

Е.О. САВКОВА, канд. техн. наук, доц. каф. АСУ ДонНТУ (г. Донецк)

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ

Разработаны классы объектов, образующих структуру информационной системы мониторинга гидрофизических полей водной среды. Описание классов включает параметры объектов, влияющие на состав и функционирование системы, и методы, определяющие действия с экземплярами классов. Предложены дополнительные управляющие классы для описания взаимодействия объектов и имитации процесса зондирования. Ил.: 2. Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: мониторинг гидрофизических полей водной среды, информационная система мониторинга.

Анализ литературы и постановка проблемы. Мониторинг гидрофизических полей водной среды относится к мониторингу природных сред и охватывает океан, реки и внутренние водоемы. Учитывая многопараметрический и изменчивый характер физических процессов, протекающих в океане, современный гидрофизический эксперимент требует, как правило, комплексного подхода. В современной океанографии основными средствами исследования являются автоматизированные системы сбора, передачи, обработки и хранения результатов наблюдений [1]. В настоящее время на вооружении океанологов и гидрофизиков находится большой арсенал различного рода исполнения зондирующих [2, 3], буксируемых [4], и автономных многоканальных измерительных гидрофизических систем [5, 6]. По способам применения системы делятся на вертикально-зондирующие, горизонтально-зондирующие и размещаемые на подводных аппаратах, буйах. Однако, в большинстве своем они непременно оснащаются каналами измерения основных гидрофизических параметров – температуры, удельной или относительной электрической проводимости, гидрофизического давления и скорости.

Наиболее актуальной является задача не просто выполнения измерений, а получение информации об изменениях гидрофизических полей в участках водной среды, характеризующихся наличием турбулентных возмущений. Поэтому необходимо, чтобы информационно-измерительные системы позволяли выполнять измерения с требуемым пространственным и временным разрешением.

Цель статьи. Объектно-эволюционная модель [7] системы мониторинга неоднородностей гидрофизических полей водной среды описывает все структурные элементы, образующие такую систему и позволяющие реализовать весь процесс измерений вертикальных профилей гидрофизических параметров (рис. 1). Целью данной работы является

разработка на основе этой модели диаграммы классов и алгоритма имитационного моделирования процесса вертикального зондирования, что позволит разработать основы структурно-алгоритмической организации информационно-измерительных систем мониторинга.

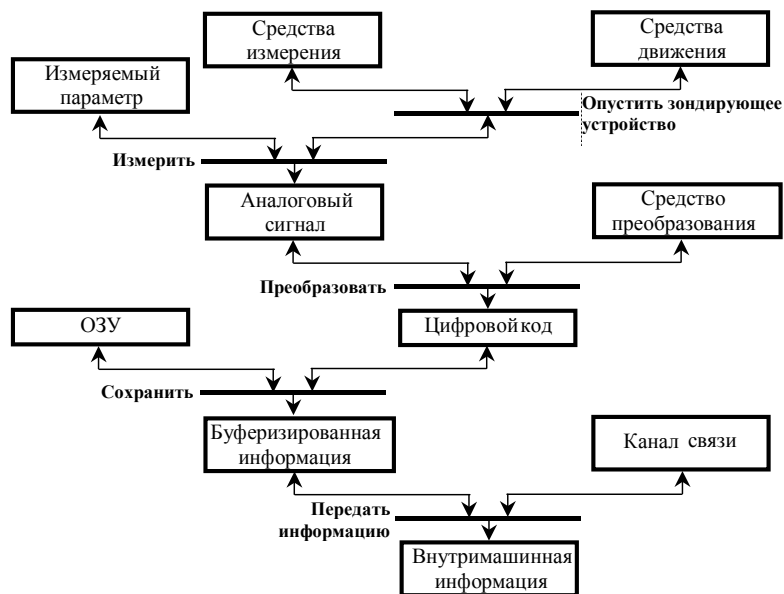


Рис. 1. Модель эволюции объектов информационно-измерительной системы мониторинга гидрофизических полей водной среды

Разработка диаграммы классов. На основании объектно-эволюционной модели разработаны классы объектов, образующих структуру информационной системы мониторинга. Описание классов включает параметры объектов, влияющие на состав и функционирование системы, и методы, определяющие действия с экземплярами классов [8]. Все объекты модели, от которых зависят эволюционирующие объекты [7], описаны соответствующими классами.

Класс `SystemItem` является базовым и определяет некоторое абстрактное устройство с набором характеристик (свойство `Character`) и стоимостью. В качестве характеристик экземпляров классов, влияющих на функционирование системы, приняты следующие параметры:

"Средства измерения" – класс `DATCHIK`: инерционность датчика в миллисекундах, коэффициенты градуировочной характеристики.

"Средства движения" – класс DVIГ: дискретность изменения скорости в см, которая также определяет минимально возможную скорость движения, и по этому значению можно определить возможность регулирования скорости (если дискретность равна 0, то двигатель имеет постоянную скорость, заданную параметром V).

"Средства преобразования" – класс АСР: количество каналов мультимплексора, диапазон входного преобразуемого аналогового сигнала, разрядность АЦП.

"ОЗУ" – класс OZU: объем памяти в Мб.

"Канал связи" – класс KANAL: скорость передачи информации, Кб/с.

Объект "Измеряемый параметр" описан классом PARAMETR, который задает измеряемый профиль для имитации процесса измерений гидрофизических параметров. Описание остальных эволюционирующих объектов, а также объектов действия и поведения включено в вышеприведенные классы, а именно:

- объекты "Аналоговый сигнал" и "Измерение" представлены в классе DATCHIK функцией Get_P, которая преобразует измеряемый гидрофизический параметр в аналоговую величину с использованием градуировочной характеристики датчика и передает полученные значения через параметры функции;

- объекты "Цифровой код" и "Преобразование" представлены в классе АСР функцией Get_P, в которой аналоговый сигнал преобразуется в цифровой код посредством операции квантования. Полученный цифровой код передается с помощью параметров функции;

- объекты "Буферизированная информация" и "Сохранение" представлены в классе OZU многомерным массивом значений P и функцией Set_P, реализующей запись полученных значений;

- объекты "Внутримашинная информация" и "Передача информации" представлены в классе KANAL потоковой переменной f и функцией send.

Для измерения одного и того же гидрофизического параметра с целью повышения разрешающей способности по глубине предложено использовать набор однотипных датчиков, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и объединенных в отдельный класс GREBENKA. Этот класс содержит в качестве параметра ссылку на экземпляр класса PARAMETR для имитации процесса измерений с помощью набора датчиков. В классе GREBENKA имеются временные параметры, обеспечивающие дискретность опроса датчиков с заданным интервалом.

Класс EPURA предоставляет информацию о модели расположения турбулизированных слоев в исследуемой водной среде, на основании которой определяется режим опроса датчиков.

Диаграмма классов представлена на рис. 2.

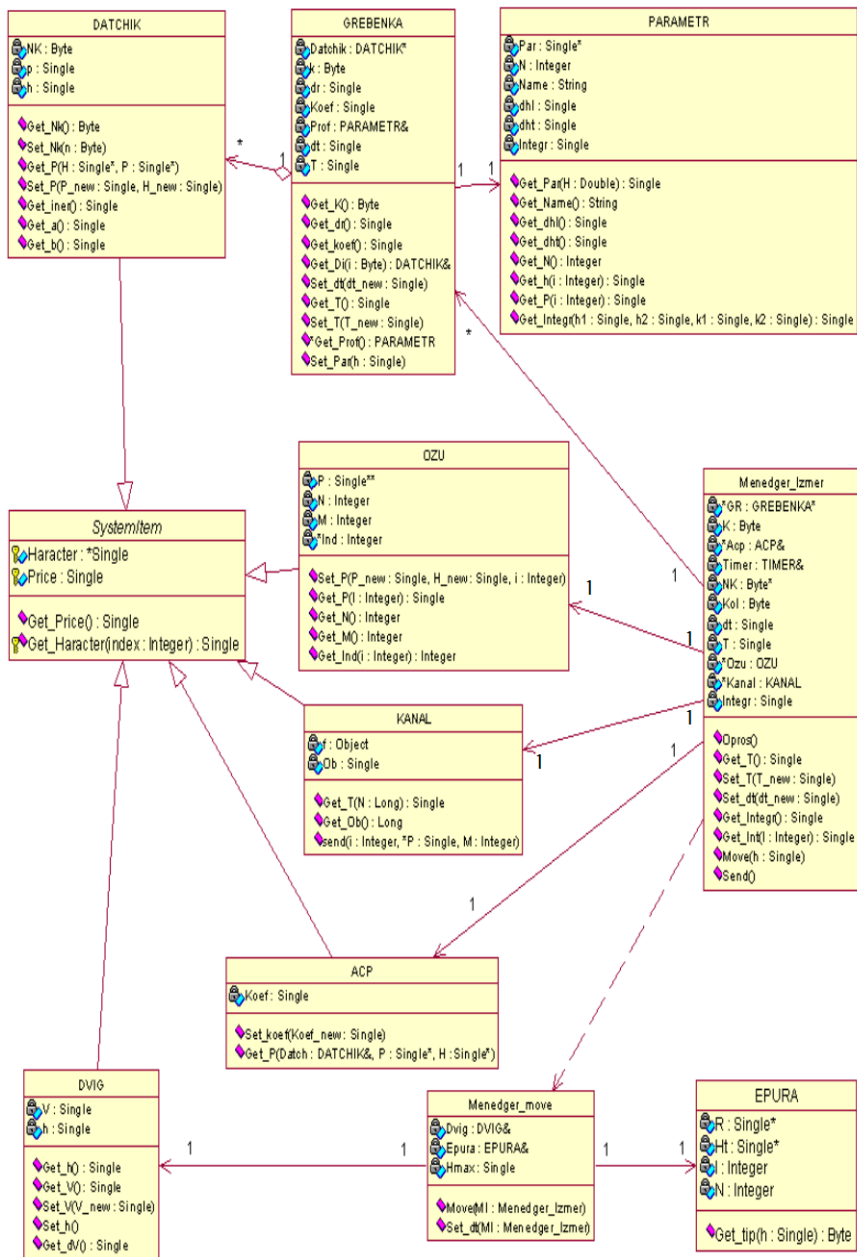


Рис. 2. Диаграмма классов информационно-измерительной системы мониторинга

Основные функции системы реализованы управляющими классами:

– класс "Menedger_move" имитирующий с помощью функции Move процесс зондирования, что выражается в изменении текущего значения глубины на величину $V \cdot dt$, где V – параметр объекта Dvig, dt – дискрет времени, заданный в системе. С помощью функции Set_dt на основании полученного значения глубины и по данным объекта Epara определяется тип слоя, а затем новая скорость движения и интервалы опроса измерителей;

– класс "Menedger_Izmer" содержит функции для получения информации о гидрофизических полях с заданным разрешением по глубине.

Для определения оптимальной структуры системы измерений необходимо: определить критерий эффективности функционирования системы; выполнить имитационное моделирование процесса измерений с целью получения значений критерия эффективности; сравнить характеристики различных структур системы.

Имитация процесса измерений. Имитация процесса измерений заключается в следующей последовательности действий:

Шаг 1. Инициализация параметров всех структурных элементов системы:

1. Исследователь определяет перечень измеряемых гидрофизических параметров N . В результате формируется соответствующее количество объектов PARAMETR, инициализация которых заключается в выборе файлов с вертикальными профилями; из выбранных файлов информация считывается в массивы объектов PARAMETR; по количеству измеряемых величин формируется количество объектов класса GREBENKA.

2. Задается количество датчиков k_i для измерения каждого гидрофизического параметра; на основании этого формируется необходимое количество объектов класса DATCHIK, определяется коэффициент усиления выходного сигнала измерительного устройства и расстояние между датчиками на объекте класса GREBENKA.

3. Для каждого объекта DATCHIK указывается номер канала подключения к мультиплексору, коэффициенты градуировочной характеристики (a и b), инерционность и стоимость; по соответствующему объекту PARAMETR рассчитываются значения на выходе датчика по формулам: $p = a \cdot zn + b$, где zn – значение измеряемого гидрофизического параметра для глубины $h = 0$.

4. Инициализируются параметры объектов классов:

– АСР: разрядность; диапазон входного преобразуемого аналогового сигнала; стоимость; количество каналов $KolK$, удовлетворяющее условиям:

$$KolK \geq \sum_{i=1}^N k_i; \quad KolK = 2^L, \quad \text{где } L \geq \log_2 \sum_{i=1}^N k_i;$$

– DVIG: дискретность изменения скорости; стоимость; глубина равна 0;

– OZU: стоимость; разрядность массивов данных M рассчитывается по формуле $M = \frac{Ob}{N}$, выделяется память под массивы заданной длины,

обнуляется массив позиций в этих массивах;

– KANAL: скорость передачи; стоимость; объем переданной информации равен 0; открывается поток для вывода информации;

– Menedger_Izmer: инициализируется массив номеров опрашиваемых измерительных каналов, при этом параметр Kol равен общему количеству датчиков; обнуляется текущее время и погрешность измерений.

5. На основании вертикального профиля температуры и модели вертикальной структуры турбулизованных слоев [9] создается объект класса EPURA, описывающий распределение по глубине турбулизованных слоев.

6. Для объектов управляющих классов инициализируются ссылки на соответствующие объекты системы.

7. По данным объекта класса EPURA для значения текущей глубины определяется тип зондируемого слоя (ламинарный или турбулентный) и его толщина, что позволяет рассчитать дискретность опроса по глубине каждого типа датчика; определяются временные интервалы опроса датчиков (если система имеет регулируемый двигатель, то подбираются параметры как скорости зондирования, так и частоты опроса). Учитываются нижние граничные значения параметров элементов системы: минимально допустимая скорость зондирования и минимальная инерционность датчиков.

Шаг 2. Цикл опроса датчиков, который включает: получение данных от датчика, для чего вызывается функция Set_Koef класса ACP, которой передается значение коэффициента усиления показаний датчика, а затем функция Set_P класса ACP для сохранения в объекте класса показаний датчика. После этого рассчитывается новый момент опроса данного датчика. Полученные значения с помощью функции Get_P класса ACP преобразуются в квантованный сигнал, соответствующий измеренному значению. С помощью коэффициентов градуировочной характеристики выполняется пересчет к физическим величинам и выполняется функция Set_P класса OZU для сохранения результатов в соответствующем массиве данных, при этом указатель массива смещается на 2. Если массив заполнен, то вызывается функция Send класса KANAL. Переход к следующему датчику.

Шаг 3. Перемещение датчиков с помощью двигателя по глубине реализуется функцией Move класса Menedger_Move, в которой предусматривается: вычисление текущего времени и глубины; определение типа слоя функцией Get_tip класса EPURA; если тип слоя изменился, то необходимо изменить значения интервалов опроса датчиков и/или скорости зондирования, для этого из объектов класса PARAMETR выбирается значение, соответствующее дискретности измерения параметра по глубине в заданном слое и, исходя из значения скорости двигателя, определяется временной интервал опроса датчиков; для текущей глубины по вертикальным профилям

рассчитываются показания соответствующих датчиков с помощью функции `Get_Pag` класса `PARAMETR`.

Шаг 4. Шаги 2 и 3 повторяются до тех пор, пока не будет достигнута заданная глубина зондирования.

Шаг 5. Определение времени эксперимента и погрешности измерений. При достижении заданной глубины зондирования необходимо вызвать функцию `Select` класса `Menedger_send` для передачи по каналу связи остаточной информации из ОЗУ. Текущее время плюс время передачи последнего блока данных будет соответствовать времени проведения эксперимента. Точность измерения гидрофизических параметров получается в результате сравнения исходных и результирующих файлов вертикальных профилей. Объем полученной информации рассчитывается как сумма переданных буферов данных. Стоимость системы – это суммарная стоимость всех структурных элементов плюс стоимость проведения эксперимента.

Выводы. На основе объектно-эволюционной модели системы разработана диаграмма классов, содержащая описание всех объектов, определяющих структуру информационно-измерительной системы. Предложены дополнительные управляющие классы для описания взаимодействия объектов и имитации процесса зондирования. Таким образом, получено взаимосвязанное описание информационной системы, с помощью которого можно сравнить различные конфигурации систем мониторинга.

Список литературы: 1. Океанология. Средства и методы океанологических исследований / Г.В. Смирнов, В.Н. Еремеев, М.Д. Агеев и др. – М.: Наука, 2005. – 795 с. 2. А.С. 618754 СССР, МКИ² G 06 G 7/57. Устройство для вычисления параметров турбулентности / А.Д. Тищенко, А.А. Зори, Г.Д. Фесивский (СССР). – № 4508789. Заяв. 22.10.76. Оpubл. 05.08.78. – Бюл. № 29. 3. SEALOGGER CTD SBE 25, SBE 19, SBE 32 [Электронный ресурс]: Sea-Bird Electronics, Inc. – Электронные данные. – Режим доступа: http://www.seabird.com/products/spec_sheets/25data.htm – Дата доступа: апрель 2006. – Загл. с экрана. 4. Результаты океанографических исследований северной части Тихого океана по программе INPOC (1990-1993) / Под ред. Г.И. Юрасова, В.В. Плотникова. – Владивосток: Дальнаука, ТОИ ДВО РАН, 1998. – 116 с. 5. Островский А.Г. Мониторинг морской среды на шельфе и континентальном склоне с помощью заякоренной автоматической профилирующей системы "Аквазонд" / А.Г. Островский, А.Г. Зацепин, В.А. Деревнин и др. // XXII Международная береговая конференция "Проблемы управления и устойчивого развития прибрежной зоны моря". – 2007. – С. 85-91. 6. Швоев Д.А. Заякоренная автоматическая Система "Аквазонд для вертикального профилирования морской среды" / Д.А. Швоев // Международная конференция (школа-семинар) "Динамика прибрежной зоны бесприливных морей". – Балтийск (Калининградская область). – 2008. – С. 23-26. 7. Семенов А.С. Использование объектно-эволюционного анализа при решении задач технологического типа / А.С. Семенов // Научно-практический журнал Отделения информатики, вычислительной техники и автоматизации Российской академии наук "Автоматизация проектирования". – 1998. – № 3 – С. 36-51. 8. Grady Booch. Object-Oriented Analysis and Design with Applications / Grady Booch // Second Edition. – Benjamin/Cummings, Redwood City, CA, 1994. – 206 p. 9. Савкова Е.О. Итерационная математическая модель параметров распределения тонкой структуры гидрофизических полей / Е.О. Савкова, А.А. Зори // Материалы восьмого международного научно-практического семинара "Практика и перспективы развития партнерства в сфере высшей школы". В 3-х т.: Т. 3. – Донецк, 2007. – С. 125-131.

УДК 004.045+004.942

Імітаційне моделювання процесу вертикального зондування гідрофізичних полів водного середовища / Савкова Е.О. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 31. – С. 162 – 169.

Розроблено класи об'єктів, що утворюють структуру інформаційної системи моніторингу гідрофізичних полів водного середовища. Опис класів включає параметри об'єктів, що впливають на склад і функціонування системи, і методи, що визначають дії з екземплярами класів. Запропоновано додаткові керуючі класи для опису взаємодії об'єктів і імітації процесу зондування. Лл.: 2. Бібліогр.: 9 назв.

Ключові слова: моніторинг гідрофізичних полів водного середовища, інформаційна система моніторингу.

UDC 004.045+004.942

Imitating simulation of the aquatic environment hydrophysical fields vertical sounding process / Savkova E.O. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2010. – № 31. – P. 162 – 169.

The classes of objects which form the structure of the informative system of monitoring of the hydrophysical fields of water environment are developed. Description of classes includes the parameters of objects, which influence on composition and functioning of the system, and methods which determine an action with the copies of classes. Additional managing classes are offered for description of co-operation of objects imitations of sounding process. Figs.:2. Refs.: 9 titles

Keywords: monitoring of the hydrophysical fields of water environment, informative system of monitoring.

Поступила в редакцію 23.05.2010