

очередь позволяет закрывать борозду слоем почвы с меньшей плотностью чем семенное ложе. Что обеспечивает подъем капиллярной влаги из нижних слоев почвы к семенам и удобрениям, а также предотвращает её испарение. Кроме того зона, в которой находятся удобрения более плотная, что пролонгирует доступ питательных веществ в период вегетации растения. Такой комплексный подход позволяет создать оптимальные условия для прорастания семян, получения устойчивых всходов и повышения урожайности.

### Список использованной литературы

1. Электронный источник. Способы внесения удобрений. Точка доступа <https://asm-agro.ru/articles/sposoby-vneseniya-udobrenij/> Дата доступа 15.04.2024.

2. Бондаренко, Д. Н. Двухдисковый двухстрочный сошник для способа узкорядного посева / Д. Н. Бондаренко, В. Н. Еднач, Н. Д. Лепешкин // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 22-24 ноября 2017 г. - Минск : БГАТУ, 2017. - С. 75-77.

3. Комбинированный сошник : патент на полезную модель 219667 U1 Российской Федерации, МПК А01С7/20 / Н.Н.Романюк (BY); В.А.Агейчик (BY); В.Н.Еднач (BY); С.А.Войнаш (RU); Н.А.Чернецкая (RU); М.К.Чернецкая (RU); В.В.Гриценко (RU) ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова» (АлтГТУ) (RU).— № 2023108666 ; заявл. 04.04.2023 ; опубл. 31.07.2023 // Федеральная служба по интеллектуальной собственности. – 2023. Бюл.№22.

**УДК 637.112.5**

**Е. Л. Жилич**, канд. техн. наук, доцент, **Ю. Н. Рогальская**,  
*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» г. Минск,*  
**С. А. Гецман**, ООО «Полиэфир АГРО» г. Минск

### **АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ СОСКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДОЕНИЯ**

**Ключевые слова:** алгоритм, сосок, позиционирование, стартовые точки, критерий, компенсация, высота, ширина, ориентация, удлинение.

**Key words:** algorithm, nipple, positioning, starting points, criterion, compensation, height, width, orientation, elongation.

**Аннотация.** Робот у большинства производителей представляет собой совокупность различных сенсорных систем идентификации животного, а также лазерных контрольных и сенсорных приборов для обнаружения сосков. Однако вся работа данных систем и приборов ограничена и контролируется алгоритмами обнаружения, что в свою очередь требует значительных трудозатрат на их разработку.

**Abstract.** The robot from most manufacturers is a combination of various sensory systems for identifying the animal, as well as laser control and sensory devices for detecting nipples. However, all the operation of these systems and devices is limited and controlled by detection algorithms, which in turn requires significant labor costs for their development.

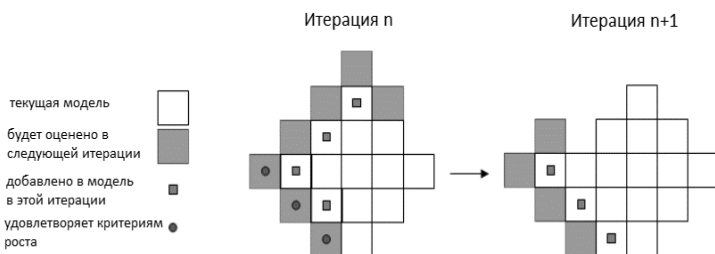
Исходя из наличия импортного доильного оборудования на молочно-товарных фермах и комплексах Республики Беларусь и потребности в импортозамещении роботизированных доильных установок, возникает необходимость для разработки отечественного роботизированного доильного оборудования [1]. Особое внимание при этом необходимо уделить системе позиционирования доильного оборудования, поскольку именно она в большей степени может оказать влияние на процесс доения [2].

Систему позиционирования доильного оборудования условно можно разделить на программную и аппаратные части. Основой программной части является алгоритм обработки потока изображений, поступающий с 3D камеры.

В начале работы алгоритма каждый пиксель рассматривается с равной вероятностью как содержащий сосок или кончик соска. В первую очередь определяются точки интереса в наборе данных – места, которые с большой вероятностью могут быть кончиками сосков. Поиск точек интересов осуществляется путем поиска точек локального минимума в данных.

Вначале определяются стартовые (начальные) точки. Начиная с начальной точки, область интереса постепенно увеличивается с помощью дополнительных пикселей, которые выполняют заданное условие или соответствуют определенным схожим свойствам с начальной точкой.

Для оценки соседних пикселей выбирается меньшее подмножество пикселей. Пиксели, которые будут оцениваться в следующем шаге, состоят из пикселей тех точек, которые в настоящее время находятся в модели и которые добавлены в модель во время предыдущей итерации [3]. Совокупность данных действий можно определить как модифицированный метод роста области (рисунки 1).



**Рисунок 1. Модифицированный метод роста области.**

В этом методе есть два критерия, критерий роста и критерий остановки. Критерий роста основан на заданных параметрах формы соска, а точнее цилиндр ограничивающий объём, окружающий кончик. Размер ограничивающего цилиндра определен как 2 см в диаметре и 5 см в высоту. Если точка находится внутри цилиндра или на заданном вертикальном или горизонтальном расстоянии от кончика соска, то точка считается принадлежащей соску и добавляется к области. При этом используется локальная система координат с началом в кончике соска и главной осью, проходящей через центр соска, чтобы компенсировать наклон соска.

Заданные параметры соска дают алгоритму предположения об ожидаемом результате, который используется в качестве критерия остановки. Когда больше нет пикселей, удовлетворяющих критерию роста – область больше не будет увеличиваться.

После достижения критерия остановки мы получаем двоичная модель, которая делит пиксели на принадлежащие соску и нет. Эта модель используется для извлечения полного набора точек, принадлежащих соску.

Далее функцией подтверждения эти наборы точек сравниваются с заданными наборами вычисляемых свойств, которые соответствуют фактическим характеристикам реальных сосков. Это высота, ширина, ориентация, плотность точек, удлинение и другие свойства.

В конце алгоритм определяет по массиву точек кончика соска их положение и наклон.

Промышленный контроллер, получив от алгоритма определения положения сосков, дает команды манипулятору на передвижение в соответствующие координаты.

В ходе подключения доильных стаканов животное может менять положение в боксе и положение сосков будет меняться, поэтому алгоритм работает постоянно, отправляя команды на корректировку положения манипулятора.

Роботы для автоматизированной системы доения выполняют множество функций, которые ранее были частично возложены на операторов машинного доения, а именно: готовят вымя перед подключением доильного аппарата; идентифицируют соски вымени; подключают доильный аппарат к соскам вымени; обеспечивают своевременное снятие доильных стаканов с соков вымени по завершению молокоотдачи; дезинфицируют сосковую резину. Качественное выполнение всех перечисленных функций невозможно осуществить без использования грамотно разработанного алгоритма обнаружения сосков, поскольку без идентификации объекта исследований невозможно оказать на него влияния.

### **Список использованной литературы**

1. Скворцов, Е. А. Доильная робототехника и ее влияние на качество молока / Е. А. Скворцов, Е. Г. Скворцова // Аграрное образование и наука. – 2016. – № 4. – С. 31.
2. Тихомиров, И. А. Технологические особенности использования доильных роботов в молочном скотоводстве / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – №1(37). – С. 32–37.
3. Хуршудов, А. А. Построение трехмерных карт признаков на основе видеофрагментов методом оптического потока / А. А. Хуршудов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2015. – № 2–3(217–222). – С. 115–124.

**УДК 576.895.122.597.2/5**

**А.А. Русинович, д-р вет. наук, доцент,**

**Н.С. Мотузко, канд. биол. наук, доцент,**

**Е.Н. Кудрявцева, канд. биол. наук, доцент,**

*Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск*

### **ОСНОВЫ ВЕТЕРИНАРНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В ВЫРАЩИВАНИИ ПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ, ПРОИЗВОДСТВЕ И РЫНОЧНОМ ОБОРОТЕ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Ключевые слова:** безопасное продовольствие, ветеринарное законодательство, ветеринарная служба, научно-технический прогресс.