].

Эхолоты, особенно многолучевые, позволяют с высокой точностью определять рельеф дна и контролировать положение установленных на дне объектов, выявляя даже незначительные изменения.

Гидролокаторы бокового обзора, являясь наиболее производительными из средств обследования дна больших акваторий, обладают высокой разрешающей способностью, позволяющей получать гидролокационное изображение дна с различной степенью детальности, увидеть и оценить особенности рельефа различной пространственной протяженности (рис. 1) [8].

Совмещение синхронно полученных эхограмм ГБО и гидроакустического профилографа позволяет судить о распределении форм рельефа на обследуемой площади, а также выявить геологические причины их возникновения.

Гидроакустические средства дистанционной грунтовой съемки - профилографы обеспечивают: получение изображения разреза осадочных слоев дна на глубину нескольких десятков метров, а параметрические с использованием сложных зондирующих сигналов - до сотен метров, выделение в разрезе донных осадков отражающих границ, разделяющих слои, непрерывное прослеживание отражающих границ по профилю, оценку акустических и физико-механических характеристик донных отложений, определение мощности слоев и типа грунтов, слагающего слои, а также оконтуривание в пространстве положения объектов, однородных по физико-механическим свойствам [6].

При высокой разрешающей способности по вертикали параметрические ЛЧМ-профилографы позволяют изучить тонкую структуру донных отложений и выявить нарушения в этой структуре, вызванные теми или иными явлениями. Прослеживание поведения тонкослоистых структур дна по профилю, позволяет выявить локальные нарушения монотонного характера их залегания, сопутствующие затонувшим объектам. Даже малоразмерные или акустически прозрачные объекты оставляют в структуре донного грунта весьма заметные нарушения, что по этому косвенному признаку дает возможность обнаружить объект при условии, если он попадает в пятно озвучивания антенной системы профилографа [7].

Дистанционное определение плотности грунта, окружающего объект, дает дополнительную информацию о свойствах объекта, а, кроме того, позволяет решить и обратную задачу - выполнить прогнозную оценку глубины погружения устройств, предназначенных к постановке на дно, в грунт при проведении инженерных работ, решить задачу поиска пригодного для этих целей участка.

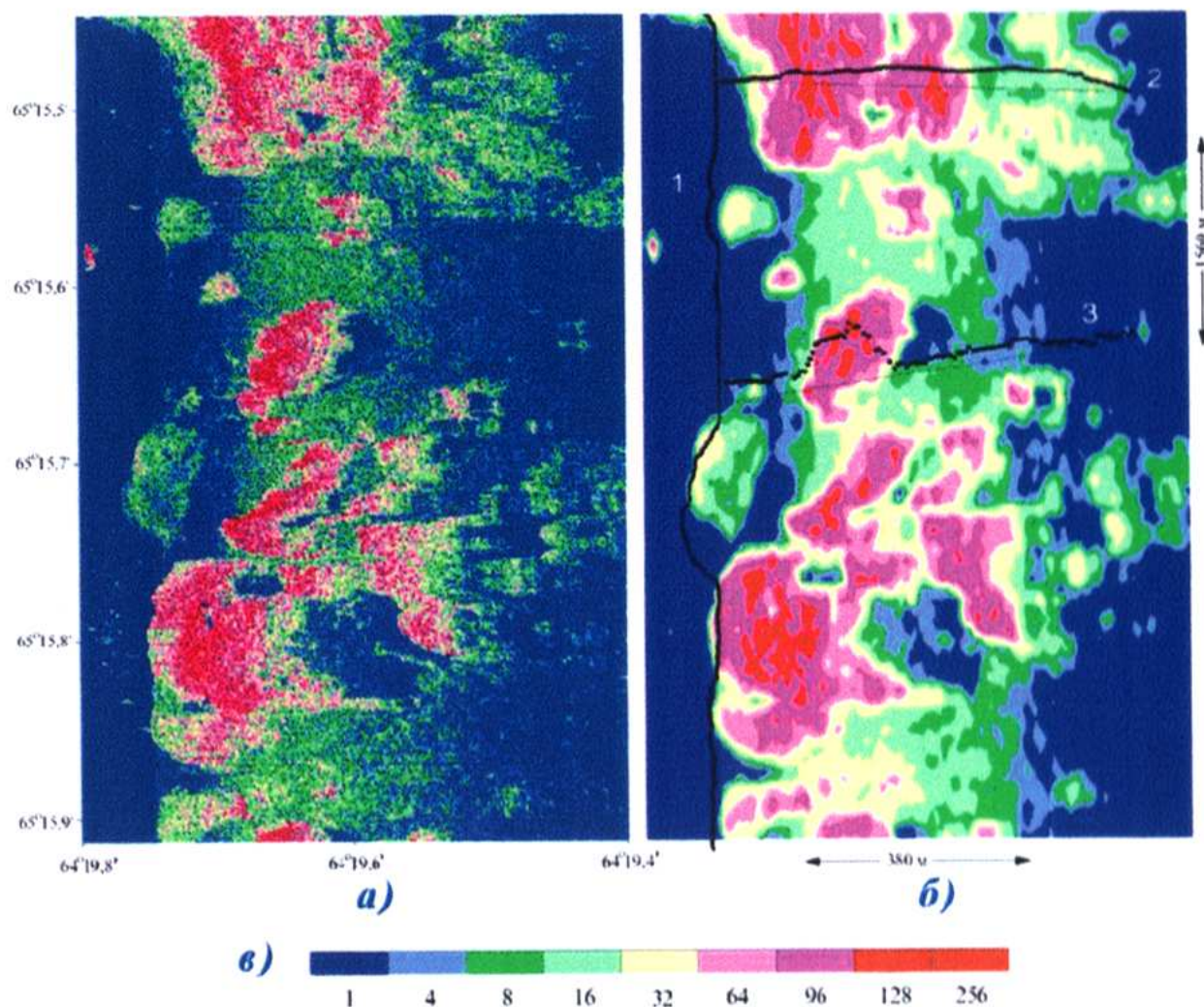


Рис. 1. Изображение рельефа дна возле украинской антарктической станции “Академик Вернадский”: а) эхограмма рельефа дна ГЭБО-100 М; б) карта интенсивностей, совмещенная с галсами эхолотного промера; в) шкала интенсивностей ГЭБО-100 М

Тонкоструктурная стратификация водной толщи во многом определяет процессы тепло-массопереноса (в том числе и переноса загрязнений) как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Техногенные факторы могут, с одной стороны, деформировать или разрушать ее, а с другой – создавать свои слоистые структуры. Поэтому мониторинг тонкоструктурной стратификации важен как в климатологическом и экологическом отношении, так и в качестве составной части в системах подводного наблюдения за техногенными возмущениями [1-4].

Акустические методы мониторинга тонкой структуры (контактные с помощью высокочувствительных малоинерционных датчиков скорости звука и дистанционные вертикального зондирования акустическими импульсами, рассеивающимися в обратном направлении на слоистых резкоанизотропных неоднородностях скорости звука, или наклонного падения и рассеяния в зеркальном направлении, приводящим в условиях зональной структуры звукового поля в океане, к засветке геометрических зон тени) позволяют измерять пространственно-временные, угловые, спектрально-энергетические

характеристики звуковых полей, вызванных перечисленными выше эффектами, а по ним решать обратные задачи определения параметров тонкоструктурных неоднородностей, их положения, временной изменчивости, возникновения и разрушения по естественным и техногенным причинам.

Кроме акустических используются и другие методы экологического контроля акваторий. Все они дополняют друг друга и должны использоваться комплексно.

Учитывая, что активизация морской хозяйственной деятельности сопровождается заметным ростом стоимости судового времени, основными направлениями развития морских технологий в современных условиях стала комплексность и оперативность всех проводимых работ.

Комплексность предполагает выполнение работ, направленных на получение информации одновременно по нескольким океанологическим дисциплинам, таким как гидрофизика, химия, биология, морская метеорология, геология и геоэкология.

Реализация комплексности и оперативности океанологических исследований может быть достигнута интегрированием на основе локальной компьютерной сети всего приборного парка судна в единый многоцелевой автоматизированный модульно-блочный информационно-измерительный комплекс, способный обеспечить процесс автоматизации процесса сбора, первичной, предварительной и окончательной обработки всей информации и создания банка данных на каждый участок всей акватории рис. 2.

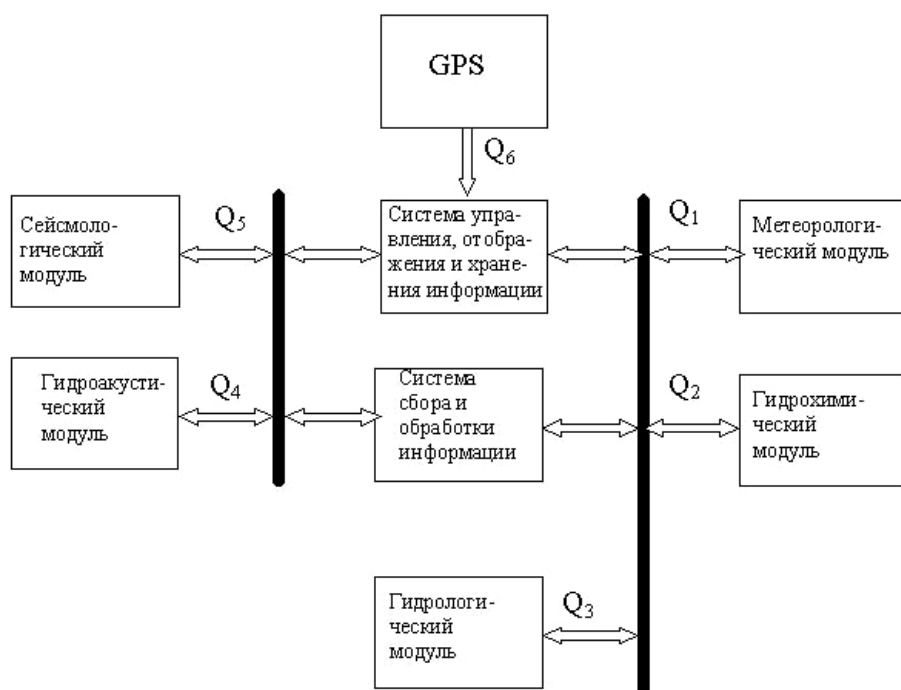


Рис. 2. Функциональная схема автоматизированного комплекса

Это достигается реализацией модульно-блочного принципа построения его аппаратуры и программного обеспечения, а также технической, программной, информационной и организационной совместимостью всех подсистем, модулей и блоков комплекса между собой.

Составными частями автоматизированного комплекса могут быть: гидроакустический модуль, гидрологический модуль, гидрохимический, сейсмологический модуль, метеорологический модуль. Каждый из перечисленных модулей характеризуется соответствующим информационным потоком $Q_1 \dots Q_n$.

Суммарный информационный поток, который может быть представлен в виде

$$Q = \sum_{n=1}^N Q_1(t_n) + \sum_{n=1}^N Q_2(t_n) + \sum_{n=1}^N Q_3(t_n) + \sum_{n=1}^N Q_4(t_n) + \sum_{n=1}^N Q_5(t_n) + \dots + \sum_{n=1}^N Q_m(t_n) = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N Q_m(t_n),$$

и алгоритмы обработки информации всех модулей определяют параметры компьютерной системы, ее быстродействие.

Комплексная обработка данных позволяет получить детальную информацию об особенностях рельефа, динамике изменения донных обложений, типах грунтов и лежащих на дне объектах [8].

Литература

1. Коваленко В.Р. Характеристики литодинамических процессов в Азовском море // Системы контроля окружающей среды. – Ч. 2. - Севастополь, 2003. - С. 147
2. Душко В.Р., Кушнир В.М. Режим обтекания и транспорт донного материала вблизи опоры самоподъемной буровой установки // Сб. научн. тр. «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа». - Вып.10. - С. 377
3. Федоров С.В. Деформация дна вблизи подводного трубопровода под действием волновых стационарных течений. // Сб. научн. тр. «Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа». - Вып.10. - С. 371
4. Создание многоцелевых панорамных гидроакустических средств контроля экологического состояния и защиты окружающей среды при разведке, разработке месторождений нефти и газа на шельфе и их транспортировании: Отчет о НИР (промежуточный) / Научно-технический центр панорамных акустических систем НАН Украины (НТЦ ПАС НАН Украины): № ГР 01040008326. - Запорожье, 2004. - 101с., ил.
5. Гостев В.С., Швачко Р.Ф. Акустические характеристики тонкоструктурных образований в океане // Проблемы акустики океана. - М.: Наука, 1984. – С. 153-164
6. Саломатин А.С., Шевцов В.П., Юсупов В.И. Рассеяние звука и тонкая структура гидрофизических полей в океане // Исследование гидрофизических полей акустическими методами. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. – С. 27-34
7. Гостев В.С., Носова Л.Н., Швачко Р.Ф. Об акустической диагностике тонкоструктурных неоднородностей в океане // Акустический журнал. – 1998. - т.44 № 6. - С. 844-847
8. Гончар А.И., Донченко С.И., Шлычек Л.И. Использование панорамных гидроакустических систем для определения грунтов и обнаружения объектов // Труды международной конференции «Проблемы, методы и средства исследований Мирового океана». – Запорожье: НТЦ ПАС НАН Украины. - 2003. - С.165-172