

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра МОЭВМ**

**ОТЧЕТ**  
**по научно-исследовательской работе**  
**Тема: Разработка и реализация алгоритмов взаимодействия в**  
**мультиагентных системах**

Студентка гр. 3303

\_\_\_\_\_

Гриднева К.Н.

Руководитель

\_\_\_\_\_

Чернокульский В.В.

\_\_\_\_\_

Кринкин К.В.

Санкт-Петербург

2018

## ЗАДАНИЕ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ

Студентка Гриднева К.Н.

Группа 3303

Тема НИР: Разработка и реализация алгоритмов взаимодействия в  
мультиагентных системах

Задание на НИР:

провести анализ предметной области, рассмотреть существующие решения,  
предложить план решения задачи

Сроки выполнения НИР: 01.10.2018 – 20.12.2018

Дата сдачи отчета: 19.12.2018

Дата защиты отчета: 20.12.2018

Студентка

\_\_\_\_\_

Гриднева К.Н.

Руководитель

\_\_\_\_\_

Чернокульский В.В.

\_\_\_\_\_

Кринкин К.В.

## **АННОТАЦИЯ**

Целью настоящей работы является проведение обзора предметной области для ВКР на тему: «Разработка и реализация алгоритмов взаимодействия мобильных роботов в мультиагентных системах».

В работе рассматриваются области применения мобильных роботов для технологических процессов складских помещений. Перечисляются виды роботов, используемых для этих процессов. Выявляются проблемы проектирования многоагентной системы. Определяется возможный способ решения задач ВКР.

## **SUMMARY**

The purpose of this work is to review the subject area for FWQ on the theme: “Development and implementation of algorithms for interaction of mobile robots in multi-agent systems”.

The work deals with the application of mobile robots for technological processes of warehouses. The types of robots used for these processes are listed. The problems of designing a multi-agent system are revealed. The possible way of solving the problems is determined.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1.	Применение мобильных роботов для автоматизации технологических процессов складских помещений	6
1.1.	Актуальность задачи автоматизации складских помещений	6
1.2.	Виды роботов для ведения операций на складах	6
2.	Проблемы проектирования МАС	9
2.1.	Формулирование проблем	9
2.2.	Задача выбора структуры группового управления	9
3.	Описание предполагаемого способа решения	11
	Заключение	13
	Список использованных источников	14

## **ВВЕДЕНИЕ**

Глобализация мировой экономики приводит к существенным изменениям в организации производства, хранении и сбыта продукции. Одним из методов оптимизации технологических процессов склада является внедрение многоагентных систем мобильных роботов.

В настоящей работе рассмотрено применение мобильных роботов для автоматизации операций складских помещений. Приведены виды складских роботов.

Целями НИР являются: выявление проблем разработки многоагентных систем мобильных роботов, и как следствие, формулирование способа решения задач ВКР.

# **1. ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СКЛАДСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ**

## **1.1. Актуальность задачи автоматизации складских помещений**

На сегодняшний день процессы автоматизации технологических операций распространяются в различные производственные сферы. И одной из областей, имеющих большой потенциал автоматизации, а значит и экономической выгоды, является взаимодействие процессов в складских помещениях.

Один из методов, позволяющих произвести автоматизацию в данной области – создание робототехнического комплекса, позволяющего автоматизировать действия, производимые на складах, такие как: погрузка, перемещение по территории склада и разгрузка грузов, планирование оптимального размещения грузов на складских стеллажах [1].

Так, например, одна из крупнейших торговых компаний в мире Amazon начала использовать дронов для доставки мелких пакетов в одном из распределительных центров в Аризоне, который равен по площади 28 футбольным полям. Как было рассчитано, среднее время такой доставки составляет 30 минут, а её стоимость для компании – около одного доллара США. Такая низкая стоимость издержек достигается, в первую очередь, за счет повышения эффективности складских процессов: снижения длительности выполнения складских операций для конкретных товаров, а также оптимизации пространства складов для более рационального использования. Этот пример прекрасно иллюстрирует, зачем нужны современные технологии в логистике: они обеспечивают многократное повышение эффективности, снижая при этом издержки [2].

## **1.2. Виды роботов для ведения операций на складах**

Складские роботы - это роботы, предназначенные для ведения операций на складах. Выделяют несколько разновидностей таких роботов:

- роботы-тележки;
- роботы-паллетайзеры;
- роботы-сортировщики.

Для упрощения и рационализации погрузочно-разгрузочных работ на складах используют паллету - специальная тара плоской прямоугольной конструкции. Роботы-тележки (см. рисунок 1.1) способны автономно перемещать такие паллеты по территории склада.



Рисунок 1.1 — Робот-тележка компании Otto

Некоторые из роботов автоматически снимают нужные товары с полки и помещают их в контейнеры или на паллету, а также, наоборот, раскладывают товары по полкам. Для внедрения роботов такого вида на склад иногда требуется специальная подготовка помещений: нанесение разметки на полу или установки специальных меток (беспроводных или отражательных) на стенах и полках. Но существуют также системы, не требующие разметки склада - они ориентируются на системы технического зрения с распознаванием образов на базе встроенного искусственного интеллекта (ИИ).

Другие виды роботов, такие как роботы-паллетайзеры (см. рисунок 1.2), предназначены для автоматического захвата и укладки продукции на паллеты.

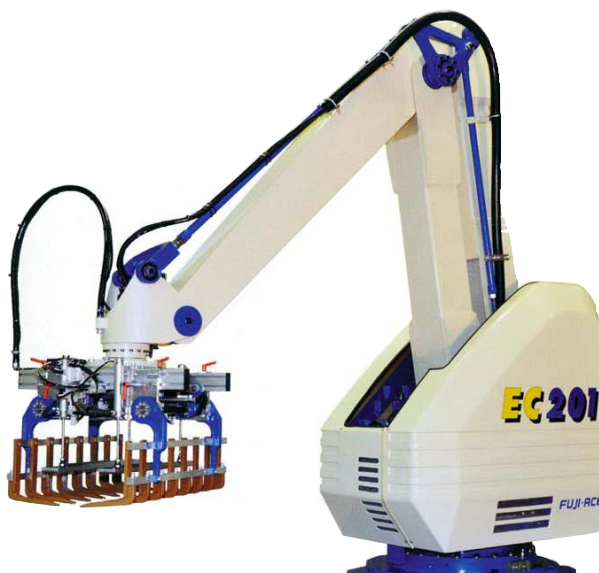


Рисунок 1.2 — Робот-паллетайзер компании Fujirobotics EC

Роботы-сортировщики (см. рисунок 1.3) находят применение при упаковке товаров. Они должны уметь справляться с задачей разбора предметов с их точной идентификаций.



Рисунок 1.3 — Роботы-сортировщики в почтовом центре “Chinese delivery”

Также существуют комплексные решения автоматизации складов, использующие, например, промышленные манипуляторы, мобильные роботизированные тележки, паллетайзеры и подобную технику. При комплексном подходе возможно выделение группы роботов, каждый член которой выполняет заданную операцию. Например, один из роботов снимает с полок товары, другие перевозят эти товары к точке выдачи.



## **2. ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАС**

### **2.1. Формулирование проблем**

Под многоагентной системой (МАС) понимают множество программных агентов, организованных в одно или несколько сообществ, и предназначенных для решения определенной задачи. Агент – это программный объект, способный воспринимать ситуацию, принимать решения и коммуницировать с подобными себе объектами, динамически устанавливая с ними связи.

Как правило, один агент владеет лишь частичным представлением о глобальной проблеме, а значит, он может решить только некоторую часть общей задачи. Поэтому, для разработки многоагентной системы, предназначенной для автоматизации некоторой операции на складе, необходимо решить следующие проблемы:

- определить множество агентов (мобильных роботов), их специализацию, характеристики;
- выделить эффективное взаимодействие между агентами;
- сформировать структуру управления МАС.

Исходя из решения выше поставленных задач, формируется дееспособная МАС.

### **2.2. Задача выбора структуры группового управления**

Структура управления МАС влияет на организацию технологических процессов. Выделяют централизованные и децентрализованные структуры управления МАС. Схемы этих структур представлены на рисунке 2.1.

Централизованная структура управления предполагает наличие в группе командира или некоторого центрального устройства управления (ЦУУ). При этом на ЦУУ возлагаются задачи планирования и управления действиями всех объектов группы. К преимуществам такой стратегии группового управления следует, в первую очередь, отнести простоту ее организации. С другой стороны, данная структура имеет недостатки. Поскольку

на центральный узел управления возлагается сложная задача оптимизации действий всех членов группы для достижения групповой цели, то увеличивается время принятия решения. Причем длительность принятия решения возрастает с увеличением числа объектов в группе. Указанный недостаток частично устраняется при использовании стратегии иерархического управления [3].

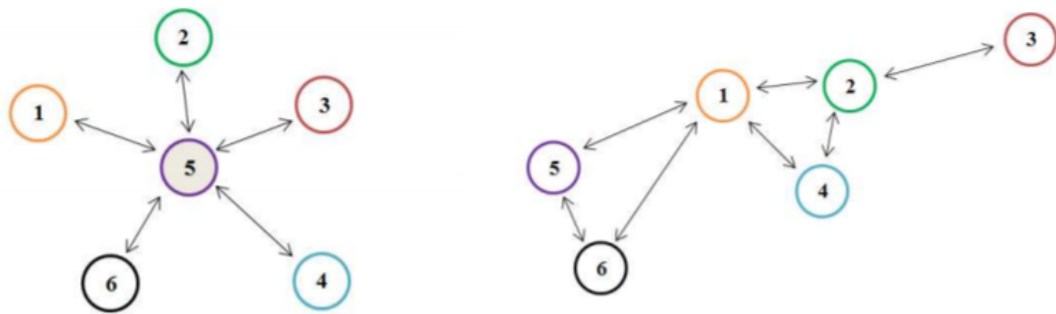


Рисунок 2.1 — Схемы структур группового управления.

В децентрализованных системах управления нет ЦУУ. Задачи распределяются в процессе взаимодействия агентов, при этом каждый агент стремится внести максимально возможный вклад в достижение общей, групповой цели [4]. Одно из преимуществ такой системы управления заключается в том, что решаемая каждым агентом задача будет несложной, т. к. в его цели не входит оптимизация действий всей группы. Но эта стратегия так же не лишена недостатков, главным из которых является сложность её алгоритмизации, поскольку каждый член группы должен четко понимать групповую задачу и уметь соответственно выбирать такие свои действия, которые приводят к наилучшему её решению с точки зрения всей группы [5].

Целесообразность использования той или иной стратегии управления в каждом конкретном случае определяется условиями решения и особенностями прикладной задачи, стоящей перед группой исполнителей, необходимой и возможной степенью контроля за их действиями, а так же за изменением обстановки и текущего состояния внешней среды.

### 3. ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО СПОСОБА РЕШЕНИЯ

Для ВКР на тему: «Разработка и реализация алгоритмов взаимодействия мобильных роботов в мультиагентной системе» в качестве предметной области выбрана автоматизация технологических процессов в складских помещениях. Решено ограничиться одним таким процессом, а именно доставкой грузовой паллеты к упаковщику.

В рамках предметной области первоначальной задачей является выявление необходимых параметров, которыми должен обладать мобильный робот. Такими параметрами могут быть:

- скорость перемещения;
- грузоподъемность;
- набор датчиков (сканер, дальномер, и др.);
- геометрические размеры;
- ёмкость аккумулятора и т. д.

В доставке паллет должна участвовать группа мобильных роботов. В связи с этим необходимо рассмотреть существующие стратегии группового поведения и определить наиболее подходящую к рассматриваемой задаче модель поведения. Также на этом этапе исследования следует учесть каналы связи между роботами, между роботами и центром, выдающим цели.

Для задачи автоматизации процесса доставки паллеты к упаковщику можно выполнить декомпозицию. Функциональная декомпозиция рассматриваемой задачи представлена на рисунке 3.1.

Из рисунка 3.1 видно, кроме основного алгоритма, определяющего поведение группы роботов, необходимо реализовать алгоритм распределения целей, задач между роботами такой, чтобы он соответствовал реалиям предметной области.

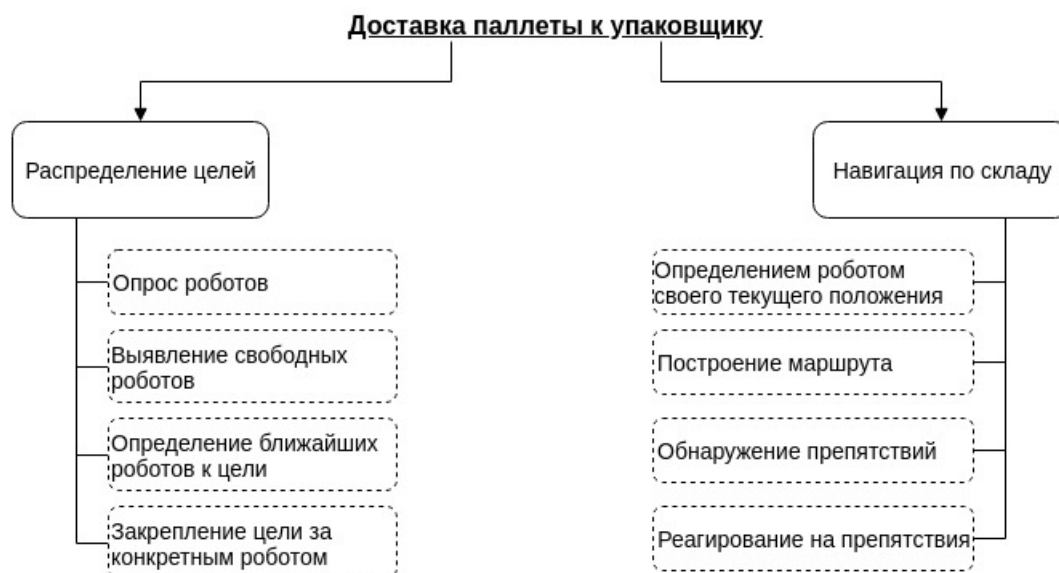


Рисунок 3.1 - Функциональная декомпозиция задачи автоматизации процесса доставки паллеты к упаковщику

Также следует предусмотреть реализацию перемещения мобильных роботов по складу, где основной задачей является определение роботом препятствий, других роботов и избегание им столкновений.

Кроме алгоритмических задач существует также задача графического отображения результатов исследования.

Реализацию вышеописанных задач предполагается выполнять с применением Robot Operating System (ROS) и симулятора Gazebo. Возможно использование платформы Java Agent Development Framework в качестве вспомогательного инструмента на этапе исследования группового поведения мобильных роботов.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе представлено применение мобильных роботов для автоматизации операций складских помещений. Рассмотрены виды складских роботов и их назначение.

Также в работе сформулированы основные проблемы проектирования многоагентных систем мобильных роботов, к которым относится выбор структуры управления группой агентов, подбор алгоритма распределения задач между агентами.

Приведенный способ решения не является заключительным на данном этапе исследования. Поэтому, к дальнейшим целям работы над ВКР относится более детальное рассмотрение вышеописанных задач, формирование критериев по каждой из поставленных проблем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драницкий И.О. Использование мобильных роботов для автоматизации складских помещений [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://scienceproblems.ru/images/ispolzovanie-mobilnyh-robotov.pdf> (дата обращения: 04.12.2018)
2. Бойко А. Складские роботы [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <https://iot.ru/riteyl/umnye-sklady-kak-sensory-roboty-i-drony-menyayut-logistiku> (дата обращения: 04.12.2018)
3. Назарова А.В., Рыжова Т.П. методы и алгоритмы мультиагентного управления робототехнической системы [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://engjournal.ru/articles/251/251.pdf> (дата обращения: 15.12.2018)
4. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005, 280с.
5. Лохин В.М., Манько С.В. Перспективы применения, принципы построения и проблемы разработки мультиагентных робототехнических систем. [Электронный ресурс] Режим доступа URL: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/3810.pdf> дата обращения: 15.12.2018)