

сельскохозяйственной продукции: сборник статей V Международной научно-практической конференции (Минск, 25-26 марта 2021 года) / под общ. ред. В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 177-180.

13. Пинчук, А.А. Анализ существующих методов защиты от шума и современные направления их совершенствования / А.А. Пинчук, Г.И. Белохвостов, Л.Т. Ткачева, М.В. Бренч // Техника и технология пищевых производств: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф., Могилёв, 21-22 апреля 2022 г.: в 2-х т. / УО "Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий"; редкол.: А.В. Акулич (отв. ред.), 2022. – Т.2. - С. 324-325.

---

© Белохвостов Г.И., Бренч М.В., Кунаш М.В., Андрухович Е.С., Кожневский А.Р., 2022

## **УДК 331.45**

### **Виктор Владимирович Русских**

Белорусский государственный аграрный технический университет, магистрант, Беларусь, Минск,  
e-mail: [viktrussk@yandex.ru](mailto:viktrussk@yandex.ru)

### **Геннадий Иванович Белохвостов**

Белорусский государственный аграрный технический университет, кафедра управления охраной труда, доцент, кандидат технических наук, Беларусь, Минск,  
e-mail: [gbelohvostov@gmail.com](mailto:gbelohvostov@gmail.com)

## **Применение визуализирующего оборудования для измерения расстояний до линий электропередач**

*Аннотация.* Представлены статистические данные. Предложено к использованию инновационное визуализирующее оборудование различных типов.

*Ключевые слова:* охрана труда, линии электропередач (ЛЭП), фотокамера, изображение, объект, техническое решение.

### **Viktor Vladimirovich Russkikh**

Belarusian State Agrarian Technical University, graduate student,  
Belarus, Minsk,

e-mail: [viktrussk@yandex.ru](mailto:viktrussk@yandex.ru)

### **Gennady Ivanovich Belokhvostov**

Belarusian State Agrarian Technical University, Department of Labor  
Protection Management, Associate Professor, PhD, Belarus, Minsk,

e-mail: [gbelokhvostov@gmail.com](mailto:gbelokhvostov@gmail.com)

## **Application of visualization equipment for measuring distances to power lines**

*Abstract.* Statistical data are presented. Innovative visualization equipment of various types is proposed for use.

*Key words:* labor protection, power lines (PL), camera, image, object, technical solution.

Зачастую, выполнение работ сельскохозяйственной направленности с использованием крупногабаритной сельскохозяйственной техники, осуществляется вблизи линий электропередач (ЛЭП) и происходит приближение транспортного средства (ТС) на недопустимое к проводам расстояние. И ежегодно незнание или же халатность со стороны работников и руководителей сельскохозяйственных организаций правилами охраны труда, приводит к тяжелым последствиям, связанным с поражением электрическим током.

Опираясь на нашу последнюю публикацию по статистическим данным [1] за 2017-2021 год выявлено 10 несчастных случаев, связанных с данной проблемой, в том числе 5 – со смертельным исходом.

Это доказывает актуальность проблемы и в статьях [1-3] были предложены технические и теоретические методы ее решения.

На 2022 год наши исследования не остановились и была наиболее углублено изучена методика определения расстояний до ЛЭП посредством фотокамеры.

Было изучено множество новых методов [4-8]. Первый из них посредством лазерной триангуляции – лазерный луч отражается от поверхности, на которую направлен и фиксируется линзой камеры (рисунок 1) [4-5].

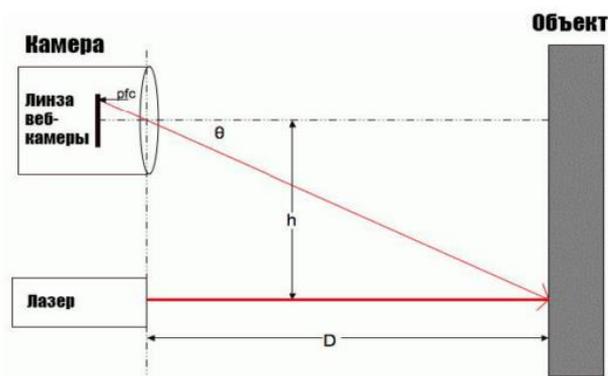


Рисунок 1 – Лазерная триангуляция

В ходе дальнейших исследований мы отказались от этого метода, т.к. необходима коллимированная среда (с малой расходимостью), лазер необходимо наводить самому, размеры провода малы для замеров.

Второй способ построен на анализе снимка с фотокамеры на основании метрических и угловых размеров объекта [6]. Но, если объект имеет небольшие размеры или не имеет определенной формы, к примеру, дым, то для анализа создается модель движения объекта по нескольким кадрам и определяется расстояние на основании метрического и углового смещения объекта. В результате мы имеем способ определения расстояния до удаленных объектов с помощью видеокамеры без предварительной калибровки ее местоположения.

Третий способ. Специалистами из Финансового университета при Правительстве Российской Федерации [7] был написан алгоритм, который позволяет находить дальность от одного объекта до другого, анализируя изображение в цветовых каналах и картинах глубины. Первое изображение соответствует цветовому фрейму, т.е. является таким, каким его знает обычный обыватель, а на втором демонстрируются возможности современных камер с получением снимка с картиной глубины.

Четвертый способ. В статье [8] был предложен метод сегментации изображений.

При помощи написанного алгоритма происходит обработка изображения с камеры (рисунок 2), в результате которой на изображении появляются границы всех объектов.



а)

б)

Рисунок 2 – Обработка фото методом сегментации.

а) Результат сегментации; б) Исходное изображение

Описанные выше новые технические решения могут устанавливаться на комбайн как отдельные устройства, а также совместно с нашим устройством и помогут обезопасить работы под ЛЭП [9].

#### Список литературы

1. Русских, В. В. Разработка решения для безопасной работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями электропередач / В. В. Русских, В. Г. Андруш, Г. И. Белохвостов // Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Рязань, 16 февраля 2022 г. - Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2022. – С. 108-112.
2. Андруш, В. Г. Комплекс технических решений, повышающих безопасность работы зерноуборочного комбайна под линиями электропередач. / В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов, В.В. Русских // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: Материалы Международной научно-практической конференции (Минск 3-4 июня 2021 года) / редкол.: Н.Н. Романюк [и др.]. – Минск, БГАТУ, 2021. – С. 343-346.
3. Русских, В. В. Решения, повышающие безопасность работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями

электропередач. / В.В. Русских, В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов, // *Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Мелітополь, Україна 26-30 квітня 2021 р.)* / відп. ред.: О.В. Яцух. – м. Мелітополь, Україна, ТДАТУ, 2021. – С. 83–87.

4. Сорокин, М. И. Лазерный дальномер и 2d сканирование помещения. / М.И. Сорокин // *Научно-практический электронный журнал Аллея Науки*. – Том 2. – 2017. – № 9. – С. 877–888.

5. Определение параметров наблюдаемой телевизионной камерой плоскости с помощью расчетов, основанных на проецируемой на данную поверхность лазерной линии: свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ: RU2018612131/ А.Н. Аширов, А.А. Власов, А.И. Щеколдин. – № 2017663732.

6. Способ определения расстояния до объекта при помощи камеры (варианты): RU2602729С2/ И.С. Шишалов, Н.В. Погорский, А.В. Филимонов, О.А. Громазин. – №2014137990/28.

7. Андриянов, Н. А. Оценка координат объектов в трехмерном пространстве с использованием сверточных сетей и карт глубины. / Н. А. Андриянов. – *Сборник научных трудов. Современные проблемы проектирования, производства и эксплуатации радиотехнических систем*. – 2021. – № 13. – С. 81–84.

8. Иванов, Е. С. Использование модульной системы обработки потоковых данных, поступающих с камер наблюдения для выделения объектов с помощью сегментации / Е.С. Иванов. // *Журнал. Программные системы: теория и приложения*. – 2016. – № 4. – Том 7. – С. 305–316.

9. Устройство для обнаружения и сигнализации при приближении к линии электропередач: положительный результат предварительной экспертизы по заявке на выдачу патента на изобретение: МПК G 01R 31/34/ В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов, В.В. Русских, А.А. Пинчук. – № а 20210180. Заявлен приоритет по дате: 22.11.2022.