



УДК 681.786.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И АЛГОРИТМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ГАБАРИТОВ ГРУЗА В АЭРОПОРТЕ

Д.Г. Балабан, d.bal161@mail.ru, Н.Д. Наракидзе, ndaz@mail.ru

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)

имени М.И. Платова, г. Новочеркасск

В данной статье рассматривается назначение системы измерения габаритов грузов. Представлено обоснование целесообразности разработки системы. Описаны различные типы измерителей габаритов, рассмотрены их достоинства и недостатки. На основе приведенной информации сделан выбор конкретного типа измерителя для автоматической системы динамического измерения габаритов груза в аэропорте. Составлен технологический процесс системы динамического измерения габаритов грузов, предназначенной для потокового измерения габаритов различных видов грузов в аэропорте, приведена его схема и описание с разделением процесса на этапы. На основе данного технологического процесса составлен алгоритм работы описываемой системы, а также приведено описание процесса измерения типового экземпляра груза.

Ключевые слова: динамическое измерение габаритов грузов, измерение габаритов грузов в аэропорте, технологический процесс, алгоритм работы.

TECHNOLOGICAL PROCESS AND ALGORITHM OF WORK OF SYSTEM DYNAMIC MEASUREMENT DIMENSIONS OF CARGO AT THE AIRPORT

D.G. Balaban, N.D. Narakidze

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

This article discusses the purpose of the system for measuring cargo dimensions. The rationale for the development of the system is presented. Various types of measuring instruments of dimensions are described, their advantages and disadvantages are considered. Based on the information given, a specific type of meter was made for an automatic system for dynamically measuring cargo dimensions at the airport. The technological process of a system for dynamic measurement of cargo dimensions designed for streaming measurement of the dimensions of various types of cargo at the airport has been drawn up, its scheme and description with the separation of the process into stages is given. Based on this technological process, an algorithm for the operation of the described system is compiled, as well as a description of the measurement process of a typical cargo instance.

Keywords: dynamic measurement of cargo dimensions, cargo dimensions at the airport, the technological process, an algorithm for the operation.

Введение

В настоящее время наблюдается стремительное развитие возможностей вычислительной техники, что ведет за собой совершенствование подходов к автоматизации работы на различных предприятиях. Поэтому немаловажной задачей является разработка системы измерения габаритов груза в заданных условиях наблюдения с определенными требованиями к погрешности результатов измерения. Автоматическое измерение габаритов груза позволяет значительно ускорить процесс по сравнению с ручным контролем, исключить влияние человеческого фактора, оптимизировать расходы на транспортировку груза, а также собирать статистику для дальнейшей обработки и прогнозирования логистики. Совмещение системы измерения габаритов грузов с аналитическими системами управления позволит оптимизировать оборот груза, заполнение транспортных средств, исключить их перегрузку и спланировать безопасные перевозки грузов.



Использование подобных систем в складских помещениях позволит увеличить полезную площадь склада для разгрузки складских пространств и оптимизировать хранение с целью исключить несоблюдение правил хранения, ведущее к повреждению груза и угрозе риска здоровью сотрудников склада [1, 2].

Назначение и типы существующих систем измерения габаритов груза

Система измерения габаритов груза предназначена для потокового измерения габаритов грузов, в качестве которых может выступать пассажирский багаж в зонах досмотра и таможенного контроля в аэропортах и перегрузочных базах, различные посылки, а также коммерческие грузы.

Системы измерения весогабаритных характеристик грузов применяются в первую очередь на предприятиях, деятельность которых связана со складированием, хранением и транспортировкой грузов:

- транспортные компании;
- логистические компании;
- службы доставки, а также курьерские службы;
- склады;
- интернет-магазины;
- морские порты;
- аэропорты;
- государственные службы, например таможня или почтовые отделения.

Системы измерения габаритов груза различаются в зависимости от формы и габаритов грузов, например: только кубических объектов, паллет, объектов любой формы. Модельный ряд систем находится в широком стоимостном диапазоне, а наличие дополнительных опций и широкий выбор вариантов установки (потолочная, настенная, свободно стоящая конструкция, мобильная) позволяют подобрать решение для любых логистических задач. Выделяют следующие типы измерителей габаритов:

- настольный измеритель;
- стационарный измеритель;
- конвейерный измеритель;
- измеритель для объектов неправильной формы;
- порталный измеритель.

Настольный измеритель

Настольный измеритель габаритов представлен ниже на рисунке 1. Такие измерители имеют малые размеры и массу, как правило, имеют специальную тележку и беспроводное соединение с терминалом и локальной сетью, что делает их мобильными, но при этом они обеспечивают высокую точность измерений [3]. К его достоинствам могут быть отнесены:

маленькие размеры и высокая мобильность устройства;
сравнительно низкая стоимость;
возможность измерения объектов неправильной формы с помощью специальных приспособлений.

Недостатки настольного измерителя:

крайне ограниченный диапазон измерений (до 0,7 м);
ручная подача груза на грузоприемное устройство;
низкая скорость измерений; минимальная автоматизация.



Рис. 1 – Настольный измеритель габаритов

Стационарный измеритель

Стационарный измеритель габаритов представлен ниже на рисунке 2:



Рис. 2 – Стационарный измеритель габаритов

Данный измеритель, предназначенный для статических измерений, имеет большие размеры, чем настольный и, обычно, оснащен специальным столом с шариковыми, либо рольганговыми опорами для удобства перемещения груза. В отличие от настольного измерителя может быть интегрирован в некоторые конвейерные линии, однако измерять может только объекты в статике [3].

В его достоинства входит:

более низкая стоимость, чем у динамических систем и объемных сканеров портального типа;



более высокая производительность по сравнению с настольным измерителем, несмотря на наличие ручных операций.

Недостатки стационарного измерителя:

при работе в конвейерном режиме требует присутствия оператора, для контроля полной остановки груза на столе, а затем его сортировки;

ограниченная возможность перемещения.

Конвейерный измеритель

Конвейерный измеритель габаритов, представленный на рисунке 3, предназначен для динамических измерений и помимо измерительного модуля снабжен конвейерной лентой, что позволяет встраивать измерители объема в технологический процесс на производстве и транспортировочные линии по перемещению груза. В отличие от стационарного измерителя может быть встроен в любой конвейер [3].



Рис. 3 – Конвейерный измеритель габаритов

К его достоинствам относятся:

измерение габаритов в динамическом режиме;

высокая скорость измерения; автоматическая подача груза;

возможность интеграции в технологическую линию;

полная автоматизация производственного процесса.

Недостатки такого измерителя:

высокая стоимость; большие габариты;

ограниченный диапазон измерений по сравнению с портальными измерителями.

Измеритель для объектов с неправильной формой

Измеритель для объектов с неправильной формой представлен на рисунке 4. Результатом измерения является не полное 3D-моделирование объекта, а минимальный шестигранник, в который тело можно вписать [3].

Достоинства такого измерителя:

высокоточное измерение объектов неправильной формы (до 1 мм);

автоматический расчет минимальных размеров упаковки.

Недостатки:



высокая стоимость;
необходимость ручной подачи груза на стол;
малые размеры измеряемого тела (до 0,5 м);
малая область применения.



Рис. 4 – Измеритель габаритов для объектов с неправильной формой

Портальный измеритель

Портальный измеритель представлен на рисунке 5:



Рис. 5 – Портальный измеритель габаритов

Такой измеритель практически не имеет верхней планки по размеру измеряемого груза и может располагаться в отдельном цеху и быть снабжен транспортировочной лентой и подъемными механизмами. Портальная система измерения грузов может устанавливаться как отдельным модулем, так и крепиться к стенам или потолку. Возможна также встройка портального измерителя в конвейер. Как правило, порталные системы проектируются и выпускаются под заказ [3].

Достоинства портального измерителя:



практически не ограниченный диапазон измерений;
возможность встраивания в технологическую линию;
автоматизация работы оборудования;
проведение бесцелевого сканирования и фотографирование объекта.
Недостатки портального измерителя:
крайне высокая стоимость;
значительные размеры, которые могут потребовать отдельного помещения для установки;
сложность интеграции из-за больших габаритов портала.

Обзор типовой автоматической системы динамического измерения габаритов груза

Очевидно, что из всех приведенных типов измерителей габаритов, в целях динамического измерения габаритов груза в аэропорте наиболее подходит конвейерный измеритель габаритов. Ниже представлен обзор типовой автоматической системы динамического измерения габаритов груза *APACHE Parcel Conveyor*.

Конвейерная система измерения габаритов *APACHE Parcel Conveyor* (производитель: *AKL-tes*, Германия) определяет габариты грузов произвольной формы в движении, без остановки конвейера. Дополнительная функция *APACHE* также позволяет выполнять фотосъемку объекта. Во время движения объекта создается его полное 3D-изображение, которое используется системой определения объема (*VMS*), а также применяется при определении иных основных характеристик грузов, например их длины, ширины, высоты и фактического объема [1, 4]. Система может оснащаться:

– одним лазерным сканером с видимым красным светом 650 нм (модификация *APACHE Conveyor Checker* приведена на рисунке 6) для измерения только кубовидных объектов;



Рис. 6 – Система динамического измерения габаритов груза *APACHE Conveyor Checker*

– двумя сканерами (модификация *APACHE Parcel Conveyor* приведена на рисунке 7) для измерения объектов произвольной формы;



Рис. 7 – Система динамического измерения габаритов груза *APACHE Parcel Conveyor*

– двумя инфракрасными сканерами для измерения паллетизированного груза (модификация *APACHE Conveyor* приведена на рисунке 8).



Рис. 8 – Система динамического измерения габаритов груза *APACHE Conveyor*

Идентификация груза выполняется путем ручного или автоматического считывания штрихкодов, а также с использованием транспондеров (*RFID*) или прямого подключения к системе управления конвейера. После измерения и регистрации системой *APACHE* полученные данные передаются в аналитические системы управления складом для дальнейшей обработки через соответствующие интерфейсы. Регистрация данных выполняется непрерывно при скорости перемещения грузов ≤ 2 м/с (модификация *APACHE Conveyor Checker*) и ≤ 3 м/с (модификация *APACHE Parcel Conveyor*). Возможна интеграция со стандартными транспортерами для поддонов, а также напольными непрерывными конвейерными системами, использующими грузоподъемники с платформами низкого подъема [1, 4].

Технологический процесс динамического измерения габаритов груза в аэропорте

На основе рассмотренной системы *APACHE*, можно сделать вывод, что система динамического измерения габаритов груза, предназначенная для потокового измерения габаритов грузов в зонах досмотра и таможенного контроля в аэропортах и перегрузочных базах, должна обладать следующими возможностями:



- фотографирование груза;
- считывание метки, содержащей информацию об объекте (*RFID*-метка, *QR*-код, штрихкод);
- отправка груза в зону дополнительного осмотра;
- управление скоростью движения конвейерной ленты;
- возможность дополнительного оснащения системы для применения технологий машинного зрения.

На рисунке 9 представлена схема технологического процесса динамического измерения габаритов груза, применяемая в аэропортах, морских портах и других зонах контроля.

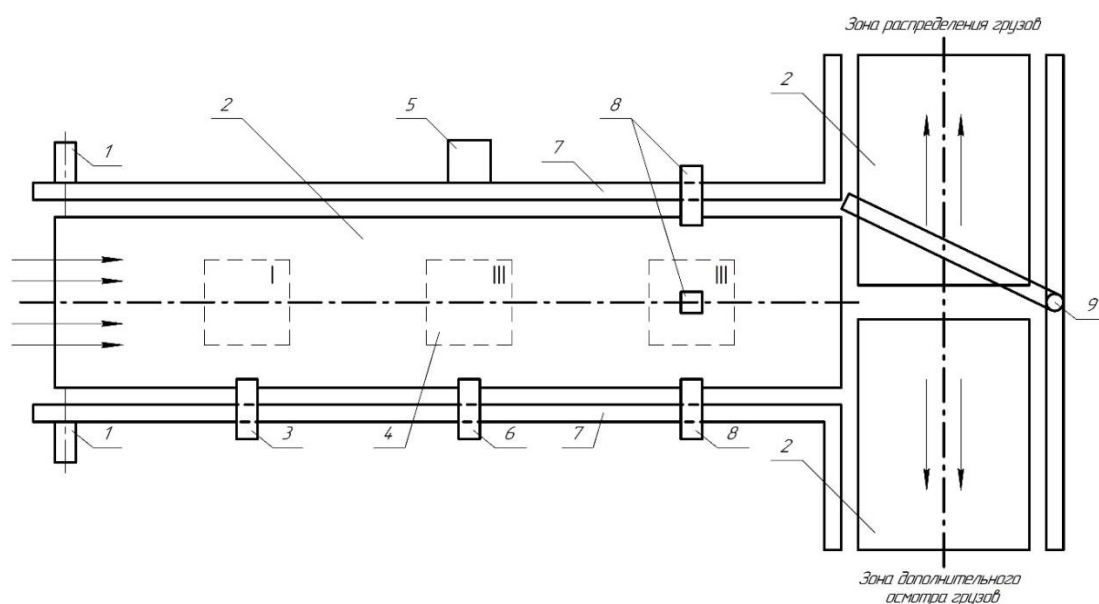


Рис. 9 – Технологический процесс динамического измерения габаритов груза

Технологический процесс определения габаритов груза может быть условно разделен на 3 этапа. Груз 4 перемещается по конвейерной ленте 2, где в качестве направляющих выступают борта 7 конвейерной ленты. В первой зоне происходит съёмка груза на камеру 3 и передача фотографии в блок управления 5 для получения и сохранения внешнего вида груза.

Данная операция может производиться для фиксации соблюдения правил обработки груза. Фотография хранится на съёмном носителе, а также может использоваться для формирования базы снимков, что будет полезно при интеграции в систему искусственного интеллекта. Подобная модернизация системы позволит применять различные методы анализа грузов для оптимизации производственных процессов, обучения систем машинного зрения, выявления нарушений правил обработки груза. Во второй зоне происходит считывание штрихкода специальным сканером 6. В третьей зоне происходит измерение расстояния от датчиков до груза датчиками 8. Габариты груза вычисляются путем вычитания из общей ширины конвейерной ленты расстояния до груза [5].

Конвейер приводится в движение сервоприводами 1, которые запускаются и контролируются устройством управления оборотами, непосредственно входящим в состав самого привода. Также в конструкцию сервопривода входит датчик его оборотов. Скорость перемещения ленты зависит от оборотов сервоприводов 1 и может изменяться блоком управления 5. В случае несоответствия тре-



бованиям, груз может направиться на дополнительный досмотр путем перемещения заграждающей перегородки 9. Система управления также имеет возможность управлять скоростью сервоприводов, для предотвращения забивания конвейера грузом [5].

Алгоритм работы системы динамического измерения габаритов груза в аэропорте

На основе данного технологического процесса составлен алгоритм работы описываемой системы, который приведен на рисунке 10.

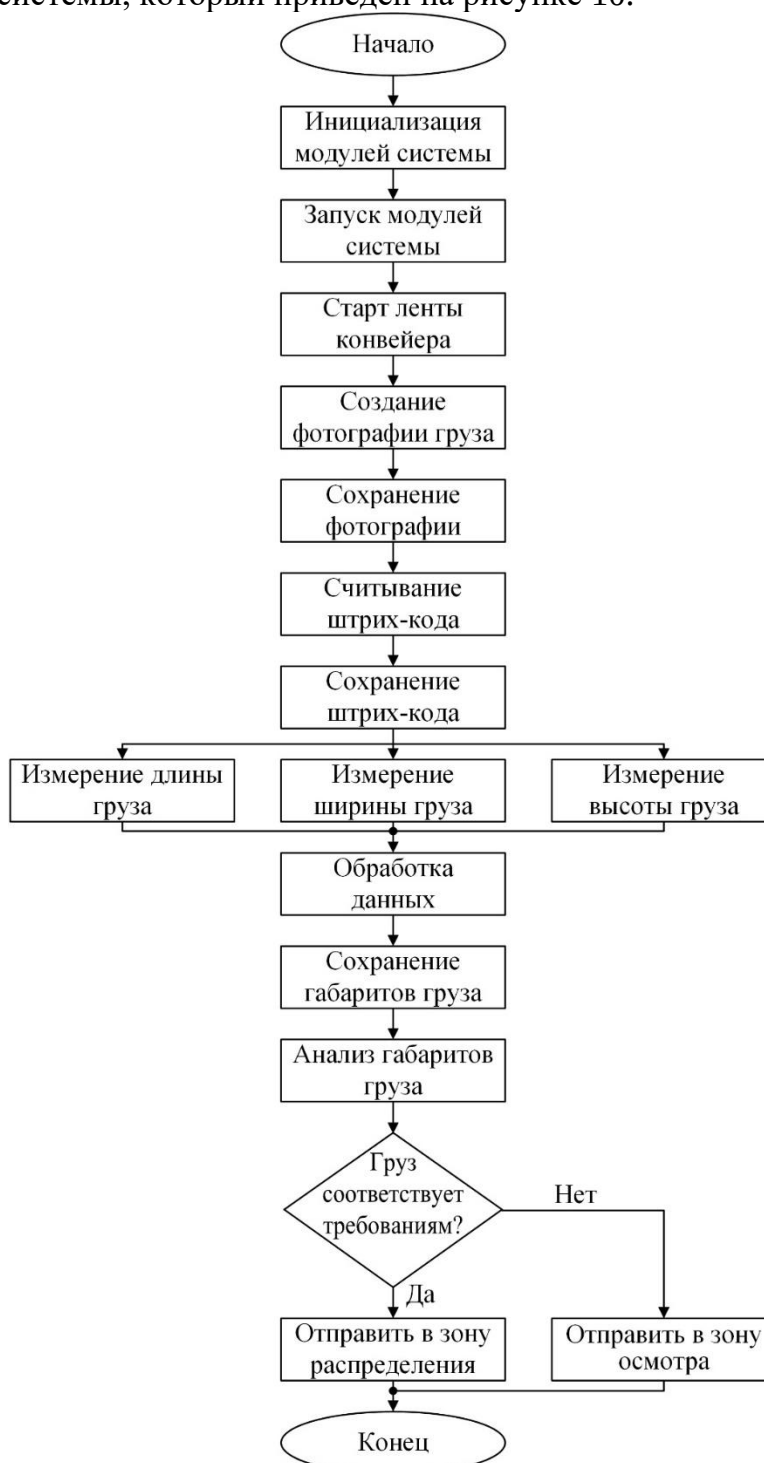


Рис. 10 – Алгоритм работы системы динамического измерения габаритов груза



Алгоритм измерения экземпляра груза может быть описан следующим образом: блок управления посылает управляющий импульс на блок управления сервоприводов и конвейерная лента начинает движение. Обороты вращения сервоприводов передаются на блок управления, который регулирует обороты сервоприводов, посылая соответствующие импульсы на устройства управления оборотами сервопривода. Камера выполняет съёмку внешнего вида измеряемого груза и через блок управления передаёт их в персональный компьютер. Сканер кода считывает штрих-код, прикрепленный к грузу, и посредством блока управления передаёт его в компьютер. Датчики выполняют измерение размеров груза и передают данные на блок управления. В случае несоответствия какого-либо параметра, он посылает соответствующий импульс на реле управления заграждающей перегородкой и отклоненный груз отправляется в зону дополнительного досмотра.

Работы выполнены с использованием оборудования ЦКП «Диагностика и энергоэффективное электрооборудование» ЮРГПУ(НПИ).

Список цитируемой литературы

1. Покровская В., Бочаров Г. Системы автоматического весогабаритного измерения грузов // *Control Engineering* Россия. – 2016. – №1. – С. 22-24.
2. В.И. Леухин. Разработка функциональной схемы системы динамического измерения веса. // Электронный научный журнал “Вестник молодёжной науки России”, 2019. – No2, – 47 с. URL: <https://www.youth-science.com/vypusk-2-2019>
3. Измерители ВГХ [Электронный ресурс] // URL: https://modul-ves.ru/stati/izmeriteli_vgkh/ (Дата обращения: 29.03.2020)
4. The APACHE freight volume measuring device [Электронный ресурс] // URL: <https://akl-tec.de/en/freight-measuring/> (Дата обращения: 29.03.2020)
5. Пуртов А.А. Интеллектуальные оптические измерители расстояния и габаритов Baumer Electric для промышленного оборудования // Компоненты и технологии. – 2008. – №1. – С. 52-55.

© Д.Г. Балабан, Н.Д. Наракидзе, 2020