

БЕСПИЛОТНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕЛЕЖКИ – БУДУЩАЯ ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЙ МЯСОЖИРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В. С. Маковеев¹, Е. В. Швецова²

¹ Инженер-программист кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: makoveyev.vitaliy@gmail.com

² Старший преподаватель кафедры интеллектуальных информационных технологий УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: helengood@gmail.com

Реферат

Предложена схема компоновки цеха мясожирового производства на базе беспилотных транспортных тележек. Такой подход имеет большие перспективы, так как объединяет в себе положительные качества двух топологий организации конвейерных линий: линейную и радиальную. Пока на предприятиях мясной индустрии роботизированные беспилотные тележки не используются. За ними – будущее.

Ключевые слова: мясожировой цех, топологический маршрут, беспилотная транспортная тележка, автоматизация операций.

UNMANNED TRANSPORT CARTS – THE FUTURE BACKBONE OF MEAT PROCESSING LINES

V. S. Makoveev, E. V. Shviatsova

Abstract

The scheme of the layout of meat and fat production shop based on unmanned transport carts is proposed. This approach has great prospects, as it combines the positive qualities of two topologies of conveyor lines organization: linear and radial. So far, robotic unmanned carts have not been used in the meat industry. They are the future.

Keywords: meat and fat workshop, topological route, unmanned transport truck, automation of operations.

Введение

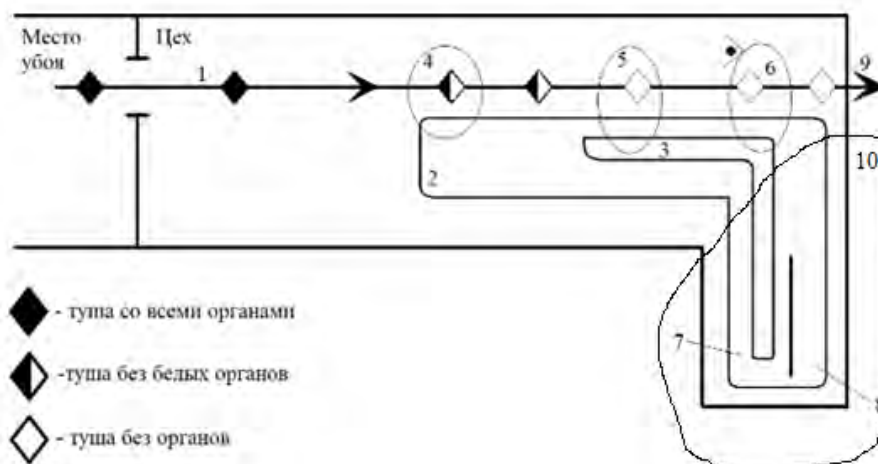
Основу мясной отрасли в Республике Беларусь и других стран СНГ составляют мясокомбинаты. Однако сегодня в этих странах создаются отдельные мясожировые и мясоперерабатывающие комплексы предприятий и производств [1].

В настоящей работе транспортное оборудование рассматривается, как центральное и основное в цепочке технологического оборудования (ТО) мясожировых производств. Транспортировка продукции – основная операция во всем технологическом процессе. Начинается она сразу после убоя животного и заканчивается складом готовой продукции (холодильная камера). При этом процесс транспортировки одновременно сопровождается выполнением различных технологических операций. Поэтому вокруг транспортного оборудования сосредоточены все машины и оборудование, способствующее быстрому и качественному процессу переработки животноводческого сырья.

1 Конвейеры, подвесной и напольный путь, межоперационный транспорт

Технологическая схема линейной топологии транспортировки при разделке свиней и КРС представлена на рисунке 1. Согласно классификации транспортных систем мясожировых производств данной в работе [2] линии транспортировки делятся на линейные и радиальные. В обеих транспортных системах общей частью является центральный конвейер 1 — подвесной трубчатый путь. Туши и полутуши по подвесному трубчатому пути транспортируются с помощью подвесных конвейеров от места убоя и вплоть до склада готовой продукции 9 (рисунок 1). Туша со всеми органами на рисунке

1 обозначена знаком (◆).



◆ - туша со всеми органами; ◆ - туша без белых органов; ◆ - туша без органов;

1 – центральный конвейер для туш; 2 – ленточный конвейер для белых органов; 3 – подвесной конвейер для красных органов;

4 – участок конвейера 1 для выемки белых органов; 5 – участок конвейера 1 для выемки красных органов;

6 – позиция ветеринарного осмотра субпродуктов и полутуш; 7 – участок обработки красных органов; 8 – участок обработки белых органов;

9 – холодильная камера; 10 – область транспортировки белых и красных органов

Рисунок 1 – Топологическая схема линейной линии разделки скота

Транспортирование белых органов от позиции нутровки 4 к позиции ветеринарной инспекции 6, и далее на участок их обработки 8, осуществляется с помощью ленточного транспортера 2, который представляет собой систему из двух ленточных транспортеров, перпендикулярно расположенных относительно друг друга, оснащенных стерилизаторами лент.

Красные органы вынимаются из туши на позиции 5 и транспортируются с помощью подвешного конвейера 3, оснащенного крючками и стерилизаторами через позицию 6 ветеринарного осмотра на участок их обработки 7.

Итак, в позиции 6 выполняется одновременный ветеринарный осмотр врачом белых, красных органов и туши (◇). Здесь знак (◇) означает, что после позиций 4 и 5 туша остается без внутренних органов и движется через площадку ветеринарного осмотра 6 (на рисунке 1 врач изображен треугольником с точкой внутри) в холодильную камеру 9. От позиции 6 все три конвейера (подвешной центральный 1, напольный ленточный белых органов 2 и подвешной красных органов 3) расходятся каждый по своему направлению.

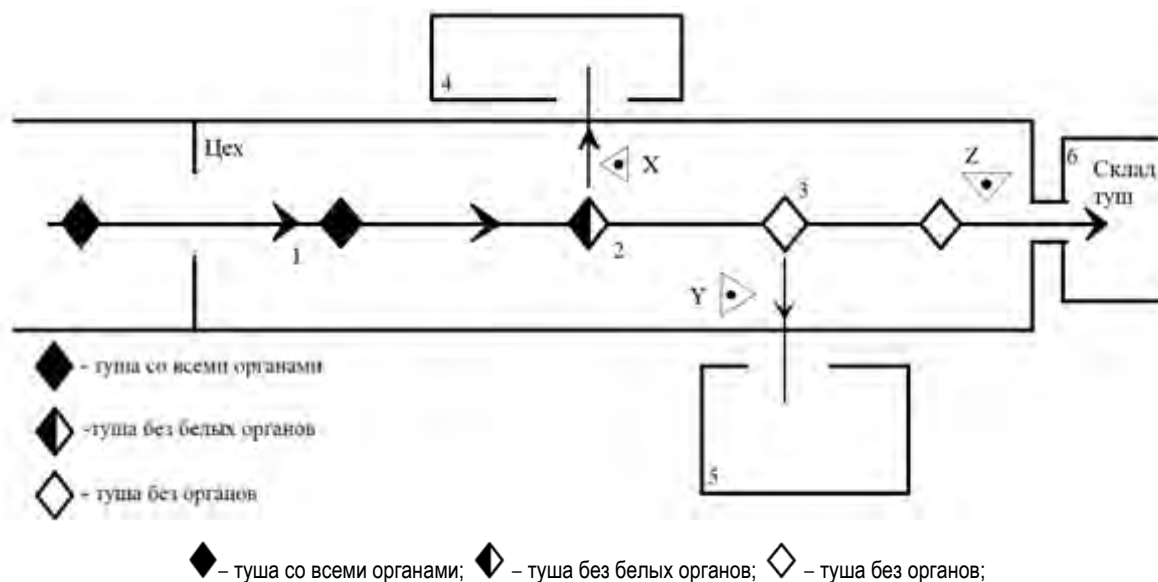
После ветеринарного осмотра туши и внутренностей принимается решение о качестве туши и целесообразности её дальнейшего использования. После чего туша отправляется в холодильную камеру 9 для дальнейшей реализации в торговой сети.

Линейную топологию транспортной системы цеха можно представить в форме двух частей. К первой части относится пространство цеха от места убоя животного вдоль центрального конвейера 1 до места осмотра ветврачом 6 всех составляющих частей животного. На этом участке, назовем его рабочим, выполняются две важные технологические операции по выемке внутренних органов туш и размещении их на конвейеры 2 и 3. После позиции 6 конвейера 2 и 3 выходят из рабочей зоны, и у них остается единственная функция, а именно, транспортировки их содержимого в места обработки 7 и 8.

Обозначение «классическая схема транспортировки» связано с тем, что данная топология широко используется на большинстве мясокомбинатов как в Республике Беларусь, так и в Российской Федерации.

Достоинством линейной топологии построения системы транспортировки является то, что ветеринарный осмотр всех составных частей одного животного делается одновременно и в одном месте, что позволяет при выявлении заболевания одного органа принимать решение о частичной или полной браковке других органов на основании диаграмм взаимовлияний органов друг на друга.

Другим типом организации цеха разделки скота является радиальная топология. Она более компактна, вспомогательные конвейера белых и красных органов при этой топологии имеют небольшую длину и не имеют изгибов. На рисунке 2 приведена радиальная топологическая схема линии.



1 – центральный конвейер для туш; 2 – участок конвейера 1 для выемки белых органов; 3 – участок конвейера 1 для выемки красных органов; 4 – участок переработки белых органов; 5 – участок переработки красных органов; 6 – холодильная камера

Рисунок 2 – Радиальная топологическая схема линии разделки скота

Так, от центрального конвейера 1, перпендикулярно ему от позиции 2 и 3 отходят вспомогательные конвейера белых и красных органов соответственно. То есть, в отличие от линейной схемы эти конвейера не следуют параллельно основному конвейеру до пункта 6 единого ветеринарного досмотра всех органов сразу, как это было при линейной топологии на рисунке 1.

Рассмотрим работу радиальной схемы компоновки цеха.

На первом этапе туша (◆), прошедшая первичную обработку в подготовительном пункте (обездвиживание, убой, снятие шкуры и т. д.), закрепляется на конвейере 1 для дальнейшей обработки. В позиции 2 вынимаются белые органы, в позиции X происходит их ветеринарный осмотр и принимается решение о дальнейшем использовании. Белые органы, удовлетворяющие качеству, транспортируются на переработку в позицию 4. Туша без белых органов (◆) направляется в позицию 3, где вынимают красные органы. Красные органы, прошедшие ветосмотр в позиции Y, отправляются на переработку в позицию 5.

Туша без органов (◇) проходит ветеринарный осмотр в позиции Z. После осмотра туша отправляется на склад в позицию 6.

Достоинством данной схемы является небольшая длина конвейеров для транспортирования белых и красных органов.

2 Беспилотные транспортные тележки для мясозирового производства

Беспилотные транспортные средства (БТС) в последние два десятилетия занимают существенную нишу в технологическом развитии общества [3–6]. Разработаны беспилотные автомобили, которые в настоящее время проходят тестирование на автомагистралях [7, 8]. В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека [9–13].

Особое место в развитии беспилотного транспорта занимают так называемые беспилотные тележки (БТ). Они уже сейчас используются в складских помещениях, заводских цехах, в некоторых крупных портах для автономного перемещения грузов. Перспектива их применения довольно широка: подвоз комплектующих со склада на сборочный участок, отвоз готовых изделий от металлообрабатывающих станков на промежуточный склад хранения и т. д. Многие передовые страны (Германия, Дания, Япония, Россия) производят их серийно.

Сегодняшний успех БТ на предприятиях можно объяснить тем, что маршруты их движения заранее запрограммированы, а все препятствия и «неожиданности» устранены. Кроме того, они движутся медленно, выдерживая между собой дистанцию около метра, для чего оснащены достаточно простыми и надежными устройствами безопасности, предотвращающими столкновения. Погодные условия для них совсем не проблема, так как они функционируют внутри помещения. А сбой в работе не страшен, поскольку техники по обслуживанию всегда рядом.

Кстати, сегодня только на больших заводах и крупных складах в Европе работает более 30 000 роботизированных тележек. В мясожирном производстве они пока не нашли применения, хотя их эффективность и возможности не вызывают сомнений. В следующем разделе будет приведена схема их использования в цехе на линии разделки скота.

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

Беспилотная тележка снабжена всеми необходимыми системами и элементами безопасности, может эксплуатироваться на вредных или опасных производствах, местах скопления людей и других движущихся тележек.

В зависимости от типа, беспилотная тележка работает:

- 1) буксиром, перевозя другие тележки;
- 2) перевозчиком, поднимая и перевозя на себе грузы (стеллажи, паллеты и т. д.).

Основные направления работы:

- 1) движение по предварительно определенной траектории различной формы, включая развилки;
- 2) поддержание постоянной скорости в случае сопровождения конвейера или других объектов;

- 3) остановки и продолжение движения как в заранее определенных позициях, так и "по требованию" оператора;
- 4) загрузка и разгрузка перевозимых компонентов;
- 5) беспроводная связь с другими тележками или центральным терминалом для создания сети тележек, движущихся без участия людей;
- 6) картографирование неподвижных препятствий для проезда на минимальном расстоянии;
- 7) распознавание перемещающихся препятствий, ожидание их исчезновения и продолжение работы.

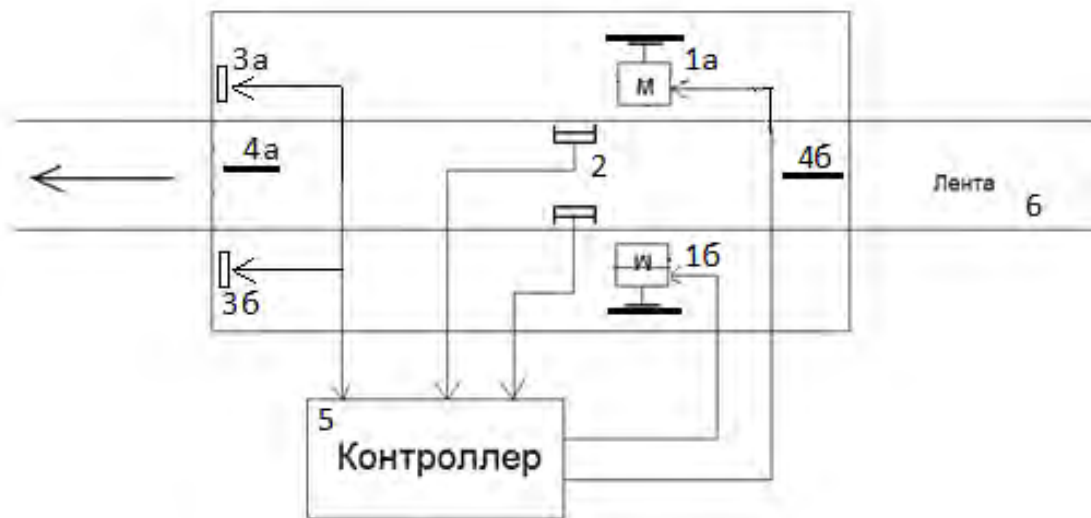
Следуя по маршруту, беспилотная тележка может:

- 1) останавливаться и снова начинать движение;
- 2) сопровождать конвейер на постоянной скорости;
- 3) выполнять другие запрограммированные действия.

В структуру автоматически управляемой тележки входят (рисунок 3):

- 1) блок привода, с двумя независимыми электромоторами, обеспечивающий тягу и поворот на маршруте следования;
- 2) блок энергообеспечения, содержащий набор герметичных необслуживаемых аккумуляторов (разрешены для применения в помещениях, где находятся люди, не требуют специальной комнаты для зарядки);
- 3) блок управления с программируемым контроллером, отвечающий за процесс движения;
- 4) система безопасности и оповещения, включающая в себя светозвуковую сигнализацию при движении и сертифицированный ультразвуковой дальномер;
- 5) система навигации, позволяющая реализовать движение по заданной траектории;
- 6) пульт управления.

Использование этих систем позволяет беспилотной тележке следовать по заданному маршруту, включая развилки и повороты, контролировать препятствия на пути следования, останавливаться при их наличии и продолжать движение при первой возможности.



1а, 1б – ведущие мотор-колеса; 2 – система навигации, состоящая из индукционных и инфракрасных датчиков; 3а, 3б – ультразвуковые датчики системы безопасности; 4а, 4б – поддерживающие поворотные колеса; 5 – блок управления (контроллер); 6 – металлическая лента

Рисунок 3 – Структура беспилотной тележки

Беспилотная тележка имеет четыре колеса: два из них ведущие, остальные поддерживающие. Поддерживающие колеса вращаются на 360 градусов, чтобы в случае чего тележка могла развернуться вокруг своей оси и продолжить движение без сторонней помощи. Также тележка имеет три типа датчиков. Индуктивные и инфракрасные датчики, расположенные в самом низу тележки, будут считывать траекторию магнитной ленты или черной линии. Датчики, расположенные впереди автоматического транспорта, должны предотвращать любое столкновение с препятствием, поэтому применяются ультразвуковые датчики расстояния. Все сигналы, получаемые датчиками, обрабатываются контроллером, который вырабатывает управляющий сигнал для драйверов привода.

Беспилотная тележка следует по предварительно определенной траектории. Старт движения может осуществляться по нажатию кнопки или событию: начало смены, прибытию груза, сигнал оператора.

Три варианта определения маршрута беспилотной тележкой:

1. По металлической ленте – наклеивается на пол, не мешает, легко создавать развилки, остановки и повороты. Дешевый способ, но лента изнашивается механически. При таком режиме работают индуктивные датчики, которые выдают сигнал при наличии магнитного поля.
2. По черной линии – рисуется на полу, не мешает, легко создавать развилки, остановки и повороты. Дешевый способ, но при перестройке маршрута придется стирать линию. При таком режиме работают ИК-датчики (датчики черной линии), которые работают по принципу отражения инфракрасного луча от поверхности пола.

3. Комбинированный режим – на пол наклеивается металлическая лента и покрывается чёрным матовым лаком. Более дорогой способ, однако, самый надёжный. При этом режиме работают одновременно два типа датчиков.

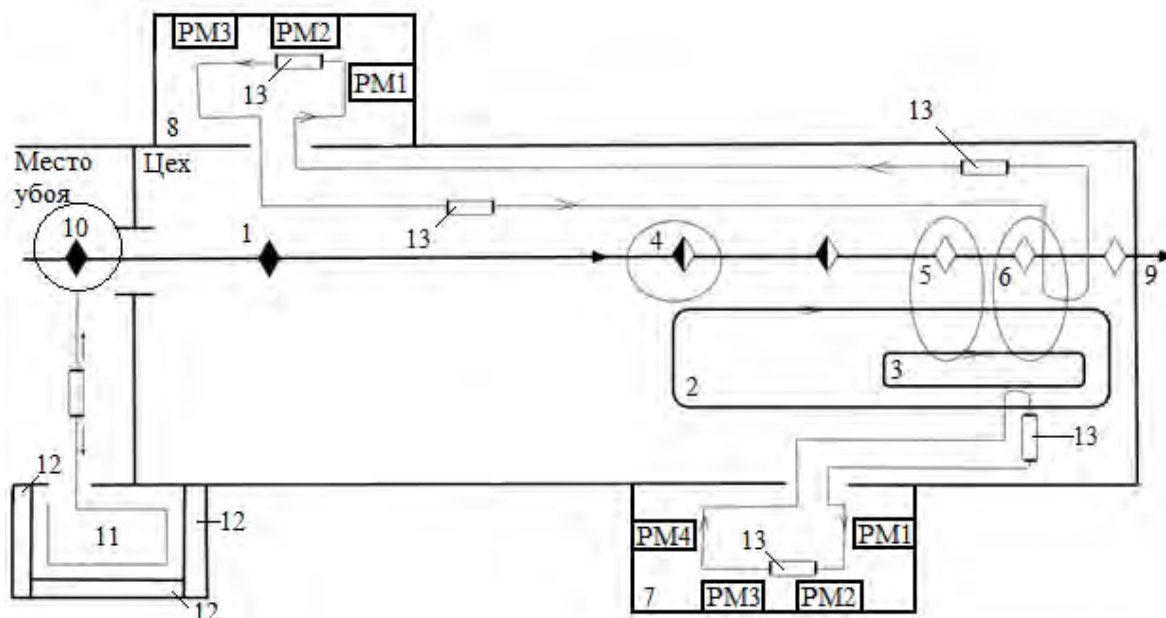
На панели управления находятся следующие кнопки:

- 1) кнопка «Питание»;
- 2) кнопка «Пуск»;
- 3) переключатели для смены режимов определения маршрута и смены направления движения.

Беспилотная тележка получает команды от металлической ленты (чёрной линии), наклеенной на пол.

3 Схема компоновки цеха мясозирового производства на базе беспилотных транспортных тележек

Первой операцией на центральном конвейере 1 после убоя животного идет снятие шкуры на позиции 10. Снятая шкура отвозится беспилотной тележкой 13 на склад шкур 11, где очередная шкура помещается на стеллаж 12. Так как склад шкур 11 расположен недалеко от места снятия шкур 10, то для этой операции достаточно только одной БТ, которая курсирует по одноподколейному маршруту в маятниковом режиме. БТ реверсивна по движению как вперед, так и назад без разворота.



◆ – туша со всеми органами; ◆ – туша без белых органов; ◆ – туша без органов;

- 1 – центральный конвейер для туш; 2 – ленточный конвейер для белых органов; 3 – подвесной конвейер для красных органов;
- 4 – участок конвейера 1 для выемки белых органов; 5 – участок конвейера 1 для выемки красных органов; 6 – позиция ветеринарного осмотра субпродуктов и полутуш; 7 – цех обработки красных органов; 8 – цех обработки белых органов; 9 – холодильная камера;
- 10 – область центрального конвейера 1 для снятия шкуры; 11 – склад для шкур; 12 – полки для размещения шкур;
- 13 – роботизированные беспилотные тележки; PM – рабочие места обработки белых и красных органов

Рисунок 4 – Схема цеха разделки скота на базе роботизированных беспилотных тележек

Далее туша со снятой шкурой по конвейеру 1 поступает на позицию 4, где выполняется выемка белых органов и помещение их на транспортер 2. Транспортирование белых органов от позиции 4 к позиции ветеринарной инспекции 6 выполняется с помощью ленточного транспортера 2. После осмотра белых органов ветврачом на позиции 6 они перегружаются в беспилотную тележку 13, которая отвозит их на участок 8 обработки белых органов. Участок 8 состоит из трех рабочих мест PM1, PM2 и PM3, на которые последовательно тремя тележками 12 подвозятся белые органы.

Аналогично красные органы вынимаются из туши на позиции 5 и транспортируются с помощью подвесного конвейера 3, оснащенного крюками и стерилизаторами на позицию 6 ветеринарного осмотра. После осмотра они перемещаются с подвесного конвейера 3 на БТ, которая отвозит их на участок 7 обработки. Так как участок 7 находится недалеко от позиции ветосмотра 6, то для перевозки используются только две тележки, следующие по замкнутому контуру.

Итак, в позиции 6 выполняется одновременный ветеринарный осмотр врачом белых, красных органов и туши (◆). Здесь знак (◆) означает, что после позиций 4 и 5 туша остается без внутренних органов и движется через площадку ветеринарного осмотра 6 в холодильную камеру 9. После одномоментного ветеринарного осмотра туши и внутренностей принимается решение о качестве туши и целесообразности её дальнейшего использования.

На рисунке 5 изображена роботизированная беспилотная тележка на маршруте, двигающаяся вдоль направляющей магнитной лент

ты. На БТ сверху могут устанавливаться емкости для белых и красных органов. При установке очередной емкости она своим весом нажимает на шток, расположенный на горизонтальной поверхности БТ, чем и сообщает системе управления тележки о необходимости начала движения.

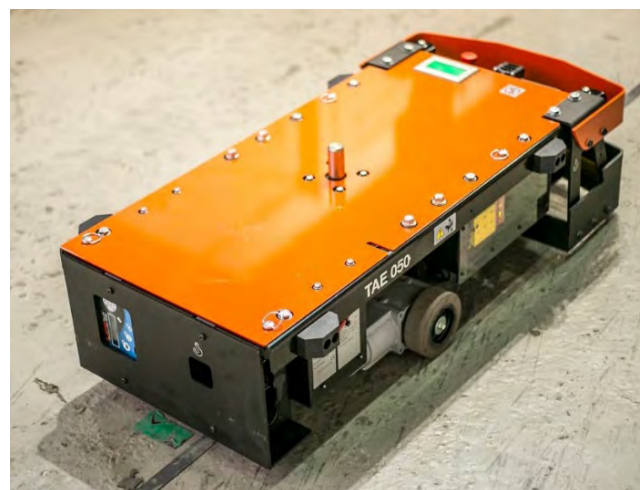


Рисунок 5 – Роботизированная беспилотная тележка на маршруте

Заключение

Предложенная схема компоновки цеха мясозирового производства на базе беспилотных транспортных тележек имеет большие перспективы, так как объединила в себе положительные качества двух топологий организации конвейерных линий: линейную и радиальную. Пока на предприятиях мясной индустрии роботизированные беспилотные тележки не используются. За ними, несомненно, будущее. Дальнейшим логическим продолжением данной работы является разработка АСУ ТП под управлением компьютера, который объединит управление всеми конвейерами, машинами, механизмами технологического цикла и беспилотными тележками в единый синхронизированный комплекс, направленный на решение одной задачи: качественного и быстрого получения готовой продукции из животноводческого сырья.

Список цитированных источников

1. Мясозировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / под ред. А. Б. Лисицына. – М. : ВНИИ мясной промышленности, 2007. – 285 с.
2. Транспортировка продукции на технологических линиях мясозировых производств / Н. У. Ляшук [и др.] // Мясная индустрия. – 2021. – № 11. – С. 35–39.
3. Пролиско, Е. Е. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е. Е. Пролиско, В. Н. Шуть // Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы : материалы науч.-техн. конф., Брест, Беларусь, 25–28 мая 2016 г. – Брест : БрГТУ, 2016. – С. 49–54.
4. Шуть, В. Н. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В. Н. Шуть, Л. Персия. – Брест : БрГТУ, 2017. – 230 с.
5. Shuts, V. System of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // ICCPT 2019: Current Problems of Transport : Proc. of the 1st Intern. Scientific Conf., 28–29 May 2019. – Ternopol : TNTU, 2019. – P. 174–184.
6. Shviatsova, A. The Smart Urban Transport System / A. Shviatsova, V. Shuts // Research Papers Collection of Open Semantic Technologies for Intelligent System, Minsk, 19–20 Feb. 2020. – Minsk : BSUIR, 2020. – P. 349–352.
7. Швецова, Е. В. Интеллектуальный транспорт с разделяющимися частями / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях : сб. трудов XXXIII Междунар. науч. конф., 14–18 сент. 2020 г. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2020. – Т. 3. – С. 87–93.
8. Shviatsova, E. The Intellectual Transport with Divisible Parts / E. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0 : Human-Centered Society Challenges and Solutions / ed.: A. Kravets, A. Bolshakov, M. Shcherbakov. – Vol. 416. – Builder : Springer, 2022. – P. 265–274.
9. Shviatsova, A. The cassette method principles of passengers transportation through the intelligent transportation system / A. Shviatsova, V. Shuts ; Institute of Artificial Intelligence Problems // Штучний інтелект. – 2020. – No. 1. – P. 14–18.
10. Швецова, Е. В. Алгоритм составления плана перевозок на городских линиях в интеллектуальной системе управления беспилотными транспортными средствами / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Вестник Херсонского национального технического университета. – Т. 2 (69), № 3. – 2019. – С. 222–230.
11. Швецова, Е. В. Алгоритмы функционирования беспилотной городской пассажирской транспортной системы / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Математические методы в технике и технологиях : сб. тр. XXXII Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 3–7 июня 2019 г. ; под общ. ред. А. А. Большакова. – Т. 12, ч. 2. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2019. – С. 32–39.

12. Shuts, V. The Drawing Up of the Motion Schedule in the Intelligent Urban Passenger Transport System / V. Shuts, A. Shviatsova ; Institute of Artificial Intelligence Problems // Штучний інтелект. – 2021. – No. 92. – P. 104–109.
13. Швецова, Е. В. О построении графика движения транспортных средств в городской пассажирской транспортной системе / Е. В. Швецова, В. Н. Шуть // Вестник БелГУТ : Наука и транспорт. – Гомель, 2021. – № 2. – С. 21–24.

References

1. Myasozhirovoe proizvodstvo: uboy zhivotnyh, obrabotka tush i pobochnogo syr'ya / pod red. A. B. Lisicyna. – M. : VNII myasnoj promyshlennosti, 2007. – 285 s.
2. Transportirovka produkci na tekhnologicheskikh liniyah myasozhirovyh proizvodstv / N. U. Lyashuk [i dr.] // Myasnaya industriya. – 2021. – № 11. – S. 35–39.
3. Prolisko, E. E. Dinamicheskaya model' raboty transportnoj sistemy «INFOBUS» / E. E. Prolisko, V. N. SHut' // Iskusstvennyy intellekt. Intellektual'nye transportnye sistemy : materialy nauch.-tekh. konf., Brest, Belarus', 25–28 maya 2016 g. – Brest : BrGTU, 2016. – S. 49–54.
4. SHut', V. N. Intellektual'nye robototekhnicheskie transportnye sistemy / V. N. SHut', L. Persia. – Brest : BrGTU, 2017. – 230 s.
5. Shuts, V. System of urban unmanned passenger vehicle transport / V. Shuts, A. Shviatsova // ICCPT 2019: Current Problems of Transport : Proc. of the 1st Intern. Scientific Conf., 28–29 May 2019. – Ternopol : TNTU, 2019. – P. 174–184.
6. Shviatsova, A. The Smart Urban Transport System / A. Shviatsova, V. Shuts // Research Papers Collection of Open Semantic Technologies for Intelligent System, Minsk, 19–20 Feb. 2020. – Minsk : BSUIR, 2020. – P. 349–352.
7. SHvecova, E. V. Intellektual'nyy transport s razdelayayushchimisya chastyami / E. V. SHvecova, V. N. SHut' // Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyah : sb. trudov XXXIII Mezhdunar. nauch. konf., 14–18 sent. 2020 g. –SPb. : Izd-vo Politekhn. un-ta, 2020. – T. 3. – S. 87–93.
8. Shviatsova, E. The Intellectual Transport with Divisible Parts / E. Shviatsova, V. Shuts // Society 5.0 : Human-Centered Society Challenges and Solutions / ed.: A. Kravets, A. Bolshakov, M. Shcherbakov. – Vol. 416. – Builder : Springer, 2022. – P. 265–274.
9. Shviatsova, A. The cassette method principles of passengers transportation through the intelligent transportation system / A. Shviatsova, V. Shuts ; Institute of Artificial Intelligence Problems // SHtuchnij intellekt. – 2020. – No. 1. – P. 14–18.
10. SHvecova, E. V. Algoritm sostavleniya plana perevozok na gorodskikh liniyah v intellektual'noj sisteme upravleniya bespilotnymi transportnymi sredstvami / E. V. SHvecova, V. N. SHut' // Vestnik Hersonskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta. – T. 2 (69), № 3. – 2019. – S. 222–230.
11. SHvecova, E. V. Algoritmy funkcionirovaniya bespilotnoj gorodskoj passazhirskoj transportnoj sistemy / E. V. SHvecova, V. N. SHut' // Matematicheskie metody v tekhnike i tekhnologiyah : sb. tr. XXXII Mezhdunar. nauch. konf., Sankt-Peterburg, 3–7 iyunya 2019 g. ; pod obshch. red. A. A. Bol'shakova. – T. 12, ch. 2. – SPb. : Izd-vo Politekhn. un-ta, 2019. – S. 32–39.
12. Shuts, V. The Drawing Up of the Motion Schedule in the Intelligent Urban Passenger Transport System / V. Shuts, A. Shviatsova ; Institute of Artificial Intelligence Problems // SHtuchnij intellekt. – 2021. – No. 92. – P. 104–109.
13. SHvecova, E. V. O postroenii grafika dvizheniya transportnyh sredstv v gorodskoj passazhirskoj transportnoj sisteme / E. V. SHvecova, V. N. SHut' // Vestnik BelGUT : Nauka i transport. – Gomel', 2021. – № 2. – S. 21–24.

Материал поступил 13.03.2024, одобрен 17.04.2024, принят к публикации 17.04.2024