

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)

Политехнический институт: заочный
Кафедра «Системы автоматического управления»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____/ В.И. Ширяев

« ____ » _____ 2017 г.

Аппаратный и программный комплекс распознавания и сортировки отходов на
мусороперерабатывающем заводе

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 27.03.04.2017.028.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы

ст. преп. каф САУ

_____/ В.П.Щербаков

« ____ » _____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ПЗ-599 _____

_____/ Бессонова Е.А.

« ____ » _____ 2017 г.

Нормоконтролер

ст. преп. каф САУ

_____/ В.П.Щербаков

« ____ » _____ 2017 г.

Аннотация

Бессонова Е.А. Аппаратный и программный комплекс распознавания и сортировки отходов на мусороперерабатывающем заводе. Челябинск, ЮУрГУ, Политехнический институт: заочный, ПЗ-599, 2017. 67 с. 12 ил., библиогр. список.- 18 наим., 9 слайдов презентации ф. А4.

На основе проведенного анализа существующих алгоритмов сортировки и распознавания мусора на мусороперерабатывающем заводе предложен алгоритм аппаратно-программного комплекса распознавания и сортировки объектов.

В ходе выполнения работы изучены различные подходы к распознаванию объектов (идентификации) и сортировке объектов в видеопоследовательности и произведено сопоставление результатов работы различных методов и программных продуктов, предоставляющих разработчику встраивать возможности распознавания объектов в собственное ПО.

Предложен алгоритм функционирования системы динамического отслеживания объектов, описаны этапы. К основным особенностям разработанной системы являются: работа в непрерывном режиме; обеспечение высокой скорости обработки изображений; содержание базы данных исходных объектов; содержание алгоритма нейросетевого распознавания; осуществление передачи информации на устройства сортировки; интерфейс пользователя.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>	<i>Бессонова Е.А.</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Щербачков В.П.</i>				Д	4	67
<i>Реценз.</i>					ЮУрГУ Кафедра САУ		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Щербачков В.П.</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Ширяев В.И.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВОГО МУСОРА И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ	10
1.1 Основы организации сбора и утилизации бытовых отходов в Российской Федерации	10
1.2 Основные принципы организации сбора и утилизации твердых бытовых отходов	20
1.3 Безотходное производство	31
2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	35
2.1 Описание технологического процесса.....	35
2.2 Практически возможные объемы сбора и сортировки	44
3 РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСПОЗНАВАНИЯ И СОРТИРОВКИ ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ	49
3.1 Компьютерное моделирование процессов распознавания образов	49
3.2 Программное распознавание объектов типа один к одному	51
3.3 Выбор базовых программных средств и разработка алгоритмов	57
3.4 Основные требования к аппаратному комплексу распознавания отходов	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	66

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

Быстрый рост населения и его сосредоточение в городах - важнейшие тенденции наступившего столетия. Если в 1800 году только 2% населения мира проживало в городских поселениях, в 1950 году - 30%, то в 2000 году - уже 47%. Ожидается, что к 2008 году каждый второй житель планеты будет проживать на городских территориях, а к 2030 году доля горожан в мире достигнет 60 %.

Соответственно увеличивается и концентрация в городах различных отходов, прежде всего твердых бытовых отходов, требующих своевременного удаления от мест проживания населения и безопасной утилизации.

Актуальность проблемы:

В России доля городского населения составляет 73%, что несколько ниже уровня развитых европейских стран. Однако концентрация твердых бытовых отходов в крупных городах России в последнее время резко возросла, особенно в 13 городах - Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Новосибирске, Казани, Волгограде, Омске, Перми, Ростове-на-Дону, Самаре, Екатеринбурге, Уфе, Челябинске, а также в 20 городах с численностью населения от 500 тыс. до 1 млн. человек.

При этом объем отходов увеличивается, а территориальные возможности для их утилизации уменьшаются. Соответственно доставка отходов от мест их образования до пунктов утилизации требует все больше времени и средств. Проблему только удорожания процесса транспортировки отходов путем тарифов не решить, особенно за счет потребителей. Как показывает практика, повышение тарифов приводит и к полному отказу со стороны малообеспеченных категорий населения платить за сбор и транспортировку отходов. В России, как и в других странах, крайне необходимо внедрять инновационные технологии и совершенствовать организацию процесса утилизации городских отходов.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Пока они, в основном, просто собираются для "захоронения" на полигонах, что ведет к отчуждению свободных территорий в пригородных районах, ограничивает возможности использования городских территорий для строительства жилых зданий и т.д. Под полигоны по захоронению твердых бытовых отходов в России ежегодно отчуждается около 0,1 тыс. квадратных километров пригодных для использования земель, не считая земель, загрязняемых многочисленными несанкционированными свалками. Ежегодное отчуждение земель составляет 0,0006% площади страны. Кроме того, совместное захоронение различных видов отходов приводит к образованию опасных соединений, которые оказывают неблагоприятное воздействие на экологию территории и состояние здоровья населения. Проблемы, связанные с увеличением количества отходов и их влиянием на окружающую среду, создают большие трудности при разработке и реализации территориальной политики. Этими проблемами в России традиционно занимались городские власти. Но в последнее время в связи с передачей ответственности за решение значительной части городских проблем, в том числе и экологических, местным властям, ситуация изменяется, что находит выражение в передаче им финансовых ресурсов для выполнения новых обязанностей.

По действующим с 1995 года "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" на местный уровень переданы вопросы организации "сбора и вывоза бытовых отходов и мусора", а также "утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов". Однако для последовательного решения проблемы должен ставиться и вопрос о выделении в экономическом комплексе городов специальной системы санитарной очистки.

Такая система предполагает осуществление комплекса организационно-экономических и технико-технологических мероприятий по сбору, удалению, обезвреживанию и утилизации отходов, образующихся на определенной территории, с целью сохранения здоровья

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

населения и общего благоустройства. Кроме деятельности по сбору, временному хранению, транспортировке, обезвреживанию и утилизации отходов в систему санитарной очистки населенных мест должны входить мероприятия, направленные на минимизацию масштабов процесса образования отходов, на организацию рециклинга (recycling - повторное использование), и переработки вторичных ресурсов.

Одной из важнейших задач сортировки отходов по фракциям является максимальное извлечение из всей массы ТБО утильных компонентов, то есть веществ, пригодных для переработки в качестве вторичного сырья. К ним относятся бумага, текстиль, пластиковые бутылки, стекло, полиэтилен, черный и цветной металлы. Сортировка ТБО позволяет сократить потоки отходов, поступающих на захоронение и мусоросжигание, выделить ценные компоненты для повторного использования и опасные - для снижения отрицательного воздействия объектов санитарной очистки на окружающую среду. Предварительная сортировка БО, удаление металлических фракций, отработанных портативных батареек и аккумуляторов, некоторых видов синтетических материалов уменьшает при сжигании выбросы ртути на 76%, мышьяка - на 72%, свинца - на 41%.

Исходя из вышеперечисленного противоречия, мы сформулировали проблему исследования: можно ли разработать и внедрить такое программное обеспечение конфигурирования аппаратно-программного комплекса распознавания и сортировки отходов на мусороперерабатывающем заводе, которое бы сократило количество отходов, поступающих на захоронение, и выделить ценные компоненты для вторичного сырья. Программный комплекс должен эффективно обрабатывать, сортировать и распознавать отходы на любом оборудовании мусороперерабатывающего завода, на котором установлен.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Цель исследования: разработать и теоретически обосновать аппаратно-программный комплекс для распознавания и сортировки физических объектов на мусороперерабатывающем заводе.

Объект исследования: процесс распознавания и сортировки физических объектов.

Предмет исследования: аппаратно-программный комплекс для распознавания и сортировки физических объектов.

Задачи исследования:

- Изучить виды методов обработки БО, их недостатки и достоинства;
- Рассмотреть инновационные возможности путей переработки БО;
- Выявить и теоретически обосновать возможность оптимизации сортировки и распознавания физических отходов с помощью аппаратно-программного комплекса на мусороперерабатывающем заводе;
- Рассмотреть теоретическую реализацию работы аппаратно-программного комплекса на мусороперерабатывающем заводе.

Методы исследования: теоретические (анализ существующих методов обработки БО), эмпирические (описание, теоретическая разработка аппаратно-программного комплекса).

Структура и объем работы.

Квалификационная работа состоит из введения, 3 глав, общих выводов по работе, списка литературы и приложений.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ПЕРЕРАБОТКА БЫТОВОГО МУСОРА И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ НА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДАХ

1.1 Основы организации сбора и утилизации бытовых отходов в Российской Федерации

Обязательным элементом жизнеобеспечения и одной из важнейших экологических проблем территорий населенных пунктов является их санитарная очистка от твердых бытовых отходов.

В настоящее время на территории РФ каждый городской житель ежегодно производит от 200 до 400 кг ТБО, представляющих серьезную санитарно-эпидемиологическую угрозу. За последние годы объем ТБО резко увеличился. Большое количество отходов создает экономические и технические проблемы их сбора, хранения, переработки, захоронения и транспортировки.

Система управления ТБО ранее сводилась к организации их сбора, транспортировки и захоронению. В последние годы в связи с интенсивным развитием упаковочной индустрии и ряда других факторов морфологический состав ТБО существенно изменился, что требует усовершенствования всей системы управления ТБО и выделения в ней новых элементов.

Проблема твердых бытовых отходов (ТБО) является весьма актуальной поскольку ее решение связано с необходимостью обеспечения нормально охраны окружающей жизнедеятельности населения, санитарной очистки городов, среды и ресурсосбережения.

Первоочередной задачей в решении проблемы ТБО является разработка оптимальных систем их сбора и удаления (транспортировки). Промедление удаления ТБО из мест образования недопустимо, так как может это способствует серьезному загрязнению городов. Удаляют ТБО либо на полигоны захоронения, либо на специальные заводы для переработки и обезвреживания.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Поскольку свалки все дальше удаляются от города, а бесконечно плечо вывоза ТБО увеличиваться не может, становится весьма актуальной промышленная переработка ТБО. Именно промышленная переработка, решающая в совокупности вопросы обезвреживания, ликвидации и утилизации ТБО, представляет собой кардинальный путь решения этой проблемы.

Постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы ТБО в мировой практике.

Вместе с тем практическое решение проблемы промышленной переработки ТБО связано с большими капиталовложениями, поэтому строительство объектов промышленной переработки ТБО невозможно осуществить быстрыми темпами.

Поскольку дорогостоящая промышленная переработка является конечной операцией в общей схеме управления ТБО и ее эффективность во многом зависит от организации работы на каждой предшествующей стадии - сбора и транспортировки (удаления) муниципальных отходов, первоочередной задачей в управлении ТБО на ближайшую перспективу является оптимизация их сбора и удаления (при неизменной долгосрочной стратегии перехода от полигонного захоронения ТБО к их промышленной переработке).

Оптимальная санитарная очистка города во многом обеспечивается правильной технической и финансовой политикой при решении вопросов управления ТБО.

Такая политика должна базироваться на объективном анализе состояния и тенденций развития мировой практики, ориентироваться на лучшие мировые достижения, реализовываться с привлечением к решению этой сложной проблемы разных фирм на тендерной основе и изучением возможности использования различных источников. Капитальные

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

вложения в решение проблемы ТБО должны быть ориентированы на создание наиболее прогрессивной модели управления отходами.

Отходы - остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. Под определенной деятельностью понимается производственная, исследовательская и другая деятельности, в том числе, - потребление продукции. Соответственно различают отходы производства и отходы потребления.

Отходы производства - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства

Отходы потребления - изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относят и твердые бытовые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

Твердые бытовые отходы, или «твердые муниципальные отходы», как их называют на Западе, - отбросы, не утилизированные в быту. Образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей вещества. Исторически «муниципальные отходы» называли отходами, захоронением которых занимались городские власти. Однако, в настоящее время в развитых странах значительное количество бытовых отходов собирается и перерабатывается не городскими коммунальными службами, а частными предприятиями, которые имеют также дело с промышленными отходами.

Муниципальные отходы имеют различное происхождение и различные свойства: часть муниципальных отходов, например, относится к опасным, однако их объединяет то, что ответственность за их утилизацию ложится на городские власти.

Источниками муниципальных отходов являются:

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

- ✓ жилые(индивидуальные и многоквартирные дома);
- ✓ хозяйственные (магазины, культурные заведения, предприятия общепита, гостиницы, бензоколонки);
- ✓ коммунальные службы (снос и строительство зданий, уборка улиц, зеленое строительство, парки, пляжи, остаточные продукты мусоросжигания и мусоропереработки);
- ✓ учреждения (школы, больницы, тюрьмы); промышленность; сельское хозяйство.

К отходам потребления относят полуфабрикаты, изделия (продукцию) или продукты, утратившие свои потребительские свойства, установленные в сопроводительной эксплуатационной документации.

К отходам потребления относят в основном твердые, порошкообразные и пастообразные отходы (мусор, стеклобой, лом, макулатуру, пищевые отходы, тряпье и др.), образующиеся в населенных пунктах в результате жизнедеятельности людей.

В последние годы к отходам потребления относят не только отходы потребления от домовладений (их иногда называют твердыми бытовыми отходами - ТБО), но и отходы, образующиеся в офисах, торговых предприятиях, мелких промышленных объектах, школах, больницах, других муниципальных учреждениях.

Отходы производства и потребления делят на используемые и неиспользуемые.

Используемые отходы: отходы, которые используют в народном хозяйстве в качестве сырья (полуфабриката) или добавки к ним для выработки вторичной продукции или топлива как на самом предприятии, где образуются используемые отходы, так и за его пределами. В состав используемых отходов входят обраты или возвратные отходы, которые используют повторно без дополнительной обработки как сырье при производстве той же продукции. Возвратные отходы не относят к вторичным материальным ресурсам.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, на пять классов опасности:

I класс - чрезвычайно опасные отходы;

II класс - высокоопасные отходы;

III класс - умеренно опасные отходы;

IV класс - малоопасные отходы;

V класс - практически неопасные отходы.

Отходы здравоохранения по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности распределяются на пять классов опасности:

1. класс А - неопасные отходы лечебно-профилактических учреждений,
2. класс Б - опасные (рискованные) отходы лечебно-профилактических учреждений,
3. класс В - чрезвычайно опасные отходы лечебно-профилактических учреждений,
4. класс Г - отходы лечебно-профилактических учреждений, по составу близкие к промышленным,
5. класс Д - радиоактивные отходы лечебно-профилактических учреждений.

Биологические отходы - трупы животных и птиц, абортированные и мертворожденные плоды, ветеринарные конфискаты и другие отходы, полученные при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения.

Проблема управления потоками отходов (ТБО) особенно в крупных городах мегаполисах становится все более сложной, в связи с увеличением их количества и отсутствия радикальных методов их утилизации.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Для любого города и населенного пункта проблема удаления или обезвреживания твердых бытовых отходов всегда является в первую очередь проблемой экологической. Весьма важно, чтобы процессы утилизации бытовых отходов не нарушали экологическую безопасность города, нормальное функционирование городского хозяйства с точки зрения общественной санитарии и гигиены, а также условия жизни населения в целом.

Управление бытовыми отходами - сложный процесс со многими привлеченными сторонами, которые включают в себя как технические вопросы, так и экономические, а также вопросы финансового управления, долгосрочного развития, психологические, социальные и другие вопросы. Если бы было так легко организовать сбор отходов и транспортировку их на свалку, то многие территории не были бы загрязнены вследствие несоответствующего управления отходами.

Управление отходами включает в себя не только непосредственные действия с отходами, но также обеспечение и организацию работы сотрудников, а также активную работу с общественными, государственными учреждениями, самоуправлениями и бизнес-организациями. В управление отходами вовлечены многие участники. При управлении отходами нужно решить всевозможные вопросы - как создать систему управления отходами; как её финансировать; какое оборудование использовать и т.д.

Социальные нормы часто влияют на то, каким образом будет проведено управление отходами. В привлечении населения в управление отходами большую роль играет психология. Таким образом, в образовании и руководстве системы управления отходами необходимы знания всевозможных дисциплин и опыт, а также глубокое знание местных условий.

В Москве ТБО утилизируются путем сжигания 3% в год, (2 мусоросжигательных завода, производительность каждого 120 тыс. тонн в

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

год). Следовательно общая степень утилизации ТБО в Москве всего - 7%, (3% подвергается сжиганию, 4%-выделяют в качестве сырья).

На свалки Подмоскovie как и 30 лет назад вывозят 93% от общего количества образующихся ТБО.

Главным недостатком мусоросжигательных заводов является трудность очистки выходящих в атмосферу газов от твердых примесей, особенно диоксинов и окиси азота.

Объем ТБО и приравненным к ним промышленным отходам может и должен быть резко уменьшен (более чем в 2 раза) если подвергать их сортировке, в процессе которой извлекаются представляющие материальные ценности для повторного использования (железо, алюминий, стекло, пластмассы, текстиль, бумага, древесные отходы, резина и т.д.).

Кроме того, известно, что себестоимость металла, стекла, пластика, бумаги и прочего получаемого из вторичного сырья, составляет 20-30% от себестоимости их получения из первичного сырья, руды и т.д., включая также затраты на их добычу, переработку и транспортировку.

При этом мы не вырубаем лес, не копаем карьеров и шахт, а значит, помимо экономии ресурсов и средств, сохраняем нашу природную среду обитания.

В зарубежной и отечественной практике действует много различных по составу, производительности и степени извлечения полезных элементов сортировочных и перерабатывающих технологий. Так степень извлечения ценных компонентов может колебаться в основном от 30% до 80%.

Тот, кто собирает отходы, часто определяет их дальнейшую обработку. Если все отходы, не отсортировав, собирают вместе в одном контейнере, скорее всего, что их захоронят на полигоне или на свалке, или же сожгут. Если отходы сортируют по фракциям уже на месте их появления - в домашних хозяйствах, в учреждениях и на предприятиях - тогда, скорее всего, их будут перерабатывать, используя как вторичное

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

сырье. Чем лучше отходы отсортируют на месте их появления, тем экономичнее и легче передать их на переработку.

У несортированных бытовых отходов ограниченные возможности переработки.

Традиционно их или отправляют на свалки или полигоны, или сжигают. Захоронение отходов часто вызывает недоброжелательное отношение окрестного населения, в то же время, качественное сжигание считается сравнительно дорогим методом.

Это значит, что долгосрочные альтернативные методы, такие как переработка материалов и биологические методы обработки, считаются лучшими. Они дают возможность получить доходы от переработки и уменьшают количество захороняемых отходов.

Чтобы внедрить эти методы в жизнь, необходим качественный сбор и сортировка отходов, которую могут частично выполнять в домашних хозяйствах, а также операторы обработки отходов.

Схемы сбора отходов делятся по собранному материалу - сбор несортированных отходов, сортированных или частично сортированных отходов, что определяет в источнике их появления (в домашних хозяйствах, на предприятиях и учреждениях и т.д.) использованный метод сбора. Между собой схемы сбора отличаются как применяемыми средствами накопления отходов (контейнеры, мешки), так и сбором отходов, и транспортными средствами, использованными в дальнейшей транспортировке. Качество собранных отходов (сортированные или несортированные отходы) обуславливает также вид дальнейшего использования этих отходов.

Несортированные отходы в основном попадают на захоронение, а сортированные или частично сортированные - доставляют на предприятия переработки или в центры обработки.

Качественная сортировка отходов имеет большое значение при определении расходов при переработке отходов в однородных потоках

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

материалов. Материалы, приспособленные к переработке, с большой экономической стоимостью, это: бумага, картон, алюминиевая тара, стекло, пластмассовая упаковка и биологически разлагающиеся отходы.

Минимизация количества отходов, направляемых на объекты их переработки и захоронения, решается в мировой практике на основе включения в схему управления операций сортировки ТБО и выделения ресурсов, пригодных для дальнейшего использования.

Одним из основных методов минимизации количества отходов, поступающих на объекты санитарной очистки, является предварительная сортировка отходов.

Принципиально возможны три взаимодополняющих друг друга направления сепарации ТБО:

- селективный покомпонентный сбор отходов у населения в местах образования с последующей доводкой продуктов на специальных сортировочных установках (преимущественно методами ручной сортировки; для извлечения металлов иногда применяется механизированная сепарация);

- селективный пофракционный сбор в местах образования так называемых коммерческих отходов, образующихся в нежилом секторе города (отходы рынков, магазинов, учреждений, школ и др.), с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механизированной сортировки (на специальных объектах);

- сортировка в заводских условиях комплексной переработки ТБО (преимущественно механизированная, поскольку ручная сортировка отходов жилого фонда на ленте тихоходного конвейера малоэффективна; в ряде случаев технологическая схема может включать элементы ручной сортировки крупнокусовой фракции ТБО).

С 1990 г. по 2016 г. выбросы ПГ в секторе «Отходы» увеличились в Российской Федерации на 13%. Наибольший вклад в общий выброс

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

сектора «Отходы» вносят выбросы из-за захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на полигонах и свалках. С 1990 г. по 2016 г. в РФ увеличение выбросов ПГ из-за захоронения ТБО на полигонах и свалках составило 53.5%

Сортировка отходов может быть организована централизованно, сортируя отходы на станциях центральной сортировки, или это делают сами домашние хозяйства. У обеих систем есть как плюсы, так и минусы. Часто для получения чистого материала сортированные отходы от домашних хозяйств нужно еще раз пересортировать на линиях сортировки.

Отсортировка биологически разлагающихся органических отходов от остальных отходов уже в источнике их появления способствует более качественной сортировке и переработке остальных отходов. В данном случае они более чистые и содержат меньше влаги, поэтому их легче переработать.

Централизованная сортировка часто используется, чтобы повторно отсортировать собранные от потребителей отходы. В разных государствах разные подходы. Процесс сортировки в основном - работа рук, что очень трудоемко. Сортировку можно выполнять также на автоматизированных устройствах, которые предназначены для больших объемов. Устройства сортируют отходы, убирают примеси и меняют также физические свойства отходов. Потоки отходов после сортировки посылают на переработку, сжигание, биологическую переработку или захоронение.

Отсортированные, чистые материалы, часто только спрессованные или запакованные передают далее предприятиям переработки. Главное задание и цель сортировочных устройств - повысить количество и качество отсортированных материалов, чтобы и впоследствии как можно дороже продали на рынке. Однако рынок перерабатываемых отходов должен быть стабилен и устойчив, чтобы материалы можно было реализовать.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

1.2 Основные принципы организации сбора и утилизации твердых бытовых отходов

Система сбора и переработки отходов должна опираться на принцип максимального ограничения влияния отходов на окружающую среду. Для достижения этого важны следующие приоритеты:

- минимизация загрязнения окружающей среды от несанкционированных свалок;
- создание новых полигонных мощностей высокого технического уровня и использование имеющегося объема полигонов;
- постепенная подготовка населения к раздельному сбору отходов;
- максимальное использование ценных вторичных ресурсов;
- прозрачный учет данных как основа для принятия решений по тарифам, а также иных управленческих решений;
- улучшение качества жизни населения.

Для этого необходимо обеспечить регулярный и бесперебойный вывоз всех образующихся от населения и предприятий инфраструктуры ТБО на организованные и безопасные места переработки и утилизации.

В качестве основных технических элементов системы обращения с твердыми бытовыми отходами можно рассмотреть следующие подсистемы:

- 1) сбор и промежуточное складирование ТБО;
- 2) вывоз ТБО;
- 3) переработка ТБО;
- 4) захоронение не утилизируемых фракций.

Принимаемая система сбора отходов зависит от расстояния населенного пункта до объекта переработки, вида жилого фонда (высотная или малоэтажная застройка), планировки (ширина проездов, наличие площадей для разворота техники и т.п.), принятой стратегии обращения с отходами (основной технологией служит захоронение, отбор вторичного

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

сырья или сжигание), климатических условий, принятой технологии сбора (в одно ведро, селективный), применяемой техники для вывоза отходов, наличия ограничений по габаритам и весу транспорта для вывоза отходов.

Основными вариантами реализации сбора отходов являются:

- сбор в контейнеры малой емкости (до 3 куб. м);
- сбор отходов с использованием мусоропроводов;
- сбор с использованием сменяемых контейнеров с подпрессовкой/без подпрессовки в заглубленном или наземном исполнении;
- индивидуальная система сбора с использованием мешков.

Варианты системы вывоза ТБО: прямой вывоз собирающими мусоровозами и двухэтапный вывоз с промежуточной перегрузкой на станции.

Прямой вывоз отходов собирающими мусоровозами (с объемом кузова 12 - 18 куб. м) применим только в том случае, если расстояние до объекта захоронения не более 15 - 17 км, в противном случае их использование становится экономически нецелесообразным.

Мусоровозы с задней загрузкой позволяют:

- обслуживать контейнеры различной конфигурации (от 0,1 до 2 куб. м);
- минимизировать затраты на загрузку отходов (меньшая высота подъема контейнера);
- обеспечить более комфортные условия труда для работников, обслуживающих спецтехнику;
- уменьшить количество просыпающихся отходов.

Подбор транспорта для вывоза отходов во многом определяется принятой системой сбора. Кроме того, при подборе оборудования следует учитывать:

- максимально разрешенные нагрузки на дорожное полотно;

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

- возможность подъезда и разворота техники (ширина улиц, наличие разворотных площадок, мостов, тоннелей, арок и т.п.);

- количество и качество образующихся отходов.

Двухэтапный вывоз с промежуточной перегрузкой на станции применяется при дальности вывоза более 17 - 25 км.

Доставка отходов на мусороперегрузочные станции осуществляется малыми собирающими мусоровозами. Вывоз отходов с мусороперегрузочной станции осуществляется мусоровозами со съемными контейнерами 20 - 30 куб. м в уплотненном состоянии.

При выборе большегрузных мусоровозов следует учитывать:

- снаряженную массу транспортного средства (не превышает ли она допустимую нагрузку на дороги);

- длину транспортного средства, радиус разворота, высоту, ширину;

- уровень шумности;

- уровень загрязнения окружающей среды (при наличии особых требований);

- возможность работы в зимний период.

Устройство мусороперегрузочных станций позволяет:

- снизить временные затраты на сбор и вывоз отходов;

- снизить эксплуатационные затраты на ГСМ и ремонт парка мусоровозов;

- укрупнить объекты переработки;

- накапливать транспортные партии вторичного сырья и компостных фракций на мусороперегрузочной станции;

- производить первичную обработку отходов (прессование, тюкование).

Все указанные преимущества в конечном итоге приводят к снижению затрат на сбор и вывоз отходов.

Общей частью различных вариантов схем одноуровневых МПС является следующий технологический процесс:

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

а) собирающий мусоровоз выгружает ТБО на бетонированную площадку приемного отделения МПС;

б) на площадке приемного отделения производится ручной отбор крупногабаритных отходов и металлолома;

в) автопогрузчиком ТБО сгружаются на заглубленную часть наклонного приемного пластинчатого конвейера;

г) с наклонного приемного конвейера ТБО сбрасываются либо:

- в транспортный большегрузный (до 25 т) мусоровоз через накопительную воронку путем дозированной подачи ТБО приемным конвейером;

- в пресс-контейнер, а также в буферный накопительный бункер объемом до 30 куб. м каждый со стационарным компактором и последующей погрузкой пресс-контейнера на большегрузное транспортное средство, оборудованное механизмом «мультилифт», тросовым или цепным устройством.

Наполнение пресс-контейнера или буферного накопительного бункера регулируется реверсивным конвейером на торце приемного конвейера. Реализация схемы МПС по варианту 2 рекомендуется при невысокой производительности станции и небольшом (порядка 5 - 10 км) расстоянии до полигона;

- в стационарный пакетирующий пресс для ТБО с автоматической обвязкой 4 - 5 рядами проволоки и последующей погрузкой сформированных тюков плотностью до 1 т/куб. м с помощью погрузчика с боковым захватом на большегрузное транспортное средство

В качестве основных вариантов промышленной переработки твердых бытовых отходов могут быть рассмотрены:

- технология механобиологической переработки;
- технология энергетической утилизации;
- технология компостирования.

Варианты механобиологической переработки отходов:

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

1. Процесс предназначен для стабилизации отходов перед дальнейшим захоронением на полигонах. Технология разработана таким образом, чтобы обеспечить максимально полное разложение органических веществ и отделение горючих компонентов. Дополненная процессом перколяции, данная технология позволяет на ограниченном пространстве с низкими эмиссиями сократить время стабилизации отходов на полигоне захоронения. Кроме того, технология позволяет получать компост. Преимущества технологии: увеличение срока эксплуатации полигона захоронения, сокращение массы захораниваемых отходов, снижение затрат на захоронение, стабилизация отходов, производство компоста.

2. Процесс нацелен на оптимальное использование энергетического потенциала отходов. Технология разработана таким образом, чтобы снизить объемы захораниваемых отходов и максимально их гомогенизировать. Фракция с высокой теплотворной способностью может быть использована как вторичное твердое топливо для промышленности или сожжена в энергетических установках. Преимущества: сокращение объемов отходов, направляемых на захоронение, снижение затрат на захоронение, увеличение производительности, получение однородного топлива для энергетических установок.

3. Процесс ориентирован на максимальное сокращение объемов захораниваемых отходов. Оба основных выходящих потока (высокоэнергетическая и аэробно-стабилизированная фракции) после дополнительной подготовки (сушки, измельчения и т.п.) могут быть переработаны путем пиролиза, газификации, сжигания в цементных печах и т.п.

После удаления негабаритных компонентов отходы измельчаются и перемешиваются при помощи специального оборудования.

Далее отходы при помощи барабанного грохота делятся на два потока, при этом размер отверстий сита подбирается в зависимости от состава отходов. Отсев представляет собой богатую органическими

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

компонентами мелкую фракцию. Крупная фракция - сухие компоненты, обладающие высоким энергетическим потенциалом. Обе фракции проходят магнитный сепаратор для отделения черных металлов. Далее мелкая фракция поступает на биологическую переработку (перколяцию), а крупная (картон, бумага, текстиль и т.п.) в зависимости от принятой модели направляется на захоронение или энергетическую утилизацию как твердое вторичное топливо напрямую или после дополнительной обработки. Если отсев представляет собой слаборазлагаемую или сухую органическую фракцию, для которой перколяция неэффективна, он может измельчаться или напрямую подаваться на дальнейшую переработку. Это позволяет отправить промышленные и некоторые другие отходы сразу на прессование. Механическая обработка применяется для смеси отходов.

Перколяция (аэробный гидролиз) является центральным процессом механобиологической переработки отходов и лимитирует общую производительность технологии. Перколятор - горизонтальный цилиндрический реактор непрерывного действия с гидравлически вращающимся центральным стержнем со скребками, расположенными над решеткой. Материал находится в перколяторе около двух дней при температуре 40 - 45 градусов. В реактор подается воздух и подогретая вода, все механически перемешивается, действие воды и микроорганизмов способствует переходу органических веществ в жидкую фазу.

Обогащенная органическими веществами жидкая фаза выходит из перколятора через отверстия в сите. Отмытая твердая фракция через шнековый питатель подается на шнековый пресс для обезвоживания.

Водооборот. Обезвоживание твердой фракции. Твердая фракция выходит из перколятора насыщенной влагой и обезвоживается в шнековом прессе до содержания твердого вещества 55 - 60%. Отжатая вода возвращается в цикл, твердая фракция поступает на дальнейшую переработку.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Удаление минералов и волокон. Технологическая вода из перколятора и шнекового пресса очень насыщена органическими и взвешенными веществами, а также волокнами. Тяжелые инертные материалы (песок, стекло, камни и т.п.) удаляются из технологической воды путем седиментации (осаждения).

Волокнистые частицы всплывают и могут быть отделены, однако в них могут содержаться органические растворимые вещества, поэтому они возвращаются на перколяцию. Для отделения и возврата тонких волокнистых частиц используется сито. После отделения волокон и взвешенных частиц технологическая вода через питатель поступает на анаэробное сбраживание.

Анаэробное сбраживание. Технологическая вода перекачивается в сбраживатель, в котором под воздействием анаэробных метаногенных микроорганизмов органические вещества разлагаются до биогаза. Образующийся биогаз состоит в основном из метана, углекислого газа и незначительного количества сероводорода.

Сбраживатель представляет собой автономный горизонтальный цилиндрический резервуар. Время пребывания технологической воды в реакторе достаточно для разложения органических веществ благодаря быстрому протеканию процесса. Технологическая вода поступает в реактор через впускные отверстия таким образом, что образуется взвешенный слой. Микроорганизмы удерживаются в верхней части реактора при помощи специального слоя. Поступление хлорида железа с отходами вызывает образование серы в осадке, который выводится из цикла.

Очистка технологической воды. Накопление нитратов и солей в технологической воде замедляет процессы биологического разложения, поэтому она периодически очищается. Мелкие взвешенные вещества удаляются путем ультрафильтрации, остаток, обогащенный разлагаемыми органическими веществами, возвращается на анаэробное сбраживание.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Азот практически полностью удаляется путем продувания горячим воздухом.

Деминерализация технологической воды проводится при помощи обратного осмоса, после чего она может быть возвращена в технологический цикл. Излишняя влага выводится из процесса после предварительного очищения от нитратов и может быть использована для увлажнения компоста или спущена в канализацию.

Возможно проведение процесса только за счет собственной влаги отходов и конденсата отходящих газов.

Использование биогаза. В соответствии с составом твердых бытовых отходов из каждой тонны отходов образуется 50 - 60 куб. м высококачественного биогаза, при сжигании которого может быть получено около 140 кВт электроэнергии и 170 кВт тепловой энергии, что достаточно для обеспечения энергией процесса перколяции. Даже без дополнительной переработки отходов этой энергии более чем достаточно для технологических нужд: производимая энергия может использоваться для обогрева зданий, подготовки воды и сушки отходов.

Переработка твердой фракции. Твердая фракция, выходящая из перколятора, измельчается до размеров 30 - 50 мм и поступает на компостирование.

Твердая фракция, полученная при грохочении отходов, обладает высоким энергетическим потенциалом и может быть использована для получения энергии (как твердое вторичное топливо - RDF) или отправлена на захоронение.

Очистка газов. Сложная система очистки отходящих газов и герметичность оборудования способствуют минимизации выбросов. Так, предварительная сортировка отходов, биологическая переработка и другие процессы, связанные с выделением дурнопахнущих газов, проводятся при отрицательном давлении. Перколяция и очистка технологической воды проводится в герметичном оборудовании. Выделение газов от

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

обработанных отходов минимально благодаря биологическому разложению. Технологические газы от механической обработки подаются для аэрации компостируемых отходов. Для очистки газов, выбрасываемых в атмосферу, используются биофильтры или регенерируемые устройства термического окисления.

Основные характеристики завода механобиологической переработки. Производительность большинства заводов по механобиологической переработке твердых бытовых отходов находится в пределах между 20000 и 100000 т/год, некоторые заводы имеют производительность даже более 200000 т/год.

Время биологической переработки отходов варьирует от 7 дней до 15 недель.

Механическая сортировка ТБО и их дробление позволяют:

- отобрать ценное сырье для его вторичной переработки;
- отобрать органическую фракцию ТБО для ее последующего компостирования;
- отобрать сырье, представляющее экологическую опасность при его сжигании;
- повысить теплотехнические и экологические показатели сырья, предназначенного для сжигания.

Благодаря такой подготовке низшая теплота сгорания твердого вторичного топлива (RDF) достигает 9 МДж/кг, а по содержанию золы, влаги, серы и азота характеристики RDF будут практически соответствовать аналогичным характеристикам бурого угля.

RDF может использоваться в качестве топлива для производственных целей (например, в цементных печах) и в существующих энергетических установках (ТЭС и т.п.) после проведения его сертификации. Однако для сжигания RDF больше подходят специализированные энергетические установки, так как они обеспечивают наиболее подходящие условия.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Технологическая схема завода по переработке сухой фракции ТБО после завода механобиологической переработки производительностью 80 тыс. т/год включает в себя три технологические линии с печью кипящего слоя, котлами производительностью 22 - 25 т/ч, газоочистным оборудованием и две турбины.

Состав технологического оборудования и систем:

- сжигательные устройства, каждое из которых состоит из котла-утилизатора и топки, оснащенной загрузочным устройством, механической колосниковой решеткой, газогорелочными устройствами, системой удаления провала, летучей золы и системой выгрузки шлака;

- стационарные трубопроводы;

- система подачи и подогрева воздуха (дутьевые вентиляторы, паровые и газовые подогреватели);

- система газоочистного оборудования, расположенная за котлом;

- система шлако - и золоудаления;

- бункеры сбора твердых остатков и хранения реагентов для газоочистки и водоподготовки;

- оборудование энергетического комплекса, включая две паровые турбины с турбогенераторами;

- система химической водоподготовки, коррекционной обработки воды и химического контроля;

- автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП);

- система мониторинга выбросов вредных веществ из дымовой трубы.

Необходимо отметить, что выбросы диоксинов и фуранов ниже европейских нормативов (0,1 нг/куб. м) за счет:

- оптимизации горения ТБО на колосниковой решетке;

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

- увеличения высоты топки котла, что обеспечивает необходимое двухсекундное пребывание дымовых газов при температуре выше 850 °С для разложения диоксинов на фураны, образующихся при горении ТБО;

- ввода в дымовые газы активированного угля, абсорбирующего вторично образованные диоксины.

Для обезвреживания и утилизации золошлаковых отходов возможно применение технологии, которая позволяет получать строительные материалы в виде гранулята и бетонных плит.

Все оборудование завода, технологические процессы сжигания и вспомогательные системы эксплуатируются и управляются при минимальном участии человека и его контактов с отходами с помощью АСУТП.

Технология компостирования используется для утилизации биологической фракции отходов с получением применяемого в сельском хозяйстве компоста.

Биологические отходы образуются в быту либо при уходе за парками, зелеными насаждениями, а также в хозяйственном секторе и секторе услуг (рыночные павильоны, кладбища, гастрономические предприятия, гостиницы). К биологическим отходам относятся:

- отходы зеленой биомассы и дерева, образующиеся при работе в садах и парках;

- отходы переработки растений, не предназначенных для получения продуктов питания;

- органические отходы, образующиеся при производстве и переработке продуктов питания;

- отходы обработки и переработки дерева (кора, пробки, солома).

Размеры планируемого сооружения для компостирования определяются ожидаемыми объемами отходов, здесь также следует учесть и сезонные колебания массы отходов в течение года (в период с мая по октябрь обычно поступает в 1,7 раз больше отходов).

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

1.3 Безотходное производство

Безотходная технология - это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле : сырьевые ресурсы - производство-потребление-вторичные сырьевые ресурсы. Это позволяет сделать минимальным воздействием на окружающую среду и не нарушать ее нормального функционирования.

Большинство современных производств загрязняют окружающую среду выбросами в воздух и в воду своих отходов. Однако эти отходы содержат в себе нужные для хозяйствования вещества: металлы, стекло, бумагу и др. Задача заключается лишь в том, чтобы разработать механизмы выделения этих компонентов из отходов. Наиболее перспективным проектом является создание таких производственных технологий. Когда отходы одного процесса используются в качестве сырья для другого. В результате объем твердых, жидких и газообразных отходов, сбросов и выбросов будет минимальным. Ученые считают, что сейчас имеется много технических знаний и оборудования, чтобы повторно использовать 2/3 образующихся отходов. Главный тормоз - неправильная организация производства, отсутствие у производителей экологических знаний и культуры природопользования, низкие цены на природные ресурсы и незначительные штрафы с предприятий, загрязняющих окружающую среду.

Наиболее широко из безотходных технологий в нашей стране используются замкнутые системы промышленного водоснабжения. Создаются установки для получения их отходов биогаза.

Небольшие установки (объемом от 1 м до 500 м) используются на фермах, более крупные - на сахарных, спиртовых и других заводах, а также на свалках бытовых и промышленных отходов.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

Конструкции установок одинакового объема могут сильно отличаться в зависимости от вида сырья. Занимаемой площади. Необходимой степени очистки газа. Проблемами технологий производства биогаза занимается новая область науки промышленного производства - биотехнология.

Сейчас в мировой практике применяется больше десятка технологий сжигания бытовых отходов. По оценке Всероссийского теплотехнического института (ВТИ), вырабатываемая при их реализации тепловая энергия наиболее эффективно используется в трех случаях: при сжигании твердых отходов на колосниковых решетках, в топке с псевдоожиженным (кипящим) слоем и по технологии, называемой «Пиролиз - высокотемпературное сжигание».

Сжигание на колосниках в слоевой топке считается самой распространенной технологией. По этому методу работает большинство зарубежных мусоросжигательных заводов и все, построенные до настоящего времени в России. Сжигание отходов в топках с псевдоожиженным слоем широко распространено в Японии.

В Европе таких заводов только два - в Испании и Германии, строительство еще двух ведется во Франции и в России (Москва). К сожалению, обе эти технологии не решают проблему утилизации и обезвреживания твердых остатков - шлака и особенно летучей золы, которая улавливается системой газоочистки. Но если шлак можно использовать, например, на засыпке оврагов или в строительстве, то золу приходится захоранивать на специально оборудованных полигонах, поскольку она адсорбирует тяжелые металлы и другие токсичные вещества. Есть и другие пути переработки твердых остатков, но все они требуют дополнительных материальных затрат.

Следует рассмотреть возможность создания безотходного производства с использованием шлака и золы для дорожного строительства и стройиндустрии, обеспечив при этом извлечение остатков черного и цветного металлолома. Необходимо также предусмотреть в

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

схеме завода двухступенчатую систему очистки выбросов, отвечающую самым жестким нормативам и требованиям. Аппараты очистки от летучей золы должны иметь эффективность не ниже 99%. Химическая очистка от газообразных загрязняющих веществ должна улавливать такие выбросы, как SO₂, NO₂, HCl и HF. Конструкция котлоагрегата должна обеспечивать полное дожигание органических и полиароматических веществ, образующихся в процессе горения отходов.

Обезвредить золу и шлак позволяют комбинированные технологии сжигания отходов при высокой температуре. К ним относится, например, практически безвредная комбинированная технология под названием «Пиролиз - высокотемпературное сжигание». С ее внедрением переработка ТБО стала почти полностью безотходной.

В результате процесса пиролиза из сырья образуются парогазовая смесь и твердый углеродистый остаток (пирокарбон). Парогазовая смесь очищается от пыли в циклоне и далее проходит последовательно через конденсатор, в котором газовая фаза отделяется от жидких продуктов пиролиза (смеси смолы и воды). Газообразные продукты направляются вентилятором на сжигание в специальную топку.

Пирокарбон из пиролизного барабана через шлюзовой питатель выгружается на конвейер с погружными скребками и охлаждающей водяной рубашкой под днищем. Расфасованный в бумажные мешки пирокарбон отправляется на склад готовой продукции.

Комбинированная технология выгодно отличается от прочих тем, что, во-первых, из бытовых отходов получают материалы, пригодные для использования практически без дальнейшей обработки. Во-вторых, выходящие из установки газы по степени очистки отвечают самым строгим требованиям, более того, зачастую содержание в них вредных веществ гораздо ниже установленных пределов. Наконец, метод дает возможность использовать выделяемое при сжигании отходов тепло для

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

производства электроэнергии и централизованного теплоснабжения или направлять его на технологические нужды.

ВЫВОД ПО ГЛАВЕ 1

В настоящее время на территории РФ каждый городской житель ежегодно производит от 200 до 400 кг ТБО, представляющих серьезную санитарно-эпидемиологическую угрозу. За последние годы объем ТБО резко увеличился. Большое количество отходов создает экономические и технические проблемы их сбора, хранения, переработки, захоронения и транспортировки.

Система управления ТБО ранее сводилась к организации их сбора, транспортировки и захоронению. В последние годы в связи с интенсивным развитием упаковочной индустрии и ряда других факторов морфологический состав ТБО существенно изменился, что требует усовершенствования всей системы управления ТБО и выделения в ней новых элементов.

Система сбора и переработки отходов должна опираться на принцип максимального ограничения влияния отходов на окружающую среду. Для достижения этого важны следующие приоритеты:

- минимизация загрязнения окружающей среды от несанкционированных свалок;
- создание новых полигонных мощностей высокого технического уровня и использование имеющегося объема полигонов;
- постепенная подготовка населения к раздельному сбору отходов;

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

- максимальное использование ценных вторичных ресурсов;
- прозрачный учет данных как основа для принятия решений по тарифам, а также иных управленческих решений;
- улучшение качества жизни населения.

Безотходная технология - это такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле : сырьевые ресурсы - производство-потребление-вторичные сырьевые ресурсы. Это позволяет сделать минимальным воздействием на окружающую среду и не нарушать ее нормального функционирования.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

2.1 Описание технологического процесса

Поступающий на комплекс переработки мусор, доставляемый мусоровозами, подлежит предварительному взвешиванию на весовой. Весь въезжающий на территорию комплекса автотранспорт проходит взвешивание. После разгрузки или загрузки, при выезде он повторно взвешивается, а затем автоматически происходит составление данных о массе и объеме привезенных отходов, автотранспорте, их доставившем, времени прибытия и времени нахождения на территории комплекса. Эти данные автоматически заносятся в систему управления комплексом. Въезжающие мусоровозы проходят дозиметрический контроль в целях

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

выявления несанкционированного транспортирования радиоактивных отходов на линию ручной сортировки.

Для регулирования потоков движения автотранспорта перед въездом на территорию комплекса и выездом из него предусмотрены два шлагбаума, работа которых регулируется из контрольно-пропускного пункта КПП с помощью видеонаблюдения.

При выезде любого транспортного средства с территории комплекса в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями колеса автомобилей обеззараживаются в ванне с дезинфицирующим раствором.

Прошедшие КПП и весовую платформу мусоровозы направляются в приемное отделение основного здания сортировки отходов. Приемное отделение отходов расположено на высоте 3 м от уровня пола здания, что позволяет быстро выгружать отходы из автомобилей, а также из контейнеров методом разгрузки в приемный бункер – склиз-воронку. Для удобства маневрирования и подъезда к приемному отделению предусмотрена эстакада для подъезда и подъема транспорта. Приемное отделение имеет размеры, позволяющие одновременно принимать два автомобиля, движение которых регулируется оператором приемки отходов.

В целях сокращения времени разгрузки, а также содержания приемного отделения в состоянии, соответствующем санитарно-гигиеническим требованиям охраны труда, техники безопасности и пр., предусмотрена механическая сметная щетка. После разгрузки мусоровоза в склиз-воронку часть мусора остается на бетонном полу, что порой препятствует разгрузке следующего мусоровоза. Механическая щетка позволяет оператору приемки быстро произвести уборку территории от оставшегося мусора непосредственно из операторской кабины.

В целях предотвращения попадания в барабан-грохот крупногабаритных изделий и материалов предусмотрено крановое

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	27.03.04.2017.028.00 ПЗ				

подъемно-поворотное устройство для изъятия попавших в бункер-склиз КГО.

Прошедшие через склиз-воронку отходы в соответствии с разработанной технологией и регламентом поступают в барабан-грохот для механизированного сепарирования и последующей сортировки. Предлагаемая технология переработки основана на том, что поступающие отходы принимаются специальным устройством, позволяющим переместить их в барабан-грохот без системы транспортеров, эксплуатация и обслуживание которых требует немалых затрат. Склиз направляет отходы, выгружаемые непосредственно из автомобиля-мусоровоза в сепарирующий барабан-грохот. Склиз-воронка сконструирован таким образом, что не имеет движущихся частей и деталей, которые могут подвергаться ускоренному износу, коррозии, механическому заклиниванию и пр.

Поступающие в барабан-грохот отходы сразу же интенсивно перемещаются в вертикальной и горизонтальной плоскостях. При этом происходит их резкое разделение из спрессованного состояния, в котором отходы находились при складировании и транспортировании в мусоровозах с подпрессовкой. В головной приемной части грохота расположены реборды с верхними режущими кромками определенной конфигурации, которые позволяют разрезать мешки с мусором, частично разрывать картонные и пластиковые короба и тару. Количество и расположение реборд, их высота и угол наклона позволяют регулировать скорость прохождения массы отходов внутри барабана-грохота, что также существенно влияет на возможность принимать выгружаемые отходы в расчетных объемах.

Конструкция грохота имеет расширение от входного окна, имеющего форму круглого конуса меньшего диаметра и плавно переходящего в многогранную призму. Она изготовлена из металла расчетной толщины, позволяющей при необходимости выдерживать большие ударные нагрузки

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

от тяжелых предметов, а также во время вращательного движения грохота быстро отводить поступающие отходы от входного отверстия вглубь барабана-грохота. Конструкция барабана-грохота обладает очень высоким коэффициентом «прозрачности», позволяющим при относительно небольших линейных размерах сит с установленными ячейками сепарировать практически все фракции заданных параметров.

Проходя первую зону барабанной призмы грохота, поступившие отходы, постоянно перемещаясь в линейном направлении на выход, встряхиваются на ребрах призмы, бумажные и полимерные мешки разрываются и разрезаются. Также, переваливаясь через реборды, фрагменты отходов перекатываются и трутся друг о друга, при этом от них отделяются прилипшие мелкие предметы, песок, пыль, влага, жиры.

Очищенные таким образом отходы перемещаются во вторую зону барабана-грохота, выполненную в виде решетки с размером ячейки между ребрами до 16 мм. Решетка изготовлена из металлической полосы толщиной 4 мм и шириной от 20 до 40 мм, установленной «на ребро». Благодаря высокой степени проницаемости, решетка может линейно перемещать другие сортируемые отходы, фракционный размер и масса которых больше установленных размеров ячейки решетки.

Просеянные сквозь ячейки решетки мелкие фракции мусора просеиваются на конвейерную ленту желобчатого ленточного транспортера, размещенного под барабаном-грохотом под расчетным углом к оси вращения, и отводятся по ней на перегрузку на другой желобчатый наклонный конвейер и далее в бункер-накопитель. Приводной барабан желобчатого ленточного конвейера выполнен из магнитного материала, благодаря которому в момент прохождения резиновой ленты с отходами к нему притягиваются практически все черные металлы, сепарируются и перемещаются в отдельный бункер находящийся непосредственно под конвейером. В предлагаемом варианте

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

предусмотрено улавливание таких предметов и фрагментов мусора, как иголки, гвозди, шурупы, болты, гайки, скрепки и пр.

Конструкции склиза-воронки и барабана-грохота оснащены устройством воздушной сепарации, позволяющим в период их работы отводить образующуюся пыль и газы через циклон и газоочистку.

В целях пожарной безопасности в пространстве между барабаном-грохотом и его защитным кожухом предусмотрен подвод водопроводных труб с форсунками, что позволяет оператору-приемщику при воспламенении отходов потушить их, и установлены специальные пеносодержащие контейнеры-баллоны, производящие автоматическое тушение при возгорании отходов.

Третья зона барабана-грохота оборудована так же, как и вторая, с той лишь разницей, что решетка имеет ячейку размером от 40 мм. Установленные размеры ячейки дают возможность отсеивать из отходов все предметы и материалы, величина которых находится в заданных пределах. По расчетам, это большая часть мелкие стеклянные пузырьки и осколки стекла, металлические и пластиковые пробки от бутылок, мелкая макулатура, фрагменты изделий и прочие предметы, составляющие мусор.

Четвертая зона с решеткой, размеры ячейки которой предусмотрены в пределах 65 мм, предназначена для просеивания и отвода более крупных, чем во второй и третьей зонах, предметов и фрагментов мусора. Размеры ячейки сита позволяют отсеять такие предметы, как пластиковые бутылки и пузырьки, пробки, алюминиевые банки из-под напитков, газовые баллончики, упаковка от пищевых продуктов, коробки от медикаментов, одноразовая посуда, тубики от паст и бытовой химии, предметы кухонной утвари и пр. Предметы, прошедшие сквозь решетку через специальный бункер-склиз, подаются на наклонный желобчатый ленточный конвейер, приводной барабан которого изготовлен из магнитного материала и выполняет функции металлосепаратора, и далее на конвейер сортировочного стола, расположенный в сортировочной кабине.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Предварительно прошедшие встряхивание и отбор черного металла предметы сортируют вручную, чтобы извлечь полезные фракции вторсырья. Рабочие, занимающиеся ручной сортировкой, отбирают предметы определенной морфологии и бросают их в сортировочные окна с откидными крышками, находящимися в нижней части окна.

Пятая и шестая зоны барабана-грохота выполняют функции, аналогичные функциям четвертой зоны с той лишь разницей, что решетки имеют ячейки соответственно 100 и 150 мм.

Последовательное увеличение размера ячеек решеток позволяет производить постепенное отделение и отвод на сортировочные столы фракций ТБО строго определенных размеров. Поступившие на сортировочный стол предметы имеют относительно одинаковые размеры, что позволяет их удалять с максимальной производительностью и безопасностью для рабочего-сортировщика. Практически исключается попадание на эти столы таких морфологических составляющих мусора, как макулатура и полимерные пленки, средне- и крупногабаритные материалы, которые занимают большую площадь и объем на конвейере сортировки и не позволяют эффективно и быстро отбирать полезные вторичные материалы.

Слой отходов на конвейере сортировки минимальный, что дает возможность сортировщикам визуально быстро определять полезные вторичные материалы и отбирать их в соответствующие отделения предварительного складирования. Скорость конвейеров сортировки настраивается таким образом, что проходящие по нему полезные фракции практически полностью изымаются и не попадают в дальнейшем на захоронение. Объем изъятия вторсырья на конвейерах предварительной и конечной сортировки может достигать 85–95% по тем материалам, которые требуется или намечено отбирать.

Устройство барабана-грохота оснащено ультрафиолетовыми светильниками, закрепленными на кожухе барабана. Благодаря этим

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

светильникам в процессе грохочения мусора внутри барабана он обеззараживается от патогенных бактерий и микроорганизмов, присутствующих на поверхности отходов. Для того чтобы массы отходов эффективно обеззараживались практически со всех сторон, достаточно 8–12 мин. Данное устройство дает возможность устранения прямого контакта рабочих-сортировщиков с грязными, потенциально зараженными отходами и приводит в соответствие с требованиями Ростехнадзора, Роспотребнадзора, санитарно-гигиеническим требованиям техники безопасности и охраны труда работающих на комплексе.

Точность расчетов параметров барабана-грохота в целях максимально эффективного его применения на начальной фазе приема и переработки отходов зависит от морфологического состава поступающего мусора. Длина барабана, его диаметр, форма вращающегося тела, количество зон сепарации, а также проектные размеры ячеек сит могут быть в дальнейшем изменены. Это зависит только от морфологического состава поступающих отходов, требуемой степени отбора полезных вторичных материалов и общей мощности комплекса переработки.

Накопленные в отделениях предварительного складирования вторичные материалы периодически сдвигаются погрузчиком на пластинчатый конвейер, подающий их на гидравлический горизонтальный пресс для прессования в тюки заданных размеров, формы и массы. Предлагаемая технология позволяет вручную сортировать отходы на высоких скоростях, так как попавшие на конвейер фрагменты мусора уже имеют выдержанные заданные размеры и располагаются на ленте конвейера слоем, высота которого не превышает высоту самих фрагментов. Это очень важно, поскольку при непрерывном движении ленты конвейеров проблематично определять в общей массе мусора те предметы, которые необходимо отобрать, так как они могут быть скрыты от визуального контакта другими предметами, если слой отходов на конвейере высокий. В технологических линиях других комплексов,

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

работающих в России, слой отходов порой достигает более 250–300 мм и в результате полезные материалы не успевают отбирать из общего потока отходов, вследствие чего они попадают на захоронение. Предлагаемая этим проектом схема полностью исключает потерю полезных фракций, потому что все предметы располагаются на ленте конвейера в один слой и хорошо различимы на расстоянии. Это обстоятельство позволяет подобрать на практике максимально возможные режимы движения ленты и соответственно увеличить пропускную способность всей линии

Собранные отходы из «зеленого» контейнера направляются на мусоросортировочные комплексы для сортировки на фракции и прессовки в брикеты готовой продукции, а отходы второго контейнера направляются на полигон отходов.

Предусматривается сортировать: механическим, магнитным, ручным, электронным, и воздушным способами по таким фракциям как бумага, стеклобой, инертные керамические отходы, черные и цветные металлы.

Основными отличительными характеристиками новой схемы муниципального управления в сфере обращения с ТБО, в сравнении с традиционными решениями, являются:

- постепенный, поэтапный переход к селективному сбору ТБО в жилых кварталах, на предприятиях и в организациях;
- проведение широкой постоянной разъяснительно-агитационной работы с населением, внедрение разнообразных стимулирующих муниципальных программ.

Учитывая, что из общего объема отходов более 50% приходится на коммерчески привлекательные, то такая схема позволяет транспортировать на полигон и захоронить существенно меньшие объемы отходов. Экономия только на захоронении отходов может составить более 1 миллиона рублей ежегодно.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Внедрение новой схемы обращения с отходами потребления предусматривает несколько этапов.

Первый этап

На первом этапе происходит отработка новой схемы на небольшой территории, а также части муниципальных предприятий. В печати, на радио и телевидении ведется широкая агитационно-просветительская работа с населением по вопросам селективного сбора ТБО в жилых кварталах. На основании анализа реализации программы селективного сбора ТБО создаются предпосылки для муниципальных программы – решением проблем селективного сбора ТБО.

Основой раздельного сбора ТБО населением и предприятиями должно стать экономическое стимулирование.

Смысл его состоит в том, что стоимость вывоза серого контейнера выше, чем контейнеров с другими видами отходов. Если в зеленом контейнере для сбора отходов морфологический состав не соответствует установленным требованиям раздельного сбора, он удаляется по тарифам остаточных. Первичная организация контроля за сбором отходов осуществляется эксплуатирующей жилой фонд организацией и ТСЖ.

Соответствие содержимого контейнеров «зеленый», или «серый», устанавливаются метки работниками вывозящих организаций при осмотре содержимого контейнеров.

Второй этап

После отработки на практике на небольшой территории и всех производственных взаимоотношений осуществляется полный переход к селективному сбору ТБО. Раздельный сбор ТБО населением стимулируется экономическими методами. Организация, обслуживающая жилищный фонд, производит выплаты гражданам, осуществляющим селективный сбор, из средств которые образуются за счёт экономии при вывозе «зеленого» и контейнеров по сравнению с «серым».

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Обновление контейнерного парка осуществляется за счёт средств управляющих жилищным фондом организаций, обновление мусоровозного парка за счет средств вывозящих организаций.

2.2 Практически возможные объемы сбора и сортировки

Для получения реальных объемов сбора вторичного сырья по предлагаемой системе данные необходимо скорректировать с учетом коэффициента сбора, или т.н. коэффициентом «не доноса вторичных ресурсов».

В настоящее время, процент отбора вторичных ресурсов из смешанных отходов на мусоросортировочных комплексах не превышает 12%. С целью существенного увеличения процента отбора вторичного сырья предложена система раздельного сбора ТБО. Таким образом извлечение вторичного сырья на сортировочных пунктах может достигать 40% в зависимости от компонентов отходов.

При системе сбора в «2 контейнера» практически возможные объемы сбора вторсырья составят:

Таблица 2.2.1.

Реально прогнозируемые объёмы отбора вторсырья в ТБО

Наименование фракции	Процент отбора вторсырья по данной фракции	Образование т/год		
		Существующее положение	Первая очередь	Расчётный срок
Бумага, картон	30	2527,97	2959,91	4057,83
Черный металл	90	1579,98	1849,95	2536,15
Цветной металл	95	1000,65	1171,63	1606,23
Полимеры	40	1966,20	2302,16	3156,09
Текстиль	50	526,66	616,65	845,38
Стекло	60	6109,26	7153,13	9806,43
Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы		13710,72	16053,4 3	22008,11

Таблица 2.2.2

«Реально прогнозируемые объёмы отбора вторсырья в ТБО»

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Наименование фракции	Процент отбора вторсырья по данной фракции	Образование т/год		
		Существующее положение	Первая очередь	Расчётный срок
Бумага, картон	75	32959,21	5 0303,80	59650, 33
Черный металл	90	1318,37	2 012,15	2386,0 1
Цветной металл	95	695,81	1 061,97	1259,2 8
Полимеры	60	1538,10	2 347,51	2783,6 8
Текстиль	90	329,59	5 03,04	596,50
Стекло	90	2307,14	3 521,27	4175,5 2
Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы		39148,21	5 9749,73	70851, 33

Таблица 2.2.3

**Итого реально прогнозируемые объемы сбора вторичных ресурсов
ТБО**

Наименование фракции	Образование т/год		
	Существующее положение	Первая очередь	Расчётный срок
Бумага, картон	35487,18	53263,71	63708,16
Черный металл	2898,35	3862,10	4922,16
Цветной металл	1696,46	2233,60	2865,51
Полимеры	3504,29	4649,67	5939,77
Текстиль	856,25	1119,69	1441,89
Стекло	8416,40	10674,39	13981,95
Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы	52858,93	75803,16	92859,44

Таблица 2.2.4

**Прогнозируемые объемы вторичных ресурсов направляемых
потребителю после отбора на МСК**

Наименование фракции	Процент отбора вторсырья по данной фракции на МСК	Образование т/год		
		Существующее положение	Первая Очередь	Расчётный срок
Бумага, картон	90	31938,46	4793 7,34	57337, 34
Чёрный металл	90	2608,51	3475 ,89	4429,9 4
Цветной металл	90	1526,81	2010 ,24	2578,9 6
Полимеры	90	3153,86	4184 ,70	5345,8 0
Текстиль	90	770,63	1007 ,72	1297,7 0
Стекло	90	7574,76	9606 ,95	12583, 76
Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы		47573,04	6822 2,84	83573, 50

Таблица 2.2.5

Прогнозируемые объемы вторичных ресурсов направляемых
потребителю после отбора на МСК

Наименование фракции	Процент отбора вторсырья по данной фракции на МСК	Образование т/год		
		Существующее положение	Первая Очередь	Расчётный срок
Бумага, картон	90	9081,52	12 368,51	15576, 70
Черный металл	90	2724,46	24 7,37	311,53
Цветной металл	95	1816,30	24 73,70	3115,3 4
Полимеры	90	2724,46	74 21,10	9346,0 2
Текстиль	90	908,15	12 36,85	1557,6 7
Стекло	90	9989,68	14 842,21	18692, 04
Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы		27244,57	38 589,74	48599, 30

Таблица 2.2.6

Прогнозируемые объемы вырученных средств при продаже
вторичных ресурсов потребителю

Наименование фракции	Процент отбора вторсырья по данной фракции на МСК	Выручка, тыс. руб./год		
		Оптовая стоимость за 1 тонну, тыс. руб./т	Существующая система сбора	Система сбора в «2 контейнера»
Бумага, картон	90	2,70	24520,1 1	86233, 84
Черный металл	90	5,50	14346,8 3	14984, 51
Цветной металл	90	43,00	65653,0 0	78101, 10
Полимеры	90	7,50	23653,9 9	20433, 43

<i>Текстиль</i>	90	2,50	1926,57	2270,3
				8
<i>Стекло</i>	90	3,00	22724,2	29969,
			9	03
<i>Всего пригодные для переработки вторичные ресурсы</i>			152824,	23199
			8	2,3

Выводы по главе 2

В данном проекте разработано и рекомендовано внедрение схемы сбора ТБО в «2 контейнера» и переработки на МСК. Эта схема позволит не только снизить нагрузку на полигоны и свалки, но и получать вторсырье из отходов.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сбор ТБО в «2 контейнера» уменьшает вероятность образование несанкционированных свалок; обеспечивает ежедневный бесперебойный вывоз твердых бытовых отходов из города; эксплуатация МСК позволит более эффективно проводить работы по рекультивации заполненных полигонов и после прессования, захороненных утилизируемых остатков продолжать их использование, не занимая дополнительных территорий, сохранять природные ресурсы за счёт извлечения из ТБО вторсырья приносящего прибыль после превращения в товар.

С точки зрения экологической эффективности использование МСК позволяет добиться существенного улучшения экологической обстановки в районе полигона ТБО и города, снижения степени опасности отходов, подлежащих захоронению, увеличения срока службы полигона за счет сокращения количества отходов, уменьшение выделения свалочного газа и загрязнения поверхностных и грунтовых вод.

3 РЕАЛИЗАЦИЯ РАБОТЫ АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСПОЗНАВАНИЯ И СОРТИРОВКИ ФИЗИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА МУСОРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ЗАВОДЕ

3.1 Компьютерное моделирование процессов распознавания образов

В данном параграфе рассматривается алгоритм средств распознавания и и сортировки образов в видеопоследовательности (рис. 3.1.1).

В блоке формирования графов предметана основе алгоритмов захвата и отслеживания области интересов создается граф объекта. Сюда также включены алгоритмы захвата и отслеживания простых объектов (квадрат, прямоугольник, окружность) в кадре и алгоритмы распознавания вида объекта, использующиеся в блоке распознавания сцены.

На этапе обучения системы полученный граф объекта поступает на вход блока обучения. Далее ряд настроечных параметров системы сохраняются в базе признаков объектов.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

На этапе распознавания, граф объекта, сформированный блоком формирования графов объектов, обрабатывается в блоке распознавания образов. В этом блоке осуществляется распознавание объектов из существующей базы данных. Если распознавание закончилось успешно, то блок принятия решений выдает управляющее воздействие, в зависимости от типа распознанного объекта.

В блоке распознавания сцены проводится распознавание сцен s -го уровня. Для того чтобы провести распознавание сцен первого уровня, блок получает результаты распознавания объектов сцены из блока распознавания объекта и блока формирования графов объекта. Результаты работы блока распознавания сцены могут влиять на принимаемое решение об управляющем воздействии.

В блоке хранения истории управления сохраняется последовательность распознанных объектов и соответствующих им управляющих воздействий за определенное время, в частности, с целью интерпретации принятых решений по управлению. Все объекты, распознанные ранее этого периода, утрачиваются. [15]

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

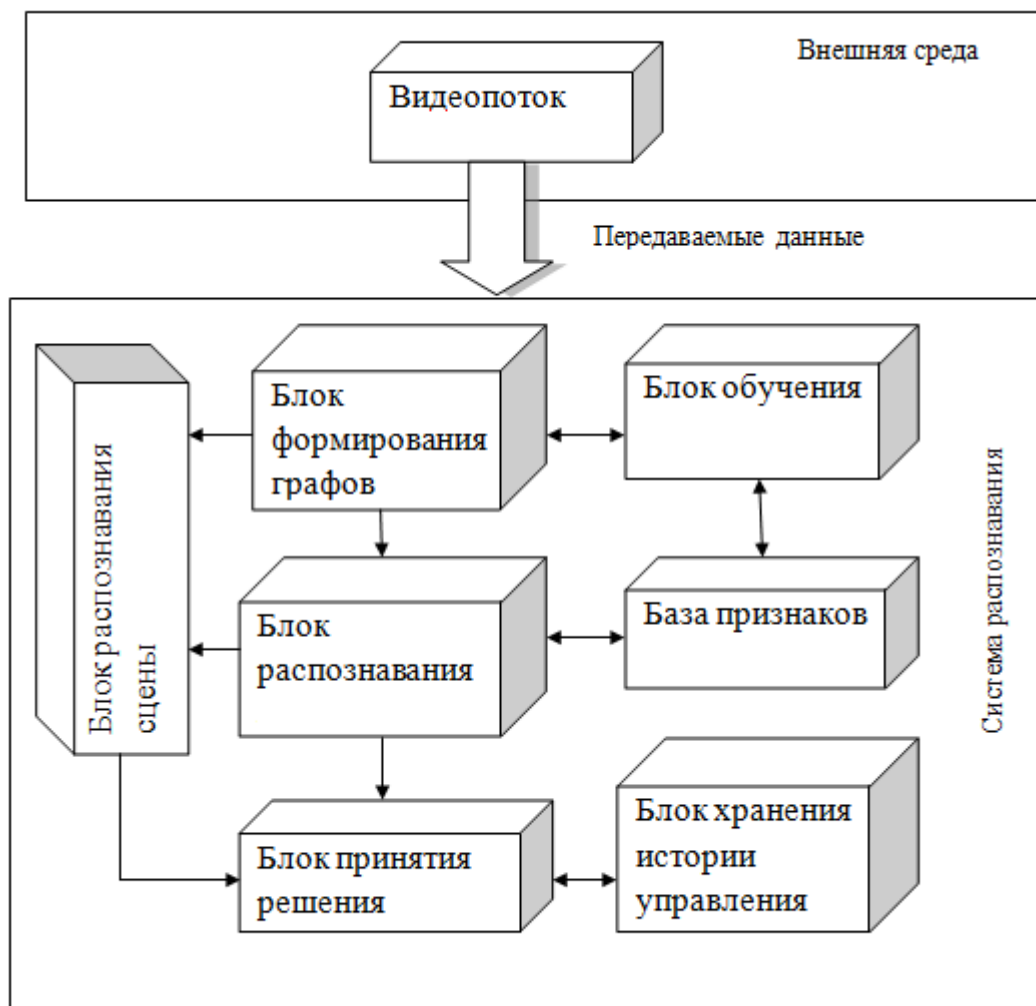


Рис. 3.1.1. Архитектура системы распознавания

3.2 Программное распознавание объектов типа один к одному

Формулировать требования к ошибкам первого и второго рода здесь будет некорректно, поскольку система распознавания никогда не имела дело с поступающими на вход классами. Но желательно чтобы система не совершала ошибок при сравнении.

Требуется сравнить изображение объекта, полученное в данный момент с фотографией из какого-либо документа. Системе надо ответить принадлежат ли эти фотографии одному и тому же объекту. Данный класс задач наиболее сложен, поскольку, во-первых, система никогда раньше не сталкивалась с изображением данного объекта.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

27.03.04.2017.028.00 ПЗ

Лист

51

В изученной литературе нет работ, напрямую связанных с применением нейросетевых методов для решения данного класса задач. Для этого можно предложить применение нейронных сетей (НС) для извлечения ключевых признаков изображений и адаптацию НС для сравнения двух изображений.

Инвариантностью к изменению масштаба обладают неокогнитроны, модификации нейронных сетей высокого порядка. Т.е. эти виды сетей не надо специально обучать на изображениях с различными масштабами объекта, обучившись некоторому изображению один раз, они способны затем распознавать объект на изображении при любых изменениях масштаба.

Так же инвариантностью к изменениям масштаба обладают моменты Лежандра, Зернике и т.п.

В остальных методах инвариантность к изменениям масштаба достигается на этапе предобработки (приведение к стандартному масштабу), либо в обучающую выборку включаются изображения с различным масштабом.

Большинство методов чувствительно к изменениям освещения – результат распознавания сильно ухудшается. Некоторого улучшения можно достичь за счёт выравнивания гистограммы яркостей, но в общем случае изменения в освещении предобработкой устранить невозможно.

Также используют алгоритм выделения линейных подпространств. При этом обучающая выборка формировалась с использованием изображений при различных условиях освещения. Существуют так же различные эвристические подходы. Например, в модификации метода главных компонент, первые 2-3 компоненты отражают в основном различия в освещении, и поэтому при сравнении не учитываются.

Специфический подход - использование изображения, взятое в инфракрасном спектре. Это обеспечивает независимость от условий освещения, но требует специального оборудования. В большинстве

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

методов требуется предобработка, приводящая положение на изображении к стандартной ориентации.

Инвариантностью к изменениям ориентации обладают неокогнитроны и модификации нейронных сетей высокого порядка, которым достаточно одного предъявления изображения для того, чтобы узнать объект на изображении при любом изменении ориентации объекта. Так же инвариантностью к изменениям ориентации обладают моменты Лежандра, Зернике и т.п. Инвариантностью к сдвигу обладают неокогнитроны, нейронные сети высокого порядка, автокорреляторные нейронные сети Хопфилда, а так же некоторые моменты. В остальных случаях инвариантность к сдвигу достигается предобработкой или обучением. Не существует методов распознавания изображений, инвариантных к большим изменениям ракурса (трёхмерным поворотам лица). Требуется предварительное обучение на изображениях лица в различных ракурсах.

Методы основаны на синтезе изображения в новых ракурсах по одному примеру изображения в произвольном ракурсе, и находятся в стадии разработки.

Другое решение этой проблемы заключается в использовании трёхмерного представления. Однако это требует или использования нескольких изображений при различных условиях съёмки или построения сложных трёхмерных моделей лица.

Свойством восстанавливать изображение, наиболее близкое к исходному, обладают нейронные сети Хопфилда, автоассоциативная память и реконструкция изображения по главным компонентам.

В любом методе после преобразования изображения и выделения ключевых признаков требуется сравнить полученные признаки, для того чтобы произвести распознавание. И, несмотря на многообразие различных алгоритмов и методов распознавания, среди них можно выделить три группы методов, различающихся способами сравнения изображений, рис. 3.3.1.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

В первой группе методов набор признаков (в простейшем случае исходное изображение) представляет собой точку в пространстве признаков, где значение каждого признака (например, яркость отдельного пикселя, значение главной компоненты, коэффициент частотного преобразования и т.п.) представляет собой координату вдоль некоторой оси пространства признаков. Процедура сравнения основывается на разделении пространства признаков на области, относящиеся к одинаковым классам.

Для этого, например, может быть вычислено расстояние от неизвестного образа до всех остальных образов при помощи какой-либо метрики. Класс может быть представлен центром кластера, тогда расстояние от неизвестного образа вычисляется до центров всех кластеров, как это делается в методе главных компонент.

В мультимодальном анализе главных компонент и в радиально-базисных нейронных сетях одному классу может соответствовать несколько кластеров, рис. 3.3.2. Линейный дискриминант строит набор линейных разделяющих поверхностей, полагая, что классы линейно разделимы в пространстве признаков.

Разновидность нейронных сетей – многослойные персептроны позволяют строить разделяющие поверхности любой сложности. Нейронные сети Хопфилда преобразуют изображение, поданное на вход к ближайшему в пространстве изображений.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

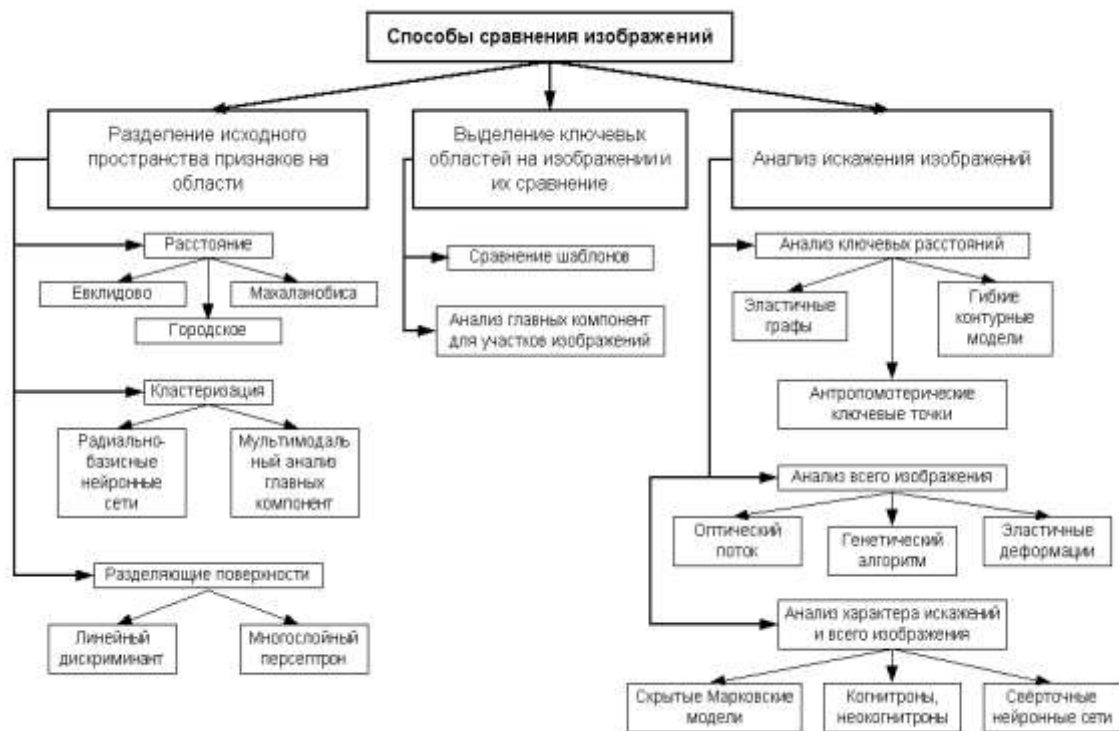


Рис. 3.3.1. Схема способов сравнения изображений

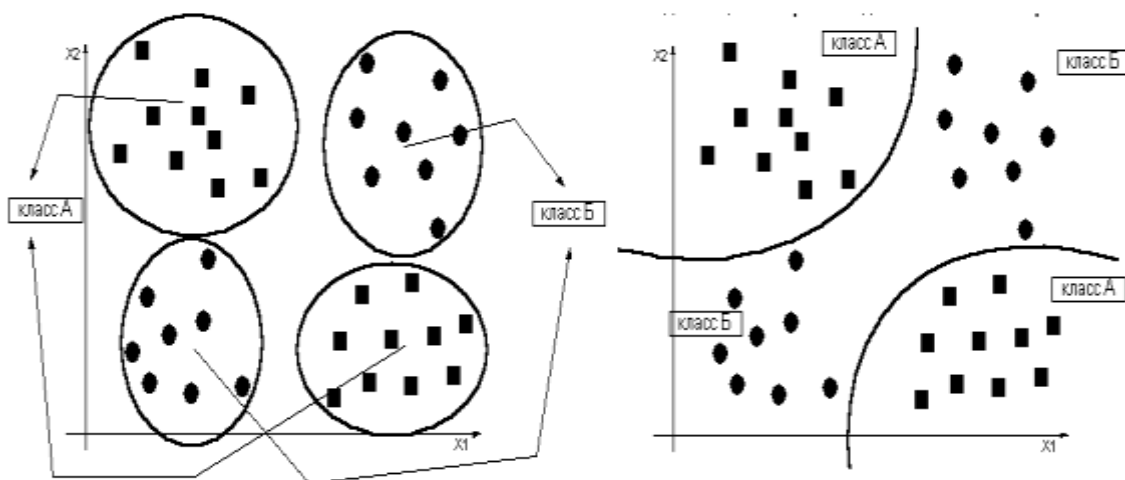


Рис. 1.4 Слева – кластеризация, справа – разделяющие поверхности в пространстве признаков

Несмотря на то, что самые совершенные методы могут лучшим способом разбить исходное пространство на области, этого недостаточно, поскольку для реальных объектов требуется огромное количество

разделяющих областей (и обучающих примеров), чтобы учесть всевозможные способы изменения изображений объектов.

Это связано с тем, что даже незначительное, с человеческой точки зрения, изменение изображения (например, ракурс, освещение), может дать положение в пространстве признаков, очень далеко лежащее от исходного.

В вышеописанных методах после нахождения ключевых областей или контуров остальная информация не учитывается, что снижает точность. Следующие методы сравнивают всё изображение.

Сначала вычисляется оптический поток между двумя сравниваемыми изображениями. Затем на основе оптического потока вычисляется мера искажения от неизвестного изображения к исходному. По величине этого искажения определяется степень похожести изображений. Работа использует генетический алгоритм для искажения неизвестного изображения в сторону сравниваемых, степень похожести изображений так же определяется величиной искажения. В данном случае используются эластичные деформации для сопоставления двух изображений целиком, рис.3.3.3.

Пиксел отмеченный квадратом сдвигается в позицию пиксела отмеченного окружностью, три результата с различными параметрами деформации.

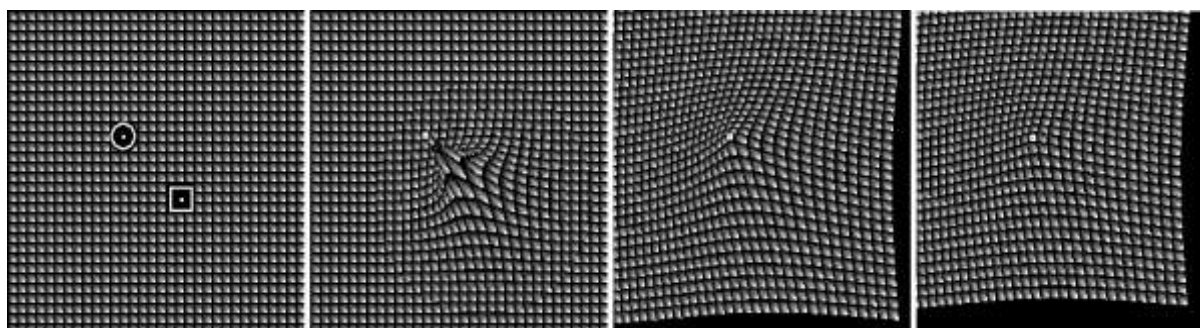


Рис. 3.3.3. Эластичные деформации: исходное изображение (слева)

Вышеприведённые методы сравнивают только суммарное искажение, не пытаясь учесть его характер, и в этом заключается их недостаток. Характер искажения изображения несёт важную информацию для распознавания изображения, и поэтому нижеприводимые методы имеют лучшую точность распознавания.

К таким методам относятся псевдодвумерные скрытые Марковские модели, свёрточные нейронные сети, когнитроны и неокогнитроны. Потенциальные поля, получаемые по искажениям изображения.

3.3 Выбор базовых программных средств и разработка алгоритмов

В ходе выполнения дипломной работы были изучены различные подходы к распознаванию объектов (идентификации) и сортировке объектов в видеопоследовательности и произведено сопоставление результатов работы различных методов и программных продуктов, предоставляющих разработчику встраивать возможности распознавания объектов в собственное ПО.

На рис. 3.2.1. приведена общая схема алгоритма функционирования системы динамического отслеживания объектов.

На первом этапе выполняют подготовку галереи известных объектов. Данная галерея содержит видеообразы объектов, которые должны быть известны системе. Каждое изображение из галереи преобразуют в специальное представление, соответствующее методам распознавания, реализованным в системе. Такими представлениями могут быть, например, вектор главных компонент, построенных по изображению объекта, граф, в вершинах которого находятся особенные точки объекта (границы, площадь, острые углы, формы и т.п.).

К выбранному представлению затем преобразовывают каждое входное изображение перед проведением классификации. На следующем

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

этапе выполняют обнаружение объекта на изображении, представленном в галерее. Для этого может быть использован любой алгоритм детектирования объекта. В самом простом случае координаты этого объекта могут быть заданы пользователем.

Следующий блок осуществляет аналогичные действия по обнаружению, сегментации и предобработке для изображений, содержащих объекты, которые никогда не будут проверяться системой. Подобное множество можно построить, например, путем искусственной генерации изображения объекта из двух или более разных объектов. Для получения количественной оценки степени схожести тестового и известного объекта используется мера схожести, оперирующая выбранным представлением изображения.

На следующем этапе выполняется построение конечного правила распознавания. В общем случае для повышения устойчивости в системе классификации могут быть реализованы несколько мер схожести. После этого этапа система распознавания является настроенной и готова к обработке тестовых изображений. В режиме функционирования на вход системы поступает изображение, содержащее объект, который необходимо распознать. В этом случае задачей системы является проведение идентификации объекта на входном изображении, т.е. определение, принадлежит ли оно кому-либо из галереи известных объектов, и если да, точно именно это за объект. Для этого выполняется серия сравнений входного объекта с каждым из галереи и принимается решение, к какому из них оно ближе в соответствии с построенным правилом распознавания.

Кроме тестового, на вход также может быть подано второе изображение, тогда задачей системы является оценить схожесть двух объектов. Для этих целей система выполняет аналогичные действия по обнаружению, сегментации и предобработке тестового изображения и, если необходимо, второго входного изображения. После чего проводит классификацию при помощи построенного ранее правила распознавания.

Далее начинается процесс динамического распознавания объекта на данном видеофрагменте, который предварительно разделяется на последовательность кадров. Сначала происходит распознавание объекта на первом кадре. На последующем кадре поиск объекта начинается с его позиции на предыдущем кадре.

Далее выбирается положение (часть кадра), максимизирующее сходство двух кадров. И все повторяется для последующих кадров.[16]

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

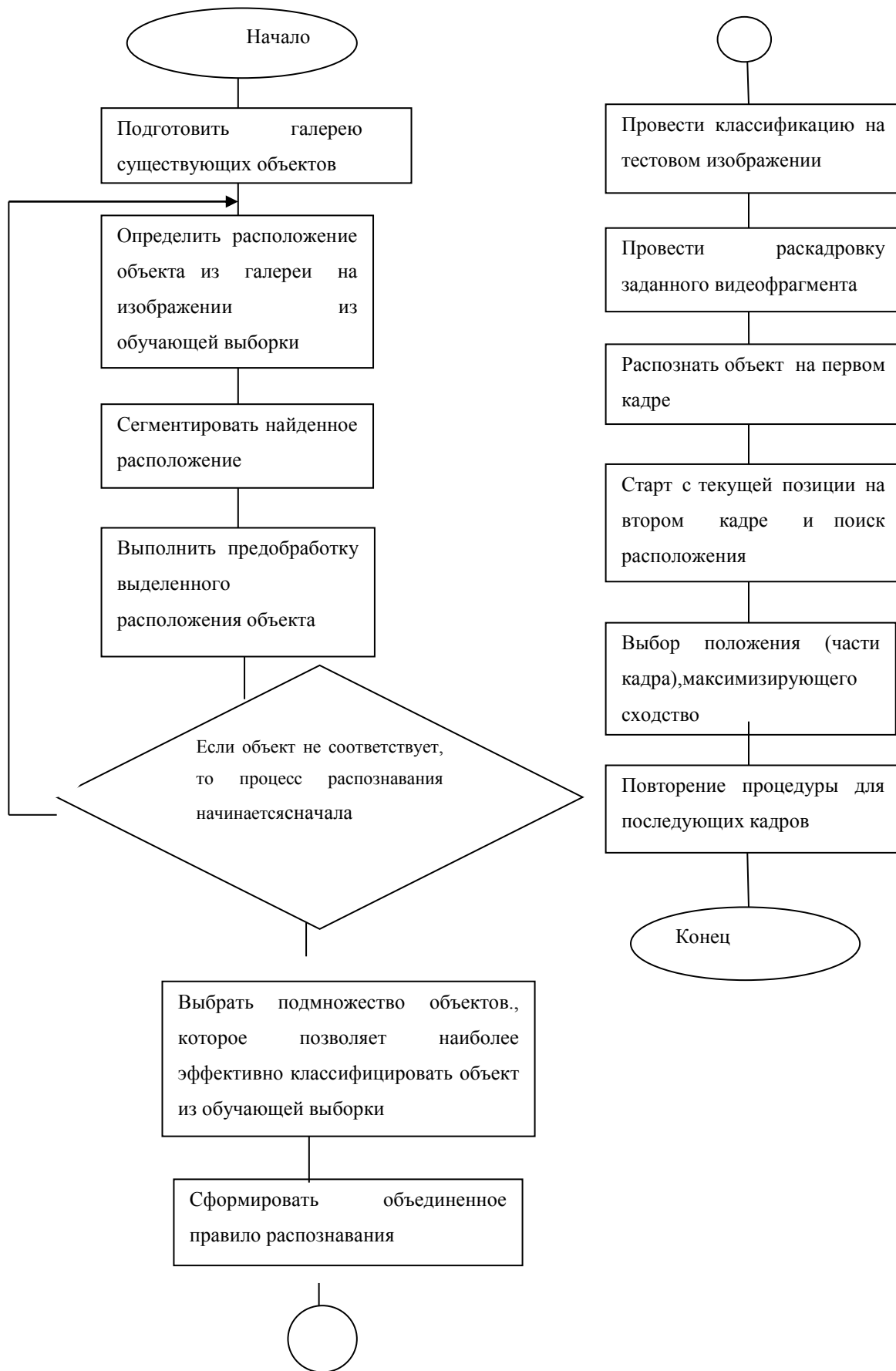


Рис.3.3.1. Алгоритм динамического распознавания объектов

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

3.4 Основные требования к аппаратному комплексу распознавания отходов

На ленте устанавливаются видеокамеры, которые обеспечивают максимально высокое качество изображения отходов (размещение не менее 1280*720, 30 кадров в секунду).

Видеокамеры подключаются при помощи DVI интерфейса к компьютеру, на котором выполняется распознавание различного вида отходов.

Требования: полноценная высокоскоростная обработка изображений.

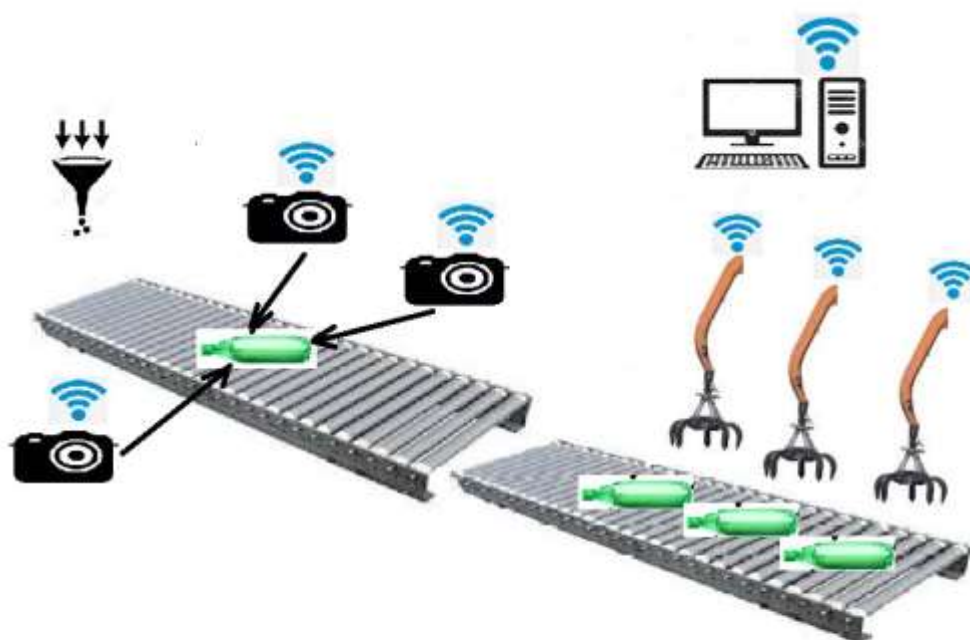


Рис.3.4.1. Аппаратный комплекс распознавания

Основные требования к программному комплексу:

- ✓ Работа в непрерывном режиме;
- ✓ Обеспечение высокой скорости обработки изображений;
- ✓ Содержание базы данных исходных объектов;
- ✓ Содержание алгоритма нейросетевого распознавания;
- ✓ Осуществление передачи информации на устройства сортировки
- ✓ Интерфейс пользователя.

MATLAB

Скрипт*.m

Бесконечный цикл

С видеокамеры- захват кадра

Обработка кадра: улучшение качества, выделение контуров

Распознавание: поиск в БД похожих изображений

Принятие решений

Регистрация объекта
Координаты объекта
Передача информации на сортировочное устройство

На основе нескольких алгоритмов каждый объект получает значение вероятности того, что он, это он и есть.

Алгоритм 1	75%	20%	15%
Алгоритм 2	50%	30%	20%
Алгоритм 3	90%	5%	5%

ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ 3

В данной главе мы рассмотрели:

1. Компьютерное моделирование процессов распознавания образов;
2. Программное распознавание объектов типа один к одному;
3. Выбор базовых программных средств и разработка алгоритмов;
4. Основные требования к аппаратному комплексу распознавания отходов.

Алгоритм средств распознавания и сортировки образов в видеопоследовательности мы изобразили на рисунке 3.3.1. Алгоритм проходит через:

- ✓ Блок формирования графов предмета;
- ✓ Алгоритм захвата и отслеживания простых объектов;
- ✓ Блокраспознавания;
- ✓ Блок хранения истории.

Программное распознавание объектов типа один к одному, описывает методы, которые сравнивают только суммарное искажение, не пытаясь учесть его характер, и в этом заключается их недостаток. К таким методам относятся псевдодвумерные скрытые Марковские модели, свёрточные нейронные сети, когнитроны и неокгнитроны. Потенциальные поля, получаемые по искажениям изображения.

В ходе выполнения дипломной работы были изучены различные подходы к распознаванию объектов (идентификации) и сортировке объектов в видеопоследовательности и произведено сопоставление результатов работы различных методов и программных продуктов, предоставляющих разработчику встраивать возможности распознавания объектов в собственное ПО.

Мы привели общую схему алгоритма функционирования системы динамического отслеживания объектов, описали этапы.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

К основным требованиям мы причислили:

- ✓ Работа в непрерывном режиме;
- ✓ Обеспечение высокой скорости обработки изображений;
- ✓ Содержание базы данных исходных объектов;
- ✓ Содержание алгоритма нейросетевого распознавания;
- ✓ Осуществление передачи информации на устройства сортировки
- ✓ Интерфейс пользователя.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрен процесс распознавания и сортировки физических объектов.

Теоретические аспекты системы управления ТБО показали, что в последние годы в связи с интенсивным развитием упаковочной индустрии и ряда других факторов морфологический состав ТБО существенно изменился, что требует усовершенствования всей системы управления ТБО и выделения в ней новых элементов. Система сбора и переработки отходов должна опираться на принцип максимального ограничения влияния отходов на окружающую среду.

Рассмотрен алгоритм динамического отслеживания объектов. Работа раскрывает технологический процесс, а также практически возможные объемы сортировки.

Таким образом, в соответствии с задачами, раскрыты следующие аспекты:

- Изучены виды и методы распознавания и обработки мусора, их недостатки и достоинства;
- Рассмотрены инновационные возможности путей переработки БО;
- Обоснована возможность оптимизации сортировки и распознавания физических отходов с помощью аппаратно-программного комплекса на мусороперерабатывающем заводе;
- Рассмотрены основные требования к аппаратному комплексу сортировки и распознавания отходов.

Гипотеза подтверждена, цель данного исследования достигнута.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (приказ Министерство природных ресурсов России №115 от 11.03.2002г.).

2. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (приказ МПР России от 15.06.2001г. №511)

3. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. Госкомэкологии. М.: 1999.

4. Методические указания по использованию отработанных турбинных и трансформаторных масел на технологические нужды энергопредприятий. РД 34.43.302-91 М.: СПО ОРГРЭС, 1993.

5. Инструкция об организации сбора и рационального использования отработанных нефтепродуктов в Российской Федерации. М.: Минтопэнерго от 25.09.98, №311.

6. Индивидуальные нормы расхода трансформаторного масла на ремонтные и эксплуатационные нужды для оборудования энергопредприятий. М.: СПО Союзтехэнерго. 1987.

7. Методика по нормированию сбора отработанных моторных и индустриальных масел на предприятиях Миннефтехимпрома СССР. М.: ППБ ЦНИИТЭнефтехима, 1985.

8. СНИП 2.04.03-85.

9. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник, М.: "Энерго-издат" 1982.

10. Отраслевой каталог "Абразивные материалы и инструменты", М.: ВНИИАШ, 1991.

11. Правила пожарной безопасности для энергетических предприятий. ВППБ 01-02-95 (РД 34.03.301-95), фирма "АОСКО", Челябинск, 1995.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

12. Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей. М.: «Атомэнергоиздат», 1985.

13. Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, утв. приказом Министерства природных ресурсов России от 11.03.2002г.(зарег. в Минюсте России от 9.07.2002г. №3553).

14. Гирусов Е.Э. Экология и Экономика природопользования. Изд. «Юнити» 2007 г.

15. Передельский Л.В. Экология. Учебник. Изд. «Прспект» 2007 г.

16. Денисов В.В. Промышленная экология. Уч. курс. Изд. «МарТ» 2007 г.

17. Колесников С.И. Экология. Уч. пособие. Изд. «Дашков и К» 2007 г.

18. Куприянов М.Е. Экология. Учебник. Изд. «Феникс» 2005 г.

					27.03.04.2017.028.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67