

УДК 681.88

## **МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВРЕМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ НЕПРЕДВИДЕННЫХ СИТУАЦИЙ**

**Григорьев Павел Николаевич**

*Аспирант;*

*ГОУ ВПО Международный Университет природы, общества и человека «Дубна»,*

*Институт системного анализа и управления;*

*141980, Московская обл., г. Дубна, ул. Университетская, 19;*

*e-mail: pavloon@mail.ru.*

*Рассматривается задача управления временной синхронизацией автономных гидроакустических объектов. Детализированы основные непредвиденные ситуации управления, обусловленные подводной средой. Предложен новый подход для эффективного решения поставленной задачи.*

**Ключевые слова:** интеллектуальные системы управления, гидроакустика, временная синхронизация.

## **INTELLIGENT CONTROL SYSTEM MODEL OF TIMING SYNCHRONIZATION OF AUTONOMOUS UNDERWATER ACOUSTIC MODULUS IN UNPREDICTABLE SITUATIONS**

**Grigoryev Pavel**

*Postgraduate student;*

*Dubna International University of Nature, Society, and Man,*

*Institute of system analysis and management;*

*141980, Dubna, Moscow reg., Universitetskaya str., 19;*

*e-mail: pavloon@mail.ru.*

*In article the analysis of problems of timing synchronization of autonomous underwater acoustic modulus is presented. The main unpredictable situations of control in underwater environment are described. New approach to efficient solving a problem is submitted.*

**Keywords:** intelligent control, hydro acoustics, timing synchronization.

### **Введение**

Одной из важных задач в гидроакустике является разработка и введение в эксплуатацию систем, в состав которых входят автономные подводные модули. Применение таких систем может быть самым разнообразным: сбор океанографических данных, контроль загрязнения, нефтеразведка, предсказании стихийных бедствий, навигация и тактические средства наблюдения. Беспроводные подводные акустические сети (БПАС) – технологическая составляющая этих приложений. Подводный состав сетей содержит различное количество сенсоров и транспортных средств, которые развернуты, чтобы выполнить совместные задачи [1]. На рис. 1 приведена одна из возможных конфигураций такой сети автономных модулей, выполняющих функции наблюдения и обнаружения подводных объектов.

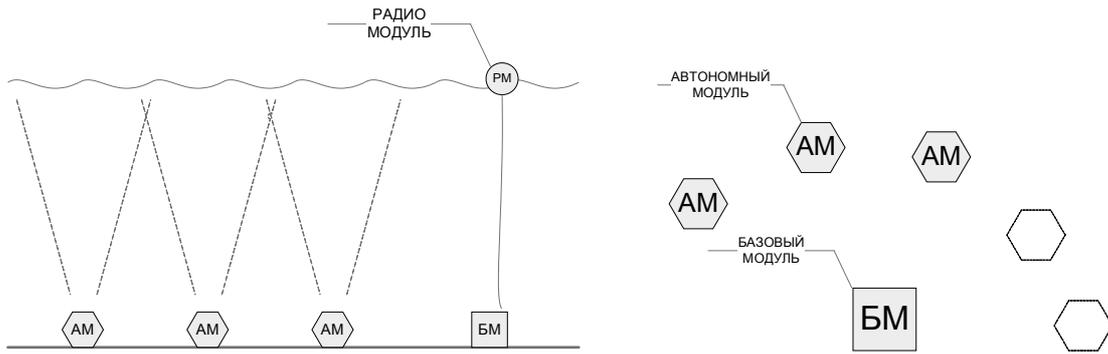


Рис. 1. Пример конфигурации БПАС

Чтобы сделать эти приложения жизнеспособными, необходимо организовать подводную связь среди автономных устройств. Этого можно достигнуть подключением подводных приборов посредством беспроводных соединений, основанных на акустической связи. Звукоподводный гидроакустический канал является единственным возможным средством связи, потому как никакие виды электромагнитных волн, кроме звуковых, не распространяются в воде на сколько-нибудь значительном расстоянии [2]. Подводные сенсорные узлы и аппараты должны обладать возможностью самоконфигурации, то есть уметь координировать свои операции, определять местонахождение и осуществлять передачу данных мониторинга к базовому модулю.

### 1. Цели и задачи системы управления синхронизацией

У каждого модуля есть автономная шкала времени или шкала событий. В общем случае на ней идентифицированы возможные действия модуля с привязанными к ним моментами времени (рис. 2).

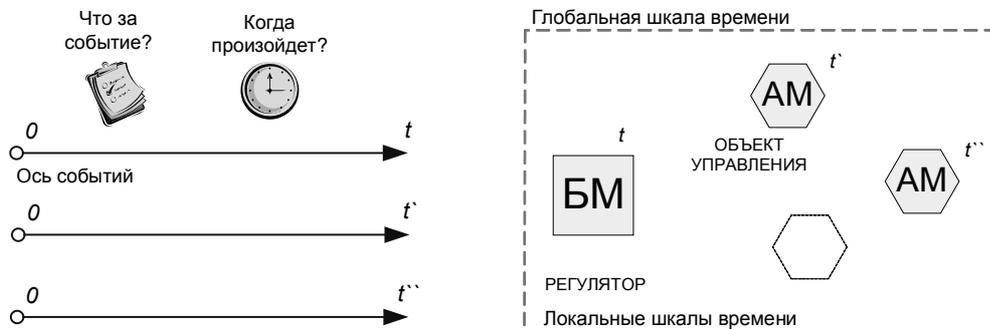


Рис. 2. Временная синхронизация автономных модулей

Совокупность автономных модулей может быть названа системой и выполнять поставленные задачи только в случае согласованности функционирования. Для этого шкалы времени с необходимой степенью точности должны быть совмещены между собой [3]. Так появляется понятие глобальная шкала времени и синхронизация как процесс совмещения шкал времени. Для системы управления синхронизацией разнесённых гидроакустических модулей возможно выделить такие цели управления как:

- мониторинг хронизирующей частоты,
- индикация потери синхронизации,
- коррекция накопления фазовой ошибки,
- привязка к требуемой шкале времени,
- задание моментов управления действиями (подрыв, всплытие, обмен данными),
- управление режимами энергопотребления,
- восстановление шкалы времени после аппаратного сбоя,

- резервирование в нештатных ситуациях.

Задачей управления является обеспечение оптимальным образом синхронизации автономных гидроакустических модулей.

## 2. Модель интеллектуальной системы управления

Существует ряд факторов, вносящих в ситуацию управления существенную нелинейность:

- Подводный канал сильно искажает сигнал, особенно из-за многолучевости и изменчивости характеристик во времени;
- Задержка подводного распространения на пять порядков величины выше, чем в радиочастотных наземных каналах, и чрезвычайно изменчива;
- Возможны значительные частоты появления ошибок старшего разряда и временных потерь связи, что приводит к критическим изменениям характеристик подводного канала;
- Подводные сенсоры склонны к отказам из-за загрязнения и коррозии [2].

Слабоформализуемая зависимость параметров канала связи от глубины, волнения, времени года и времени суток делает объект управления существенно нелинейным с множеством непредвиденных ситуаций управления. Многими исследованиями было показано, что использование классических методов создания систем управления часто неэффективно в таких ситуациях и может не обеспечить необходимой адаптивности и робастности [4]. Обеспечение точности временной синхронизации может быть достигнуто только при использовании новых поколений интеллектуальных систем управления (ИСУ), основанных на технологии мягких и квантовых вычислений.

Под ИСУ в общем случае понимается предельный по сложности класс систем автоматического управления (САУ), ориентированных на приобретение, обработку и использование некоторой дополнительной информации, понимаемой как знание. Такие системы предназначены для работы в условиях невозможности точного математического описания информации о свойствах и характеристиках системно-сложных объектов и среды их функционирования.

Ядром технологии проектирования ИСУ является применение новых типов вычислений и процессов моделирования. Их применение даёт дополнительную возможность работы с физической моделью объекта управления (ОУ) без применения математической модели, используя непосредственно измерение динамического поведения ОУ, работая с ОУ как с «чёрным ящиком».

Была разработана следующая структура ИСУ временной синхронизацией гидроакустических объектов в условиях непредвиденных ситуаций (рис. 3).

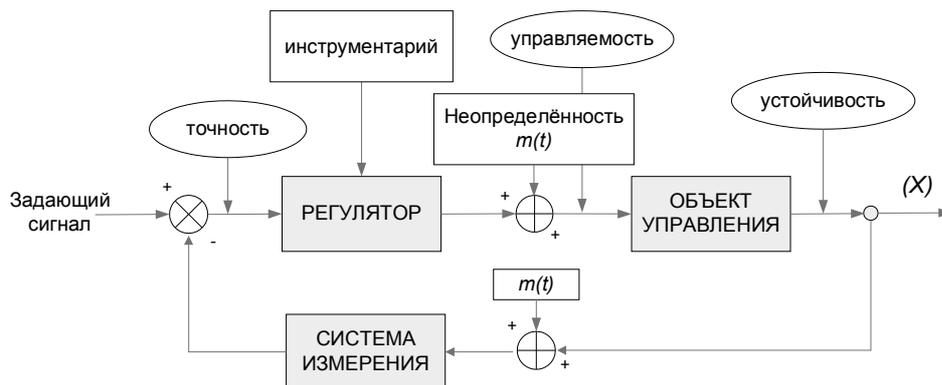


Рис. 3. Структура ИСУ

Применение новых методов интеллектуального управления на основе мягких вычислений позволит извлечь, обработать и спроектировать объективные базы знаний интеллектуальной системы управления на основе нового вида интеллектуальной обратной связи. Инструментарием при создании протоколов адаптации к характеристикам подводной среды и соответствующей базы знаний могут служить интеллектуальные нечёткие вычисления, квантовые вычисления, нейронные сети, использование генетических алгоритмов [5]. Адаптивность и самоорганизация позволит применять данную

систему управления к обозначенному выше классу устройства, различающихся по задачам, требованиям к точности, условиям эксплуатации.

## **Заключение**

Как было сказано, разработка и применение современных акустических приборов и методов позволяет решать прикладные задачи в гидроакустике, а применении новой структуры ИСУ синхронизацией поможет повысить эффективность синхронизации автономных гидроакустических систем.

Сейчас определены задачи исследования, детализированы основные непредвиденные ситуации управления, обусловленные подводной средой, предложен новый подход для эффективного решения поставленных задач.

Следующим этапом является моделирование ОУ, определение условия устойчивости ОУ при фиксированных условиях его работы во внешней среде, формирование закона управления по заданному критерию оптимального управления, проверка динамического поведения ОУ на разные классы случайных возмущений и помех.

## **Список литературы**

1. Ian F. Akyildiz, Dario Pompili, Tommaso Melodia. Underwater acoustic sensor networks: research challenges // *Ad Hoc Networks* 3. – May, 2005. – Pp. 257-279.
2. Свердлин Г.М. Прикладная гидроакустика: учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1990. – С. 320.
3. Батоврин В.К., Дешко И.П. и др. Основы построения открытых систем: учеб. пособие. – М.: ИРЭ РАН, 1999. – С. 131.
4. Литвинцева Л.В., Ульянов С.В., Ульянов С.С. Построение робастных баз знаний нечётких регуляторов для интеллектуального управления существенно-нелинейными динамическими системами. Ч. II // *Изв. РАН. ТиСУ*. – 2006. – № 5.
5. Литвинцева Л.В., Ульянов С.В. Интеллектуальные системы управления. I. Квантовые вычисления и алгоритм самоорганизации // *Изв. РАН. ТиСУ*. – 2009. – № 6. – С. 109-147.