МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

**Факультет компьютерных технологий и прикладной математики**

**Кафедра вычислительных технологий**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

**ТУРПОТОКИ**

Работу выполнил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.М. Нагалевский

(подпись)

Направление подготовки 02.03.02 — «Фундаментальная информатика и\_\_\_\_\_

(код, наименование)

информационные технологии»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_курс\_\_\_\_\_\_\_\_3\_\_\_\_\_\_\_\_

Направленность (профиль) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Математическое и программное обеспечение компьтерных технологий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Научный руководитель

канд. техн. наук, доц. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Т.А. Приходько

(подпись, дата)

Нормоконтролер

ассистент \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Е.А. Нигодин

(подпись, дата)

Краснодар

2023

**РЕФЕРАТ**

Курсовая работа 36 стр., 4 ч., 13 рис., 6 источников.

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ, ТУРПОТОКИ, R.

Объектом исследования являются турпотоки и туриндустрия в России за несколько лет.

Цель работы: целью данной работы является проведение анализа турпотоков в России за определенный период времени с помощью языка R, а также изучение туриндустрии с целью выявления основных тенденций, паттернов и факторов, влияющих на развитие отрасли.

В качестве методов исследования использовались сбор и обработка данных, их анализ, включая статистический и визуализация данных. В результате работы были изучены динамика въездных и выездных турпотоков в России за последние шесть лет, были выделены популярные регионы и области, которые привлекают туристов. Также были выделены тенденции и факторы в развитии туриндустрии.

Научная новизна работы заключается в том, что она представляет комплексный анализ турпотоков в России за несколько лет, включая въездные и выездные потоки, а также исследование туриндустрии и ее финансовых показателей, что позволяет получить глубокое понимание динамики туристической активности и факторов, влияющих на развитие отрасли.

Практическая ценность заключается в том, что полученные результаты и выводы могут быть использованы для разработки стратегий развития туристической индустрии, принятия управленческих решений и планирования мероприятий для привлечения туристов и повышения эффективности туристических организаций в России.

По результатам исследования были выявлены основные тенденции и паттерны в турпотоках в России за рассматриваемый период, определены популярные регионы и области, привлекающие внутренних и въездных туристов, а также проанализирована финансовая состоятельность туриндустрии.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[Введение 5](#_Toc121825944)

[1 Виды взаимодействия агентов в МАС 8](#_Toc121825945)

[1.1 Понятие МАС 8](#_Toc121825946)

[1.2 Виды взаимодействия агентов 9](#_Toc121825947)

[1.2.1 Формы кооперации агентов 9](#_Toc121825948)

[1.2.2 Типы объединений агентов 11](#_Toc121825949)

[1.3 Математическое описание агентов в МАС 12](#_Toc121825950)

[2 Доменная область разрабатываемой системы - система логистики 14](#_Toc121825951)

[2.1 Виды логистических систем 15](#_Toc121825952)

[2.2 Свойства и функции логистических систем 15](#_Toc121825953)

[2.3 Принципы управление в системах логистики 17](#_Toc121825954)

[2.4 Транспортная логистика 19](#_Toc121825955)

[3 Общая постановка задачи 20](#_Toc121825956)

[3.1 Описание задачи 20](#_Toc121825957)

[3.2 Системы отслеживания 21](#_Toc121825958)

[3.3 Архитектура транспортно-логистической системы (ТЛС) 22](#_Toc121825959)

[4 Описание агентов 25](#_Toc121825960)

[4.1 Агент “Погода вдоль трассы” 25](#_Toc121825961)

[4.2 Агент “Оптимальная скорость” 26](#_Toc121825962)

[4.3 Агент “Самочувствие водителя” 28](#_Toc121825963)

[4.4 Агент “Техническое состояние автомобиля” 29](#_Toc121825964)

[4.3 Концепт модели для симуляции грузоперевозок. 32](#_Toc121825965)

[Заключение 35](#_Toc121825966)

[Список использованных источников 36](#_Toc121825967)

# ВВЕДЕНИЕ

Актуальность данной работы состоит в том, что анализ данных играет все более важную роль в различных сферах человеческой деятельности, включая туризм. С развитием информационных технологий и доступностью больших объемов данных, становится возможным проводить глубокий и комплексный анализ туристических потоков и факторов, влияющих на развитие туристической индустрии. При этом важно учитывать, что история анализа данных имеет долгую и богатую историю, начиная от примитивных статистических методов до современных подходов, основанных на машинном обучении и искусственном интеллекте.

Вместе с тем, современные технологии сбора, хранения и анализа данных открывают новые возможности для изучения и понимания туристической деятельности. Анализ данных позволяет выявить тенденции, зависимости и факторы, влияющие на развитие туризма, а также определить эффективные стратегии и меры для развития туристической индустрии.

Ключевое событие в сфере анализа данных произошло в 1970 г., когда Эдгар Кодд опубликовал статью с описанием реляционной модели данных, которая совершила переворот в том, как именно данные хранятся, индексируются и извлекаются из баз. Реляционная модель позволила извлекать данные из базы путем простых запросов, которые определяли, что нужно пользователю, не требуя от него знания о внутренней структуре данных или о том, где они физически хранятся. Документ Кодда послужил основой для современных баз данных и разработки SQL (языка структурированных запросов), международного стандарта формулировки запросов к базам данных.

В настоящее время исследования и разработки в области анализа данных представляют собой активное и важное направление в информационных технологиях. С начала 2000-х годов наблюдается значительный рост интереса к анализу данных и применению современных методов машинного обучения и статистического анализа для извлечения ценной информации из больших объемов данных. Методы анализа данных находят применение в различных сферах, включая бизнес, науку, медицину, финансы, социальные исследования и другие. Они позволяют обнаруживать скрытые закономерности, выявлять зависимости и тренды, классифицировать и кластеризовать данные, делать прогнозы и принимать решения на основе данных.

По учебным планам направление ФИИТ изучает BigData и анализ данных на 3 курсе бакалавриата, поэтому было принято решение глубже углубится в эту сферу и изучить как различные методы анализа данных, так и язык R.

Основная цель работы – проведение комплексного анализа данных с использованием современных методов и инструментов анализа данных.

Для реализации поставленной цели предполагается решить следующие задачи.

* изучить принципы работы анализа данных;
* изучить анализ данных на языке R;

Объектом исследования в работе являются данные, связанные с турпотоками и туристической индустрией.

Предметом исследования являются различные аспекты и характеристики турпотоков и туристической индустрии.

Информационная база исследования включает в себя несколько видов учебных материалов таких как книги по анализу данных, статьи от авторитетных сервисов и документация. В качестве методов исследования использовался сбор и обработка данных, их анализ, включая статистический и визуализация данных.

Научная новизна работы заключается в том, что она представляет комплексный анализ турпотоков в России за несколько лет, включая въездные и выездные потоки, а также исследование туриндустрии и ее финансовых показателей, что позволяет получить глубокое понимание динамики туристической активности и факторов, влияющих на развитие отрасли.

Практическая значимость исследования курсовой работы заключается в результатах исследования, которые могут быть использованы студентами при изучении туриндустрии и дальнейший анализ этих данных, для выявления тенденций и стратегий развития туризма в России.

Практическая ценность заключается в разработке анализе туризма для дальнейшего его использования (???).

# Виды взаимодействия агентов в МАС

## 1.1 Понятие МАС

Многоагентные системы есть сеть слабо связанных решателей частных проблем (агентов), которые способны решать такие проблемы, которые не под силу ни одному из агентов системы в отдельности (рис. 1).

Обычно агенты взаимодействуют между собой на некотором языке достаточно высокого уровня в соответствии с некоторым протоколом [1].

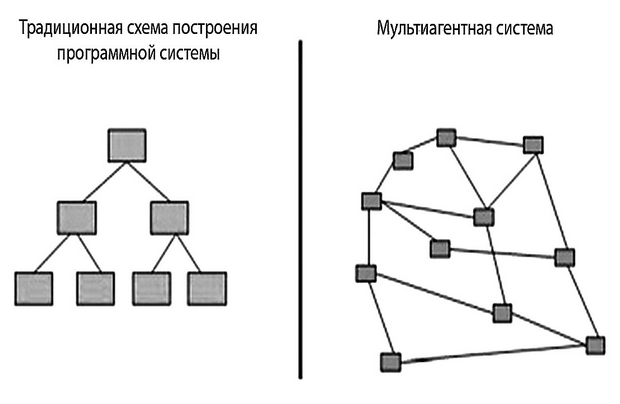


Рисунок 1 - Различие систем клиент-серверной и мультиагентной

Важным понятием, используемым в МАС, является понятие открытой системы (рис. 2). По современным представлениям открытой системой называют такую систему, которая сама способна изменять свою структуру при изменении среды. При этом подразумевается, что среда функционирования системы тоже является открытой. Кроме того, открытой средой называют такую среду, которая состоит из множества гетерогенных компонент, состав которых заранее неизвестен и может динамически изменяться. Компоненты среды называются гетерогенными, если они имеют различное функциональное назначение, работают на разных операционных платформах, возможно, разработаны с помощью различных инструментальных средств, созданы различными людьми и/или организациями в различное время и т.д.

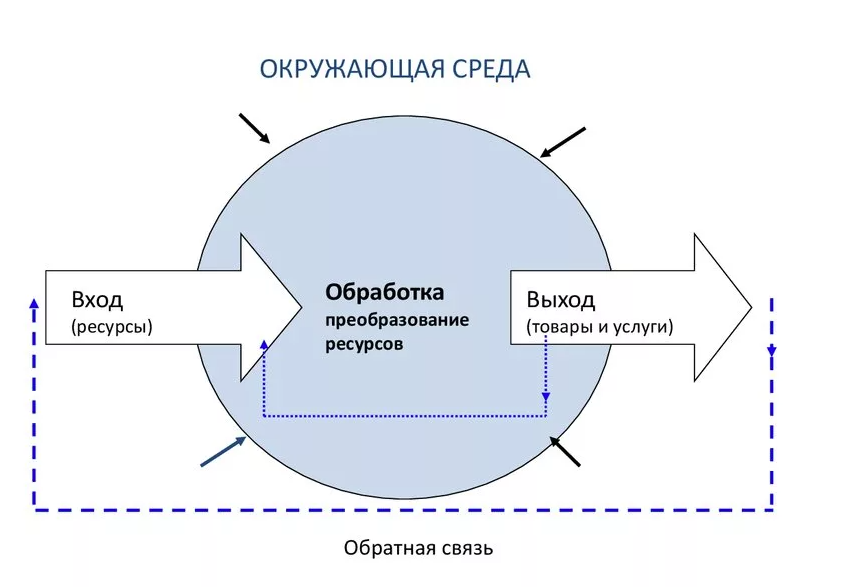


Рисунок 2 - Модель открытой системы

## 1.2 Виды взаимодействия агентов

### 1.2.1 Формы кооперации агентов

Взаимодействие агентов определяет их коллективное поведение. Взаимодействие агентов, а значит и их коллективное поведение, может иметь различный характер. Агенты могут взаимодействовать с целью кооперативного решения некоторой общей сложной или крупномасштабной задачи. В этом случае исходная задача разбивается некоторым образом на более простые, которые поручаются отдельным специализированным агентом. При этом взаимодействие агентов имеет целью координацию локальных решений для достижения некоторого требуемого качества решения задачи в целом. Эта координация может достигаться либо в полностью распределенном варианте, либо с помощью управления, осуществляемого специально выделенным для этих целей агентом. Качество решения исходной большой задачи при этом обычно оценивается с помощью некоторой глобальной функции (global utility function), значение которой зависит от локальных решений, возможно, достаточно сложным образом.

Другой характер кооперации агентов имеет место тогда, когда каждый агент имеет свои цели, однако он по каким-либо причинам не в состоянии решить задачу самостоятельно, а потому вынужден прибегать к помощи других агентов. Например, он может не обладать необходимой информацией, а потому вынужден запрашивать ее у другого (других) агентов. Он может не обладать некоторой функциональностью. Агент может нуждаться также в каких-либо других ресурсах. Этот случай взаимодействия агентов тоже следует отнести к кооперации, однако, в отличие от предыдущего случая, агенту может быть отказано в кооперации.

Существует множество примеров связи мультиагентных систем и реального мира (рис.3). Например, задача электронной коммерции (электронный магазин), поддержка процессов принятия решений на предприятии и другие [2].

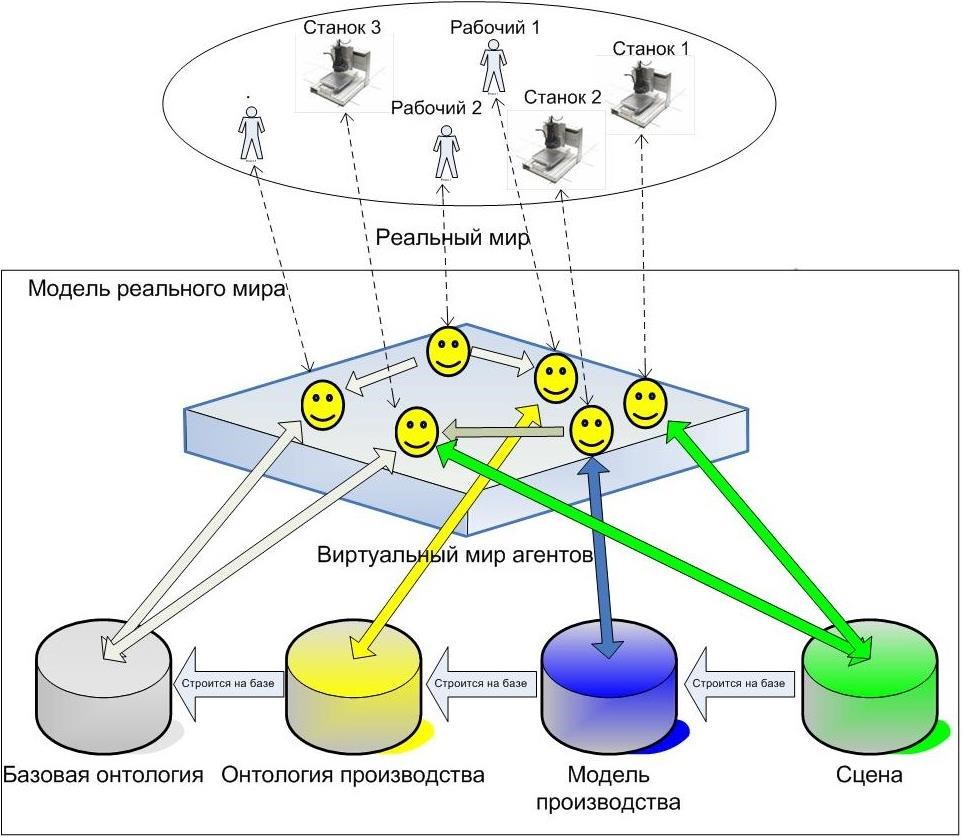


Рисунок 3 - Связь реального мира и МАС

### 1.2.2 Типы объединений агентов

Различают три типа объединений агентов, связанных взаимными обязательствами.

1. Альянс, когда взаимные обязательства агентов относительно слабы, в этом случае агенты "помогают" друг другу не в ущерб собственным интересам.
2. Коалиция, когда агенты, объединяются в группы с достаточно "сильными" взаимными обязательствами, как правило, чтобы помочь друг другу "выстоять" в конкурентной борьбе с другими агентами и/или коалициями, агенты коалиции при этом не имеют общих целей, каждый из них имеет свой локальный показатель для оценки качества достижения своих целей, а также четко оговоренные условия, определяющие, в каких условиях и каким образом они помогают друг другу.
3. Команда, когда группа агентов решает общую задачу и при этом действует как один агент, при этом ни у одного агенты не существует каких-либо собственных глобальных целей, отличных от цели команды и динамически формируемые локальные цели направлены на достижение общей цели команды.

## 1.3 Математическое описание агентов в МАС

Пусть есть множество состояний внешней среды, есть хранилище (база) данных, в которой хранятся знания агента, есть множество состояний внешней среды, которое агент способен воспринимать, и есть множество действий, которое способен исполнять агент [3]. Тогда теоретико-множественная модель агента может быть представлена в терминах следующего набора функций.

1) Perceive**:**, она определяет модель среды, которой обладает агент. Заметим, что модель среды, используемая агентом, может лишь приблизительно отвечать ее реальному состоянию.

2) Infer:, она задает изменение убеждений агента (знаний о внешней среде) после получения о ней информации с помощью функции восприятия perceive.

3) Select**:**, которая определяет выбор действий агента после получения информации о внешней среде в контексте нового состояния базы данных **D.**

4) Act:, которая определяет изменение состояние внешней среды после воздействия на нее агента.

На рисунке 4 графически показаны взаимодействие заданных функций.

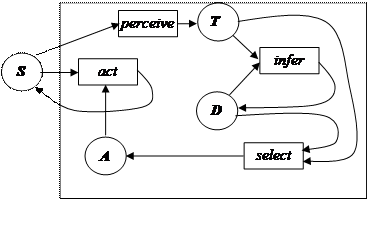


Рисунок 4 - Внешняя среда и логика агентов

Таким образом, упрощенная формальная модель агента может быть представлена семеркой:

# 2 Доменная область разрабатываемой системы - система логистики

Система представляет собой такую взаимосвязанную организованную совокупность элементов, которая обладает качествами, несвойственными отдельным составляющим ее элементов. Таким образом, некоторая совокупность объектов будет представлять собой систему лишь при наличии следующих свойств:

* + целостность и делимость (на основе дискретных составляющих);
  + наличие связей между элементами;
  + организованность.

Для представления объекта как системы используют системный подход. При этом различают внутреннюю и внешнюю среду системы, а также вход и выход. На рисунке 5 показан управляющий элемент системы.

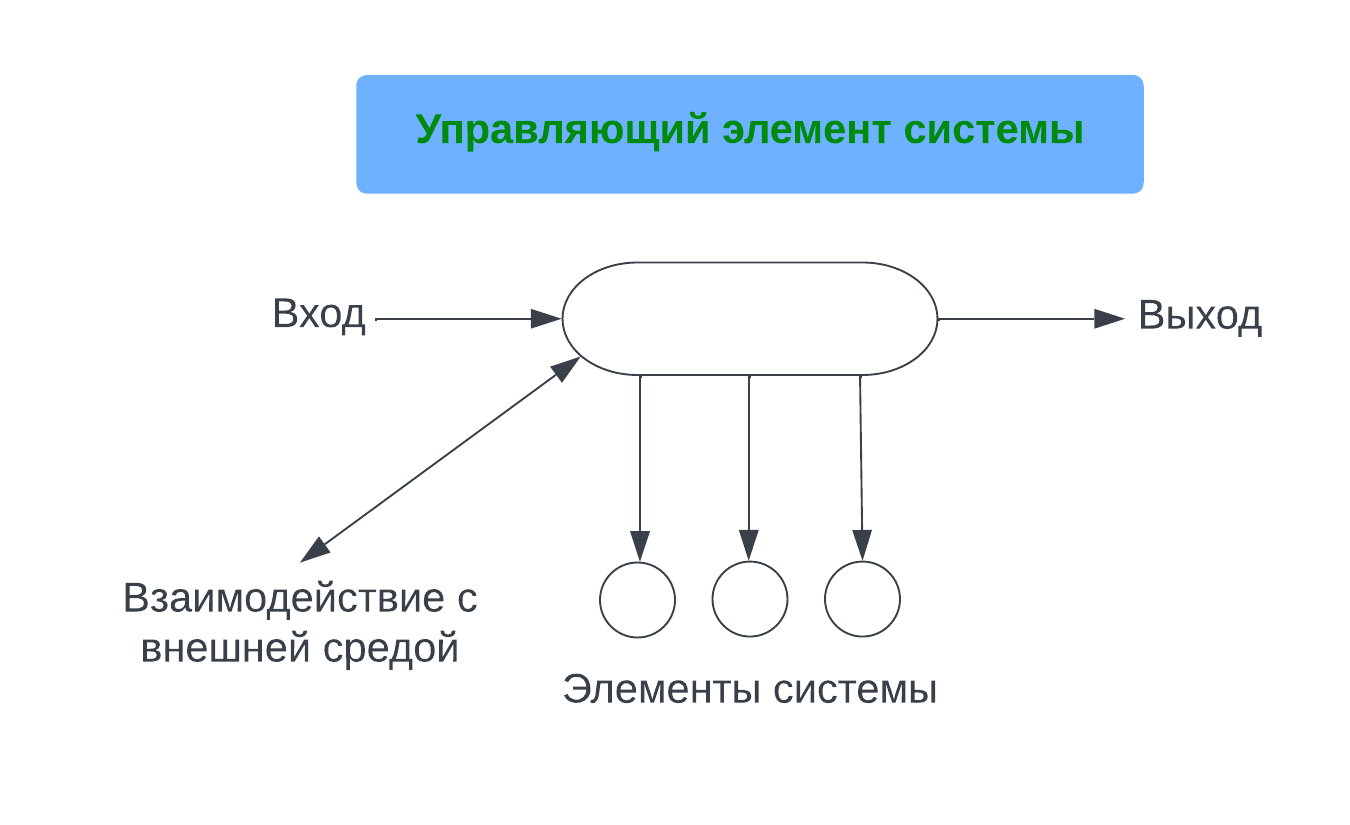


Рисунок 5 -Объекты как система

Логистическая система обладает, во-первых, способностью поставить нужный товар в нужное время и место, необходимого качества с минимальными затратами, во-вторых, способностью адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды.

Логистическая система – это адаптивная система с обратной связью, выполняющая те или иные логистические функции. Она, как правило, состоит из нескольких подсистем и имеет развитые связи с внешней средой. Цель логистической системы-доставка товаров и изделий в максимально возможной степени подготовленных к производственному или личному потреблению при заданном уровне издержек, в заданное место, в нужном количестве и ассортименте.

## 2.1 Виды логистических систем

Логистические системы делят на макро- и микрологистические. Макрологистическая система – это крупная система управления материальными потоками, охватывающая предприятия и организации промышленности, посреднические, торговые и транспортные организации различных ведомств, расположенных в разных регионах страны или в разных странах. Эта система представляет собой определенную инфраструктуру экономики региона, страны или группы стран.

Микрологистические системы являются подсистемами − структурными составляющими макрологистических систем. К ним относят различные производственные и торговые предприятия, территориально-производственные комплексы. Эти системы представляют собой класс внутрипроизводственных логистических систем, в состав которых входят технологически связанные производства, объединенные единой инфраструктурой.

## 2.2 Свойства и функции логистических систем

Различают четыре основных свойства логистических систем [4]:

1) Свойство целостности и делимости. Система – целостная совокупность элементов, взаимодействующих друг с другом. Декомпозицию логистических систем на элементы можно осуществлять по-разному. На макроуровне при прохождении материального потока от одного предприятия к другому в качестве элементов могут рассматриваться сами предприятия, а также связывающий их транспорт. На микроуровне логистическая система может быть представлена в виде следующих основных подсистем.

* + закупка – обеспечивает поступление материального потока в логистическую систему;
  + управление производством – подсистема принимает материальный поток от подсистемы закупок и управляет им в процессе выполнения различных технологических операций, превращающих предмет труда в продукт труда;
  + сбыт – обеспечивает выбытие материального потока из логистической системы.

2) Свойство связи. Между элементами логистической системы имеются существенные связи. В макрологистических системах основу связи между элементами составляет договор. В микрологистических системах элементы связаны внутрипроизводственными отношениями.

3) Свойство организации. Связи между элементами логистической системы определенным образом упорядочены, т.е. логистическая система имеет организацию.

4) Свойство интегративности. Логистическая система обладает интегративными качествами, не свойственными ни одному из элементов в отдельности. Эти качества логистической системы позволяют закупать материалы, пропускать их через производственные мощности и выдавать во внешнюю среду, достигая заранее намеченных целей.

Управление логистической системой выражается в осуществлении определенных действий, направленных на достижение поставленных целей. В рамках логистической системы традиционные функции управления находят следующее выражение.

1. Прогнозирование в логистике представляет собой определенную систему вероятностной оценки характера изменения целей и путей развития логистического объекта в сопряжении с материальными ресурсами организации;
2. Планирование в логистике является основной функцией. Оно ориентировано на постановку реальных целей и задач логистической системы в целом в строгом соответствии с методами и средствами их достижения;
3. Организация ‒ определение и распределение объема работ по реализации намеченных целей, а также характера взаимоотношений между управленческими и производственными звеньями по созданию реальных условий для достижения целевой функции фирмы (компании) в рамках логистического процесса;
4. Регулирование ‒ предвидение и устранение возможного отклонения в ходе логистического процесса от основных показателей;
5. Мотивация ‒ процесс побуждения работника к активной деятельности по достижению поставленных целей с помощью системы стимулов;
6. Координация ‒ необходимое согласование действий в работе всех структурных звеньев логистической системы, она предусматривает обеспечение ритмичности и непрерывности в целях гармоничного взаимодействия всех звеньев системы;
7. Учет ‒ деятельность по накоплению и анализу итоговых данных за конкретный временной период. Данная функция позволяет совершенствовать логистическую систему с учетом опыта прошлых лет.

## 2.3 Принципы управление в системах логистики

Принципы управления – это наиболее общие, основополагающие правила и рекомендации, упитывающиеся и выполняющиеся в практической деятельности на всех уровнях управления. В логистической системе предприятия должны соблюдаться следующие принципы управления.

1. принцип научности‒построение логистической системы на строго научных основах;
2. принцип системности и комплексности‒ необходимость изучения в логистике объекта управления и управляющий системы совместно и нераздельно;
3. принцип единоначалия в управлении и коллегиальности в выработке решений ‒ в рамках логистической системы любое решение должно разрабатываться коллегиально;
4. принцип централизованности и децентрализованности‒ централизация и децентрализация в логистической системе должны находиться в единстве и дополнять друг друга;
5. принцип пропорциональности в управлении‒ рост и усложнение объекта в логистике ведут к росту субъекта управления;
6. принцип экономии времени ‒ необходимость постоянного уменьшения трудоемкости операций в логистическом процессе;
7. принцип целевой совместимости и сосредоточения‒ создание связанной, целенаправленной логистической системы, при которой все ее звенья образуют единый механизм, направленный на решение общей задачи.
8. принцип непрерывности и надежности‒ создание таких условий, при которых достигаются устойчивость и непрерывность заданного режима логистического процесса;
9. принцип планомерности, пропорциональности и динамизма‒ логистическая система должна быть нацелена на достижение не только текущих, но и долговременных целей своего развития;
10. принцип эффективности управления‒ актуален, поскольку на практике в логистическом процессе существует многовариантность путей достижения одной и той же поставленной цели.

## 2.4 Транспортная логистика

Транспортная логистика – это один из разделов логистики, занимающийся задачами процесса организации и транспортировки груза из начального пункта в конечный по оптимальному маршруту. В конечном итоге после использования транспортной логистической системы для предприятия должно выполняться «шесть правил логистики» — требуемый груз, в указанном месте, в заданное время, в необходимом количестве, определённого качества, с минимальными затратами [5].

Транспорт представляют, как систему, состоящую из трёх компонент.

1. Транспорт общего пользования включающий такие типы транспортов, как железнодорожный, водный (морской и речной), автомобильный, воздушный, трубопроводный.
2. Транспорт необщего пользования либо являющийся внутрипроизводственным, либо принадлежащий нетранспортным предприятиям (как правило, является составной частью производственных систем).
3. Транспорт специализированного назначения - предназначен для доставки спецгрузов различного назначения.

# Общая постановка задачи

В данной работе для создания МАС рассматривается транспорт общего пользования: грузовики, совершающие междугородние перевозки. Целью данной части является формальное описание процесса распределения заказов и планирование маршрутов для их последующей транспортировки.

Рассматривается сложная задача планирования, распределения и оптимизации перевозки, когда состав ресурсов и заказов может меняться «на лету»: поломка грузовика в пути и необходимость решения данной проблемы в зависимости от сложности поломки; болезнь водителя, которая приводит к перепланированию расписания перевозок; появление новых заказов и необходимость их обработки и своевременного выполнения.

Современные производственные системы перестают быть централизованными и становятся распределёнными. Вместо предварительного расчета и составления единого расписания грузоперевозок требуется учет влияния внешних факторов в режиме реального времени. Однако в системе должен присутствовать диспетчер, который будет ориентировать водителей и решать некоторые проблемы, возникшие вовремя выполнение заказа. Мультиагентные технологии не только обеспечивают эти требования, но и позволяют решать сложные задачи с большим числом переменных путём разбиения на более простые задачи.

## 3.1 Описание задачи

Опишем формально задачу для некоторой организации, занимающейся междугородними грузоперевозками.

1. Имеется парк грузовиков, состоящий из N, оборудованных GPS/GLONASS датчиками, положение которых отражается на карте.
2. В режиме реального времени диспетчерская служба принимает новые заказы на междугородние перевозки или сообщения о каких-либо незапланированных событиях (задержки, поломки и т.д.), которые необходимо обрабатывать и генерировать план реализации новых перевозок или устранение возникших неполадок, учитывая текущие ресурсы.
3. Постоянно случающиеся события незамедлительно приводят к изменениям, которые должны учитываться и вноситься в план использования ресурсов без остановок и перезапуска системы, путем адаптивного изменения расписания с использованием как свободных окон времени, так и подвижками во времени и переброской на другие ресурсы ранее распределённых заказов.

## 3.2 Системы отслеживания

Немного о системах отслеживание перемещение водителей во время выполнения заказов.

1. GLONASS.

Для обеспечения максимальной прозрачности поставок на рынке логистических услуг успешно применяются спутниковые навигационные технологии ГЛОНАСС, которые позволяют автоматизировать управление доставками грузов на объекты, повышать эффективность бизнес-процессов предприятий, обеспечивать безопасность. Транспорт оснащается навигационно-связным оборудованием, благодаря которому владельцы транспорта могут отслеживать его перемещение в режиме реального времени [6].

1. GPS.

Использование GPS сервисов может помочь решить многие задачи. Одной из них является автоматизация транспортной логистики. Комплекс программного обеспечения позволяет создавать маршрутные листы, осуществлять контроль за исполнением выданных маршрутных заданий и получать подробные отчеты.

Рассматривая сущностные характеристики GPS-системы, можно сказать, что принцип ее работы в улавливании сигнала от нескольких спутников, обработке данных и расчете географических координат местонахождения. Таким образом определяется местоположение приемного устройства. Система позиционирования при наличии сигнала непрерывно поддерживает связь со спутниками, поэтому может показывать передвижение обладателя GPS устройства.

Наиболее популярной, конечно же, остается система GPS. Обусловлено это тем, что большинство устройств производится за рубежом, однако более дешевые отечественные системы отслеживание перемещения используют систему GLONASS.

В дальнейшем будем считать, что все водители оснащены именно GPS-трекерами.

## 3.3 Архитектура транспортно-логистической системы (ТЛС)

Событийно-ориентированная архитектура (EDA) – это парадигма программной архитектуры, способствующая порождению, обнаружению, потреблению событий и реакции на них.

Прежде, чем рассмотреть, как именно это делается в EDA, рассмотрим, что такое «событие». Событие – это действие, инициирующее либо некоторое уведомление, либо изменение в состоянии приложения. Свет включился (уведомление), термостат отключил обогревательную систему (уведомление), у пользователя изменился адрес (изменение состояния), у кого-то из ваших друзей изменился номер телефона (изменение состояния). Все это — события, но еще не факт, что мы должны добавлять их в событийно-ориентированное решение. Предполагается, что в архитектуру добавляются лишь события, важные с точки зрения бизнеса.

События происходят в результате действия, поэтому целевой системы здесь нет; нельзя сказать, что сервис A инициирует события в сервисе B; но можно сказать, что сервис B интересуют события, порождаемые сервисом A. Правда, в этой системе могут быть и другие «заинтересованные стороны», например, сервисы C или D.

Как нам убедиться, что событие, инициированное в некоторой системе, достигнет всех «заинтересованных» сервисов? Как правило, подобные системы решаются при помощи брокеров сообщений. Брокер (в нашем случае, диспетчер) – это просто приложение, действующее в качестве посредника между генератором события (приложением, создавшим это событие) и потребителем события.

Транспортно-логистическая система (ТЛС) представляет собой организационное, техническое, технологическое, экономи­ческое и коммерческо-правовое единение различных видов транс­порта и погрузочно-разгрузочных средств для доставки грузов от отправителя до получателя с минимальными затратами.

Системообразующим компонентом ТЛС является укрупненная грузовая единица. Как правило, ТЛС предусматривает перевозки грузов «от двери до двери». Однако в отдельных случаях ТЛС могут функционировать не «от двери» отправителя, а от мест концентрации грузов, куда они поступают от отправителей, поштучно формируются в укрупнен­ные грузовые единицы и далее перевозятся «до двери» получателя или места концентрации.

На рисунке 6 показана структура ТЛС и взаимодействие участников среды [6].

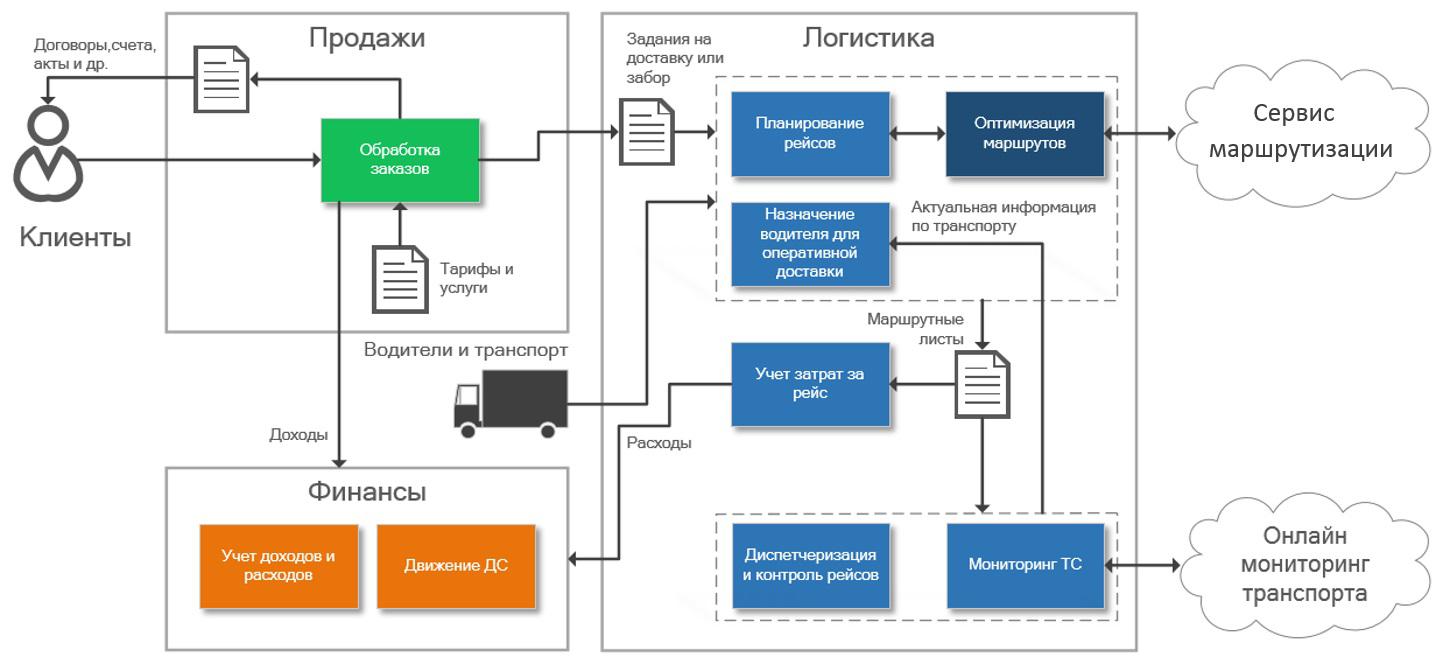


Рисунок 6 - Архитектура транспортно-логистической системы

# Описание агентов

Формально опишем систему отслеживания передвижения машины и корректировки её расписания в связи с незапланированными событиями (пробки, закрытие дороги, снегопад и т.д.). Каждая машина оснащена средствами GPS-навигации. У каждой машины есть четыре агента, отслеживающих определённые показатели.

* 1. погоду вдоль трассы.
  2. соблюдение и корректировку графика движения (оптимальную скорость).
  3. самочувствие водителя(остановки).
  4. техническое состояние автомобиля.

## 4.1 Агент “Погода вдоль трассы”

Агент считывает информацию о температуре и осадках вдоль маршрута грузовика. У агента задана информация о допустимом отклонении температуры и допустимых уровнях осадков. Если показатели в рамках допустимых, то агент «спит», а если какой-либо показатель выходит за рамки, то агент включает обогрев, подкорректировать скорость движения и т.д. Рассмотрим несколько примеров.

1) В осенний период перевозят конфеты. Перевозку нельзя осуществлять при температуре ниже 5 градусов. Когда машина выезжала с товаром, то температура была плюсовая, но в одном из ожидаемых мест остановки температура упала до минус 10. Тогда агент погоды либо информирует водителя о необходимости обогрева кузова на участке дороги с низкой температурой, либо самостоятельно включает обогрев в нужное время.

2) В зимний период на большом участке дороги начался сильный снегопад. Уровень осадков стал недопустим для движения с ожидаемой скоростью. Агент погоды отправляет сообщение в диспетчерский центр, который, в свою очередь, либо выберет другой маршрут, либо скорректирует скорость движения (например, на заснеженном участке скорость будет снижена, а затем надо будет увеличить скорость, чтобы нагнать расписание).

Датчик температуры будет контролировать только температуру, которая нужна для поддержания целостности груза. Считается, что водитель сам в состоянии контролировать температуру в салоне для своего комфортного пребывания. Алгоритм работы агента описан на рисунке 7.

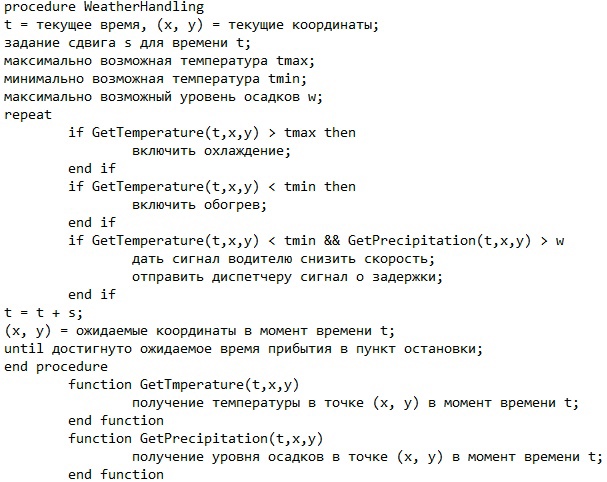


Рисунок 7 - Описание агента “Погода вдоль трассы”

## 4.2 Агент “Оптимальная скорость”

Данный агент сравнивает ожидаемые координаты, время, скорость с действительными значениями, полученными с помощью GPS-системы. У агента заданы координаты всех пунктов загрузки/разгрузки, время отправки и прибытия в эти пункты.

Текущая средняя скорость рассчитывается по формуле (1):

где

величины с индексом i соответствуют координатам пункта отправки и времени выезда из пункта отправки.

Агенту задана некоторая величина, характеризующая максимально допустимую величину разброса ε текущей средней скорости от заданной средней скорости. Если будет меньше , то агент посылает сообщение в диспетчерский центр о задержке. В свою очередь диспетчерский центр может послать водителю сообщение о необходимости увеличить скорость, отправить новое расписание и т.д. И наоборот, если будет больше , то водителю посылается сообщение о необходимости снизить скорость, потому что заблаговременный приезд, например, помешает работе на разгрузочном пункте. Алгоритм работы агента описан на рисунке 8.

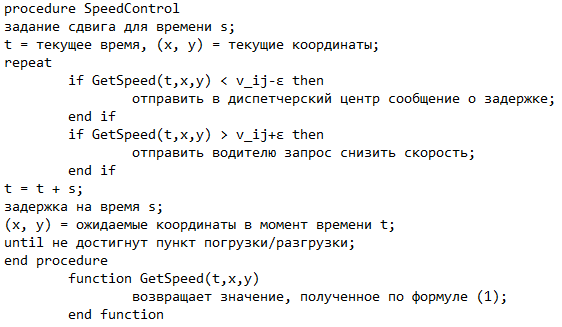


Рисунок 8 - Описание агента “Оптимальная скорость”

## 4.3 Агент “Самочувствие водителя”

Работа данного агента связана с наличием у водителя ручного браслета, считывающего показатели состояния здоровья водителя (сердцебиение и температура). При отклонении показателей от средне допустимых, агент либо предпринимает действия по отношению к водителю, направленные на улучшение его показателей, либо отправляет сообщение диспетчеру о возникших неприятностях.

Примеры действия агента самочувствия:

* 1. Существую различные браслеты, не позволяющие водителям заснуть. Некоторые реагируют на наклон головы, другие на движение глаз. В случае засыпания водителя браслет начинает вибрировать.
  2. Если в случае серьёзной аварии у водителя остановится сердце, то агент посылает сообщение диспетчеру о критическом состоянии водителя.
  3. Если у водителя поднялась температура, браслет оповещает его об этом и рекомендует сделать ближайшую остановку и купить в аптеке лекарства.

Браслет, при небольших отклонениях от нормы, будет давать сигнал водителю подтвердить все ли хорошо, так как бывают такие случаи, когда, например, сердцебиение учащается от выкуренной сигареты или резкого маневра соседней машины в потоке транспорта. Алгоритм работы агента описан на рисунке 9.

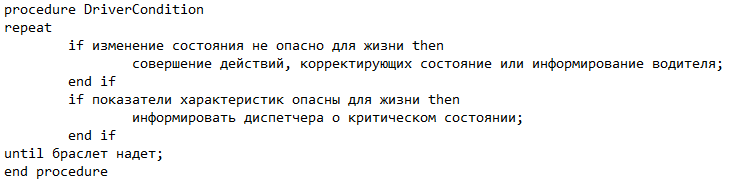


Рисунок 9 - Описание агента “Самочувствие водителя”

## 4.4 Агент “Техническое состояние автомобиля”

Автоматическая диагностика автомобиля - вещь распространённая и широко используемая. Системы диагностики, как правило, разнятся между собой в зависимости от машин, на которых они функционируют. Однако все системы работают по одному принципу: существует некий блок управления, на который поступают считываемые характеристики различных датчиков машины, отвечающие за разнообразные режимы работы процесса эксплуатации автомобиля (например, режим описывающий процесс запуска, холостого хода, торможения, прогрева, разгона и т.д.). Существует два типа показания датчиков: они могут быть статическими (дискретными) или динамическими (изменяющие свои значения с изменением времени). Статический показания датчиков чаще всего характеризуются таким определённым значением, как наличие сигнала или его отсутствие (например, датчики, характеризующие режим работы подушек безопасности, могут передавать только два показателя: подушки были использованы, либо не были). Динамические показания датчиков, напротив, обычно показывают изменения параметра и, как правило, показатели этих датчиков проверяются на допустимые диапазоны характеристики того или иного режима работы автомобиля (то есть верхний и/или нижний границы показателей, выход за пределы которых считается нарушением работы какого-то модуля). Также вне зависимости от типа диагностической системы запоминаются и хранятся статические данные: «коды ошибок» и динамические характеристики (рис. 10).

****

Рисунок 10 - Схема работы обработки информации, полученной от датчиков

Как правило, рассматривая статические показатели датчиков, система самодиагностики будет реагировать в условиях отсутствия электрического контакта (например, будет посылаться сигнал о неисправности датчика). На датчики с динамическими характеристиками система реагирует по-другому: ведётся отслеживание изменения показателей датчиков по данным, заданным в памяти устройства управления. Датчики не обязательно могут характеризоваться только статическими или только динамическими показателями, также возможен вариант, когда определённый датчик будет проверяться как на электрический контакт, так и на не выхождение динамического показателя за границы допустимых значений характеристики. В этом случае для одного датчика могут быть определены сразу две ошибки: отсутствие сигнала, либо наличие показателей, выходящие за границы допустимых.

Устройство управления содержит в себе несколько отдельных блоков: одна часть отвечает за двигатель – ECU (Engine Control Unit) или ECM (Engine Control Module), другой блок соответствует антиблокировочной системе тормозов – ABS, ещё один блок отвечает за действие подушек безопасности – SRS (Air Bag Supplemental Restraint System), автоматической коробке передач соответствует A/T (Electronic Automatic Transaxles), контроль давления в шинах TMP (Tire Pressure Monitoring). Однако в случае возникновения сигнала об ошибке система диагностики автомобиля обязательно должна ответить унифицировано. В начале система должна определить тип неисправности по имеющимся в системе данным и внести эту ошибку в долговременную память. Затем система должна совершить ряд действий, направленных на исправление ошибки или минимизацию ущерба от неё, согласно сценарию действий, соответствующему данному типу ошибки (либо решить эту проблему самостоятельно, если это возможно, либо оповестить об это водителя, что влечет за собой дальнейшую остановку Т/С и ремонт).

Рассмотрим агента технического состояния машины с позиции нашей многоагентной системы. Агент отвечает за информирование водителя либо диспетчера о возможных или возникших неполадках машины. На самом деле существуют сложные многоагентные системы, следящие за состоянием автомобиля, но в данной системе будем использовать упрощенную версию, состоящую из одного агента состояния машины. У агента есть некий набор характеристик автомобиля (например, давление в шинах, уровень масла и т. д.), которые он отслеживает и величины допустимых разбросов этих характеристик. Также задан вектор идеальных значений для контроля.

Агент сравнивает текущие показатели характеристик автомобиля с вектором идеальных значений. Если тот или иной показатель выходит за рамки допустимого, то агент отправляет сообщение диспетчеру, либо рекомендацию водителю о возможности исправления неполадки. Алгоритм работы агента описан на рисунке 11.

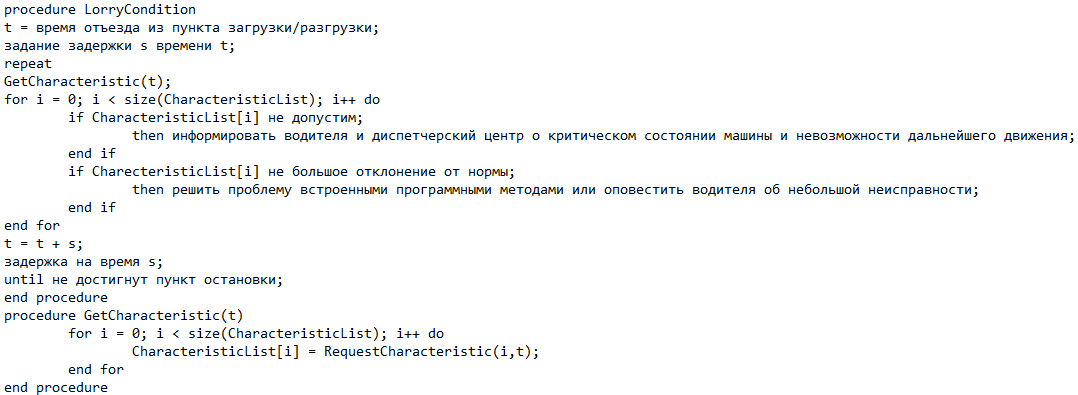
****

Рисунок 11 - Описание агента “Техническое состояние автомобиля”

## Концепт модели для симуляции грузоперевозок.

Построим диаграмму взаимодействия агентов. “Главным” агентом будет выступать диспетчерский центр, который координирует и отправляет приказы водителям. Центр будет принимать данные со спутником и контролировать погоду вдоль маршрута, по которому едет определенный водитель, чтобы минимизировать время, проведенные в пробках, а также погоды условия для корректировки скорости транспорта. Водитель в свою очередь будет принимать данные от диспетчера и корректировать свой маршрут. С водителем будет взаимодействовать два агента: “Техническое состояние автомобиля” и “самочувствие водителя”. При критических показателях агенты посылают данные напрямую в диспетчерский центр, где уже принимаются дальнейшие действия. В ином случае, данные посылаются водителю, который контролирует показатели и принимает дальнейшие действия, например, отправляя запрос о корректировки маршрута или остановки на парковке центру.

На рисунке 12 показана схема взаимодействия агентов в данной системе.

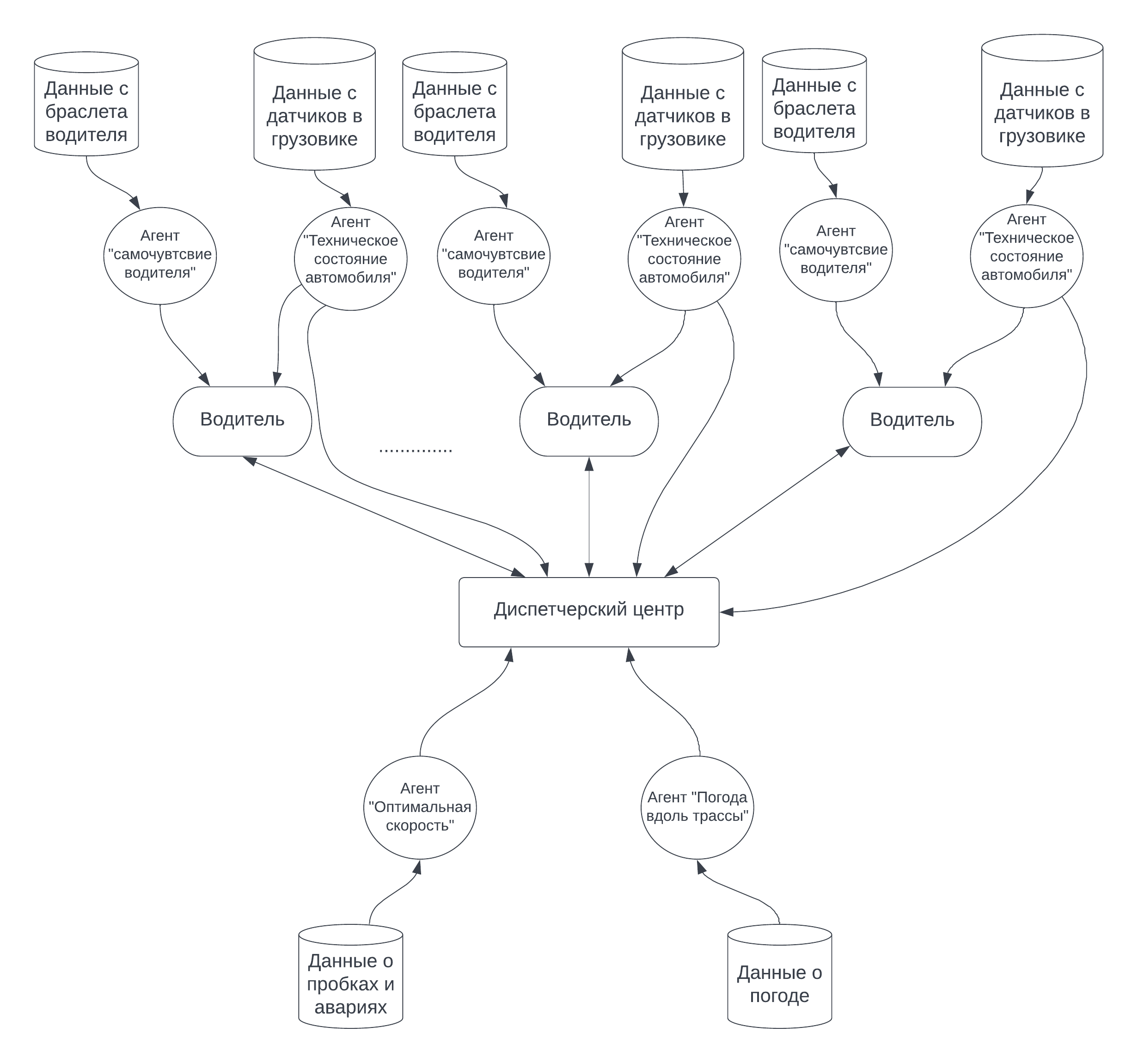


Рисунок 12 - Диаграмма взаимодействия агентов

Рассмотрим схему, которая показывает, как датчики, считывающие состояние транспортного средства, отправляют данные взаимодействуют с пользователями (рис. 13). После отправки данных о состоянии грузовика, устройство по их сбору отправляет данные в виде JSON или TXT файла в WEB-приложение. Оно, в свою очередь, либо формирует набор дальнейших инструкций для водителя, либо отправляет все данные диспетчерскому центру, который принимает решение о последующих действиях. Также состояния датчиков анализируются и записываются в базу данных, в которой хранятся данные за определенный промежуток времени для дальнейшего анализа и составления статистики.

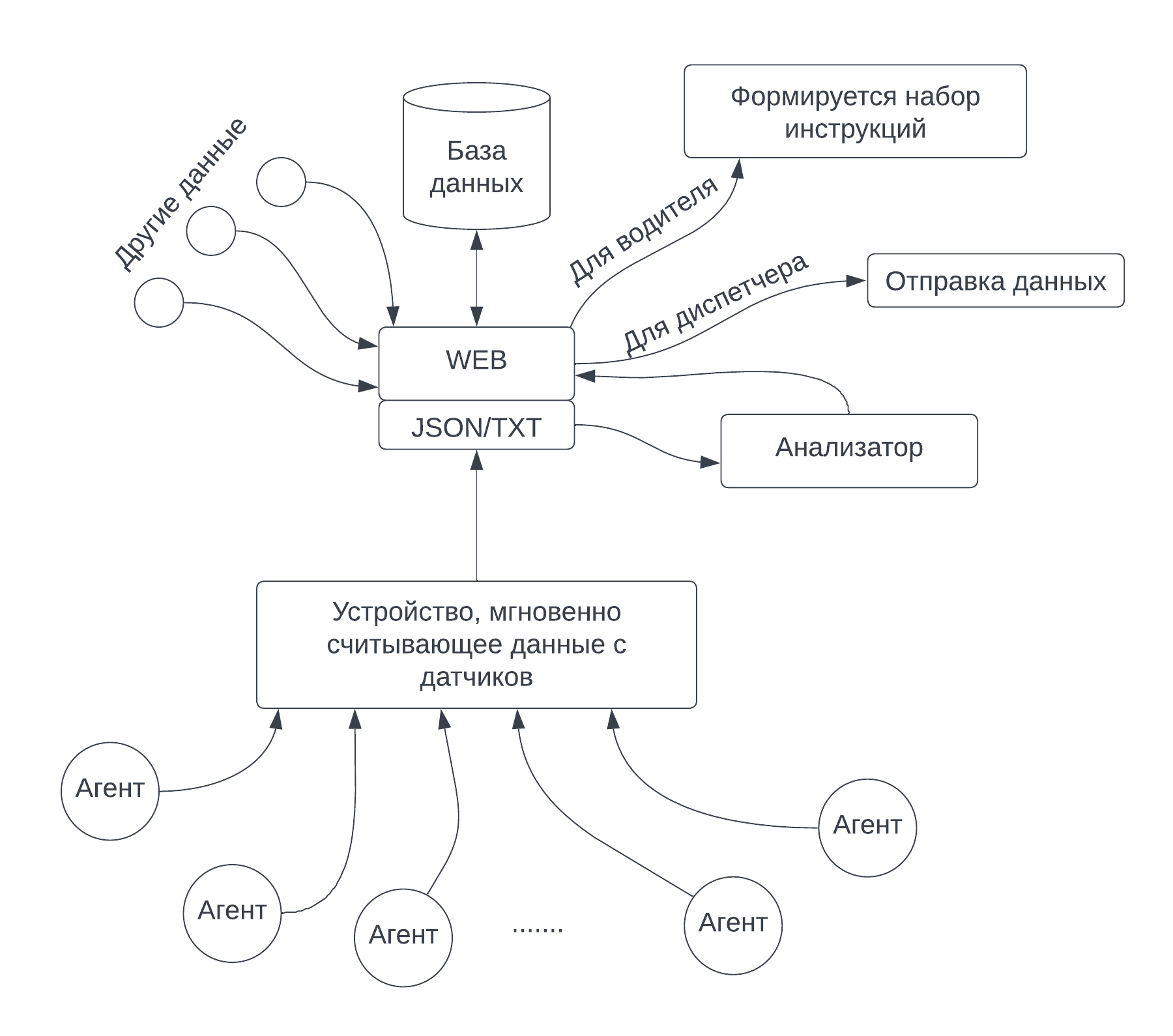


Рисунок 13 - Диаграмма работы датчиков с WEB

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы были изучены принципы мультиагентных систем, принципы и архитектуры транспортных логистических систем (ТЛС), разработаны модели поведений агентов грузоперевозок, разработана концептуальная модель для симуляции грузоперевозок.

По результатам исследования, была предложена информационная база МАС и концепция системы доставки грузов и принципы работы агентов внутри системы.

Было разобрано точное описание агентов системы и логика работы симулятора компании грузоперевозок. Также была разработана концепция модели для симуляции грузоперевозок.

В дальнейшем планируется разработка симулятора с графическим интерфейсом и построение сложной мультиагентной системы с использования языка Java и библиотеки Jade.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. **Тарасов, В. Б.** От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: Философия, психология, информатика. — Санкт-Петербург : Едиториал УРСС, 2002. — 239, [1] с. : ил., портр., табл., факс.; 30 см. — URL: https://www.studmed.ru/tarasov-vb-ot-mnogoagentnyh-sistem-k-intellektualnym-organizaciyam\_ed248d18a3e.html
   * 1. **Андрейчиков, М.А.** Методы и средства интеллектуального анализы данных,2015. —Москва: 30, [1] с. : ил., портр., табл., факс.; 30 см. Москва : ФГБОУ ВО Российский государственный гуманитарный университет [Электронный ресурс].– URL: <https://studfile.net/preview/4346190/page:13/>
     2. Упрощенная формальная модель интеллектуального агента [Электронный ресурс].– URL: <https://studopedia.ru/2_27516_uproshchennaya-formalnaya-model-intellektualnogo-agenta.html>
     3. **Шумаев, В.А.** Основы логистики, 2016. —Москва: — 239, [1] с. : ил., портр., табл., факс.; 30 см. Москва : Российский университет транспорта [Электронный ресурс].– URL: https://www.miit.ru/content/Обложка.pdf?id\_vf=79906
     4. Принципы формирования транспортно-логистических систем, их особенности и недостатки, Государственный университет управления [Электронный ресурс] – URL: <https://studfile.net/preview/7727821/page:3/>
     5. **Попова, Е.П.** ГЛОНАСС в логистике, 2014. – [Электронный ресурс] – URL: <https://www.space-team.com/pressa/detail/glonass_v_logistike/>
     6. **Массель, Л.В., Ламперт, А.А., Массель, А.Г., Фартышев, Д.А.** Методические принципы построения и архитектура многоагентной интеллектуальной транспортно-логистической системы, 2020. —Иркутск : 50, [1] с. : ил., портр., табл., факс.; 30 см. Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskie-printsipy-postroeniya-i-arhitektura-mnogoagentnoy-intellektualnoy-transportno-logisticheskoy-sistemy/viewer