

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ТЕЛЕЖЕК В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ МЯСОЖИРОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

Н.У. Ляшук, В.Н. Шуть, Е.В. Василюк, А.О. Заречный, А.А. Михняев, Д.В. Крупко, Е.В. Швецова, ООО «ФИНА»

DOI:

В статье предложена схема компоновки цеха мясожирового производства на базе роботизированных, или управляемых автоматически, то есть беспилотных транспортных тележек. Такой подход имеет большие перспективы, так как объединяет в себе плюсы двух топологий организации конвейерных линий – линейной и радиальной. В настоящее время на предприятиях мясной индустрии беспилотные тележки не используются.

Одна из тенденций развития мясожировых производств – это повышение их мощности, а также производительности линий убоя и разделки скота. Ей способствует совершенствование техники и технологии межоперационного транспортирования туш скота и продуктов убоя.

В настоящей работе транспортное оборудование рассматривается как очень важный элемент в технологических линиях мясожировых производств [1–3]. 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 (ТО) сосредоточены все машины и оборудование, способствующие быстрому и качественному процессу переработки животноводческого сырья.

Технологическая схема линейной топологии транспортировки при разделке свиней и крупного рогатого скота (КРС) представлена на рис. 1. Согласно классификации транспортных систем мясожировых произ-

водств в данной работе [4], 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 [5, 6] от места убоя и вплоть до склада готовой продукции 9 (рис. 1). Туша со всеми органами на рис. 1 обозначена знаком ♦.

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

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

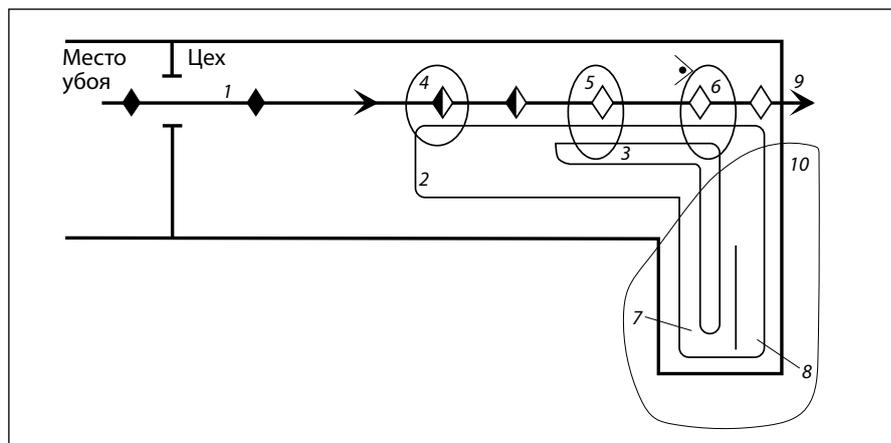


Рис. 1. Топологическая схема линейной линии разделки скота:

♦ – 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

транспортёров, расположенных перпендикулярно относительно друг другу, оснащенных стерилизаторами лент.

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

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

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

Линейную топологию транспортной системы цеха можно представить в виде 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 – выемка внутренних органов и размещение их на конвейеры 2 и 3. Минувая позицию 6 конвейеры 2 и 3 выходят из рабочей зоны, и у них остается единственная функция, а именно транспортировки их содержимого в места обработки 7 и 8.

В этом и заключается главный недостаток классической схемы (линейной топологии), так как места обработки могут быть расположены довольно далеко, а это предполагает большую длину вспомогательных конвейеров и наличие в них перегиба (смена направления движения). Пе-

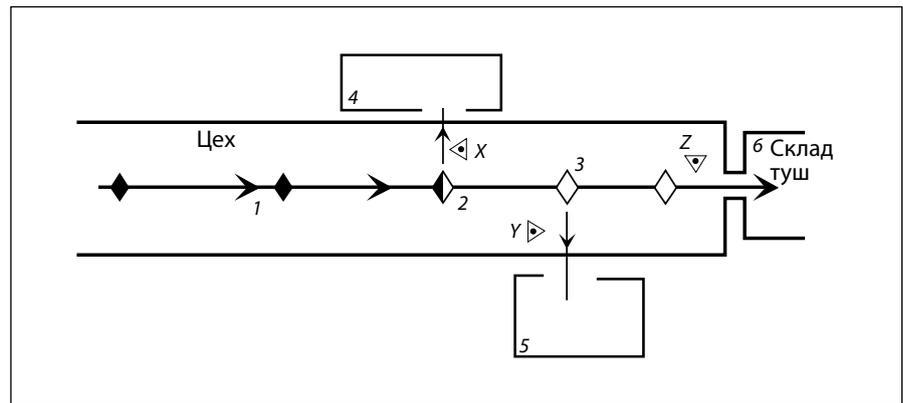


Рис. 2. Радиальная топологическая схема линии разделки скота:

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

региб обычно устраняется посредством увеличения числа конвейеров. Область, в которой конвейеры 2 и 3 имеют только одну функцию транспортировки, выделена на рис. 1 и обозначена цифрой 10.

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 проходит одновременно и в одном месте, что позволяет при выявлении заболевания одного органа принимать решение о частичной либо 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 конвейеры белых и красных органов здесь небольшой длины и не имеют изгибов. На рис. 2 приведена радиальная топологическая схема линии.

В этом случае из центрального конвейера 1 в перпендикулярном ему направлении от позиций 2 и 3 отходят вспомогательные конвейеры для белых и красных органов соответственно. В отличие от линейной схемы, эти конвейеры не следуют параллельно основному конвейеру

до пункта 6 единого ветеринарного досмотра всех органов сразу, как это происходит при линейной топологии на рис. 1.

Далее 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 из нее 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 на позицию 3, где из нее вынимают красные органы. Красные органы, прошедшие ветосмотр в позиции Y, отправляются на переработку в позицию 5. Туша без органов (◇) проходит ветеринарный осмотр на позиции Z. После осмотра туша отправляется на склад на позицию 6.

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

Недостатков же она имеет намного больше:

- основное производственное помещение перегорожено конвейерами, которые расположены перпендикулярно к основному конвейеру и затрудняют передвижение бойцов вдоль цеха;

- вместо одного места ветеринарного осмотра их стало три, соответственно этому увеличилось число ветврачей;

- трудности в контроле диаграммы взаимовлияний органов друг на друга, так как органы разъехались по разным конвейерам и осмотр их ветеринарными врачами X, Y и Z осуществляется в разное время и на разных площадках (см. рис. 2). Этот недостаток самый существенный.

Анализ предприятий мясожировой отрасли показывает, что 95 % цехов построены по линейной топологии. Вместе с тем более прогрессивная радиальная организация цеха, снижающая длину конвейеров, имеет ряд существенных недостатков, указанных выше. Устранить данные недостатки радиальной топологии в парадигме классических подвесных и напольных транспортеров невозможно. Это возможно сделать с использованием тележек беспилотных (ТБ). Таким образом, можно получить схему компоновки цеха, обладающего достоинствами как линейной, так и радиальной топологии.

В последнее время ТБ занимают существенную нишу в технологическом развитии общества. Так, например, разработаны беспилотные автомобили, и в настоящее время они уже проходят тестирование на автомагистралях. В последние годы наблюдается рост интереса среди ученых и производителей автотранспорта к беспилотным автомобилям, способным перемещаться по дорогам без участия человека [7, 8].

В свою очередь, ТБ уже сейчас используются в складских помещениях, заводских цехах, в некоторых крупных портах для автономного перемещения грузов. Перспектива их применения довольно широка: это 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, Россия, Япония) производят их серийно.

Сегодняшний успех ТБ на предприятиях можно объяснить тем, что маршруты их движения заранее запрограммированы, а все препят-



Рис. 3. Опытный образец тележки

ствия и другие «неожиданности» устранены. Кроме того, ТБ двигаются не слишком быстро, выдерживая дистанцию около 1 м, для чего они оснащены достаточно простыми и надежными устройствами безопасности, предотвращающими столкновения. Погодные условия для них не проблема, так как ТБ функционируют внутри помещения, а сбои в работе не страшны, поскольку техники по обслуживанию всегда рядом.

ТБ (AGV, Automatic guided vehicle) – транспортер с электроприводом, предназначенный для перемещения грузов. Поскольку тележка автоматическая, для ее обслуживания не нужен отдельный оператор: все тележки двигаются по заданной траектории в автономном режиме, без участия человека. На предприятии «ООО «ФИНА» (г. Брест) разработана ТБ и изготовлен опытный образец (рис. 3).

ТБ снабжена всеми необходимыми системами и элементами безопасности, может эксплуатироваться

на вредных или опасных производствах, в местах скопления людей и других двигающихся тележек.

В зависимости от типа, ТБ работает:

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

Основные направления работы ТБ:

- движение по предварительно определенной траектории различной формы, включая развилки;
- поддержание постоянной скорости в случае сопровождения конвейера или других объектов;
- остановка и продолжение движения, как в заранее определенных позициях, так и по требованию оператора;
- загрузка и разгрузка перевозимых компонентов;
- беспроводная связь с другими ТБ или центральным терминалом для создания сети таких тележек, движущихся без участия людей;
- картографирование неподвижных препятствий для проезда на минимальном расстоянии;
- распознавание перемещающихся препятствий, ожидание их исчезновения и продолжение работы.

Следуя по маршруту, ТБ может останавливаться и снова начинать движение; сопровождать конвейер на постоянной скорости; выполнять другие запрограммированные действия.

Структура автоматически управляемой ТБ (рис. 4):

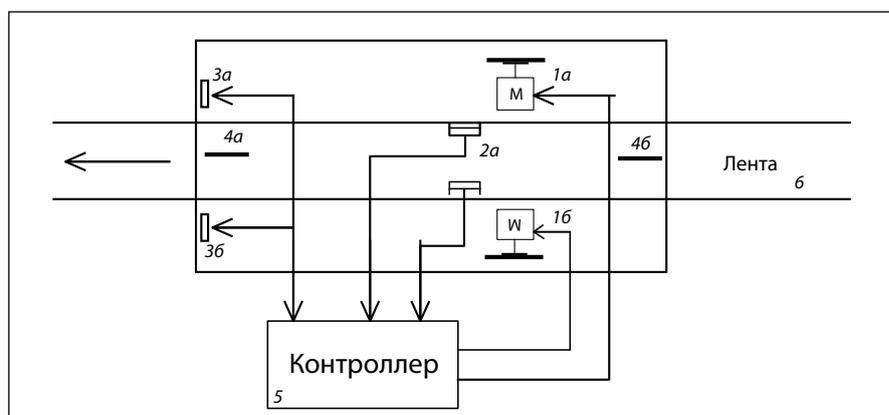


Рис. 4. Структура беспилотной тележки:

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

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

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

ТБ имеет четыре колеса: из них два являются ведущими, остальные – поддерживающими. Поддерживающие колеса вращаются на 360 градусов, чтобы при необходимости тележка могла развернуться вокруг своей оси и продолжить движение без сторонней помощи.

Также тележка оснащена тремя типами датчиков. Индуктивные и инфракрасные датчики, расположенные в самом низу тележки, считывают траекторию магнитной ленты или черной линии. Датчики, расположенные в передней части автоматического транспорта, должны предотвращать любое столкновение с препятствием, поэтому применяются ультразвуковые датчики расстояния. Все сигналы, принимаемые датчиками, обрабатываются контроллером, который вырабатывает управляющий сигнал для драйверов привода.

Как уже было сказано, ТБ следует по предварительно определенной траектории. Старт движения может осуществляться по нажатию кнопки или событию: начало смены, прибытие груза, сигнал оператора.

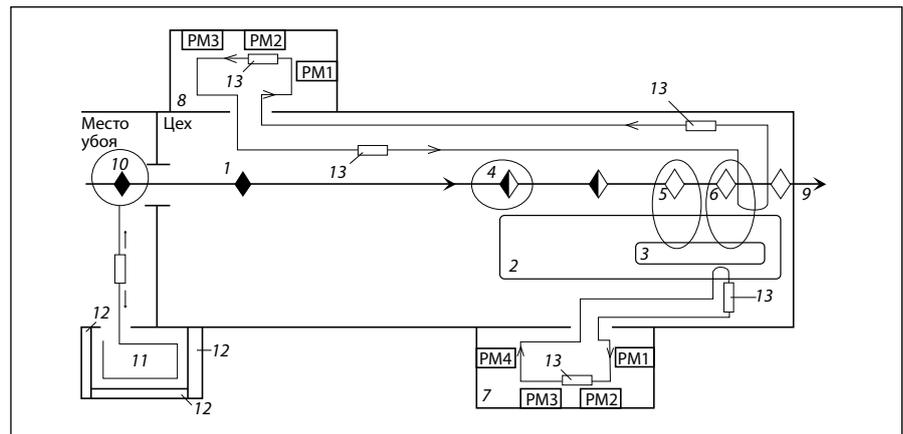


Рис. 5. Схема цеха разделки скота на базе роботизированных беспилотных тележек: \blacklozenge – туша со всеми органами; \blacklozenge – туша без белых органов; \blacklozenge – туша без органов; 1 – центральный конвейер для туш; 2 – ленточный конвейер для белых органов; 3 – подвесной конвейер для красных 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; РМ – рабочие места обработки белых и красных органов

Существует три варианта для оптимизации маршрута ТБ:

1. По металлической ленте: такая лента наклеивается на пол, не мешает легко создавать развилки, остановки и повороты. Дешевый способ, но лента со временем неизбежно изнашивается механически. При таком режиме работают индуктивные датчики, которые выдают сигнал при наличии магнитного поля.

2. По черной линии: линия просто рисуется на полу, не мешает легко создавать развилки, остановки и повороты. Данный способ также отличается дешевизной, но при перестройке маршрута придется стирать линию. При таком режиме работают ИК-датчики (датчики черной линии) – по принципу отражения инфракрасного луча от поверхности пола.

3. Комбинированный режим: на пол наклеивается металлическая лента и покрывается черным матовым лаком. Этот способ более дорогой, однако самый надежный из всех. При этом режиме работают одновременно два типа датчиков.

На панели управления находятся следующие кнопки: кнопка «Питание», кнопка «Пуск», переключатели для смены режимов определения маршрута и смены направления движения. ТБ получает команды от ме-

таллической ленты (черной линии), наклеенной на пол.

С использованием ТБ возможно устранить перечисленные выше недостатки линейной и радиальной топологии компоновки. Таким образом, можно получить схему компоновки цеха, имеющей достоинства как линейной, так и радиальной топологии (рис. 5).

В данной транспортной системе на базе ТБ основной общей частью является также центральный конвейер 1 – подвесной трубчатый путь. Туши и полутуши по подвесному трубчатому пути транспортируются от места убоя вплоть до склада готовой продукции 9 (холодильной камеры) (см. рис. 5).

Первой операцией на центральном конвейере 1 после убоя животного идет снятие шкуры на позиции 10. Затем снятую шкуру ТБ 13 отвозит на склад шкур 11, где она помещается на стеллаж 12. Так как склад шкур 11 расположен недалеко от места снятия шкур 10, то для этой операции достаточно только одной ТБ, которая курсирует по одноколейному маршруту в маятниковом режиме. ТБ реверсивна по движению, как вперед, так и назад без разворота.

Далее туша со снятой шкурой по конвейеру 1 поступает на позицию 4, где выполняется выемка



белых органов и помещение их на транспортер 2, так как транспортирование белых органов от позиции нутровки 4 к позиции ветеринарной инспекции 6 выполняется с помощью ленточного транспортера 2. После осмотра белых органов ветврачом на позиции 6 они перегружаются на ТБ 13, которая отвозит их на участок 8 для обработки белых органов. Участок 8 состоит из трех рабочих мест – РМ1, РМ2 и РМ3. На них последовательно тремя тележками 12 подвозятся белые органы.

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

В позиции 6 выполняется одновременный ветеринарный осмотр врачом белых и красных органов, а также 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 внутренних органов принимается решение о качестве туши и целесообразности ее дальнейшего использования.

Заключение

Предложенная схема компоновки цеха мясожирового производства на базе ТБ имеет большие перспективы, так как объединила в себе положительные качества двух топологий организации конвейерных линий – линейную и радиальную. На предприятиях мясной индустрии ТБ пока еще не используются. Однако, несомненно, за ними стоит большое будущее. Дальнейшим логическим продолжением работы в данном направлении является разработка АСУ ТП под управлением компьютера, который объединит

управление всеми конвейерами, машинами, механизмами технологического цикла и ТБ в единый синхронизированный комплекс, нацеленный на решение одной задачи, а именно качественное и быстрое получение готовой продукции из животноводческого сырья. ♦

Литература

1. Мясожировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / под ред. А.Б. Лисицына. – Москва: ВНИИ мясной промышленности, 2007. – С. 285.
2. Ляшук Н.У. и др. Классификация мясожировых производств по мощности и технологических линий убоя и разделки скота по производительности / Н.У. Ляшук, Ю.В. Сакович, А.В. Кот, А.А. Попеня // Мясная индустрия. – 2019. – № 3. – С. 40–44.
3. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: учеб. пособие. Ч. 2 / В.И. Ивашов. – Санкт-Петербург: ГИРД, 2003. – С. 259.
4. Ляшук Н.У. и др. Транспортировка продукции на технологических линиях мясожировых производств / Н.У. Ляшук, В.Н. Шуть, В.В. Холодный, Е.В. Васильюк, И.С. Николайчик, В.Р. Лазарук // Мясная индустрия. – 2021. – № 11. – С. 35–39.
5. Ляшук Н.У. и др. Разработка системы машин для мясожировых производств. Технологические линии убоя и разделки КРС / Н.У. Ляшук, Ю.В. Сакович, А.А. Попеня, А.Н. Литвинович // Мясная индустрия. – 2019. – № 9. – С. 26–29.
6. Ляшук Н.У. и др. Разработка системы машин для мясожировых производств. Технологические линии убоя и разделки КРС / Н.У. Ляшук, Ю.В. Сакович, А.А. Попеня, А.Н. Литвинович // Мясная индустрия. – 2019. – № 10. – С. 34–40.
7. Пролиско Е.Е., Шуть В.Н. Динамическая модель работы транспортной системы «ИНФОБУС» / Е.Е. Пролиско, В.Н. Шуть; Материалы научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные транспортные системы». – Брест, Беларусь, 25–28 мая 2016 г. – Брест: БрГТУ, 2016. – С. 49–54.
8. Шуть В.Н., Персия Л. Интеллектуальные робототехнические транспортные системы / В.Н. Шуть, Л. Персия. – Брест: БрГТУ, 2017. – 230 с.