

Основные результаты проекта, полученные на 1 этапе

Результаты, полученные Получателем субсидии совместного проекта:

1. Проведён аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы. Аналитический обзор позволил выявить направления развития технологий в области построения и управления роботизированными комплексами для автоматизированного выполнения сортировочных операций. Выявлены методы распознавания предметов на основе обработки двумерных изображений. Рассмотрены 4 типа роботов-манипуляторов для использования в составе разрабатываемых конструкторских решений и их кинематические схемы.

2. Проведены патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96». Патентные исследования позволили выявить технический уровень разработки и основные тенденции развития в этих областях. Показана высокая изобретательская активность зарубежных исследователей по выбранным предметам поиска патентных исследований, что свидетельствует о актуальности выполнения исследований в указанных областях.

3. Проведены выбор и обоснование направлений исследований, по результатам которых были сформированы концепция и прогнозируемый облик разрабатываемых конструкторских и программно-технических решений в области создания универсального роботизированного узла для распознавания типов материалов объектов и автоматизированной сортировки. В соответствии с проведённым анализом технологий оптического распознавания типов материалов оптимальным вариантом для реализации в составе ЭО РСУ является использование комбинированной системы технического зрения на основе использования спектроскопии в ближней инфракрасной зоне, видимого спектра, а также системы трехмерного зрения для идентификации формы предмета. Такой комплексный подход позволит обеспечить как распознавание предмета и его материала, так и определение контактных поверхностей для выполнения захвата при помощи захватной головки манипулятора.

4. Разработана математическая и программная модели (ММ1, ПМ1), описывающих кинематику и динамику робота-манипулятора в составе ЭО РСУ, разработаны математическая модели дельта-робота и СКАРА, проведен предварительный анализ кинематических схем и динамических параметров манипуляторов с целью использования в составе роботизированного сортировочного узла.

5. Проведена проверка разработанной математической модели на точность и адекватность, которая подтверждается следующими техническими характеристиками модели:

- а) отклонение размеров манипулятора захвата не более 1 мм;
- б) отклонение массы манипулятора не более 100 гр.;
- в) точность определения угла поворота приводов не менее 0,1 град.

Результаты, полученные Иностранном партнером совместного проекта:

1. Выполнен обзор методов спектроскопии в различных диапазонах длин волн электромагнитного излучения в контексте их применения для детектирования различных материалов (бумага, пластики, стекло, текстиль). В качестве основы для построения системы оптической сортировки рассмотрен ряд сенсоров, работающих в различных диапазонах длин волн. На основе анализа источников можно сделать вывод, что для распознавания типов материалов при помощи ЭО РСУ, в состав необходимо включить два сенсора для обеспечения спектроскопии в видимой области и ближней инфракрасной области.

Для формирования целеуказаний на позиционирование захватной головки манипулятора необходимо определять геометрические параметры наблюдаемых объектов, параметры движения и расположения в пространстве относительно системы координат, связанной с манипулятором. В качестве такого сенсора целесообразно использование сенсоров глубины или трехмерных сенсоров. Из рассмотренных способов и средств сканирования

наиболее подходящими для применения в системе сканирования твёрдых бытовых отходов, являются системы с модулированной или структурированной подсветкой и лазерного сканирования.

2. В результате обзора технологий оптической сортировки, выполненного иностранным партнёром, сформирован перечень оборудования для использования в составе роботизированного сортировочного узла.

В соответствии с проведённым анализом технологий оптического распознавания типов материалов оптимальным вариантом для реализации в составе ЭО РСУ является использование комбинированной системы технического зрения на основе использования спектроскопии в ближней инфракрасной зоне, видимого спектра, а также системы трехмерного зрения для идентификации формы предмета. Такой комплексный подход позволит обеспечить как распознавание предмета и его материала, так и определение контактных поверхностей для выполнения захвата при помощи захватной головки манипулятора.

3. Выявлены особенности состава твердых бытовых отходов, в отличие от Европы, где развит отдельный сбор отходов, в России преимущественно смешанный сбор отходов, характеризующийся высокой влажностью, обусловленной наличием большого количества органических компонентов и, как следствие, слипанием их между собой. Это значительно затрудняет распознавание и дальнейшее разделение полезных фракций. Кроме того, как показывает практика, используемые в России материалы обладают несколько иными спектральными характеристиками, чем их аналоги в Европе. Поэтому широчайшая база данных, накопленная многолетним опытом немецких производителей систем оптической сортировки, для российских материалов зачастую становится совершенно бесполезной и требуется построение специальных баз данных материалов.

4. Разработано описание средств автоматизации (исходя из особенностей характеристик объекта автоматизации):

- а) Подсистема оптического сканирования
- б) Конвейер
- в) Робот-манипулятор