

15-31 15.10 2001.12
АДАПТИВНАЯ ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Канд. физ.-мат. наук В.Ю. Салдамов,
д-р физ.-мат. наук, проф. В.Ф. Крайнев,
(Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН)

Канд. техн. наук И.И. Полянов

(Всероссийский институт научной и технической информации РАН)

Рис.
Рез. дптА.

В данной работе рассматривается новый подход к комплексному изучению гидрофизических процессов различного масштаба. Он основан на технологии синтеза гибких информационно-моделирующих систем, созданной в институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН. Особенности методики, предлагаемой в работе, заключается в использовании преимуществ многоканальных измерений с использованием устройств оптической и микроволновой областей спектра. Описана методика синтеза информационно-моделирующей системы для обработки данных гидрофизического эксперимента, включающей имитационную модель и набор алгоритмов пространственно - временной интерполяции. Приведена блок-схема системы и охарактеризованы ее функции. Даны результаты применения системы. Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант РФФИ № 93-01-00023а).

Ключевые слова: гидрофизическая система, алгоритм, модель, эксперимент, мониторинг

ADAPTIVE INFORMATION-MODELING SYSTEM FOR THE HYDROPHYSICAL INVESTIGATIONS

V.Yu. Soldatov, V.F. Krainin, I.I. Polyanov

New approach to the complex study of hydrophysical processes of different scale is considered in this paper. It is based on the technology of synthesis of flexible information-modeling systems, which was developed in the Kotelnikov's Institute of Radiotechnics and Electronics of Russian Academy of Sciences. The methodic feature proposed in this paper is the use of advantage of multi-channel measurements by means optical and microwave sensors. The method for information-modeling system synthesis is described to be used as mean to process the hydrophysical experiment data. It includes simulation model and series of algorithms for spatial-temporal interpolation. The system block-scheme is given and its functions are characterized. Result of the system usage is given.

Key words: hydrophysical system, algorithm, model, experiment, monitoring

Введение

Проблема оперативного многопланового контроля качества воды в гидрофизических системах различного назначения и масштаба является предметом исследования многих природоохранных программ. Актуальность этой проблемы определена Постановлениями Правительства Российской Федерации от 24 ноября 1993 г. «О создании единой государственной системы экологического мониторинга» и от 14 марта 1997 г. «Положение о введении государственного мониторинга водных объектов». Ее решение требует комплексного описания всех элементов гидрологического режима

изучаемого водного объекта. Это возможно при построении типовой схемы водного баланса определенной территории, отражающей взаимодействие компонентов ее гидрологического цикла: осадки, испарение, запотранспирация, речной и береговой сток, приливы и отливы, атмосферный перенос влаги, сточные воды и т.д.

Проведение измерений характеристик гидрофизического объекта требует больших экономических затрат. Поэтому задача оптимизации натуральных измерений является актуальной не только с научной точки зрения, но и с экономическими позициями. Задача обработки и анализа экспериментальных данных, получаемых при экспедиционных измерениях гидрофизических и гидрохимических характеристик неоднородного в пространстве водного объекта, для своего решения требует создания информационной технологии, способной преодолеть трудности, возникающие из-за нестационарности рядов измерений, их динамичности и фрагментарности в пространстве.

В большинстве современных работ по автоматизации гидрофизических экспериментов создание информационных технологий сосредотачивается на синтезе гидрологических моделей различной сложности и их использовании для обработки данных наблюдений за процессами в конкретной гидрофизической системе. Развитие комплексных подходов к организации гидрофизического мониторинга с использованием универсальных моделей и алгоритмов остается на стадии обсуждения методических подходов.

В данной работе рассматривается новый подход к комплексному изучению гидрофизических процессов различного масштаба. Он основан на технологии синтеза гибких информационно-моделирующих систем, созданной в институте радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН при содружестве со специалистами из США, Японии, Греции, Болгарии, Вьетнама, Голландии [1-11]. Особенности методики, предлагаемой здесь, заключается в использовании преимуществ многоканальных измерений с использованием устройств оптической и микроволновой областей спектра и алгоритмов обучения. Как показывают экспериментальные измерения и вычислительные эксперименты, комплексный подход к созданию высокоэффективных информационных технологий для решения задач классификации и идентификации водных объектов позволяет сократить объемы наблюдений и этим повысить эффективность системы мониторинга.

Синтез информационно-моделирующей системы

Оперативный многоплановый контроль физических и химических качеств водной среды в зонах сосредоточения ответственных антропогенных путей попадания загрязняющих веществ в воду является предметом исследования многих национальных и межнациональных природоохранных программ [6,8,11]. Пространственная протяженность и неоднородность гидрофизических систем, наличие множества внешних факторов воздействия на гидрофизические процессы и нестационарность функциональных характеристик акватории являются неотъемлемыми атрибутами сложности задачи гидрофизического эксперимента. Эта сложность порождается необходимостью учитывать взаимодействие множества физических, химических и биологических процессов, что требует развития и применения системных методов и новых компьютерных технологий. Все это накладывает жесткие требования на методику синтеза информационно-моделирующей системы, которая должна связать в единую структуру указанные процессы.

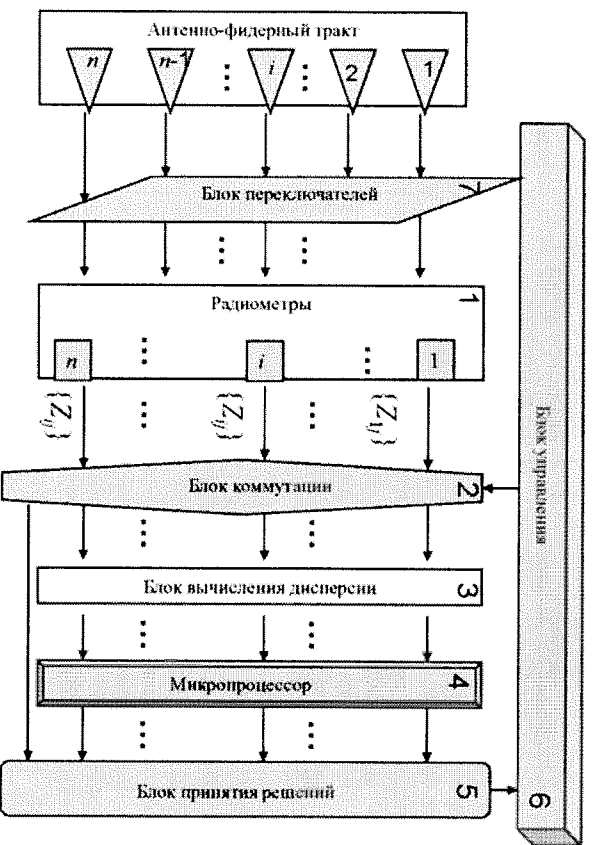


Рис. 6. Структурная схема устройства для измерения геофизических и гидрофизических параметров в режиме микроклиматического мониторинга. Обозначение: Z_{ij} – значения радиолокационных контуров на выходе радиометров.

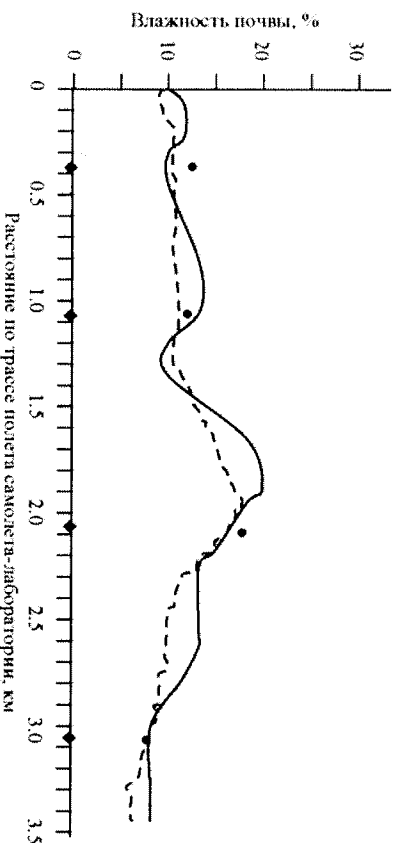


Рис. 7. Сравнительный анализ результатов реконструкции влажности почвы с помощью МИМИСТЭ (сплошная кривая), по данным микроволнового мониторинга (пунктирная кривая) и результатов наземных измерений (расположение мест замеров помечено знаком \bullet) по фрагменту трассы полета самолета-лаборатории фирмы "Migamar" 2 августа 2007 г. вблизи села Николово (Болгария) (через сутки после проливного дождя).

Заключение

Представленная здесь адаптивная информационно-моделирующая система для гидрофизических исследований является одной из форм реализации технологии гибких информационно-моделирующих систем (ГИМС-технология). Методика синтеза МИМИСТЭ основана на комплексном использовании компьютерных технологий, моделей и алгоритмов обработки данных измерений в режиме адаптации структуры системы к решаемой задаче. В представленном виде МИМИСТЭ легко модернизируется путем изменения содержания отдельных блоков или поактуального дополнения блоков для расширения модельного или алгоритмического обеспечения.

Состояние природных объектов характеризуется большим разнообразием параметров. Среди них такие, как характеризующие тип почвы и растительности, водный режим территории, состав почвы-грунтов, уровень заземления прутьевых вод и многие другие. В принципе, требуемая информация об указанных параметрах может быть получена с различной степенью достоверности и производительности из данных наземных наблюдений, дистанционных измерений и из банков данных географических информационных систем, где содержится априорная информация, накопленная в прошлые годы. Проблема, возникающая перед ответственными за принятие соответствующего решения, заключается в получении ответов на следующие вопросы:

- какие приборы целесообразно использовать для проведения наземных и дистанционных измерений;
 - как сбалансировать количество наземных измерений и объем дистанционных данных с учетом их информационного содержания и стоимости;
 - какие математические модели пространственно-временных изменений параметров природных объектов целесообразно использовать для интерпретации и экстраполяции данных контактных и дистанционных наблюдений с целью уменьшения объема (количества) последних и, соответственно, уменьшения стоимости работы в целом, а также для получения прогноза функционирования наблюдаемого объекта.
- Функции МИМИСТЭ обеспечивают ответы на эти вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кручинин В.Ф., Пономарев И.И., Садатова В.Ю. Адаптивно-эволюционная модель водного баланса биосферы // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов, 2012, №7, с. 3-26.
2. Савиных В.П., Кручинин В.Ф., Пономарев И.И. Информационные технологии в системах экологического мониторинга. М.: Геодекаризнайт, 2007, 388 с.
3. Садатова В.Ю. Многофункциональная информационно-моделирующая система для гидрофизического эксперимента // Материалы IX Международного Симпозиума «Проблемы Экоинформатики», Москва, 9-11 декабря 2010 г. М.: НТОР и ЭС им. А.С. Попова. – 2010. - С. 96-100.
4. Sao Van Duong, Nguyen Voi Kieu, Kravtsov V.G., and Mikhaylov F.A. An adaptive information technology for the operative diagnostics of the osesad atmosphere system. // Vinh Duong University Journal of Science and Technology. – 2012. – V.9. – No.4. – P. 50-67.