# ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

## МНОГОАГЕНТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННОГО ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

***Абабий Виктор***
*кандидат технических наук, доцент*
*Технический Университет Республики Молдова, г. Кишинев*
***Судачевски Виорика***
*кандидат технических наук, доцент*
*Технический Университет Республики Молдова, г. Кишинев*
***Мельник Раду***
*аспирант*
*Технический Университет Республики Молдова, г. Кишинев*
***Мунтяну Сильвия***
*аспирант*
*Технический Университет Республики Молдова, г. Кишинев*

## MULTI-AGENT SYSTEM FOR DISTRIBUTED DECISION-MAKING

***Ababii Victor***
*PHD, assistant professor*
*Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*
***Sudacevschi Viorica***
*PHD, assistant professor*
*Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*
***Melnic Radu***
*PHD student*
*Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*
***Munteanu Silvia***
*PHD student*
*Technical University of Moldova, Chisinau, Republic of Moldova*

**Аннотация**

В данной работе представлены результаты проектирования Многоагентной системы распределенного принятия решений, в которой область принятия решений описывается в виде многомерного пространства, в котором активируют множество Агентов. Для оптимального распределения вычислительной мощности и обеспечения функциональности определены три типа Агентов: Агенты Сенсор, Агенты Актуатор и Агенты Принятия Решений с искусственным и естественным интеллектом. Процесс идентификации Агентов в сети осуществляется на базе XML кода с соответствующими атрибутами. Взаимодействие Агентов для распределенного принятия решений описывается UML диаграммой последовательности.

**Abstract**

This paper presents the results of the design of a multi-agent system for distributed decision-making, in which the decision-making area is definition in the form of a multi-dimensional space in which multiple Agents are activated. Three types of Agents are defined for optimal distribution of computing performance and providing functionality: Agents Sensors, Agents Actuator, and Decision-making Agents with artificial and natural intelligence. The process of identifying Agents in the network is based on XML code with the corresponding attributes. The interaction of Agents for distributed decision-making is described by a UML sequence diagram.

**Ключевые слова:** Многоагентная система, принятие решений, искусственный интеллект, распределенные вычисления, многомерное пространство, структура Агента, XML, UML диаграмма последовательности.

**Keywords:** Multi-agent system, decision-making, artificial intelligence, distributed computing, multi-dimensional space, Agent structure, XML, UML sequence diagram.

**Введение**

Окружающий нас мир можно представить как множество многомерных процессов, в которых одновременно происходят множество операций, преобразований и действий. Восприятие и управление данными процессами можно отнести к методам решения сложных задач, для которых наиболее эффективными является применение моделей и Систем Искусственного Интеллекта (СИИ) [1].

Преимущества применения СИИ в управлении данного класса задач являются [2,3]:

- принятие решений на основе нечеткой, недостаточной или плохо определенной информации;
- применение методов и моделей нечеткой логики, нейронных сетей, генетических алгоритмов и мембранных вычислений;
- применение формальных моделей для описания и представления информации и знаний;

- применение эвристических методов в случаях, когда получение точных ответов невозможно или требуют больших затрат времени или технических средств;

- применение методов машинного обучения для обновления знаний и др.

При управлении сложными процессами (решение сложных задач), применение Много-Агентных Систем (МАС) для принятия решений [4,5], является важным фактором, так как МАС предусматривает применение методов и моделей ИИ, и обеспечивают автономность Агентов, что позволяет проектировать распределенные вычислительные системы [6].

**Постановка задачи**

Пусть в многомерном пространстве $S \subset R^N$ задан процесс $P$, который $S \xrightarrow{P} S$. Процесс $P$ это множество операций предусматривающие: восприятие пространства $S$, принятие решений и воздействие на пространство $S$ с целью достижения $S_{opt} \subset R^N$.

Целью данных исследований является проектирование Много-Агентной Системы (МАС) для распределенного принятия решений с целью реализации процесса $P$, который обеспечит $S \xrightarrow{P} S_{opt}$.

**Структурная схема МАС**

Структурная схема МАС для распределенного принятия решений представлена на Рисунке 1.

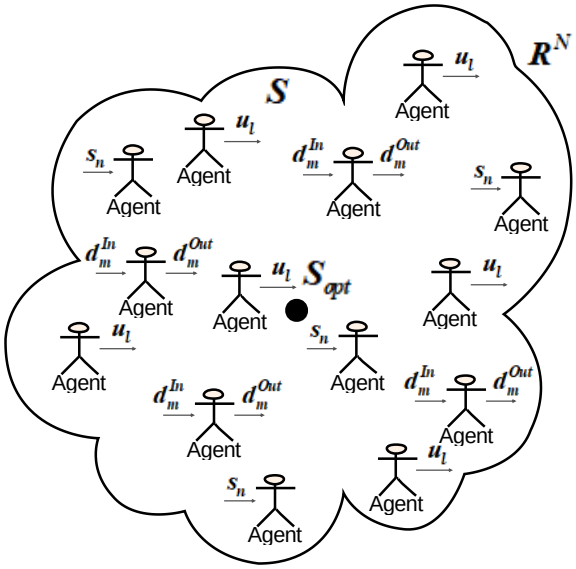



***Рис. 1.*** *Структурная схема МАС для распределенного принятия решений*

Схема МАС состоит из множества Агентов (***Agent***) которые активируют в пространстве $S \subset R^N$. Каждый Агент в состоянии обмениваться данными с другими Агентами и реализовать последовательность операций $p_k$, где $p_k \subset P$ и $P = \bigcup_{k=1}^{K}(p_k)$, $K$ - количество Агентов в структуре МАС.

Для эффективного функционирования МАС предусмотрены несколько типов Агентов, которые в процессе принятия решений обмениваются данными. Каждый тип Агента идентифицируется и описывается в виде XML элементов с соответствующими атрибутами:

**<Agent** ***Type****=”Тип Агента”* ***Name****=”Имя Агента”* ***OP****=”Тип операции”* ***Date****=”Дата активности Агента”* ***Time****=” Время активности Агента”* **>**

*Действие Агента (Данные, Команды, Параметры, Выражения, …)*

**</ Agent >**

***Описание Агентов:***

- Агенты Сенсор предназначены для ввода данных о состоянии пространства $S$. Структура XML элемента для описания сенсорного Агента:

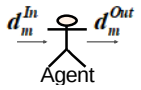
**<Agent** ***Type****=”Sensor”* ***Name****=”DS18B20”* ***OP****=”ID/Config/TxD”* ***Date****=”17.07.2019”* ***Time****=”10:16:35”* >*25.50*</**Agent** >**.**

*25.50* – параметр передаваемый Агентом Сенсор. В зависимости от типа агента передаваемые данные могут принимать как логические, так и Fuzzy логические значения или выражения.

- Агенты Актуатор (исполнительное устройство) предназначены для воздействия на пространство $S$. Структура XML элемента для описания Агента:

**<Agent** ***Type****=”Actuator”* ***Name****=”Relay”* ***OP****=”ID/Config/Exec”* ***Date****=”17.07.2019”* ***Time****=”10:16:55”*> *On/Off*</**Agent**>**.**

*On/Off* – параметры передаваемые Агентами Принятия Решений для исполнительных устройств. В зависимости от типа исполнительного устройства могут быть: логические значения (0/1), целое (23) или вещественное число (6.35).




- Агенты Принятия Решений предназначены для анализа состояния пространства $S[T-1]$ и вектора воздействия $U[T-1]$ на пространство $S$, и генерация нового вектора $U[T]$ для воздействия на пространство $S$.

Структура XML элемента для описания Агента с искусственным интеллектом на базе микроконтроллера:

**<Agent** ***Type=”Control”*** ***Name=”STM32”*** ***OP=”ID/Config”*** ***Date=”17.07.2019”*** ***Time=”10:17:22”*** *>Ready/Busy*</**Agent**>.

Структура XML элемента для описания Агента с естественным интеллектом:

**<Agent** ***Type=”Human”*** ***Name=”Admin”*** ***OP=”ID/Confic”*** ***Date=”17.07.2019”*** ***Time=”10:18:43”*****>***Ready/Waiting/Busy*</**Agent>.**

*Ready/Waiting/Busy* – параметры состояния Агента Принятия Решений.

Большинство из атрибутов для описания Агентов не требуют разъяснения, рассмотрим наиболее специфические их них:

***OP=”ID”*** - атрибут операции идентификации Агента в структуре МАС. В начале работы МАС каждый Агент передает для всех остальных Агентов свои атрибуты идентификации;

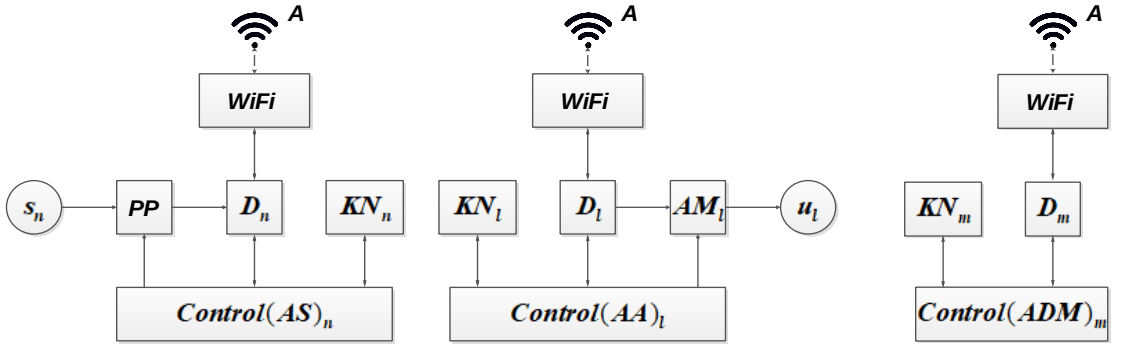
***OP=”Confic”*** – атрибут операции запрос новой конфигурации. При необходимости любой Агент генерирует запрос для новой конфигурации, а в ответ все остальные Агенты отвечают своими атрибутами операции идентификации ***OP=”ID”;***

***OP=”TxD”*** – атрибут операции передача данных. Данные передаются Агентами Сенсор и адресуются всем Агентам Принятия Решений;

***OP=”Exec”*** – атрибут операции выполнение условия указанные в XML элементе. Данные операции генерируются Агентами Принятия Решений и адресуются Агентам Актуатор. Агент Актуатор идентифицирует свое имя и выполняет условие параметра *On/Off*.

**Синтез структурных схем Агентов**

Для нормального функционирования МАС используются 3 типа Агентов: Сенсор (АС, Рисунок 2,а), Актуатор (АА, Рисунок 2,б) и Принятия Решений (АПР, Рисунок 2,в).




*а) Агент Сенсор* *б) Агент Актуатор* *в) Агент Принятия Решений*

*Рис. 2. Структурные схемы Агентов.*

***Функциональное описание Агентов:***

В состав каждого Агента входит: блок хранения Знаний (***KN - knowledge***), память хранения данных (***D-data***), блок обмена данными между Агентами (***WiFi-wireless***) с антенной (***A-antenna***) и блок программного управления (***Control***). Последовательность выполняемых операций блоком программного управления определяется знаниями ***KN***. На каждом цикле принятия решений происходит обновление знаний ***KN***. Обмен данными между Агентами осуществляется в формате XML элементов.

а) ***Агент Сенсор (AS)*** – выполняет функции сбора информации о состоянии пространства $S$. Сенсор $s_n$ генерирует сигнал, который поступает на вход блока предварительной обработки ($PP-$ preprocessing), в последствии под воздействием блока программного управления производится обновление Знаний ***KN*** и их передача другим Агентам через блок обмена данными ***WiFi***.

б) ***Агент Актуатор (AA)*** – выполняет функции воздействия на пространство $S$. Агенты Актуатор находятся в режиме ожидания команды из сети, генерируемые Агентами Принятия Решений. При идентификации имени соответствующим Агентом выполняется обработка XML кода, воздействие на пространство $S$ сигналом $u_l$, который усиливается блоком $AM_l$, после чего производится обновление Знаний ***KN***.

в) ***Агент Принятия Решений (ADM)*** – в режиме принятия решений данные Агенты находятся в режиме ожидания данных от Агентов Сенсор, которые поступают из сети через блок обмена данными ***WiFi,*** и в зависимости от них генерирует команды для Агентов Актуатор, и обновляет Знания ***KN***.

Процесс обновления Знаний ***KN*** более детально описан в работе [7].

**Взаимодействие Агентов**

Процесс взаимодействия Агентов, для распределенного принятия решений, представлен

на Рисунке 3 в виде UML диаграммы последовательности.

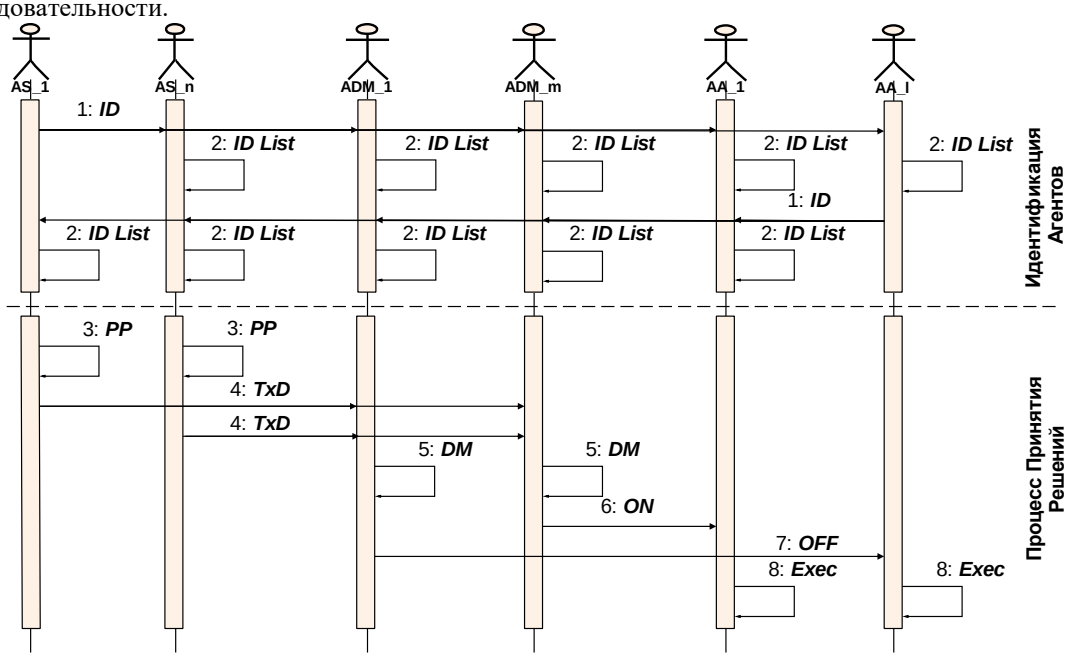



*Рис. 3. Процесс взаимодействия Агентов*

.

Диаграмма последовательности (Рисунок 3) отображает взаимодействия Агентов, упорядоченные по времени. В начале функционирования МАС происходит Инициализация Агентов, после чего МАС переходит в режим принятия решений. Согласно диаграмме множество процессов выполняются параллельно всеми или несколькими Агентами. Таким образом, МАС функционирует асинхронно, каждый Агент решает свою подзадачу, которая обеспечивает сходимость глобальной задачи к поставленной цели, к примеру, достижение оптимального состояния пространства $S$.

Спецификация последовательности операций:

1: ***ID*** – каждый Агент отправляет свой код идентификации всем остальным Агентам;

2: ***ID List*** – каждый Агент принимает коды идентификации Агентов и добавляет их в список активных Агентов;

3: ***PP*** – Агенты Сенсор выполняют операцию ввода и предварительная обработка данных о состоянии пространства $S$;

4: ***TxD*** – все Агенты Сенсор передают данные всем Агентам Принятия Решений;

5: ***DM*** – Агенты Принятия Решений на базе вложенного алгоритма и собственных Знаний ***KN*** анализируют состояние пространства $S$, и принимает решение;

6: ***ON*** – передача команды включить Актуатор ***AA_1;***

7: ***OFF*** – передача команды выключить Актуатор ***AA_l;***

8: ***Exec*** – Агенты Актуатор выполняют полученные команды.

**Выводы**

В данной статье рассматривается пример проектирования Многоагентной системы распределённого принятия решений. Область принятия решений представлена в виде многомерного пространства, в котором активируют множество Агентов трех типов: Агенты Сенсор, Агенты Актуатор и Агенты Принятия Решений. Для каждого типа Агентов разработана структурная схема и описан принцип функционирования. Идентификация и описание Агентов в сети выполняется на базе XML элементов с соответствующими атрибутами. Процесс взаимодействия Агентов, для распределенного принятия решений, представлен в виде UML диаграммы последовательности.

Предложенные технические решения обеспечивают оптимальное распределение вычислительной нагрузки, автономное функционирование и реализация само-настраиваемых Многоагентных систем.

Дальнейшие исследования предусматривают проектирование протоколов прикладного уровня для обмена данными и тестирование архитектуры МАС на базе вычислительных модулей ESP8266 и ESP32.

**Литература:**

1. Люгер, Д.Ф. *Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. 864с. ISBN: 5-8459-0437-4.

2. Девятков, В.В. *Системы искусственного интеллекта.* – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 352с. ISBN: 5-7038-1727-7.

3. Рутковскаия, Д.; Пилиньский, М.; Рутковский, Л. *Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы*. – М.: Горячая линия – телеком, 2006. 452с. ISBN: 5-93517-103-1.

4. Кузнецов, А.В. Краткий обзор много-агентных моделей. *Управление большими системами, Выпуск 71.* 2018. стр. 6-44.

5. Абабий, В. В.; Судачевски, В. М.; Подубный, М. В.; Негарэ, Е. А. Многоагентная ассоциативная вычислительная система // *Молодой ученый. — 2015. — №16.* — стр. 30-36. — URL https://moluch.ru/archive/96/21583/ (дата обращения: 26.07.2019).

6. Радченко, Г.И. *Распределенные вычислительные системы*. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. 184с. ISBN: 978-5-89879-198-8.

7. Ababii, V.; Sudacevschi, V.; Munteanu, S.; Bordian, D.; Calugari, D.; Nistiriuc, A.; Dilevschi, S. Multi-Agent Cognitive System for Optimal Solution Search. *The International Conference on Development and Application Systems (DAS-2018) 14th Edition, May 24-26, 2018, Suceava, Romania*, pp. 53-56, IEEE Catalog Number: CFP1865Y-DVD, ISBN: 978-1-5386-1493-8.

УДК

# О НЕОБХОДИМОСТИ СОЗДАНИЯ ПОДВОДНЫХ ПЛАВУЧИХ БУРОДОБЫЧНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ГЛУБОКОВОДНЫХ ДЛИТЕЛЬНО ЗАМЕРЗАЮЩИХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ

***Гусейнов Ч.С.***
*(ИПНГ РАН)*

# ABOUT NECESSITY OF CREATION OF SUBSEA FLOATING DRILLING-EXTRACTING OIL-GAS CONSTRUCTIONS FOR DEVELOPMENT OF OIL-GAS FIELDS ON DEEP-WATER LENGTHY FREEZING ARCTIC SEAS

***Guseynov*** *Ch. S.*
*(IGCP RAS)*

**Аннотация**

В статье представлены обоснования, утверждающие необходимость создания подводных нефтегазовых судов для освоения нефтегазовых месторождений на глубоководных длительно замерзающих морях в связи с ледовыми воздействиями, разрушающими морские платформы

**Abstract**

In the article is presentations substantiation's, which confirm necessity of creation subsea oil gas ships for development oil-gas fields on deep-water lengthy freezing seas due to with icing effects, which is destroying marine platforms.

**Ключевые слова**: подводные плавучие буровые и нефтегазодобычные суда, длительно замерзающие моря, подводные погружные суда, освоение месторождений, ледовые воздействия

**Keywords**: subsea floating drilling-extracting oil-gas ships, lengthy freezing seas,subsea semi-submersible ships, masteryof fields, icing effects

О перспективных углеводородных ресурсах Арктики опубликовано немало работ. И актуальность решения проблем освоения нефтегазовых ресурсов российского сектора арктических морей Северного Ледовитого океана (СЛО) несомненна, но рентабельность реализации соответствующих мероприятий требует не только тщательного выбора современных технологий и технических средств, но и разработки новых технических решений с нарастающим учётом проблем экологической безопасности всего Мирового океана. И если освоение мелководья арктических морей вполне возможно с использованием традиционных ледостойких сооружений/ платформ (и уже практически немало подобных прецедентов!), то для освоения более глубоких длительно замерзающих арктических морей необходимо создать подводные нефтегазодобывающие платформы, включая, естественно, и буровые, которые, возможно, будут совмещены с добывающими судами (хотя этот вопрос требует отдельного рассмотрения, с точки зрения выбора более экономичного варианта). В связи с этим, по нашему мнению, следует создавать две разновидности подводных нефтегазовых сооружений: *подводно-погружные* для глубин примерно в 150-180 м (устанавливаемые непосредственно на морское дно через подставки-темплиты) и *подводно-плавучие* для глубин свыше 200 м; при этом, опять-таки, следует их фиксировать на заданной точке с помощью тросов/якорных цепей (до глубин 300-350 м), а при глубинах свыше 350 м фиксировать на точке, используя систему динамического позиционирования (управляемую системой Глонасс). У каждой из этих разновидностей есть свои преимущества и недостатки; эти сооружения могут иметь различную форму и очертания с тем, чтобы существующие подводные течения обтекали их наилучшим образом (это особенно важно для подводно-плавучих сооружений, у которых необходимо максимально снизить энергозатраты на фиксацию). Но самым главным преимуществом обеих разновидностей является то, что они не будут подвержены мощным и опасным ледовым воздействиям; кроме того, они будут стабильно находиться в неизменных комфортных температурных условиях по сравнению с надводными сооружениями, на которые воздействуют низкие температуры и ветровые нагрузки. Нельзя также не заметить, что затраты, связанные с обеспечением их