

## **СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ**

Роботы – это физические агенты, которые выполняют поставленные перед ними задачи, проводя манипуляции в физическом мире. На данный момент все большую перспективность приобретает мобильная робототехника – область робототехники, где роботы автономны и способны самостоятельно выполнять широкий спектр различных задач от мониторинга окружающей среды до проведения экскурсий для туристов. Управление такими роботами является сложной технической задачей. Существует большое количество подходов к управлению роботами и робототехническими системами, наиболее перспективным является дистанционное управление[1].

Интеллектуальное управление — высшая ступень управления в теории автоматического управления после программного и адаптивного. Оно основано на применении методов искусственного интеллекта.

На данный момент существует большое множество различных средств моделирования мобильных роботов, а также большое количество инструментов продолжает появляться. Большое разнообразие дает много положительных моментов, однако и порождает следующие нерешенные проблемы:

- каждый отдельный инструмент моделирования мобильных роботов направлен на решение своего определенного класса задач, универсальных решений нет;

- различные инструменты предъявляют различные требования к построению моделей мобильных роботов;

- большая часть работ направлена на доработку конкретных недостатков существующих средств моделирования, но практически отсутствуют работы по применению комбинированного подхода и построению комплексных моделей с использованием различных сред моделирования;

- отсутствуют хорошо описанные методики применения различных средств моделирования в разработке прототипов мобильных роботов и анализа достоверности моделей.

Проанализировав ситуацию в области компьютерного моделирования робототехнических систем, можно сделать вывод, что перспективным направлением является разработка комплексных методик моделирования мобильных роботов с использованием различных инструментов моделирования. Этот подход в перспективе даст более точные модели и более гибкий процесс разработки мобильных роботов.

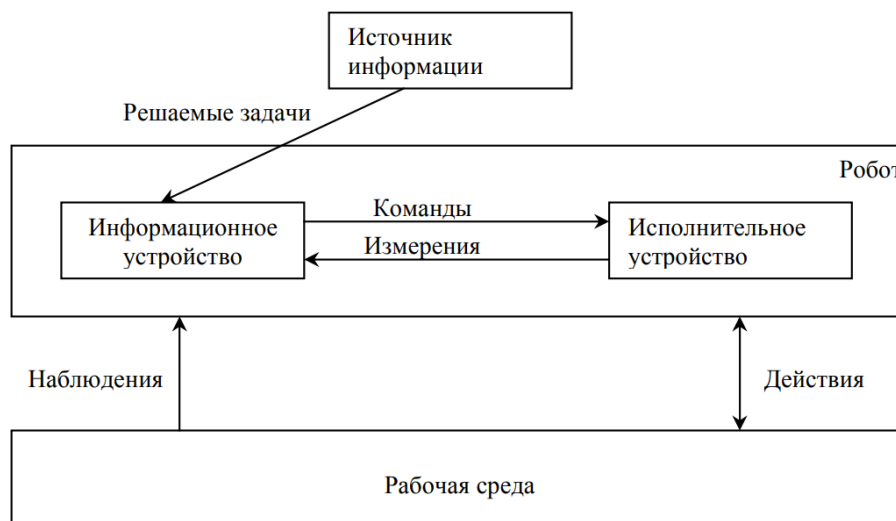
В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека. Особое место в развитии беспилотного транс-

порта занимают так называемые беспилотные тележки. Они уже сейчас используются в складских помещениях, заводских цехах, в некоторых крупных портах для автономного перемещения грузов. Перспектива их применения довольно широка: подвоз комплектующих со склада на сборочный участок, отвоз готовых изделий от металлообрабатывающих станков на промежуточный склад хранения и т. д.

Беспилотная тележка (AGV – Automaticguidedvehicle) – транспортер с электроприводом, предназначенный для перемещения грузов. Тележка автоматическая, а это значит, что для ее обслуживания не нужен отдельный оператор – тележки двигаются по заданной траектории в автономном режиме без участия человека [2].

Беспилотные тележки разделяются на два типа: с компьютерным зрением и без него. Разработка транспорта первого типа довольно затратная и в плане рабочего персонала, и в плане денег. Сами тележки имеют в себе программное обеспечение, в которое входит нейросеть, вычисляющая траекторию пути и обеспечивающая безопасность окружающих.

В широком понимании робот может быть определен как техническая система, способная замещать человека или помогать ему в выполнении задач. При определении робота используют понятия: рабочая среда, исполнительные механизмы для обеспечения функционирования робота, источник информации. Робот выполняет функции, реализуемые различными устройствами: информационными и исполнительными.



*Рисунок 1 – Схема робота*

Задача проектирования СДУ заключается в выборе и реализации информационных процессов, необходимых для осуществления заданного или реализуемого человеком закона управления.

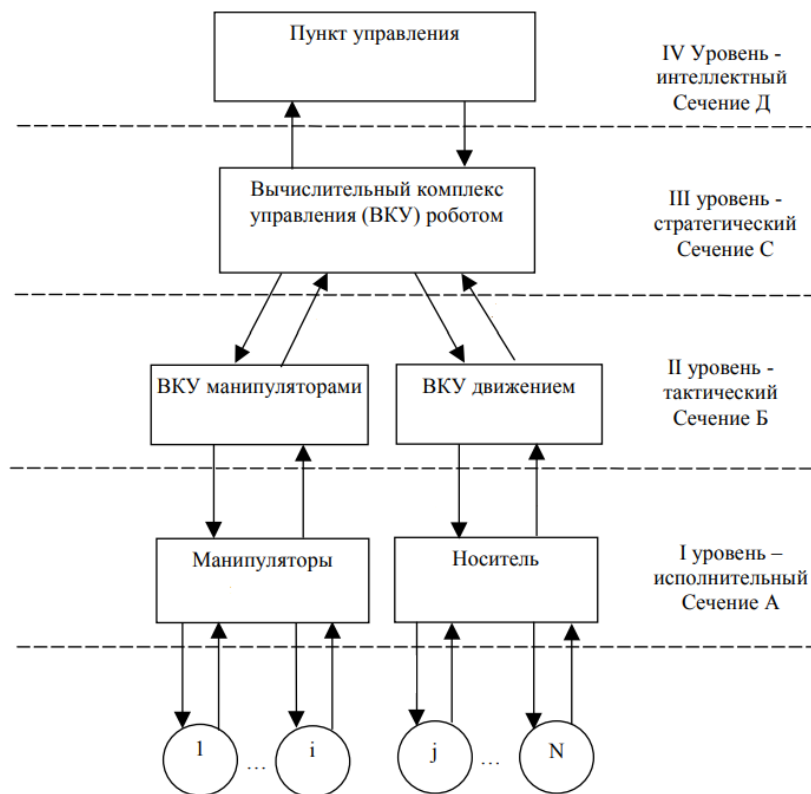
Системный подход подразумевает:

- формирование множества задач;
- структурный анализ системы;

- описание требований к СДУ;
- разработку алгоритмов управления;
- разработку архитектуры;
- разработку программного обеспечения;
- разработку комплекта документации и изготовление изделия.

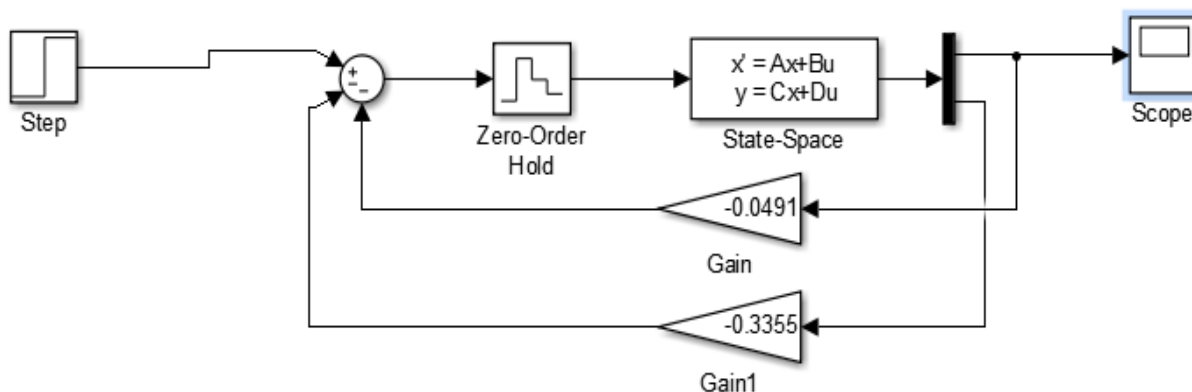
В зависимости от вида закона управления СДУ роботизированным объектом может иметь децентрализованную структуру, представляющую собой совокупность независимых подсистем с локальными алгоритмами, или централизованную, в которой закон общий управления задается в одном месте – пункте управления. Для подвижных роботизированных объектов основной закон функционирования определяется решаемыми задачами по совершению движения и выполнения рабочих операций манипуляторами. СДУ подвижным роботизированным объектом представляет собой иерархическую систему с последовательными связями (рисунок 2), являющуюся разновидностью централизованной системы управления [3].

В управлении тележкой заложена функция остановки в случае обнаружения препятствия. Для этого в бампере тележки с обеих сторон находится по два ультразвуковых датчика. Такой датчик работает по принципу сонара, посылая пучок ультразвука и получая его отражение с задержкой. Этим устройство управления определяет наличие объектов и расстояние до них. Ультразвуковые сигналы, генерируемые приёмником, отражаясь от препятствия, возвращаются к нему через определённый промежуток времени. По времени прохождения сигнала определяется расстояние до объекта [4].



**Рисунок 2 – Структурная схема системы дистанционного управления**

Исполнительная система состоит из механической части и приводов. Механическая часть – это кинематическая цепь, состоящая из подвижных звеньев с угловым или поступательным перемещением, которая заканчивается колесом [5]. Характеристики транспортной тележки, включая точность обработки траектории, в большой степени зависят от качества работы исполнительской системы, и в частности, динамических характеристик приводов. Синтез приводов был выполнен методом размещения полюсов. Анализ качества выполнен с помощью математической модели, построенной в приложении Simulink (см. рисунок 3).



*Рисунок 3 – Схема САУ с экстраполятором*

Результаты показали отсутствие перерегулирования при времени регулирования 0,3 с, которое обеспечивается при периоде дискретизации сигнала до 50 мс, что позволяет реализовать систему на промышленном контроллере.

#### Список цитированных источников

1. Юревич, Е. И. Основы робототехники / Е. И. Юревич – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
2. 3D технологии. Автоматически управляемые тележки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agvrobot.ru>. – Дата доступа: 22.08.2021.
3. Полностью автономные мобильные роботы OMRON LD 60/90 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://industrial.omron.ru/ru/products/ld-60-90>. – Дата доступа: 21.08.2021
4. . Бурдиловский В. Н. Разработка автоматизированного комплекса оборудования для формирования сосисок / В. Н. Бурдиловский, Е. В. Василюк // Проблемы машиностроения и эксплуатации мобильного транспорта : сб. конкурсных научных работ студентов и аспирантов Брестского государственного технического университета, Брест, 2022 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: Н. Н. Шалобыта [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2022. – С. 205–210.
5. Шуть В. Н. Интеллектуальная грузовая бесплатная тележка / В. Н. Шуть, Е. В. Василюк // Проблемы безопасности на транспорте : материалы 12 международной конференции, посвященной 160-летию белорусской железной дороги, Гомель, 24–25 ноября. 2022 г.: в 2 ч. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. ж. д. Белорус. гос. ун-т трансп. ; под общ. ред.: Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 89–90.