

19. Черкашина, Л.В. Экономические характеристики выполнения плановых показателей АТП по прибыли и рентабельности/ Л.В. Черкашина, М.В. Евсенина // Сб.: Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее. – Курск, 2020. – С. 334-339.

20. Туркин, В.Н. Проблемы современной логистики для хладотранспорта пищевых продуктов/ В.Н. Туркин, В.В. Горшков // Сб.: Совершенствование системы подготовки и дополнительного профессионального образования кадров для агропромышленного комплекса : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2017. - С. 89-92.

21. Fedoskin, V. Managing the operation of trucks: Methodological aspects of evaluating the efficiency and justifying reserves to increase cargo turnover/ Fedoskin, V., Bakulina, G., Pikushina, M. // E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference «Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad». – 2020. – Vol. 222. – 06011.

22. Особенности проведения экономической оценки производительности в транспортной сфере агрохолдинга/ Е.В.Меньшова, А.Б. Мартынушкин, Г.Н.Бакулина и др. // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы V Международной научно-практической конференции. – Рязань, 2021. – С. 251-256.

23. Романова, Л.В. Инновации и перспективы развития сельскохозяйственной техники в РФ/ Л.В. Романова // Сб.: Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета. – Пенза, 2021. – С. 56-60.

**УДК 331.45**

*Русских В.В.,  
Андруш В.Г., канд. техн. наук,  
Белохвостов Г.И., канд. техн. наук  
УО БГАТУ, г. Минск, РБ*

## **РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЯ ДЛЯ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ ГАБАРИТНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПОД ЛИНИЯМИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ**

Уборка урожая комбайнами, погрузка и разгрузка тюков соломы, работа самосвалов, кранов, экскаваторов часто выполняется вблизи линий электропередач (ЛЭП) и ежегодно по этой причине происходят несчастные случаи, связанные с поражением электрическим током.

За период 2017-2021 г. [1-3] произошло 10 несчастных случаев, связанных с поражением электрическим током от ЛЭП, в том числе 5 – со смертельным исходом.

Наши исследования показали, что качественное проведение массовых механизированных работ зависит от внедрения мероприятий по ознакомлению и изучению следующих материалов: 1) перечня основных требований по охране труда, необходимых к соблюдению при работе комбайнов и других высокогабаритных машин и механизмов при работе вблизи линий электропередач [4,5]; 2) нормативов предельных расстояний от воздушных линий (ВЛ) (в зависимости от напряжения, кВ) до габаритной техники при ее приближении или пересечении. Так, Правилами [6], установлены следующие минимальные расстояния, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Минимальные расстояния от наивысшей точки машины или груза на транспортных средствах до проводов линии электропередачи

Напряжение линии электропередачи, кВ	До 1	1–20	35–110	154	220	330–500
Расстояние по горизонтали, м	1,5	2	4	5	6	9
Расстояние по вертикали, м	1	2	3	4	4	5–6

Однако, оператору габаритной сельскохозяйственной техники практически невозможно визуально определить расстояние до проводов ВЛ в силу различных факторов (провисание, обрывы проводов, отсутствие у оператора мобильной сельскохозяйственной техники средств контроля и измерения, незнание нормативов, отсутствие информации о напряжении ВЛ, плохая видимость, неблагоприятные метеорологические условия и т.п.).

Поэтому, кроме выполнения вышеуказанных организационных мероприятий, должны применяться специальные технические устройства (сигнализирующие, визуализации, регистрации и др.).

На ранней стадии исследований наиболее близким решением поставленной задачи, на наш взгляд, являлось устройство, описанное в статье [7], предупреждающее комбайнера включением аварийной световой и звуковой сигнализации о приближении антенны на опасное расстояние кодно- или многофазной линии электропередач. Прибор состоит из антенны, усилительно-исполнительного блока и блока сигнализации. Питание осуществляется от аккумуляторной батареи. В антенне, установленной на крыше комбайна, при приближении к линии электропередач наводится ЭДС, которая зависит от расстояния антенны до этой линии (возрастает по мере приближения антенны к ней). Наведенная ЭДС поступает в усилительно-исполнительный блок, где усиливается, детектируется и при достижении определенного значения на входе блока включает блок сигнализации прибора.

Недостатками являются низкая надежность получившегося устройства, т.е. вероятность ложного срабатывания в виду недостаточной

помехоустойчивости, или при отключении ЛЭП антенна перестанет улавливать ее сигнал, и информативность не позволяют точно определять расстояние до ЛЭП, с учетом значения номинального напряжения.

Затем в работах [8-9] мы предлагаем новый взгляд на применение существующих технических решений в сфере безопасности проведения сельскохозяйственных работ под ЛЭП, как дополняя существующие устройства, так и предлагая новые.

По их результатам нами разработано «Устройство для обнаружения и сигнализации при приближении к линии электропередач» [10].

Оно относится к системам сигнализации и предназначено для использования на наземной мобильной технике, в частности, для предотвращения поражения электрическим током при приближении к ЛЭП на недопустимое расстояние.

Устройство для обнаружения и сигнализации при приближении к линии электропередач (рисунок 1) работает следующим образом.

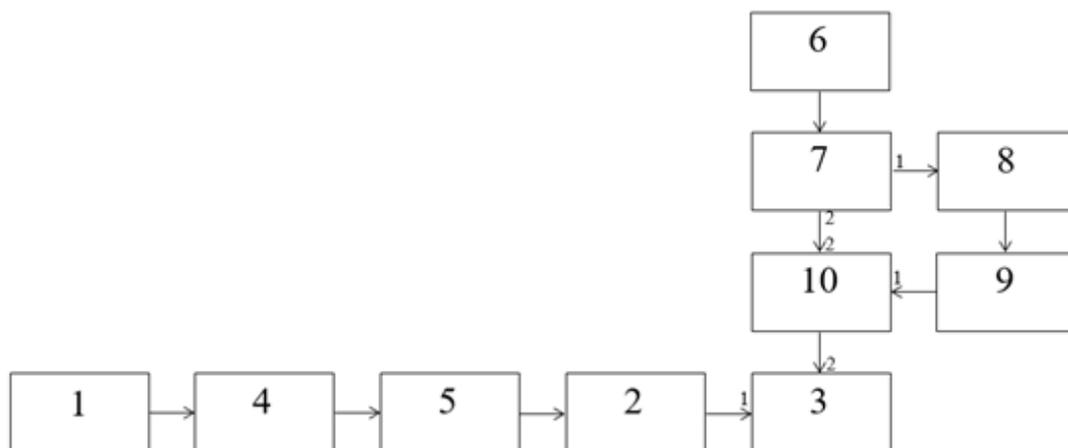


Рисунок 1 – Схема устройства для обнаружения и сигнализации при приближении к линии электропередач

В антенне 1 электрическое поле ЛЭП наводит переменное напряжение частотой 50 Гц. Наведенное переменное напряжение и широкополосные импульсные помехи усиливаются широкополосным усилителем 4, напряжение на выходе которого ограничивается ограничителем амплитуды сигнала 5. Широкополосная импульсная помеха в ограничителе амплитуды сигнала 5 ограничивается по амплитуде, а сигнал от ЛЭП остается неизменным.

При уменьшении амплитуды широкополосной импульсной помехи пропорционально уменьшаются амплитуды всех ее спектральных составляющих, в том числе и попадающих в полосу пропускания блока узкополосной фильтрации и усиления 2.

Изображение с фотокамеры 6 передается на блок дальномера 7, который за счет последовательного формирования сигналов изображений и их последующей совместной обработки определяет линейные размеры объектов и

расстояние до них. Полученный сигнал через первый выход блока дальногомера 7 включает блок спутникового позиционирования 8 и передает данные к блоку задания минимального расстояния в зависимости от напряжения ЛЭП 9, одновременно данные со второго выхода блока дальногомера 7 и с выхода блока задания минимального расстояния в зависимости от напряжения ЛЭП 9 поступают в блок сравнения 10, в котором происходит сравнение с сигналом блока дальногомера 7 и передача на устройство цифровой обработки и сигнализации 3. Если значение расстояния до ЛЭП, определенное блоком дальногомера 7 станет меньше расстояния, определенного блоком задания минимального расстояния в зависимости от напряжения ЛЭП 9, то на выходе блока сравнения 10 появится сигнал, вызывающий срабатывание устройства цифровой обработки и сигнализации 3, предупреждающий оператора об опасности. Устройство цифровой обработки и сигнализации 3 также срабатывает и при поступлении сигнала с выхода блока узкополосной фильтрации и усиления 2, возникающий при обнаружении магнитного поля ЛЭП антенной 1, что повышает надежность обнаружения и сигнализации при приближении на недопустимое расстояние.

### ***Библиографический список***

1. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь/ Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://gosenergogaznadzor.by>.
2. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь/ Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://belenergo.by>.
3. Национальный Интернет-портал Республики Беларусь/ Нац. Центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – Режим доступа: <https://otb.by/news/4554-o-bezopasnoi-uborke-produktsii-rasteniievodstva>.
4. Соблюдение требований безопасности при проведении сельскохозяйственных работ вблизи ЛЭП. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/ohranatruda/b0d6f75a37269b70.html>.
5. Электробезопасность/ А.И. Федорчук, В.Г. Андруш, О.В. Абметко. – Минск : БГАТУ, 2012. – 188 с.
6. Правила по охране труда при производстве и послеуборочной обработке продукции растениеводства: Постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 15 апр. 2008 г, № 36 // Нац. Реестр правовых актов Респ. Беларусь. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2008. – № 8/18787
7. Андруш, В.Г. Комплекс технических решений, повышающих безопасность работы зерноуборочного комбайна под линиями электропередач/ В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов, В.В. Русских // Сб.: Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК :

Материалы Международной научно-практической конференции. – Минск, БГАТУ, 2021. – С. 343-346.

8. Русских, В.В. Повышение безопасности работы зерноуборочного комбайна под линиями электропередач/ В.В. Русских, В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов // Сб.: Техника и технология пищевых производств : Материалы XII Международной научной конференции студентов и аспирантов. – Могилев, МГУП, 2021. – С. 371.

9. Русских, В.В. Решения, повышающие безопасность работы габаритной сельскохозяйственной техники под линиями электропередач/ В.В. Русских, В.Г. Андруш, Г.И. Белохвостов, // За безпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: Матеріали I Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Мелітополь, Україна 26-30 квітня 2021 р.) / відп. ред.: О.В. Яцук. – м. Мелітополь, ТДАТУ, 2021. – С. 83-87.

10. 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: 21.06.2021.

11. Безопасность жизнедеятельности/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, В.П. Валько и др. – Могилев – Рязань, 2018. – 328 с.

**УДК 631.47.3.072**

*Счастный Н.С.,  
Нагорный А. В.  
УО БГАТУ, г. Минск, РБ*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА ПЛУГА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ БОКОВОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ**

Сельское хозяйство многоотраслевое и наряду с растениеводством, в большинстве предприятий АПК Республики Беларусь развита животноводческая отрасль, которая требует выращивания кормовых и технических культур, для которых необходимо проводить основную обработку почвы, как с оборотом, так и без оборота пласта.

Энергоэффективность сельскохозяйственного производства во многом определяется энергоэффективностью каждого технологического процесса. Отвальная вспашка – это радикальное средство борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. При возделывании сельскохозяйственных культур обработка почвы составляет до 45% всех энергетических затрат на производство продукции растениеводства. Из всех операций механической обработки почвы до 50% энергетических затрат составляет вспашка. Снижение энергоёмкости вспашки – это, прежде всего снижение тягового сопротивления плугов, что является актуальной проблемой