

**Е.О. Савкова, В.А. Светличная**

Донецкий национальный технический университет, г.Донецк

Кафедра автоматизированных систем управления

E-mail: [sva@kita.donntu.edu.ua](mailto:sva@kita.donntu.edu.ua)

## **ОБЪЕКТНО-ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

### **Аннотация**

*Савкова Е.О., Светличная В.А., Объектно-эволюционная модель системы мониторинга гидрофизических полей водной среды. В статье рассматривается вопрос разработки объектной модели, которая отображает структуру информационной измерительной системы исследования водной среды и процесс эволюции информации от физической измеряемой величины до файла данных. Представленные модели действий и поведения экземпляров позволяют средствами объектно-ориентированного проектирования описать функционирование системы.*

***Ключевые слова:** гидрофизические параметры, информационно-измерительная система, мониторинг, структурно-алгоритмический анализ, объектно-эволюционная модель.*

### **Актуальность проблемы.**

Мировой океан оказывает огромное влияние на жизнедеятельность планеты. Освоение и рациональное использование ресурсов и пространств Мирового океана являются важнейшими приоритетами государственной политики не только в настоящее время, но и в будущем. Актуальность этих проблем возрастает в связи с усилением роли Мирового океана как наиболее перспективной сферы экономической деятельности.

В связи с этим существует задача постоянного слежения за состоянием водных бассейнов страны, мониторинга и анализа их основных параметров. Основные характеристики водных сред являются довольно неоднородными по глубине, динамичными и носят вероятностный характер. Экспериментальное же изучение водной среды связано с осуществлением дорогостоящих экспедиций, основные затраты в которых относятся к этапу исследований. В этой ситуации актуальной является задача разработки компьютеризированной системы мониторинга неоднородностей гидрофизических полей водной среды, поскольку именно они вносят динамику и нестабильность.

### **Постановка задачи.**

Структурно-алгоритмический анализ системы мониторинга тонкой структуры гидрофизических полей водной среды, выполненный в [1], является основой для определения конфигурации системы, предназначенной для получения целенаправленной информации о вертикальных профилях гидрофизических параметров в турбулизированных слоях. Необходимо разработать объектно-эволюционную модель системы, на основе которой средствами имитационного моделирования выполнить моделирование процесса измерений с целью определения качества разработанной системы.

В результате анализа функций, реализуемых системой мониторинга гидрофизических параметров водной среды, определено, что конфигурация системы состоит из:

– основной части, которая включает обязательное оборудование, обеспечивающее заданную функцию системы мониторинга;

– вариационной части, включающей оборудование, состав которого можно изменять в зависимости от задач мониторинга.

К основной части конфигурации системы мониторинга относится:

- безинерционные измерительные каналы (скорости, давления, электропроводности);
- аналого-цифровой преобразователь;
- кабель-трос или радиоканал;
- вычислительный комплекс бортовой части системы.

В состав оборудования вариационной части системы входят:

– наиболее инерционные измерительные каналы, как правило, в СТД-зондах это каналы температуры, для которых возможно варьирование их количеством и постоянными времени;

– аналоговый мультиплексор, количество входов которого определяется выбранным количеством всех измерительных каналов;

– оперативное запоминающее устройство, определяющее объем промежуточного буфера для накопления блоков передаваемой информации;

– управляемый двигатель, обеспечивающий регулирование скорости зондирования.

Выбор оптимальной структуры системы может быть реализован изменением состава вариационной части оборудования. При этом по функциональному назначению это оборудование выполняет две задачи:

- измерение гидрофизических параметров с заданной дискретностью по глубине;
- накопление информации для блочной передачи данных.

Для реализации функции измерения возможны следующие варианты конфигурации оборудования:

1. Один измерительный канал, обеспечивающий требуемую дискретность опроса по глубине путем регулирования скорости зондирования, за счет программно управляемого двигателя;

2. Использование нескольких измерительных устройств одного параметра (датчиков), расположенных на расстояниях, обеспечивающих требуемую дискретность опроса по глубине. При этом двигатель погружного устройства имеет постоянную скорость;

3. Комбинация двух предыдущих вариантов конфигурации.

Функция накопления информации для блочной передачи данных реализуется за счет использования дополнительного запоминающего устройства, объем которого необходимо определить для различных вариантов конфигурации системы.

Для построения модели части системы мониторинга, которая обеспечивает реализацию функции измерения гидрофизических параметров, применен объекто-событийный подход.

**Результаты исследований.**

Для разработки модели была выполнена декомпозиция процесса мониторинга гидрофизических параметров водной среды. Процесс мониторинга подразумевает обеспечение вертикального зондирования водной среды до некоторой заданной глубины, в

результате которого происходит измерение требуемых гидрофизических параметров, их преобразование в цифровой вид, передачу по каналу связи в вычислительное устройство, обработку полученной информации и формирование новых записей в базе данных эксперимента: вертикальное зондирование – опускание измерительных устройств – производится с постоянной или переменной скоростью при помощи двигателя; измерение гидрофизических параметров выполняют аналоговые датчики, подключаемые через



Рисунок 1 – Модель прецедентов

аналоговый мультиплексор к аналого-цифровому преобразователю для получения цифрового кода; перед передачей данных производится их буферизация в оперативном запоминающем устройстве; в передаче данных участвуют приемо-передатчики и канал связи; обработка информационных массивов и формирование записей в базу данных реализуется с помощью программного модуля на вычислительном устройстве.

При создании новых информационных систем [2] большой эффект дает адекватное отображение реального процесса (протекающего в пространстве и времени), составляющего основу функционирования этих систем.

Объектно-эволюционный анализ информационных систем представляет собой взаимосвязанный процесс формирования моделей прецедентов [3], объектной, эволюционной, модели действий и поведения экземпляров объектов.

**Формирование модели прецедентов.**

Модель прецедентов описывает исследуемую информационную систему и внешний для нее мир. Внешнее окружение представляется в виде набора субъектов, а исследуемая система - в виде набора процессов, с помощью которых субъекты взаимодействуют с системой. Понятие "прецедент" представляет собой некоторый способ взаимодействия внешнего субъекта с системой, т.е. некоторый процесс. Прецедент содержит множество сценариев, которые объясняют различные последовательности взаимодействий между парой "субъект-прецедент".

Для рассматриваемого примера субъекту (исследователю) требуются экспериментальные данные о вертикальных распределениях гидрофизических параметров, которые предоставляются ему в результате процесса получения этой информации – прецедента. Модель прецедента приведена на рисунке 1. Прецедент изображен черточкой. Взаимодействие между субъектом и прецедентом показано линией со стрелками.

**Формирование объектной (информационной) модели.**

При формировании информационной модели необходимо выделить основной объект, преобразование которого является целью разработки системы. В системах мониторинга

таким объектом является информация об исследуемом процессе или явлении. В результате функционирования системы мониторинга происходит преобразование первичных данных в информационные массивы и файлы. Поэтому процесс получения экспериментальных данных может быть представлен в виде иерархии "Простое-сложное" (рис.2.). Стрелка, связывающая объекты, показывает отношение наследования от супертипа к подтипу. Организованные таким образом объекты будем называть "стволом" информационной модели. Для формирования объектной модели определим элементы, от которых зависят эволюционирующие объекты, определенные на первом шаге: "Средство движения", "Средства измерения", "Средства преобразования", "ОЗУ", "Канал связи", (рис.3). Установим отношение использования между объектами и определим его вид: один-к-одному (1:1),

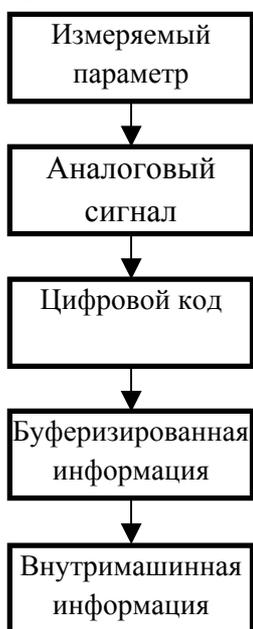


Рисунок 2 – Иерархия объектов информационно-измерительной системы вида "Простое-сложное"

измерения", "Средства преобразования", "ОЗУ", "Канал связи", (рис.3). Установим отношение использования между объектами и определим его вид: один-к-одному (1:1),

многие-ко-многим (N:N), один-ко-многим (1:N) (отношение использования изображается отрезками линий со стрелками в оба направления). Свойства рассмотренных объектов описываются атрибутами. Например, для объекта "Измеряемый параметр" атрибутами являются: значение глубины, значение параметра.

**Формирование эволюционной модели.**

Эволюционная модель объектов является одной из особенностей объектно-эволюционного анализа [4]. Ее цель – сформировать представление о развитии объектов в результате их взаимодействия. Стрелки, связывающие объекты и взаимодействия, возникающие между ними, указывают направление развития объектов. Взаимодействие находится вне объектов и содержит множество сценариев, которые объясняют различные последовательности действий и поведения экземпляров объектов.

В результате взаимодействия объектов "Измеряемый параметр", "Средство движения", и "Средства измерения" создается объект "Аналоговый сигнал". Взаимодействие между объектами определим в виде объектов "Опускание зондирующего устройства" и "Измерение". В результате взаимодействия объектов "Аналоговый сигнал" и "Средства преобразования" создается объект "Цифровой код". Взаимодействие между объектами определим в виде объекта "Преобразование". В результате взаимодействия объектов "Цифровой код" и "ОЗУ" создается объект "Буферизированная информация". Взаимодействие между объектами определим в виде объекта "Сохранение". В результате взаимодействия объектов "Буферизированная информация" и "Канал связи" создается объект "Внутримашинная информация". Взаимодействие между объектами определим в виде объекта "Передача информации".

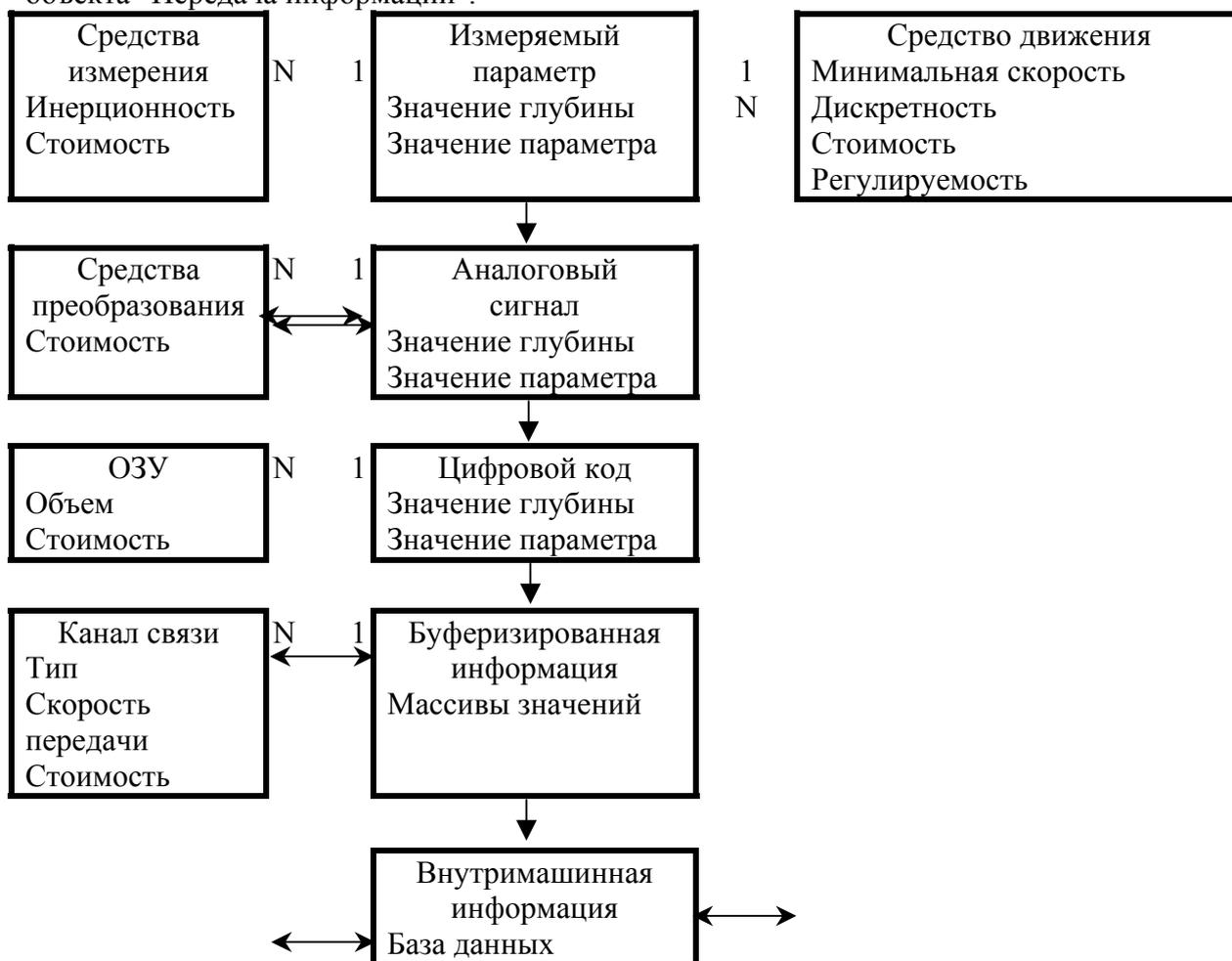


Рисунок 3 – Объектная модель информационно-измерительной системы

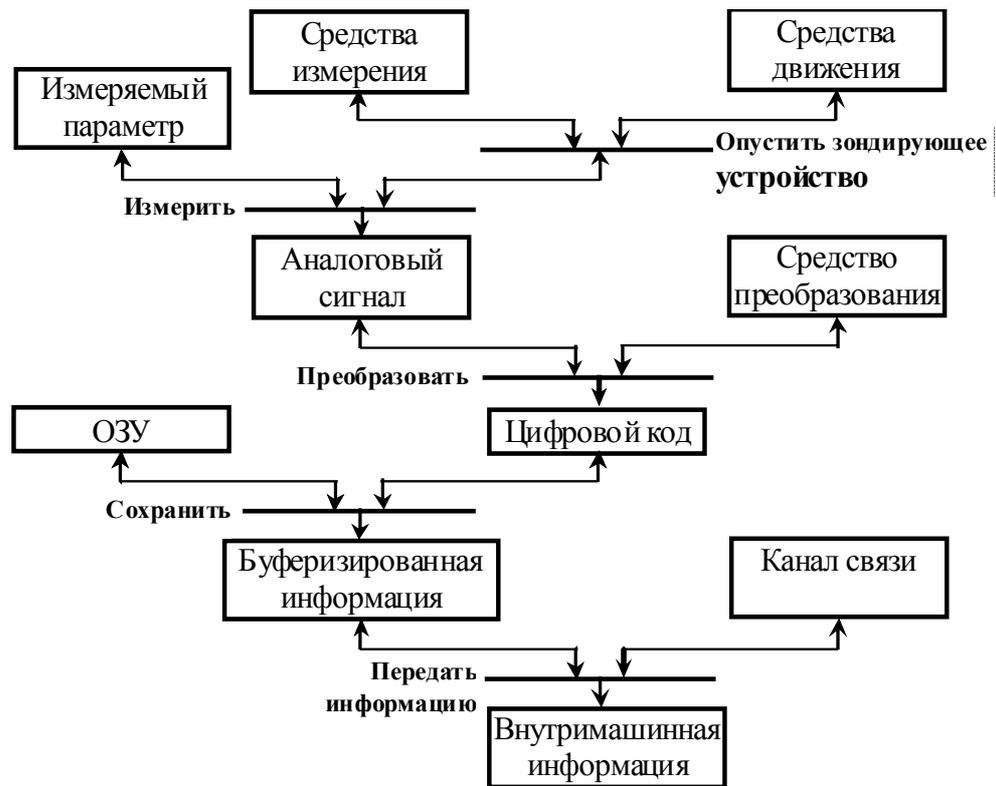


Рисунок 4 – Модель эволюции объектов информационно-измерительной системы

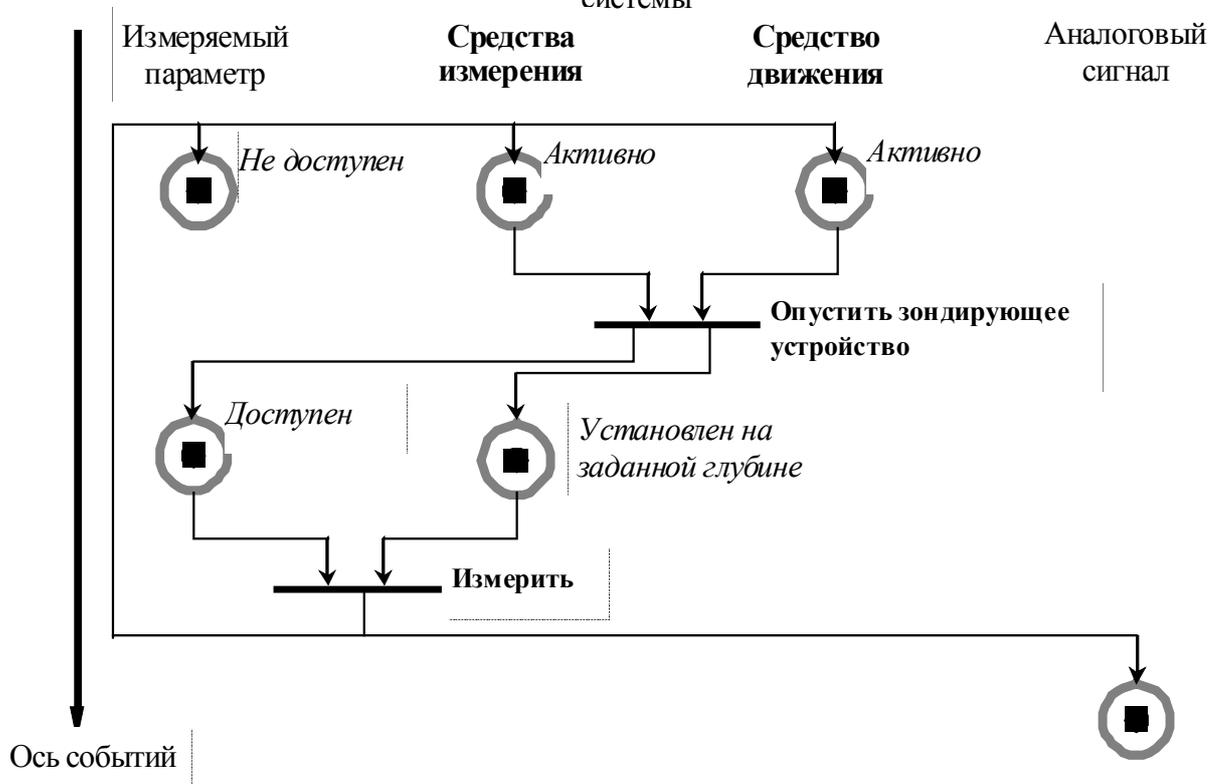


Рисунок 5 – Модель взаимодействий «Опустить зондирующее устройство» и «Измерить»

Объекты, участвующие во взаимодействии и имеющие циклическую линию поведения, связаны через взаимодействие двунаправленными стрелками от объекта к взаимодействию и наоборот, например, объект "Средства измерения" и взаимодействие "Опустить зондирующее устройство".

На рисунке 4 приведена модель эволюции объектов.

**Формирование модели действий и поведения экземпляров объектов**

Каждое взаимодействие эволюционной модели раскрывается в виде модели действий и поведения объектов [3]. Модели всех взаимодействий объектов представлены на рис. 5 – 8.

Модель действий и поведения экземпляров объектов формируется следующим образом. Объявляются объекты, участвующие во взаимодействии согласно сформированной эволюционной модели. Объекты обозначаются кружками и располагаются вдоль оси объектов. Объявляются экземпляры объектов (обозначаются метками, помещенными в кружки). Составляется сеть из изменяющихся состояний объектов и действий. Каждое новое состояние объекта соответствует кружку и помещенной в нем метке и отмечено курсивом. Каждое действие обозначается черточкой, связывается с экземплярами объектов направленными отрезками линий и отмечено жирным шрифтом.

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.

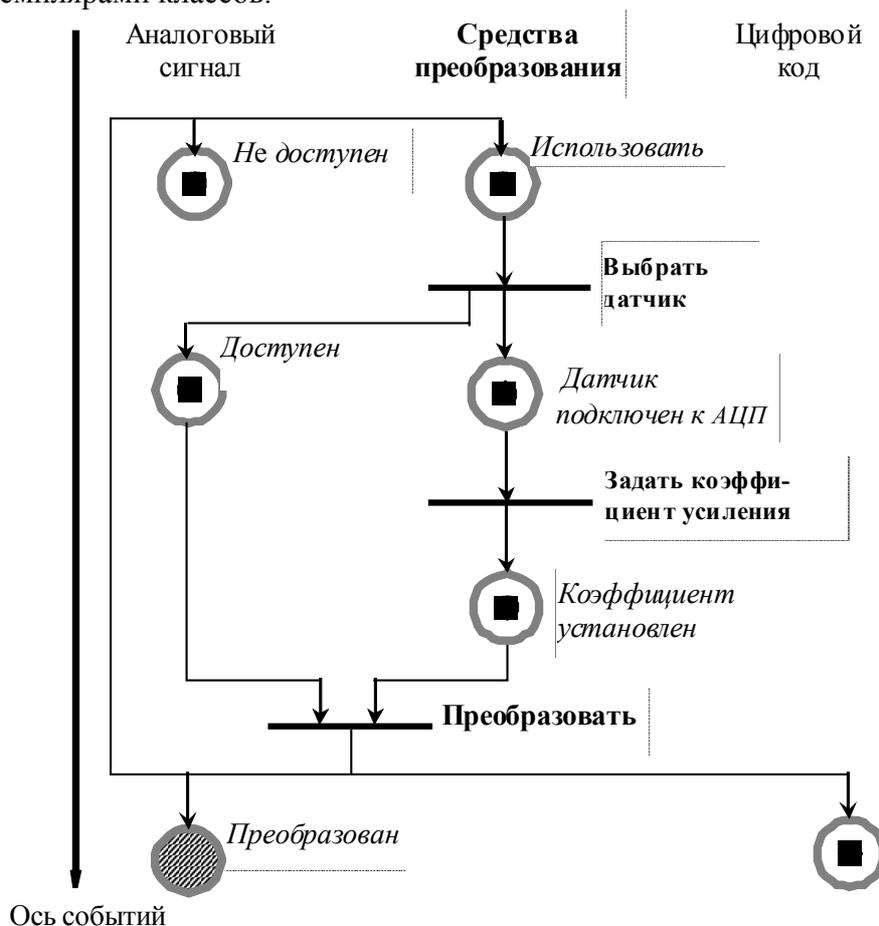


Рисунок 6 – Модель взаимодействия «Преобразовать»

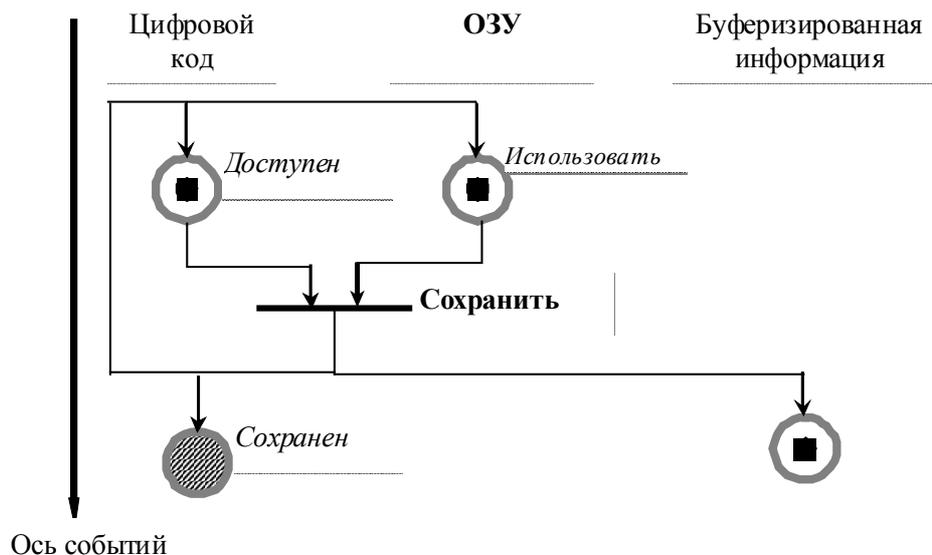


Рисунок 7 – Модель взаимодействия «Сохранить»

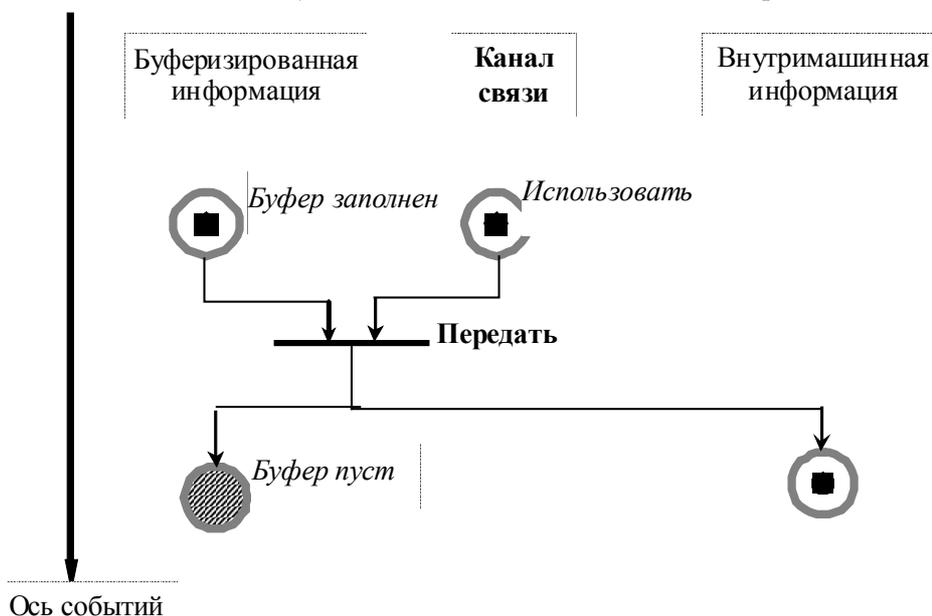


Рисунок 8 – Модель взаимодействия «Передать»

Модели взаимодействия, изображенные на рисунках 4.5 – 4.7 являются циклическими, так как экземпляры объектов возвращаются в исходное состояние.

Заключительное состояние, соответствующее уничтожению экземпляра объекта, показано заштрихованным кружком.

Модель может быть использована в качестве сценария [4]. Слева на рисунках проведена ось событий, выполнение каждого действия связано с наступлением некоторого события. Сценарий отражает последовательность действий экземпляров объектов. Каждому объекту может соответствовать один или несколько экземпляров объектов.

Сценарий для каждого рассмотренного взаимодействия представляет собой технологический граф. Ось событий соответствует последовательности выполнения действий в соответствии с процессом измерений.

Действия должны быть определены в виде модели действий и поведения, в которой действия представлены операторами. При этом для выполнения операторов могут быть введены вспомогательные атрибуты.

**Выводы**

В результате выполненных исследований:

1. Выделены элементы, параметры которых влияют на выполнение процесса измерения с заданной точностью и быстродействием;
2. Разработаны объектная модель и модель эволюции объектов информационной измерительной системы мониторинга неоднородностей гидрофизических полей водной среды, «стволом» которых является процесс преобразования информации от физической измеряемой величины до файла данных;
3. На основе этих моделей сформированы модели действий и поведения экземпляров объектов, позволяющие языком объектно-ориентированного проектирования описать функционирование системы.

**Литература**

1. Савкова О.Й. Разработка компьютеризированной системы мониторинга гидрофизических полей водной среды /А.А Зори, Е.О. Савкова// Наукові праці ДонНТУ. Серія: «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Донецьк, 2009. – Випуск 17 (148). – С. 81-89.
2. Семенов А.С. Анализ информационных объектов на основе модели "Система взаимодействующих таблиц" / А.С. Семенов // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 3. – С. 175-198.
3. А.С. Семенов. 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». – № 3 – 1998. – С. 36-51
4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. Пер. с англ. / Г. Буч. – М.: Конкорд, 2002. – 517 с.

**Анотація**

*Савкова О. Й., Світлична В.А., Об'єктно-еволюційна модель системи моніторингу гідрофізичних полів водяного середовища. В статті розглядається питання розробки об'єктної моделі, що відображає структуру інформаційної вимірювальної системи дослідження водяного середовища і процес еволюції інформації від фізичної вимірюваної величини до файлу даних. Представлені моделі дій і поведінки екземплярів дозволяють засобами об'єктно-орієнтованого проектування описати функціонування системи.*

*Ключові слова: гідрофізичні параметри, інформаційно-вимірювальна система, моніторинг, структурно-алгоритмічний аналіз, об'єктно-еволюційна модель.*

**Abstract**

*Savkova E.O., Svetlichnaya V.A. Object-evolutionary model of aquatic environment hydrophysical fields monitoring system. In the article the development problem of object model which represent aquatic environment research information measuring system structure and information evolution process from physical measured magnitude to data file is considered. Presented models of actions and instance behavior allow to describe system functioning using object-oriented design tools.*

*Keywords: Hydrophysical parameters, information measuring system, monitoring, structural-algorithmic analysis, object-evolutionary model.*

Здано в редакцію:  
15.04.2010р.

Рекомендовано до друку:  
д.т.н, проф. Чичикало Н.І.