10.28983/asj.y2021i3pp94-98 УДК 629.382

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АПК

ШКРАБАК Роман Владимирович, *Санкт-Петербургский государственный аграрный университет*

Сельскохозяйственное производство отличается многообразием видов деятельности, реализуемой во все времена года и практически во всех почвенно-климатических зонах, производя продовольственные товары и сырье. Практически четверть объема работ в различных зонах страны приходится на транспортно-технологические процессы. Для последних являются характерными дорожно-транспортные происшествия. Определяющими среди них являются столкновения транспортных средств, сопровождающиеся тяжелыми последствиями ежегодно. Только в 2018 г. в результате 71 167 случаев дорожно-транспортных происшествий по причине столкновений погибло 7671 человек и ранено 109 717. В качестве профилактических мер предложено инновационное решение – устройство автоматического управления движением транспортного средства, позволяющего устранить возможность столкновений транспортных средств и связанных с этим гибелью и ранением ежегодно десятков тысяч людей.

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

Введение. Технологические процессы производства, сохранности, управления и реализации продовольственной и сырьевой продукции сельскохозяйственного производства, ее переработки весьма разнообразны и диктуются потребностями населения и сырьевого рынка. Этим определяются объемы производства зерновой, плодоовощной, животноводческой, птицеводческой и другой продукции агропромышленного комплекса страны. Общеизвестно, что практически все без исключения процессы производства продукции АПК (продовольствие и сырье) связаны с транспортно-технологическими операциями на всех этапах работ по выращиванию, подготовке к реализации или сохранности, хранению и реализации. Практика показывает, что объем работ на транспортно-технологических операциях достигает 40-42 % (в зависимости от выращиваемой продукции и природно-климатических зон ее производства и потребления). Задача обеспечения перевозки в основном решается использованием, как правило, грузовых автомобилей разных марок (КАМаз, САЗ, ГАЗ и др.) с прицепами и без них и тракторов (в основном МТЗ, Кировец и др.) с прицепами и полуприцепами. Но транспортные перевозки указанными видами средств сопровождаются достаточно большим количеством дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми и смертельными последствиями. В этом виде деятельности действительно имеет место неблагоприятная ситуация, приведшая к тому, что на начало 2019 г. в стране, по данным ГИБДД, произошло 168 099 ДТП, в которых погибло 18 214 чел. и ранено 214 863 чел. Россия по рассматриваемому показателю занимает 78-е место в мире среди 175 стран, что тревожит и вынуждает к оперативному поиску эффективных решений проблемы.

Анализ показывает, что в числе такие решения должны учитывать особенности почвенно-климатических зон сельскохозяйственного производства; виды перевозимых грузов (насыпные, сыпучие, легковесные – сено, солома и другие, воодушевленные – люди и животные, жидкие, взрывоопасные и пожароопасные, тяжеловесные, длинномерные, высокогабаритные, пылящие и др.); состояние полевых, проселочных дорог и дорог общего пользования; состояние транспортной техники и кадрового потенциала лиц, осуществляющих перевозки, и др. [1–3, 5–7].

Методика исследований. Решение озаглавленной в работе проблемы предполагает изучение и анализ дорожно-транспортных происшествий на дорогах страны с учетом сельскохозяйственного производства и транспортирования разнообразных грузов за пятилетний период (2015-2019 гг.), а также погибших в дорожно-транспортных происшествиях за 15 лет (2000-2014 гг.) и по числу раненых и погибших в ДТП за 2018 г. на примере Ленинградской области в сравнении с данными по стране за тот же период. На этой основе формировались меры противодействия ДТП по одной из наиболее значимых причин – столкновения.

Результаты исследований. Исследования общего числа дорожно-транспортных происшествий, числа погибших и раненых в них за 2005-2014 гг. в целом по стране и Ленинградской области в сравнительном плане приведены в табл. 1.

Анализ данных табл. 1 по анализируемым годам по стране в целом показывает, что на практике имеет место вялотекущее снижение дорожно-транспортных происшествий, составляя за десятилетие (2005–2014 гг.) осредненно 1,2 % (т.е. 0,12 % в год), а по Ленинградской области за тот же период допущен рост ДТП на 26 % (т.е.

Таблица 1

Сравнительные данные по общему числу дорожно-транспортных происшествий, числу погибших и раненных в них по стране и Ленинградской области в 2005–2014 гг.

Регионы и параметры по годам	Год	Общее количество			Тяжесть последствий
		ДТП	погибших	раненных	
Российская Федерация	2005	223342	33957	274864	11,0
Ленинградская область		2995	685	3789	15,3
Российская Федерация	2006	229140	32724	285362	10,3
Ленинградская область		3318	720	4137	9,2
Российская Федерация	2007	233809	33308	292206	10,2
Ленинградская область		3424	738	4321	14,6
Российская Федерация	2008	218332	29936	270883	10,0
Ленинградская область		3317	628	4202	13,0
Российская Федерация	2009	173327	23146	228360	-
Ленинградская область		2913	509	3834	-
Российская Федерация	2010	199431	26567	250635	9,6
Ленинградская область		3321	568	4380	11,5
Российская Федерация	2011	199868	27963	251848	10,0
Ленинградская область		3500	642	4466	12,0
Российская Федерация	2012	203597	27991	258618	9,8
Ленинградская область		3676	642	4821	11,8
Российская Федерация	2013	204068	27025	258437	9,5
Ленинградская область		3794	635	6145	11,0
Российская Федерация	2014	199720	26963	251785	-
Ленинградская область		4074	704	5562	-

практически ежегодно осредненно на 2,6 %). Касаясь погибших в ДТП за тот же период по тем же регионам отметим, что по стране в целом имеет место снижение этого показателя на 20 % (осредненно на 2 % в год), а по Ленинградской области имеет место рост числа погибших в ДТП за тот же период осредненно на 1 % (0,1 % осредненно ежегодно). По числу раненных в ДТП по стране имеем снижение осредненно на 10 % (т.е. на 1 % в год), а по Ленинградской области имеет место рост этого показателя осредненно на 32 % (т.е. на 3,2 % в год).

Как видно из данных табл. 1, по каждому из рассматриваемых трех показателей внутри десятилетнего периода имеет место колебательный характер каждого из них в пределах среднегодового значения, однако итоговые показатели малоутешительны, поскольку речь идет о жизни и трудоспособности людей, материальных ценностях и больших материальных, социальных и моральных ущербах, настоящий размер которых (за исключением материальных, и то приблизительных ущербов) существенно выше публикуемых.

Анализ массива данных по видам дорожно-транспортных происшествий за пятилетие (2014–2018 гг.) позволяет утверждать, что по числу ДТП определяющим является столкновение транспортных средств как по стране в целом, так и по Ленинградской области (табл. 2).

Анализ данных табл. 2 показывает, что за указанные 5 лет (2014–2018 гг.) общее число ДТП по стране из-за столкновений транспортных средств сокращалось, хотя с недостаточной динамичностью; сокращение составило суммарно 12400 случаев, что составляло 16 % за указанные годы (или осредненно 3,3 % в год). Динамика хоть и положительная, но явно недостаточная. За указанный период число погибших в ДТП в стране по причине столкновений сократилось с 11610 до 7671 случая, т.е. на 3849 случаев (осредненно ежегодное сокращение составило 770 случаев); что составило 34 % в целом за 5 лет, или 7 % ежегодно. Число раненых за пятилетний период сократилось по стране на 15940 чел. (осредненно ежегодное сокращение составляло 3188 чел.).

Существующее положение с дорожно-транспортными происшествиями по их виду (столкно-

Таблица 2

Сравнительная динамика дорожно-транспортных происшествий из-за столкновений транспортных средств в 2014-2018 гг. по стране и Ленинградской области и их последствий

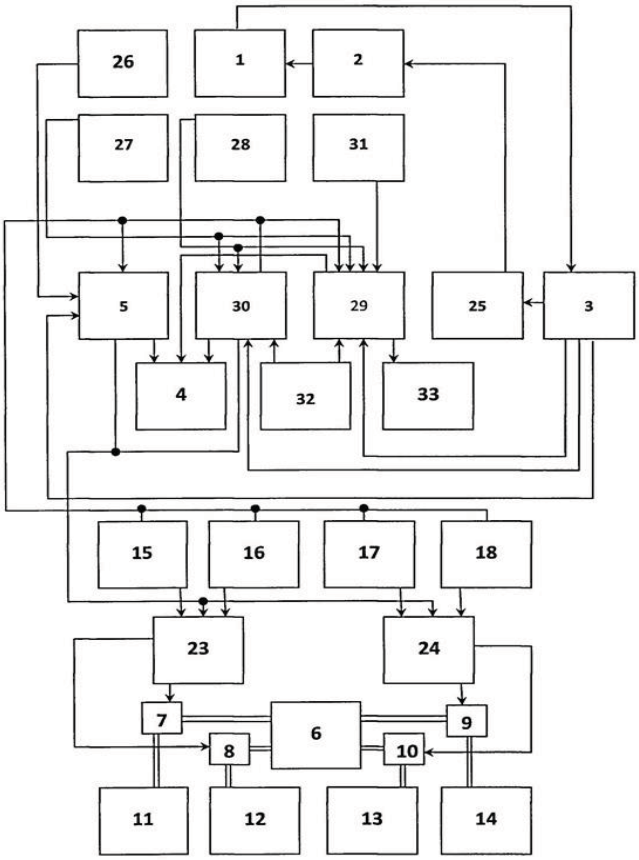
Регионы и показатели по годам	Год	Общее количество		
		ДТП	погибших	раненных
Российская Федерация	2014	83567	11610	125957
Ленинградская область		1729	321	2843
Российская Федерация	2015	75266	9447	114710
Ленинградская область		-	-	-
Российская Федерация	2016	72605	8662	111843
Ленинградская область		-	-	-
Российская Федерация	2017	70736	8107	109040
Ленинградская область		-	-	-
Российская Федерация	2018	71167	7671	109717
Ленинградская область		1260	190	2027

вениям) вынуждает к поиску методов и средств решения проблемы. Над профилактикой таких ДТП успешно трудится коллектив научно-педагогической школы Санкт-Петербургского госагроуниверситета [8, 9] Результаты исследований здесь базируются на инновационных решениях мирового уровня, ориентированных на обоснованной в названной научно-педагогической школе стратегии и тактике динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в отрасли АПК, на долю которого приходится от четверти до трети перечисленных случаев и их последствий (в зависимости от регионов, интенсивности и результативности аграрного производства, природно-климатических условий и кадрового потенциала региона).

В связи с изложенной необходимостью разработано устройство автоматического управления движением транспортного средства [4], исключающее возможность столкновения транспортных средств, имеющее место, как правило, при выезде на встречную полосу движения (особенно при попытках обгона) со встречным или попутным транспортом. Этим радикально решается проблема, поскольку автоматически исключается возможность столкновения и их последствий (гибель и ранение людей, разрушения транспортных средств и др.).

Устройство [4] содержит (см. рисунок) радиодальномер 1, связанный с исполнительным устройством сканирования 2, блок обнаружения опасных объектов 3 и блок индикации 4, соединенный с блоком формирования угловой скорости поворота транспортного средства относительно вертикальной оси 5. Имеется так же исполнительный механизм торможения, представляющий собой привод главного цилиндра 6, сообщенного магистралями повышенного давления 7, 8, 9, 10 с тормозными цилиндрами соответственно левых и правых колес 11, 12, 13, 14. На последних установлены датчики скорости вращения 15, 16, 17, 18. Исполнительный механизм содержит четыре клапана 19, 20, 21, 22, каждый из которых установлен в соответствующей магистрали повышенного давления и связан с блоками формирования угловой скорости поворота транспортного средства относительно вертикальной оси 5 и выходы датчиков скорости вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18. Выходы блоков формирования скорости вращения левых и правых колес 23, 24 соответственно подключены к электрическим входам каждого из четырех клапанов 19, 20, 21, 22. Блок управления сканированием 25, подключенный ко входу исполнительного устройства сканирования 2, выход GPS/Glonass навигатора 26 соединен с блоком формирования угловой скорости поворота транспортного средства относительно вертикальной оси 5. Выходы бесконтактного датчика состояния дорожного покрытия 27 и датчика видимости 28 соединены с блоком формирования условий безопасного обгона 29 и блоком формирования линейной скорости движения транспортного средства 30.

Выход датчика положения указателя поворота 31 соединен с блоком формирования условий безопасного обгона 29, на входы которого подается сигнал с выходов блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3, блока нормативных параметров безопасного разъезда и движения 32, выходов датчиков скорости вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18. Выходы блока формирования условий безопасного обгона 29 соединены с блокиратором поворота руля 33 и блоком внутренней и внешней индикации 4, ко входам которого подключены выходы блока формирования линейной скорости движения транспортного средства 30, выходы которого соединены с блоками формирования скорости вращения левых и правых колес 23, 24. Входы блока формирования линейной скорости движения транспортного средства 30 соединены с выходами датчиков скорости вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18 соответственно, а так же с выходами блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3 и блока нормативных параметров безопасного разъезда и движения 32. Выходы блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3 со-



Блок-схема устройства автоматического управления движением транспортного средства, исключающего столкновения

единены с входом блока управления сканированием 25 и входом блока формирования угловой скорости поворота транспортного средства относительно вертикальной оси 5, соединенного с выходами датчиков скорости вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18. При этом выход радиодальномера 1 соединен со входом блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3.

Устройство работает следующим образом. При движении собственного транспортного средства информация о его скорости поступает от датчиков скорости вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18. Радиодальномер 1, в качестве которого может быть использована унифицированная радиолокационная станция разведки движущихся наземных целей «Кредо-1Е» (изделие 1Л244-2), благодаря наличию исполнительного устройства сканирования 2, получает информацию о месторасположении и изменении всех объектов, находящихся в зоне его действия. Одновременно с этим блок GPS/Glonass навигатор 26 определяет положение собственного транспортного средства относительно дорожной карты и его вектор скорости. При этом бесконтактный датчик состояния дорожного покрытия 27 определяет состояние дорожного покрытия (сухо/влажно/мокро/лед/снег (иней)/слякоть). В качестве такого датчика может быть использован дистанционный датчик состояния поверхности дороги DSC111 фирмы Vaisala. Он определяет состояние дорожного покрытия со следующей точностью: толщина слоя воды 0,01 до 2 мм ± 5 % 0,01 мм; толщина слоя льда 0,01 до 2 мм ± 5 % 0,01 мм; толщина слоя снега 0,01 до 10 мм ± 5 % 0,01 мм; дальность видимости 10...2000 м ± 20 %. Одновременно с этим датчик видимости 28, использующий для анализа частиц воды в воздухе оптическую технологию обратного рассеяния, например PWS (Present Weather Sensor) датчик, который является компактным высокочувствительным погодным датчиком, определяет возможную дальность видимости. Датчик положения указателя поворота 31 сигнализирует о включении в первое положение рукоятки указателя поворота, сообщающее о намерении совершить маневр.

Блок определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3 на основании полученной информации об изменении координат местоположения объектов в зоне действия радиодальномера 1, вычисляет их перемещения, скорость и вектор скорости объектов.

При этом блок управления сканированием 25 получает информацию о дорожной ситуации от блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3 и для изменения зоны обзора радиодальномера 1 передает управляющий сигнал на исполнительное устройство сканирования 2. На основании данных о скорости и расстоянии до объектов в зоне действия радиодальномера 1, а также информации от датчиков вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18 о скорости собственного транспортного средства, информации со спутника о месторасположении, векторе движения собственного транспортного средства от блока GPS/Glonass навигатор 26, блок формирования угловой скорости поворота транспортного средства относительно вертикальной оси 5 корректирует траекторию движения собственного транспортного средства согласно траектории автодороги по карте местности, посредством блоков формирования скорости вращения левых и правых колес 23, 24, которые воздействуя на электрические входы каждого из четырех клапанов 19, 20, 21, 22 снижают скорость колес, воздействуя на тормозные цилиндры соответственно левых и правых колес 11, 12, 13, 14. При этом при отклонении или непосредственно корректировке траектории движения собственного транспортного средства блок внутренней и внешней индикации 4 информирует об этом водителя собственного транспортного средства посредством световой и звуковой индикации внутри кабины и водителей транспортных средств других участников дорожного движения посредством внешней световой индикации (указатели поворота).

В процессе движения блок формирования линейной скорости транспортного средства 30 получает информацию о дорожной ситуации от блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3, информацию от датчиков вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18 о скорости собственного транспортного средства, информацию от бесконтактного датчика состояния дорожного покрытия 27 и блока нормативных параметров безопасного движения и разъезда 32, что позволяет определить тормозной путь, а получив информацию от датчика видимости 28, позволяет определить безопасную для движения дистанцию и безопасную скорость движения, задав ее посредством блоков формирования скорости вращения левых и правых колес 23, 24, которые воздействуя на электрические входы каждого из четырех клапанов 19, 20, 21, 22, снижают скорость движения транспортного средства, воздействуя на тормозные цилиндры соответственно левых и правых колес 11, 12, 13, 14. При этом блок внутренней и внешней индикации 4 информирует об опасной дистанции до впереди идущего транспортного средства водителя собственного транспортного средства, посредством световой и звуковой индикации внутри кабины, и об опасной дистанции до следом движущегося транспортного средства водителей этих транспортных средств, посредством внешней световой индикации (указатели поворота, стоп-сигналы).

При этом блок формирования условий безопасного обгона 29, включается при переведении указателя поворота в первое положение, информирующее о намерении совершить маневр. Блок формирования условий безопасного обгона 29 получает информацию о дорожной ситуации от блока определения динамических характеристик попутно и встречно движущихся транспортных средств и обнаружения опасных объектов 3, информацию от датчиков вращения левых и правых колес 15, 16, 17, 18 о скорости собственного транспортного средства и динамики ее изменения, для определения характера маневра: поворот (снижение скорости) или обгон, информацию от бесконтактного датчика состояния дорожного покрытия 27, и информацию от датчика видимости 28, что позволяет определить безопасную для обгона дистанцию и скорость и сравнить ее с табличными значениями из блока нормативных параметров безопасного движения и разъезда 32. В первом случае блок формирования условий безопасного обгона блокирует поворот руля для совершения маневра, а блок внутренней и внешней индикации 4 информирует об опасности обгона водителя собственного транспортного средства посредством световой и звуковой индикации внутри кабины, в противном случае блок внутренней и внешней индикации 4 информирует о начале обгона других участников дорожного движения посредством внешней световой индикации (указатели поворота).

Лабораторные испытания макетной блок-схемы устройства подтвердили их принципиальную работоспособность.

Заключение. Анализ дорожно-транспортных происшествий показал, что число их по итогам 2019 г. составляло около 160 тыс. Это является результатом ряда обстоятельств, среди которых определяющим является вид дорожно-транспортных происшествий из-за столкновений, число которых в 2018 г. превысило 71 тысячу, а последствиями являются более 7,5 тыс. погибших и около 110 тысяч раненых. Сложившееся положение в ДТП является явно ненормальным, противоречащим нормативно-правовой базе страны, включая ее конституционные положения. Поэтому в направлении профилактики ДТП предложено инновационное решение в виде устройства автоматического управления безопасным движением транспортных средств, исключающих возможность столкновений и их последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 г. № 195-ФЗ (ред. от 22.12.2020 г.) // СПС «Гарант».
3. Конституция Российской Федерации // СПС «Гарант».
4. Патент №123735 Российской Федерации МПК B60/K 31/00. Устройство автоматичсекого управления движением транспортного средства/ Р.В. Шкрабак и др. №2012121495/11; заявл. 24.05.2012. опубл. 10.01.2013. Бюл. № 1.
5. Система стандартов безопасности труда: регламентирована положениями ГОСТ 12.0.001-82. «ССБТ. Основные положения». – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/5200310.
6. Трудовой Кодекс Российской Федерации. – М., 2015. – 327 с.
7. Уголовный Кодекс Российской Федерации // СПС «Гарант».
8. *Шкрабак В.С.* Стратегия и тактика динамичного снижения и ликвидации производственного травматизма в АПК. Теория и практика. – СПб., 2007. – 580 с.
9. *Шкрабак В.С.* Биобиблиографический указатель трудов / сост.: Н.В. Кубрицкая, Н.С. Розанова, 3-е изд., перераб. и доп. – СПб., 2017. – 252 с.

Шкрабак Роман Владимирович, *канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Безопасность технологических процессов и производств», Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. Россия.*

196601, г. Санкт-Петербург; Пушкин, Петербургское шоссе, 2.

Тел.: (812) 451-76-18.

Ключевые слова: *средства механизации; мобильные; безопасность функционирования; обеспечение; процессы; транспортно-технологические.*

ENSURING THE SAFETY OF THE FUNCTIONING OF MOBILE MEANS OF MECHANIZATION OF VEHICLES AND TECHNOLOGICAL PROCESSES OF AIC

Shkrabak Roman Vladimirovich, *Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the chair "Safety of Technological Processes and Production", St. Petersburg State Agrarian University. Russia.*

Keywords: *means of mechanization, mobile, operational safety, support, processes, transport and technological.*

Agricultural production is distinguished by a variety of activities carried out at all seasons of the year and in almost all soil and climatic zones, producing food products and raw materials. Almost a quarter of the volume of work in various zones of the country falls on transport and technological processes. The latter are characterized by road traffic accidents. Determining among them are vehicle collisions, which are accompanied by severe consequences every year. In 2018 alone, 71167 cases of road accidents due to collisions killed 7671 people and injured 109,717. Authors offered a well-grounded and developed strategy and tactics for the dynamic reduction and elimination of occupational injuries and diseases of people.