

Руч.  
Рез. англ.

БП  
6

34-48 / БУСМО

2007  
24.07

**ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ  
ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛАГУНЫ НЬОК НГОТ**

А.К. Амброзимов<sup>1</sup>, В.Ф. Крайнев<sup>2</sup>, Ф.А. Мкртчян<sup>3</sup>, В.Ю. Солдатов<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва  
<sup>2</sup>Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, Москва.

**THE INFORMATION-MODELING TECHNOLOGY  
FOR NUOK NGOT LAGOON DIAGNOSTICS**

A.K. Ambrosimov, V.F. Kraiviev, F.A. Mkrtyan, V.Yu. Soldatov

Мониторинг, лагуна, оптимизация, алгоритм, прогноз, модель.  
Monitoring, lagoon, optimization, algorithm, prognosis, model.

Рассмотрены вопросы оптимизации режима мониторинга гидрологических объектов на примере лагуны Ньюк Нгот, расположенной на побережье Южного Вьетнама. Предложена новая экономически эффективная технология организации измерений характеристик лагуны. Технология базируется на применении геоэкологической информационно-моделирующей системы, которая позволяет оптимизировать режим мониторинга гидрологического объекта региональной масштаба за счет эффективного сочетания результатов наблюдения за объектом и моделирования его динамики. Сформирована многофункциональная информационно-моделирующая система, отражающая взаимодействие гидрологических процессов в зоне влияния лагуны. Приведены оценки точности предложенной системы мониторинга лагуны. Показано, что новая технология обеспечивает сокращение расходов на реализацию достоверной оценки состояния лагуны в условиях наличия внешних воздействий. Данная работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (Грант № 16-01-00213-0).

The questions of the monitoring regime optimization for hydrological objects on the Nuoc Ngot Lagoon estuary are considered. Lagoon is located in coastal zone of South Vietnam. New economically efficient technology is proposed to be used for the organization of measurements of the lagoon characteristics. Technology is based on the application of hydrological information-modeling system that allows the optimization of regional hydrophysical object monitoring due to the effective combination of on-site measurements and modeling results. Multi-functional information-modeling system is synthesized that reflects interactions of hydrologic and hydrochemical processes in the lagoon zone. Assessments of the precisions of proposed monitoring system of the lagoon. It is shown that new technology provides significant reduction of resources for the realization of reliable evaluation of the lagoon state under the conditions when external anthropogenic impacts exist.

**Введение**

Проблема оптимизации экологического мониторинга водных объектов хозяйственного назначения решается различными способами. Основная цель состоит в обеспечении долговременной экологической безопасности водного объекта в условиях антропогенного воздействия. Одним из эффективных способов дости-

жения устойчивого режима функционирования экологической системы (ГИМС) является использование геоэкологической информационно-моделирующей системы, обеспечивающей контроль и прогнозирование эволюционных изменений в экосистеме на основе сбалансированного сочетания измерений и модельных расчетов ее характеристик [5]. Ряд разработок ГИМС показал, что поиск оптимальных сочетаний полевых наблюдений и результатов моделирования позволяет найти условия сбалансированного режима мониторинга [7,8,17].

Разработка ГИМС для водного объекта начинается с создания математической модели, основанной на имеющихся апрорных данных об этом объекте. Базовыми элементами такой модели являются гидрологическая модель территории влияния водного объекта, наборы ГИС с информацией о почвенно-растительных формах, структуре гидрологической сети и распределения антропогенных источников загрязнения. Последовательная процедура корректировки модели экосистемы водного объекта по результатам сравнения измерений и модельных оценок позволяет найти такой режим мониторинга, который обеспечивает экономное использование технических и финансовых средств с обеспечением заданного уровня надежности его результатов. В данной работе в качестве объекта применения ГИМС выбрана характеристика для Вьетнамского побережья Южно-Китайского моря лагуна Ньюк Нгот, имеющая рыбохозяйственное значение [1,2,19].

**Общая характеристика лагуны Ньюк Нгот**

**Перечень основных параметров лагуны Ньюк Нгот.**

Таблица 1

Параметр	Оценка параметра
Площадь, км <sup>2</sup>	14,7
Скорость ветра, м/с	1,9
Максимальная	39,6
Температура воздуха, °С	
Средняя	27,0
Минимальная	15,8
Максимальная	39,9
Относительная влажность атмосферы, %	
Средняя	27,9
Минимальная	20,0
Максимальная	32,7
Солнечная радиация, Ккал/см <sup>2</sup>	144
Радиационный баланс, Ккал/см <sup>2</sup>	92,5
Осадки, мм/год	1692,9
Средние	778,0
Минимальные	2587,0
Максимальные	
Колесания уровня лагуны	-44см - +39 см
Температура верхнего слоя, °С	
Сухой сезон	26
Дождливый сезон	29
Распределение глубин:	
Средняя глубина, м	1,6
Максимальная глубина, м	9,8

Таким образом, применение ИМСЛНН позволяет сократить в 10 раз количество проб воды, но задержка принятия решения о режиме регулирования приливно-отливного процесса остается. Эта задержка может быть сокращена до нескольких минут путем использования многофункциональной адаптивной информационно-моделирующей системы (МФАИМС) для гидрохимических исследований, представленной на рис. 6, которая после адаптации к объекту мониторинга позволяет измерять характеристики качества воды в режиме реального времени. В этом случае оператор ИМСЛНН имеет возможность принять решение в течение нескольких минут открыть или закрыть доступ морской воды в лагуну. Спектрофотометрическая компонента МФАИМС может устанавливать автоматически непосредственно в воду, что открывает возможность полной автоматизации процесса регулирования приливно-отливных процессов [12,15,16,18]. Функциональные возможности МФАИМС базируются на спектротометрическом измерении характеристик ослабления света водным раствором в диапазоне 380-800 нм на двух поляризациях и алгоритме распознавания спектральных образцов водного раствора [18,20].

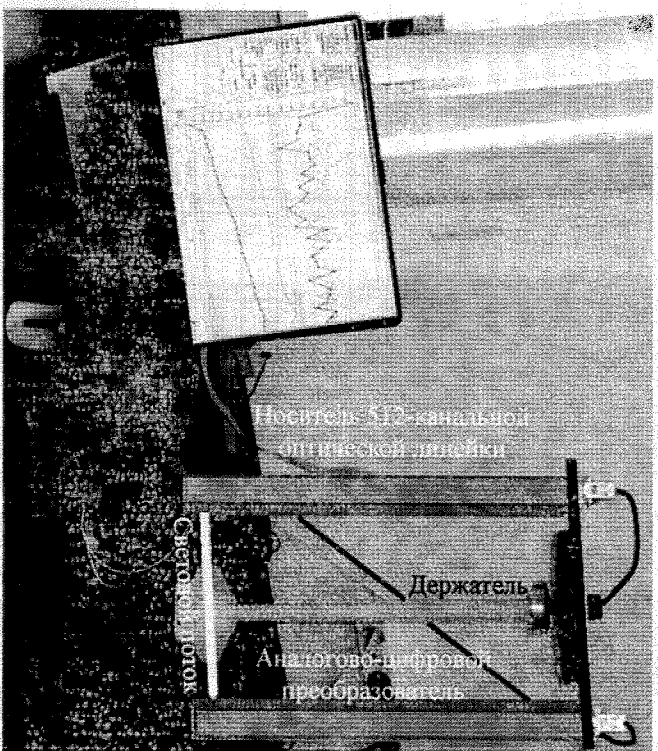


Рис. 6. Общий вид 512-канальной МФАИМС [15,16,18].

#### Выводы и заключение

Проведение измерений характеристик водного объекта требует больших экономических затрат. Поэтому задача оптимизации натурных измерений является не только важной с научной точки зрения, но и с экономических позиций. Прове-

денные в данной работе расчеты по оценке предложенных алгоритмов и имитационной модели позволяют сделать вывод о том, что ИМСЛНН с достаточной точностью обеспечивает восстановление пространственного распределения по акватории гидрофизического объекта его характеристик, основываясь на эпизодических измерениях *in-situ*.

Располагая акватория лагуны Няок Нгот может служить типовым этапом мезомасштабного гидрофизического объекта, связь которого с открытым морем обеспечивается через четко определенную границу. Как показали расчеты все гидрофизические и физико-химические характеристики лагуны однозначно зависят от процессов на этой границе и процессов на границе суша-лагуна. Последнее включают речной и береговой стоки. Следовательно, если в базе данных и базе знаний ИМСЛНН регулярно обновлять информацию об этих процессах, то проведение измерений на территории самой лагуны требуется проводить в режиме дискретного мониторинга только для оценки невязки между прогнозом и реальным состоянием экосистемы лагуны. Режим измерений и расположение мест взятия проб воды определяются в процессе проведения имитационных экспериментов согласно процедуре рис. 1.

#### Список литературы

1. Буй Куок Нгаи. Имитационная система для гидрофизического эксперимента в неординарной среде. Диссертация кандидата физ.-мат. наук. 01.04.01. М. 2002. 151 с.
2. Буй Куок Нгаи, Амбросиов А.К. Модель антропогенного воздействия на экосистему лагуны Вьетнама // Актуальные проблемы современной науки. 2001. №3. С. 119-128.
3. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.Д. Математическое моделирование в гидрологии. М.: Академия. 2010. 304 с.
4. Гагоева А.Е. Совершенствование расчетного метода контроля выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух с открытых поверхностей испарения. Диссертация кандидата технических наук. 05.11.13. Омск. 2011. 124 с.
5. Каваниер В.И., Солдатов В.Ю., Крапивин В.Ф., Поталов И.И. Экономические и функционально эффективная технология синтеза геологических информационно-моделирующих систем (ТИМС-технология) // Экономика природопользования. 2013. №3. С. 130-147.
6. Крапивин В.Ф., Куртычян Ф.А., Поманов И.И. Адаптивная система спектральной идентификации жидких растворов: технология // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2016. №6. С. 112-121.
7. Крапивин В.Ф., Поманов И.И., Солдатов В.Ю. Экономически эффективная технология диагностики систем окружающей среды // Экономика природопользования. 2016. №5. С. 77-103.
8. Крапивин В.Ф., Солдатов В.Ю., Поталов И.И. ТИМС-технология лесных экосистем, как инструмент исследования их роли в регулировании климата // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. 2012. №7. С. 26-51.
9. Семенов Е.В., Дуева М.В. О совместном эффекте прилива, стратификации и вертикального турбулентного перемешивания на формирование гидрофизических полей в Белом море // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 1999. Т. 35. №3. С. 660-666.