

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА»

АВТОДОРОЖНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ



**«Инновационные решения в области развития  
транспортных систем и дорожной  
инфраструктуры»**

Всероссийская студенческая  
научно-практическая конференция, приуроченная к  
профессиональному празднику –  
Дню работника автомобильного транспорта

**27 октября 2022 года**

УДК: 625.7:625.748

ББК: 39.31

И 665

**Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры** : Материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта 27 октября 2022 года. – Рязань : Издательство Рязанского государственного агротехнологического университета, 2022. - 352 с.

**Редакционная коллегия:**

Шемякин А.В., д.т.н., профессор, ректор, Рязанский ГАТУ.

Борычев С.Н. - д.т.н., профессор, первый проректор, Рязанский ГАТУ;

Рембалович Г.К. - д.т.н., доцент, декан автодорожного факультета, Рязанский ГАТУ;

Бачурин А.Н. - к.т.н., доцент, декан инженерного факультета, Рязанский ГАТУ;

Успенский И.А. - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технической эксплуатации транспорта, Рязанский ГАТУ.

Чаткин М.Н. - д.т.н., профессор, ректор ФГБОУ ДПО «Мордовский институт переподготовки кадров агробизнеса»;

Юхин И.А. - д.т.н., профессор, заведующий кафедрой автотракторной техники и теплоэнергетики, Рязанский ГАТУ;

Фадеев И.В. - д.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиноведения ФГБОУ ВО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева»;

Пухов Е.В. - д.т.н., доцент, профессор кафедры технической эксплуатации транспорта ФГБОУ ВО РГАТУ;

Лимаренко Н.В. - д.т.н., доцент кафедры электротехники и электроники ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет»;

Терентьев В.В. - к.т.н., доцент, заведующий кафедрой организации транспортных процессов и безопасности жизнедеятельности, Рязанский ГАТУ;

Богданчиков И.Ю. – к.т.н., доцент, заместитель декана инженерного факультета по научной и инновационной работе, председатель Совета молодых учёных, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Рязанский ГАТУ;

Колошеин Д.В. – к.т.н., доцент кафедры строительства инженерных сооружений и механики, Рязанский ГАТУ.

В сборник вошли материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции, приуроченной к профессиональному празднику – Дню работника автомобильного транспорта.

*© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Секция 1. Техническая эксплуатация транспорта и сельскохозяйственной техники</b> .....	7
<i>Верейкин А.С., Сазонова Е.А.</i> Внедрение электродугового напыления и наплавки в ООО СП «Городнянское» .....	7
<i>Пухов Е.В., Успенский И.А., Сидоренков В.Л.</i> Перспективы восстановления ответственных деталей сельскохозяйственной техники на предприятиях АПК 12	
<i>Исмаев Р.Р., Костенко Н.А., Костенко М.Ю.</i> Способы функционального диагностирования технического состояния фильтрующего элемента .....	17
<i>Воробьев Д.А., Успенский И.А.</i> Метод поиска неисправности и калибровки датчика износа тормозной колодки .....	22
<i>Чурилов Д.Г., Полищук С. Д., Арапов И.С., Арапов М.С.</i> Оценка состояния двигателей внутреннего сгорания .....	28
<i>Максименко О.О., Киреев В.К., Семина Е.С., Милониди П.В.</i> Исследования системы топливоподачи тракторного дизеля .....	33
<i>Максименко О.О., Ткач Т.С., Семина Е.С., Милониди П.В.</i> Определение теоретических характеристик топливоподачи тракторного дизеля .....	38
<i>Соловьева А.Д., Мошнин А.М., Ерохин А.В.</i> Диагностирование состояния автомобиля при помощи бортового компьютера .....	43
<i>Степашкина А.С., Симдянкин А.А., Юхин И.А.</i> Топливо – существенный фактор, оказывающий влияние на стоимость производства сельскохозяйственной продукции .....	49
<i>Трохин А.В., Колошеин Д.В.</i> Применение водородного топлива на автомобильном транспорте .....	54
<i>Трохин А.В., Колошеин Д.В.</i> Искусственный интеллект в автомобильной отрасли .....	58
<i>Соловьева А.Д., Харьков К.А., Ерохин А.В.</i> Диагностирование автомобилей .....	62
<i>Киреев В.К., Ткач Т.С., Максименко О.О.</i> Разработка установки для повышения проходимости автомобиля КАМАЗ 54115 в зимний период эксплуатации .....	67
<i>Игнашин Д.А., Ушанев А.И.</i> Виды лазерного оборудования для очистки поверхности и деталей сельскохозяйственной техники от коррозии в период эксплуатации .....	72
<i>Владимиров С.С., Борисова В.Л., Ермачков А.М.</i> Контроль запрессовки пальца в верхнюю головку шатуна .....	79
<i>Рудаков В.С., Ушанев А.И.</i> Лазерная очистка поверхности металла для сельскохозяйственной техники .....	84
<i>Кутыраев А.А., Ушанев А.И.</i> Хранение и защита сельскохозяйственной техники в межэксплуатационный период .....	90

<b>Секция 2. Строительство инженерных сооружений и гидромелиоративных систем</b> .....	96
<i>Бабенко В.А., Сухарев Д.В.</i> Эксплуатация крюковского водохранилища.....	96
<i>Крюнчакина А.Д., Чесноков Р.А.</i> Анализ технологий капитального ремонта гидротехнических плотин искусственных водоемов .....	100
<i>Виноградов А.Ю., Бачурин А.Н., Корнюшин В.М.</i> Обзор конструкций теплиц для дачных участков .....	105
<i>Карпушина С.П., Колошеин Д.В.</i> Обзор покрытий и оснований из шлаковых материалов, обработанных вяжущим, и контроль качества полученного покрытия.....	111
<i>Клёпова С.О., Власов Г.С., Борычев С.Н., Гаврилина О.П.</i> Автоматизация водораспределения в оросительных системах .....	116
<i>Туляков А.В., Ткач Т.С.</i> Современные проблемы водосбора.....	122
<i>Нижальская А.Д., Колошеин Д.В.</i> Особенности проектирования противоэрозионных мероприятий, применяемых на склоновых агроландшафтах Рязанской области .....	129
<i>Елисеева Я. Г., Борычев С.Н.</i> Совершенствование конструкций мягких ГТС и перспективные области их применения на лесосплавных реках .....	133
<i>Матюшкина В.Д., Колошеин Д.В.</i> Уплотнение слоев дорожной одежды .....	138
<b>Секция 3. Организация транспортных процессов и безопасность дорожного движения</b> .....	143
<i>Зайцева В.В., Аникина И.М., Мелькумова Т.В.</i> Обзор проблемы городской транспортной сети.....	143
<i>Крысин М., Тимакина А.А., Рябчиков Д.С.</i> Методология проведения замеров интенсивности пассажиропотока городского пассажирского транспорта на территории остановочных пунктов .....	148
<i>Ульянов И.С., Рябчиков Д.С., Горячкина И.Н.</i> Методология проведения замеров пассажиропотока в сечении участка маршрутной сети городского пассажирского транспорта .....	154
<i>Ходюшина Д.С., Симдянкин А.А., Юхин И.А.</i> Применение методов оптимального решения при организации грузоперевозок сельскохозяйственной продукции.....	159
<i>Хортов А.В., Тетерина О.А., Рябчиков Д.С.</i> Методология проведения замеров пассажиропотока на борту транспортных средств .....	164
<i>Карнов Е.С., Мальчиков В.Н., Тетерина О.А., Шемякин А.В.</i> Оценка прогнозируемого сокращения количества дорожно-транспортных происшествий .....	170
<i>Мальчиков В.Н., Карнов Е.С., Горячкина И.Н., Терентьев В.В.</i> Применение телематики при транспортировке сельскохозяйственной продукции .....	174

<i>Алексеев Э.С., Ефимов А.Д.</i> Анализ существующих методик оценки опасности регулярных маршрутов пассажирского общественного транспорта.....	180
<i>Андреева О.Ю., Зайцева В.В., Терентьев В.В.</i> Проблемы маршрутизации городского транспорта.....	184
<i>Аникина И.М., Андреева О.Ю., Андреев К.П.</i> Система городского транспорта	189
<i>Кондрашова Е.А., Мертвищев Г.А., Шемякин А.В.</i> Структура города и мобильность населения.....	194
<i>Кондрашова Е.А., Горячкина И.Н., Тетерина О.А.</i> К вопросу применения выделенных полос для общественного транспорта.....	199
<i>Мертвищев Г.А., Кондрашова Е.А., Андреев К.П.</i> Транспортная мобильность населения.....	204
<i>Алексеев Э.С., Локтионов В.В., Бессарабов А. Н.</i> Особенности применения программного обеспечения INFRAWORKS для построения цифровой модели УДС общей дорожной сети города.....	209
<i>Мальчиков В.Н., Шемякин А.В., Рябчиков Д.С.</i> Применение интеллектуальных транспортных систем в перевозочном процессе.....	213
<i>Мертвищев Г.А., Латышенко Н.М., Терентьев В.В.</i> Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения .....	219
<i>Мертвищев Г.А., Горячкина И.Н., Тетерина О.А.</i> Влияние урбанизации на транспортную инфраструктуру городов .....	224
<i>Новиков К.К., Сазонова Е.А.</i> К вопросу о безопасности дорожного движения в смоленской области .....	229
<i>Терентьев О.В., Латышенко Н.М., Шемякин А.В.</i> Предпосылки возникновения аварийных ситуаций на сельских дорогах.....	234
<i>Терентьев О.В., Терентьев В.В., Тетерина О.А.</i> Дорожная инфраструктура сельских территорий .....	239
<i>Приезжева И.А., Терентьев В.В., Мартынушкин А.Б., Шемякин А.В.</i> Проблемы экономического развития автотранспортной промышленности в условиях международных санкций.....	242
<i>Терентьев О.В., Мартынушкин А.Б., Терентьев В.В., Шемякин А.В.</i> Экономические аспекты перевозки грузов автомобильным транспортом .....	247
<b>Секция 4. Актуальные вопросы инженерно-технического обеспечения предприятий АПК .....</b>	<b>253</b>
<i>Панова А.А., Стрыгин С.В., Юхин И.А.</i> Эскизное проектирование тары для транспортировки плодоовощной продукции .....	253
<i>Антоненко М.В., Успенский И.А.</i> Влияние микрорельефа дороги на движение транспортных средств в АПК .....	258
<i>Прибылов Д.О., Колотов А.С.</i> Снижение энергозатрат в сельском хозяйстве при производстве картофеля .....	265

<i>Кутыраев А.А., Успенский И.А.</i> Классификация органов первичной и вторичной сепарации .....	272
<i>Голиков А.А., Мошнин А.М.</i> Рынок отечественной картофелеуборочной техники в условиях санкций .....	278
<i>Мошнин А.М., Тришкин И.Б.</i> Научные изыскания в области повышения эффективности работы картофелеуборочных машин .....	283
<i>Клёпова С.О., Власов Г.С., Гаврилина О.П.</i> Технология уборки ячменя.....	289
<i>Богданчиков И.Ю., Бачурин А.Н., Булдышкин К.В.</i> Резервы увеличения производительности машинно-тракторных агрегатов .....	294
<i>Болотина М.Н., Щеголихина Т.А.</i> Сравнительный анализ основных технических характеристик культиваторов .....	300
<i>Краплин Н.С., Ступин А.С.</i> Оценка воздействия пестицидов на объекты агроэкосистем .....	304
<i>Орехов Д.Н., Ступин А.С.</i> Дистанционные наблюдения за состоянием сельскохозяйственных культур.....	312
<i>Костаринов А.С., Даниленко Ж.В., Андреев К.П.</i> Этапы применения точного земледелия.....	319
<i>Костаринов А.С., Шемякин А.В., Макаров В.А.</i> Компоненты точного земледелия.....	324
<i>Исмаев Р.Р., Рембалович Г.К.</i> К вопросу эффективности эксплуатации картофелеуборочных машин.....	330
<i>Юмаев Д.М., Рембалович Г.К., Костенко М.Ю.</i> Исследование параметров современных систем внесения жидких удобрений на основании анализа форсунок-распылителей .....	335
<i>Прибылов Д.О., Колотов А.С.</i> Минимизация повреждений плодов яблок на внутрихозяйственных перевозках автотранспортом.....	341
<i>Михайлов Д.Н., Борычев С.Н.</i> Анализ существующих технологий хранения сельскохозяйственной продукции .....	346

## СЕКЦИЯ 1. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТРАНСПОРТА И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

---

УДК 631.3

*Верейкин А.С., студент*  
*Сазонова Е.А., к.э.н., доцент*  
*ФГБОУ ВО СГСХА, г. Смоленск, РФ*

### ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО НАПЫЛЕНИЯ И НАПЛАВКИ В ООО СП «ГОРОДНЯНСКОЕ»

Любое сельскохозяйственное предприятие нуждается в постоянном поддержании работоспособности машинно-тракторного парка. Эту задачу решают ремонтные мастерские [1]. Они осуществляют своевременный ремонт и поддержание исправности техники.

Со временем появляется необходимость в модернизации уже существующей ремонтной мастерской (ее расширение, замена оборудования и т.д.) или постройка новой мастерской [2].

ООО Сельскохозяйственное предприятие «Городнянское» зарегистрировано 2 марта 2009 года. Находится по адресу: 215225, Смоленская область, Новодугинский район, д. Городня. Основной вид деятельности предприятия - выращивание зерновых и бобовых культур.

Машинно-тракторный парк предприятия в основном состоит из относительно новой техники. Дата ввода в эксплуатацию – 2019-2020 года. Также, не так давно ООО СП «Городнянское» приобрело такую технику, как: тракторы Challenger 665, трактор «Белорус» 82.1, Тракторы К-701, погрузчик «Dieci», плуг KUNN и зерноуборочные комбайны «ACROS-580», «ACROS 590 PLUS». Это значительно повысило производительность и условия труда на предприятии.

Проанализировав состояние ремонтно-технической базы ООО «Городнянское» Новодугинского района, была определена возможность проведения значительного количества ремонтных работ силами персонала ремонтной мастерской хозяйства [3,4]. Оборудование ремонтной мастерской позволяет выполнять ремонт различной сложности, но мы предлагаем улучшение участка ремонта МТП - участка по восстановлению деталей, электродуговым напылением и наплавкой.

Восстановление деталей электродуговым напылением и наплавкой это одни из методов восстановления деталей машин. Область применения этих методов весьма широка: от нанесения покрытий с различными свойствами на поверхности деталей сельскохозяйственных машин, до восстановления целостности и геометрии деталей [5,6].

Принцип электродугового наплавки и напыления состоит в нанесении дополнительного слоя металла на поверхность детали. Для этого, в случае наплавки, используют специальные электроды, а при напылении проволоку.

С помощью наплавки и напыления можно изменять физико-механические свойства покрытий, получать твёрдые, износостойкие и плотные покрытия, а также пористые [7,8]. Это может обеспечить увеличение срока службы детали, а как следствие и всей машины.

Электродуговая наплавка используется для устранения трещин, вмятин, пробоин, изломов и т.д. [9]. Такую наплавку можно выполнять плавящимися и неплавящимися электродами. Перед наплавкой поверхность детали должна быть тщательно очищена. Только после этого можно приступать к наплавке. Угольными электродами наплавляют порошковые смеси.

Электродуговое напыление выполняется с помощью специального аппарата. На рисунке 1 представлен простейший аппарат для напыления.

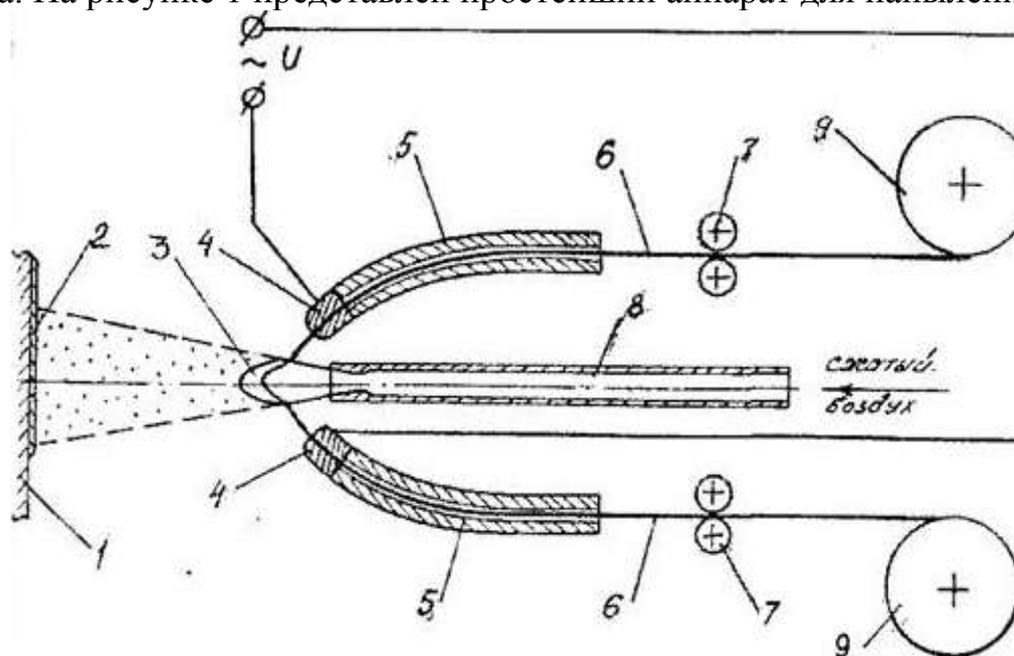


Рисунок 1 – Аппарат для напыления

1-деталь; 2-напыленный слой; 3-электрическая дуга; 4-токопроводящий мундштук; 5-направляющие для проволоки; 6-электродная проволока; 7-механизм подачи проволоки; 8-воздушная магистраль с соплом; 9-кассеты с проволокой.

С помощью протяжных роликов (7) к токопроводящему мундштуку (4) по направляющим (5) подаются две проволоки (6). На них подается ток. Между проволоками возникает электрическая дуга расплавляющая металл. Одновременно с этим в зону дуги по воздушной магистрали (8) поступает сжатый газ под давлением.

Скорость движения частиц металла 120...300 м/с. При столкновении с поверхностью частицы металла на такой скорости деформируются, заполняя поры и неровности детали, а также сцепляясь между собой. В результате образуется сплошное покрытие. Последовательным напылением можно получить покрытие толщиной от нескольких микрон, до 10 мм и более.

Установка для электродугового напыления включает: электродуговую горелку, напыляемый материал, и источник электропитания.

Для того чтобы рентабельность данного участка ремонта была выше, планируется проводить ремонт и восстановление деталей для нескольких сельскохозяйственных предприятий района. Программа ремонта МТП для Новодугинского района приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Программа ремонта МТП для Новодугинского района

Марка машины	Количество машин, шт.	Плановая годовая наработка ус.эт. га, км. пробега	Количество ремонтов, шт.	
			капитальный	текущий
1	2	3	4	5
К-701, К-700А	16	2000	2	3
Т-150К	24	1500	3	6
ДТ-75М	161	1050	23	46
МТЗ-80-82	211	850	36	71
Т-25, Т-16	30	400	5	11
ГАЗ-53	179	29000	43	-
ЗИЛ	119	37000	31	-
КАМАЗ	27	35000	8	-
КУЛЬТИВАТОРЫ	334	-	-	250
ПЛУГИ	249	-	-	199

В таблице 2 приведен перечень деталей, планируемый восстанавливать электродуговой наплавкой и напылением.

Таблица 2 – Перечень деталей для восстановления электродуговой наплавкой и напылением

Наименование деталей	Наименование дефекта	Количество деталей, шт.	Трудоемкость	
			Единичная, час	Суммарная, час
Коромысло клапана	Износ бойка	1418	0,25	345,5
Рычаги отжима муфты сцепления	Износ профильной поверхности	315	0,17	53,55
Рычаги переключения передач	Износ головки	95	0,33	31,35
Вид распределительный	Износ кулачков	124	0,83	102,92
Диск подвижной регулятора пусковых двигателей	Износ конуса	73	0,28	20,44
Шайба упорная пускового двигателя	Износ торца	73	0,17	12,41
Клапан впускной	Износ фаски	767	0,41	314,47
Стрельчатая лапа культиватора	Износ контактирующих поверхностей	4250	0,58	2465
Лемех плуга	Износ контактирующей поверхности	995	0,66	656,7
Всего		8239		4003,34

За счет участка, внедрения нового технологического производства и дополнительных капитальных вложения снизиться себестоимость ремонта двигателей сельскохозяйственной техники. Затраты на внедрение системы составят – 448 368 руб. Срок окупаемости проекта – 1,18 года.

Восстановленные таким методом детали увеличивают свой срок службы. В

зависимости от использованного для восстановления материала детали могут приобретать новые полезные качества, выгодно отличающие их от новых [10]. Также, стоимость восстановленной детали значительно ниже новой. Разница в цене может достигать 60%.

### *Библиографический список*

1. Вернигор, А.В. Определение показателей оценки загруженности системы технического обслуживания и ремонта машин и механизмов сельскохозяйственных организаций и предприятий/ А.В. Вернигор, Н.П. Козлов, А.Л. Болоткин // Сб.: Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : Материалы XXII Научно-практической конференции. – ФГБОУ ВО Брянский ГАУ 19-20 апреля 2017 г. – С.92-96.

2. Рековец, А.В. Разработка распределенной системы сбора данных от машинно-тракторных агрегатов/ А.В. Рековец, А.А. Бутылкин // Сб.: Агробиофизика в органическом сельском хозяйстве : Сборник материалов международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Гордеева Анатолия Михайловича. – Издательство: Смоленская государственная сельскохозяйственная академия. – 2019. – С. 375-379.

3. Скобеев, И.Н. Анализ состояния технической оснащенности сельскохозяйственных предприятий Смоленской области/ И.Н. Скобеев, В.Ю. Окунев // Сб.: Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы : Сборник материалов международной научно-практической конференции Часть 2. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2015. – С. 284-291

4. Никифоров, А.Г. Сравнение методик оценки эффективности агрегатов на полевых работах/ А.Г. Никифоров, А.В. Алексеев // Сб.: Современные проблемы агропромышленного комплекса : Сборник материалов национальной научно-практической конференции. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С. 64-71.

5. Драбов, В.А. Сетевое планирование загрузки ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственного предприятия/ В.А. Драбов, О.А. Ходенков // Сб.: Энергетика, информатика, инновации - 2017 (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве) : Сборник трудов VII-ой Международной научно-технической конференции. В 3 томах. – Смоленск : ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», 2017. – С. 259-264.

6. Сазонова, Е.А. Инновационные развития в мире сельскохозяйственного транспорта/ Е.А. Сазонова, В.Л. Борисова // Сб.: Тенденции повышения конкурентоспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 327-333.

7. Борисова, В.Л. Инновации технических систем сельского хозяйства/ В.Л. Борисова // Сб.: Инженерное обеспечение в реализации социально-экономических и экологических программ АПК : Сборник статей по

материалам Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией С.Ф. Сухановой. – Курган, 2022. – С. 3-6.

8. Borisova, V.L. Analysis of the critical limits of technogenic territorial resources in the conditions of a modern technopolis/ V.L. Borisova, E.A. Sazonova, S.E. Terentyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – С. 042033.

9. Ермачков, А.М. Влияние комплексобразующего вещества на микротвердость хромовых покрытий/ А.М. Ермачков, А.А. Зюскин // Сб.: Тенденции повышения конкурентноспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 298-301.

10. Туберозова, М.В. Факторы, влияющие на инновационное развитие агропромышленных комплексов/ М.В. Туберозова, Е.А. Сазонова// Сб.: Теория и практика современной аграрной науки : Сборник V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирск, 2022. – С. 1729-1732.

11. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования/ И. В. Зарубин и др. // Сб.: Вавиловские чтения – 2010 : Материалы Международной науч.-практ. конф. в 3-х томах, Саратов, 25–26 ноября 2010 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2010. – С. 299-300. – EDN WSQVSI.

12. Алехин, Ю. Г. Качество наплавленных покрытий лемехов плугов/ Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков, А. С. Угримов // Сб.: Качество в производственных и социально-экономических системах : Сборник научных трудов 5-й Международной научно-технической конференции, Курск, 21 апреля 2017 года / Ответственный редактор Е.В. Павлов. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 11-13.

13. Михальченков, А.М. Новые способы упрочнения плужных лемехов/ А.М. Михальченков, А.А. Тюрева, М.А. Михальченкова // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 12. – С. 39-40.

14. Коновалов, А.М. Экспресс-метод диагностирования качества наплавки/ А.М. Коновалов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф.– Рязань, 2020. – С. 278-281.

15. Кривова, А.В. Эффект производственного рычага при различном объеме производства в условиях малых ремонтных предприятий/ А.В. Кривова, М.Н. Горохова, Н.Е. Лузгин // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве: Международный сборник научных трудов по материалам международной науч.-практ. конф., Рязань, 20–23 декабря 2014 года. – Рязань : НП "Голос губернии", 2014. – С. 283-286.

*Пухов Е.В., д.т.н., профессор  
Успенский И.А., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Сидоренков В.Л., аспирант  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, г. Воронеж, РФ*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АПК**

Исследования в области технологий восстановления деталей сваркой и наплавкой начались в России с 1887 года, а работы по автоматизации данных процессов начались в 1939 году. Совершенствование технологий восстановления и упрочнения деталей позволило снизить стоимость ремонта машин и повысить ресурс обработанных деталей. Данные технологии широко применялись на авторемонтных предприятиях СССР, однако после его распада большая часть предприятий и оборудования была утрачена [3,4].

В настоящее время в связи с введением в отношении Российской Федерации санкций и ухода с рынка части зарубежных производителей особенно острой проблема приобретения расходных материалов и запасных частей. Технологии восстановления и упрочнения деталей машин стали особенно актуальными.

В сложившейся ситуации неисправности техники приводят к срыву сроков проведения агротехнических работ. Сельскохозяйственный сезон 2022 года прошел успешно благодаря профессионализму работников технического сервиса и небольшому сроку эксплуатации техники иностранного производства.

Но с каждым новым сельскохозяйственным сезоном ситуация будет становиться все более угрожающей. Ресурс, заложенный в машины, будет подходить к концу, а поставки запасных частей ограничены.

Существует несколько способов выхода из данной ситуации:

- поиск новых путей поставки запасных частей (параллельный импорт). Дилеры транспортных и технологических машин активно работают над механизмами поставок запасных частей в РФ, однако часто изменение логистических цепочек приводит к значительному повышению их стоимости;
- разборка части машин на запасные части. Данная мера позволяет некоторое время поддерживать оставшиеся в строю машины. К недостаткам стоит отнести наличие износа запчастей, полученных таким методом, а также уменьшение парка техники сельхозпредприятий;
- подбор отечественных аналогов деталям и узлам иностранного производства с их доработкой для установки на технику либо изготовление их аналогов. Разработка технологического процесса изготовления детали и организация процесса ее производства являются затратными с финансовой точки зрения, а также занимают длительный период времени. В условиях разномарочного парка машин, используемых в агропромышленном комплексе,

для целесообразности создания таких производств необходимы большие объемы производства;

– организация участков и отдельных мастерских по восстановлению и упрочнению деталей машин. Установлено, что только лишь 5...9% деталей не подлежат восстановлению, что открывает широкие перспективы для данных технологий. Стоит отметить, что в среднем затраты на восстановление деталей машин на 50...85% меньше, чем на изготовление аналогичных [8].

Поэтому в сложившихся экономических условиях перспективным способом поддержания в работоспособном состоянии транспортных и технологических машин является восстановление их изношенных деталей.

К деталям транспортных, технологических машин, а также оборудования, которые наиболее часто выходят из строя, относятся:

- блоки цилиндров;
- корпуса коробок передач, редукторов мостов и т.д.;
- коленчатые, распределительные валы, а так;
- посадочные места подшипников;
- шпоночные пазы и прочее.

Одним из условий обеспечения ресурса восстановленных изделий является качественное устранение дефектов деталей машин. Разработка технологического процесса нанесения металлических покрытий является сложным процессом, требующим высокой квалификации и наличия опыта [6].

Точность определения параметров указанного процесса является одним из ключевых моментов, оказывающих прямое влияние на качество получаемых покрытий. Поэтому целью наших исследований является повышение качества порошковых покрытий за счет разработки контроля параметров их нанесения.

Одним из условий качественного нанесения покрытий является соблюдение температурного режима. Процесс распределения тепла в детали состоит из множества процессов нагрева и охлаждения. В деталях типа «вал» рабочая зона проходит по спиральной траектории с частичным перекрытием предыдущих слоев материала. По этой причине моделирование процессов распределения теплоты в деталях сложной геометрической формы является важной задачей [2].

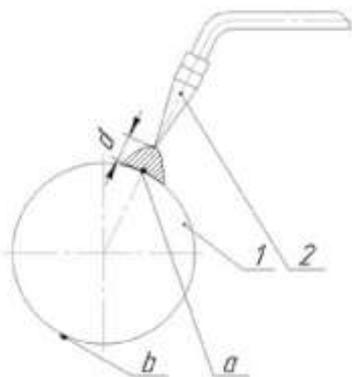
Для проведения исследований нами был выбран метод газотермического плакирования. Процесс восстановления деталей транспортных и технологических машин с использованием данной технологии начинается с предварительного нагрева зоны обработки. В момент достижения необходимой температуры в рабочей зоне, начинается подача самофлюсующегося порошкового материала из бункера в камеру-смеситель. Под давлением газов порошок проходит через сопло горелки, расплавляется в ядре пламени, далее факелом наносится в расплавленном состоянии на поверхность разделки металла детали. Рабочая зона по длине дефекта перемещается одновременно с движением горелки [1,5,7]. Данный метод обладает следующими преимуществами:

- хорошее сцепление нанесенного слоя с материалом детали;
- отсутствие пор в получаемом покрытии;

- возможность получения покрытий от 0,01 мм до 10 мм;
- твердость покрытия от 15 до 65 HRC.

К параметрам, оказывающим наибольшее влияние на качество процесса газотермического плакирования, относятся расстояние от сопла горелки до поверхности детали и максимальная температура с обратной стороны детали. Контролируя эти параметры, можно управлять распределением тепла внутри детали.

Влияние на процесс распределения тепла в деталях со сложной геометрией также оказывает теплоемкость детали. Для описания данного процесса наибольший интерес представляют точки **a** (место нанесения покрытия) и **b** (противоположная ей точка).



1 – обрабатываемая цилиндрическая деталь, 2 – сопло горелки ГН-2;  
a – место нанесения покрытия, b – тыльная сторона детали

Рисунок 1 – Схема процесса газотермического плакирования

Решением для контроля указанных параметров видится дискретизирование модели обрабатываемой детали прямоугольной сеткой, состоящей из узлов, с шагом 1 мм. Каждый узел сетки имеет шесть соседних узлов, от которых либо возможен прием тепла, либо которым производится передача тепла.

В трехмерном случае распространение тепла предлагается описывать уравнением теплопроводности:

$$\frac{\partial}{\partial t} T(\vec{r}, t) = (\nabla, \chi(\vec{r}, t) \nabla T(\vec{r}, t)) + Q(\vec{r}, t), \quad (1)$$

где  $T(\vec{r}, t)$  – распределение температуры в пространстве и его изменение с течением времени;  $\vec{r}$  – радиус вектор исследуемой точки пространства;  $t$  – время;  $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$  – дифференциальный оператор набла;  $x, y, z$  – декартовы координаты исследуемой точки пространства;  $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$  – единичные векторы в декартовом пространстве;  $\chi(\vec{r}, t)$  – коэффициент температуропроводности вещества (в общем случае зависит от положения в пространстве и времени);  $Q(\vec{r}, t)$  – изменяющееся с течением времени поле

источников нагрева в данной схеме нанесения покрытия.

Коэффициент температуропроводности в данном случае может быть выражен через коэффициенты теплопроводности  $\kappa$ , теплоемкости  $c$  и плотность вещества  $\rho$  следующим образом:  $\chi = \kappa / (c \cdot \rho)$ .

Методика моделирования распределения тепла в трех пространственных направлениях  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  позволяет получить информацию для управления основными параметрами технологического процесса – расстояния от сопла газовой горелки до поверхности детали  $d$  и скорости движения газовой горелки относительно поверхности детали  $v$  (касательная скорость).

Выводы. Рассмотрена проблема поддержания в работоспособном состоянии парка транспортных и технологических машин иностранного производства. Предложено восстановление изношенных деталей машин с использованием технологии газотермического плакирования. С целью повышения качества предлагается моделирование тепловых процессов путем дискретизирования модели прямоугольной сеткой. В дальнейшем это позволит точнее управлять основными параметрами технологического процесса с целью обеспечения оптимального температурного режима обработки.

### ***Библиографический список***

1. Апатенко, А.С. Газотермическое напыление композиционными материалами при восстановлении деталей транспортно-технологических машин/ А.С. Апатенко, В.М. Алеев // Доклады ТСХА. 2019. С. 324-326.

2. Астанин, В.К. Анализ показателей восстановления деталей машин АПК/ В.К. Астанин, В.Л. Сидоренко, Е.В. Пухов // Сб.: Механизация и автоматизация технологических процессов в сельскохозяйственном производстве : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Воронеж: 2020. – С. 229-231.

3. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Н. В. Аникин [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 192 с. – ISBN 978-5-98660-263-9. – EDN VVPUMF.

4. Ельцов, В.В. Восстановление и упрочнение деталей машин : электронное учеб. пособие/ В.В. Ельцов. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2015. – 1 оптический диск.

5. Карагодин, В.И. Ремонт автомобилей и двигателей : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования/ В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – 10-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2014. – 496 с.

6. Славненко, В.П. Теоретическое обоснование метода восстановления деталей автомобиля на основе информационно энергетической оценки/ В.П. Славненко, М.И. Филатов // Вестник Оренбургского ГУ. – № 10. – 2011. – С. 151-155.

7. Применение ресурсосберегающих технологий при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте машин : учебное пособие для подготовки

к лабораторным и практическим занятиям по направлениям подготовки 35.03.06 Агроинженерия, 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства/ А. В. Шемякин, Е. В. Пухов, И. А. Юхин [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 114 с. – ISBN 978-5-98660-391-9. – EDN ARNKJN.

8. Щербаков, Ю.В. Современные способы восстановления и упрочнения деталей : учебное пособие/ Ю. В. Щербаков, А. М. Кашфуллин. - М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермский гос. аграрно-технолог. ун-т. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2018. – 191 с

9. Пат. РФ № 2607852 С. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017.

10. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования/ И. В. Зарубин, М. Б. Латышенок, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Вавиловские чтения - 2010 : Материалы Международной науч.-практ. конф. в 3-х томах, Саратов, 25–26 ноября 2010 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2010. – С. 299-300. – EDN WSQVSJ.

11. Волченкова, В. А. Оценка размера капель наносимого материала на поверхность сельскохозяйственной техники/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции , Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 236-241. – EDN YFVIXI.

12. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPYT.

13. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовок на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.

14. Коновалов, А.М. Экспресс-метод диагностирования качества

наплавки/ А.М. Коновалов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 278-281.

15. Условия осаждения покрытий латуни в процессе ремонта сельскохозяйственной техники/ А. В. Шемякин и др. // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – Т. 7. – № 4(25). – С. 39-48.

**УДК 631.3**

*Исмаев Р.Р., студент,  
Костенко Н.А., к.т.н.,  
Костенко М.Ю., д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **СПОСОБЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ФИЛЬТРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА**

Надежность и долговечность механических систем определяется эффективностью функционирования системы смазки, в частности, гидравлических систем. Важным элементом системы жидкостной смазки является фильтрующий элемент, который с одной стороны проводит очистку рабочей жидкости, а с другой стороны накапливает определенную информацию о состоянии масла, продуктах износа и является интегральным показателем работы всего механизма в целом [1].

В настоящее время известно множество способов контроля загрязненности масляного фильтра. Наиболее простой способ контроля состояния фильтрующего элемента заключается в контроле давления масла с помощью дополнительных датчиков в масляной системе. Так как давление в системе зависит от множества факторов: загрязненности фильтрующего элемента, температуры масла, состояния трущихся пар, работы перепускного клапана, то диагностический параметр включает противоречащие друг другу характеристики, что снижает точность диагностирования (рисунок 1).



Рисунок 1 – классификация систем диагностирования технического состояния масляной системы

Диагностика масляных систем может производиться может осуществлять по электропроводимости масла, содержащего инородные частицы, продукты износа и другие примеси, концентрация и размер которых определяют значения данного параметра. Изменение электропроводности зависит не только от состояния масла, но осадка на электродах, заряженные частицы осаждаются на электродах, оказывая влияние на показания прибора. Учитывая, что при нормальной работе фильтрующего элемента, содержание взвешенных частиц в масле не велико, то значительные изменения происходят только в аварийных режимах, либо при сильном загрязнении фильтра, либо при высокой концентрации металлических частиц износа [2,3].

Для контроля эффективности работы масляного фильтра измеряют диэлектрическую проницаемость масла до фильтрации и после, а затем рассчитывают их отношение и передают его на запоминающее устройство . при изменении соотношения диэлектрических проницаемостей оператору подается сигнал. Так как концентрация продуктов износа в масле при работе фильтра мала, это затрудняет определение отношение диэлектрических проницаемостей. Невысокая точность измерений масла в потоке затрудняет диагностику масляной системы, так как продукты износа оседают на фильтрующих элементах.

Наиболее эффективным способом диагностирования технического состояния масляной системы является измерение диэлектрической проницаемости фильтрующего элемента. Фильтрующий элемент накапливает продукты износа и загрязнения, в результате чего измеренные характеристики показывают интенсивность процесса износа и накопления загрязнений, что позволяет не только отслеживать состояние

фильтрующего элемента, но и оценивать ресурс механизма в целом, при условии накопления информации всех используемых фильтрующих элементов. Прогнозирование остаточного ресурса фильтрующего элемента осуществляют на основе сравнения текущего значения диэлектрической проницаемости с допустимым значением для данного фильтрующего элемента, что повышает точность измерений [4,5].

Система диагностики технического состояния масляной системы содержит встроенный датчик в виде колебательного контура в корпусе фильтрующего элемента (рисунок 2). В кабине транспортного средства размещено аналитическая часть устройства диэлектрической проницаемости, которое включает вычислительный, запоминающий элементы и информационное табло.

При работе устройства автоколебательный контур, расположенный непосредственно в корпусе фильтрующего элемента меняет частоту колебаний при наличии частиц загрязнений, продуктов износа и других примесей. Полученная частота датчика сравнивается с опорной частотой устройства диэлектрической проницаемости. На основании частот рассчитывается диэлектрическая проницаемость элементов системы диагностирования. Все показания устройства в режиме реального времени записывается в запоминающем элементе. По мере эксплуатации в накопленные частицы загрязнений, продукты износа и других примесей изменяют диэлектрическую проницаемость фильтрующего элемента.

Прогнозирование остаточного ресурса фильтрующего элемента осуществляется на основе формулы [4]:

$$t_{\text{ПР}} = t \cdot ([\varepsilon] - \varepsilon_i) / (\varepsilon_i - \varepsilon_0),$$

где  $t_{\text{ПР}}$  - прогнозируемый ресурс фильтрующего элемента, ч;

$t$  - наработка фильтрующего элемента, ч;

$[\varepsilon]$  - допускаемое значение диэлектрической проницаемости, Ф/м;

$\varepsilon_i$  - текущее значение диэлектрической проницаемости фильтрующего элемента, Ф/м;

$\varepsilon_0$  - значение диэлектрической проницаемости нового фильтрующего элемента, Ф/м.

При замене фильтрующих элементов основные показатели устройства диэлектрической проницаемости накапливаются на информационном элементе, что позволяет прогнозировать не только срок службы фильтрующего элемента, но и оценивать общее состояние масляной системы. Информационное табло обеспечивает возможность контроля технического состояния фильтрующего элемента и планирования технического обслуживания транспортного средства. Накопленная информация устройства диэлектрической проницаемости позволит отслеживать интенсивность изменения состояния масляной системы и своевременно передавать ее водителю или оператору.



Рисунок 2 – общий вид диагностической системы технического состояния масляной системы на основе фильтрующего элемента

Применение диагностической системы на основе контроля диэлектрической проницаемости фильтрующего элемента позволит не только осуществлять своевременную замену фильтрующего элемента, но и оценивать состояние агрегата по накопленной информации о работе масляной системы.

### *Библиографический список*

1. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.
2. Диагностирование фильтрующих элементов по диэлектрической проницаемости/ А. В. Старунский, М. Ю. Костенко, Р. В. Безносюк [и др.] // Сельский механизатор. – 2018. – № 2. – С. 40-41. – EDN XODZTN.
3. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.

4. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017.

5. Перспективные методы диагностирования систем мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, В. В. Фокин, Р. В. Безносюк [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 100-105. – EDN YIZMZZ.

6. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

7. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.

8. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ.

9. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии/ Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.

10. Бардадын, Н.А. Восстановление и упрочнение прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры диффузионным бороникелированием : дис. ... канд. техн. наук/ Н.А. Бардадын. – М., 1994.

11. Анализ и обоснование разработки диагностического устройства топливной аппаратуры автотракторных дизелей / А.В. Марусин, И.К. Данилов, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Вестник РГАТУ – 2017 – №3 (35). – С. 102-106.

## МЕТОД ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТИ И КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКА ИЗНОСА ТОРМОЗНОЙ КОЛОДКИ

Для уборки и производства сельскохозяйственной продукции применяют большое количество современной импортной техники. На современных европейских грузовых автомобилях установлены потенциометрические устройства, позволяющие автоматически диагностировать техническое состояние элемента тормозной системы с выдачей информации об износе тормозной колодки, калибровки потенциометрического устройства или обрыве электрической цепи тормозной системы.

Изучение современной импортной техники, методов, средств ее диагностирования обеспечит ее высокий уровень работоспособности [1, 3,4,5,6].



А – Переднее левое колесо



С – Переднее правое колесо



Д – Заднее левое колесо



Е – Заднее правое колесо

Рисунок 1– Текущие значения величины износа тормозной колодки

Каждое современное транспортное средство оснащается тормозной системой. Самый главный исполнительный механизм тормозной системы – это тормозной суппорт. Он оснащен электрическим исполнительным механизмом для определения величины износа тормозной колодки. Современное устройство износа тормозной колодки может автоматически контролировать и проводить измерения, обеспечивая высокий уровень сервиса и диагностирования электронных тормозных систем коммерческого транспорта в АПК [1].

Как показал анализ информационных источников [1,2,3], в зависимости от типа коммерческого транспорта и выбранной модели тормозной системы, после замены датчика износа необходимо откалибровать его в соответствии с величиной тормозной колодки.

На рисунке 1 А, В, С, D показана панель приборов подконтрольного автомобиля MERCEDES-BENZ ATEGO серии 1224 с текущими значениями величины износа тормозной колодки.

На рисунке 2 показан датчик износа тормозной системы KNORR-BREMSE.



Рисунок 2 – Датчик износа тормозной колодки KNORR-BREMSE

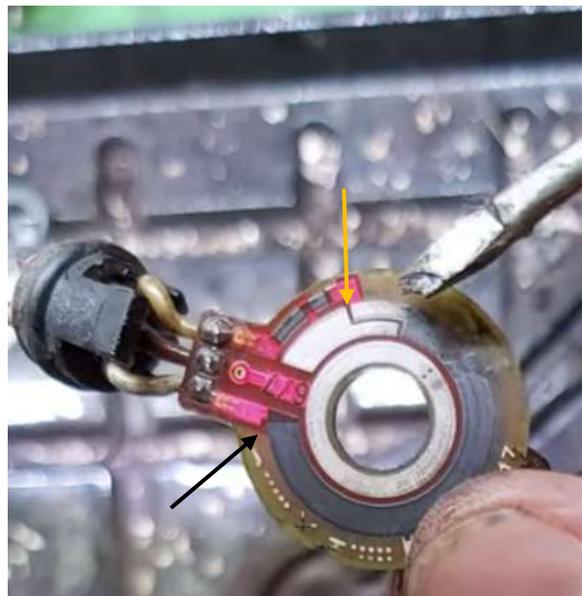
На рисунке 3А показан планетарный механизм и электронная плата датчика износа тормозной колодки KNORR-BREMSE.

На рисунке 3Б показана линия индикации износа:

- Черной стрелкой показано состояние новой тормозной колодки,
- Желтой стрелкой показано критическое состояние износа тормозной колодки.



А



Б

Рисунок 3 – Датчик износа тормозной колодки KNORR-BREMSE в разборе

Принцип работы: Датчик тормозной колодки, который изображен на рисунке 2 и 3, соединен с механической цепью суппорта тормозного механизма. В процессе эксплуатации происходит истирание тормозных колодок с последующим выдвижением тормозных пятак, далее механическая цепь приводит в движение планетарный механизм датчика износа, центральная ось планетарного механизма постепенно прокручивается (Рисунок 3). От черной к желтой стрелки) и электронная часть датчика считывает величину износа (рис. 4).



Рисунок 4 – Напряжение датчика с установленной новой тормозной колодкой

Калибровка датчик износа тормозной колодки KNORR-BREMSE осуществляется в два этапа:

1. Выставляются тормозные пяты тормозного суппорта в нулевое положение.

2. Регулировка положения датчика. Датчик прокручивается и устанавливается в положение черной стрелки (рис. 3Б) которая должна соответствовать напряжению 0,8 – 1,00 В (рис. 4).

Датчик тормозной колодки откалиброван.

В настоящее время происходит интенсивное совершенствование конструкций пневматических тормозных систем грузового автотранспорта. В такой обстановке актуально встаёт вопрос изучения современных методов диагностирования и детального изучения данных устройств.

В заключение можно сказать, что датчик износа тормозных колодок – это необходимый инструмент, который облегчает быстрое принятие решений об обслуживании и помогает сократить время простоя транспортного средства [4].

### ***Библиографический список***

1. Зарубежные транспортные средства для современного сельскохозяйственного производства/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Н. Н. Колчин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 4(16). – С. 84-87. – EDN PLVOMV.

2. Определение удельного электрического сопротивления сдвига фрикционной накладки тормозной колодки относительно металлической пластины (корпуса)/ И.А. Успенский и др. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград. – 2020. – №3 (59). – С. 396-405.

3. Пат. РФ № 2607852 С. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

4. Разработка таблицы состояний и алгоритма диагностирования тормозной системы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 12(87). – С. 179-184. – EDN RRUUUZ.

5. Пат. РФ № 2452880 С1. Устройство информирования водителя о предельном износе тормозной накладке / И. Н. Николотов, Е. А. Карцев, Г. Д. Кокорев [и др.]; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – Оpubл. 10.06.2012. – EDN АОХНСГ.

6. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.

7. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

8. Кокорев, Г. Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная науч.-произв. конф., Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза : Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 135-138. – EDN RXKXOH.

9. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2013. – С. 110-113. – EDN SQAJQP.

10. Прогнозирование изменения технического состояния тормозной системы образца мобильного транспорта в процессе эксплуатации/ Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, Е. А. Панкова [и др.] // Сб.: Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции : Доклады Международной науч.-практ. конф., Минск, 21–22 марта 2013 года. – Минск : Белорусский государственный аграрный технический университет, 2013. – С. 197-200. – EDN TZEQTV.

11. Кокорев, Г. Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 3(34). – С. 72-75. – EDN KZOGSB.

12. Кокорев, Г. Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1(14). – С. 39-43. – EDN LDGJKF.

13. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей : Учебное пособие для бакалавров и магистров вузов, обучающихся по направлениям подготовки 190600.62 и 190600.68 - «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.]. – Рязань : Рязанский

государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 163 с. – EDN TNDJWD.

14. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин : Учебное пособие для дипломного и курсового проектирования по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО» для студентов направления подготовки: 190600 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2014. – 204 с. – EDN TNDJTB.

15. Кокорев, Г. Д. Диагностирование дизелей методом цилиндрического баланса/ Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – № 8. – С. 45-46. – EDN NBOLLT.

16. Повышение эффективности технической эксплуатации автомобилей/ Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Сельский механизатор. – 2015. – № 7. – С. 38-39. – EDN UIOYCB.

17. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

18. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.

19. Анализ методов и средств диагностирования тормозных систем автомобиля/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 116. – С. 1051-1072. – EDN VQUVVF.

20. Методика диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники с использованием прибора фирмы "Samtec"/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. В. Бобров [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 7. – С. 44-47. – EDN PAPAGX.

21. Роль диагностирования тормозных систем в повышении безопасности движения и эффективности технической эксплуатации/ Д. В. Безруков, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Сб.: Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей : Материалы XII Международной науч.-практ. конф., Владимир, 29–30 июня 2010 года. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2010. – С. 329-331. – EDN RXKXXX.

*Чурилов Д.Г., к.т.н.,  
Полищук С. Д., д.т.н., профессор,  
Арапов И.С., ассистент,  
Арапов М.С., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Эксплуатация любой техники приводит к разрушению рабочих деталей, которые восстанавливаются разными способами [1,2,3,4]. Такой процесс бывает достаточно трудоемким, поэтому поломку легче предупредить, используя интерактивные методы контроля за рабочим состоянием агрегатов.

Перед проведением технического обслуживания автомобиля производится оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания [5,6,7]. От технического состояния двигателей внутреннего сгорания зависят экономические и эксплуатационные показатели всей энергетической установки. Оценка технического состояния определяется потребностью в выполнении ремонтных работ [8]. Самые известные неисправности: уменьшение компрессии в цилиндрах, падение мощности, повышенный расход моторного масла, наличие вибраций, которые обусловлены неравномерной работой или отказом поршней, разбалансировка коленчатого вала.

Известна автоматическая система [9] для комплексной технической диагностики и управления судовой энергетической установкой [Изобретение RU № 2737457, МПК В63Н21/22, G06 F17/00, G05В7/02. Оpubл. 30.11.2020. Бюл. №34], содержащая модуль диагностики, который содержит блок комплексной диагностики и блок сортировки, а также интеллектуальный модуль; логический модуль; блок знаний, блок автоматизированного нейроуправления, многомерную базу данных, блок ручного и автоматического рабочего места оператора, и блок формирования отчётов. Автоматическая система с нейро-нечеткой сетью для комплексной технической диагностики и управления судовой энергетической установкой работает следующим образом. Модуль диагностики осуществляет непрерывный контроль фактических значений диагностических показателей судовой энергетической установки и параметров внешней среды (температура окружающей среды) через блок комплексной диагностики, которые сортируются блоком сортировки на группы. Интеллектуальный модуль путём перекрёстного анализа базы знаний и многомерной базы данных формирует сигнал, тем самым выполняется условие самообучения системы. Внутренний слой нейронов осуществляет формирование многомерной матрицы состояний с учётом взаимного влияния диагностических параметров каждой группы. Внешний слой нейронов нечётко-нейронной сети осуществляет приведение чёткого множества к нечётким значениям путём определения наибольшего веса входного сигнала с учётом коэффициента приоритета для режимов: «авария», «экология», «ресурс», «экономия». Далее сигнал через логический модуль «ИЛИ» подается через

блок знаний и блок автоматизированного нейроуправления к модулю информации, а также в многомерную базу данных, которая пополняется из блока ручного ввода информации, а также на блок автоматического рабочего места оператора и блок формирования отчетов. Недостатком автоматической системы с нейро-нечёткой сетью для комплексной технической диагностики и управления судовой энергетической установкой является, что оценка технического состояния учитывает в качестве параметров внешней среды только температурный признак, что может приводить к искажению оценки технического состояния [10].

Преобразователь электрического сигнала, поступающего с пьезоэлектрического преобразователя в цифровой код, содержит подключённую к пьезоэлектрическому преобразователю измерительную цепь, с возможностью введения цифрового значения этой ёмкости в нормализатор, второй вход которого соединён с выходом аналого-цифрового преобразователя [11].

Недостаток преобразователя электрического сигнала в том, что в цифровом коде учитывается только температура окружающей среды, и не учтён вибрационный признак, который приводит к искажению данных в условиях эксплуатации двигателей внутреннего сгорания. Для этого разработана система с дополнительным учётом вибрационного признака в цифровом коде.

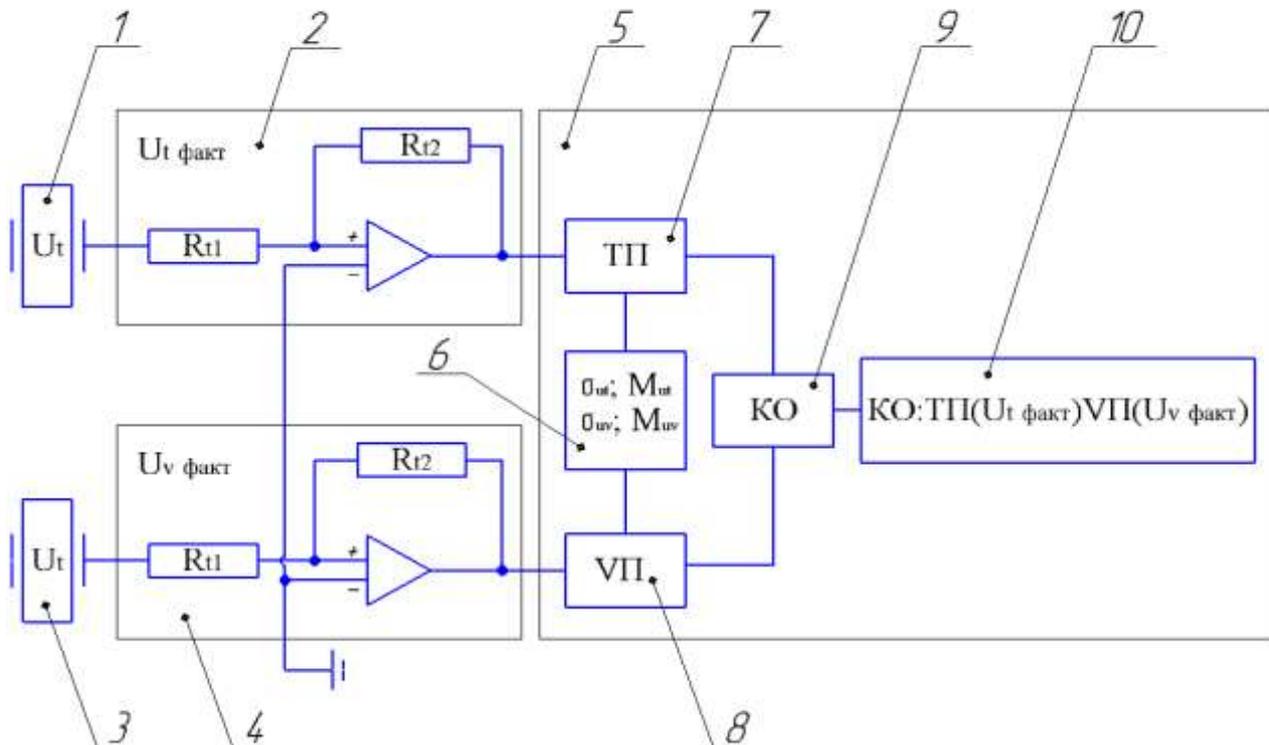


Рисунок 1 – Система комплексной оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания

Система комплексной оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания представлена на рисунке 1. Она содержит пьезоэлектрический преобразователь температуры 1 с усилителем электрического сигнала 2, пьезоэлектрический преобразователь вибрации 3 с усилителем электрического сигнала 4, а также модуль технического состояния 5, включающий блок исходной информации 6, первый микроконтроллер 7, второй микроконтроллер 8, третий микроконтроллер 9, цифровой экран 10.

Двигатель внутреннего сгорания (на фигуре не показан) работает на диагностическом режиме с выделением отработанных газов в выхлопной коллектор (выхлопной коллектор на фигуре не показан). Пьезоэлектрический преобразователь температуры 1 и пьезоэлектрический преобразователь вибрации 3 установлены на стенке выхлопного коллектора (стенка выхлопного коллектора на фигуре не показана). Электрические сигналы от пьезоэлектрических преобразователей поступают на усилители электрических сигналов 2; 4 и передаются на модуль технического состояния.

Фактическое напряжение  $Ut_{факт}$  с усилителя пьезоэлектрического преобразователя температуры передаётся на первый микроконтроллер 7

При этом, первый и второй микроконтроллеры 7 и 8 получают стандартные отклонения напряжений пьезоэлектрического преобразователя температуры  $\sigma_{Ut}$  и пьезоэлектрического преобразователя вибрации  $\sigma_{Uv}$  и средние арифметические значения напряжений  $M_{Ut}$  и  $M_{Uv}$  из блока исходной информации 6.

Далее первый микроконтроллер 7 и второй микроконтроллер 8 передают рассчитанные значения температурного и вибрационного признаков на третий микроконтроллер 9, который определяет комплексный признак  $KO$  по формуле:

$$KO = \frac{ТП + ВП}{2}$$

где ТП - температурный признак; ВП - вибрационный признак.

Третий микроконтроллер 9 передаёт комплексный  $KO$ , температурный  $ТП$  и вибрационный  $ВП$  признаки на цифровой экран 11 в виде цифрового кода:  $KO: ТП(Ut_{факт})ВП(Uv_{факт})$ .

Разработанная система позволяет повысить точность комплексной оценки технического состояния двигателей внутреннего сгорания оценки в условиях эксплуатации на 17% путём разработки модуля технического состояния.

### **Библиографический список**

1. Чурилов, Д.Г. Комбинированный способ восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники типа "вал" с использованием легированных ферромагнитных порошков : диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.03/ Д.Г. Чурилов. – Мичуринский государственный аграрный университет. – Мичуринск. - 2014.- 158 с.

2. Восстановление сельскохозяйственной техники и оборудования гальваническими покрытиями на основе железа/ С.Д. Полищук, Ю.А. Стекольников, Д.Г. Чурилов, Н.Ю. Стекольников, И.С. Арапов // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2019. - № 3 (43). - С. 130-135.
3. Чурилов, Д.Г. Теоретические исследования напряженности в системе покрытие – основа в процессе реализации комбинированного способа восстановления изношенных деталей машин/ Д.Г. Чурилов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. - № 82. - С. 232-258.
4. Горохова, М.Н. Влияние полярного эффекта и материала электродов на перенос присадочного порошкового материала при электроимпульсном способе/ М.Н. Горохова, Д.Г., Чурилов // Труды ГОСНИТИ. - 2012. - Т. 109. - № 2. - С. 51-56.
5. Инновационные методы повышения послеремонтной надежности сельскохозяйственной техники и инвестиционной привлекательности ремонтно-обслуживающих предприятий в АПК : Монография/ В.И. Черноиванов, В.Ф. Федоренко, Р.Ю. Соловьев, А.К. Ольховацкий, и др. Под общей ред. В.И. Черноиванова. – М. : ГНУ ГОСНИТИ.- 2012. – 399 с.
6. Халфин, М.А. Качество и надежность новой и отремонтированной сельскохозяйственной техники/ М.А. Халфин // Журнал МТС. – М. : ГОСНИТИ, - 1998. - № 5. – С. 37-41.
7. Чичиланов, И.И. Обзор методов и средств диагностирования двигателей тракторов/ А.Г. Арженовский, И.И. Чичиланов // Сб.: Совершенствование конструкций и повышение эффективности эксплуатации колесных и гусеничных машин в АПК : Межвузовский сб. науч. тр. – зерноград, 2010. – С. 16-21.
8. Грановский, Ю.В. Основы планирования экстремального эксперимента для оптимизации многофакторных технологических процессов: учебное пособие/ Ю.В. Грановский. – Москва : Изд-во Москов. ин-та народ.хоз-ва им. Г.В. Плеханова, 1971.– 72 с.
9. Пат. РФ № 2737457. Автоматическая система с нейро-нечеткой сетью для комплексной технической диагностики и управления судовой энергетической установкой. – Оpubл. 30.11.2020; Бюл. №34.
10. Горохов, А.А. Блок-схема алгоритма определения категорий технического состояния двигателей внутреннего сгорания в рамках нормативно-технических документаций/ А.А. Горозов, Ю.М. Хауллиулин // Рецензируемый сборник статей и докладов «Труды ВМПИ» №1 (34) Межведомственной науч.-техн. конф. «Актуальные проблемы военной науки и политического образования ВМФ», часть 1, ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия». – Санкт-Петербург, 2020. – С. 224-228.
11. Чичиланов, И.И. Методика и результаты диагностирования тракторных дизелей с ГТН/ А.Г. Арженовский, С.В. Асатурян, И.И. Чичиланов // Вестник Орел ГАУ. –2012. – №5 (38). – С. 167-170.
12. Пат. РФ № 2607852 С. Способ диагностирования технического

состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

13. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

14. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.

15. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.

16. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

17. Повышение информативности процесса диагностирования двигателей автомобилей за счет технической эндоскопии/ Е. В. Агеев, А. В. Щербаков, Ю. Г. Алехин, С. А. Грашков // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 1(76). – С. 18-26.

18. Диагностика двигателя внутреннего сгорания при помощи диагностического тестера/ А. Ю. Богданчикова, И. Ю. Богданчиков, Т. М. Богданчикова, И. В. Серявин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2015. – № 1. – С. 239-244.

19. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

20. Арапов, И. С. Коррозия металлов систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания/ И. С. Арапов, Д. Г. Чурилов, С. Д. Полищук // Будущее науки-2020 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. В 5-ти томах, Курск, 21–22 апреля 2020 года. – Том 5. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 315-319.

21. Морозов, А.С. Повышение эксплуатационной надежности асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве/ А. С. Морозов, И. И. Садовая, С. О. Фатьянов // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой

Международной науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2017. – С. 193-196.

22. Пат. РФ № 26596 U1. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / О.О. Максименко, В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин [и др.]. – Оpubл. 10.12.2002.

**УДК 629.33**

*Максименко О.О. к.т.н., доцент,  
Киреев В.К. к.т.н., доцент,  
Семина Е.С. к.т.н., доцент,  
Милониди П.В. студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПОДАЧИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ**

Особое значение в развитии сельского хозяйства имеют тепловые двигатели. На данном этапе развития техники в общем балансе тепловых двигателей внутреннего сгорания, имеющих господствующее применение на автомобилях и тракторах, а также в целом ряде других отраслей народного хозяйства, весьма значительна роль дизелей, отличающихся высокой экономичностью.

Необходимость совершенствования рабочего процесса существующих дизелей, а также проблемы, связанные с разработкой новых перспективных типов дизелей, определяют актуальность задачи совершенствования и развития топливной аппаратуры. В процессе решения этой задачи следует обратить особое внимание на теоретические и экспериментальные исследования процесса впрыска топлива и изучение его взаимосвязи с рабочим процессом дизеля, а также на совершенствование и развитие отдельных узлов топливо впрыскивающей системы.

Тракторный дизель работает в условиях переменных скоростных и нагрузочных режимов. Однако при выполнении конкретных сельскохозяйственных операций весьма желательно сохранять заданного скоростного режима без вмешательства водителя [1].

Между тем дизели весьма чувствительны к изменению нагрузки.

Необходимость снабжения дизеля регулятором скорости продиктована стремлением сохранить число оборотов вала дизеля в достаточно узких пределах при значительном изменении нагрузки [2].

В области дизелестроения уже давно ведутся работы по созданию топливной аппаратуры, придающей двигателю способность саморегулирования [3].

В отличие от известных схем была создана и конструктивно осуществлена система топливоподачи тракторных дизелей [4] с

саморегулирующим гидравлическим звеном, работающим по принципу «гидравлического упора». Саморегулирующее звено встроено в форсунку.

Саморегулирующая система питания автотракторных дизелей содержит (рис. 1) насос высокого давления «А», трубопроводов «В» и форсунку «С».

Насосный элемент состоит из втулки и плунжера, имеющего в отличие от серийного лишь прямые кромки (при опытах был использован серийный плунжер, зафиксированный в положении максимальной подачи).

Насос высокого давления содержит (см. рис. 1) втулку с впускным 9 и выпускным 3 окнами, плунжер 11, обратный клапан 8 и предохранительный клапан 1.

Форсунка содержит золотник 4 нагруженный пружиной 15 и связанный с поворотным механизмом 13, иглу 16 с пружиной 10 и распылитель 19. В корпусе 12 форсунки имеются каналы 6 и 14 для прохода топлива. Проходное сечение 5 регулируется винтовой кромкой золотника 4 с помощью поворотного механизма 13. Поворот осуществляется с помощью вилки 13, в пазах которой свободно перемещается золотник в осевом направлении. Вилка в нужном положении удерживается хомутиком, который закреплен на корпусе форсунки винтами.

Работа системы протекает следующим образом (рис. 1). При движении плунжера вниз, т. е. при ходе всасывания, надплунжерное пространство через всасывающее отверстие заполняется топливом. При движении плунжера вверх после того, как плунжер своей верхней кромкой перекроет всасывающее отверстие гильзы, топливо в надплунжерном пространстве начнет сжиматься. Когда давление достигает величины, необходимой для преодоления сопротивления пружины нагнетательного клапана и сопротивления топлива в топливопроводе, клапан приподнимается и топливо нагнетается в топливопровод высокого давления и форсунку. При дальнейшем движении плунжера вверх давление топлива в системе нагнетания повысится до величины, необходимой для преодоления усилия пружины золотника форсунки и переместит его вниз, оторвав от конического седла. Двигаясь вниз, винтовая кромка перекроет регулируемое проходное сечение. В дальнейшем топливо поступит в полость пружины иглы, и создавшееся давление вынудит иглу сместиться вниз. При этом находящаяся в камере 18 распылителя 19 порция топлива впрыснется в камеру горения.

При поступлении топлива из насоса в форсунку возможность чрезмерного повышения давления будет предотвращена открытием предохранительного клапана 1.

После момента отсечки в насосе разгрузка будет передаваться к форсунке и падение давления вызовет возвращение золотника в верхнее положение. Вслед за этим пружина поднимет иглу вверх.



детальями, органически входящими в конструкцию самой форсунки.

Опытная система топливоподачи обладает свойством автоматически изменять цикловую подачу при изменении при изменении скоростного режима, т.е. свойством саморегулирования.

На основании разработанной принципиальной схемы была спроектирована и изготовлена саморегулирующая форсунка и некоторые детали [9], необходимые для изменения устройства серийного насоса. Изготовленная топливная система была подвергнута теоретическому и экспериментальному исследованию [10].

### ***Библиографический список***

1. Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания/ О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 257-261. – EDN ZBDUDJ.

2. Разработка технического средства для защиты от коммутационных перенапряжений конденсаторной установки/ О. О. Максименко [и др.] // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева . Том Часть III. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 176-179. – EDN LRRVAA.

3. Лунин, Е. В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы/ Е. В. Лунин, В. К. Киреев, О. О. Максименко // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конференции.ийской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 110-114. – EDN YPKMZD.

4. Тришкин, И. Б. Жидкостные нейтрализаторы : (Теория. Конструкции. Расчет)/ И. Б. Тришкин, Д. О. Олейник, О. О. Максименко. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2013. – 130 с. – ISBN 978-5-98660-162-5. – EDN QEWNNC.

5. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ.

конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2013. – С. 110-113. – EDN SQAJQP.

6. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов [и др.] // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М.Гуревича. Сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 2010 года. Том Выпуск 11. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – С. 45-49. – EDN RFDAEZ.

7. Кокорев, Г. Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1(14). – С. 39-43. – EDN LDGJKF.

8. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96. – EDN LSQIBF.

9. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин : Учебное пособие для дипломного и курсового проектирования по дисциплине «Технологические процессы технического обслуживания и ремонта ТиТТМО» для студентов направления подготовки: 190600 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2014. – 204 с. – EDN TNDJTB.

10. Бычков, В. В. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутривоздушных перевозках/ В. В. Бычков, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469. – EDN OYWKBD.

11. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

12. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

13. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Юхин [и др.] //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.

14. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.

15. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

16. Бардадын, Н.А. Восстановление и упрочнение прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры диффузионным бороникелированием : дис. ... канд. техн. наук/ Н.А. Бардадын. – М., 1994.

17. Исследование связей между техническим состоянием топливной аппаратуры и сигналом давления топлива/ Ю.Н. Абрамов, А.Н. Бачурин, Е.А. Жирков и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. - 2020. - № 2 (11). - С. 81-87.

18. Пат. РФ № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / О.О. Максименко, В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин [и др.]. – Оpubл. 10.12.2002.

**УДК 629.33**

*Максименко О.О. к.т.н., доцент,  
Ткач Т.С. к.т.н., доцент,  
Семина Е.С. к.т.н., доцент,  
Милониди П.В. студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВОПОДАЧИ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ**

Определение теоретических характеристик топливоподачи сводится к выявлению зависимости  $q = f_1(n)$ . При выводе этой зависимости в первом приближении необходимо пренебречь рядом имеющихся в системе сложных явлений и представить задачу в упрощенном виде [1].

В исследуемой системе топливоподачи цикловая порция топлива определяется ходом иглы:

$$q = S \cdot Z \quad (1)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения иглы.

Величину хода иглы  $Z$  можно определить из уравнения расхода топлива через регулируемое отверстие  $\omega$  (см. рис. 1) [2].

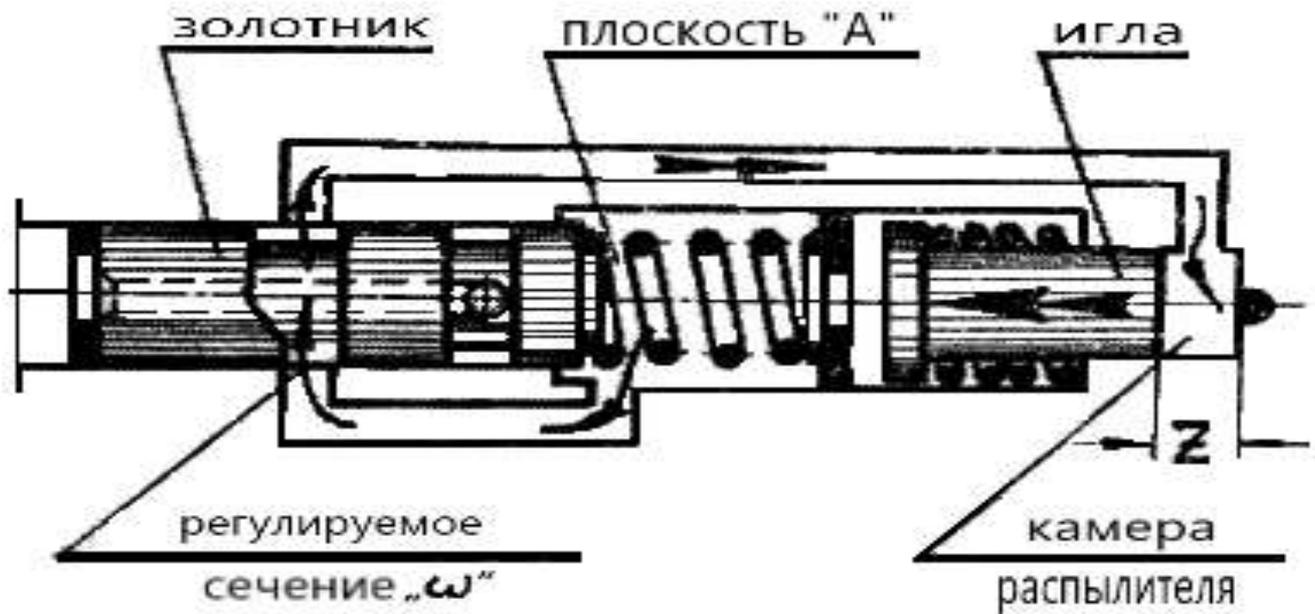


Рисунок 1 – Форсунка

$$6ns \frac{dz}{d\varphi} = \mu \cdot \omega \sqrt{\frac{2g}{\gamma} (P_A - P_P)} \quad (2)$$

где  $n$  – число оборотов кулачкового вала.

$\mu$  – коэффициент расхода.

$\gamma$  – удельный вес топлива.

$P_A$  – давление в полости А.

$P_P$  – давление в камере распылителя.

$\varphi$  – угол поворота кулачкового вала.

Неизвестная величина  $P_A$  определяется из условия статического равновесия иглы [3].

$$P_A \cdot S = F + K Z$$

где  $F$  – предварительная затяжка пружины иглы.

$K$  – упругость пружины иглы.

После подстановки этого выражения в уравнение (2) и последующего интегрирования получим:

$$Z = \frac{(\mu \cdot \omega)^2 \frac{2g}{\gamma} K (\varphi_2 - \varphi_1)}{144 n^2 S^3} - \frac{F - P_P \cdot S}{K} \quad (3)$$

следовательно,

$$q = A \left( \frac{\mu \omega}{n} \right)^2 - B \quad (4)$$

где постоянные:

$$A = \frac{2gK \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)^2}{144\gamma S^2},$$

$$B = \cdot S \frac{F - P_P \cdot S}{K}.$$

Если принять, что  $z=z_{\max}$ , то из уравнения (3) можно определить номинальное число оборотов, при котором цикловая подача является максимальной [4]:

$$n_H = \frac{\mu \cdot \omega \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} K(\varphi_2 - \varphi_1)}{12S^{3/2} \sqrt{Kz_{\max} + F - P_p \cdot S}} \quad (5)$$

Используя эту формулу можно вычислять наибольшее значение активного проходного сечения  $\mu \cdot \omega$  для каждого заданного скоростного режима [5]. Формула будет иметь вид:

$$\mu \cdot \omega = c \cdot n$$

где через  $c$  обозначена постоянная системы питания при данной регулировке.

Теоретические характеристики топливоподачи новой системы, построенные по формуле (4), приведены на рис. 2.

Их анализ убеждает в том, что они идентичны характеристикам топливоподачи серийных систем, снабженных всережимным регулятором [6].

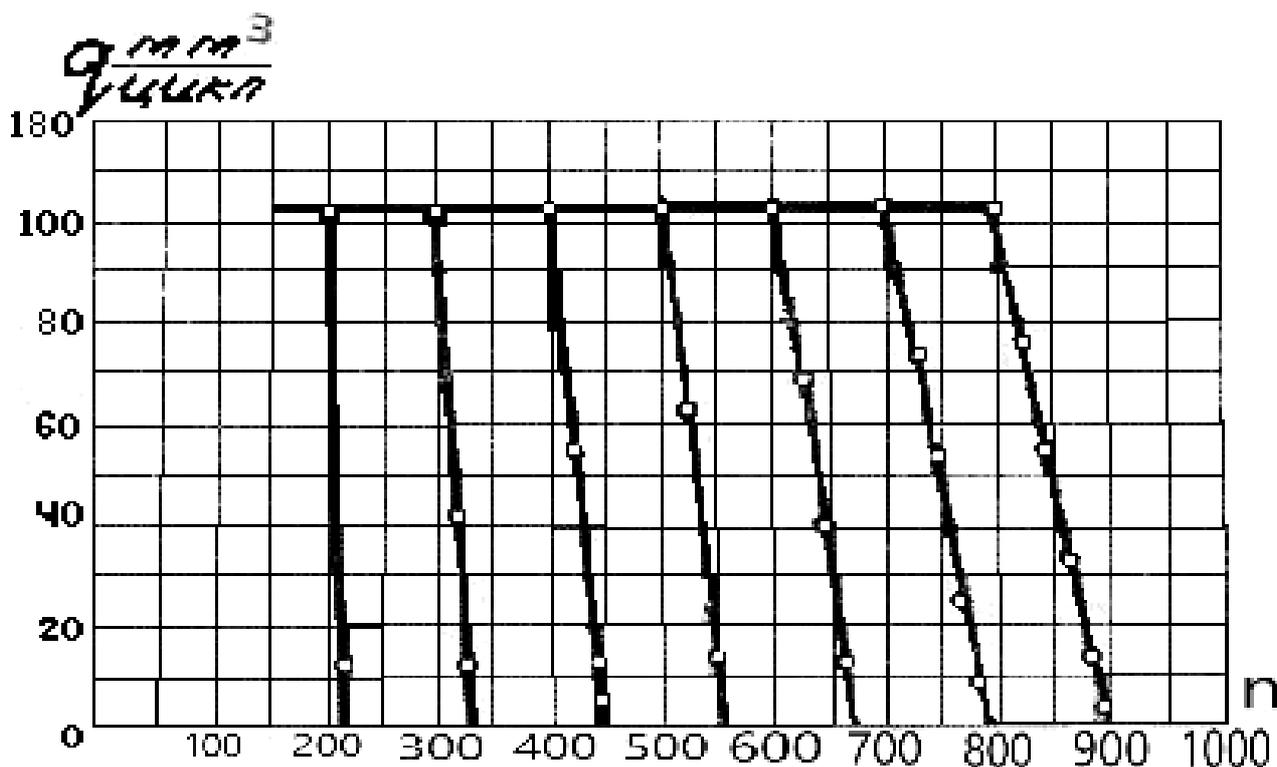


Рисунок 2 – Характеристики топливоподачи

Для оценки способности саморегулирования вычислим степень неравномерности регулятора  $\delta$ , которая является основным показателем [7]. Чтобы найти эту величину необходимо помимо номинального скоростного режима, при котором начинается регуляторная ветвь, найти число оборотов, соответствующее нулевой подаче [8]. Для этого нужно в уравнении (3) принять  $Z=0$ ; получим:

$$n_{\max} = \frac{\mu \cdot \omega \sqrt{\frac{2g}{\gamma}} K(\varphi_2 - \varphi_1)}{12S^{3/2} \sqrt{F - P_p \cdot S}} \quad (6)$$

Подставляя выражения (5) и (6) в известную формулу

$$\delta = 2 \frac{n_{\max} - n_H}{n_{\max} + n_H}$$

и произведя несложные преобразования, получим окончательно [9]:

$$\delta = 2(1 + \sigma) - 4\sqrt{\sigma^2 + \sigma} \quad (7)$$

где

$$\sigma = \frac{F - P_p \cdot S}{K \cdot Z_{\max}}$$

Безразмерный коэффициент  $\sigma$ , который зависит лишь от параметров пружины иглы, является критерием степени неравномерного регулятора.

Зависимость (7) позволяет подобрать параметры пружины иглы так, чтобы степень неравномерности оказалась в желаемых пределах.

Получена сравнительная простая зависимость цикловой подачи от скоростного режима и от основных параметров системы [10].

Теоретическим путем было найдено выражение степени неравномерного регулирования. Эта зависимость, представленная также графически, позволяет также подобрать параметры пружины иглы так, чтобы степень неравномерности оказалась в заведомо известных пределах, что придет ей определенную практическую ценность.

### ***Библиографический список***

1. Оценка теплообмена в стенке внутрицилиндровой полости быстроходного дизеля двигателя внутреннего сгорания/ О. О. Максименко, В. К. Киреев, Т. С. Ткач, А. А. Максименко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 22 ноября 2018 года. Том Часть 1. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 257-261. – EDN ZBDUDJ.

2. Разработка технического средства для защиты от коммутационных перенапряжений конденсаторной установки/ О. О. Максименко, Е. С. Семина, А. С. Колотов [и др.] // Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2019 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. Том Часть III. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 176-179. – EDN LRRVAA.

3. Лунин, Е.В. Теоретическое обоснование влияния коэффициента прозрачности гидродинамической передачи на условия работы двигателя автопоезда при неустановившемся режиме работы/ Е.В. Лунин, В.К. Киреев,

О.О. Максименко // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2016 года. Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 110-114. – EDN YPKMZD.

4. Тришкин, И.Б. Жидкостные нейтрализаторы : (Теория. Конструкции. Расчет) / И. Б. Тришкин, Д. О. Олейник, О. О. Максименко. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2013. – 130 с. – ISBN 978-5-98660-162-5. – EDN QEWNNC.

5. Разработка теоретических положений по распознаванию класса технического состояния техники/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, С. Н. Гусаров // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2013. – С. 110-113. – EDN SQAJQP.

6. Особенности применения тракторного транспорта в технологических процессах по возделыванию сельскохозяйственных культур/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, А. Б. Пименов [и др.] // Сб.: Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики : Материалы III Международной науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.М.Гуревича : Сборник научных трудов, Киров, 01 января – 31 2010 года. Том Выпуск 11. – Киров : Вятская государственная сельскохозяйственная академия, 2010. – С. 45-49. – EDN RFDAEZ.

7. Кокорев, Г. Д. Современное состояние виброакустической диагностики автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. Н. Николотов, И. А. Успенский // Нива Поволжья. – 2010. – № 1(14). – С. 39-43. – EDN LDGJKF.

8. Повышение эксплуатационных качеств транспортных средств при перевозке грузов в АПК/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Международный технико-экономический журнал. – 2009. – № 3. – С. 92-96. – EDN LSQIBF.

9. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин : Учебное пособие/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2014. – 204 с. – EDN TNDJTB.

10. Бычков, В. В. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутривоздушных перевозках/ В. В. Бычков, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469. – EDN OYWKBD.

11. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борячев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

12. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

13. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.

14. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.

15. Грашков, С. А. Повышение износостойкости стали ХВГ для деталей топливной аппаратуры дизелей методом нитроцементации/ С. А. Грашков, В. И. Колмыков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2020. – Т. 10. – № 1. – С. 43-56.

16. Бардадын, Н.А. Восстановление и упрочнение прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры диффузионным бороникелированием : дис. ... канд. техн. наук/ Н.А. Бардадын. – М., 1994.

17. Выбор диагностического параметра для оценки геометрического угла опережения подачи топлива/ Ю.Н. Абрамов, А.Н. Бачурин, Е.А. Жирков и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. - 2020. - № 2 (11). - С. 75-80.

18. Пат. РФ № 26596. Устройство для удаления выхлопных газов от двигателя внутреннего сгорания / О.О. Максименко, В.Ф. Некрашевич, И.Б. Тришкин [и др.]. - Оpubл. 10.12.2002.

**УДК 621**

*Соловьева А.Д., студент  
Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ  
Мошнин А.М., студент,  
Ерохин А.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПРИ ПОМОЩИ БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА**

Технический анализ состояния автомобиля играет важную роль в обслуживании и ремонте автотранспорта [1, 2, 3]. От тщательности проведения оценки транспорта зависит безукоризненная эксплуатация машины, безопасность и комфорт поездки.

Техническая диагностика является основным способом получения

информации о результате и качестве проведенного ремонта или обслуживания автотранспорта [4, 5, 6, 7]. Техническая диагностика проводится без разборки автомобиля, посредством измерения внешних параметров, связанных с исправностью машины, и последующим сравнением полученной информации с эталонными данными.

Принцип диагностирования электронных систем транспортного средства наглядно можно рассмотреть на рисунке 1.

Задачу технического анализа можно выразить в нескольких функциях:

- 1) Сбор информации о проверяемом транспорте, связанной с его состоянием.
- 2) Структурирование и обработка полученных данных.
- 3) Получение четкого вывода о технических поломках с целью их устранения.

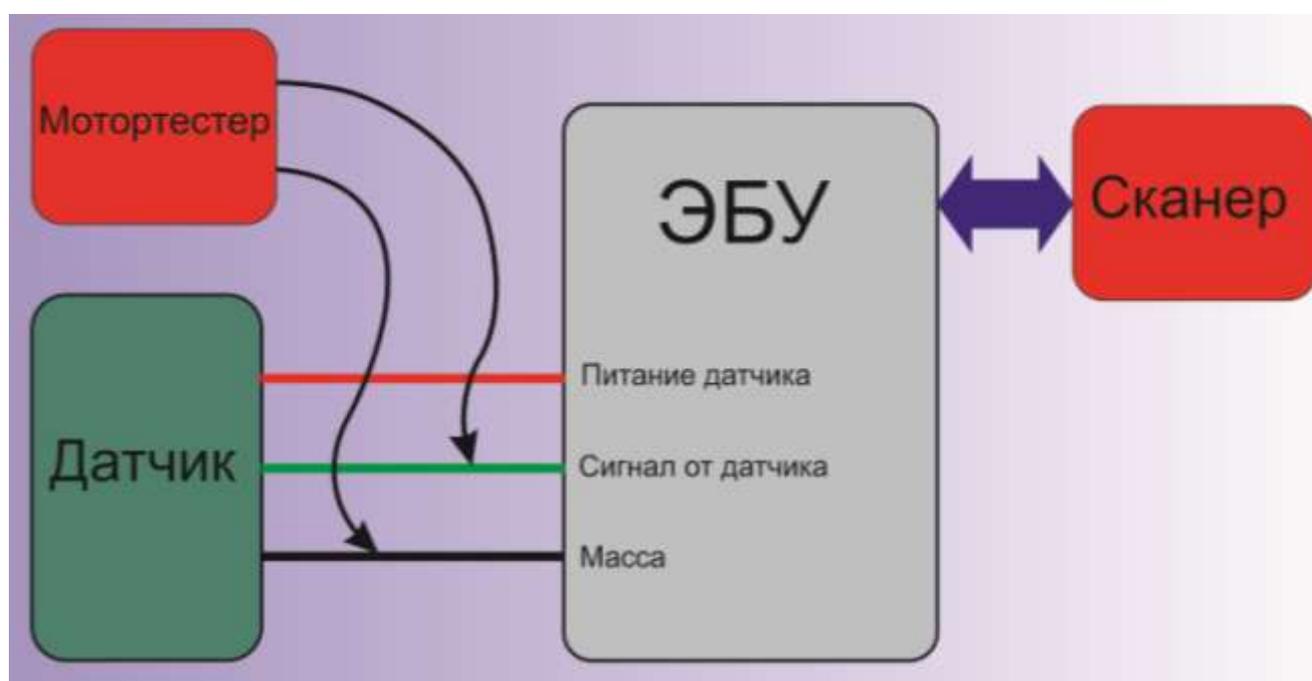


Рисунок 1 – Блок-схема диагностирования транспортного средства, оборудованного ЭБУ

Техническая диагностика делится на два основных типа: инструментальный и органолептический. Органолептический метод проводится с использованием органов чувств человека, занимающегося оценкой автомобиля. Такой способ позволяет поверхностно оценить состояние машины по внешним признакам и используя простейшие физические способы. Инструментальный метод заключается в использовании точных электронно-механических приборов. Анализ состояния при помощи инструментов позволяет получить более точную и достоверную информацию [8, 9, 10, 11].

Способы получения данных о состоянии автомобиля совершенствуются. Современные технологии позволяют создавать все новые и новые измерительные приборы [12, 13].

Но активно усложняющаяся конструкция транспорта сильно влияет на

появление новых и актуальность уже используемых измерительных инструментов. Повсеместное распространение компьютерных технологий не могло не задеть машиностроение. Автомобильные компьютеры становятся все более сложными и технологичными. В новых моделях машин присутствует все большее количество сложных электронных компонентов. Постепенно из-за увеличения важности роли компьютеров образовалась электронная система управления двигателя (ЭСУД) которая управляется электронным блоком управления (ЭБУ). Электронным управлением оснастили не только двигатель, но и другие важные узлы автотранспорта. Компьютер уже управляет такими важными аспектами, как: тормозная система, ходовая часть, трансмиссия и подушки безопасности [14, 15, 16, 17].

Появление этих современных изменений в конструкции автотранспорта создало надобность в методах компьютерного диагностирования, позволяющего выявить основные проблемы. Смысл способа заключается в анализе узлов, подконтрольных микрокомпьютеру. Микрокомпьютер показывает неисправности агрегата в виде кодов ошибок (рис. 2), которые позже можно прочитать и принять правильное решение по исправлению поломок. Современные электронные системы позволяют определять даже самые минимальные изменения в работе основных узлов автомобиля.

Для анализа состояния автомобиля по кодам ошибок подключаются к встроенному автомобильному компьютеру, используя специальный сканер и прочее оборудование [18, 19, 20]. Проверяющий сопоставляет полученную от анализатора информацию со справочным материалом и без труда определяет все зафиксированные микрокомпьютером поломки, что помогает в дальнейшем ремонте.

Большинство кодов характеризуют одни и те же неисправности, но из-за различия конструкций и устройства автотранспорта некоторые поломки могут иметь уникальные коды (табл. 1).

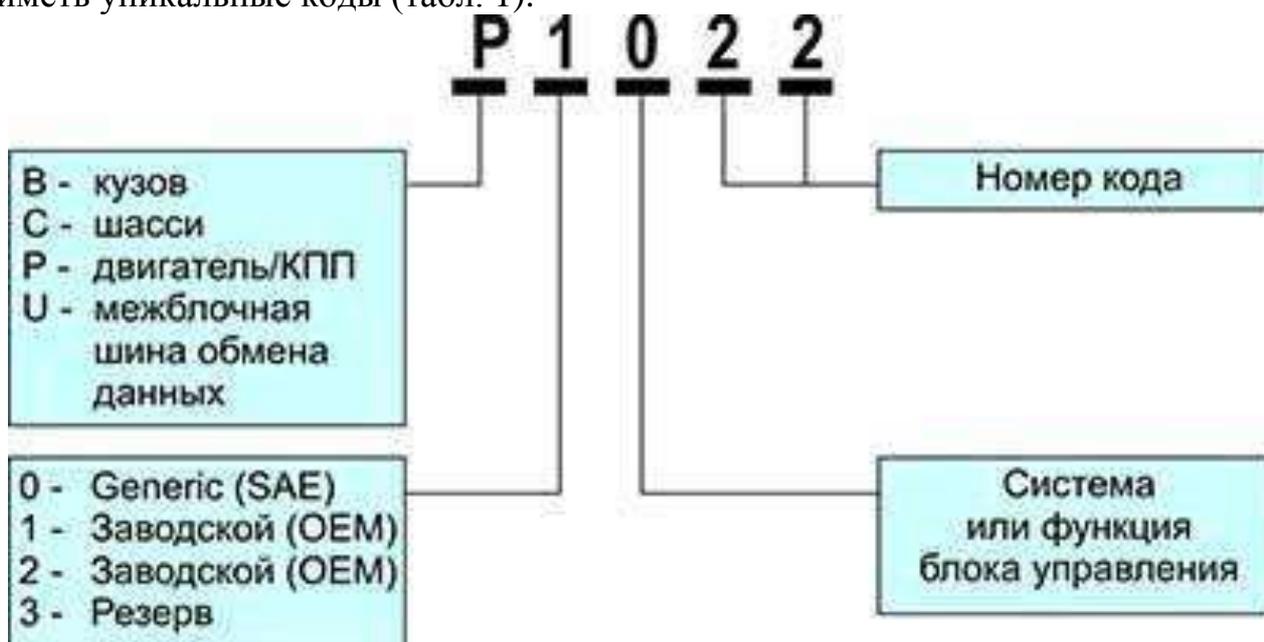


Рисунок 2 – Структура кодов неисправностей

Таблица 1 – Пример кодов неисправностей

Код	Неисправность
P0115	Неверный сигнал датчика температуры охлаждающей жидкости
P0171	Слишком бедная смесь (возможен подсос воздуха)
B1346	Модуль фронтальной подушки безопасности водителя (DAB) - слишком высокое сопротивление

Компьютерную диагностику можно разделить на несколько последовательных этапов:

1) В компьютер заносят первичную информацию об автомобиле, например: модель транспорта, дату его выпуска и т.д.

2) Сужение круга поиска проблем при помощи внешнего осмотра автотранспорта, опрос хозяина автомобиля на предмет жалоб и условия их возникновения.

3) Оценка технического состояния транспортного средства всеми возможными на данный момент инструментами для анализа поломок.

4) Обработка полученной информации, составление характеристики неполадок.

5) Сотрудник повторно производит инициализацию системы сканирования, предварительно удалив коды ошибок из памяти автомобильного микрокомпьютера.

Техническая оценка состояния транспорта с использованием компьютерных систем является современным необычным способом, позволяющим заметить даже самые незначительные проблемы и сделать это оперативно. Компьютерная диагностика может применяться в качестве профилактики серьезных проблем, так как даже мелкие на первый взгляд поломки могут спровоцировать более значительные.

При профессиональном подходе к методике компьютерного диагностирования использование актуального компьютерного аналитического оборудования и применение современного программного обеспечения может показать высокую эффективность и скорость анализа, выявляя большинство поломок еще на начальной стадии их развития.

### *Библиографический список*

1. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Бoryчев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

2. Кокорев, Г. Д. Тенденции развития системы технической эксплуатации автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Сб.: Перспективные направления автотранспортного комплекса : II Международная науч.-произв. конф., Пенза, 18–20 ноября 2009 года. – Пенза : Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. – С. 135-

138. – EDN RXXKXON.

3. Кокорев, Г. Д. Стратегии технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта/ Г. Д. Кокорев, И. А. Успенский, И. Н. Николотов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 3(34). – С. 72-75. – EDN KZOGSB.

4. Диагностика современного автомобиля/ Ю. Н. Храпов, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 118. – С. 1001-1025. – EDN VWPTON.

5. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.

6. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

7. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания : Учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 161 с.

8. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Н. В. Аникин [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 192 с.

9. Транспортная инфраструктура : учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 234 с.

10. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей : Учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 163 с.

11. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин : Учебное пособие/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2014. – 204 с.

12. Пат. РФ № 2601349. Способ хранения сельскохозяйственной техники / А. В. Шемякин, М. Ю. Костенко, М. Б. Латышенок [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 10.11.2016.

13. Пат. РФ № 2648924. Устройство для контроля изнашивания тормозной колодки / А. А. Симдянкин, И. А. Успенский, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 28.03.2018.

14. Коррозия и защита металлов/ И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов, И. А.

Успенский [и др.]; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – 147 с.

15. Пат. РФ № 167900. Устройство для определения качества автомобильного бензина / А. А. Голиков. – Оpubл. 11.01.2017.

16. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. К. Данилов [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – 130 с.

17. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование/ А. А. Карташов, А. В. Лахно, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 85-95.

18. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов : № 2022664314 / А. С. Степашкина, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 11.08.2022.

19. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665017 Российская Федерация. Оценка эффективности мойки деталей автотракторной техники : № 2022664362 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 09.08.2022.

20. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода : № 2022619415 / А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Н. В. Лимаренко [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 31.05.2022.

21. Бачурин, А.Н. Диагностика автотракторной техники: Лабораторный практикум/ А. Н. Бачурин, И. Ю. Богданчиков, Д. О. Олейник. - Рязань, 2021. - 81 с.

22. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей/ Д. С. Вебер, М. В. Володин, М. А. Левин [и др.] // Сб.: Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 15-19.

23. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с. – ISBN 978-5-98660-395-7.

*Степанюшина А.С., соискатель,  
Симдянкин А.А., д.т.н., профессор,  
Юхин И.А., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ТОПЛИВО – СУЩЕСТВЕННЫЙ ФАКТОР, ОКАЗЫВАЮЩИЙ ВЛИЯНИЕ НА СТОИМОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Сельскохозяйственное производство невозможно представить без автотранспорта – связующего звена всей технологической цепи производства. Автотранспорт задействован практически во всех технологических операциях сельскохозяйственного производства, начиная от подготовки почвы к посадке, заканчивая перевозкой полученного урожая к местам хранения или переработки. Роль автотранспорта также велика для предприятий, обслуживающих сельскохозяйственное производство.

Немаловажное значение автотранспорт имеет при проведении уборочной кампании. Эффективная эксплуатация транспортных средств, задействованных при проведении уборочной кампании зерновых культур, позволяет сохранить товарный вид и объемы урожая, а также снизить себестоимость всего производства. Как уже отмечалось выше, расходы на организацию транспортных процессов составляют от 30 до 50% всех затрат на возделывание сельскохозяйственных культур. В калькуляцию затрат на организацию транспортных процессов в сельскохозяйственном производстве входят следующие основные статьи расходов [6]:

- Расходы на поддержание автотранспорта в технически исправном состоянии (диагностика текущего состояния, техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт и др.);
- Оформление документации на автомобиль, идентифицирующей транспортное средство (СТС, полис ОСАГО, диагностическая карта и др.);
- Расходы, непосредственно направленные на организацию транспортных процессов (топливо, инструменты, смазочные материалы) [9];
- Оплата труда работников;
- Отчисления амортизационного типа;
- Налоги, сборы и иные отчисления в государственные органы.

Из вышеперечисленных затрат основная статья расхода приходится на топливные затраты, которые составляют 30...40% от общих затрат на организацию транспортных процессов.

Вопрос снижения топливных затрат является крайне актуальным ввиду быстрого роста цен на топливо и ограниченного запаса такого топливно-энергетического ресурса как нефть. К тому же снижение расходов на топливно-энергетические ресурсы позволяет сократить общие расходы на производство [2,10].

На расход топлива автомобилем влияет множество факторов, рассмотрим

более подробно уравнение топливного баланса автомобиля [2] (1.1).

$$Q = Q_{\text{дв}} + Q_{\text{ск}} + Q_{\text{ас}} + Q_{\text{тр}} + Q_n \quad (1.1)$$

где  $Q$  – суммарное значение расхода топлива на движение;  $Q_{\text{дв}}$  – расход топлива на преодоление тепловых механических и насосных потерь в двигателе и привод вспомогательных механизмов;  $Q_{\text{ск}}$  – расход топлива на сопротивление качению автомобиля;  $Q_{\text{ас}}$  – расход топлива на преодоление аэродинамического сопротивления;  $Q_{\text{тр}}$  – расход топлива на потери в трансмиссии;  $Q_n$  – расход топлива на преодоление подъемов/уклонов [8].

При движении грузового автомобиля по горизонтальной дороге (без наличия подъёмов и спусков) наибольшая часть топливной энергии расходуется на преодоление механических, насосных и тепловых потерь в двигателе – 58%; на преодоление сопротивления качению расходуется около 18% топливной энергии; на преодоление аэродинамического сопротивления расходуется около 14% топливных затрат автомобиля; и 10% топливных затрат расходуется на преодоление механических потерь в трансмиссии [8,10].

На потребление топлива автомобилем в реальных условиях эксплуатации оказывает влияние множество факторов, начиная от конструктивных особенностей автомобиля и заканчивая существующими условиями эксплуатации. Причем эксплуатационный расход топлива может варьироваться для одного и того же автомобиля в зависимости от условий эксплуатации (Рисунок 1) [9]. Все факторы, оказывающие влияние на расход топлива, условно можно разделить на две больших категории: управляемые и учитываемые. К управляемым, или как их еще называют, конструктивным факторам, относят факторы, закладываемые при создании автомобиля. К учитываемым факторам относят эксплуатационные особенности окружающей среды, в которых автомобиль выполняет транспортную работу.

Если на учитываемые факторы, оказывающие влияние на расход топлива автомобилем, в большей степени нельзя повлиять, особенно это касается природно-климатических условий (атмосферное давление, скорость и направление ветра, влажность воздуха и температура окружающей среды), то на управляемые факторы можно оказать существенное влияние, тем самым снижая потребление топлива автомобилем [9]. Такие факторы, как условия эксплуатации (рельеф местности, профиль и извилистость дороги, дорожное покрытие) зависят от наличия альтернативного пути доставки груза. Однако альтернативный путь можем иметь большую протяженность, и топливные затраты автомобиля в этом случае в большей степени тратятся на преодоление пути большего расстояния [1,10].

Условия эксплуатации играют большую роль при учете эффективности использования автомобильного транспорта. Для автомобильного транспорта, задействованного в обслуживании предприятий аграрно-промышленного комплекса, характерно резкое изменение условий эксплуатации в зависимости от сезонности. В связи со значительными изменениями условий эксплуатации и в зависимости от сезона, существующие методы организации перевозок груза не позволяют в полной мере реализовать потенциальные качества автомобилей.

Поэтому крайне важно учитывать приспособленность автомобильного транспорта к условиям эксплуатации для решения задачи эффективной работы транспорта. При определении норм расхода топлива редко учитывается приспособленность грузовых автомобилей к различным условиям эксплуатации, а это, в свою очередь, сказывается на дополнительных транспортных издержках.



Рисунок 1 – Классификация факторов расхода топлива автомобиля

Объем топлива, потребляемый автомобилем, зависит от ряда факторов. Взаимосвязь между объемом топлива, потребляемым автомобилем, и факторами, указанными выше, можно представить в виде уравнения (1.2):

$$Q = \frac{100 \times g(N_c + N_{cn} + N_{cv} + N_u)}{v} \times R \quad (1.2)$$

где  $g$  – удельный расход топлива двигателем автомобиля (г/кВт.ч.);  $N_c$  – мощность, затрачиваемая на сопротивление качению автомобиля,  $N_{cn}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление подъемов/уклонов;  $N_{cv}$  – мощность, затрачиваемая на преодоление аэродинамического сопротивления;  $N_u$  – мощность, затрачиваемая на преодоление инерции,  $v$  – скорость автомобиля (км/ч);  $R$  – механический КПД трансмиссии автомобиля.

Проведя анализ данного уравнения, можно сделать вывод, что объем потребляемого топлива автомобилем зависит, прежде всего, от автомобильного двигателя и эксплуатационных условий автомобиля [3,4,10]. Два важных момента эксплуатационных условий, от которых зависят затраты мощности двигателя: преодоление сопротивления качению автомобиля и сопротивление

движению на преодоление подъёмов [5,7]. Сопротивление качению рассчитывается как произведение массы автомобиля и коэффициента сопротивления качению (интегральный показатель, зависящий от автомобильных шин, нагрузки на колесо и, в целом, дорожного покрытия) (1.3):

$$P = m_a \times f_c \quad (1.3)$$

де  $m_a$  – масса автомобиля (кг),  $f_c$  – коэффициент сопротивления качению.

Второй эксплуатационный момент, от которого зависят мощностные затраты двигателя – сопротивление на преодоление подъемов. При изменении продольного уклона в сторону пика происходит существенное смещение пика расхода топлива от начальной точки в сторону вершины подъема. Изменение в потреблении топлива автомобилем происходит вследствие динамического преодоления подъёмов транспортным средством. Не стоит забывать, что на значение топливных затрат оказывает влияние не только значение величины уклона, но и совокупность иных условий эксплуатации автомобиля.

### *Библиографический список*

1. Алмазов И.В. Результаты исследований расхода топлива транспортными средствами на перевозках рулонов сена/ И.В. Алмазов, А.И. Ряднов, А.В. Федоров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. - 2020. - Т. 13. - № 4 (67). - С. 115-121.

2. Астахов, И.В. Топливные системы и экономичность дизелей/ И.В. Астахов, Л.Н. Голубков, В.Н. Трусов. – М. : Машиностроение. – 1990. – 288 с. – Текст непосредственный.

3. Выбор транспортного средства для перевозки рулонов сена по затратам на топливо-смазочные материалы/ А.И. Ряднов, О.А. Федорова, И.В. Алмазов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2019. - № 1 (53). - С. 364-371.

4. Грехов, Л.В. Конструкция, расчет и технический сервис топливоподающих систем дизелей: учебное пособие/ Л.В. Грехов, И.И. Габитов, А.В. Неговора. – Москва : Легион-автодата, 2013. – 292 с. – Текст непосредственный.

5. Дидманидзе О.Н. Способы повышения мощности двигателей тракторов [Текст]/ О.Н. Дидманидзе, С.Н. Девянин, А.С. Гузалов // Сб.: Чтения академика В.Н. Болтинского. Семинар : Сборник статей. – 2020. – С. 233-239.

6. Измайлов, А.Ю. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции [Текст]/ А.Ю. Измайлов, Ю.Х. Шогенов // Техника и оборудование для села. – 2017. – № 7. – С. 2-6.

7. Коновалов, В.В. Обеспечение чистоты дизельного топлива при заправке сельскохозяйственной и транспортной техники : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 20.05.2003/ В.В. Коновалов. – Москва, 2013. – 20 с.

8. Лаборатория топливных систем МГТУ им. Баумана. Текст: электронный // О программном комплексе «Впрыск». – МГТУ им. Баумана.– URL: <http://www/energy.bmstu.ru/e02/inject/i03rus.htm/>

9. Степашкина, А.С. Совершенствование внутрихозяйственный перевозок зерна : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.С. Степашкина. – Рязань, 2022. – 16 с.

10. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Опубл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

11. Анализ методов диагностирования топливной аппаратуры автотракторных дизелей и разработка математической модели топливного насоса высокого давления/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Юхин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 123. – С. 169-192. – EDN XDZXWX.

12. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.

13. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

14. Жилияков, Д.И. Современные проблемы анализа финансово-экономического состояния организаций различных сфер деятельности/ Д.И. Жилияков, В.Г. Зарецкая // Вестник Орловского государственного аграрного университета. - 2010. - № 3 (24). - С. 58-64.

15. Развитие АПК Брянской области - 2020/ Н.М. Белоус, С.А. Бельченко, В.Е. Ториков и др. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6 (82). – С. 3-10.

16. Бышов, Н.В. Рапсовое масло как альтернативное биотопливо для дизельных двигателей, его преимущества и недостатки/ Н.В. Бышов, В.М.Корнюшин, О.А. Ильин // Сб.: Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства : Материалы Всероссийской науч.-практ.конф., посвящённой 50-летию инженерного факультета. – Чебоксары : ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. - С. 48-52.

17. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борычев и др. // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

На протяжении всей истории человечества мобильность выступала в роли индикатора прогресса. Начиная от колеса и парового двигателя, заканчивая двигателем внутреннего сгорания и электробатареей. С каждым разом жизнь человека выходила на качественно новый уровень. Одним из перспективных решений на этом пути является водородная энергетика [1, 2, 3].

Непосредственно сам водород широко распространён на планете благодаря своей высокой теплотворной способности. Также можно отметить, что водород является очень перспективным энергоносителем.

Использование водорода в качестве топлива – идея не столь новая. Ещё в СССР были проведены исследования по применению водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания. По результатам испытания поршневых двигателей было обнаружено заметное улучшение экологических показателей отработавших газов. Это подтверждалось отсутствием в них таких вредных веществ, как угарный газ, углекислый газ и метан.

Водородным топливом можно заправить как двигатель внутреннего сгорания, так и газотурбинный двигатель, но существуют ограничения, которые он накладывает на работу этих механизмов. В связи с этим водород преимущественно используется в специальных топливных элементах [4, 6]. В них происходит элементарная электрохимическая реакция, которая способствует высвобождению энергии водородом, оставляя после себя только водяной пар. Далее эта энергия превращается в электричество, которое, в свою очередь, питает электродвигатель, приводящий транспортное средство в движение.

Главным преимуществом водородного топлива является отсутствие выхлопных газов и шума. Эта особенность присуща и электромобилям, но в отличие от них, автомобилям на водороде будет достаточно пяти минут для заправки, чтобы подготовиться к длительному путешествию на более чем 500 км.

При заправке автомобиля водород попадает в топливный элемент, в котором располагается мембрана, разделяющая собой камеры с анодом и катодом. В первую камеру поступает водород, а во вторую камеру, в которой находится катод, — кислород из воздухозаборника.

Можно сказать, что это тот же электромобиль, только с другим аккумулятором. Но между ними есть большая разница — автомобили с водородными топливными элементами самостоятельно производят электричество, в отличие от электрических автомобилей, в которых встроенный аккумулятор заряжается от внешнего источника питания.

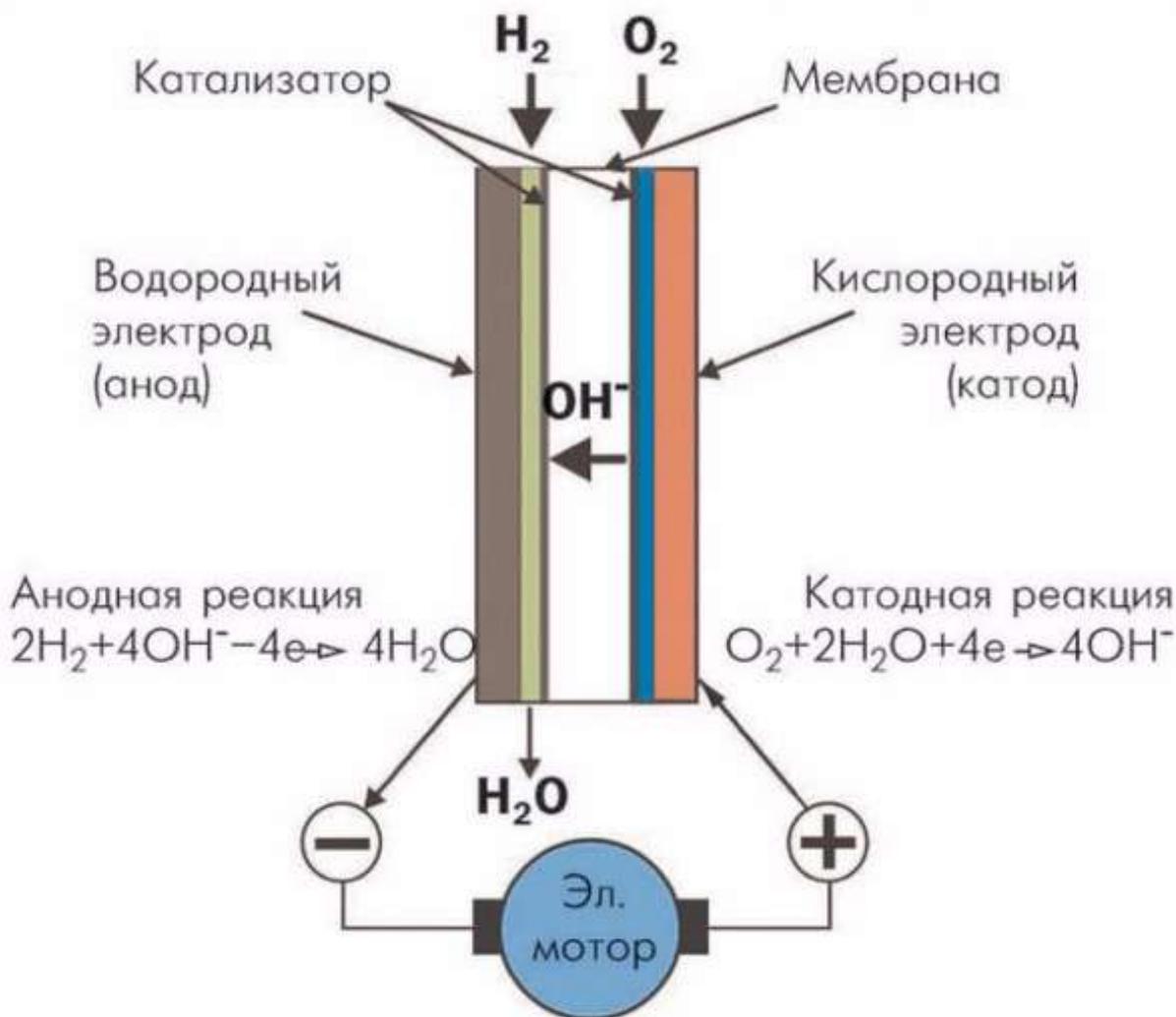


Рисунок 1 – Схема протекания химических реакций в водородном топливном элементе

В мире существуют удачные примеры применения водородного топлива в автомобилях, одним из которых является японский автомобиль Toyota Mirai. В результате использования водорода в качестве топлива, были получены отличные экологические характеристики в совокупности с удобством вождения. Данный автомобиль вошел в историю, как самый первый серийно выпускаемый седан на топливных элементах, который обладает низким центром тяжести и мощностью 113 кВт, что обеспечивает отличные эксплуатационные характеристики.

К преимуществам водородного двигателя можно отнести:

- экологичность при использовании;
- высокий КПД. КПД водородного двигателя составляет от 45%, что превышает КПД двигателей внутреннего сгорания;

- бесшумная работа;
- быстрая заправка топливом;

Недостатки водородного двигателя:

- высокая стоимость;
- отсутствие специальных заправочных станций водородным топливом;

- не экологическое производство топлива.

- высокий риск. Для использования в двигателях водород сжимают в 850 раз, из-за чего давление газа достигает 700 атмосфер.

Помимо вышеуказанных недостатков, сравнивая электрические автомобили с автомобилями на водородном топливе, можно выделить еще один существенный недостаток, это потери энергии на доставку. Потери при доставке электричества от места его производства непосредственно до «колес» автомобиля не такие уж и большие – в общей сложности 20-30%.

А вот при использовании водорода потери энергии намного больше – по некоторым расчетам, эффективность водородной машины составляет 25-35%. То есть водородный автомобиль потребляет в 2-3 раза больше энергии на один километр пути, чем электрический автомобиль.

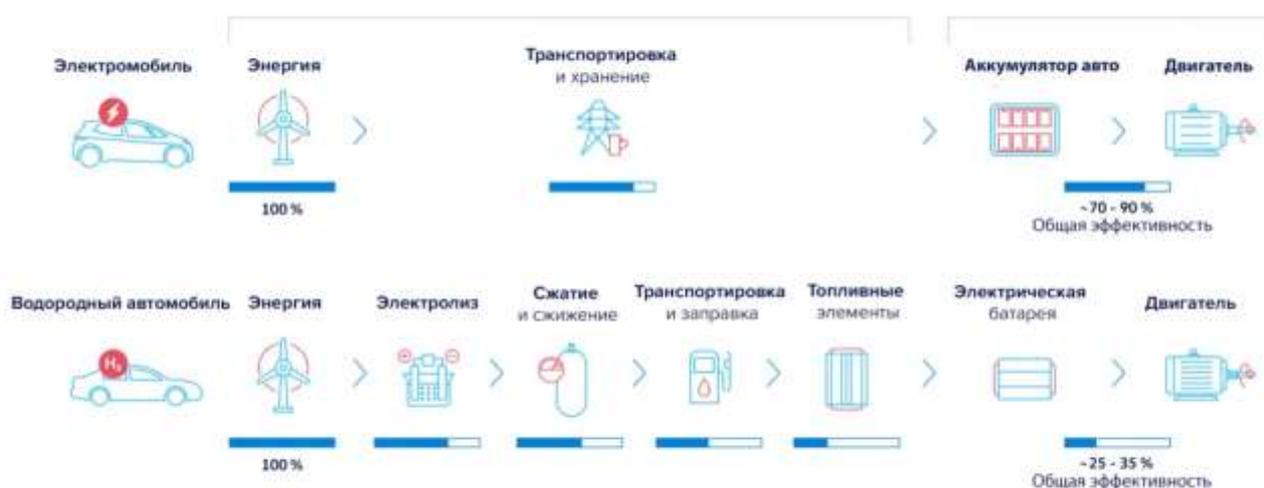


Рисунок 2 – Наглядное представление потерь энергии при доставке от места её производства до «колёс»

В настоящее время большое количество развитых стран начинает применять водородное топливо на автомобильном транспорте, вследствие чего было положено начало строительства новых автозаправочных станций. Новые АЗС появились в Японии, США и Германии.

Молекула водорода составляет основу жизни на планете. Как и движение. На дорогах водород показывает себя как серьезная альтернатива традиционным видам топлива. Его потенциал заметили и испытывают страны, города, автоконцерны.

Немаловажным фактором для успешного внедрения водородного топлива на автомобильном транспорте является тесное сотрудничество стран и государств в этой области [5, 7]. В настоящее время уровень сотрудничества достаточно низок, что подтверждается отсутствием массовых испытаний, информационно-рекламных мероприятий, которые призваны повысить интерес населения к новому топливу. Но в перспективе на будущее водород как вид топлива может быть очень востребован и для этого имеются все предпосылки.

### *Библиографический список*

1. Пат. РФ № 178332. Топливная система газового двигателя внутреннего сгорания / Н. В. Бышов, А. Н. Бачурин, В. М. Корнюшин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 30.03.2018. – EDN ARLBQZ.
2. Анализ способов применения биологических видов топлива в дизельных двигателях/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, А.А. Иванов // Вестник РГАТУ. – 2017. – № 3. – С. 125.
3. Мищенко, А. И. Применение водорода для автомобильных двигателей/ А. И. Мищенко. — Киев : Наук. думка. — 1984. — 143 с.
4. Гусев, А. Л. Применение водорода в автомобильных двигателях внутреннего сгорания в блокадном Ленинграде/ А. Л. Гусев, Ю. П. Дядюченко // Безопасность и экономика водородного транспорта : Сб. тез. Докладов II межд. симп. – г. Саров, 2003. — С. 11-13.
5. FCEVS. — Текст: электронный // Hydrogen Mobility Europe: [сайт]. — URL: <https://h2me.eu/about/fcevs>
6. Транспортная сеть Рязанской области/ А.А. Косырева, Е.Э. Ждарыкина, А.С. Потапова и др. // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2019. - С. 342-347.
7. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.
8. Агеев, Е. В. Практикум по технологии ремонта машин/ Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 147 с.
9. Коньков, И.Ю. Применение газомоторного топлива на тракторной технике сельскохозяйственного назначения/ И.Ю. Коньков, В.М. Корнюшин // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2017. - № 2(5). - С. 149-153.

## ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

В настоящее время огромной перспективой в автомобильной отрасли обладает развитие искусственного интеллекта (ИИ), который выполняет различные задачи по контролю и управлению транспортным средством. Данные, собранные с помощью подключенных устройств и служб, выступают в роли ключа корректной работы, поскольку таким образом система учится анализировать человеческий фактор, что позволит искусственному интеллекту думать и предпринимать различные решения как человек [1,2,3,4]. Заключительным этапом разработки является создание полностью автономных автомобилей. На рисунке 1 показано отношение между искусственным интеллектом и машинным обучением.



Рисунок 1 – Отношение между ИИ и МО

Благодаря внедрению ИТ в автомобилестроение появились умные машины, которые наделены продвинутой системой навигации и самоуправлением. В результате применения высоких технологий в создании автомобилей сильно расширился функционал транспортного средства, упростилась работа водителя и повысился комфорт [5, 6].

Искусственный интеллект в автомобильной индустрии имеет несколько различных степеней автономности. Международный орган автомобильных инженеров (SAE) выделил шесть уровней автономности для беспилотных автомобилей, которые представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Уровни автономности согласно SAE

Для того, чтобы лучше понять роль искусственного интеллекта в автомобилях, необходимо проанализировать функции человека. Водитель при управлении автомобилем использует сенсорные функции, такие как зрение и слух, для наблюдения за дорожной ситуацией. Как уже известно, целью автомобильной промышленности является создание автономных автомобилей пятого уровня, которые способны выполнять различные функции как опытные водители. Это означает, что транспортные средства должны обладать сенсорными, когнитивными и исполнительными функциями.

В разработке умных машин выделяется три ключевых направления: разработка систем самоуправления, добавление альтернативных функций для салона и компьютерного помощника — для водителя.

1. Расширение функционала салона. Превращение машины в чудо автомобильной инженерии возможно и без глубокой интеграции с IT — достаточно технически расширить функционал. Дизайнеры из Italdesign Giugiaro и сотрудники LG представили публике концепт автомобиля будущего — GEA. Целевая аудитория в большей степени состоит из бизнесменов, для которых автомобиль должен быть чем-то большим, нежели просто транспортным средством. Поэтому было принято решение оборудовать салон автомобиля тремя режимами, к которым относятся:

- Business. Данный режим предусматривает возможность поворота переднего пассажирского сиденья лицом к задним пассажирам, либо возможность складываться в небольшой столик — так салон превращается в мобильный офис.

- Wellness. Режим, предназначенный для поддержания тонуса: на заднем пассажирском сидении можно выполнять простые упражнения, используя специальные ручки.

- Dream. Уклон этого режима направлен на расслабление. Кресла переходят в положения для отдыха, одновременно с этим включается

специальная успокаивающая подсветка.

2. Компьютерный помощник водителя. Главной задачей интеграции ИИ в процесс управления автомобилем является повышение безопасности на дорогах. За рулём огромную роль играют физиологические свойства человеческого организма, что выражается в наступлении усталости. Чаще всего это наблюдается при длительных поездках по автомагистрали. В результате чего, притупляется внимание, и человек становится менее сконцентрированным на дорожных ситуациях. Умные системы учатся анализировать поведение водителя и обстановку на дороге. Искусственный интеллект имеет возможность заблокировать управление автомобилем, если заподозрит, что водитель устал и засыпает за рулём, а при создании аварийной обстановки ИИ незамедлительно свяжется с диспетчером.

3. Самоуправляемый транспорт. Автопилот стал главным трендом во внедрении возможностей ИИ в автомобилестроение. Для безопасного перемещения автомобиля без помощи водителя, система должна знать маршрут, чётко и быстро анализировать обстановку на дороге, соблюдать правила дорожного движения и корректно взаимодействовать с другими транспортными средствами и пешеходами. Для достижения всего перечисленного, автопилоту помогают специальные высокотехнологичные разработки, такие как:

- Лидар — это лазерный дальномер, который располагается на крыше автомобиля, и генерирует 3D-карту пространства в радиусе до 100 метров.

- Радар — специальный прибор, который при помощи радиоволн определяет расстояние до объектов, траекторию и скорость их движения.

- Датчики положения и GPS-приёмник используются для определения координат автомобиля на карте, отслеживания его местоположения и маршрута следования.

- Видеокамера, помимо определения цветových сигналов светофоров, следит за объектами, которые приближаются на потенциально опасное расстояние.

На сегодняшний день внедрение искусственного интеллекта в автомобили происходит стремительными темпами, и с каждым годом эти темпы нарастают всё больше и больше. В ближайшие годы можно ожидать, что бортовые системы будут улучшаться и становиться более функциональными.

Внедрение беспилотных машин очень сложный процесс, над которым предстоит ещё большой объём работы, так как беспилотным автомобилям требуется новая дорожная инфраструктура. Помимо этого таким автомобилям необходимы специальные карты, которые отличаются от обычных, так как им нужно понимать свое местоположение с сантиметровой точностью и иметь точную информацию об окружающей местности.

Автомобильная промышленность занята не только созданием автономных транспортных средств, но и ведёт работы по улучшению других аспектов для комфортных поездок на автомобиле, которые оснащаются системами для распознавания речевых команд, системами управления жестами.

Искусственный интеллект называют четвертой промышленной

революцией. Рабочие задачи людей стремительно меняются, и темп этих изменений со временем будет только нарастать. Несколько лет назад искусственный интеллект можно было увидеть только в фантастических фильмах, а сейчас он является неотъемлемой частью повседневной жизни. Изучая текущие исследования и примеры использования искусственного интеллекта, с уверенностью можно ожидать значительных достижений в автомобильной промышленности в ближайшие годы.

### *Библиографический список*

1. Братко, И. Алгоритмы искусственного интеллекта на языке PROLOG; Вильямс/ И. Братко. - М., 2016. - 640 с.
2. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений в нештатных ситуациях с использованием информации о состоянии природной среды; Едиториал УРСС/ В.А. Геловани [и др.]. - М., 2015. – 304 с.
3. Транспортная сеть Рязанской области/ А.А. Косырева и др. // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2019. - С. 342-347.
4. Интерактивная диагностика мобильной техники в сельском хозяйстве/ В. В. Акимов, Н. В. Бышов, С. Н. Борычев [и др.] // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 106-111. – EDN YIZNAJ.
5. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.
6. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ
7. Желудева, Ю.В. Роль цифровизации сельскохозяйственного производства в развитии зернового комплекса/ Ю.В. Желудева, О.В. Петрушина, Д.И. Жилияков // Глобальные проблемы модернизации национальной экономики : Материалы X Международной науч.-практ. конф. – Тамбов. - 2021. - С. 215-221.
8. Ульянова, Н.Д. Практическое использование информационных технологий в аграрном производстве/ Н.Д. Ульянова, Е.М. Милютин // Новые информационные технологии в образовании и аграрном секторе экономики : Сб. материалов I междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 28-33.
9. Никифоров, А.Г. Возможности искусственных нейронных сетей для обработки экспериментальных данных в агроинженерии/ А.Г. Никифоров, Е.В. Зоннэ // Актуальные проблемы АПК: взгляд молодых исследователей, Смоленск, 23 мая 2017 года. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 230-234.
10. Разработка системы управления транспортными и другими

техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием системы ГЛОНАСС/ К.Н. Дрожжин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин, О.Н. Пылаева и др. // Вестник Совета молодых ученых РГАТУ. - 2016. - № 2 (3). - С. 94-100.

11. Обзор автомобильных интеллектуальных систем/ В.В.Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Совершенствование конструкции и эксплуатации техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 148-153.

12. Типы нейронных сетей для прогнозирования параметров качества электрической энергии/ Н. Б. Нагаев [и др.] // Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской науч.-практ. конф.– Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 130-135.

13. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с.

14. Черкашина, Л. В. Роботизация в АПК: тенденции и перспективы/ Л. В. Черкашина, Л. А. Морозова // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Сборник материалов XV Международной науч.-практ. конф. в 2 кн., Барнаул, 12–13 марта 2020 года. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2020. – С. 92-93.

15. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

### **УДК 629.3**

*Соловьева А.Д., студент  
Академия ФСИН России, г. Рязань, РФ  
Харьков К.А., аспирант,  
Ерохин А.В., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ**

Сейчас все более важной оказывается роль, которую играет в жизни людей и предприятий автотранспорт. При этом удовлетворение существующей потребности в перевозках определяется в числе прочего техническим состоянием машин. Но обеспечение высокой технической готовности парка подвижного состава предприятия сложно реализовать без правильной организации ТО и ремонта [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

Автотранспорт – самый опасный из всех видов используемого транспорта. Согласно имеющимся в настоящее время данным статистики, можно понять, что опасность машин намного больше, чем от других видов транспортных

средств.

На рисунке 1 представлена статистика распределения ДТП по видам согласно данным ГИБДД.

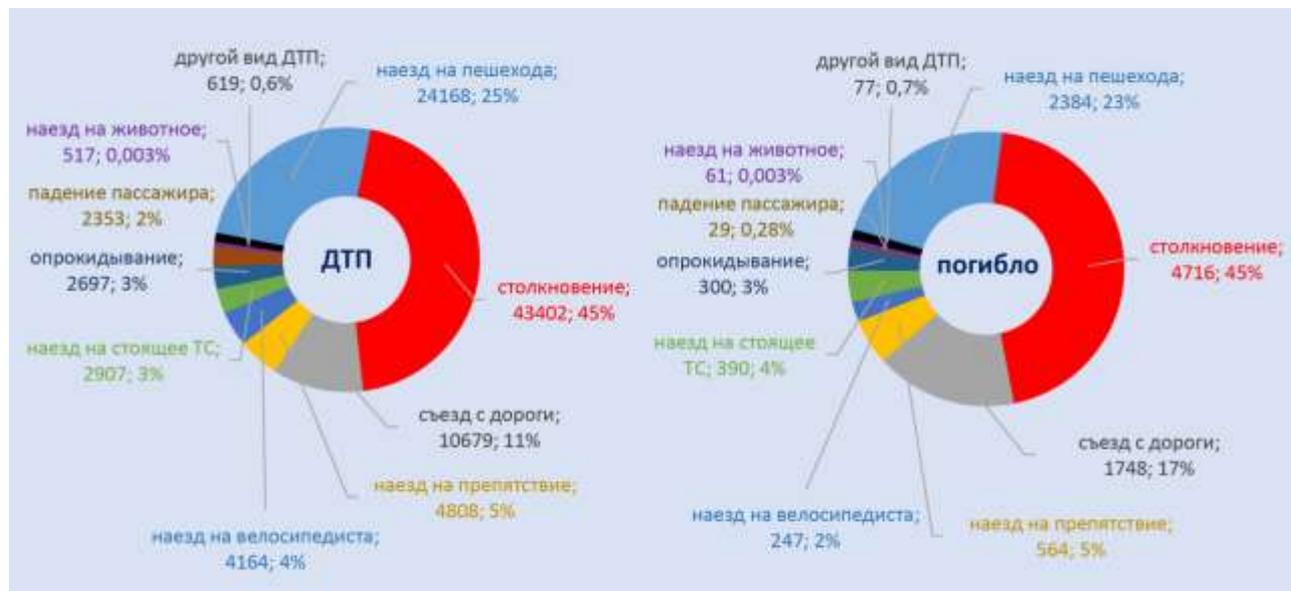


Рисунок 1 – Распределение ДТП и погибших в них по видам

Основная причина возникновения ДТП - это техническая неисправность машин. К числу главных причин, которые обуславливают технические неисправности, относятся в первую очередь следующие: невысокое качество, а также неполный объем проведения техобслуживания, а также ремонта подвижного состава, нерегулярный контроль за техническим состоянием автомобилей, используемых транспортными предприятиями.

Общеизвестная статистика гласит (табл. 1) что преобладающее большое число ДТП происходит по причине тех или иных неисправностей, которые есть в наличии в тормозной системе.

По мере увеличения пробега транспортных средств, их надежность в счете снижается. Для предотвращения отказов отдельных систем или узлов автомобиля необходимо своевременно производить операции по диагностированию и техническому обслуживанию [8, 9].

Диагностика - это определение технического состояния транспортного средства. Благодаря ее проведению, можно определить, существует ли на данный момент времени потребность в ремонте автомобиля для обеспечения его исправности и нормальной эксплуатации. Это обеспечивает в итоге более быструю производительность и снижение риска ДТП.

Таблица 1 – Причины ДТП

Наименование системы/узла	В городе	В пригороде
Тормозная система ТС	53	45
Рулевое управление	12	16
Освещение автомобиля	17	17
Шины и диски	8	8
Прочие элементы	10	14

При внедрении в технологические процессы техобслуживания диагностирования, как правило, в итоге отмечается уменьшение трат денежных средств при проведении текущего ремонта примерно на 10%. Кроме того, происходит снижение расхода запчастей примерно на 11 %. Снижается и расход топлива. Данный показатель изменяется примерно на 5 % в меньшую сторону. Помимо всего этого, отмечается увеличение коэффициента технической готовности приблизительно на 5 %.

При этом необходимо, чтобы техническая диагностика происходила на высоком профессиональном уровне.

Необходимость применения технической диагностики (Д1 и Д2) в ремонтных зонах автотранспортных предприятий очень важна, так как это позволяет управлять техническим состоянием каждого элемента подвижного состава в отдельности.

В таблице 2 приведены данные по объему диагностических воздействий применительно к отдельным системам танпсортных средств.

Таблица 2 – Диагностируемые системы авто

Система автомобиля	Соотношение, %	
	Диагностируемые	Не диагностируемые
Двигатель и его системы	29	71
Электрооборудование	33	67
Трансмиссия	55	45
Ходовая часть	12	88
Рулевое управление	51	49
Тормозная система	39	61



Рисунок 1 – Классификация диагностических систем ТС

Для проведения диагностических работ направленных на установление неисправностей отдельных элементов подвижного состава могут применяться специализированные технические комплексы [10, 11, 12, 13]. По мере их расположения они имеют следующее подразделение (рис. 1).

В дальнейшем времени проведение диагностики также должно оказаться важной информационной базой для составления прогнозов, касающихся показателей имеющегося в наличии остаточного ресурса транспортных средств. Диагностика также дает возможность дальнейшей автоматизации поиска имеющихся неисправностей и определения диагноза [14, 15, 16, 17]. Это вместе с обеспечением роста контролепригодности перспективных транспортных средств в итоге обеспечивает реальную возможность при небольших затратах труда осуществить своевременный контроль за техническим состоянием автомобиля.

### *Библиографический список*

1. Пат. РФ № 2607852. Способ диагностирования технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы / Борячев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.01.2017. – EDN WPQAZJ.

2. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.

3. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

4. Проектирование технологических процессов ТО, ремонта и диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и станциях технического обслуживания : Учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 161 с.

5. Перспективы технической эксплуатации мобильных средств сельскохозяйственного производства/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, Н. В. Аникин [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 192 с.

6. Транспортная инфраструктура : учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2012. – 234 с.

7. Вероятностный аспект в практике технической эксплуатации автомобилей : Учебное пособие/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, Г. Д. Кокорев [и др.]. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – 163 с.

8. Основы проектирования вспомогательных технологических процессов

технического обслуживания и ремонта автотранспорта, сельскохозяйственных, дорожных и специальных машин : Учебное пособие/ И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2014. – 204 с.

9. Пат. РФ № 2601349. Способ хранения сельскохозяйственной техники / Шемякин А.В., Костенко М.Ю. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 10.11.2016.

10. Пат. РФ № 2648924. Устройство для контроля изнашивания тормозной колодки / Симдянкин А.А. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 28.03.2018.

11. Коррозия и защита металлов/ И. В. Фадеев, Ш. В. Садетдинов, И. А. Успенский [и др.]; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – 147 с.

12. Диагностирование дизельных двигателей автотракторной техники/ А. В. Шемякин [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – 130 с.

13. Метод ускоренного диагностирования форсунок на коксование/ А. А. Карташов, А. В. Лахно, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 176. – С. 85-95.

14. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665214 Российская Федерация. Расчет потребления топлива грузовыми автомобилями при перевозке сельскохозяйственных грузов / А. С. Степашкина, А. В. Шемякин, С. Н. Борычев [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. - Оpubл. 11.08.2022.

15. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022665017 Российская Федерация. Оценка эффективности мойки деталей автотракторной техники / Шемякин А.В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 09.08.2022.

16. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660112 Российская Федерация. Расчет объемного и массового расхода / Шемякин А.В. [и др.]; заявитель ФГБОУ ВО РГАТУ. – Оpubл. 31.05.2022.

17. Пат. РФ № 167900. Устройство для определения качества автомобильного бензина / Голиков А.А. – Оpubл. 11.01.2017.

18. Передвижная лаборатория для диагностики и сервиса трубопроводного транспорта в АПК/ Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, Ю.В. Якунин, А.В. Просянников // Сборник научных трудов студентов магистратуры. - Рязань: РГАТУ, 2012. - С. 59-64.

19. Анализ и обоснование разработки диагностического устройства топливной аппаратуры автотракторных дизелей / А.В. Марусин, И.К. Данилов, И.А. Успенский, Г.Д. Кокорев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев // Вестник РГАТУ – 2017 – №3 (35). – С. 102-106.

20. Стенд для тестирования панели приборов автомобилей/ Д. С. Вебер,

М. В. Володин, М. А. Левин [и др.] // Сб.: Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 15-19.

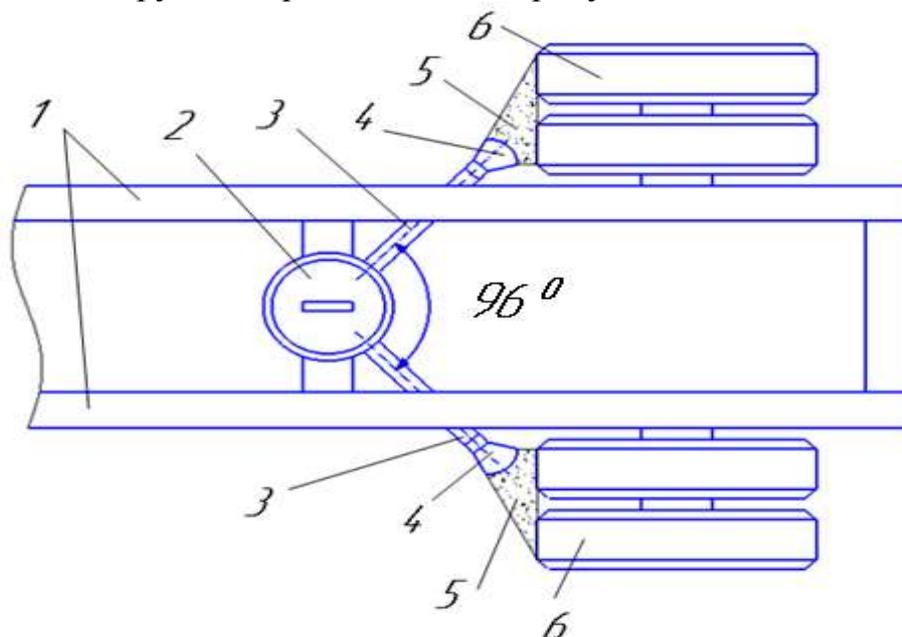
УДК 625.731

*Киреев В.К., к.т.н., доцент,  
Ткач Т.С. к.т.н., доцент,  
Максименко О.О., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ 54115 В ЗИМНИЙ ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Исходя из вышесказанного, с учетом конкретных условий эксплуатации большегрузных автомобилей в зимний период года, выбираем пескоструйную установку эжекторного (или инжекторного) типа. Для надежной и безотказной работы пескоструйного аппарата оптимальным считается давление 6–8 атм. , что в полной мере будет обеспечено за счёт сжатого воздуха, подаваемого в тормозную систему автомобиля.

Для получения максимального эффекта повышения коэффициента сцепления колес с дорогой предлагаемое устройство должно быть расположено таким образом, чтобы подача сыпучей фракции была обеспечена непосредственно в зону контакта ведущих колес с опорной поверхностью. Применение установки для рассыпки фракционного материала предлагается осуществить на седельном тягаче КАМАЗ 54115. Схема монтажа установки предлагаемой конструкции представлена на рисунке 1.

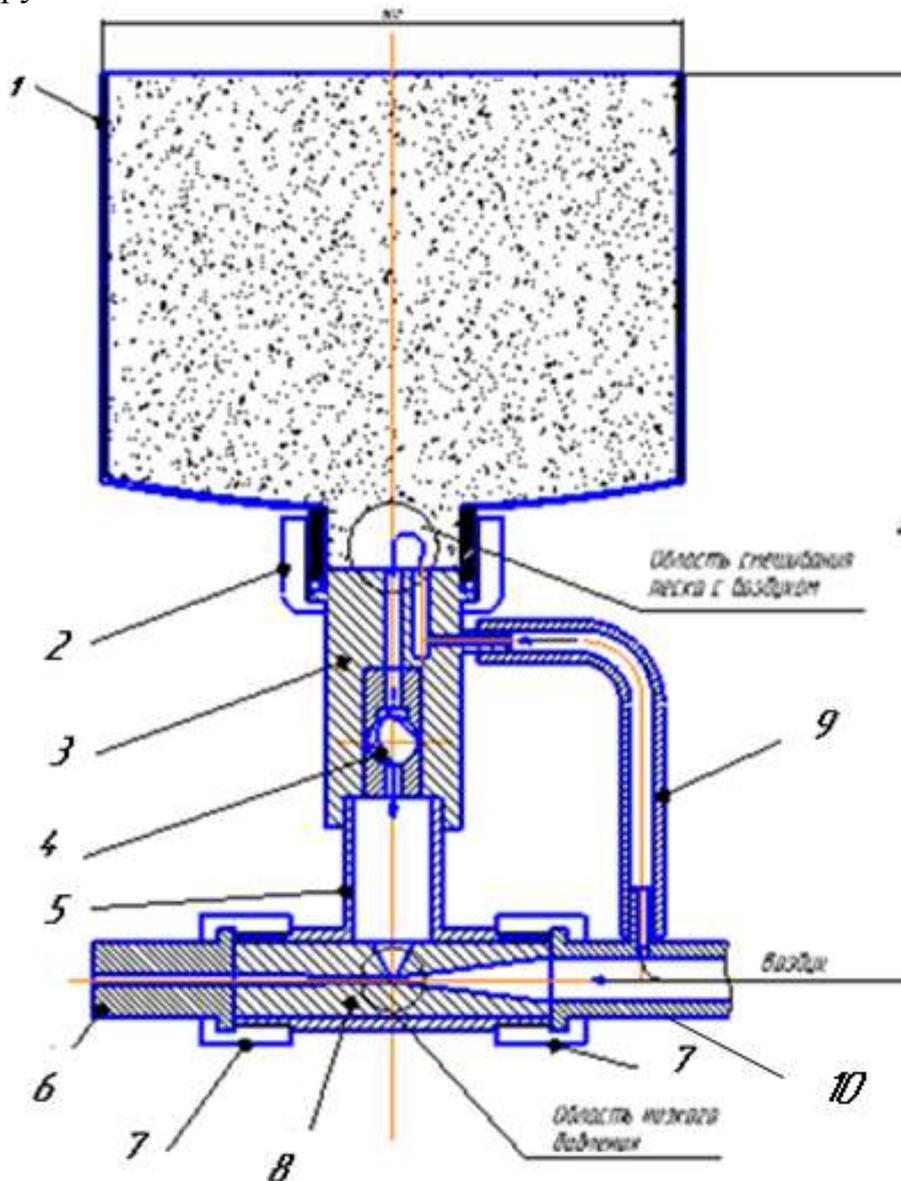


1-рама; 2-пескоструйная установка; 3-напорный металлорукав;  
4-раструб; 5-сыпучий материал; 6-ведущие колеса

Рисунок 1 – Схема монтажа установки на раме автомобиля

Монтаж предлагаемой конструкции 2 осуществляется на раме автомобиля 1. С учетом конструктивных особенностей и габаритных размеров рамы автомобиля напорные металлорукава 3 друг относительно друга располагаются под углом  $\alpha=96$  градусов. На концах напорных рукавов 3 закреплены раструбы 4, которые находятся в непосредственной близости к ведущим колесам 6 автомобиля. Такое расположение устройства обеспечит подачу сыпучего материала 5 под давлением непосредственно в зону контакта колеса 6 с опорной поверхностью.

Схема предлагаемой установки представлена на рисунке 2. В основе принципа переноса материала является создание области низкого давления в «пистолете» вслед за воздушным соплом 10 перед абразивоструйным соплом 6.



1-бункер; 2-накидная гайка; 3-смеситель; 4-дозатор; 5-тройник; 6-абразивоструйное сопло; 7-накидная гайка; 8-вкладыш; 9-шланг; 10-воздушное сопло

Рисунок 2 – Предлагаемая установка для подачи песка в зону буксования

Создание пониженного давления обеспечивает конструкция канала вкладыша 8, где в результате его сужения создается разрежение, за счет которого частицы песка направляются в абразивоструйное сопло 6.

Созданное разрежение в камере смешивания 3, дозатора 4 и далее по всей линии всасывающего абразивного рукава увлекает за собой частицы абразива из приемного бункера 1. При этом часть энергии передаваемого напора воздушной струи из воздушного сопла 10 теряется на всасывание дозированных абразивных частиц, основной поток при этом разгоняет поступившие частицы в абразивоструйном сопле на выходе из эжекторного пистолета.

Для нормальной работы предлагаемой установки эжекторного типа при ее включении необходимо обеспечить дополнительный расход сжатого воздуха, который будет подаваться из тормозной системы автомобиля. С этой целью предлагается в рабочей тормозной системе установить дополнительный баллон объемом 40 л, предохранительный клапан и клапан управления, трубопроводы, подводные и разводные шланги.

Включение и выключение установки производится с помощью рычага клапана управления, который смонтирован в кабине водителя.

Количество воздуха в баллонах зависит от объема баллона, давления воздуха и температуры. Соотношение между давлением воздуха и его объемом при неизменной температуре определяется зависимостью:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2, \quad (1)$$

где:  $p_1$  и  $p_2$  — начальное и конечное абсолютное давление, кгс/см<sup>2</sup>;

$V_1$  и  $V_2$  — начальный и конечный объем воздуха, л.

Рабочий режим тормозной системы автомобиля находится в диапазоне 6-8 кгс/см<sup>2</sup>. Исходя из этого определим объем свободного воздуха.

$$V_1 = \frac{p_2 \cdot V_2}{p_1}, \quad (2)$$

$$V_1 = \frac{9 \cdot 40}{6} = 60 \text{ л} = 0,06 \text{ м}^3$$

Для пескоструйных установок с диаметром цилиндрического сопла 6,5 мм расход воздуха составляет  $Q_H = 2,5$  м<sup>3</sup>/мин, скорость истечения воздуха  $V = 350$  м/с.

Тогда время истечения объема свободного воздуха составит:

$$T = \frac{V_1 \cdot 60}{Q_H}, \quad (3)$$

где  $V_1$  — объем свободного воздуха;

$Q_H$  — расход воздуха.

$$T = \frac{0,06 \cdot 60}{2,5} = 1,44 \text{ с}$$

Определение необходимого количества песка

При условии 50% -го заполнения напорного металлорукава песком его количество можно определить по формуле:

$$V_{\Pi} = \frac{\pi \cdot R^2 \cdot V \cdot T}{2}, \quad (4)$$

где  $R$  — радиус рукава;

$V$  - скорость истечения воздуха;

$T$  - время истечения объема свободного воздуха.

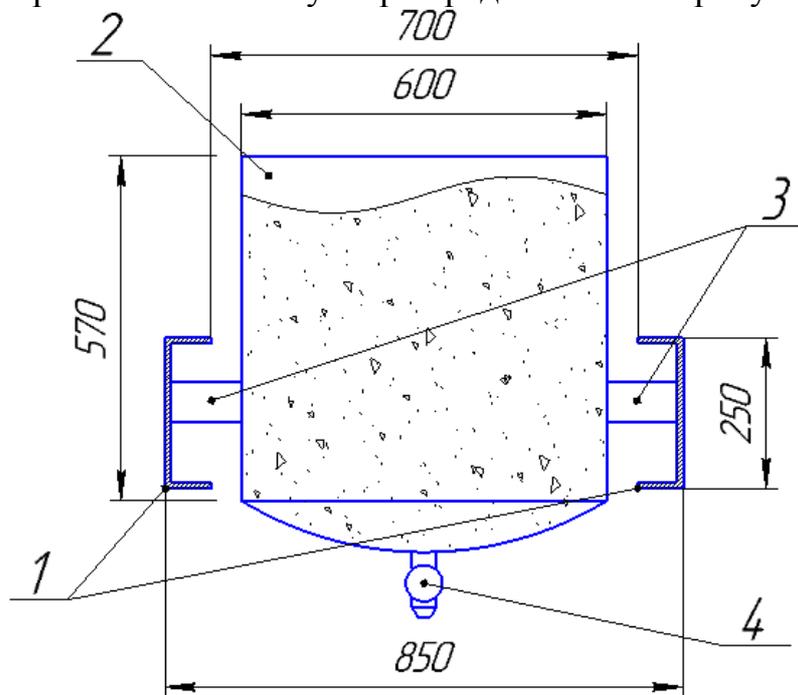
$$V_{\Pi} = \frac{3,14 \cdot 0,00325^2 \cdot 350 \cdot 1,44}{2} = 0,0087 \text{ м}^3 = 8,7 \text{ л}$$

С учетом плотности песка  $\rho = 1,5$  кг/л, его масса, рассыпанная под каждое из ведущих колес автомобиля за период одного истечения объема свободного воздуха, составит:

$$m = \frac{8,7 \cdot 1,5}{2} = 6,75 \text{ кг}$$

Принимаем, что для преодоления одного кратковременного подъема достаточно 1-2 рассыпки песка. Бункер для песка принимаем в виде цилиндра. Объем бункера определяем с учетом геометрических параметров рамы автомобиля КАМАЗ-54115 и крепления полуприцепа.

Схема для расчета объема бункера представлена на рисунке 3.



1-рама автомобиля; 2-бункер для песка; 3-кронштейн крепления бункера;  
4-клапан для дозирования материала

Рисунок 3 – Схема для определения объема бункера установки

Объем бункера можно рассчитать по формуле:

$$V_6 = \pi \cdot R_6^2 \cdot h, \quad (5)$$

где  $V_6$  - объем бункера для песка,  $\text{м}^3$ ;

$R$ -радиус бункера, м;

$h$  – высота бункера, м.

$$V_6 = 3,14 \cdot 0,3^2 \cdot 0,57 \cong 0,160 \text{ м}^3 = 160 \text{ л.}$$

При условии полного заполнения бункера песком данного объема достаточно для посыпки обледенелого участка в количестве 18 раз.

Схема для обоснования параметров раструба представлена на рисунке 4.

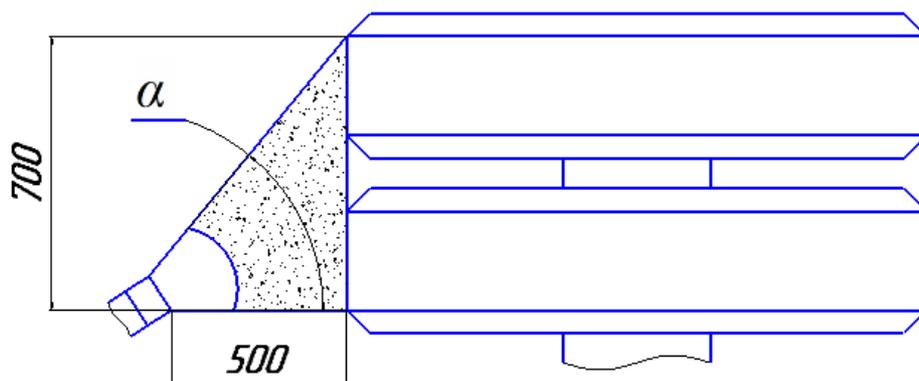


Рисунок 4 – Схема для обоснования параметров раструба

Для обеспечения подачи сыпучей фракции непосредственно в зону контакта ведущих колес с опорной поверхностью на конце напорного канала устанавливаем раструб (см. рисунок1). Исходными данными для определения угла раствора раструба являются:

ширина двухскатного ведущего колеса равная 700 мм;

расстояние  $L$  до ведущего колеса.

Из конструктивных соображений принимаем  $L=500$  мм.

Угол  $\alpha$  определим из выражения:

$$\tan \alpha = \frac{700}{500} = 1,4$$

Отсюда угол  $\alpha = 55^{\circ}$

### ***Библиографический список***

1. Александров, А. В. Сопротивление материалов/ А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин. 7-е изд. — М. : Высшая школа, 2009. — 560 с.

2. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов/ Ф.З. Алмаметов [и др.]. — М. : Высшая школа, 2003. — 367 с.

3. Повышение эффективности использования мобильных транспортных средств на предприятиях АПК за счет совершенствования элементов конструкции автомобиля/ В.К. Киреев, О.О. Максименко, Н.В. Дмитриев, Т.С. Ткач // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 98-103.

4. Совершенствование работы тормозного механизма дискового типа мобильных транспортных средств АПК/ В.К. Киреев, Т.С. Ткач, И.Б. Тришкин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 191-195.

5. Киреев, В.К. Устройство для повышения проходимости грузовых автомобилей в зимний период эксплуатации/ В.К. Киреев, Т.С. Ткач. – ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань. – 2021.

6. Особенности конструкции и применения карданных валов в

зарубежной сельскохозяйственной технике и их эксплуатационная надежность/ К.А. Дорофеева, Я.А. Волошин, И.А. Успенский и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 177-182.

7. Максименко, О.О. Исследование теплового состояния деталей цилиндрично-поршневой группы при нестационарном теплообмене/ О.О. Максименко, В.К. Киреев, Н.А. Суворова // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 251-256

8. Результаты исследований степени влияния величины высоковольтного напряжения питания электрического фильтра и времени нахождения сажевых частиц в его активной зоне на дымность отработавших газов трактора/ И.Б. Тришкин, А.В. Ерохин, В.К. Киреев, С.Н. Северин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 202-206.

9. Агеев, Е. В. Техническое обслуживание и ремонт машин в АПК : учебное пособие/ Е. В. Агеев, С. А. Грашков. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2019. – 185 с.

**УДК 631.3:621.7**

*Игнашин Д.А., студент,  
Ушанев А.И., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВИДЫ ЛАЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ И ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ОТ КОРРОЗИИ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Очистка сельскохозяйственной техники от коррозии является неотъемлемой частью процесса ее хранения и поддержания в работоспособном состоянии. Есть много способов очистки, но в современное время появилась лазерная очистка, которая показала хорошие результаты.[1, 2, 3, 10, 15]

Существует целый ряд импульсных лазеров на YAG: Nd, CO<sub>2</sub> и диодные. Для очистки поверхности доказывают свою эффективность CO<sub>2</sub>-ТЕА лазеры. До сегодняшнего дня большинство установок по лазерной очистке строилось на их основе. [4, 5, 9, 11, 14]

Из-за многообразия задач приборы по лазерной очистке бывают следующих типов:

1) Луч сканируется по поверхности, то есть луч подвижный, а деталь остается на месте (например, при снятии краски)

2) Луч остается неподвижным, но при этом движется деталь (например, удаление изоляции с проводов)

На нашем рынке представлены оба типа приборов по лазерной очистке. Они различаются в основном по выдаваемой мощности и способу применения. Например, есть переносные ранцы, удобные для работы в местах, где нет места подключения к электросети. Они оснащаются батареями способными работать автономно, и весит такой рюкзак около 15 кг, но есть ограничение по мощности. Вторым же вариантом оборудования являются установки для работы в ремонтных зонах или автосервисах, где имеется доступ к электросети. Данные установки удобны тем, что они оснащены колесами, и их не требуется перемещать на спине. У них нет ограничения по мощности. Третий вариант и мало распространенный - это роботизированные установки, не требующие участия человека в проведении работы. Такие устанавливаются на линиях сборки предприятия. [6, 7, 8, 12, 13]

Рассмотрим некоторые предлагаемые варианты на рынке для работы в ремонтных зонах или автосервисах.

1) Установка для лазерной очистки металла TORWATT S 100Вт



- Питание 220 v.
- Мощность 100 Вт
- Рабочая температура от 0 до 40 градусов
- Тип охлаждения воздушный
- Время разогрева устройства 10 сек.
- Влажность не более 96
- Размеры 500\*900\*800 (W\*D\*H) мм.
- Вес устройства 150 кг.
- Вес чистящей головы 2.5 кг.

Цена данной установки 1 850 000.00 руб.

2) Установка лазерной очистки металла TORWATT Clean Ultra 2000 стационарная



- Питание 220 в.
- Мощность 2000 Вт
- Рабочая температура от 0 до 40<sup>0</sup>
- Тип охлаждения воздушный
- Время разогрева устройства 10 сек.
- Влажность не более 96
- Размеры 1350\*780\*1250 (W\*D\*H) мм.
- Вес устройства 260 кг.

Цена данной установки 2 290 000.00 руб.

3) Установка лазерной очистки SEKIRUS P08-100 100Вт



- Питание 220 в.
- Мощность 100 Вт
- Рабочая температура от 0 до 40 градусов
- Тип охлаждения воздушный
- Время разогрева устройства 10 сек.
- Влажность не более 96
- Размеры 1030\*780\*1190 (W\*D\*H) мм.
- Вес устройства 113 кг.

Цена данной установки 2 021 532.00 руб.

4) Лазерная очистка металла SEKIRUS P1018M-VL 100Вт IPG



- Питание 220 в.
  - Мощность 100 Вт
  - Водяное охлаждение
  - Длина волны лазера 1064 нм
  - Эффективность: в основном для легкой очистки от ржавчины
  - Производительность данного аппарата лазерной очистки - 6 м<sup>2</sup>/час
  - Габариты 1420\*850\*1370 мм
  - Вес 420 кг
  - Вес лазерной пушки( с рукавом для всасывания пыли) 4,7 кг
  - Материал лазерной пушки - алюминиевый корпус
  - Длина кабеля 25 м
  - Фокусная глубина 5 мм
- Цена данной установки 2 017 414.00 руб.

5) Pokkels F-clear RK



- Форм-фактор: Стойка
- Мощность излучения: 100/200/300/500/1000 Вт
- Пиковая мощность: 10–1000 кВт

- Производительность: до 100 см<sup>2</sup>/с
- Лазерный источник: импульсный волоконный лазер IPG-Photonics
- Охлаждение: вода-воздух
- Ширина луча: 10–200 мм
- Длина оптоволоконна: 2–50 м
- Питание: 220/380 В, 50 Гц
- Потребляемая мощность: до 7 кВт
- Габариты стойки: 800 x 700 x 1100 мм
- Вес стойки: 50–400 кг
- Вес пистолета: 2–4 кг
- Ресурс работы: 100 000 часов
- Срок гарантии: 24 месяца
- Режим работы: 24/7

Проанализировав приведенное выше оборудование можно сделать вывод, что наилучшим решением будет приобрести для обработки металла сельскохозяйственной техники станок SEKIRUS P1018M-VL 100Вт IPG, т. к. у него по сравнению с другими за почти аналогичную стоимость имеется водяное охлаждение, что увеличивает ресурс работы данного аппарата. Вторым критерием оценки является наличие всасывающего рукава для пыли, что уменьшает время работы и не требует сторонних агрегатов для удаления пыли с поверхности металла.

### *Библиографический список*

1. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Межвузовский сборник научных трудов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 537-548. – EDN XNYJQX.

2. Ушанев, А. И. Теоретическое обоснование и экспериментальная оценка степени разрушения покрытия поверхности металл технических конструкций при разном слое грунтовки/ А. И. Ушанев, С. Г. Малюгин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 190-193. – EDN UFFCII.

3. Пат. РФ № 163701. Пистолет-распылитель / Киселев И.А. [и др.]. – Оpubл. 10.08.2016. – EDN MEEVRQ.

4. Волченкова, В. А. Оценка размера капель наносимого материала на поверхность сельскохозяйственной техники/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский

государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 236-241. – EDN YFVIXI.

5. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPUT.

6. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовки на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.

7. Современные технологии и материалы для защиты металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, А. М. Кравченко, Г. А. Борисов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 142-147. – EDN JMWPWI.

8. Ushanev, A. I. Pilot installation for applying protective coating on the surface of the agricultural equipment/ A. I. Ushanev, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012049. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012049. – EDN VRNHRV.

9. Ушанев, А. И. Анализ оборудования для нанесения защитных материалов на сельскохозяйственную технику/ А. И. Ушанев, Д. И. Косоруков, Г. А. Бобырев // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф., Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 444-447. – EDN RNXTLC.

10. Сравнительный анализ показателей разработанной установки и существующих устройств для очистки наружных поверхностей дорожностроительной техники/ С. Г. Малюгин, А. С. Попов, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4(20). – С. 106-107. – EDN RTVFDT.

11. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики/ И. А. Успенский [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101.

12. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с. – EDN QQCFFQX.

13. Виды установок и способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, Н. Н. Колчин, А. А. Симдянкин [и др.] // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 401-406. – EDN LOCMYX.

14. Influence of the droplet size on the uniformity of the distribution of protective material over the surface of agricultural machinery/ A. I. Ushanev, I. A. Uspenskiy, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012048. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012048. – EDN FUPHFZ.

15. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 16 с.

16. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования/ И. В. Зарубин, М. Б. Латышенок, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения – 2010 : Материалы Международной науч.-практ. конф. в 3-х томах, Саратов, 25–26 ноября 2010 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2010. – С. 299-300. – EDN WSQVSI.

17. Сазонов, Е. В. Комплексная лазерная наплавка/ Е. В. Сазонов, М. Е. Куликов, С. А. Грашков // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных статей Международной науч.-техн. конф., Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 142-147.

18. Пат. РФ № 95285. Плужный лемех (лемех конструкции Брянской ГСХА) / Михальченко А.М., Будко С.И., Кожухова Н.Ю., Анисин А.Н. – № 2010105296/22; заявл. 15.02.2010.

18. Использование метода случайных последовательностей при техническом сервисе сельскохозяйственной техники/ А.В. Вернигор, А.Г. Никифоров, В.А. Драбов [и др.] // Цифровые технологии – основа современного развития АПК : Сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 10 ноября 2020 года. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 284-287.

19. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

20. Условия осаждения покрытий латуни в процессе ремонта сельскохозяйственной техники/ С. Д. Полищук, Д. Г. Чурилов, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – Т. 7. – № 4(25). – С. 39-48.

21. Влияние относительной влажности воздуха на атмосферную коррозию конструкционных материалов в среде минеральных удобрений/ В.Ф. Некрашевич, А.Г. Синяев, М.С. Левин и др. // Сб.: Энегросберегающие технологии использования и ремонта машинно-тракторного парка : Материалы науч.-практ. конф. – Рязань : РГСХА, 2004. - С. 43-45.

**УДК 631.3**

*Владимиров С.С., студент,  
Борисова В.Л., к.т.н., доцент,  
Ермачков А.М., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО СГСХА, г. Смоленск, РФ*

### **КОНТРОЛЬ ЗАПРЕССОВКИ ПАЛЬЦА В ВЕРХНЮЮ ГОЛОВКУ ШАТУНА**

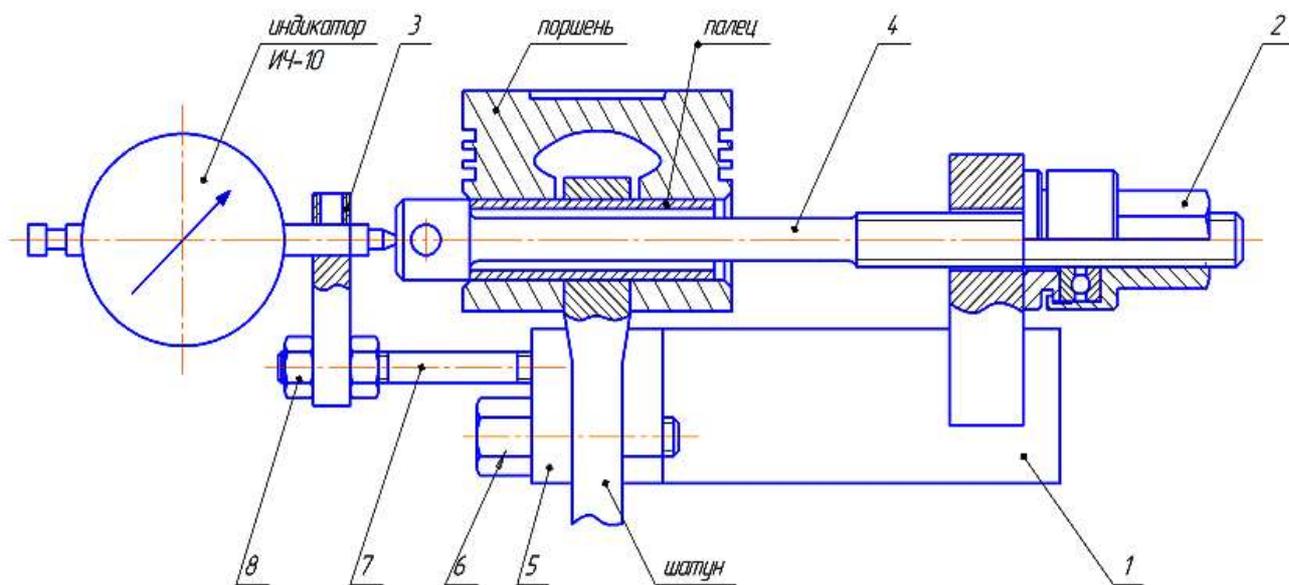
ООО Сельскохозяйственное предприятие «Городнянское» зарегистрировано 2 марта 2009 года. Находится по адресу: 215225, Смоленская область, Новодугинский район, д Городня. Основной вид деятельности предприятия – выращивание зерновых и бобовых культур.

Проанализировав состояние ремонтно-технической базы ООО «Городнянское» Новодугинского района, была определена возможность проведения значительного количества ремонтных работ силами персонала ремонтной мастерской хозяйства [1,2].

Для контроля запрессовки (а при необходимости – и выпрессовки) пальца в верхнюю головку шатуна предлагается более простое приспособление (рисунок 1), чем рекомендуемые заводом (например, приспособление А.95615).

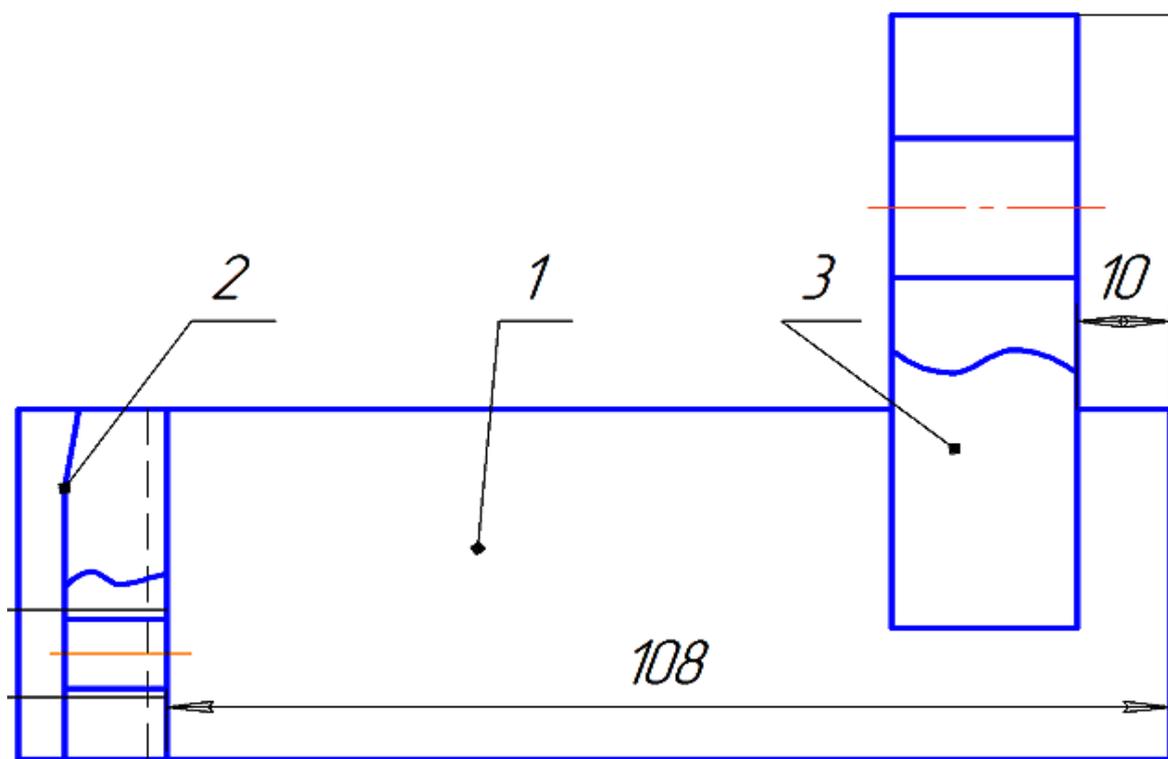
Натяг в соединении палец – верхняя головка шатуна при температуре 20°С должен быть таким, чтобы палец не перемещался в головке шатуна при осевой нагрузке 4кН [3,4]. Усилие выпрессовки может достигать 8 кН. Чтобы обеспечить указанные параметры в верхней головке шатуна растачивается отверстие под палец, обеспечивающее натяг 15...40 мкм.

Приспособление состоит из корпуса 1, который представляет собой сварную конструкцию, изображенную на рисунке 2. Корпус включает в себя ребро 1, к которому приварены основание приспособления 2 и пластина 3. В пластину корпуса вкручивается стойка 7 (рис. 1), на которую одевается прижимная планка 5 и устанавливается держатель индикатора 3 при помощи гаек 8.



1 – корпус; 2 – опора; 3 – держатель; 4 – тяга; 5 – планка прижимная;  
6 – винт; 7 – стойка; 8 – гайка

Рисунок 1 – Приспособление для контроля запрессовки пальца  
в верхнюю головку шатуна



1 – ребро; 2 – основание приспособления; 3 – пластина

Рисунок 2 – Корпус приспособления для контроля запрессовки

Нагружение сборки соединения палец – шатун выполняется с помощью тяги 4 и опоры 2, изображенные на рисунке 1.

Опора 2 в свою очередь состоит из подпятника 1, упорного подшипника 3 и гайки с юбкой 2, которая завальцовывается в проточку подпятника 1 (рис. 3.)

Для контроля запрессовки приспособление корпусом 1 устанавливается в тиски слесарного верстака. Шатун в сборе с пальцем и поршнем закрепляется винтами 6 между пластиной 3 корпуса 1 и прижимной планкой 5. Тяга 4 пропускается через отверстие пальца и фиксируется опорой 2. В держатель 3 устанавливается индикатор, ножка которого упирается в тягу 4.

Прикладываемое осевое усилие определяется по моменту затяжки гайки опоры 2. Момент измеряется динамометрическим ключом [5,6].

Связь между прикладываемым крутящим моментом  $M$  и развиваемым осевым усилием  $Q$  определяется по формулам:

$$M = 0.23 Q \times d \text{ Нм};$$

$$Q = 4.35 M / d \text{ Н}$$

где  $d$  – номинальный диаметр резьбы (в нашем случае М14;  $d = 0.014 \text{ м}$ )

Тогда при  $Q = 4 \text{ кН}$  получим  $M = 0.23 \times 4000 \times 0.014 = 12.88 \text{ Нм}$

Перемещение пальца контролируется по перемещению головки тяги 4 индикатором, закрепленном в держателе 3.

Посадка пальца в шатуне будет соответствовать норме, если после прекращения действия динамометрического ключа и возвращении гайки опоры 1 (рис. 1) в первоначальное положение стрелка индикатора возвратится к нулевой отметке. В случае проскальзывания пальца в головке шатуна необходимо заменить шатун.

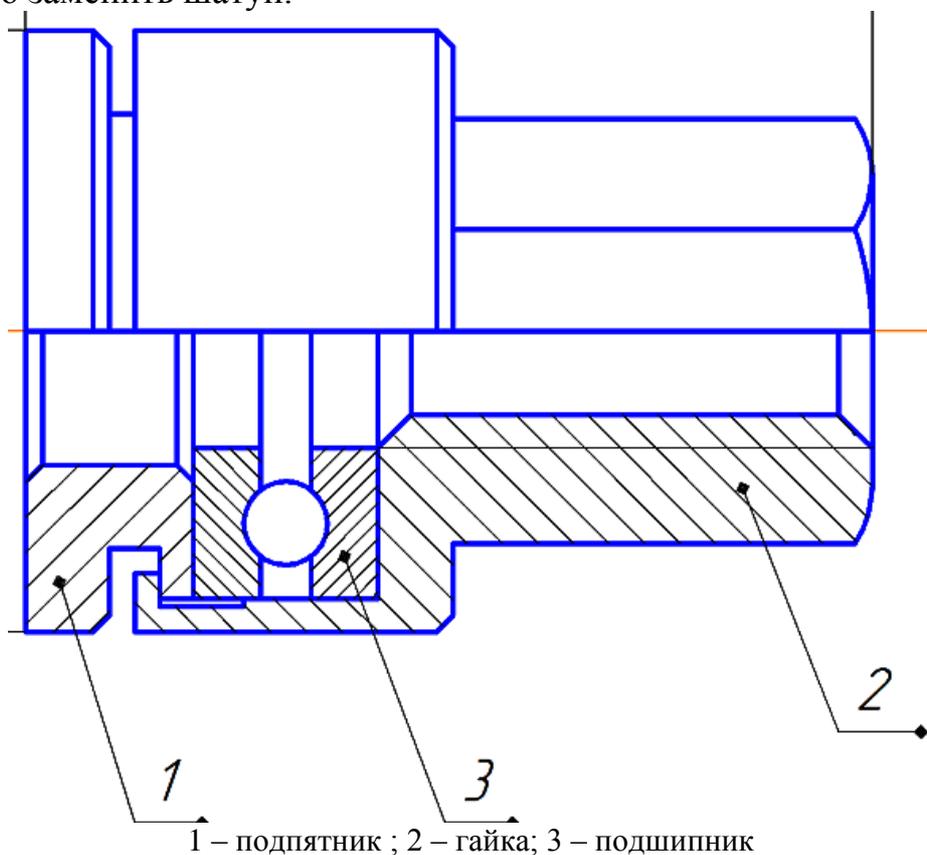


Рисунок 3 – Опора

Стоимость изготовления приспособления сводятся к сумме затрат на приобретение материалов, и затрат на выполнение токарных, фрезерных, слесарных и слесарно-сборочных работ [7,8,9]. Величина капиталовложений, необходимых для изготовления приспособления 25775 рублей. Рассчитанные затраты на изготовления приспособления рассчитаны исходя из стоимости покупки новых материалов. В условиях хозяйства часть материалов может быть использована из имеющегося запаса, а также из элементов списанного оборудования [10]. Поскольку стоимость материалов ниже, можно ожидать снижения подлинной стоимости приспособления на 15-25%.

Из вышеизложенного можно сделать вывод о возможности и целесообразности изготовления и использования в ООО «Городнянское» приспособления для контроля запрессовки поршневых пальцев.

### *Библиографический список*

1. Скобеев, И.Н. Анализ состояния технической оснащённости сельскохозяйственных предприятий Смоленской области/ И.Н. Скобеев, В.Ю. Окунев // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы : Сборник материалов международной науч.-практ. конф. Часть 2. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2015. – С. 284-291.

2. Вернигор, А.В. Определение показателей оценки загруженности системы технического обслуживания и ремонта машин и механизмов сельскохозяйственных организаций и предприятий/ А.В. Вернигор, Н.П. Козлов, А.Л. Болоткин // Сб.: Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения : Материалы XXII науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. 19-20 апреля 2017 г. – С. 92-96.

3. Рековец, А.В. Разработка распределенной системы сбора данных от машинно-тракторных агрегатов/ А.В. Рековец, А.А. Бутылкин // Агробиофизика в органическом сельском хозяйстве : Сборник материалов международной научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки РФ Гордеева Анатолия Михайловича. – Издательство : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия. – 2019. – С. 375-379.

4. Никифоров, А.Г. Сравнение методик оценки эффективности агрегатов на полевых работах/ А.Г. Никифоров, А.В. Алексеев // Современные проблемы агропромышленного комплекса : Сборник материалов национальной науч.-практ. конф. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2018. – С. 64-71.

5. Драбов, В.А. Сетевое планирование загрузки ремонтно-обслуживающей базы сельскохозяйственного предприятия/ В.А. Драбов, О.А. Ходенков // Энергетика, информатика, инновации – 2017 (электроэнергетика, электротехника и теплоэнергетика, математическое моделирование и информационные технологии в производстве) : Сборник трудов VII-ой Международной науч.-техн. конф. В 3 томах. – Смоленск : ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», 2017. – С. 259-264.

6. Сазонова, Е.А. Инновационные развития в мире сельскохозяйственного транспорта/ Е.А. Сазонова, В.Л. Борисова // Сб.: Тенденции повышения конкурентноспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 327-333.

7. Владимиров, С.С. Инженерно-техническое обеспечение агропромышленного комплекса/ С.С. Владимиров, Е.А. Сазонова // Сб.: Приоритетные направления развития сельскохозяйственной науки и практики в АПК : Материалы всероссийской (национальной) науч.-практ. конф.: в 3 т. – пос. Персиановский, 2021. – С. 242-246.

8. Borisova, V.L. Analysis of the critical limits of technogenic territorial resources in the conditions of a modern technopolis/ V.L. Borisova, E.A. Sazonova, S.E. Terentyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – С. 042033.

9. Ермачков, А.М. Влияние комплексообразующего вещества на микротвердость хромовых покрытий/ А.М. Ермачков, А.А. Зюскин // Сб.: Тенденции повышения конкурентноспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. – 2021. – С. 298-301.

10. Туберозова, М.В. Факторы, влияющие на инновационное развитие агропромышленных комплексов/ М.В. Туберозова, Е.А. Сазонова // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2022. – С. 1729-1732.

11. К выбору показателей эффективности при исследовании и совершенствовании системы технической эксплуатации автомобильного транспорта в сельском хозяйстве/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 108. – С. 1058-1071. – EDN TROMIJ

12. Перцев, А. К. Технология правки распределительных валов/ А. К. Перцев, С. А. Грашков, А. А. Струков // Сб.: Современные ресурсоэффективные технологии и технические средства в АПК : Материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., Курск, 31 марта 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 164-166.

13. Королев, А.Е. Влияние качества сборки на работоспособность двигателей/ А.Е. Королев, Е.И. Мамчистова, А.Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2014. - № 4(24). - С. 64-67.

14. Кривова, А.В. Эффект производственного рычага при различном объеме производства в условиях малых ремонтных предприятий/ А.В. Кривова, М.Н. Горохова, Н.Е. Лузгин // Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной науч.-практ. конф., Рязань, 20–23 декабря 2014 года. – Рязань : НП "Голос губернии", 2014. – С. 283-286.

## **ЛАЗЕРНАЯ ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ**

На сегодняшний день широко известны разные способы применения лазеров, они используются для сварки, прошивки отверстий и резки различных материалов, технология лазерной очистки металлов для сельскохозяйственной техники считается новой и нишевой. Она долгое время обширно не применялась на производствах, несмотря на возможность удаления большей части поверхности от загрязнений. [1, 2, 3, 11]

В данной работе мы рассмотрим лазерную очистку поверхности металла для сельскохозяйственной техники. В настоящее время лазеры нашли свое применение для очистки или удаления покрытий. Лазерное оборудование (рис. 1) используется с целью удаления красок с тонких поверхностей металла, очистки поверхности от окислов и других различных загрязнений.[4, 12]



Рисунок 1 – Аппарат foton f100 лазерной очистки

Почему же именно лазерная обработка?

Потребность в неабразивной и чистой обработке металла сельскохозяйственной техники привела к возникновению метода лазерной очистки материала, которая отлично заменяет известные химические и механические абразивные способы очистки металла. На рисунке 2 приведены преимущества лазерной очистки.

Одними из важных проблем других способов обработки металла представляет собой нарушение поверхности подложки, а также отрицательное воздействие на окружающую среду. Механический метод разрушает тонкие поверхности и будет сопровождаться крупными объемами загрязнения, а применение химического метода очистки приносит большой объем жидких отходов, а также присутствуют небезопасные испарения, которые пагубно влияют на организм человека.[5, 6, 13]

Также преимуществами лазерной очистки металла являются:

- 1) Бесконтактная неабразивная процедура очистки
- 2) Отсутствие элементов абразива, а также химических растворителей
- 3) Снижение размеров загрязнений
- 4) Автоматизация
- 5) Безопасность

Недостатков у лазерной чистки металла от ржавчины практически нет. Главным минусом является высокая стоимость аппаратуры. Так как спрос на установки не слишком высок, в розничных магазинах они не встречаются, их выписывают под заказ.

Технология обработки поверхности. Существует 2 технологии удаления коррозии с помощью лазера. Первый и самый распространенный способ – это лазерная абляция, а второй – десорбция.

Абляция подразумевает воздействие импульсного излучения на обрабатываемую поверхность, что приводит к испарению ржавчины. Она приподнимается над уровнем неповрежденного металла в виде плазменного облачка, после чего просто рассасывается.

Десорбция предполагает более мягкую обработку, при которой на ржавчину воздействуют фотонным пучком.

Он позволяет приподнимать коррозию, но не цельной пленкой, а чешуйками. Нагрев осуществляется за один цикл, без фазовых превращений.

Так как десорбция – это щадящий метод чистки, его применяют при работе со сложными рифлеными поверхностями, оснащенными пазами и отверстиями, для очистки изделий с декоративной отделкой.

Для удаления ржавчины толщиной в 50-75 мкр достаточно лазера, мощностью в 106 Вт/кв, с диаметром фотонного пучка не более 100 мкр.

Методика лазерного очищения металла сельскохозяйственной техники опирается на импульсном лазерном излучении, в котором различаются показатели выходной мощности, а также длины волны и параметров импульса. На рисунке 3 приведен пример удаление ржавчины с металлической поверхности. [7, 8, 9].

	Химические продукты	Пескоструйная обработка	Ручная чистка	Лазерная очистка
Нет необходимости в расходных материалах	✗	✗	✗	✓
Сокращение рабочей зоны	✗	✗	✓	✓
Отсутствие ремонта или замены инструментов	✓	✗	✗	✓
Сокращение трудозатрат	✗	✓	✗	✓
Отсутствие абразивных средств очистки	✓	✗	✓	✓
Очистка чувствительных деталей	✓	✗	✗	✓
Точная и селективная очистка	✓	✗	✓	✓
Повторяющийся процесс	✓	✓	✗	✓
Отсутствие отходов для переработки	✗	✗	✓	✓
Низкое энергопотребление	✓	✗	✓	✓

Рисунок 2 – Преимущества лазерной очистки поверхности металла



Рисунок 3 – Пример удаления ржавчины с поверхности

Ультракороткие импульсы (порядком нс или же мкс) с мощностью в млн. Ватт направляются на очищаемую поверхность материала. Действующая сила приводит к разрушению загрязняющего покрытия, доля которого исчезает, а часть рассеивается в виде небольших фракций. Данная процедура продолжается до получения нужного результата очистки поверхности. Лазерное излучение поглощается и не проходит глубже, чем через органические материалами, например: лакокрасочные, резинотехнические изделия или изоляционные материалы. Металлические поверхности, например:

колесный диск, медный провод и др., отражают лазерное излучение, и, следовательно, на металл не оказываются механические, химические и тепловые воздействия.[10, 14, 15]

Глубина очищения поверхности с помощью лазерного излучения может быть сделана с точностью до 5–10 мкм, что допускает частичное удаление покрытий. Данный способ немаловажен, если необходимо очистить, к примеру, изоляционный слой, без разрушения поверхности металла.

Лазерная очистка – является очень быстрым и качественным способом удаления коррозионных образований на поверхности сельскохозяйственной техники. Одним из минусов такой очистки является ее стоимость, не каждое сельскохозяйственное предприятие сможет себе позволить покупку данного оборудования.

### *Библиографический список*

1. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Межвузовский сборник научных трудов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 537-548. – EDN XNYJOX.

2. Ушанев, А. И. Теоретическое обоснование и экспериментальная оценка степени разрушения покрытия поверхности металл технических конструкций при разном слое грунтовки/ А. И. Ушанев, С. Г. Малюгин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 190-193. – EDN UFFCII.

3. Пат. РФ № 163701. Пистолет-распылитель / Киселев И.А. [и др.]. – Оpubл. 10.08.2016. – EDN MEEVRQ.

4. Волченкова, В. А. Оценка размера капель наносимого материала на поверхность сельскохозяйственной техники/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 236-241. – EDN YFVIXI.

5. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPYT.

6. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовки на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.

7. Современные технологии и материалы для защиты металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, А. М. Кравченко, Г. А. Борисов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 142-147. – EDN JMWPWI.

8. Ushanev, A. I. Pilot installation for applying protective coating on the surface of the agricultural equipment/ A. I. Ushanev, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012049. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012049. – EDN VRNHRB.

9. Ушанев, А. И. Анализ оборудования для нанесения защитных материалов на сельскохозяйственную технику/ А. И. Ушанев, Д. И. Косоруков, Г. А. Бобырев // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 444-447. – EDN RNXTLC.

10. Сравнительный анализ показателей разработанной установки и существующих устройств для очистки наружных поверхностей дорожностроительной техники/ С. Г. Малюгин, А. С. Попов, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4(20). – С. 106-107. – EDN RTVFDT.

11. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики/ И. А. Успенский, И. В. Фадеев, А. И. Ушанев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101. – DOI 10.36508/RSATU.2020.24.10.015. – EDN WOTCFN.

12. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с. – EDN QQCFQX.

13. Виды установок и способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев [и др.] // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие

агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной науч.-практ. конф. Том Часть III. – Рязань: РГАТУ, 2019. – С. 401-406. – EDN LOCMYX.

14. Influence of the droplet size on the uniformity of the distribution of protective material over the surface of agricultural machinery/ A. I. Ushanev, I. A. Uspenskiy, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012048. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012048. – EDN FUPHFZ.

15. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 16 с. – EDN WCOMQO.

16. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования/ И. В. Зарубин, М. Б. Латышенок, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения – 2010 : Материалы Международной науч.-практ. конф. в 3-х томах, Саратов, 25–26 ноября 2010 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2010. – С. 299-300. – EDN WSQVSJ.

17. Сазонов, Е. В. Комплексная лазерная наплавка/ Е. В. Сазонов, М. Е. Куликов, С. А. Грашков // Электроэнергетика сегодня и завтра : Сборник научных статей Международной науч.-техн. конф., Курск, 30 марта 2022 года / Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2022. – С. 142-147.

18. Технологии сервиса сельскохозяйственной техники/ А.В. Вернигор, А.Г. Никифоров, В.А. Драбов [и др.] // Тенденции повышения конкурентоспособности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса, Смоленск, 17 ноября 2021 года. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2021. – С. 289-293.

19. Устройство для очистки сельскохозяйственных машин с использованием энергии вращающейся жидкостной струи/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова и др. // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 3 (31). – С. 77-80.

20. Сравнение эффективности фрагментации ДНК в комплексах с разными красителями при воздействии лазерного излучения с различными параметрами/ В. М. Пащенко, И. И. Садовая, М. Ю. Афанасьев, Т. О. Мишина, С. О. Фатьянов // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. – 2021. – С. 219-224.

## **ХРАНЕНИЕ И ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В МЕЖЭКСПЛУАТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД**

При правильном процессе сохранения техники, обеспечивается ее долговременная эксплуатация, предупреждается ее выход из строя и также уменьшаются расходы на ремонтные и плановые технические работы.[1, 2, 11]

Процесс хранения техники включает в себя ряд этапов:

- а) выбираются и подготавливаются места, в которых будет храниться техника;
- б) техника подготавливается и ставится на место хранения;
- в) при хранении технику контролируют и производят необходимые технические работы;
- г) техника снимается с мест хранения;
- д) при процессе хранения техники обеспечивается ее сохранность с проведением противопожарных мер.

Есть 3 главных метода, которые позволяют сохранить технику и ее запчасти. Их обозначают закрытым, открытым, а также комбинированным методами. Выбор метода зависит от конструкции техники, природных условий, факта наличия необходимых для хранения помещений или площади. Каждый из методов характеризуется отдельными работами при подготовке техники к сохранению, во время сохранения и когда техника снимается с сохранения.

Подготовительные работы на краткое хранение техники необходимо осуществлять после того как закончились работы на технике, если техника ставится на хранение на продолжительный срок, то подготовка должна производиться не позже десяти дней с того времени как техника закончила работать. Сельскохозяйственную технику, которая вносит удобрения и распыляет ядохимикаты необходимо подготавливать на хранение непосредственно после того как она закончила работать.[3, 4, 12, 13]

Перед тем как ставить технику на сохранение, необходимо проверить в каком техническом состоянии она находится, и провести плановое техобслуживание. Техника обязана храниться в соответствии со своим видом и маркой, она должна храниться с соблюдением установленного интервала, который необходим для того чтобы осуществлять профилактические работы. Машины должны храниться интервалом по одному ряду не меньше семидесяти сантиметров, от одного ряда до другого должно быть не меньше чем шесть метров.

Если машину ставят на хранение на короткий срок, то обычно она ставится целиком и ее не снимают основные узлы и агрегаты. Машины допускается хранить на площадках, где непосредственно работает бригада, на ферме или же на основной сельскохозяйственной усадьбе. Кроме того, технику

могут хранить в ремонтной мастерской во время, когда с ней производятся ремонтные работы или же после того как они закончились.[5, 6, 14]

Перед тем как ставить машину на сохранение, необходимо провести техобслуживание. Следует полностью заправить машину. Зимой обязательно сливается вода из охладительной системы. Если храниться машина, у которой есть пневматические колеса на период до десяти дней, то необходимо немного увеличить давление в колесах сверх установленного. Если машина храниться больше чем десять дней, то она должна храниться на подставках со снижением давления в колесах на восемьдесят процентов от установленного.

Если машина стоит на подставках, то их величина должна быть не меньше чем десять сантиметров, а колеса необходимо обработать специальным средством, препятствующему разложению.[7, 8, 15]

Каждое отверстие или щель, в которые может попасть вода или снег необходимо закрыть для чего используются соответствующие крышки, заглушки или пробки. Для уборочной техники необходимо снятие полотняных транспортеров. Продолжительное хранение предполагает проведение ряда работ:

1) техобслуживание техники, в которое входит ее чистка и мойка, меняется масло и смазываются все подшипники;

2) с машины снимаются определенные агрегаты и узлы, их хранят на специализированном складе;

3) на машине закрываются все щели и отверстия, герметизируется ее корпус, картер и все блоки для недопущения попадания в них пыли и влаги;

4) машину ставят на специальные подставки в установленном для нее месте, где она должна храниться;

5) специальной смазкой смазывается каждая деталь машины (при консервации), подкрашиваются места, на которых повреждена краска или лак.

Все детали из резины или текстиля необходимо хранить в темном помещении с отоплением и вентиляцией, отдельно от химических и нефтесодержащих веществ. Аккумуляторы хранят на складах с прохладной температурой с наличием вентиляции приточно-вытяжного типа. Металлические, деревянные и текстильные агрегаты и запчасти необходимо хранить в сухом складе с вентиляцией .

То, насколько правильно сохраняются машины, стоящие на открытом воздухе в специальных местах под навесом необходимо проверять ежемесячно, если же прошел дождь, сильный снег или ветер, то проверка должна проводиться сразу же. Если машины хранятся в закрытом месте, то проверка производится раз в 2 месяца.

Когда производится проверка техники, то следует ее осмотреть снаружи, проверить, правильно ли она установлена, насколько она устойчива, есть какие-либо перекосы и не прогибаются ли детали, имеющие большую длину. Проверяется наличие всех узлов и агрегатов, также колеса проверяются на величину давления в них, проверяется, есть ли течь масла, насколько надежно загерметизированы все отверстия и щели, в каком состоянии находятся покрытия против коррозии. Теперь детальнее рассмотрим то, каким образом

осуществляется защита сельскохозяйственной техники от коррозии, когда она подготавливается на хранение.[9]

Для этого пользуются различными пластичными смазками, консервационными маслами, защитными восковыми дисперсиями, ингибированными составами из нефти, образующими пленку, составами на основе битума и бензина, ингибиторами, растворяемыми в масле, присадками против коррозии.

Выбирать материалы для консервации техники следует на основе определенных критериев. Необходимо учитывать насколько коррозионно агрессивной является окружающая среда, каким способом осуществляется хранение техники, в каком состоянии находится поверхность, на которую наносится защита. Также учитывается технология нанесения защиты и необходимость расконсервирования техники. Пластические смазки механически изолируют деталь от агрессивной среды. Таким материалом, например, является пушечная водостойкая консервационная смазка (сокращенно ПВК). Она очень устойчива к воде, у нее большое сопротивление к окислительным процессам и она мало испаряется. Защитное действие продолжается примерно полтора года.[10]

Консервационное масло позволяет на долгий срок защищать от появления ржавчины металлические изделия или листы из металла, которые хранятся при жестких погодных или складских условиях. «Маякор» прекрасно вытесняет воду, с его помощью при консервации можно не подготавливать поверхность, действие масла – один год. Водно-восковая защитная смазка «Герон» является церезиновой водной дисперсией, в которую добавляются ПАВ и ингибиторы, препятствующие появлению ржавчины. При помощи этого средства производится антикоррозионная защита узлов и агрегатов российской и зарубежной сельскохозяйственной техники, которая находится в работе или на хранении на продолжительный срок.

В ходе работы было проведено исследование технологии консервации и хранения машин на сельскохозяйственном предприятии. Основные способы хранения машин и их деталей: закрытый, открытый и комбинированный. Подготовка к кратковременному хранению машин должна проводиться после окончания работ, а к длительному хранению – не позднее 10 дней с момента окончания работ. Перед постановкой на хранение проверяют техническое состояние машины и проводят очередное техническое обслуживание рядами – не менее 6 м. Ремонтный фонд и отремонтированные машины следует хранить отдельно. Проведенный анализ консервационных материалов для противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники позволил установить, что при всем многообразии применение данных составов для защиты стыковых и сварных соединений деталей машин малоэффективно. Это обусловлено, в первую очередь, тем, что процесс коррозии протекает внутри соединений, а защите подвергаются только их наружные поверхности.

### *Библиографический список*

1. Грунтовка как консервационное покрытие сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, Н. В. Бышов, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Межвузовский сборник научных трудов. – Саранск : Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2017. – С. 537-548. – EDN XNYJOX.
2. Ушанев, А. И. Теоретическое обоснование и экспериментальная оценка степени разрушения покрытия поверхности металл технических конструкций при разном слое грунтовки/ А. И. Ушанев, С. Г. Малюгин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 190-193. – EDN UFFCIJ.
3. Пат. РФ № 163701. Пистолет-распылитель / Киселев И.А. [и др.]. – Оpubл. 10.08.2016. – EDN MEEVRQ.
4. Волченкова, В. А. Оценка размера капель наносимого материала на поверхность сельскохозяйственной техники/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 236-241. – EDN YFVIXI.
5. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPUT.
6. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовки на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.
7. Современные технологии и материалы для защиты металлических и неметаллических поверхностей сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, А. М. Кравченко, Г. А. Борисов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 3(43). – С. 142-147. – EDN JMWPWI.
8. Ushanev, A. I. Pilot installation for applying protective coating on the surface of the agricultural equipment/ A. I. Ushanev, I. A. Uspensky, I. A. Yukhin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012049. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012049. – EDN VRHHRB.

9. Ушанев, А. И. Анализ оборудования для нанесения защитных материалов на сельскохозяйственную технику/ А. И. Ушанев, Д. И. Косоруков, Г. А. Бобырев // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной научно-практической конференции, Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 444-447. – EDN RNXTLC.

10. Сравнительный анализ показателей разработанной установки и существующих устройств для очистки наружных поверхностей дорожностроительной техники/ С. Г. Малюгин, А. С. Попов, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4(20). – С. 106-107. – EDN RTVFDT.

11. Улучшение защитных свойств противокоррозионной мастики/ И. А. Успенский, И. В. Фадеев, А. И. Ушанев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 2(46). – С. 96-101. – DOI 10.36508/RSATU.2020.24.10.015. – EDN WOTCFN.

12. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 134 с. – EDN QQCFQX.

13. Виды установок и способов нанесения защитных покрытий на поверхность сельскохозяйственной техники/ А. И. Ушанев, Н. Н. Колчин, А. А. Симдянкин [и др.] // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 23 мая 2019 года. Том Часть III. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 401-406. – EDN LOCMYX.

14. Influence of the droplet size on the uniformity of the distribution of protective material over the surface of agricultural machinery/ A. I. Ushanev, I. A. Uspenskiy, I. A. Yukhin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Stavropol, 21–22 октября 2019 года. Vol. 488. – Stavropol, 2020. – P. 012048. – DOI 10.1088/1755-1315/488/1/012048. – EDN FUPHFZ.

15. Ушанев, А. И. Обоснование параметров установки гидравлического нанесения защитного покрытия сельскохозяйственной техники : специальность 05.20.03 "Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук/ Ушанев Александр Игоревич. – Рязань, 2018. – 16 с. – EDN WCOMQO.

16. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования/ И. В. Зарубин, М. Б. Латышенок, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения – 2010 : Материалы Международной науч.-практ. конф. в 3-х томах, Саратов, 25–26 ноября 2010 года. – Саратов : Общество с ограниченной ответственностью Издательство «КУБиК», 2010. – С. 299-300. – EDN WSQVSJ.
17. Диагностика технического состояния фильтрующего элемента гидросистемы/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, В. В. Акимов [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2017. – № 1(33). – С. 63-68. – EDN YTORHN.
18. Сазонов, Е. В. К понятию «экологическая безопасность»/ Е. В. Сазонов, М. Е. Пахомов, С. А. Грашков // Юность и знания – гарантия успеха – 2022 : Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции : в 3 т., Курск, 15–16 сентября 2022 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 185-189.
19. Пат. РФ № 95285. Плужный лемех (лемех конструкции Брянской ГСХА) / Михальченков А.М., Будко С.И., Кожухова Н.Ю., Анисин А.Н. – № 2010105296/22; заявл. 15.02.2010.
20. Использование метода случайных последовательностей при техническом сервисе сельскохозяйственной техники/ А.В. Вернигор, А.Г. Никифоров, В.А. Драбов [и др.] // Цифровые технологии – основа современного развития АПК : Сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 10 ноября 2020 года. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 284-287.
21. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии/ С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.
22. Polikarpova, E.P. The method of charging on indirect costs and recognizing them as costs of the period in a long production cycle/ E.P. Polikarpova, I.E. Mizikovskiy // Custos e @gronegocio on line. – 2019. - v.15. - n.4. - p.2-17.
23. Романова, Л. В. Инновации и перспективы развития сельскохозяйственной техники в РФ/ Л. В. Романова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей V Международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 28–29 октября 2021 года. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 56-60.

## СЕКЦИЯ 2. СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ГИДРОМЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ

УДК 627.81

*Бабенко В.А. студент,  
Сухарев Д.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО КубГАУ, г. Краснодар, РФ*

### ЭКСПЛУАТАЦИЯ КРЮКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Крюковское водохранилище располагается на левобережной пойме нижнего течения р. Кубани, в восточной части Закубанского массива, на территории бывшего Крюковского лимана, располагавшегося у южной окраины сел Михайловское, Ананьевское и ст. Львовской Северского района Краснодарского края. Крюковское водохранилище аккумулирует сток восьми рек и ручьев, из которых пять впадают непосредственно в водохранилище (рр. Песчанка, Иль, Дубровина, Бугай и Эйбза), а сток рек Ахтырь, Бугундырь и Хабль, стекающих на земли западнее Крюковского водохранилища, перехватывается искусственным нагорным каналом и направляется в водохранилище. Густота речной сети этой зоны колеблется в пределах 0,41-1,28 км/км<sup>2</sup> [1].

Крюковское водохранилище является водным объектом рыбохозяйственного значения. Ввод в эксплуатацию – 1972 год, начало заполнения водохранилища – весна 1973 года, класс капитальности – IV класс. Пропускная способность водосбросного сооружения Крюковского сбросного (соединительного) канала – 75 м<sup>3</sup>/с, подвешенная площадь орошения - 10,0 тыс. га [4]. Гидрологическая характеристика Крюковского водохранилища Крюковское водохранилище с входящими в его комплекс сооружениями, расположено в Северо-Западной части Северского района. Площадь водосборного бассейна Крюковского водохранилища составляет 966 км<sup>2</sup>. Наполняется водохранилище стоком рек – Песчанка, Иль, Бугай, Эйбза (Зыбза, Азипс), Хабль (Сухой Хабль), Ахтырь и Бугундырь, причем сток последних трех рек транспортируется в водохранилище посредством нагорного канала [2].

Водоохранилище имеет длину 8 км и среднюю глубину 5,7 м [5]. Водоохранилище построено за счет обвалования бывших плавневых земель и предназначено для:

— регулирования паводкового стока 8 горных рек восточной группы Закубанского массива, имеющих неравномерное распределение годового стока по месяцам, и предотвращение затопления их паводковыми водами 17,7 тыс. га земель с населенными пунктами и производственными предприятиями;

— аккумуляции воды для полива риса и других с/х культур Крюковской оросительной системы на площади 997 га и 1068 га Афипиской оросительной системы Северского района и около 6000 га Абинского района;

— отвода паводковых вод через Крюковский сбросной канал в Варнавинское водохранилище.

В комплекс объектов Крюковского водохранилища входят:

— сбросное сооружение Крюковский сбросной канал (КСК);

— головное водозаборное сооружение на Крюковскую оросительную систему;

— оросительная Н. С. № 4;

— дренажная Н.С. № 3;

— 3-х очковое заградительное сооружение на реке Песчанке ПК57+12.

Водоподпорным сооружением являются водооградительные дамбы общей длиной 23,4 м, в том числе:

— Западная дамба – 3 км;

— Северная – 11,7 км;

— Юго-восточная – 8,7 км.

Действующие правила Крюковского водохранилища утверждены приказом №348 от 21.06.1984 года Минводхоза РСФСР.

Таблица 1 – Основные параметры Крюковского водохранилища

Параметры	Отметки уровня воды, м	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	Объем воды, млн.м <sup>3</sup>
МПУ	16,50	45,8	203,0
НПУ	14,10	40,2	111,0
УМО	11,35	21,0	10,0

В настоящее время в связи с аварийным состоянием Северной дамбы, водохранилище выведено из эксплуатации с 2017 года и переведено на транзитный сброс паводковых вод до окончания работ по его реконструкции. Гидрологические и метеорологические наблюдения на Крюковском водохранилище.

В целях изучения гидрометеорологического режима и условий работы Крюковского водохранилища ведутся наблюдения за уровнем воды на балансовом посту Сбросного сооружения КСК. Гидрологический режим рек, впадающих в Крюковское водохранилище, характеризуется крайне неравномерным распределением стока в течение года [3].

Анализ динамики показателей, характеризующих водохозяйственную обстановку в Крюковском водохранилище за последние 5 лет (2017-2021 гг.) показывает, что приток за указанный период в среднем составляет 4,64 м<sup>3</sup>/с, с максимальным значением в 2018 году – 10,37 м<sup>3</sup>/с (+5,73 м<sup>3</sup>/с к среднему значению), минимальным - в 2020 году – 0,28 м<sup>3</sup>/с (-4,36 м<sup>3</sup>/с к среднему значению). Среднегодовой объем воды в Крюковском водохранилище за указанный период наблюдался в пределах 15,3 млн. м<sup>3</sup> с максимальным значением в 2021 году 26,8 млн. м<sup>3</sup> (+11,49 млн. м<sup>3</sup> к среднему значению), минимальным - в 2020 году 0,72 млн. м<sup>3</sup> (- 14,58 млн. м<sup>3</sup> к среднему значению). На рисунке 5 представлен совмещенный график объемов воды в Крюковском водохранилище в 2021 году.



Рисунок 1 – Динамика среднегодового притока и объема воды в Крюковском водохранилище, 2017-2021 гг

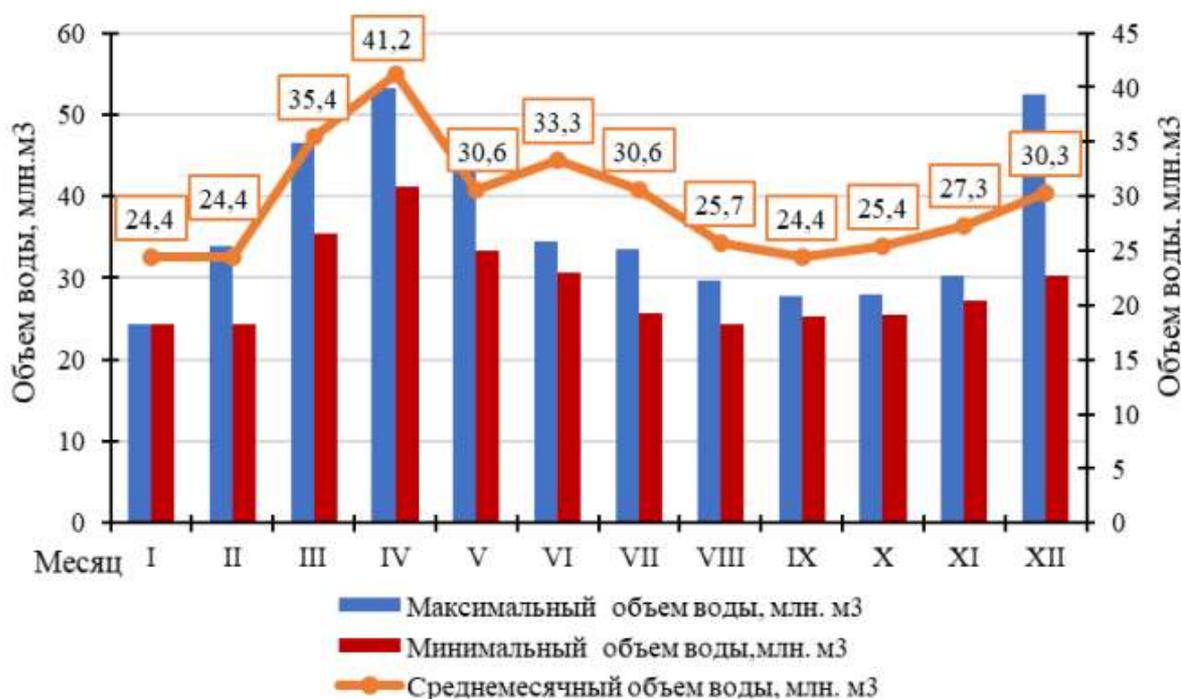


Рисунок 2 – Совмещенный график объемов воды в Крюковском водохранилище в 2021 г.

Анализ представленных данных показывает, что максимальный объем воды в Крюковском водохранилище более 50,0 млн. м³ наблюдался в апреле 2021 года и в декабре 2021 года с максимальным объемом порядка 40,0 млн. м<sup>3</sup>, что связано с паводкоопасной ситуацией. В течение года, кроме паводкоопасных периодов, сохранялся транзитный режим водохранилища.

### *Библиографический список*

1. Дейнега, Д.О. Пути повышения эффективности использования земельных и водных ресурсов/ Д.О. Дейнега, И.А. Приходько // Инновационные решения социальных, экономических и технологических проблем современного общества : Сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием. – Москва, 2021. – С. 19-22.
2. Прокопьев, В.Ю. Обоснование конструкции гидротехнического сооружения добычи воды/ В.Ю. Прокопьев, А.Е. Хаджиди, Д.В. Болотов // Сб.: Мелиорация и водное хозяйство : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. (Шумаковские чтения) с международным участием, посвященной 130-летию со дня рождения академика Б. А. Шумакова, в 2-х частях. – 2019. – С. 202-206.
3. Платунов, Г.Ю. Обзор машин для засыпки траншей/ Г.Ю. Платунов, Д.В. Сухарев // Наука и молодёжь : Сборник научных трудов. – Новочеркасск, 2020. – С. 81-85.
4. Приходько, И.А. Разработка эколого-адаптивного комплекса технологических операций для оптимизации управленческих решений/ И.А. Приходько, Т.И. Сафронова, И.С. Бугун // Экология речных ландшафтов : Сборник статей по материалам IV Международной научной экологической конференции. – Краснодар, 2020. – С. 151-157.
5. Ухинов, Д.М. Вспомогательные строительные сооружения/ Д.М. Ухинов, Н.А. Суворова // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конференции. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – 2020. – С. 413-417.
6. Гидротехническое сооружение – дамба/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.
7. Гидротехнические сооружения: виды и классификация/ И.В. Шерemet, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2019. - С. 365-369.
8. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела/ В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск, 2018.
9. Дубасова, В.А. Экологический мониторинг состояния водных ресурсов бассейна р. Днепр/ В.А. Дубасова, Г.А. Потехин // Проблемы и перспективы развития АПК и сельских территорий : Сборник материалов международной научной конференции. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. – С. 60-64.

10. Пертли, К.В. Ракообразные как биоиндикаторы загрязнения водных объектов Скопинского района Рязанской области/ К.В. Пертли, Г.В. Уливанова // Сб.: Научные приоритеты современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 18 марта 2021 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 200-206.

11. Туркин, В.Н. Эколого-технологические аспекты выбора систем водоотведения и канализации для предприятий/ В.Н. Туркин, Д.О. Коротаев // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. - С. 126-129.

**УДК 626.8**

*Крюнчакина А.Д., студент,  
Чесноков Р.А., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ ПЛОТИН ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ**

В годы перестройки (сер. 1980-х гг. – 1991) большое количество гидротехнических сооружений оказалось в бесхозном состоянии. За ними перестали следить, проводить технический осмотр и требуемый ремонт. На данный момент большинству ГТС уже более 50 лет, и многие из них находятся в аварийном или предаварийном состоянии. Основным источником разрушения гидротехнических сооружений и их элементов служит вода, оказывая на конструкцию физическое, механическое, биологическое и химическое воздействие.

Одним из видов гидротехнических сооружений [1, 2] является плотина, используемая для поднятия и сосредоточения воды в водохранилищах для дальнейшего использования в различных целях, например, мелиоративных – орошение сельскохозяйственных полей. Состоят плотины могут из различных материалов: грунтовые, бетонные, металлические, тканевые, деревянные, железобетонные, габионные, и каждый из этих материалов может быть разрушен с помощью водных воздействий.

В наше время уже придумали большое количество современных [2, 3], инновационных материалов и технологий ремонта, но, чтобы подобрать тот или иной вариант капитального ремонта, требуется проводить сложные и многофакторные анализы и расчеты, зависящие от множества условий и «подводных камней».

Есть несколько факторов, которые требуется учитывать при ремонте плотины:

- условия эксплуатации всего сооружения и отдельных элементов (зона расположения конструкции, подверженность ударным и динамическим

нагрузкам, величина кавитационного воздействия, агрессивность среды);

- расположение гидротехнического сооружения в плане допустимости к конструкции;

- определение причины и степень разрушение, и как это влияет на несущую способность конструкции. В дальнейшем от этого определится тип ремонта, с затрагиванием конструктивных элементов или нет;

- принимается во внимание время года и срок строительства, потому что на некоторых плотинах есть ограничение по времени эксплуатации;

- при выборе материала следует учитывать их характеристики (морозостойкость, сульфатостойкость, водонепроницаемость, прочность, стойкость к истиранию).



Рисунок 1 – Разрушенная плотина

В основном до 1930-х годов плотины были либо земляные, либо деревянные. В дальнейшем деревянные плотины начали разрушаться и гнить, так как больше всего подвержены разрушениям с помощью воды.

Но земляные плотины [4, 5] остались и по сей день. В основном само тело сооружения не подвергается разрушениям, но его основные элементы да. Для восстановления сооружения проводят капитальный ремонт, где выполняется устранение неисправностей с заменой или ремонтом любых частей плотины.

Основные ремонтные работы на земляных плотинах связаны с креплением верхних откосов, устранением нарушений в работе дренажей, обустройство гребней плотин, восстановление водосбросных сооружений.

Крепление верхних откосов [5, 6, 7] состоит из нескольких элементов: защитное крепление, подготовка под крепление, дренаж, обратные фильтры, защитный слой. Иногда те или иные элементы могут не применяться, в зависимости от структуры гидротехнического сооружения.

Вид крепления устанавливают исходя из технико-экономической оценки вариантов с учетом максимального использования средств механизации и местных материалов, характера грунта тела плотины и основания, агрессивности воды, долговечности крепления в условиях эксплуатации, архитектурных требований.

Для восстановления или сохранения верхних откосов применяются: каменные (насыпные); бетонные монолитные, железобетонные сборные и монолитные с обычной и предварительно напряженной арматурой; асфальтобетонные; биологические виды креплений.

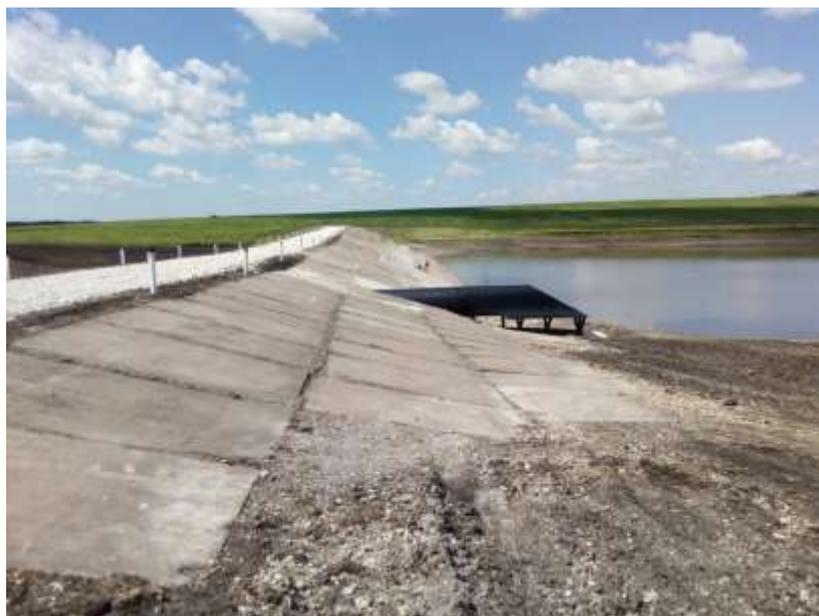


Рисунок 2 – Земляная плотина, укрепленная бетонными плитами.

Дренажные системы имеют [8, 9] следующие виды разрушений: повреждение дренажа грунтовых плотин; повышение кривой депрессии с выклиниванием ее на поверхность низового откоса; нарушение работы обратных фильтров, уложенных на дне и откосах каналов; выход из строя дренажных скважин; заиливание дренажных систем и т. д.

При ремонтных работах дренажа нужно учитывать следующие мероприятия:

- нужно поддерживать хорошее состояние фильтров водопонизительной установки и круглосуточный водоотлив, т.к. из-за плохой работы дренажной системы может подняться депрессионная кривая, и откос обрушится в котлован;

- при ремонте соблюдать стыковки старых и новых слоев обратного фильтра;

- требуется тщательно заколачивать щели с помощью заглушек в верхнем и нижнем по течению смотровых колодцах на трубах.

Следующий элемент разрушения [10, 11] – это гребень плотины, чаще всего, по нему проходит автотранспорт. Все работы по гребню связаны с восстановлением и улучшением дороги, искусственных сооружений и откосов

насыпи. Шириной гребня равна ширине дороге, которая берётся по нормативно-технической документации согласно категории.

При ремонте дороги по гребню следует соблюдать следующие условия:

- тип дорожного покрытия выбирается из учётов интенсивности и категории дороги;
- нужно соблюдать продольные и поперечные уклоны по проезжей части, обочины и откосам;
- для соблюдения безопасности требуется устанавливать либо сигнальные столбики, либо ограждения (перильные или барьерные) в зависимости от ситуации;
- для крепления откосов насыпи следует применять: бетонные и железобетонные (сборные и монолитные) плиты, асфальтобетон и водопроницаемые покрытия (каменная наброска, мостовая, иногда из гравийно-галечниковых грунтов);
- при сопряжения основного и облегченного крепления требуется применять упор, который может предупредить возможность сдвига основного крепления по откосу и предохранить концевую часть покрытия от подмыва при воздействии волн.

Искусственные сооружения, подлежащие ремонту в насыпных плотинах, это водосливные, глубинные и донные водосбросы. В зависимости от рельефа местности, инженерно-геологических условий берегов, величины сработки водохранилища и сбросного расхода воды, состава сооружений в гидроузле, водосбросы могут быть поверхностные (открытые и закрытые) и глубинные (трубчатые и туннельные).

Поверхностные водосбросы состоят из подводящего канала, водосливно-порога, сбросного канала, сопрягающего сооружения (быстротока или перепада) и отводящего канала за ним. При проектировании и ремонте следует учитывать:

- сопряжение между водосливно-порогом и сбросной частью обходного канала должно быть плавное;
- для хорошего сопряжения требуется использовать быстротоки – железобетонные массивные лотки больших уклонов, которые прокладываются по поверхности;
- в конце сооружения устраиваются гасители энергии водного потока;
- укрепление русла отводящего канала.

Глубинные водосбросы устраивают в виде [11] труб в теле плотин или в виде туннеля, расположенного в одном из берегов.

При ремонте и проектировании требуется учитывать:

- использовать специальные затворы (дисковые, т. с. тарельчатые, шаровые, игольчатые) и механизмы для их управления;
- трубопроводы выполнять из железобетонных труб, укладывая с небольшим уклоном и защищать гидроизоляцией;
- у трубчатых водоспусков используются плоские щиты или задвижка, для затвора трубы;
- перед трубой устраивается раструб, для плавного перехода водного

потока;

- создавать подобные устройства и укреплять речное русло.

В данной статье мы разобрали основные виды технологий ремонта плотины и его элементов, и следует обратить внимание, что в настоящий момент ведутся большие работы по восстановлению мелиоративных гидротехнических сооружений. Россия не стоит на месте и выходит на новый уровень и требует инновационных, обновленных и высококачественных технологий по развитию сельскохозяйственного и промышленного хозяйства.

### ***Библиографический список***

1. Понятовский, В.В. Техническая эксплуатация гидротехнических сооружений и других объектов порта [Текст]: учебник/ В.В. Понятовский. – М. : Москва, 2011.- 668 с.

2. Ляпичев, Ю.П. Гидротехнические сооружения [Текст]: учебник/ Ю.П. Ляпичев, Н.К. Пономарев. – М. : РУДН, 2008. – 456 с.

3. Федеральный закон Российской Федерации № 117-ФЗ “О безопасности гидротехнических сооружений”. Принят Гос. Думой 23.06.97 г. Оpubл. 21.07.97 г.

4. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. - 576 с.

5. Волков, В.И. Проектирование сооружений гидроузла с грунтовой плотинной. Учебное пособие/ В.И. Волков, А.Г. Журавлёва, О.Н. Черных. – Москва, 2007.

6. Гидрологические и инженерно-геологические наблюдения при строительстве и эксплуатации гидромелиоративных систем/ О.П. Гаврилина [и др.]. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 27-31.

7. Гидротехнические сооружения и требования, предъявляемые к ним. /Гаврилина О.П., Колошеин Д.В., Ткач Т.С., Гаврикова Е.Ю., Ашарина А.М. // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса. Материалы Национальной научно-практической конференции. 2020. С. 86-89.

8. Гидротехнические сооружения: виды и классификация/ И.В. Шеремет, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса: Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2019. - С. 365-369.

9. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

10. Совершенствование гидромелиоративных машин с автоматизацией

процесса полива/ А.А. Ахтямов, А.И. Рязанцев, О.П. Гаврилина и др. // Вестник РГАТУ. - 2019. - № 3. - С. 64-68.

11. Гидротехническое сооружение – дамба/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.

12. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела / В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск, 2018.

13. Нефедова, С.А. Экологические и рыбоводно-хозяйственные аспекты подращивания личинок Черного Амура в системах с замкнутым циркулирующим водоснабжением/ С.А. Нефедова, А.А. Коровушкин, Ю.В. Якунин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 3(47). – С. 32-35. – DOI 10.36508/RSATU.2020.36.48.006.

14. Современные перспективы использования преобразователей частоты в системах водоснабжения/ В.Н. Туркин, Г.Р. Ипатьева, Е.В. Росликова, К.В. Юшкина // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2017. - С. 344-350.

**УДК 631.234:624.94**

*Виноградов А.Ю., студент,  
Бачурин А.Н., к.т.н., доцент,  
Корнюшин В.М., инженер-магистр  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛИЦ ДЛЯ ДАЧНЫХ УЧАСТКОВ**

В данной статье сделан обзор с последующим анализом достоинств и недостатков существующих конструкционных решений теплиц небольшого размера для дачных участков.

Овощеводству защищённого грунта на дачных участках принадлежит приоритетная роль в обеспечении населения свежими овощами, так как собранные на них урожаи способствуют снижению востребованности в использовании высокотехнологических методов производства овощей, требующих огромных вложений. Во многих странах мира эта отрасль занимает ведущее место. По прогнозам специалистов, в развитых странах растениеводство будет переходить на технологии выращивания большинства сельскохозяйственных культур в защищённом грунте.

При этом использование систем, которые используются в крупных агропромышленных комплексах (АПК), нерентабельно по причине дороговизны средств управления и нерентабельно способности (некупаемости) при мелком производстве. На основании этого для дачных участков мы можем воспользоваться изменением конструкции теплицы в

сторону упрощения для получения эффективного регулирования и поддержания микроклимата, не прибегая к сложным и дорогостоящим методам крупных АПК [1, 2].

Рассмотрим общее строение теплиц для малоразмерных частных хозяйств, с общей площадью от 6 до 10 соток (0,06 – 0,1 га), выделим основные их преимущества, недостатки и разберем особенности конструкции.

**Теплицы пирамидной формы** изображены на рисунке 1. Под буквой А находится теплица в форме гексогональной пирамиды, бывают так же обычной пирамидной формы. Этот вид используется в основном дачниками для получения максимальной урожайности с квадратного метра.

Преимущества: малые габариты и малая стоимость возведения теплицы; возможность малых затраты энергии на обогрев и полив; относительная большая урожайность на 1 метр квадратный; возможность проветривания теплицы полностью.

Недостатки: высокая требовательность к проветриванию; невозможность использование теплицы зимой по причине равномерного скапливания снега вокруг неё; высокая вероятность повреждения при использовании ветром и ветками; теплицы имеют много опор, которые соединяются в звезду и крепятся в землю под углом  $45^\circ$  [3, 4].

На рисунке 1 под буквами В, С и D показан **пристенный или односкатный вид теплиц**. В основном такие теплицы являются пристройкой к другому сооружению, а так же могут быть и отдельным строением.

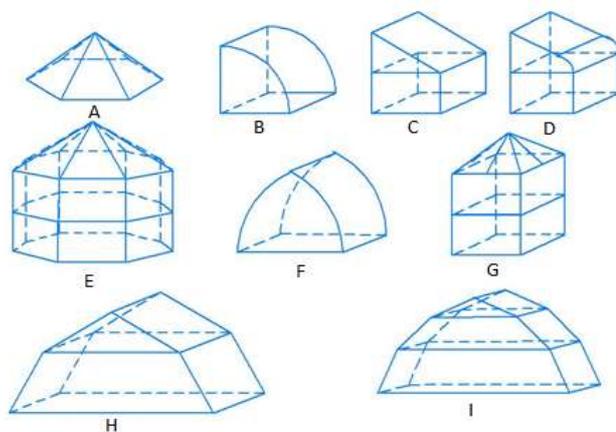


Рисунок 1 – Виды конструкций теплиц пирамидной формы

Преимущества: малые затраты на установку только при пристройке к зданию; малые затраты на обогрев и малые теплопотери благодаря твердой теплоизоляции плоской формы.

Недостатки: один скат у теплицы сильно способствует к увеличению и накоплению снежных осадков; низкая освещенность теплицы, если она пристроенная.

Конструкционные особенности: данный вид теплиц имеет основное крепление к стенам сооружений и тем самым требует малое количество креплений по основанию. Если этот вид используется как непристроенный, то

он требует основательного подхода к фундаменту, особенно в местах где нет ската [3, 5].

На рисунке 1 под буквами Е, Г, I и Н показан вид теплиц **полигональных, многоугольных или многогранных**. Данные теплицы обладают хорошей прочностью, относительно хорошей обтекаемостью и большим разнообразием.

Преимущества: относительная простота конструкций, если брать виды на рисунке 1 под буквами Е и Г; возможность использование функционального пространства под стеллажи и кашпо.

Недостатки: большое количество стыков и следствием этого протекание воды и теплопотери; сложность исполнения конструкции при увеличенных размерах.

На рисунке 1 под буквой F изображён вид теплиц **каплевидной или стреловидной формы**. Данные теплицы используются в основном дачниками в связи с хорошим эффектом по наименьшей задержки снега на крыше и отсутствия образования льда.

Преимущества: высокие показатели освещенности; удобство в эксплуатации, особенно в регионах с заснеженными зимами; подходят для выращивания высокорослых культур.

Недостатки: сложная форма монтирования (крыша специально закруглена в виде стрелы или капли); много креплений и оттого много отверстий для воды и утечки тепла [3, 6].

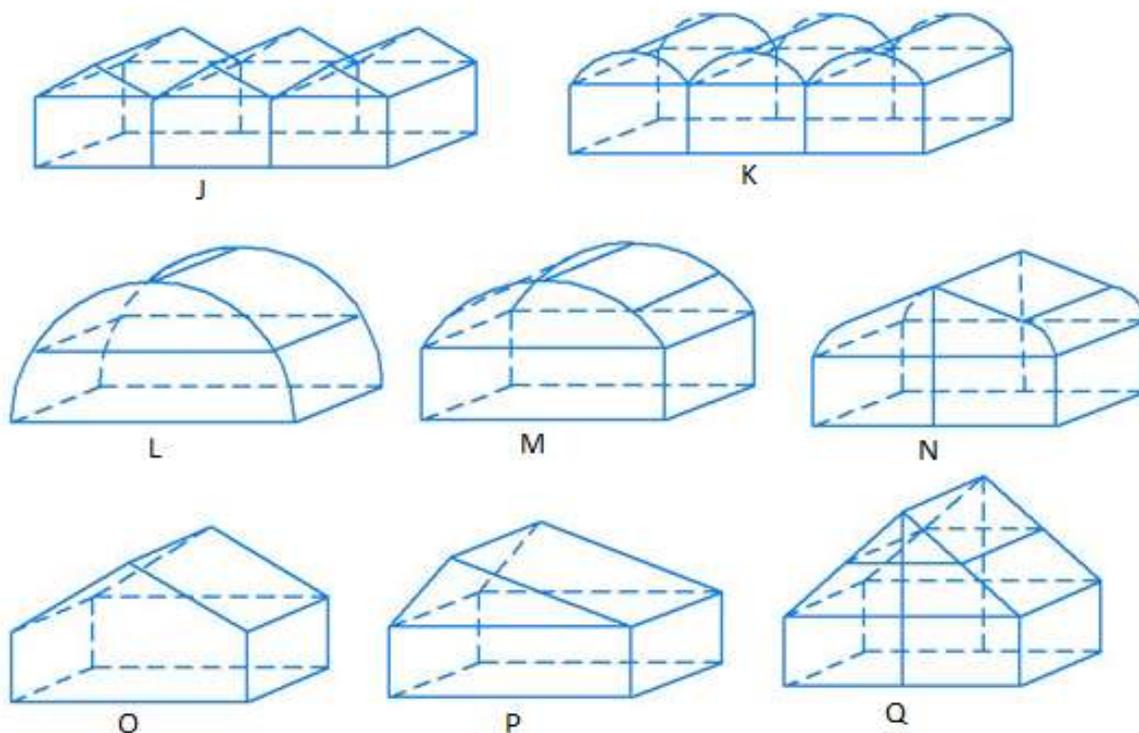


Рисунок 2 – Виды конструкций арочных теплиц

**Арочные теплицы** изображены на рисунке 2. К ним относится показанный на рисунке 2 под буквами J и K вид теплиц, созданных в Голландии и получивших своё название **голландские теплицы**.

Преимущества: ветро-, водо- и зимоустойчива благодаря маленьким размерам; унификация на основании модульности.

Недостатки: строительство на маленьких дачных участках требует огромных вложений средств и поэтому их применение рентабельно только под малое предпринимательство.

На рис. 2 под буквами L и M это вид **стандартных арочных теплиц**, которые используют большинство, почему?

Преимущества: площадь можно увеличить в любой момент, добавив несколько секций; сооружение может быть ниже, чем аналог с вертикальными стенами; легко разобрать, перенести и собрать; хорошо пропускает солнечный свет; стойко сопротивляется ветряным нагрузкам: дуги лучше выдерживают бури, чем треугольные крыши; стены арочной теплицы приобретают дугообразную форму лишь с середины, значит, под ними можно выращивать высокорослые растения; отсутствие углов приводит к уменьшению необходимой длины укрывного материала и к увеличению срока службы; в арочной теплице минимальное количество швов, в отличие от конструкции в виде домика; соорудить постройку самостоятельно – просто и недорого; дом для растений, за которым бережно ухаживают, эксплуатируется более 10 лет. А так же огромное количество информации по модернизации изменения конструкции, так как вообще теплицы именно начинаются с ангарного вида, а уже последующие - это модификации данных теплиц и другие новые конструкционные решения; универсальность конструкции в виде сооружения ангара - это максимальное эффективное использование пространства и её устойчивость (надёжность); универсальность использования любых материалов к данному виду теплицы.

Конструкционные особенности: стандартная постройка ангарных и комплексных сооружений для выращивания овощей и имеющие возможность масштабирования; универсальность, проверенная временем.

Недостатки: не справляются с обильными снегопадами, иногда белую «шапку» приходится счищать вручную, иначе на укрытии появляются микротрещины и вмятины или она просто может обвалиться; конструкция неудобна для размещения вертикальных грядок на стеллажах или полках; высаженные у стенок растения труднодоступны для ухода; арки стоят дороже прямостенных аналогов. Их конструкция не позволяет делать серьёзные доработки внутри по причине дугообразной формы. При полностью засаженной теплице, растениям может не хватать жизненного объёма, они будут задыхаться и выделять слишком много тепла, а так как регуляторы этого процесса очень дорогостоящи, то требуется постоянный контроль человека.

На рисунке 2 под буквой N изображена гиперболическая теплица, а остальные (буквы O, P и Q) являются ангарного вида теплицами, которые в свою очередь делятся на типы, например, под буквами O – ангарная

двухскатная, Р – ангарная двухскатная с неравными скатами и Q – ангарная двухскатная с крутым скатом [3, 7, 8].

**Купольные (сферические) теплицы** изображены на рисунке 3. Данный вид теплиц представляет сложную многогранную структуру, которая часто используется не в качестве теплицы, а как оранжерея или для придания ландшафтного дизайна участку.

Преимущества: очень хорошая обтекаемость воздухом, поэтому не требует сильного несущего фундамента или опор; имеет возможность фокусирования света и тем самым повышает светопроницаемость.

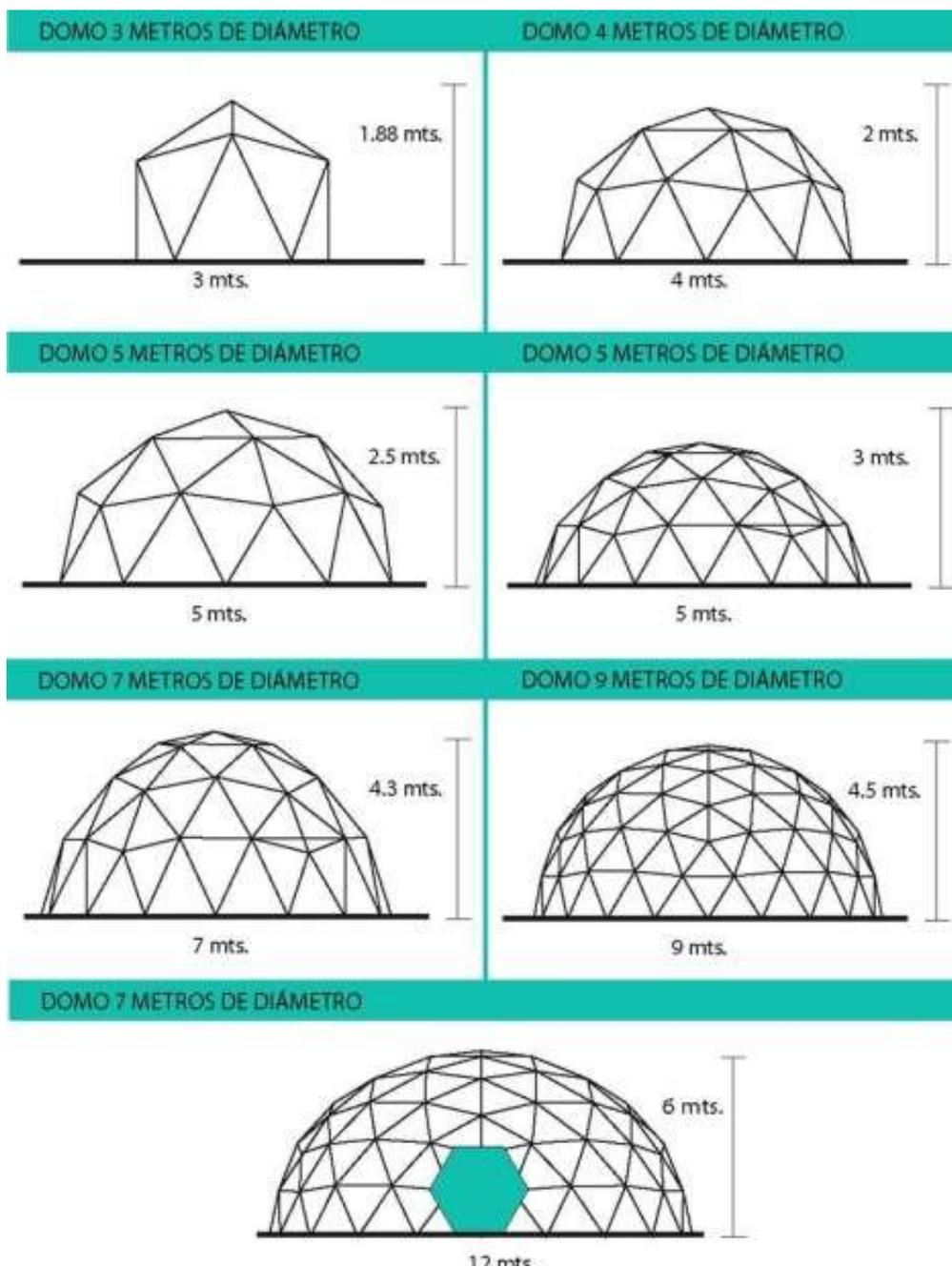


Рисунок 3 – Виды конструкций купольных (сферических) теплиц

Недостатки: дороговизна и сложность конструкции; полная непригодность для сильножаркого и зимнего климата [7, 9].

Выводы:

- по конструкции в мире имеется большое разнообразие видов теплиц для небольших дачных участков;
- наибольшее распространение в России получили теплицы арочного типа (рисунок 2, под буквами L и M) по причине простоты конструкции, универсальности применения и относительной дешевизны;
- однако у данного вида теплиц есть и недостатки (см. выше), которые требуют конструкторских решений на уровне патентов.

### *Библиографический список*

1. Внедрение системы точного земледелия/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.
2. Бышов, Н.В. Рапсовое масло как альтернативное биотопливо для дизельных двигателей, его преимущества и недостатки/ Н.В. Бышов, В.М. Корнюшин, О.А. Ильин // Сб.: Повышение эффективности механизации сельскохозяйственного производства : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой 50-летию инженерного факультета. – Чебоксары : ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2011. – С. 48-52.
3. Федоренко, В.Ф. Мировые тенденции технологического развития производства овощей в защищённом грунте/ В.Ф. Федоренко, Л.М. Колчина, И.С. Горячева. – 2-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2022. – 199 с.
4. Пат. РФ № 183361. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Бoryчев С.Н., Успенский И.А., Колошеин Д.В., Волков А.И., Маслова Л.А., Колотов А.С., Евдокимова Л.В. – Оpubл. 19.09.2018.
5. Пат. РФ №91381. Универсальный подогреватель биотоплива / Бышов Н.В., Корнюшин В.М., Мещеряков Е.В. – Оpubл. 10.02.2010; Бюл. №4.
6. Пат. РФ №144733. Установка для подготовки растительного масличного сырья к прессованию / Бышов Н.В., Черных И.В., Бачурин А.Н., Бышов Д.Н., Корнюшин В.М., Горохов А.А., Ильин О.А. – Оpubл. 27.08.2014; Бюл. №24.
7. Тепличное хозяйство и технологии: учебное пособие/ Н.В. Коцарева, О.Н. Шабетя, А.С. Шульпеков, А.Н. Крюков. – Белгород : БелГАУ им. В.Я. Горина, 2019. – 256 с.
8. Корнюшин, В.М. Стеклопластиковая и базальтопластиковая композитная арматура/ В.М. Корнюшин, И.Е. Кущев, В.В. Коченов // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве : Международный сборник научных трудов по материалам международной науч.-практ. конф., Рязань, 20–23 декабря 2014 года / Ответственный редактор Горохова Марина Николаевна. – Рязань : НП "Голос губернии", 2014. – С. 440-447.
9. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев //

Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPUT.

10. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовки на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.

11. Пронская О.Н. Перспективы развития личных подсобных хозяйств и иных малых форм хозяйствования на селе/ О.Н. Пронская, О.С. Фомин, Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. – № 5. – С. 230-239.

12. Ториков, В.Е. Овощеводство : учеб. пособие для вузов/ В.Е. Ториков, С.М Сычев. – СПб., 2021.

13. Экологическая безопасность жизнедеятельности человека : Учебное пособие/ А.В. Щур, Д.В. Виноградов, Н.Н. Казачёнок, В.П. Валько, О.В. Валько, А.В. Шемякин, Е.С. Иванов. – Рязань, 2017. – 196 с.

14. Направления повышения энергоэффективности освещения и облучения в сельском хозяйстве/ Н. Б. Нагаев, Е. С. Семина, А. А. Жильцова [и др.] // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 21 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 159-166.

**УДК 625.85**

*Карпушина С.П., студент,  
Колошеин Д.В., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОБЗОР ПОКРЫТИЙ И ОСНОВАНИЙ ИЗ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ, ОБРАБОТАННЫХ ВЯЖУЩИМ, И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПОЛУЧЕННОГО ПОКРЫТИЯ**

Сеть автомобильных дорог на сегодняшний день интенсивно растет, а вместе с ней растет и потребность в ключевых компонентах устройства дорожной одежды [1, 2]. Применение шлаковых материалов в покрытии и в основаниях способно уменьшить расход таких связующих компонентов в автомобильной дороге, как щебень, песок, минеральные порошки и смеси.

Шлаки черной и цветной металлургии являются наиболее распространенным видом отходов, который используется в дорожном

строительстве. Их основные характеристики делают шлаки ценной составляющей в изготовлении цементобетонной и асфальтобетонной смесей для дорожной одежды. Шлаки часто являются заменой для традиционных вяжущих, таких как цемент или известь. Благодаря своей распространенности, шлаки могут являться местными строительными материалами для строительства автомобильных дорог [3, 4, 5]. Перед подготовкой использования шлаков, их высушивают в сушильном барабане и затем измельчают в специальной машине (вибромельнице). После чего полученный шлак перемешивают с вяжущим.

Строительство покрытий и слоев дорожной одежды с использованием шлаков практически не имеет отличий от строительства с использованием традиционных материалов. Основные процессы устройства покрытий состоят из перемешивания шлакового щебня с вяжущим в специализированных машинах или установках, и устройства покрытия из полученной смеси материала.

Для устройства покрытий и основания из шлаковых материалов, обработанных вяжущим, шлаковый щебень должен иметь следующие характеристики: марка щебня не ниже 300; содержание посторонних примесей, а именно глины или горелого песка в шлаковых высевках недопустимо; зерновой состав должен соответствовать требованиям, предъявляемым к плотным смесям; битумы, используемые для обработки шлаковых материалы, имеют марки МГ 40/70, МГ 70/130, СГ 40/70, СГ 70/130, а каменноугольные дегти Д-3, Д-4; расход вяжущего материала должен составлять 6 – 7,5% от массы минерального материала; в зависимости от элемента автомобильной дороги различают среднезернистые (размер зерен до 25 мм) и крупнозернистые смеси (размер зерен до 40 мм). Строительство покрытий выполняется с использованием среднезернистых смесей, а оснований – с крупнозернистых смесей соответственно.

Существует несколько способов устройства дорожного покрытия из шлакового щебня с пропиткой. Согласно технологической схеме устройства основания из шлакового щебня, пропитанного вяжущим на месте, первый из способов происходит следующим образом: в середине проезжей части складывают подвозимый самосвалами шлаковый щебень. С помощью укладчика дорожно-строительных материалов или автогрейдеров шлак перемещают на проезжую часть. При этом за расстоянием между выгруженным из самосвалов материалом следят при помощи определения количества материала в машине [6,7,8]. После оформления шлаков в виде вала на проезжей части, а также после проходки профилировщика и катков, осуществляют пропитку покрытия вяжущим материалом (Рисунок 1).

Второй способ – это перемешивание шлакового щебня в передвижных смесителях. Шлаковый материал подают в передвижной смеситель, где он смешивается с вяжущим материалом (битумом или дёгтем). Через выпускной лоток и распределитель полученная смесь попадает на основание. После чего материал уплотняют дорожными катками. Отметим, что данные установки должны находиться непосредственно рядом со строящимся объектом, чтобы

учитывать время схватывания вяжущего материала. Поэтому перед началом работ рекомендуется произвести пробный замес, чтобы учесть время схватывания, дозировку компонентов, однородность смеси и др.

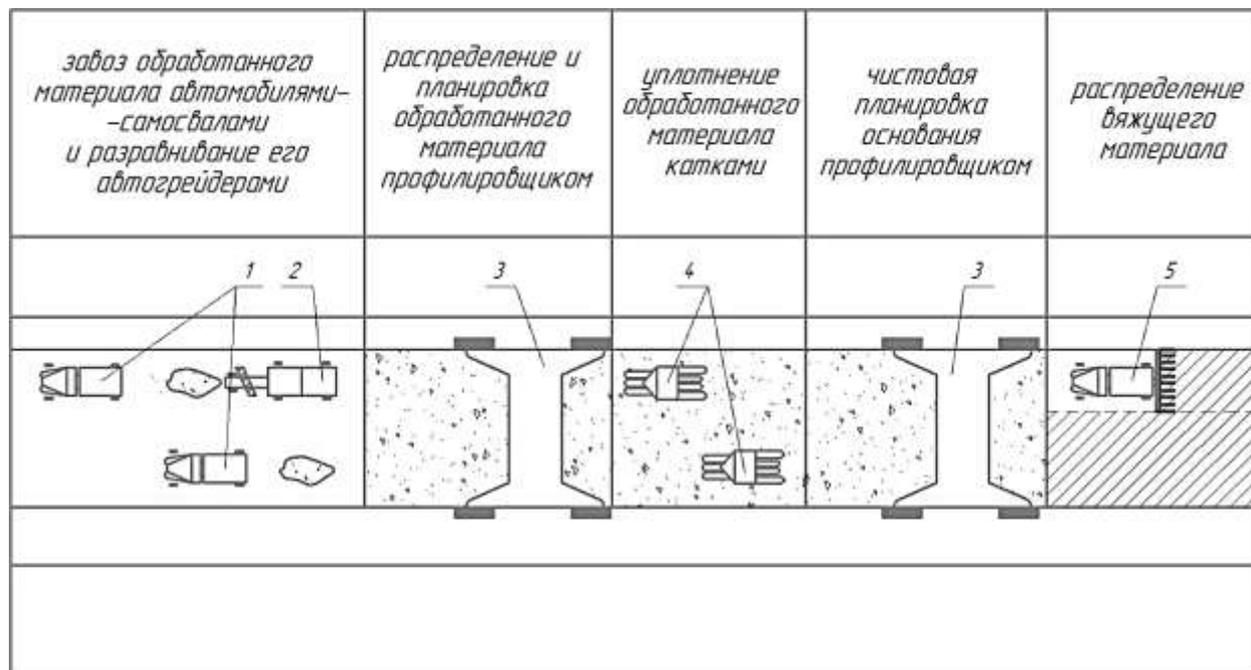


Рисунок 1 – Технологическая схема устройства основания из шлакового щебня, обработанного вяжущим на месте: 1 – автомобили-самосвалы; 2 – автогрейдер; 3 – профилировщик; 4 – катки на пневматических шинах, ; 5 – автогудронатор

Наиболее высококачественным шлаковым материалом для устройства дорожного покрытия считается тот щебень, который был обработан с вяжущим в асфальтосмесителе. Такой способ обработки щебня позволяет обеспечить полное обволакивание пленкой шлакового щебня.

Главное отличие способа укладки из шлакового материала, обработанного вяжущим в асфальтосмесителе от способа пропитки в том, что слой получается более пластичным за счет смешивания. При таком способе образуется пленка заданной толщины, которая при уплотнении смеси дает коагуляционные связи. Они дают покрытие достаточную прочность и водостойкость. Толщина пленки зависит от вязкости вяжущего: чем больше вязкость, тем тоньше пленка.

Отметим, что покрытие из шлакового щебня, обработанного вяжущим, строят с соблюдением норм расклинцовки щебня. Эта процедура создана для того, чтобы устранить имеющиеся пустоты между отдельными зернами различных фракций. Процесс такого способа укладки заключается в следующем: слой, на который укладывается щебень, очищают от пыли и грязи. Полученный слой подгрунтовывают разжиженным битумом или дегтем, то есть в таком вяжущем, который был растворен в разжижителях. Далее распределяют щебень более крупной фракции и уплотняют его дорожными катками. После чего укладывают и распределяют щебень средней фракции и

также его уплотняют. Последняя операция данного технологического процесса заключается в распределение и уплотнение щебня наименьшей фракции. При этом в слое должны оставаться пустоты, которые в последующим будут заполнены расклинивающим материалом. Для того, чтобы покрытие из шлакового щебня, обработанного вяжущим материалом, имело шероховатость, водонепроницаемость и износостойкость, проводят поверхностную обработку.

Контроль качества покрытий из шлаковых материалов включает в себя испытания материалов, соответствие составов, производство работ и приемку сооружения. За контроль качества отвечает инженерно-технический персонал и строительная лаборатория. Требования по осуществлению прописаны в соответствующих СНиПах.

В контроль состава входит определение содержания вяжущего в составе, производимое несколькими методами; определение и контроль плотности покрытия следует проверять при помощи радиоизотропных плотномеров: берут вырубку или керны. Согласно техническим нормам, плотность покрытия после уплотнения щебеночной смеси должна быть не менее чем 0,9 от плотности переформированных образцов; контроль предела прочности при сжатии определяют в лаборатории, также как и коэффициент водостойкости, водонасыщения и набухания; колейность дорожного покрытия также определяют в лабораторных условиях.

Чтобы проверить ровность покрытия, изготовленного из шлакового щебня с пропиткой вяжущего, используют трехметровую рейку, которую кладут на поверхность дороги. При этом она должна быть параллельна дорожной оси. Если просвет между рейкой и покрытие больше 7 мм, а между основанием более 10 мм, то данное сооружение не подлежит эксплуатации. При этом эти показатели могут колебаться на разных участках дороги соответственно.

Существует специальная машина, измеряющая ровность дорожного покрытия – толчкомер. Суть ее работы заключается в том, чтобы с помощью частоты и амплитуды колебаний кузова определять неровности покрытия на участках длиною от нескольких метров до многих километров. Чем больше неровностей, тем больше частота колебаний и амплитуда подвески толчкометра. После проходки машиной по исследуемому участку, оборудование фиксирует количество неровностей. Полученные на датчике данные показывают сумму сжатия элемента подвески (рессора) толчкометра в сантиметрах, и с помощью специальных табличных данных характеризуется степень ровности дорожного покрытия.

Еще одним элементом контроля качества дорожного покрытия, построенного из шлакового щебня с пропиткой вяжущего, является проверка его по прочности. Чтобы определить прочность, проводят различные лабораторные испытания с образцами покрытия (испытание на отрыв, на сдвиг и др.). Прочность покрытия оценивают по трехбалльной шкале: при оценивании в 1 балл поверхность покрытия считается ровной с отсутствием деформаций, вызванных недостаточной прочностью дорожной одежды. А также должен сохраниться поперечный профиль покрытия; если дорога имеет

мелкую сетку трещин, просадки, а поперечный профиль искажен, то такое покрытие оценивается в 2 балла. При этом дорожная одежда может деформироваться без заметных деформаций при проезде по ней тяжелых автомобилей; покрытие, оценивающееся в 3 балла, имеет значительные неровности, проломы и искажения профиля. При проезде тяжелых автомобилей дорожная одежда сильно деформируется.

После проверки всех характеристик и проведения испытаний на ровность и прочность, полученные результаты должны быть зафиксированы в журнале испытаний, а готовое покрытие или основание может быть введено в эксплуатацию.

Таким образом, шлаки являются дешевым, местным и одним из наиболее распространенных видов строительного материала для устройства автомобильных дорог [9,10,11]. Использование шлаков с пропиткой вяжущего материала при строительстве автомобильных дорог дает покрытию дополнительную прочность, влагостойкость, гибкость и надежность благодаря перемешиванию шлакового материала с вяжущим, где происходит полное обволакивание зерен щебня вяжущим материалом. При проектировании автомобильной дороги, должен осуществляться систематический контроль качества покрытий, а также контроль соблюдения требований строительства.

### *Библиографический список*

1. ГОСТ 3344-83 «Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства». Технические условия.
2. ГОСТ 9128-84 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон». Технические условия
3. СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги»
4. ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»
5. ГОСТ 30412-96 «Дороги автомобильные и аэродромы. Методы измерений неровностей оснований и покрытий»
6. Бобров, Г.В. Теория и технология формирования неорганических покрытий: монография/ Г. В. Бобров, А. А. Ильин, В. С. Спектор. – Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014.
7. Дорожные одежды с использованием шлаков/ А. Я. Тулаев, М. В. Королев, В. С. Исаев, В. М. Юмашев. – М. : Транспорт, 1986.
8. Агапов, Н. Ф. Шлаки цветной металлургии для дорожного строительства – строительство и архитектура Казахстана/ Н.Ф. Агапов, И.С. Медведев. – 1962.
9. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы/ С.Н. Борычев и др. // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Сб. науч.-практ. конф. - 2018. - С. 243-246.
10. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги/ А.Д. Крюнчанкина, В.О. Попова, С.Н. Борычев и др. //

Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 353-363.

11. Эксплуатация автомобильных дорог с применением новых технологий/ Т.С. Беликова, Н.П. Дубровин, С.Н. Борычев и др. // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 276-281

12. Карпушина, С.П. Повышение основных качеств дорожного покрытия при эксплуатации автомобильных дорог/ С.П. Карпушина, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 289-292.

13. Сазонов, Е. В. Обеспечение безопасности труда при работе в мастерских сельскохозяйственных предприятий/ Е. В. Сазонов, Д. И. Еськов, С. А. Грашков // Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций : Сборник научных трудов 5-й Международной науч.-практ. конф., Курск, 05 октября 2022 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 251-254.

14. Энергосбережение : Учебное пособие/ А.В. Щур, Н.В. Бышов, Н.Н. Казаченок, А.В. Шемякин, А.Ю. Скриган, И.В. Шилова, Д.В. Виноградов. – Могилев-Рязань : изд-во ИП Жуков В.Ю., 2020. – 260 с.

**УДК 631.53.01**

*Клёнова С.О., студент,  
Власов Г.С., студент,  
Борычев С.Н., д.т.н., профессор,  
Гаврилина О.П. к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ ВОДОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

В настоящее время одним из главных вопросов орошаемого земледелия является рациональное и эффективное управление водораспределением на оросительных системах. Главная цель, стоящая перед совершенствованием мелиоративных систем, – это минимальные потери в ресурсах.

Автоматизированное управление водораспределением позволяет оптимизировать работу мелиоративных систем.

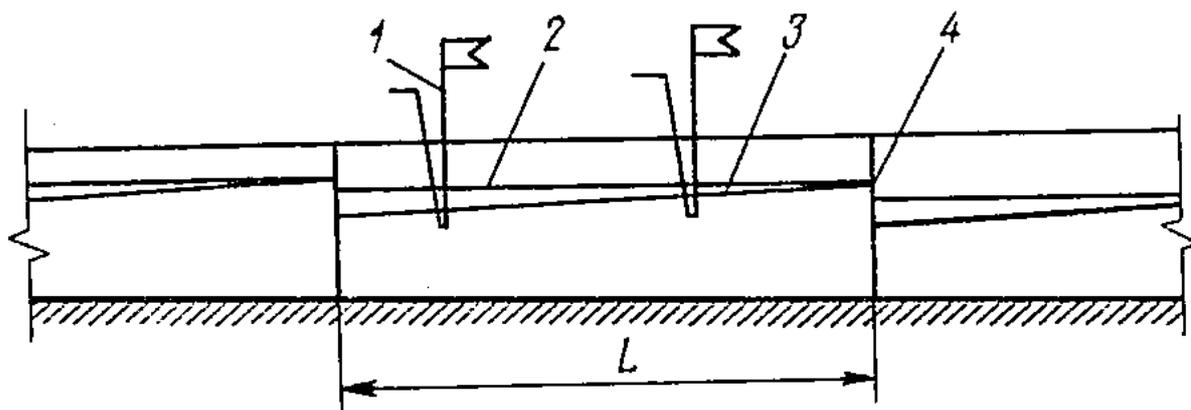
Автоматизация и телемеханизация позволяют объединить в единое целое отдельные части автоматизированной системы. Вычислительная техника, используемая для расчета переходных процессов и определения рациональных значений регулируемых параметров, позволяет управлять водораспределением на системе в целом, а также на отдельных каналах.

В мелиорации автоматизация водораспределения делится на:

- Автоматизацию водораспределения по уровню
- Автоматическое водораспределение регулированием объемов
- Автоматизация водораспределения непосредственным отбором расходов

Автоматизация водораспределения по уровню заключается в регулировании по верхнему бьефу и нижнему бьефу, а также существует смешанное регулирование.

Регулирование по верхнему бьефу в основном применяют на открытых оросительных системах. Регулирование по верхнему бьефу стабилизирует уровень воды в верхних бьефах перегораживающих сооружений. Расходы регулируются сверху вниз (от головного водозабора до потребителя). В данной схеме регулировании отсутствует обратная гидравлическая связь у бьефов, поэтому каждый бьеф работает самостоятельно. Регулирование по верхнему бьефу позволяет обеспечить надежное и точное водораспределение. Данное регулирование исключает возможность переливов через бровки каналов.

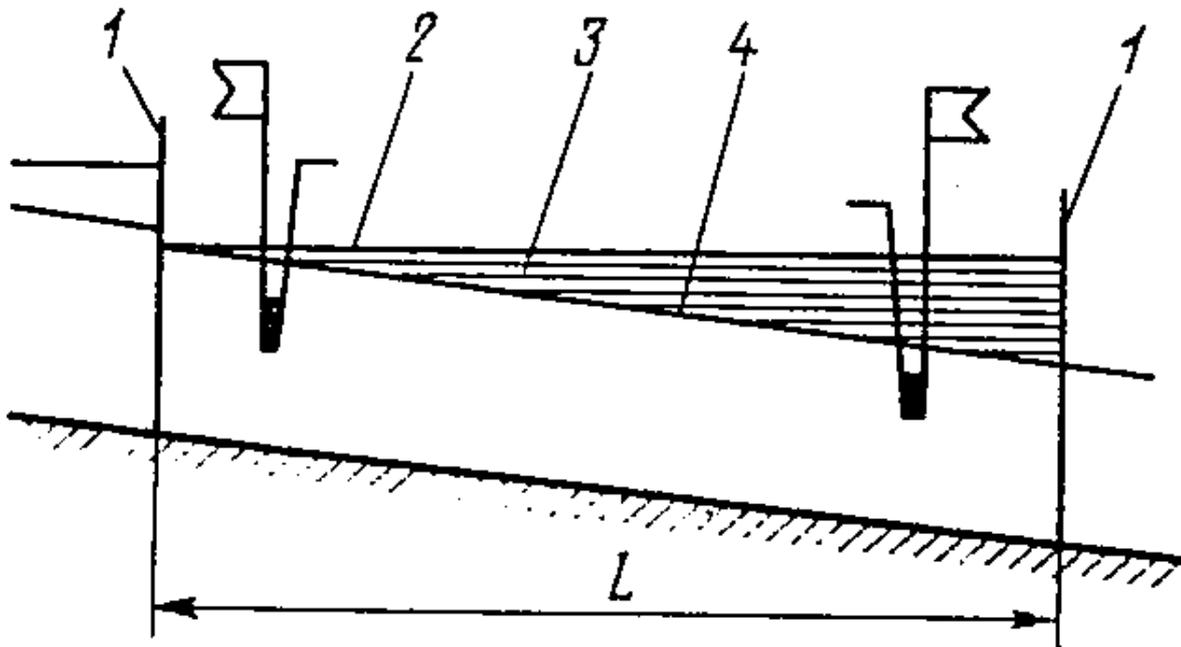


- 1 – водовыпуск с регулятором расхода; 2 – свободная поверхность воды при  $Q_p$ ;  
3 – свободная поверхность воды при  $Q=0$ ; 4 – подпорное сооружение

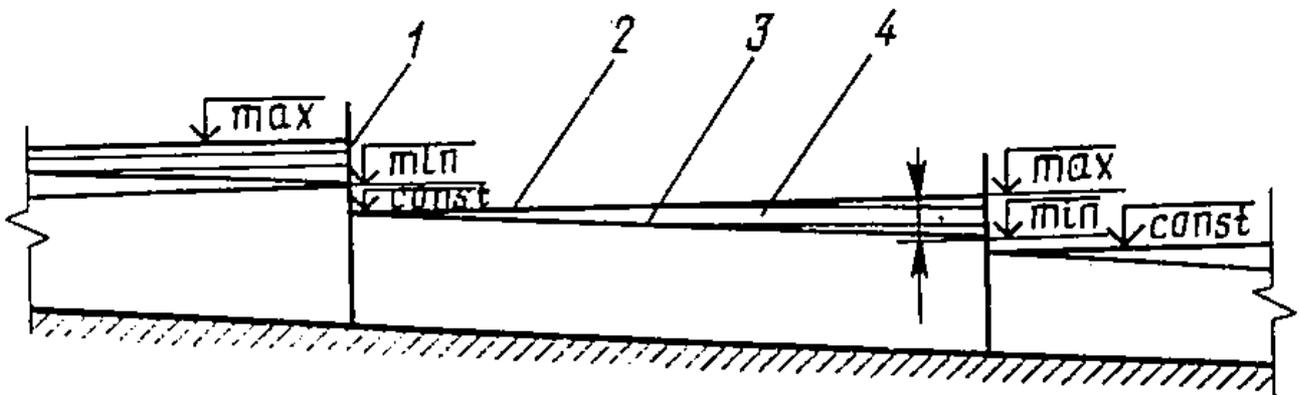
Рисунок 1 – Схема регулирования по верхнему бьефу:

Регулирование по нижнему бьефу. В данной схеме используется принцип саморегулирования и обратная гидравлическая связь между резервными емкостями воды в бьефах каскада и регулирующими сооружениями. Данная схема позволяет обеспечить автоматическое водораспределение по запросу в пределах расчетно-максимальных расходов. Также использование такой схемы исключает возможность непроизводительных сбросов при любых эксплуатационных режимах.

Смешанное регулирование. Данное регулирование стабилизирует уровни воды в нижних бьефах и автоматически ограничивает максимальные уровни в верхних бьефах. Когда уровень воды в верхнем бьефе ниже минимального уровня сооружения, которое расположено выше, регулятор сооружения переключается на работу по верхнему бьефу, начиная закрываться, таким образом, стабилизируя заданный минимальный уровень верхнего бьефа.



1 – подпорное сооружение с регулятором уровня; 2 – свободная поверхность воды при  $Q=0$ ;  
 3 – регулирующий объем; 4 – свободная поверхность воды при  $Q_p$   
 Рисунок 2 – Схема регулирования по нижнему бьефу



1 – подпорное сооружение с регулятором уровня; 2 – свободная поверхность воды при  $Q=0$ ;  
 3 – свободная поверхность воды при  $Q_p$ ; 4 – регулирующий объем  
 Рисунок 3 – Схема регулирования по нижнему бьефу

Автоматическое водораспределение регулированием объемов характеризуется двумя регулированиями:

- С перекрестными связями
- С перетекающими объемами

Регулирование с перекрестными связями основывается на том, что объем воды, поступающий в бьеф равен объему воды, вытекающей из него.

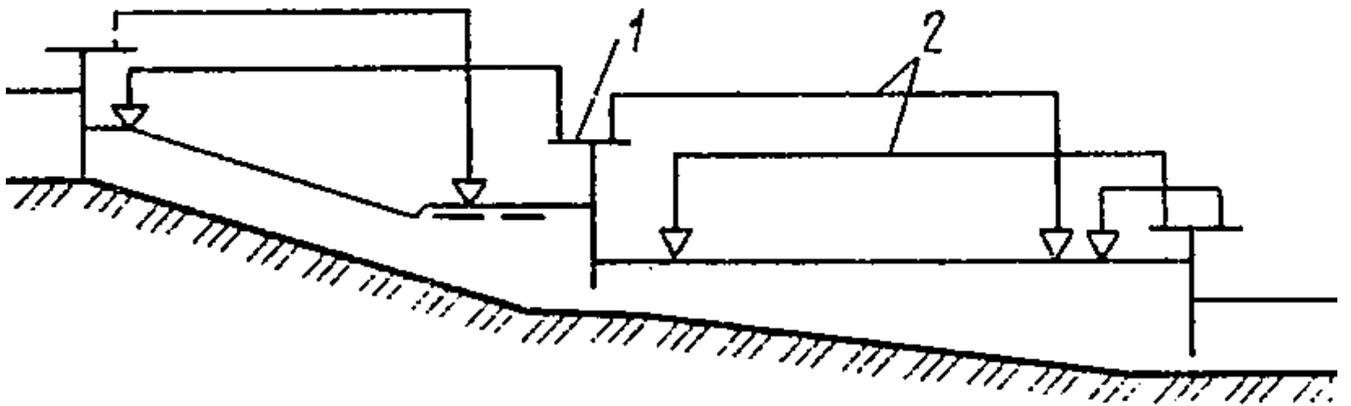


Рисунок 4 – Схема регулирования с перекрестными связями:  
1 – подпорное сооружение с регулятором уровня; 2 – перекрестные связи

Регулирование с перетекающими объемами. Данное регулирование базируется на увязке уровней воды в начале и в конце бьефа. Данную схему регулирования применяют в основном на оросительных системах в равнинных условиях.

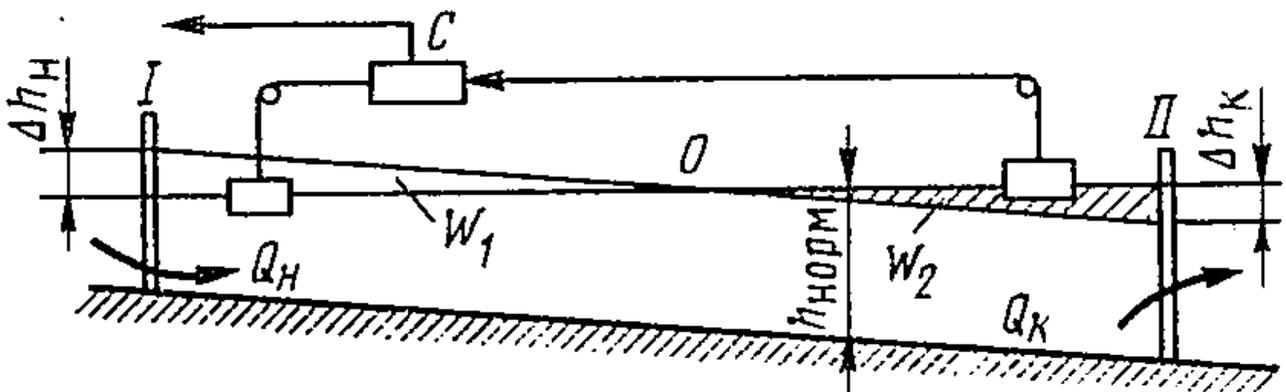


Рисунок 5 – Схема регулирования с перетекающими объемами:

$W_1, W_2$  – перетекающие объемы;  $Q_n, Q_k$  – расходы воды перегораживающих сооружений в начале и в конце участка;  $\Delta h_k, \Delta h_n$  – изменение глубины в начале и в конце участка канала;  $h_{норм}$  – нормальная глубина;  $O$  – точка пересечения кривых свободных поверхностей;  $C$  – сумматор

Автоматизация водораспределения непосредственным отбором расходов  
Данная схема применяется для каналов открытой оросительной сети с такими уклонами, которые больше критических. В этой схеме от уровней воды в каналах водораспределение не зависит. В этом случае используются кинетическая энергия бурного потока без нарушения его структуры.

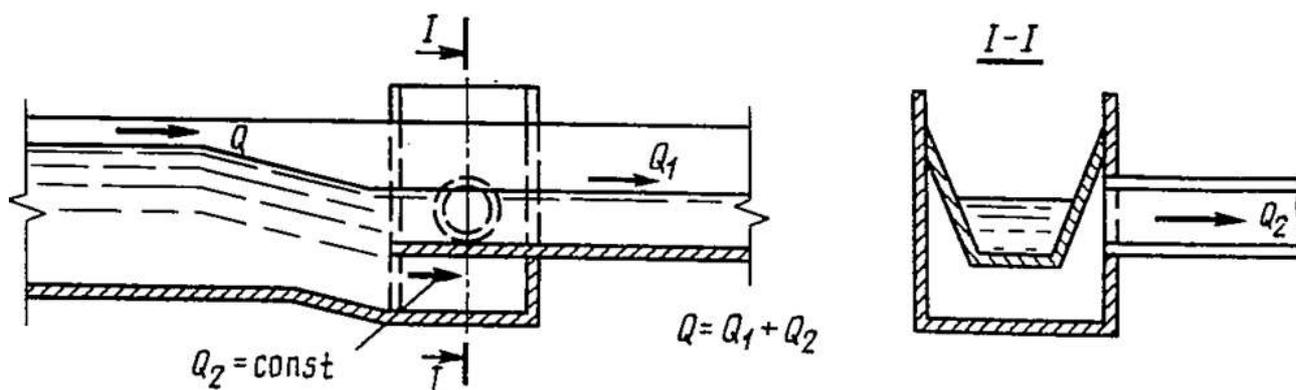


Рисунок 6 – Схема регулирования непосредственным отбором расходов

Для улучшения качества оросительных систем, сведения потерь водных ресурсов к минимуму и контроля объемов водозабора и водопотребления необходимо правильно и рационально выбрать те или иные технологические схемы автоматизации водораспределения на оросительных системах. Применение вычислительных машин в управлении водораспределения позволяет обеспечить наиболее оптимальные методы распределения. При выборе схем регулирования водораспределения зависит от различных факторов, например, таких как: порядок сети, способ полива, местные условия и т.д. Необходимо учитывать те или иные недостатки схем регулирования или преимущества при выборе схемы.

### *Библиографический список*

1. Бочкарев, В.Я. Автоматизация водораспределения на каналах оросительных систем равнинной зоны методом непосредственного отбора расходов/ В.Я. Бочкарев // Научный журнал Рос. НИИ проблем мелиорации: электронный журнал, 2013. – № 1(09). – С. 32–41.
2. Бабинов, Б.В. Гидротехнические мелиорации: учебник для вузов/ Б.В. Бабинов. - 4-ое изд., стер. – СПб. : Изд-во «Лань», 2005. – С. 304.
3. Пат. РФ № 2187833. Стабилизатор расхода воды / Бочкарев Я.В., Гаврилина О.П. – Заявка № 2000130345/09 от 04.12.2000.
4. Гаврилина, О.П. Классификация и теоретические основы средств автоматизации водоподдачи систем водораспределения/ О.П. Гаврилина, А.С. Штучкина // Сб.: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – Рязань, 2013. - С. 38-44.
5. Авторегуляторы уровня грунтовых вод на гидромелиоративных системах/ А.С. Штучкина, О.П. Гаврилина, В.А. Биленко, М.И.Голубенко // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 4 (20). - С. 83-87.
6. Ткачев, А.А. Оптимизация процессов управления водораспределением на магистральных оросительных каналах/ А.А. Ткачев // Новочерк. гос. мелиор. академия. – Новочеркасск : Ониск+. – 2007. – 146 с.
7. Юрченко, И.Ф. Автоматизированное управление водораспределением

на межхозяйственных оросительных системах/ В.В. Трунин, И.Ф. Юрченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2012. – № 2. – С. 178–184.

8. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

9. Гидротехническое сооружение – дамба/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.

10. Худякова, А.Н. Капельно-оросительная технология полива/ А.Н. Худякова, С.А. Симбирцев, Д.В. Колошеин // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. - 2020. - С. 66-69.

11. Пыжов, В.С. Мировой и отечественный опыт мелиоративных мероприятий/ В.С. Пыжов, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., 2020. - С. 395-401.

12. Деформация откосов открытых дренажных каналов/ Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 269-272.

13. Колошеин, Д.В. Особенности режима грунтовых вод переувлажненных и осушенных земель/ Д.В. Колошеин, С.Б. Федоринова, К.И. Карнеев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 362-366.

14. Осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКСР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.

15. Колошеин, Д.В. Требования к гидрогеологическим исследованиям на разных стадиях проектирования мелиораций/ Д.В. Колошеин, А.М. Ашарина, Е.Ю. Гаврикова // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 36-41.

16. Методика измерений плотности и влажности грунтов/ А.М. Ашарина, Е.Ю. Гаврикова, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Приоритетные направления

инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 272-276.

17. Причины и оценка заболачивания почв/ А.С. Попов, Д.В. Колошеин, А.Н. Худякова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 65-68.

18. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела/ В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск, 2018.

19. Обоснование оптимальных параметров электроимпульсного устройства для очистки воды/ С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Д. Е. Каширин [и др.] // Сельский механизатор. – 2022. – № 3. – С. 30-31.

20. The use of modern robotic systems in the agro-industrial complex/ I. G. Shashkova, L. V. Romanova, M. V. Kupriyanova, L. V. Cherkashina // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Yekaterinburg, 15–16 октября 2021 года. – Yekaterinburg, 2022. – P. 012024.

21. Садовая, И. И. Зимостойчивость растений озимой ржи сорта "Веснянка" в Нечерноземье/ И.И. Садовая // Сб.: От поиска – к решению, от опыта – к мастерству : Материалы IV Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова» Сельскохозяйственный институт. – 2022. – С. 30-31.

22. Туркин, В.Н. Эколого-технологические аспекты выбора систем водоотведения и канализации для предприятий/ В.Н. Туркин, Д.О. Коротаев // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. - С. 126-129.

**УДК 551.579**

*Туляков А.В., студент,  
Ткач Т.С., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОСБОРА**

Посадка полезащитных лесонасаждений на полях колхозов и совхозов, а также введение травопольного севооборота обеспечивает восстановление плодородия почв [1, 2].

Эти меры предусмотрены для улучшения водного режима почв вследствие изменения стекания талых и дождевых вод, а также для уменьшения испарения с поверхности полей. Лесные полосы защищают поля от ветра и способствуют накоплению снега.

Весной, когда снег тает, и летом во время дождя защитные полосы

задерживают быстрый сток воды, и происходит постепенное впитывание. Пополняется и повышается уровень грунтовых вод. Это положительно сказывается на водном режиме сельскохозяйственных полей, тем самым повышается урожайность.

Эти благие намерения получили особенно бурное развитие в 1967—1985 гг. Это время, когда мелиоративным мероприятиям было уделено особое внимание по всей стране. Обустроивались территории, строились населенные пункты, дороги, системы водоснабжения и канализации и т.п. Жизнь людей стала гораздо лучше, стало больше продовольствия. Все строительство проходило в увязке с природоохранным обустройством территорий. Но как всегда, все намеченные мероприятия не были выполнены.

И вот опять мы возвращаемся к мелиоративным мероприятиям. В настоящее время мы должны избежать тех ошибок, которые были допущены в советские времена. Человек и окружающая среда связаны неразрывно. Чтобы создать лучшую жизнь, мы должны думать, как защитить природу от наших преобразований. Мы должны не только потреблять природные ресурсы, но и уметь их сберечь.



Рисунок 1 – Лесополоса

Орошение увеличивает содержание [3, 4] влаги в почве, осушение создает благоприятные условия для растений. Всеми этими мероприятиями занимается мелиорация. Все это должно проходить в увязке с охраной окружающей среды.

Применение тех или иных мелиоративных мероприятий не должно негативно отражаться на мелиорированной территории и на прилегающем водосборе. Мы уже встречались неоднократно с пожарами на торфяниках. Если мощность торфа в пределах 1м, то данную территорию используют в качестве сенокоса.

Для выполнения каких-либо мероприятий, связанных с изменением водного баланса территории, необходимо проведение изысканий.



Рисунок 2 – Состояние лесополос

По ним дают оценку естественных биогеоценозов, прогнозируют изменение под влиянием мелиорации – как будут использоваться земли и какое воздействие будет произведено на природу.

Учитывается влияние на почву, воду, растительность, животный мир, воздушный бассейн, на объекты культурного и исторического наследия.

Одним из важных мероприятий [5, 6] по охране окружающей среды, это же и функция мелиоративной системы, являются лесополосы. О важности лесополос изложено выше в моей статье. Но, к великому сожалению, состояние лесополос оставляет желать лучшего. В большинстве случаев деревья устарели и упали, очистка лесополос не производится, тем самым создается угроза возгорания. Роль, которую должны выполнять лесополосы в регулировании водного баланса, они не выполняют. Зачастую наши лесополосы превращены в мусорную свалку, тем самым они приносят вред и водному, и почвенному балансу.

Правильное и балансирование состояние лесополос приведено на рис. 3.

Для охраны окружающей среды [7, 8] должны быть разработаны мероприятия по охране (почв, вод, флоры и фауны, исторических и культурных ценностей, сохранение ландшафта).

Все мероприятия, перечисленные выше, направлены на охрану вод, почв, а это предотвращение эрозии почв, сохранение леса, посадка лесополос.

Охрана водоохраных зон, очистка водоемов, охрана грунтовых вод, все это мелиоративные мероприятия. Сохранение фауны, всего живого и растительного мира.

Должен быть рациональный [9, 10] подход к каждому мероприятию, уничтожение какого либо вида растений, ведет к уничтожению или миграции животных.

Сохранение особо значимых элементов ландшафта. При осушении территории сохранять рожи, отдельные деревья, водопады, родники и т.д.

Поддерживать в надлежащем состоянии пляжи, места отдыха, производить очистку водоемов.

О значимости водосбора можно рассуждать много, но главная его цель, это экологическая функция.

Водосборы должны быть обустроены. Какие же мероприятия для этого необходимы?

- качество воды в реках, увеличение стока рек, глубины в русле;
- увеличение урожайности земель путем их мелиорации и рекультивации;
- природоохранные мероприятия по поддержке, восстановлению экологической инфраструктуры водосбора.

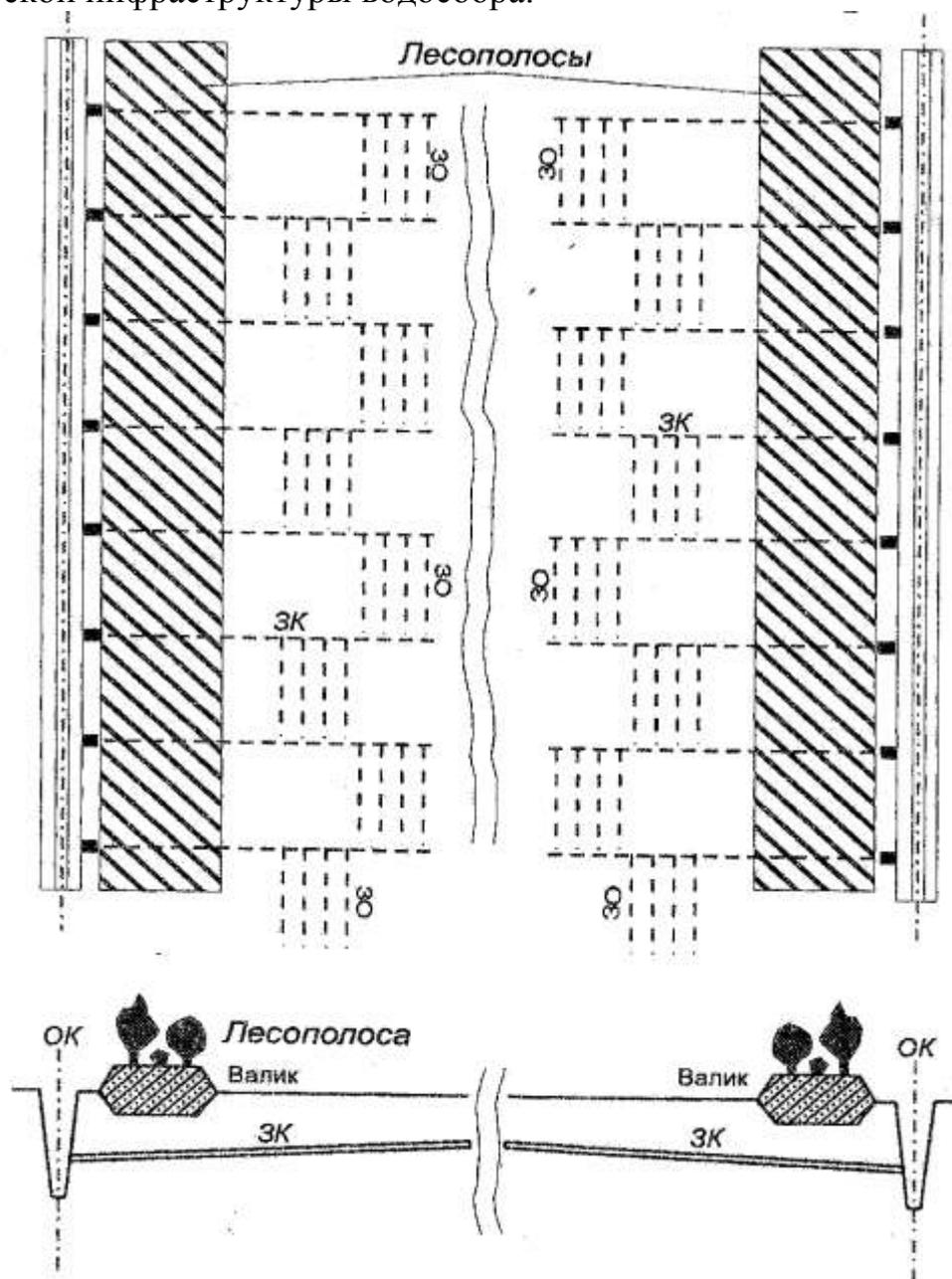


Рисунок 3 – Лесополосы

ЗО – закрытый осушитель; ЗК – закрытый коллектор; ОК – открытый коллектор

Мелиоративные системы, могут вызывать негативные последствия, для этого предусматриваются: (очистные сооружения, очистка дренажного стока, промывка почв) рис. 4.

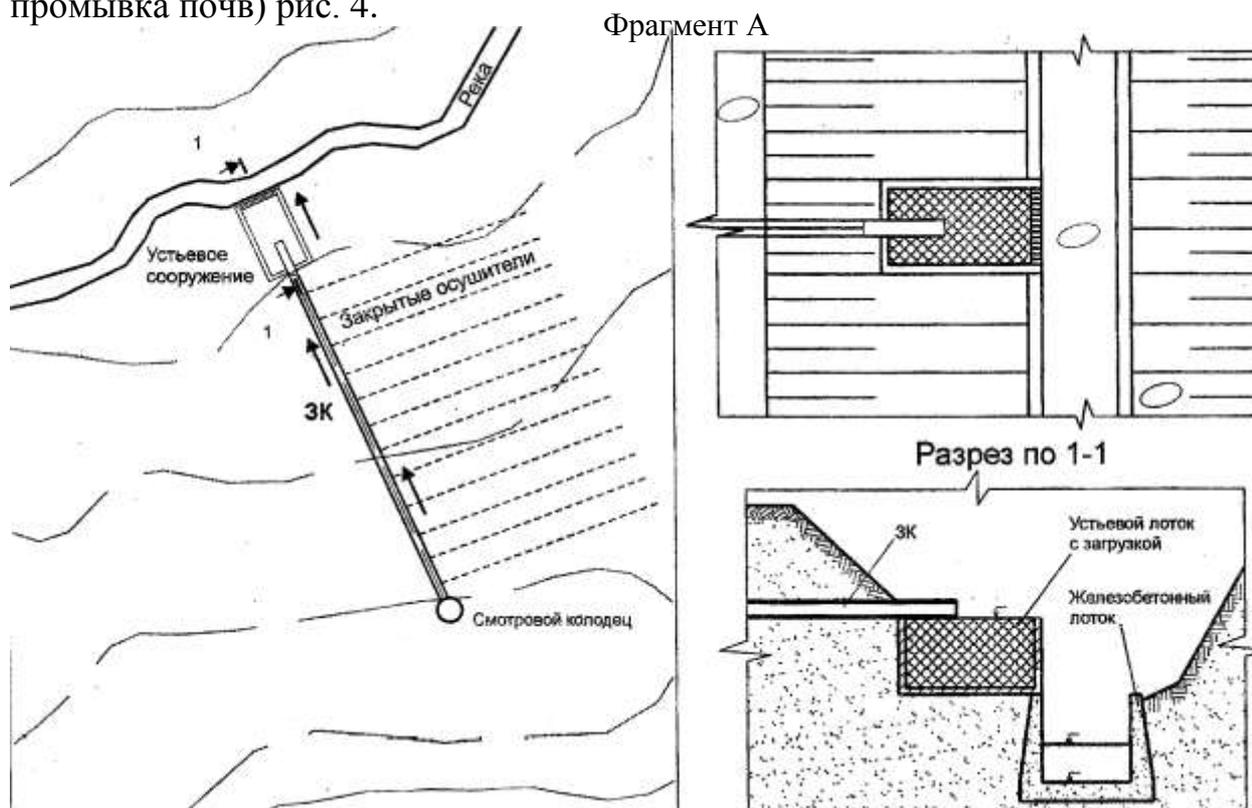


Рисунок 4 – Очистка дренажных вод с помощью сорбирующей засыпки в устьевом сооружении

Преобразования водосбора [11] можно рассматривать двояко. Мы знаем пример, когда с 1872г. происходило интенсивное освоение степей и полупустынь путем орошения, а затем как результат борьба с эрозией. Поэтому здесь должен быть бережный и рачительный подход к поставленной цели.

Большое влияние на водосбор оказывает вырубка лесов, пожары, которые участились в последнее десятилетие, распашка земель, для увеличения земельных угодий. Все это вызвано экономическими проблемами страны, но это отрицательно сказывается на водном балансе. Увеличивая земельные угодия путем распашки, ухудшаем водный баланс почв, питание рек и подземных вод, что приводит к эрозии почв. Механизированная обработка полей, уплотняет почву, что также негативно сказывается на водном балансе.

Да мы должны решать экономические проблемы, но решать их в увязке с природой, обустривая водосборы, восстанавливая малые реки, создавая водоемы, улучшая качество подземных и поверхностных вод.

Особое внимание должно быть уделено малым рекам, которые находятся в плачевном состоянии: заросшие берега, мусор в реках и на берегах, от упавших деревьев образуются запоры, которые препятствуют стоку, создавая заторы, тем самым вызывая заиление рек и т.д. А ведь именно малые реки формируют речной сток.

Мелиорация земель, приводит к дополнительным нагрузкам на водоемы, вызывая загрязнение нефтепродуктами, пестицидами, тяжелыми металлами, это необходимо учитывать при обустройстве водосбора.

### *Библиографический список*

1. Козменко, А.С. Борьба с эрозией почв/ А.С. Кузьменко. – М. : Гос. изд-во сельхоз. лит-ры, 1954. – 232 с.
2. Панин, А.В. Вековые тенденции в развитии верховий речных систем/ А.В. Панин // Современные глобальные изменения природной среды. - Т. 1. – М. : Науч. мир, 2006. – С. 404-409.
3. Еременко, Е.А. Ложбинный мезорельеф Восточно-Европейской равнины/ Е.А. Еременко, А.В. Панин. – М. : МИРОС, 2010. – 192 с.
4. Еременко, Е.А. Происхождение ложбинной сети в центральных и южных районах Восточно-Европейской равнины/ Е.А. Еременко, А.В. Панин // Вестник Моск. ун-та. Сер. География. – 2011. – № 3. – С. 59–66.
5. Хортон, Р.Е. Эрозийное развитие рек и водосборных бассейнов. – М. : Изд-во иностр. лит., 1948. – 156 с.
6. Гарцман, И.Н. Речная сеть и водоносность территории в условиях юга Дальнего Востока/ И.Н. Гарцман // Тр. ДВНИГМИ. – 1968. – Вып. 27. – С. 15-22.
7. Гарцман, И.Н. Топология речных систем и гидрографические исследования/ И.Н. Гарцман // Водные ресурсы. – 1973. – № 3. – С. 109–124.
8. Определение осадки и всплывания торфяных почв/ Т.С. Ткач, А.С. Попов, И.В. Шеремет и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 80-83.
9. Гидротехническое сооружение – дамба/ С.Н. Бoryчев и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.
10. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.
11. Осушительная система в гидромелиорации/ Н.А. Суворова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - 2020. - С. 163-167.
12. Колошеин, Д.В. Требования к гидрогеологическим исследованиям на разных стадиях проектирования мелиораций/ Д.В. Колошеин, А.М. Ашарина, Е.Ю. Гаврикова // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической

эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 36-41.

13. Причины и оценка заболачивания почв/ А.С. Попов, Д.В. Колошеин, А.Н. Худякова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАНКС академиком МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 65-68.

14. Методика измерений плотности и влажности грунтов/ А.М. Ашарина и др. // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 272-276.

15. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела/ В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск, 2018.

16. Дубасова, В.А. Экологический мониторинг состояния водных ресурсов бассейна р. Днепр/ В.А. Дубасова, Г.А. Потехин // Проблемы и перспективы развития АПК и сельских территорий : Сборник материалов международной научной конференции. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. – С. 60-64.

17. Прохоров, Б.В. Использование установки замкнутого водоснабжения в научно-образовательном центре аквакультуры и рыбоводства/ Б.В. Прохоров, А.А. Коровушкин // Сб.: Научные приоритеты современного животноводства в исследованиях молодых учёных : Материалы Всероссийской студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 05 марта 2020 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 217-223.

18. Оценка эффективности нагревателей воды в животноводстве/ С. Н. Борычев, И. А. Успенский, Д. Е. Каширин [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2022. – № 6(300). – С. 42-45. – DOI 10.33267/2072-9642-2022-6-42-45.

19. Романова, Л. В. Перспективы развития мелиорации в Российской Федерации/ Л. В. Романова // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 296-301.

20. Туркин, В.Н. Эколого-технологические аспекты выбора систем водоотведения и канализации для предприятий/ В.Н. Туркин, Д.О. Коротаев // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. - С. 126-129.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ НА СКЛОНОВЫХ АГРОЛАНДШАФТАХ РЯЗАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

В данный момент в России происходит снижение плодородия почв, в результате происходит разрушение почвенного покрова, ухудшение и уменьшение земельных участков. Для решения данной проблемы модернизируют ряд научно-технических, организационных мероприятий по сохранению агроландшафтов и экосистем [1, 2, 3, 4]. В Российской Федерации разработана федеральная целевая программа «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов» для выявления приоритетных мероприятий.

Эрозия почв – это разрушение плодородного слоя почвы, в котором будущий урожай и растения в целом должны получать питательные вещества и воду. Причины возникновения и развития эрозии почв зависят от природного фактора, а также деятельности человека. Из-за неправильного использования сельскохозяйственной техники, вырубки лесов, выбивание пастбищ скотом, а также из-за сильного ветра и дождей страдает верхний плодородный слой почвы [5, 6]. Вследствие чего происходит спад урожайности, ухудшение качества урожая, утрата биоразнообразия, а также повышенный риск оползней, наводнений, повреждения инфраструктуры и многое другое. Именно поэтому были созданы методы прогноза почвенной эрозии и ряд мероприятий, позволяющий понизить уровень эрозии почв, тем самым увеличивая их плодородность (Рисунок 1).

За последнее время ежегодный контроль за агроландшафтами не производится, что негативно влияет на статистику эрозии почв и на разработку методов по ее устранению. Проектирование противоэрозионных мероприятий включает в себя целый комплекс мероприятий направленных на противодействие деструктивных процессов, которые приводят к разрушению почвенного слоя. Мероприятия разделяют на группы по определенному направлению, среди них такие как: инженерные, лесомелиоративные, агрономические, организационные. Главные противоэрозионные мероприятия представлены на схеме (Рисунок 2). Выбор противоэрозионных мероприятий зависит от местоположения земельных участков, а такие природные явления как выдувание, сели, оползни, смыв почвенного покрова, являются ведущими процессами, приводящими к разрушению почвенного слоя.

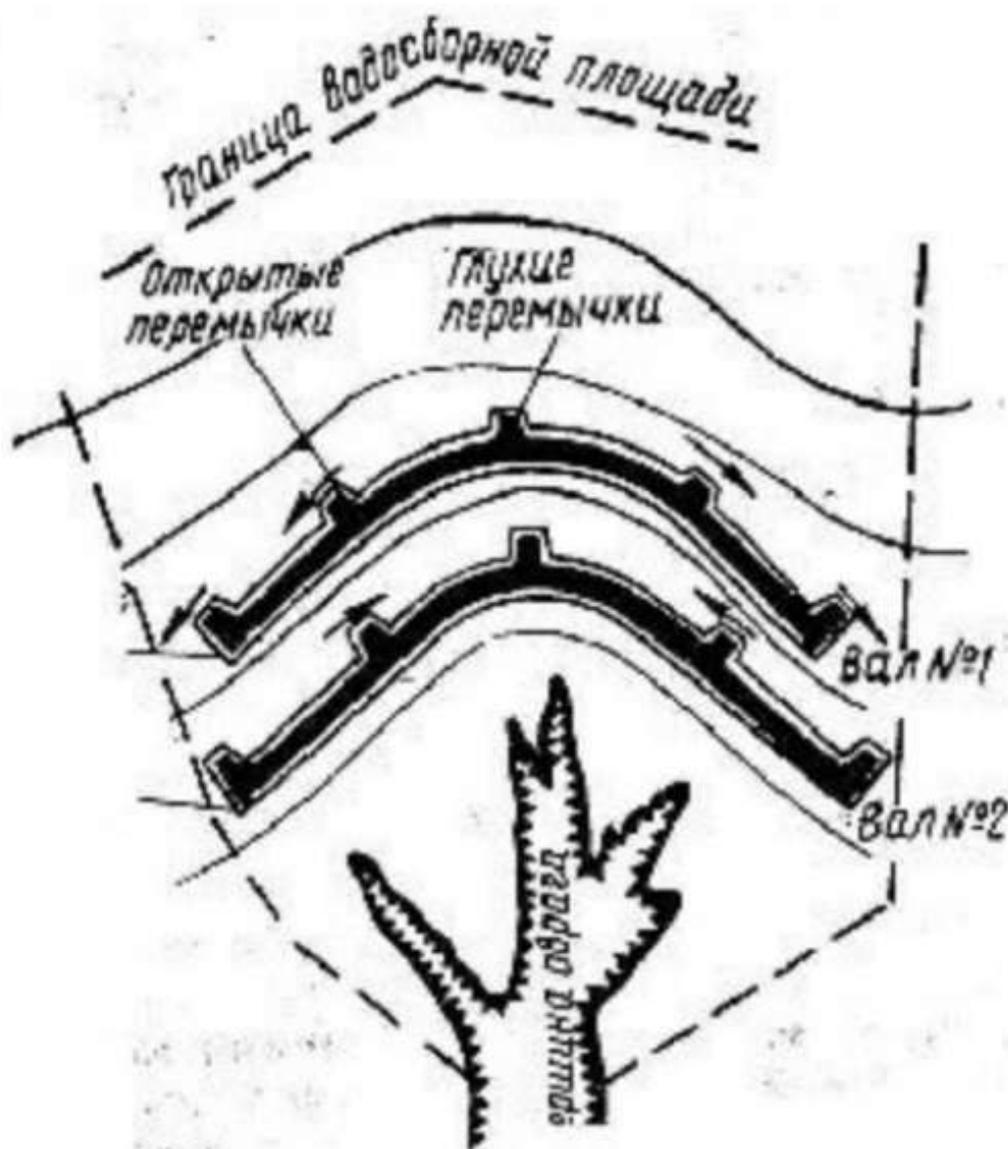


Рисунок 1 – Противоэрозионные технические мероприятия

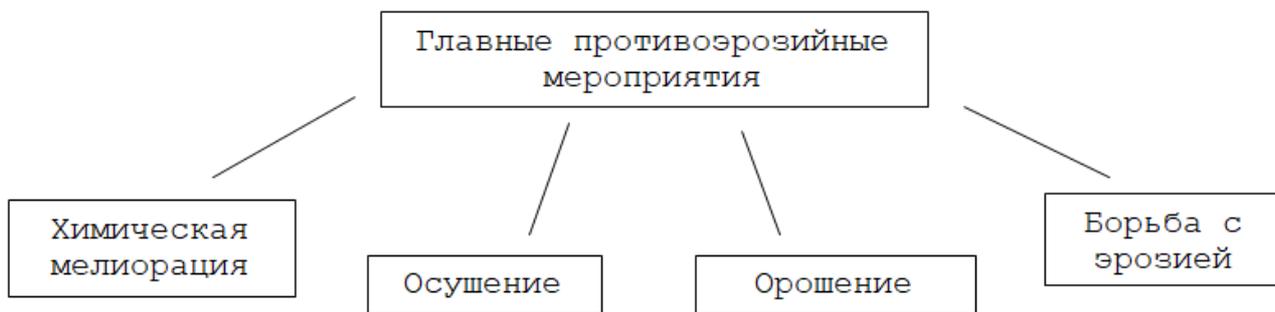


Рисунок 2 – Главные противоэрозионные мероприятия

При планировании проведения противоэрозионных мероприятий была поставлена цель на экономию ресурсов и защиту почвы, например, в Касимовском районе были проведены работы по улучшению водного режима почв, благодаря чему произошла прибавка урожая. К таким работам относят орошение, снегозадержание и другие мероприятия, направленные на

уменьшение испарения почвы. Данным работам уделяют наибольшее внимание. Отмечают, что на скопление вод от атмосферных осадков и развитие процесса эрозии почв влияют такие характеристики рельефа, как величина уклона, форма склонового участка, габаритные параметры. Учитывая эти факторы, математическим методом можно находить зависимость влияния величины уклона и длины на эрозийный процесс.

В Рязанской области проводят полный учет факторов, природная зональность не дает возможности использования одних и те же мероприятий в разных районах области. Для достижения результата сначала проводят проектирование противоэрозионных и противодефляционных мероприятий на отдельное хозяйство со всеми возможными факторами риска, а потом уже проводят реализацию данных мероприятий.

В Рязанской области во время посевных и уборочных работ в 2022 году проводились мероприятия по поделке микрорельефа, которые отражают проектирование противоэрозионных мероприятий, таких как вспашка под небольшим углом к горизонталям и нарезка водоотводных борозд в первой половине посевной кампании из-за достаточного и избыточного увлажнения, на что повлиял температурный режим в области и частые осадки.

В июле 2022 года произошел перепад температур, и началась засуха в некоторых районах Рязанской области, для них были разработаны такие противоэрозионные мероприятия, как щелевание, которые подошли для таких районов как Рязанский, Михайловский, Кораблинский. Суть щелевания в том, что создаются узкие и глубокие щели, чаще всего на склонах, которые задерживают сток воды, что приводит к уменьшению эрозии почвы. Также были разработаны и интразональные противоэрозионные мероприятия, например такие, как глубокая вспашка и вспашка с почвоуглублением для Кадомского и Касимовского районов.

В Рязанской области такие климатические факторы как: температура воздуха, количество и интенсивность осадков, способствуют развитию эрозии почвы. Именно поэтому разрабатывают мероприятия на их предупреждение: при дождях, снеготаянии, орошении, а также дефляции, круглогодично. Но реализация возможна только в комплексе с другими задачами землеустройства, включающие в себя рекультивацию, то есть восстановление продуктивности почвы, а также строительство дорог, водохозяйственных объектов, производственных и жилых массивов.

Проблема эрозии почв была актуальна еще в конце XIX века. Авторами научных работ по почвенной эрозии являются такие исследователи, как Я.В. Корнев, А.Н. Костяков, М.Н. Заславский, Н.Н. Бобровицкая, В.Д. Иванов и многие другие. Ими были созданы известные выражения для определения модуля смыва, эмпирические зависимости между потерями почвы на склоне и стоком атмосферных осадков, а также другие модели исследований [7, 8, 9].

Таким образом, эрозия почвы на склоновых агроландшафтах Рязанской области ведет к уменьшению урожайности сельскохозяйственных участков. Поэтому в данный момент в области стоит основная задача, которая заключается во внедрении принципа комплексности среди мероприятий,

которые обеспечивают охрану почв от эрозии: агротехнические или лесомелиоративные. Внедрение наиболее дорогостоящих гидротехнических мероприятий также положительно повлияет на устранение эрозии почв агроландшафтов.

### *Библиографический список*

1. Васильев, С. А. Математическая модель для прогноза эрозионных процессов на склоновых агроландшафтах/ С. А. Васильев // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2015. - № 9. - С. 96-100.

3. Использование модели взаимодействия подстилающей поверхности суши с атмосферой для расчетов речного стока в высоких широтах/ Е. М. Гусев, О. Н. Наносова, Л. Я. Джоган, Е. Э. Ковалев // Водные ресурсы. - 2008. - Том 35, № 2. - С. 181-195.

4. Данилов, Г. Г. Система обработки почвы/ Г. Г. Данилов. - М. : Россельхозиздат, 1982. - 270 с.

5. Результаты почвенно-мелиоративных исследований при реконструкции межхозяйственной оросительной системы «Дружба» Чувашской Республики/ А. Н. Дмитриев, С. А. Васильев, В. В. Алексеев, И. И. Максимов // Мелиорация и водное хозяйство. - 2016.- № 2. - С. 17-21.

6. Доспехов, В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов)/ В. А. Доспехов. - М. : Агропромиздат, 1985. - 352 с.

7. Дудкин, П. А. Скорости течения воды по поверхности водосбора и методы их изучения/ П. А. Дудкин // Метеорология и гидрология. - 1937. - № 9. - С. 50 - 57.

8. Егоров, И. Е. Полевые методы изучения почвенной эрозии/ И. Е. Егоров // Вестник удмуртского университета. - 2009. - Вып. 1. - С. 157-170.

9. Техничко-экономическое обоснование возведения насыпи на слабом основании/ В.С. Пыжов, Е.Э. Ждарыкина, О.П. Гаврилина и др. // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2020. - С. 391-395.

10. Колошеин, Д.В. Требования к гидрогеологическим исследованиям на разных стадиях проектирования мелиораций/ Д.В. Колошеин, А.М. Ашарина, Е.Ю. Гаврикова // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 36-41.

11. Определение осадки и всплывания торфяных почв/ Т.С. Ткач, А.С. Попов, И.В. Шеремет и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти члена-корреспондента РАСХН и НАН КР академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. - Рязань: РГАТУ, 2020. - С. 80-83.

12. Мелиоративная история Брянщины. Люди и дела/ В.Ф. Василенков, С.В. Василенков, Е.В. Байдакова и др. – Брянск, 2018.

13. Богданчиков, И.Ю. Способ мониторинга изменения рельефа сельскохозяйственных полей/ И.Ю. Богданчиков // Ломоносов – 2021 : Материалы Международного молодежного научного форума. – Москва : ООО "МАКС Пресс", 2021.

14. Ерофеева, Т.В. Экология : Учебное пособие/ Т.В. Ерофеева, Д.В. Виноградов, Л.Ю. Макарова. Рязань : ИП Викулов, 2021. – 280 с.

15. Пурнемцова, Г.С. Оценка степени фитотоксичности почв и субстратов методом биотестирования/ Г.С. Пурнемцова, Г.В. Уливанова // Сб.: Интеграция научных исследований в области современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии : Материалы Национальной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 02 марта 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 177-184.

16. Лукьянова, О. В. Комплекс мероприятий по защите почв от эрозии при возделывании картофеля/ О. В. Лукьянова // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, 2015. – С. 183-187.

17. Калинина, Г.В. Аналитический обзор наличия и использования земельных ресурсов в Рязанской области/ Г.В. Калинина, С.Н. Борычев, И.В. Лучкова, О.А. Ваулина // Вестник Алтайской академии экономики и права. - 2020. - № 4-2. - С. 208-212.

18. Планирование эксперимента в инженерно-технической сфере АПК с использованием компьютерной программы "Mathematica"/ А.А. Хрипин, В.М. Ульянов, В.А. Хрипин [и др.] // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 22 ноября 2018 года. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 475-480.

**УДК 631.3**

*Елисеева Я. Г., студент,  
Борычев С.Н., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ МЯГКИХ ГТС И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ЛЕСОСПЛАВНЫХ РЕКАХ**

На 50-60 гг. прошлого века начался пик строительства гидротехнических сооружений (ГТС) для того, чтобы улучшить лесосплавные реки из различных строительных материалов (местных). Сейчас такие сооружения пришли же в негодность и стали являться для водного транспорта препятствием (Рисунок 1, 2). [1, 2].

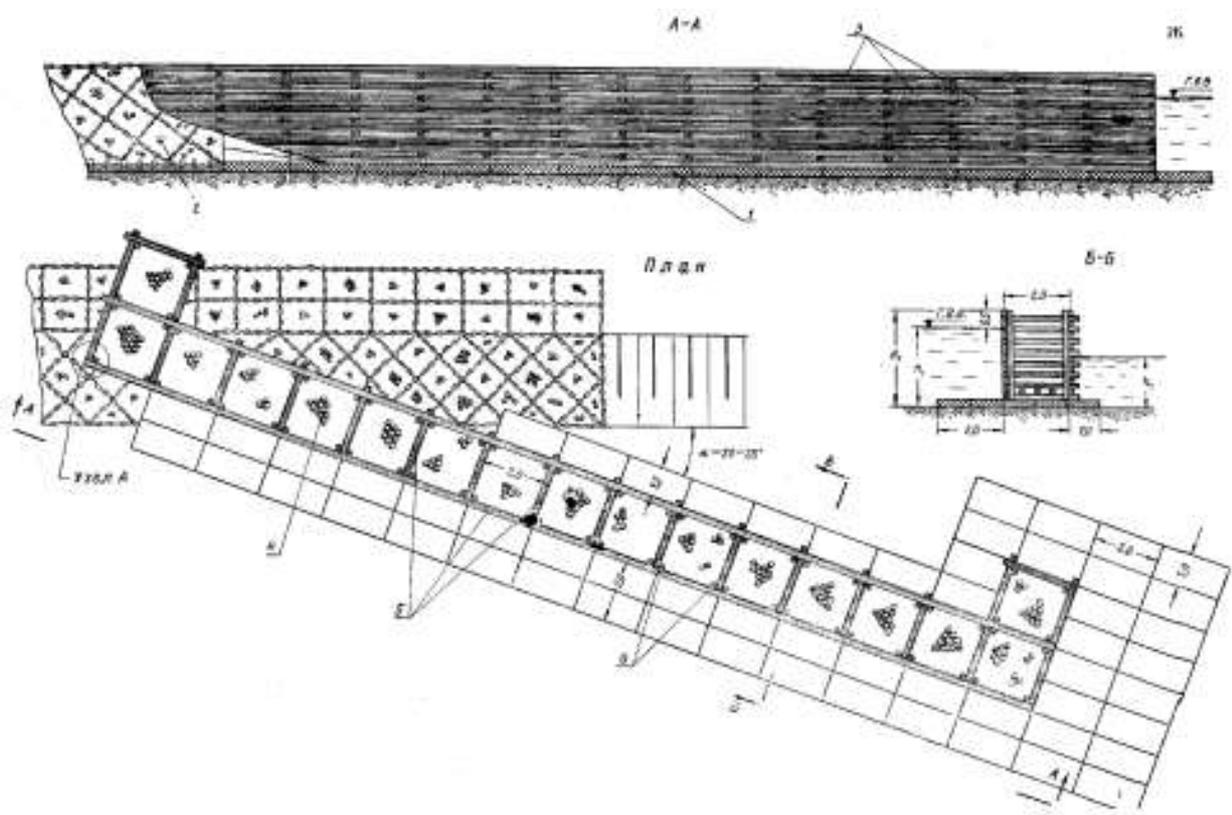


Рисунок 1 – Дамба ряжевая из бруса

Постоянный водоток, питающийся стоком атмосферных осадков, а также от грунтовых вод и текущий в естественном русле с площади своего бассейна – это река. Обозначим такой термин, как «лесосплавный путь» – водотоки и водоемы, используемые для лесосплава. Водотоки – это реки разных видов:

- равнинные (скорость течения равнинных рек – до 1,25 м/с);
- полугорные или предгорные (скорость течения 1,25...2 м/с);
- горные (скорость течения свыше 2 м/с) [3, 4].

Водоемы в основном представлены водохранилищами, также морями.

Реки, с учетом пропуска различных видов, размеров лесоматериалов, судов и лесосплавных единиц можно классифицировать на категории, которые в свою очередь можно охарактеризовать различной глубиной и шириной. Также различают реки по значимому виду питания:

- весеннее половодье;
- весенне-летнее;
- летнее;
- с паводочным режимом.

Половодье, паводок, межень (фазы водного режима) определяют некое колебание уровней воды в реках и это нужно учитывать при планировании способов и сроков лесосплава.

Применение ГТС (анализ применения ГТС) может позволить определить основные и дополнительные требования, которым должны отвечать сооружения на лесосплавных реках (как постоянных, так и временных) в современных условиях.

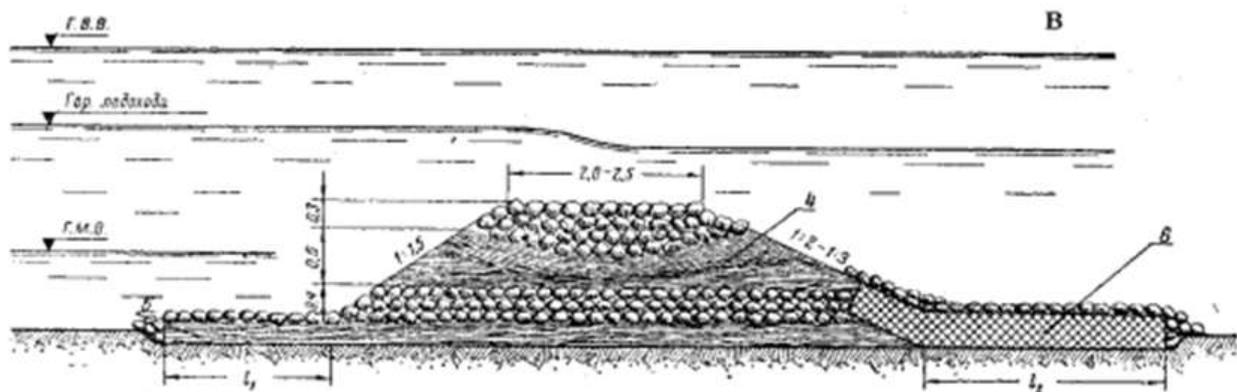


Рисунок 2 – Запруда из камней и хвороста

Основные требования:

- кратковременное пользование и мобильность сооружений (удобное перемещение и быстрая установка в зависимости от гидрологических условий и производственных задач);
- должны быть минимальными русловые и в целом общестроительные работы по установке сооружения [2, 5];
- применение ГТС должно вписываться в перспективные процессы (технологические) гидромелиоративных и лесосплавных работ;
- ГТС, быстровозводимые, экономически должны быть эффективнее существующих сооружений;
- применение ГТС не должно нарушать гидрологический режим рек, а также каких-либо ухудшений условий воспроизводства рыбы и ее обитания.

Основными элементами конструкций ГТС являются наполнитель (вода или воздух) и мягкая оболочка рукавного типа. Главное условие – герметичность оболочки, а в случае ее нарушения ГТС будет терять свою форму и перестанет создавать напор [3].

Одной из наиболее важной отличительной способности ГТС является также экологичность. И это не только экологичные материалы. Работа ГТС проводится только исключительно в период лесосплава (в несколько дней) – ГТС меняют гидрологию реки локально и кратковременно, минимально воздействуя на среду ихтиофауны (обитание) водоемов.

Мобильность – значительное отличие ГТС, то есть быстрое установление сооружений в русле реки и перемещение этих сооружений в различные места с многократным использованием и повышением эффективности лесосплавных и гидромелиоративных работ.

В чем же отличительные особенности мягких мобильных гидротехнических сооружений:

- так как сооружения размещают в русле без подготовки основания (предварительной) – для ГТС будет минимальное время монтажа (за несколько часов);
- дешевые, но качественные материалы (минимальное привлечение техники и персонала для установки гидротехнических сооружений).

Для увеличения продолжительности стояния нужных уровней для сплава

скоростей течения и уровней, регулирования стока малых рек создают водохранилище, которое будут аккумулировать часть речного стока, в свою очередь, сбрасываемых ровно по графику.

Существуют основные схемы регулирования стока в зависимости от местных условий [5, 6]:

- в том случае, когда от плотины до плотины расстояние до конца участка не превышает допустимой дальности действия пропуска суточных или многосуточных попусков из одного водохранилища;

– кратковременные попуски из расположенных последовательно нескольких по длине реки «каскад плотин» (водохранилищ) – применяют при достаточно большом протяжении реки (или участка реки), превышающем дальность действия попуска (обязательного кратковременного) из одного водохранилища).

Улучшение эксплуатационных и гидротехнических характеристик – это основная задача применения быстровозводимых ГТС наполняемого типа малых и судоходных рек. Участки пути, очевидно, будут производиться в условиях ограниченных глубин. На таких участках будет происходить достаточно резкое увеличение сопротивления воды движению – его нужно учитывать при проведении тяговых и путевых расчетов. Сопротивление воды движению гидротехнических сооружений (в условиях малой глубины) при буксировке и отсутствии ветра и волнения, зависит от глубины судового хода.

По различным основаниям мобильные дамбы, в зависимости от используемых материалов и особенностей, в гидротехническом строительстве классифицируют на различные группы (Рисунок 3) [3, 7].

Организация сплава на верховьях средних рек и малых – это один из перспективных путей эффективности транспорта (водного) лесных грузов. Сегодня сплав по малым рекам довольно затруднен или вовсе невозможен из-за деградации водных путей (это происходит в связи с отсутствием проведения гидромелиоративных работ) [1, 8, 9].

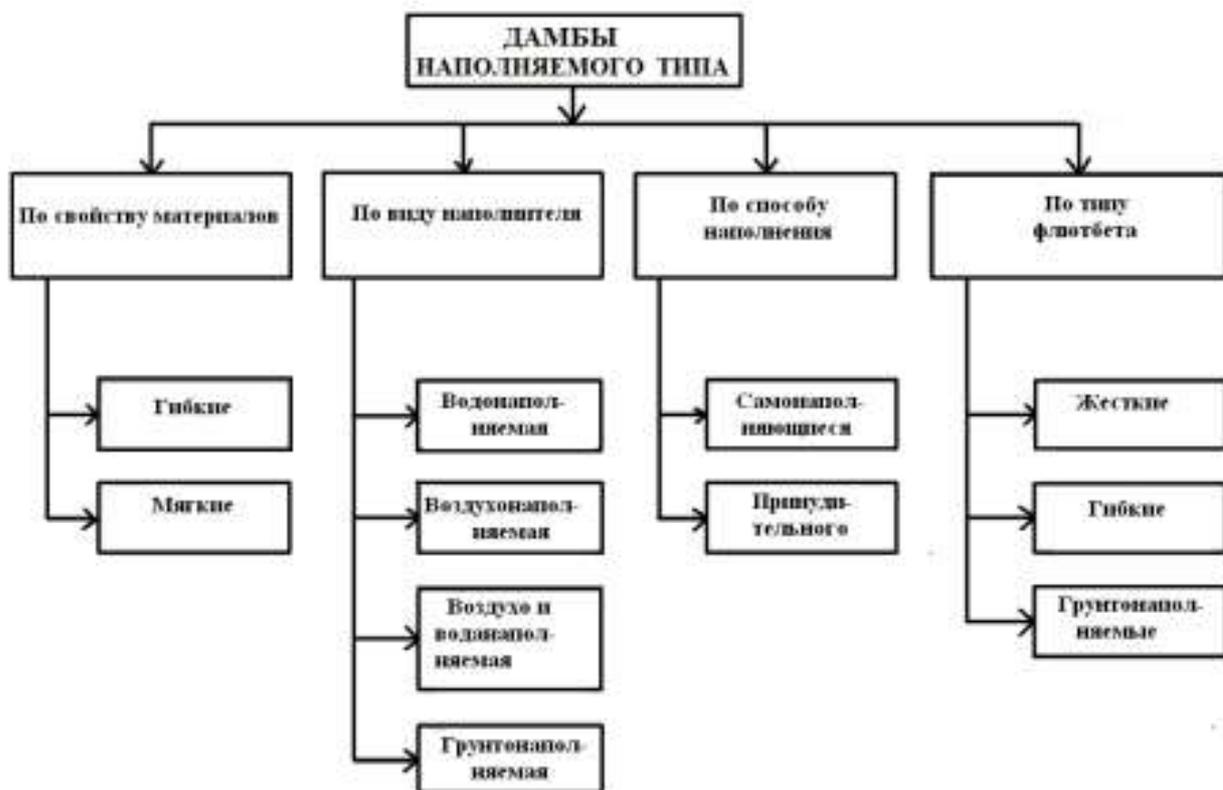


Рисунок 3 – Классификация мобильных дамб в гидротехническом строительстве

### *Библиографический список*

1. Управление процессами береговой сплотки и водного лесотранспорта/ А.А. Камусин и др. – М. : МГУЛ, 2010. – 140 с.
2. Комяков, А.Н. Экспериментальные исследования сопротивления воды движению контейнерных плотов для сплава измельчённой древесины/ А.Н. Комяков // Научные труды. – М. : МЛТИ, 1986. – № 177. – с. 103.
3. Лазарев, М.П. Справочник мелиоратора лесосплавных путей/ М.П. Лазарев. – М. : Гослесбумиздат, 1961. – 125 с.
4. Манькова, Н.Ю. Эколого-биологические особенности формирования запасов обыкновенного судака в Волго-Каспийском районе : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук по спец. 03.00.16 – Экология/ Н.Ю. Манькова. – Астрахань : Астраханский ГУ, 2003. – с. 27.
5. Савельев, В.В. Мелиорация лесосплавных путей и гидротехнические сооружения/ В.В. Савельев. – М. : Лесная промышленность, 1982. – 193 с.
6. Гидротехнические сооружения: виды и классификация/ И.В. Шермет, С.Н. Бoryчев, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2019. - С. 365-369.
7. Колошеин, Д.В. К вопросу реконструкции и модернизации мелиоративных систем в условиях Рязанской области/ Д.В. Колошеин, Е.Ю. Гаврикова, А.М. Ашарина // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования

технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 31-36.

8. Совершенствование гидромелиоративных машин с автоматизацией процесса полива/ А.А. Ахтямов, А.И. Рязанцев, О.П. Гаврилина и др. // Вестник РГАТУ. - 2019. - № 3. - С. 64-68.

9. Гидротехническое сооружение – дамба/ С.Н. Борычев, О.П. Гаврилина, Д.В. Колошеин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, 2020. - С. 12-17.

10. Дубасова, В.А. Экологический мониторинг состояния водных ресурсов бассейна р. Днепр/ В.А. Дубасова, Г.А. Потехин // Проблемы и перспективы развития АПК и сельских территорий : Сборник материалов международной научной конференции. – Смоленск : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА, 2022. – С. 60-64.

**УДК 625.731**

*Матюшкина В.Д., студент,  
Колошеин Д.В., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **УПЛОТНЕНИЕ СЛОЕВ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

Операция уплотнения является одним из основных этапов технологии устройства дорожного полотна, от которой зависит дальнейшее эксплуатационное использование автомобильной дороги, то есть способность сопротивляться транспортным нагрузкам и условиям климатических факторов.

Уплотнение определяется, как процесс, в котором происходит изменение циклической нагрузки, воздействующей на слои дорожной одежды, от максимального и до минимального значения. При уплотнении каждого слоя дорожной одежды повторяется цикл постоянно-динамического изменения уплотняющей нагрузки, поэтому уровень напряженного состояния уплотняемого материала видоизменяется.

Дорожная одежда в основном состоит из следующих слоёв (рис. 1):

- Поверхностный слой износа;
- Верхний слой;
- Основание;
- Земляное полотно.

Покрытие дорожного полотна состоит из поверхностного слоя износа и основного слоя, обеспечивающих защиту внутренних слоев. Они препятствуют попаданию влаги, защищают от внешних климатических факторов и принимают основную часть транспортной нагрузки. Материал для покрытия следует выбирать по надежным прочностным характеристикам, например щебёночно-мастичный или гравийный. Оба материала используются для слоя износа и подходят для автомобильных дорог с высокой транспортной нагрузкой.

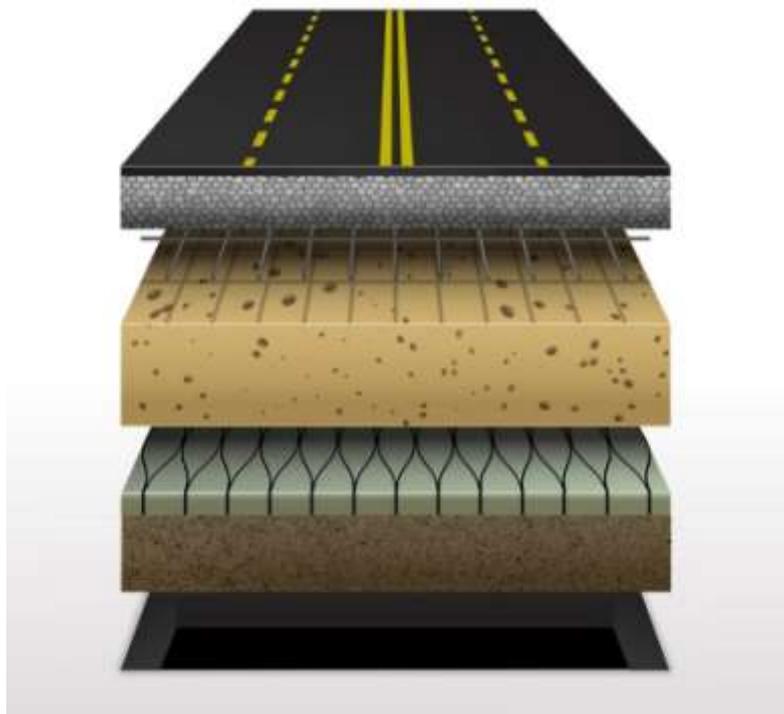


Рисунок 1 – Слои дорожной одежды.

Основание несущая часть дорожной одежды, которое совместно с покрытием передает на земляное полотно и как правило состоит из двух или более надежных слоёв, которые обеспечивают прочность покрытия и повышают эксплуатационные характеристики автомобильной дороги.

Земляное полотно является конструктивным слоем, который предварительно необходимо подготовить. После выкапывания котлована необходимой глубины, земляное полотно расчищают и уплотняют, от этих этапов зависит эксплуатационный срок службы автомобильной дороги.

Основными методами уплотнения являются статическое и вибрационное.

Уплотняющее оборудование, которое направлено на статическую нагрузку, использует собственную массу машины, чтобы произвести определенное усилие на уплотняемый материал слоя, в результате чего возникает остаточная деформация. Постепенное увеличение плотности материалы сводит данную деформацию к минимальному числовому значению. Регулирование статической нагрузки оборудования, производящего уплотняющее действие, зависит от массы или контактной площади рабочего органа на уплотняемый слой.

Например, трехвальцовый каток, который может использоваться при статическом методе уплотнения (рис. 2).



Рисунок 2 – Статический трехвальцовый каток

При вибрационном уплотнении происходит воздействие комбинация статической и динамической нагрузки, которые воспроизводят быстро следующие друг за другом удары, действующие на контактную поверхность. За счёт этого эффекта происходит ускорение движения частиц материала и уменьшение внутреннего трения, то есть облегчается «переупаковка» этих частиц в состояние, позволяющее уменьшить пустоту и повысить плотность уплотняемого слоя. С увеличением числа точек соприкосновения между частицами материалы повышается надёжность и прочность уплотняемого слоя.

Уплотняющий эффект зависит от частоты, ускорения и массы вибрирующего механизма уплотняющего оборудования.

Например, легкий тандемный виброкаток, который может использоваться в вибрационном методе уплотнения (рис. 3).



Рисунок 3 – Легкий тандемный виброкаток

При статическом уплотнении только давление от рабочего органа оборудования оказывает нагрузку на нижележащий слой (рис. 4).

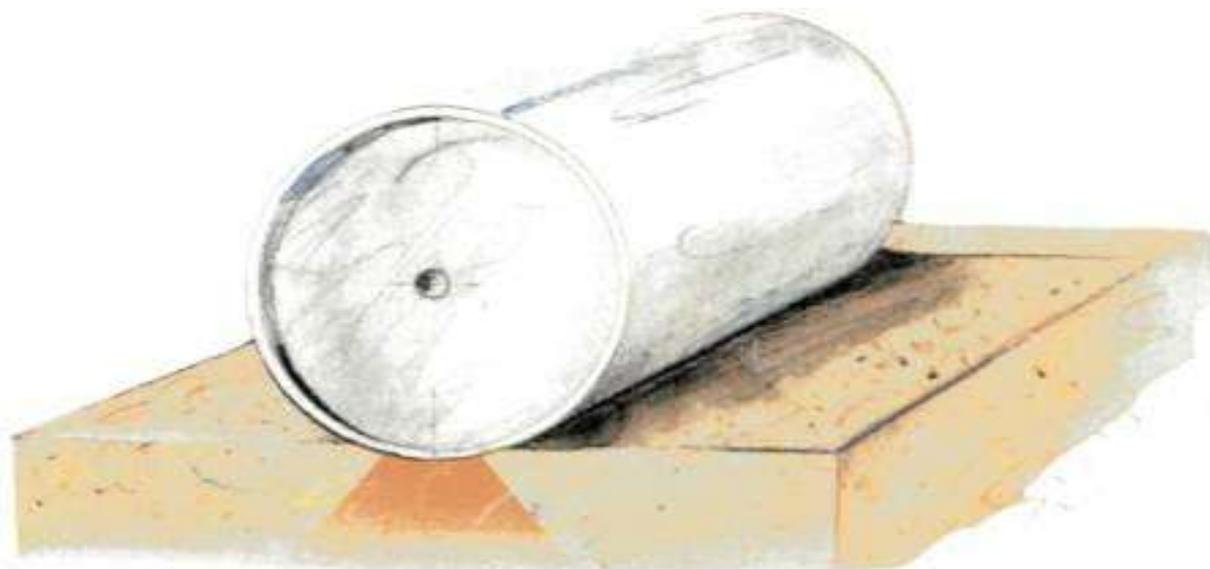


Рисунок 4 – Давление при статическом уплотнении.

В свою очередь, при вибрационном уплотнении сочетается статическое давление с динамическим усилием, оказываемым рабочим органом уплотняющего оборудования (рис. 5).



Рисунок 5 – Давление при вибрационном уплотнении

Для достижения максимального уплотняющего эффекта необходимо учитывать прочность состояния нижележащего слоя грунта. Невозможно добиться высокоэффективного уплотнения, если подстилающий слой легко деформируется и имеет низкую несущую способность.

### *Библиографический список*

1. Автодорожная сеть в Российской Федерации и её перспективы/ С.Н. Борычев и др. // Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Сб. науч.-практ. конф. с международным участием. - 2018. - С. 243-246.
2. Расчет дорожной одежды нежесткого типа для II категории автомобильной дороги/ А.Д. Крюнчанкина, В.О. Попова, С.Н. Борычев и др. // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 353-363.
3. Эксплуатация автомобильных дорог с применением новых технологий/ Т.С. Беликова, Н.П. Дубровин, С.Н. Борычев и др. // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 276-281.
4. Карпушина, С.П. Повышение основных качеств дорожного покрытия при эксплуатации автомобильных дорог/ С.П. Карпушина, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. - 2021. - С. 289-292.
5. Применение современных строительных материалов в содержании и ремонте автодорог/ Л.А. Маслова, И.В. Шеремет, Т.А. и др. // Сб.: Наука и образование XXI века : Материалы XIII-й Международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2019. - С. 81-84.
6. Применение новых технологий при расчете дорожной одежды нежесткого типа/ А.Д. Крюнчакина, А.А. Косырева, С.Н. Борычев и др. // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ. - Рязань, 2019. - С. 347-353.
7. К вопросу о применении сероасфальтобетона/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы науч.-практ. конф. с международным участием. – Рязань : РГАТУ, 2018. - С. 227-229.

## СЕКЦИЯ 3. ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

УДК 656.13

*Зайцева В.В., студент,  
Аникина И.М., студент,  
Мелькумова Т.В., ассистент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ ГОРОДСКОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

Система городской транспортной сети состоит из четырех категорий: сеть объектов, маршрутная сеть, сеть организаций и сеть спроса. Переплетенные сети формируют важнейшую основу для взаимодействия людей в социальной и экономической деятельности и даже в городской архитектуре. В контексте городской транспортной сети транспортные узлы составляют сеть объектов, транспортные линии составляют маршрутную сеть, а комбинация узлов и линий образует сеть организации, включая городскую дорожную сеть, городскую сеть общественного транспорта, городскую внешнюю транспортную сеть, а также узлы пассажирских и грузовых перевозок (рисунок 1). Городская транспортная сеть является важной проблемой, как для человеческой деятельности, так и для гражданской логистики. В частности, на фоне устойчивого развития проектирование сети играет значительную роль в высокоэффективной деятельности и может способствовать уменьшению проблем, связанных с окружающей средой.

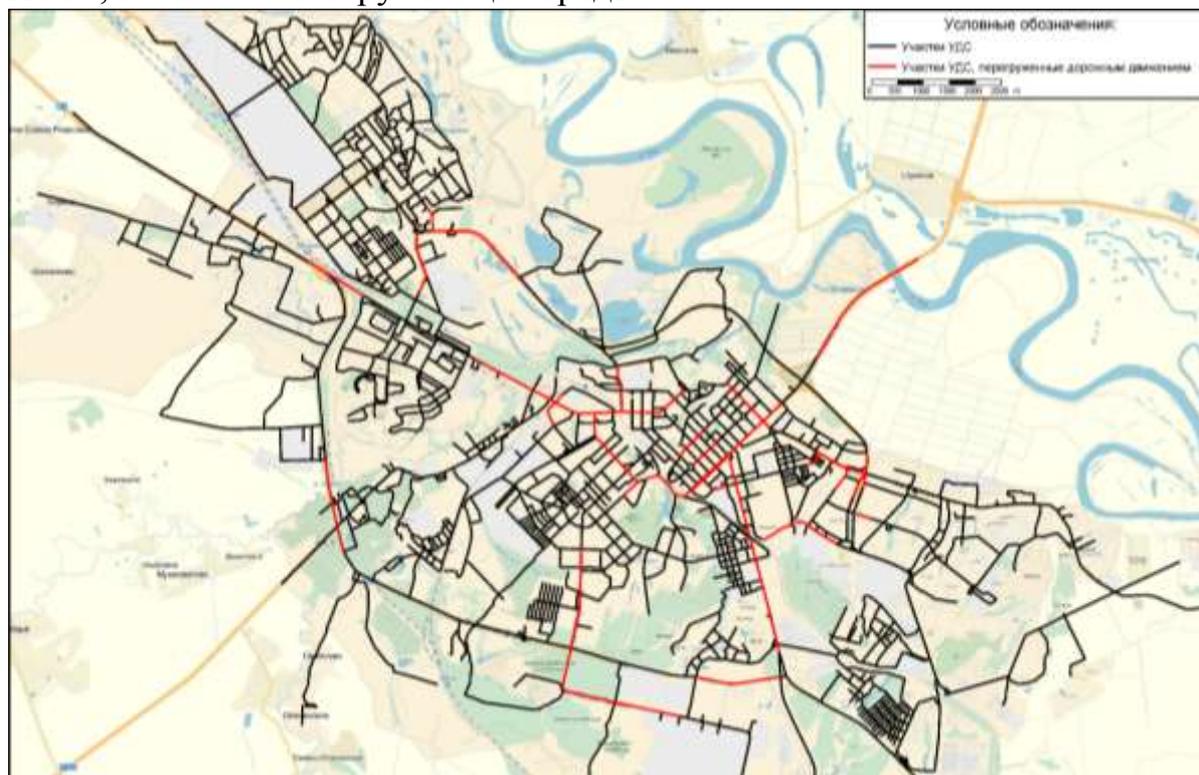


Рисунок 1 – Граф улично-дорожной сети города Рязани

Проблема проектирования городской транспортной сети настолько сложна и практически важна, что ее изучают все больше исследователей последние пять десятилетий [1-10]. Общий проект сети или часть проекта городской транспортной сети были рассмотрены и обобщены, а также рассматривалось взаимодействие транзита и дорожной сети, проводилось сравнение подходов к формулировке, а также алгоритма решения. Однако, поскольку проблемы усложняются и появляются новые исследовательские технологии и задачи, необходимо отслеживать дальнейшие методы и результаты исследований.

Проблема проектирования городской транспортной сети в основном концентрируется на расширении пропускной способности существующих улиц или строительстве новых улиц, можно разделить на: 1) проблема проектирования дорожной сети, 2) проблема проектирования транзитной сети, 3) проблема проектирования мультимодальной сети. Принятие решений при планировании перевозок связано со стратегическим, тактическим и оперативным уровнями, а также с принятием решений на тактическом и стратегическом уровнях. Стратегические решения относятся к долгосрочным решениям по инфраструктуре транспортной сети. Тактические решения подразумевают эффективное использование существующих инфраструктур и ресурсов сети, а оперативные решения сосредоточены на краткосрочных решениях, в основном касающихся управления транспортными потоками и управления спросом (рисунок 2) [11,12].



Рисунок 2 – Картосхема расчетной интенсивности движения транспорта

1. Проблема проектирования дорожной сети (ППДС). Обычно концентрируется на уличных сетях и одновременно занимается частными и общественными транспортными средствами. ППДС традиционно рассматривает все транспортные потоки как один и тот же вид потока. ППДС возникает, когда лицо, определяющее политику, стремится оптимизировать характеристики дорожной сети. Проблемы проектирования городской дорожной сети обычно классифицируются как проблема проектирования непрерывной сети, проблема проектирования дискретной сети и проблема проектирования смешанной сети. Эта формулировка охватывает такие общие переменные дискретного решения, как строительство новых улиц, добавление полос движения, распределение полос движения и улицы с двусторонним движением, преобразованные в улицы с односторонним движением. В частности, в качестве особой и важной переменной добавляется учет эксклюзивных автобусных полос.

2. Проблемы проектирования транзитной сети (ППТС). Услуги транзитного транспорта, рассматриваемые как важный вклад в устойчивое городское развитие, были направлены на расширение транспортного потока и предоставление хорошего сервиса. Практически, из-за часового пояса принятия решения и функции, проблема планирования транзитной сети обычно делится на три измерения: стратегическое, тактическое и оперативное. Каждый уровень принятия решений играет определенную роль в эффективности системы. Эффективная транспортная система не только напрямую снижает воздействие на окружающую среду, например, сокращает расход топлива, загрязняющие вещества и шум, но также поддерживает взаимодействие и связь между отдельными видами транспорта. Когда дело доходит до стратегического уровня, основными соображениями являются многоуровневая сеть общественного транспорта с широким охватом и система обслуживания. Что касается решений по тактическому планированию, то они включают в себя проблему составления расписания, проблему установления частоты и разработку оперативных стратегий. Основной целью тактических решений является координация различных видов транспорта для удовлетворения конкретного спроса, минимизации времени ожидания или продвижения проекта, или мероприятия по синхронизации. При принятии решений по оперативному планированию исследователи также обращают внимание на регистрацию водителей или составление расписания, а также на проблему планирования транспортных средств. ППТС также можно разделить на два типа: непрерывное и дискретное проектирование транзитных сетей.

3. Проблема проектирования мультимодальной сети. Мультимодальная сетевая система определяется как комбинированная система, в которой информационная транспортная система соединяет все виды транспортных систем. Миллионы способов передвижения сетевых инфраструктур включены в большую перекрестную систему. Способы передвижения варьируются от автомобиля и мотоцикла до метро, автобуса и даже ходьбы пешком. Он реализует и тестирует решение для долгосрочного планирования транзитной сети. В работе применяется метод определения узлов объектов в сети,

использующих различные режимы перемещения.

С быстрым развитием электронной коммерции и зачастую ежедневным совершенствованием служб доставки городская логистика нуждается в совершенствовании, чтобы справляться с вызовами и справляться с доставкой посылок. Во многих городах по всему миру грузовые транспортные средства в рамках городской логистики создают серьезную проблему заторов и окружающей среды. В то же время выбросы загрязняющих веществ грузовыми транспортными средствами очень высоки. Более того, расходы на городскую логистику, особенно транспортные расходы, составляли значительную часть операционных расходов многих фирм. В результате при проектировании городских сетей необходимо учитывать маршруты и графики движения грузовых транспортных средств. В некоторых исследованиях рассматривалась интеграция грузовых и пассажирских перевозок с использованием общих транспортных средств [13-15].

### ***Библиографический список***

1. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.
2. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1 [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.
3. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // Сб.: European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.
4. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.
5. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования/ К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.
6. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов/ Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.
7. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте [Текст]/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Сб.: Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 98-101.
8. Барсукова, Н.В. Современные тенденции во взглядах на направления повышения эффективности и качества управленческих решений [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Сб.: Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию

Вольного экономического общества России: в 2 т. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал);. Курск, – 2020. – С. 60-64.

9. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта [Текст]/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

10. Приоритетные направления внедрения интеллектуальных систем на транспорте [Текст]/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 77-81.

11. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.

12. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения [Текст]/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

13. Способы проведения транспортного обследования улично-дорожной сети/ И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 301-306.

14. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

15. Андреев, К.П. Улучшение транспортной инфраструктуры города Рязани [Текст]/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Перспективное развитие науки, техники и технологий : Сборник научных статей VII-ой Международной науч.-практ. конф. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 13-16.

16. Обследование городской транспортной сети с применением измерительного комплекса/ А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 1. – С. 132-134. – EDN YWZXUX.

17. Изменение размеров прямой государственной поддержки производства как маркер диспропорций в политике развития регионов/ Н. М. Сергеева, Д. А. Зюкин, А. А. Головин [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 3(387). – С. 236-239.

18. Шкрабак, В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе/ В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск, 2008.

19. Некоторые вопросы оценки качества работы общественного пассажирского транспорта в г. Рязани/ А.С. Терентьев, И.Н. Кирюшин, Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2020. – № 4(298). – С.3-7.

20. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина, Г.К. Рембалович, А.Г. Красников, А.Б. Мартынушкин, Е.А. Строкова, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 328 с.

21. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с. – ISBN 978-5-98660-395-7.

22. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

**УДК 656.13**

*Крысин М., студент,  
Тимакина А.А., аспирант,  
Рябчиков Д.С., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАМЕРОВ ИНТЕНСИВНОСТИ ПАССАЖИРОПОТОКА ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИИ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ**

Методические указания устанавливают порядок организации и проведения обследований пассажиропотоков на внутригородских муниципальных маршрутах регулярных пассажирских перевозок всеми видами общественного транспорта и пригородных межмуниципальных маршрутах регулярных пассажирских перевозок автомобильного транспорта [10].

Цель проведения обследования – установление численных показателей распределения пассажиропотоков по сети регулярных перевозок в течение дня на выбранных маршрутах и в выбранных точках наблюдения, а также определение количества и качества подвижного состава, задействованного на маршрутах Области исследования в целом [1, 5, 6, 7, 11].

Наблюдатель прибывает на закрепленную за ним точку обследования за 15 минут до начала проведения подсчетов и занимает на остановочном пункте позицию, максимально удобную для визуального наблюдения за подъезжающим и проходящим общественным транспортом, ожидающими

транспорт, садящимися в транспорт или покидающими его пассажирами [9].

Замеры интенсивности пассажирского потока на остановочных пунктах производятся путем подсчета количества вошедших и вышедших на остановке пассажиров и заносятся в специальные таблицы (Таблица 2).

Помимо этого, учётчик фиксирует номер маршрута транспортного средства, тип транспортного средства в соответствии с классификацией, представленной в Таблице , и (для ТС маршрутов ПТОП, проходящих через ОП транзитом) определяет глазомерную оценку наполнения транспортного средства примерным подсчетом количества пассажиров, находящихся в нем. Величина оценки устанавливается:

- 0 салон пустой или заняты единичные места для сидения;
- 1 занято до половины мест для сидения;
- 2 занято больше половины мест для сидения;
- 3 заняты все места для сидения и до 50 % мест для стояния;
- 4 транспортное средство полностью загружено, но войти в него можно;
- 5 транспортное средство перегружено, войти в него нельзя.

В том случае, если маршрутное транспортное средство следует с пассажирами экспрессом (без остановки), оно также учитывается: фиксируется номер маршрута и определяется глазомерная оценка наполнения транспортного средства.

В бланке ставится пометка, свидетельствующая о факте проследования без остановки.

Таблица 1 – Типы маршрутных транспортных средств.

№	Типы транспортных средств	Изображение
1	Микроавтобус высотой до 2,6 м Пассажировместимость – до 14 чел. (только сидя) Примеры моделей: ГАЗ-3221 «Газель»	
2	Микроавтобус высотой до 2,6 м Пассажировместимость – от 15 до 30 чел. (разрешён проезд стоящих пассажиров) Примеры моделей: автобусы семейства Mercedes-Benz Sprinter, автобусы семейства Volkswagen и др.	
3	Автобус средней вместимости с 2-мя осями Пассажировместимость – от 31 до 72 чел. (сидячих мест от 21 до 25) Примеры моделей: автобусы семейства ПАЗ, автобусы семейства Hyundai County, автобусы Lotos-206 и др.	

№	Типы транспортных средств	Изображение
4	<p>Автобус большой вместимости с 2-мя осями  Пассажировместимость – от 73 до 100 чел. (сидячих мест от 25 до 32)  Примеры моделей:  ЛиАЗ-5256, НефАЗ-5299,  КАвЗ-4270, МАЗ-203 и др.</p>	
5	<p>Автобус особо большой вместимости с 3-мя осями длиной более 16 м  Пассажировместимость – более 100 чел.  Примеры моделей: ЛИАЗ-6213, Ikarus 280.330 и др.</p>	
6	<p>Троллейбус (в том числе сочленённый)  Примеры моделей:  БКМ 321, ЗиУ-682, ВМЗ-5298 и др.</p>	
7	<p>Трамвай  Примеры моделей:  Tatra T6B5SU, Tatra T3SU, КТМ-19 и др.</p>	

Замеры на территории остановочных пунктов производятся в отношении всех транспортных средств, проходящих через точки обследования (см. полный перечень маршрутов в Таблице » замеры производятся на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств в будние дни (с понедельника по пятницу) в период времени с 6:00 до 22:00, в выходные (кроме праздничных, во время которых официально не работает значительная часть учреждений сервиса) – с 9:00 до 20:00. Время начала и окончания замера устанавливается фиксированным, а время смены Учётчиков на контрольном пункте может варьироваться в зависимости от режима их работы и организации проведения замеров.

Информация о периодичности и времени замеров по конкретным остановочным пунктам доводится до сведения Исполнителя Руководителем проекта. Список групп и отдельных точек приведен в Таблице 1.

Даты для проведения замеров выбираются Исполнителем самостоятельно в пределах срока действия контракта с учётом представленной информации. Замеры в пределах группы близлежащих остановок необходимо производить на протяжении одного дня, согласно местам концентрации точек обследования.

В случае закрытия или изменения схемы движения маршрутов городского пассажирского транспорта по участку улично-дорожной сети, прилегающему к обследуемому остановочному пункту, а также при возникновении помех, препятствующих нормальному движению транспортных средств, или иных форс-мажорных обстоятельств замер следует прекратить.

Обработка замеров на остановочных пунктах включает в себя: перенос результатов в электронную таблицу MS Excel (Таблица 2); схема расположения остановочных пунктов замера интенсивности

пассажирского потока и программа проведения обследований с адресной привязкой и типом подсчета (Рисунок 1);

данные по замерам необходимо предоставить с разбивкой по каждому часу и в течение суток.

Список маршрутов может быть предварительно внесен в таблицы для учёта, которые составляются в индивидуальном порядке по каждому адресу замеров на основании оперативных данных (рекомендуется использование сервиса Яндекс.Карты) или, в связи с предполагаемыми фактическими изменениями в маршрутной сети, не установленными на момент подготовки настоящего документа, сформирован оперативно на местности по маршрутам, фактически определяемым для обследуемых остановочных пунктов[2-4].

«Остановочные» замеры производятся на остановочных пунктах маршрутных транспортных средств в будние дни (с понедельника по пятницу) в период времени с 6:00 до 22:00, в выходные (кроме праздничных, во время которых официально не работает значительная часть учреждений сервиса) – с 9:00 до 20:00. Время начала и окончания замера устанавливается фиксированным, а время смены Учётчиков на контрольном пункте может варьироваться в зависимости от режима их работы и организации проведения замеров.

Информация о периодичности и времени замеров по конкретным остановочным пунктам доводится до сведения Исполнителя Руководителем проекта. Список групп и отдельных точек приведен в Таблице 1.

Даты для проведения замеров выбираются Исполнителем самостоятельно в пределах срока действия контракта с учётом представленной информации. Замеры в пределах группы близлежащих остановок необходимо производить на протяжении одного дня, согласно местам концентрации точек обследования.

В случае закрытия или изменения схемы движения маршрутов городского пассажирского транспорта по участку улично-дорожной сети, прилегающему к обследуемому остановочному пункту, а также при возникновении помех, препятствующих нормальному движению транспортных средств, или иных форс-мажорных обстоятельств замер следует прекратить.

Обработка замеров на остановочных пунктах включает в себя:

- перенос результатов в электронную таблицу MS Excel (Таблица 2);
- схема расположения остановочных пунктов замера интенсивности пассажирского потока и программа проведения обследований с адресной привязкой и типом подсчета (Рисунок 1);
- данные по замерам необходимо предоставить с разбивкой по каждому часу и в течение суток.

Результаты последующей обработки результатов обследований используются для последующей калибровки мультимодальной транспортной модели совместно с учётом ограничений и допущений [9, 11].

### ***Библиографический список***

1. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П.

Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.

2. Рябчиков, Д.С. Мониторинг дорожного движения / Д.С. Рябчиков, А.А. Тимакина, И.В. Исаев // Сб.: Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича 27 января 2022 года. ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Костычева». – 2022. – С. 145-149.

3. Рябчиков, Д.С. Оценка модели качества обслуживания общественного транспорта/ Д.С. Рябчиков, Ж.В. Даниленко // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 614-617.

4. Рябчиков, Д.С. Оценка эффективности функционирования городского транспорта/ Д.С. Рябчиков, П.В. Жуленков // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой научно-практической конференции. – 2021. – С. 206-209.

5. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

6. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

7. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

8. Успенский, И.А. Научно-практические аспекты транспортного моделирования/ И.А. Успенский, Д.С. Рябчиков, А.С. Сепашкина // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – 2020. – С. 162-166.

9. Рябчиков, Д.С. Подготовка к проведению замеров интенсивности и сбор информации для моделирования транспортных потоков/ Д.С. Рябчиков, К.А. Тишкин, Н.М. Куминов // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 178-182.

10. Юхин, И.А. Обоснование выбора метода изучения пассажиропотоков/ И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков, В.А. Волченкова // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития АПК : Материалы Национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 314-319.

11. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

12. Обследование городской транспортной сети с применением измерительного комплекса/ А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 1. – С. 132-134. – EDN YWZXUX.

13. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

14. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

**УДК 656.13**

*Ульянов И.С., студент,  
Рябчиков Д.С., к.т.н.,  
Горячкина И.Н., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАМЕРОВ ПАССАЖИРОПОТОКА В СЕЧЕНИИ УЧАСТКА МАРШРУТНОЙ СЕТИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА**

Основной целью замеров в сечении участка маршрутной сети является сбор информации о величине интервалов, соблюдении расписания и подвижном составе, эксплуатирующемся на обследуемых маршрутах [10].

В ходе замеров требуется [9]:

- 1) с высокой точностью зафиксировать время прохождения транспортным средством точки замера,
- 2) определить вид транспорта и тип подвижного состава,
- 3) определить номер или название маршрута транспортного средства и бортовой (гаражный) или государственный регистрационный номер,
- 4) определить наполненность транспортного средства по шкале от 0 до 5, приведённой в настоящем разделе выше.

Ввиду высокой интенсивности движения и большой скорости перемещения транспортного средства мимо учётчика замеры (1-3) необходимо проводить исключительно с помощью средств фотовидеофиксирующей техники с достаточным разрешением.

Наблюдатель прибывает на закрепленную за ним точку обследования за 10-15 минут до начала проведения подсчетов и занимает позицию вблизи

проезжей части, максимально удобную для визуального наблюдения за пересекающими зону видимости техническими средствами и самого Учётчика общественным транспортом и технической фиксации транспортных средств. Качество съемки и углы обзора должны обеспечивать видимость не только точки замера, но и, по возможности, подходы к ней. Учётчиком производится установка и проверка исправности приборов, в том числе камер фотовидеонаблюдения. Также предварительно синхронизируются часы технических средств и часы, используемые Учётчиками.

Замеры производятся путем видеосъёмки высокого разрешения всех без исключения маршрутных транспортных средств, следующих через сечение, в т. ч. междугородних автобусов вне зависимости от их класса. Подвижной состав, проходящий через сечение без опознавательных знаков (маршрутоуказатель с номером маршрута или направлением следования), также фиксируется. При этом необходимо обеспечить наличие в кадре по возможности полного набора, определенной выше информации.

Видеосъёмка может быть заменена фотофиксацией проезжающих транспортных средств при условии обеспечения возможности одновременного осуществления Учётчиком замеров их наполненности.

Примеры информативных кадров приведены на рис. 1 и рис. 2.



Рисунок 1 – Пример информативного кадра при замерах в сечении участка маршрутной сети

В том случае, если при фотофиксации по любой причине хотя бы один из показателей (дата и время снимка, регистрационный или бортовой номер транспортного средства, номер маршрута) не был зафиксирован аппаратурой автоматически, требуется произвести повторный снимок транспортного средства (допускается съемка кормовой части транспортного средства) или внести информацию о нем в специальный бланк учета.

Замеры производятся на сегментах и в направлениях соответственно предварительно установленным сечениям. Непосредственная точка произведения замера может быть выбрана Учётчиком, исходя из

необходимости выполнения вышеперечисленных условий.

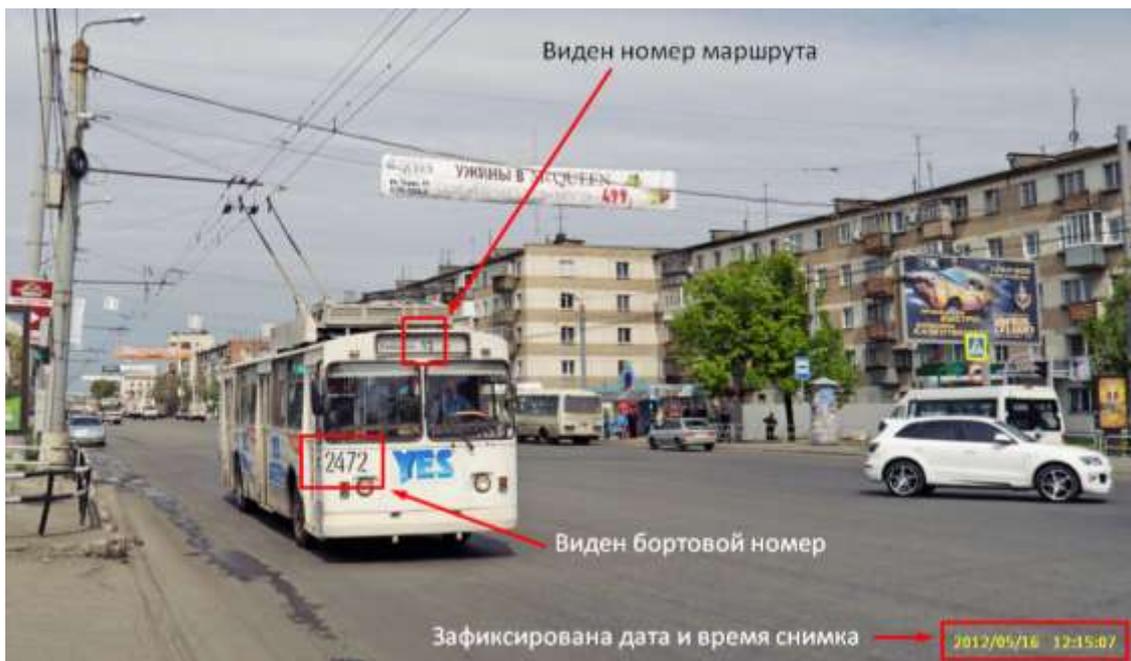


Рисунок 2 – Пример информативного кадра при замерах в сечении участка маршрутной сети

В случае использования видеоаппаратуры и совпадения точек замеров в соответствии с техническим заданием на замеры интенсивности транспортных потоков, замеры в сечениях по общественному транспорту могут быть совмещены с замерами интенсивности транспортных потоков.

Обработанные результаты данных замеров заносятся в таблицу по каждой точке замеров в отдельности.

Ношение светоотражающего жилета при нахождении вне пешеходной инфраструктуры в тёмное время суток обязательно.

Замеры в сечении участка маршрутной сети производятся в будние дни (с понедельника по пятницу) в период времени с 6:00 до 21:00. Время начала и окончания замера устанавливается фиксированным, а время смены Учётчиков на контрольном пункте может варьироваться в зависимости от режима их работы и организации проведения замеров.

Замеры в каждом сечении участка маршрутной сети производятся однократно в течение полного календарного дня.

В случае закрытия или изменения схемы движения маршрутов городского пассажирского транспорта по участку улично-дорожной сети, прилегающей к обследуемому сегменту маршрутной сети, а также при возникновении помех, препятствующих нормальному движению транспортных средств, или иных форс-мажорных обстоятельств замер следует прекратить.

В целях экономии временных, трудовых и финансовых ресурсов замеры в сечении участка маршрутной сети могут быть совмещены с суточными замерами потоков индивидуального транспорта при совпадении мест проведения замеров. При этом должны быть удовлетворены все требования к

замерам, предусмотренные каждой из методик проведения. Совмещение точек обследования или их аргументированный перенос с целью дальнейшего объединения замеров общественного и индивидуального транспорта на участках улично-дорожной сети в обязательном порядке согласовываются с Заказчиком [2-4].

Обработка замеров в сечении участков маршрутной сети включает в себя:

1 Подсчет ТС по фото- или видеоматериалам и перенос результатов в электронную таблицу MS Excel (Таблица 1).

2 Определение величины интервалов между транспортными средствами по каждому маршруту и агрегированно в сечении. Формирование базы маршрутных транспортных средств, которые проследовали через сечение за время замера.

Таблица 1 – Паспорт замера

Информация о сегменте маршрутной сети						
Номер точки		37				
Название точки		Ростовское шоссе (в сторону Российской ул.)				
Дата проведения замера		21.03.2022				
№ п/п	№ Маршрута	Тип ТС (1-5)	Время	Интервал от предыдущего ТС того же маршрута	Государственный (бортовой) номер	Наполненность ТС (в баллах) (0-5)
1	186 б	3	7:01		АК 346 23	0
2	107	4	7:02		АК 512 23	3
3	120	3	7:06		В 662 РВ 123	0

Схема расположения пунктов замера интенсивности движения ТС представлена на рис. 3.



Рисунок 3 – Расположение камеры при замере

В результате обработки данных по замерам пассажиропотока в сечении участка маршрутной сети городского пассажирского транспорта необходимо предоставить с разбивкой по каждому часу и в течение суток. Это позволит получить необходимую информацию для более детальной проработки построения транспортной модели [9, 11].

### ***Библиографический список***

1. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.
2. Рябчиков, Д.С. Мониторинг дорожного движения/ Д.С. Рябчиков, А.А. Тимакина, И.В. Исаев // Сб.: Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича 27 января 2022 года. ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Костычева». – 2022. – С. 145-149.
3. Рябчиков, Д.С. Оценка модели качества обслуживания общественного транспорта/ Д.С. Рябчиков, Ж.В. Даниленко // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 614-617.
4. Рябчиков, Д.С. Оценка эффективности функционирования городского транспорта/ Д.С. Рябчиков, П.В. Жуленков // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – 2021. – С. 206-209.
5. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/

К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

6. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

7. Андреев К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

8. Успенский И.А. Научно-практические аспекты транспортного моделирования/ И.А. Успенский, Д.С. Рябчиков, А.С. Сепашкина // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – 2020. – С. 162-166.

9. Рябчиков, Д.С. Подготовка к проведению замеров интенсивности и сбор информации для моделирования транспортных потоков/ Д.С. Рябчиков, К.А. Тишкин, Н.М. Куминов // Сб.: актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 178-182.

10. Юхин, И.А. Обоснование выбора метода изучения пассажиропотоков/ И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков, В.А. Волченкова // Сб.: тенденции инженерно-технологического развития АПК : Материалы Национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 314-319.

11. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта [Текст]/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

12. Обследование городской транспортной сети с применением измерительного комплекса/ А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 1. – С. 132-134. – EDN YWZXUX.

13. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

14. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, А.Г. Красников, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 166 с.

*Ходюшина Д.С., студент,  
Симдянкин А.А., д.т.н., профессор,  
Юхин И.А., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМАЛЬНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Одной из наиболее важных и значимых составляющих в сельскохозяйственном секторе современной экономики являются грузоперевозки. Грамотно выстроенная логистическая система является ключом к управлению активами и товарами от места происхождения до потребителя. Логистика считается наукой, занимающейся комплексным управлением всеми материальными и соответствующими информационными потоками от поставщиков через преобразование входных материалов до конечного потребителя. Значение и объем материальных и информационных потоков особенно возрастает в современных глобальных условиях, когда в производство и бизнес интегрируются субъекты из разных стран и континентов. Для успешного управления материальным и информационным потоком необходимо иметь хорошее представление о его объеме и структуре. Именно этим проблемам применительно к сфере перевозок сельскохозяйственной продукции посвящена данная статья.

Автотранспорт сельскохозяйственных организаций, являясь необходимым составным звеном технологического процесса сельскохозяйственного производства, перевозит своим подвижным составом около 80% сельскохозяйственных грузов, и от качества и уровня организации его работы зависят эффективность и результаты работы сельскохозяйственного предприятия [1, 2].

Сельскохозяйственный транспорт представляет собой технические средства (подвижной состав), используемые для перевозки грузов и людей в сельском хозяйстве.

Оперативное управление транспортными средствами оказывает значительный эффект на общие логистические затраты и на результативность деятельности всего предприятия.

Специалист, ответственный за эффективность использования парка, должен принять во внимание целый ряд факторов, в том числе характер клиентов, наличие машин, трудовые ресурсы, политику компании, физические характеристики грузов, внешние условия и методы составления расписания.

Последовательность этих факторов и процесс их взаимодействия представлены на схеме на рис. 1 [1,5].

В условиях ограниченности ресурсов и необходимости удовлетворения растущих потребностей, особую значимость приобретают методы оптимизации при принятии управленческих решений.

С общей точки зрения математические методы распределения перевозок в сельском хозяйстве обычно сводятся к выбору некоторой системы числовых параметров или функций, обеспечивающих наиболее эффективное достижение поставленной цели (оптимизационный план), с учетом ограниченности возможных ресурсов [3]. Для оценки эффективности плана вводится так называемая целевая функция, выраженная через характеристики плана и принимающая экстремальное значение (т.е. наименьшее или наибольшее значение) для оптимального плана.

Цель таких методов – составление оптимального плана перевозок. Степень достижения цели определяется критерием, который должен быть вполне определенным количественным показателем. План перевозок будет оптимальным, если численные значения переменных будут удовлетворять всем заданным условиям и критерий оптимальности примет минимальное или максимальное значение.



Рисунок 1 – Факторы, влияющие на порядок составления расписания грузоперевозок

Транспортную задачу возможно решить несколькими методами, среди которых: метод потенциалов, модифицированный метод, симплексный метод. Условия транспортной задачи можно представить двумя способами: в виде схемы и в виде матрицы.

В процессе поиска решения могут быть ограничения (или задача решается без них). По характеру условий различают открытые транспортные задачи и закрытые (замкнутые) [4].

Замкнутая транспортная задача решается методом потенциалов. Она всегда решается. Открытый тип сводится к закрытому путем добавления недостающих единиц к общему запасу или спросу на товары с целью достижения равенства.

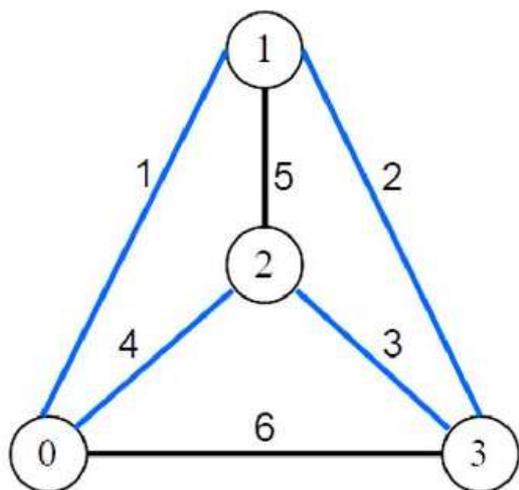
Задача коммивояжера (рис. 2) одна из самых известных задач комбинаторной оптимизации, заключающаяся в нахождении самого выгодного маршрута, проходящего через указанные города хотя бы по одному разу с последующим возвратом в исходный город.

Существует множество способов решения задачи коммивояжера [3]:

1) Метод грубой силы

Подход грубой силы, также известный как наивный подход, вычисляет и сравнивает все возможные перестановки маршрутов или путей, чтобы определить кратчайшее уникальное решение. Чтобы решить задачу с использованием подхода грубой силы, необходимо рассчитать общее количество маршрутов, а затем нарисовать и перечислить все возможные маршруты. Далее следует расчет расстояния каждого маршрута и выбор самого короткого — это и будет оптимальным решением;

3) Метод ветвей и границ



	0	1	2	3
0	0	1	4	6
1	1	0	5	2
2	4	5	0	3
3	6	2	3	0

Рисунок 2 – Общий вид задачи

Этот метод разбивает задачу на несколько подзадач. Он представляет собой систему для решения ряда подзадач, каждая из которых может иметь несколько возможных решений, и где решение, выбранное для одной проблемы, может повлиять на возможные решения последующих подзадач. Для этого необходимо выбрать начальный узел, а затем установить для привязки очень большое значение (напр., бесконечность). Затем выбирается наиболее выгодное еще не пройденное расстояние до текущего узла и добавляется выбранное расстояние к текущему расстоянию. Процесс нужно повторять до тех пор, пока все дуги не будут покрыты;

3) Метод ближайшего соседа

Данный метод является наиболее распространенным при решении задачи. Суть состоит в том, чтобы всегда посещать ближайший пункт назначения, а затем возвращаться в первый город после посещения всех остальных городов. Чтобы решить задачу с помощью этого метода, необходимо выбрать случайный город, а затем найти ближайший не посещенный город. После посещения всех городов следует должны вернуться в первый город.

Таким образом, применение экономико-математических методов при

выборе оптимального маршрута перевозок грузов в сельском хозяйстве позволяет структурировать процесс, минимизировать расходы, сократить время и качественно осуществить взаимодействие клиентов с заказчиками, поставщиками и партнерами [3].

### *Библиографический список*

1. Экономика сельского хозяйства : учебник/ В. Т. Водяников, Е. Г. Лысенко, Е. В. Худякова [и др.] ; под редакцией В. Т. Водяникова. — 2-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

2. Стукач, В. Ф. Логистика для аграрных вузов : учебник для ВО/ В. Ф. Стукач, Г. Г. Левкин, О. В. Косенчук ; под редакцией Г. Г. Левкина. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 196 с. : ил. — Текст : непосредственный.

3. Методы оптимальных решений : учебное пособие/ О. Я. Шевалдина, А.В. Зенков, О.Ю. Жильцова [и др.] ; под общ. ред. Е.А. Трофимовой ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 187 с.

4. Рудик, И. Д. Понятие, виды и методы решения транспортной задачи/ И. Д. Рудик, В. В. Величко // Международный студенческий научный вестник. — 2019. — № 4-4. — С. 562-565.

5. Инновационные инженерно-технические решения в АПК : Сборник научных трудов по материалам Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием (15 ноября 2018 г.) / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. — Ярославль : Изд-во ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, 2018. —128 с.

6. Салминен, Э. О. Лесопромышленная логистика : учебник/ Э. О. Салминен, А. А. Борозна, Н. А. Тюрин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022.

7. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. — Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. — P. 012145. — DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. — EDN NRFEKG.

8. Перспективы повышения эксплуатационных показателей транспортных средств при внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 78. — С. 227-238. — EDN OXQWSL.

9. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". — 2009. — № 2(33). — С. 38-40. — EDN KZGPPX.

10. Бабков, А. П. Влияние эксплуатационных факторов на производительность транспортных средств/ А. П. Бабков // Сб.: Научное обеспечение агропромышленного производства : Материалы Международной науч.-практ. конф., Курск, 29–31 января 2014 года. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2014. – С. 40-42.

11. Развитие АПК Брянской области – 2020/ Н.М. Белоус, С.А. Бельченко, В.Е. Ториков и др. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 6 (82). – С. 3-10.

12. Миронкина, А.Ю. Оптимальное решение эффективности использования машинно-тракторного парка/ А.Ю. Миронкина // Труды ГОСНИТИ. – 2016. – Т. 124. – № 1. – С. 112-114.

13. Пискачев, И.А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 175-178.

14. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 188 с.

15. Ваулина, О.А. Методы оптимальных решений: учебное пособие/ О.А. Ваулина. – Рязань : РГАТУ, 2020. – 107 с.

16. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с.

17. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

**УДК 656.13**

*Хортов А.В., студент,  
Тетерина О.А, к.т.н.,  
Рябчиков Д.С., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЗАМЕРОВ ПАССАЖИРОПОТОКА НА БОРТУ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Основной целью замеров на борту транспортных средств в настоящем исследовании является выявление фактических объемов перевезённых пассажиров, коэффициента сменности пассажиров по всей протяженности маршрута в его обоих направлениях, а также скоростей движения

транспортных средств [10]. Замеры производятся на двухсменных графиках (выходах) или двух последовательных односменных (утро/вечер), или части полуторасменных так, чтобы итоговые результаты полного дневного обследования позволяли путём экстраполяции получить количественное значение пассажиропотока всех выходов с учётом известного коэффициента текущего объёма выпуска. Замеры производятся с использованием технических средств: смартфон с приложением Strategway Passim (необходимо скачать в Google Play), приёмник (трекер) GPS-ГЛОНАСС.

Из-за особенностей организации движения на отдельных обследуемых маршрутах замеры могут производиться без предварительного объявления. При проведении обследования на таких маршрутах необходимо обеспечить дополнительные меры не привлечения внимания к используемым техническим средствам [1, 5, 6, 7].

Учётчик прибывает на закрепленную за ним точку начала обследования по маршруту за 10-15 минут до начала проведения подсчетов (отправления первого рейса по обследуемому маршруту) и производит посадку в транспортное средство на заднее правое сиденье за последней дверью транспортного средства, позволяющее видеть в окно количество сажащихся и выходящих на всех остановках пассажиров [9]. Для трамваев и троллейбусов такой точкой может служить последнее сиденье в левом ряду для маршрутов с небольшим пассажиропотоком, или место для стояния ближе к задней двери справа при большем пассажиропотоке и наличии стоящих пассажиров.

До момента начала обследования необходимо убедиться, что GPS-ГЛОНАСС приёмник установил устойчивую связь со спутниками, а приложение работает (инструкция учетчику предоставляется отдельно). Перед началом обследования необходимо досконально изучить карту маршрута и места расположения остановок по нему для последующего контроля их последовательности при работе с приложением.

**Карточка обследования пассажиропотоков на м**

Номер и наименование маршрута: 107  
АС "Пискаревка" - Финляндский вокзал

Класс автобуса: **Большой**

Направление следования маршрута: Обратное

Дата обследования: 28.08.2022 года

Обследование проводил: **Суров А.А.**

Время начала рейса: 7:54

Время окончания рейса: 8:25

Наименование остановочного пункта	Время прибытия к остановочному пункту	Время отправления от остановочного пункта	Учет по всем категориям пассажиров, человек		Количество пассажиров находившихся в транспортном средстве
			Количество вышедших пассажиров	Количество вошедших пассажиров	
Финляндский вокзал	7:54	7:55		22	
Михайлова	7:58	7:58	1	1	
...)	8:01	8:01	1		
...)	8:03	8:03	8	3	
...ский пр-т)	8:05	8:05	2	2	
...ский пр-т)	8:07	8:08		2	
пр-т Металлистов (ул. Замшина)	8:09	8:09	2	2	
Магазин Весна	8:10	8:11		2	
Замшина д.62	8:14	8:14	3	1	
Бестужевская (ул. Замшина)	8:15	8:16	1	1	
Замшина (пр-т Мечникова)	8:17	8:17	2	3	
Пионерский парк	8:19	8:19	1		
Университет имени Мечникова	8:21	8:22	20		
Станция Пискаревка	8:25	8:25	1		
					0

**Сумма всех вошедших и вышедших пассажиров на одном рейсе равна 0**

Рисунок 1 – Образец заполнения бланка учета на борту транспортного средства

В начальном пункте маршрута учётчик записывает в таблицу номер маршрута, бортовой, гаражный, государственный регистрационный (каждый из перечисленных при наличии), номер обратного рейса (при обследовании с предварительным объявлением) и тип подвижного состава. В приложение вносится номер и название маршрута, порядковый номер рейса в обследовании и направление (для маршрута № 3 и рейса № 2 в прямом направлении рекомендован формат «3-2П», который заносится в смартфон до момента отправления транспортного средства в рейс); далее в процессе движения транспортного средства все записи делаются только в приложении.

Задачей учётчика будет проехать на борту выбранного транспортного средства от первой остановки «только для посадки» до последней «для высадки пассажиров» на всём протяжении рейсов, выполняемых данным транспортным средством в течение смены (8 часов), и:

а) зафиксировать совершаемые остановки и пассажирооборот в приложении в соответствии с его алгоритмом;

б) обеспечить установление первичного контакта со спутником и последующую работоспособность (невыключение) GPS-ГЛОНАСС приёмника, который можно расположить в кармане верхней одежды.

По мере движения транспортного средства производится отметка

остановок и фиксация количества пассажиров на экране смартфона в режиме +/- «вошло/вышло». В случае проезда транспортного средства мимо остановочного пункта в бумажном бланке делается отметка специального формата.

В случае необходимости смены транспортного средства в процессе обследования по любой причине, включая незапланированный сход с линии, для продолжения обследования следует выбрать иное, следующее за тем, на борту которого проводилось обследование в момент вынужденного прекращения. При этом факт смены транспортного средства должен быть зафиксирован с внесением в таблицу времени смены, продолжительности ожидания и параметров того транспортного средства, на борту которого обследование будет продолжено.

Регулярная смена транспортного средства на конечных остановках рекомендуется при обследовании маршрутов, на которых обследования производятся без предварительного объявления. При обследовании такого маршрута рекомендуется осуществлять посадку в разные машины – после прибытия на конечную остановку для поездки в обратном направлении и далее следует выбрать иное, следующее за тем, на борту которого проводилось обследование в направлении «туда».

Необходимо учитывать, что все машины в пределах одного обследования должны относиться к одному классу (Таблица 1). Марки и модели могут быть различными. В случае, если на одном маршруте оборачиваются транспортные средства разных классов, и такая подмена не является единичной, необходимо проводить обследование в рамках машин одного класса, как на двух различных маршрутах.

«Маршрутные» замеры внутри транспортных средств производятся в будние дни (с понедельника по пятницу) в период времени с 6:00 до 22:00 или иного промежутка продолжительностью 16 часов, в течение которого графиком определено время работы маршрута, на полных рейсах от начального до конечного пункта маршрута [2-4].

Даты для проведения замеров выбираются Исполнителем самостоятельно в пределах срока действия контракта с учётом представленной информации. Замеры производятся на кругорейсах поочередно в прямом и обратном направлении.

Замеры внутри транспортных средств производятся двукратно по каждому маршруту, в течение двух последовательных смен работы каждого маршрута. График обследования маршрутов с особым графиком работы формируется для каждого маршрута в отдельности.

Карточка обследования пассажиропотоков на маршрутах общественного транспорта					
Номер и наименование маршрута: <u>К-210</u>					
__ Станция метро "Черная Речка" (ул. Савушкина, д. 7) - Ольгино, разворотная площадка автобусов "Коннолахтинский пр. __"					
Класс автобуса: <u>средний</u>					
Направление следования маршрута: <u>Прямое</u>					
Дата обследования:		2022 года		Обследование проводил:	
Время начала рейса:				Время окончания рейса:	
Наименование остановочного пункта	Время прибытия к остановочному пункту	Время отправления от остановочного пункта	Учет по всем категориям пассажиров, человек		
			Количество вышедших пассажиров	Количество вошедших пассажиров	Количество пассажиров находящихся в транспортном средстве
Станция метро Чёрная речка					0
Академика Шиманского					0
Оскаленко					0
Серебряков пер.					0
Покрышева					0
Савушкина (Липовая аллея)					0
Горохов переулок					0
Стародеревенская					0
Савушкина д.115					0
Гипермаркет Лента (ул. Савушкина)					0
Савушкина (ул. Яхтенная)					0
Станция метро Беговая					0
Лахта Центр					0
Станция Лахта					0
Ольгино (Ключевой пр-т)					0
Станция Ольгино					0
Коммунар (пос. Ольгино)					0
Тупиковая					0
2-я Конная Лахта					0

Рисунок 2 – Образец заполнения электронного бланка

Обработка замеров на борту транспортных средств включает в себя следующие мероприятия:

- выгрузку базы данных подсчёта вошедших и вышедших пассажиров в формате, предусмотренном спецификацией используемого приложения. Трек должен содержать, как минимум, сведения о маршруте и номере обследуемого рейса, порядковые номера остановок по маршруту следования, время прохождения остановок, количества вошедших и вышедших пассажиров;
- перенос результатов из бумажной версии в электронную таблицу MS Excel (Таблица 2);
- выгрузку базы данных треков пройденных путей в формате GPX в виде, который обеспечивает операционная система прибора, и позволяет однозначно идентифицировать траекторию движения транспортных средств от посадки до высадки наблюдателя, время и скорости по сегментам движения;
- перечень обследуемых маршрутов, остановочных пунктов и сегментов сети составлен на основании открытых данных, предоставляемых ресурсами 2ГИС, Яндекс.Карты, WikiRoutes и официальных документов, публикуемых администрациями: Действующий Реестр межмуниципальных маршрутов и Действующий Реестр муниципальных маршрутов регулярных перевозок.

Результаты замеров пассажиропотока на борту транспортного средства можно считать одним из наиболее эффективных методов исследований в

данной сфере. На основе данной методологии можно получить все необходимые данные для качественного построения транспортной модели [9]. Применение данного метода возможно как на муниципальных, так и на межмуниципальных маршрутах [11].

### *Библиографический список*

1. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.

2. Рябчиков Д.С. Мониторинг дорожного движения/ Д.С. Рябчиков, А.А. Тимакина, И.В. Исаев // Сб.: Актуальные вопросы транспорта и механизации в сельском хозяйстве : Материалы национальной науч.-практ. конф., посвященной 80-летию д.т.н., профессора Бычкова Валерия Васильевича 27 января 2022 года. ФГБОУ ВО «РГАТУ имени П.А. Костычева». – 2022. – С. 145-149.

3. Рябчиков, Д.С. Оценка модели качества обслуживания общественного транспорта/ Д.С. Рябчиков, Ж.В. Даниленко // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 614-617.

4. Рябчиков, Д.С. Оценка эффективности функционирования городского транспорта/ Д.С. Рябчиков, П.В. Жуленков // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – 2021. – С. 206-209.

5. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

6. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

7. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

8. Успенский, И.А. Научно-практические аспекты транспортного моделирования/ И.А. Успенский, Д.С. Рябчиков, А.С. Сепашкина // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – 2020. – С. 162-166.

9. Рябчиков, Д.С. Подготовка к проведению замеров интенсивности и сбор информации для моделирования транспортных потоков/ Д.С. Рябчиков, К.А. Тишкин, Н.М. Куминов // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной

науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 178-182.

10. Юхин, И.А. Обоснование выбора метода изучения пассажиропотоков/ И.А. Юхин, Д.С. Рябчиков, В.А. Волченкова // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития АПК : Материалы Национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева, Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 314-319.

11. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта [Текст]/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

12. Обследование городской транспортной сети с применением измерительного комплекса/ А. С. Евтеева, К. П. Андреев, А. В. Шемякин, В. В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2018. – № 1. – С. 132-134. – EDN YWZXUX.

13. Шкрабак, В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе/ В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск, 2008.

14. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

**УДК 656.13**

*Карнов Е.С., студент,  
Мальчиков В.Н., студент,  
Тетерина О.А., к.т.н.,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОЦЕНКА ПРОГНОЗИРУЕМОГО СОКРАЩЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Проблема аварийности, связанная с автомобильным транспортом, в последнее время приобретает особую остроту в связи с несоответствием дорожно-транспортной инфраструктуры, потребностям общества и государства в безопасном дорожном движении, недостаточной эффективностью функционирования системы обеспечения безопасности дорожного движения [1-3]. Вопросы повышения безопасности дорожного движения и снижения тяжести дорожно-транспортного травматизма рассматриваются в работах [4-15]. В соответствии со Стратегией безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. N 1-р, основной целью государственной политики в сфере повышения безопасности дорожного движения является стремление к нулевой смертности в дорожно-транспортных происшествиях к 2030 году. В качестве промежуточного результата целевым ориентиром на 2024 год, являющийся годом окончания действия Стратегии, в ней устанавливается значение показателя социального риска, составляющее не более 4 погибших на 100 тыс. населения. Под социальным риском в данном случае понимается число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тысяч населения, который, в соответствии с распоряжением МВД России от 12.02.2015 № 1/129, рассчитывается по следующей формуле:

$$КП = \frac{ЧП}{N} * 100000 \quad (1)$$

КП – показатель социального риска;

ЧП – число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях;

N – численность населения в Российской Федерации.

Аналогичным образом показатель социального риска может быть рассчитан для отдельно взятой территории, в том числе для региона, но будет использоваться только для оценки сокращения количества дорожно-транспортных происшествий при разработке сценариев развития транспортной инфраструктуры для территории в целом. Для отдельных объектов транспортной инфраструктуры целесообразно использовать абсолютное количество дорожно-транспортных происшествий, имеющих место на данном объекте.

Основой для количественного определения уменьшения числа дорожно-транспортных происшествий в результате реализации мероприятий по повышению безопасности дорожного движения являются ОДМ 218.6.025-2017 «Методические рекомендации по выбору эффективных некапиталоемких мероприятий по снижению аварийности в местах концентрации дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах общего пользования» и ОДМ 218.4.004-2009 «Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации дорожно-транспортных происшествий при эксплуатации автомобильных дорог», разработанные и утвержденные Федеральным дорожным агентством.

Первый документ предусматривает следующий порядок оценки эффективности мероприятий по сокращению количества дорожно-транспортных происшествий:

- выявление мест концентрации дорожно-транспортных происшествий
- полевые работы по аудиту мест концентрации дорожно-транспортных происшествий
- анализ факторов и причин аварийности
- разработка мероприятий по безопасности дорожного движения
- прогноз эффективности планируемых мероприятий по безопасности дорожного движения
- реализация мероприятий
- оценка эффективности реализованных мероприятий методом «до» и «после».

Из перечисленных этапов для разработки документов транспортного планирования в части оценки потенциального влияния предлагаемых мероприятий по совершенствованию транспортной инфраструктуры на снижение количества дорожно-транспортных происшествий наиболее важным является прогноз эффективности планируемых мероприятий по безопасности дорожного движения.

Прогноз формируется на базе коэффициентов вероятности снижения количества дорожно-транспортных происшествий после проведения типовых некапиталоемких мероприятий по сокращению аварийности, средние значения которых приведены в Приложении Б к ОДМ 218.6.025-2017. Принцип применения коэффициентов в ОДМ 218.6.025-2017 не описан, однако аналогичный способ прогнозирования числа дорожно-транспортных происшествий присутствует в ОДМ 218.4.004-2009, где подробно изложена методика работы с коэффициентами.

Согласно этому документу средняя вероятность снижения числа дорожно-транспортных происшествий в год  $t$  в результате реализации мероприятий по сокращению аварийности определяется по формуле (2):

$$P_M = \frac{\sum_{m=1}^M \left( \frac{1}{1 - P_m} - 1 \right)}{1 + \sum_{m=1}^M \left( \frac{1}{1 - P_m} - 1 \right)} \quad (2)$$

$M$  – число мероприятий по повышению безопасности движения, которые в год  $t$  оказывают влияние на снижение аварийности;

$P_m$  – коэффициент вероятности снижения количества дорожно-транспортных происшествий в результате реализации мероприятия  $m$ .

При изменении интенсивности движения транспортных средств более чем на 10% при расчетах эффективности этот факт необходимо учитывать.

Оценка влияния большого набора мероприятий по капитальному строительству, планируемых в рамках ПКРТИ или КСОДД и направленных на повышение уровня безопасности дорожного движения, ввиду большого числа географически распределенных объектов требует применения

специализированного программного обеспечения для геопространственного анализа (GIS).

На первом шаге методики выполняется анализ документов стратегического и территориального планирования (СЭР РФ, СТП РФ, СТП субъекта и пр.). В рамках данного этапа проверяются также растровые карты и экспликации к ним. По результатам анализа с помощью GIS-инструментария формируется первый векторный линейный слой, содержащий всю необходимую геометрическую и атрибутивную информацию о планируемых капитальных дорожных работах.

На втором этапе в GIS-систему импортируется точечный векторный слой с данными о ДТП в конкретном субъекте. Данные о ДТП должны содержать информацию о координатах, типе, числе погибших и раненый в виде GIS-данных. Данный слой позволяет провести топологический анализ размещения ДТП на дорожной сети субъекта.

На третьем этапе за счет возможности визуально сравнивать в GIS-картах слои векторных данных проводится оценка зоны влияния капитального объекта на вероятное число ДТП. Также на данном этапе формируется сравнительный список, в котором отмечается информация о планируемом мероприятии, числе ДТП со смертельным исходом, ДТП с ранеными, общем количестве ДТП. Это делается с целью определения числа ДТП, на возникновение которых окажут влияние объекты капитального строительства (новые дороги, реконструкции и пр.).

На четвертом этапе производятся необходимые калькуляции данных по расчетным формулам. После расчета по указанным формулам делается прогноз числа лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тысяч населения по формуле (1).

Представленная методика позволяет выполнить прогнозную оценку эффективности мероприятий по сокращению количества дорожно-транспортных происшествий на конкретном участке улично-дорожной сети и получить необходимое теоретическое подтверждение для их реализации. Внедрение рассматриваемой методики в практику разработки мероприятий по обеспечению безопасных условий дорожного движения позволит избежать ошибок при их реализации и создаст предпосылки для снижения дорожно-транспортного травматизма на исследуемых участках улично-дорожной сети.

### ***Библиографический список***

1. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения/ С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 67-73.
2. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2 (18) – С. 90-94.
3. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Труды международного симпозиума надежность и

качество. – Пенза, 2017. – Т. 1 – С. 133-135.

4. Андреев, К.П. Повышение безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, С.С. Молотов, В.В. Терентьев // Сб.: Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев. – 2018. – С. 12-18.

5. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.

6. Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения/ Е.С. Карпов, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 213-217.

6. Дорожные ограждения: современные решения для повышения безопасности движения/ К.П. Андреев, С.Н. Борычев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2021. – № 6. – С. 43-48.

7. Андреев, К.П. Применение дорожного энергопоглощающего ограждения для повышения безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 1. – С. 5-12.

8. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев и др. // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72 международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

9. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. – 2017. – С. 98-101.

10. Терентьев, В.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5 (13). – С. 86-91.

11. Improving the emergency system for a traffic accident/ G. Rembalovich, V. Terentyev , K. Andreev , A. Shemyakin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, v. 918, 012072 doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012072

12. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев и др. // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.

13. Оценка безопасности транспортных узлов/ А.В. Ерохин, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф.

– Рязань, 2020. – Часть II. – С. 344-348.

14. Рембалович, Г.К. Безопасность дорожного движения в автомобильных тоннелях/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. –С. 399-403.

15. Шемякин, А.В. Навигационные системы мониторинга/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего. Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник науч. статей 6-ой Международной молодежной науч. конф. – 2017. – С. 197-199.

16. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, А.Г. Красников, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 166 с.

**УДК 656.13**

*Мальчиков В.Н., студент,  
Карпов Е.С., студент,  
Горячкина И.Н., к.т.н., доцент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМАТИКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Применение новых прогрессивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур позволяет производителям сельскохозяйственной продукции получать высокие урожаи при снижении материальных и трудовых затрат. Как известно, вырастить фрукты и овощи без потерь в современных экономических условиях достаточно сложно. Не менее ответственным этапом возделывания сельскохозяйственных культур является их транспортировка от мест уборки урожая до хранилищ [1, 2]. Применение современных технологических разработок при транспортировке сельскохозяйственной продукции позволяет оптимизировать данный процесс и обеспечить повышение эффективности транспортной операции [3-5]. В нашей статье рассмотрена возможность применения телематики при перевозке сельскохозяйственной продукции.

Телематика – это сочетание передачи информации по телекоммуникационной сети и компьютеризированной обработки этой информации. Быстрое распространение телематики стало результатом развития нескольких коммуникационных технологий, а именно:

- беспроводная связь (глобальная система мобильной связи);
- технологии позиционирования (глобальная система позиционирования ГЛОНАСС);
- широкополосная связь;

- услуги пакетной радиосвязи.

Для агропромышленного комплекса вопрос отслеживания продукции по всей цепочке поставок имеет огромное значение. Сельскохозяйственные предприятия используют различные методы и технологии для обеспечения качества продукции и своей репутации на рынке. Кроме того, управление современными сложными и быстро меняющимися логистическими системами требует высокой доступности информации в режиме реального времени о местоположении и состоянии автомобильного парка хозяйств и грузов. Управление цепочками поставок, и более конкретно каналом транспортировки грузов, в настоящее время поддерживается технологическими инновациями в области информационно-коммуникационных технологий [6], которые предоставляют перевозчикам и грузоотправителям оперативную информацию для эффективного управления парками и товарами и в то же время повышают их способность реагировать на меняющиеся требования клиентов.

Потребность в телематических решениях для поддержки грузовых перевозок сельскохозяйственной продукции обусловлена сложностью процессов, происходящих в транспортных системах, и важностью оптимизации транспортных операций путем обеспечения доступности дорожной инфраструктуры при одновременном снижении неблагоприятного воздействия транспортной системы на окружающую среду [7-9]. Постоянно растущий спрос на транспорт приводит к тому, что все больше и больше внимания уделяется системам, которые позволяют эффективно управлять транспортными потоками и общим функционированием транспортной системы. Из-за увеличения интенсивности транспортного потока разрабатываются новые подходы к использованию интеллектуальных телематических систем в качестве основы для проектирования транспортной инфраструктуры.

Телематика включает в себя отправку, получение и хранение информации с использованием телекоммуникационных устройств для управления удаленными объектами [10]. Используя современные беспроводные технологии и вычислительные системы, телематические устройства могут фиксировать различные характеристики движущегося транспортного средства на дороге [11]. Телематика может применяться не только в качестве инструмента оценки для отдельных транспортных средств и водителей, но и использоваться для оценки воздействия грузового транспорта на окружающую среду в гораздо более широком масштабе. Целью применения телематики является оптимизация доступа к логистическим узлам [12] и дорожной инфраструктуре, что позволит обеспечить снижение неблагоприятного воздействия деятельности человека на природную среду. Телематические системы способны поддерживать все сферы деятельности автомобильного транспорта: транспортные средства, инфраструктуру, организацию и управление транспортом, а также любые промежуточные области между ними. Поэтому они достаточно эффективны и представляют собой важный элемент, функционально интегрирующий отдельные подсистемы. Влияние телематических решений, применяемых в грузовом транспорте, распространяется на:

- снижение затрат на распределение грузов;
- повышение производительности транспортных средств при доставке грузов;
- повышение безопасности транспортного процесса [13];
- увеличение пропускной способности грузовых систем (без обеспечения дополнительной транспортной инфраструктуры).

Потребность в телематических решениях для поддержки грузовых перевозок и дистрибуции обусловлена, с одной стороны, сложностью процессов, происходящих в транспортных системах, а с другой стороны, переплетением и зачастую противоречивые ожидания конкретных групп участников дорожного движения и других заинтересованных сторон грузового транспорта [14]. Здесь основной целью является оптимизация транспортных операций путем обеспечения адекватной доступности дорожной инфраструктуры при одновременном снижении неблагоприятного воздействия транспортной системы на окружающую среду.

Применение телематических систем оказывает непосредственное влияние на функционирование транспортной системы и ее влияние на окружающую среду. Благодаря эффективному управлению транспортом и управлению транспортными потоками можно уменьшить заторы и сократить время выполнения транспортных задач. Это, в свою очередь, приводит к снижению потребления бензина и, следовательно, к уменьшению загрязнения. Поскольку подавляющее большинство грузовых перевозок в сельском хозяйстве осуществляется автомобильным транспортом, то это напрямую приводит к разработке энергосберегающей, более экологически чистой транспортной системы.

Телематика может поддерживать разнообразные функциональные области, и ее применение должно рассматриваться в различных аспектах. Телематические решения позволяют поддерживать эффективное управление транспортной системой с использованием функции управления информацией. Это повышает качество логистической системы за счет увеличения возможности контроля транспортных потоков во всей системе. Телематические решения, применяемые для поддержки функционирования грузового транспорта, можно разбить на две основные категории:

- решения, в которых телематические системы составляют основу их функционирования (например, информация о маршрутизации грузовых перевозок, интеллектуальная маршрутизация грузовых перевозок и интегрированные логистические инструменты);
- решения, в которых телематические системы представляют собой вспомогательный элемент, который улучшает, но не является их условиями функционирования.

Среди решений, которые напрямую зависят от применения телематических систем, к ключевым относятся:

1. системы управления грузовыми перевозками (например, системы управления автопарком и системы слежения и прослеживания);
2. компьютеризированная маршрутизация и планирование движения

транспортных средств:

3. навигационные системы [15] и управление трафиком: используются для предоставления конкретных указаний по маршрутизации и информации в режиме реального времени о местонахождении транспортного средства, дорожно-транспортных происшествиях и изменениях в требованиях клиентов;

4. системы связи в кабине автомобиля [16], которые позволяют водителю общаться с диспетчерской службой предприятия, а также с заказчиками с помощью голоса или компьютера;

5. системы управления дорожным движением [17] (например, системы контроля доступа, системы для координации времени сигналов светофора, табло с изменяющимся сообщением для передачи информации водителям в процессе управления автомобилем).

Рассмотренные в данной статье примеры применения телематических решений при транспортировке грузов различного назначения позволят обеспечить оперативность доставки сельскохозяйственной продукции до конечного потребителя без значительных капитальных вложений в расширение транспортной инфраструктуры сельских территорий.

### *Библиографический список*

1. Снижение повреждаемости сельскохозяйственной продукции (на примере картофеля) при использовании пневмоконтейнера/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Шемякин и др. // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 1. – С. 104-108.

2. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и моркови)/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Проблемы и пути инновационного развития АПК : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Махачкала, 2014. – С. 101-105.

3. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.В. Колошеин и [др.] // Сельский механизатор. - 2016. - № 11. - С. 16-17.

4. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы VI международной науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – С. 171-174.

5. Пискачев, И.А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 175-178.

6. Информационно-коммуникационные технологии на транспорте/ И.Н. Горячкина, А.Б. Мартынушкин, В.В.Терентьев, О.А. Тетерина // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. – С. 175-179.

7. Анализ выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в заторовых ситуациях/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Г.К.

Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы XIII Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – Тюмень, 2020. – С. 234-238.

8. Терентьев, О.В. Влияние урбанизации на дорожное движение / О.В. Терентьев, Г.К. Рембалович // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 283-287.

9. Терентьев, О.В. Оценка уровня экологических выбросов в регионе / О.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, О.А. Тетерина // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 288-293.

10. Телематика на автомобильном транспорте/ Е.А. Кондрашова, Г.А. Мертвищев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2021. – С. 584-586.

11. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, И. Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с.

12. Кондрашова, Е.А. Анализ, определения и задачи городской логистики/ Е.А. Кондрашова, В.В. Терентьев // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 194-199.

13. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Труды международного симпозиума надежность и качество. – Пенза, 2017. – Т. 1 – С. 133-135.

14. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин и др. – Рязань, 2022. – 188 с.

15. Шемякин, А.В. Навигационные системы мониторинга/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего. Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник науч. статей 6-ой Международной молодежной науч. конф. – 2017. – С. 197-199.

16. Терентьев, В.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5 (13). – С. 86-91.

17. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. – 2017. – С. 98-101.

18. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

19. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань, 2012. – 264 с. – EDN PУIUIJ.

20. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И.А. Юхин и др. // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Международная конференция, Саранск, 01–03 октября 2014 года. – Саранск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва", 2014. – С. 181-187. – EDN TSSQIF.

21. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства/ Г. Д. Кокорев, Н. В. Аникин, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Нива Поволжья. – 2010. – № 2(15). – С. 48-50. – EDN NSIYHT.

22. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/ Е. П. Булатов, А. Б. Пименов, Г. Д. Кокорев [и др.] // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : Материалы VI международной науч.-техн. конф., Пенза, 18–20 мая 2010 года. – Пенза: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2010. – С. 22-27. – EDN TAZHKD.

23. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борячев, И.Г. Шашкова, Г.К. Рембалович, Л.В. Романова, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев – Рязань: Издательство РГАТУ, 2022. – 162 с.

**УДК 656.025.2**

*Алексеев Э.С., студент,  
Ефимов А.Д., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО "ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова", г. Новочеркасск, РФ*

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ РЕГУЛЯРНЫХ МАРШРУТОВ ПАССАЖИРСКОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Уровень и качество обеспечения безопасности пассажиров при перевозке

заключается в процессе, от которого зависит жизнь и здоровье людей. Актуальность применения разных методов оценки безопасности регулируемых маршрутов, заключается в повышении качества, эффективности и безопасности транспортного обслуживания населения. С целью предотвращения жертв, морального и материального ущерба, разработали множество методов по оценке уровня БДД и предупреждению ДТП.

Оценка уровня БДД согласно количеству ДТП относим к статистическому методу. Он является самым распространенным на сегодняшний день. Рассматриваемые участки маршрута согласно количеству ДТП за определенный период времени относим к малоопасным или наоборот. Относительные показатели же учитывают количество ТС, протяженность участка, 1 тыс. водителей, 10 тыс. жителей и другие.

Ф. Рейнгольд в 1938 году предложил ввести показатель тяжести ДТП для оценки уровня БДД на коротком участке дороги с учетом материального ущерба:

$$U = \sum_i p_i * n_i ,$$

Где:

U - показатель тяжести происшествий;

$p_i$  - количество происшествий разной тяжести – неотчетные, только с материальным ущербом, с легкими ранениями, с тяжелыми ранениями и смертельными исходами;

$n_i$  - соответствующие им коэффициенты тяжести происшествий каждого типа.

Рассмотрим методику обследования маршрута общественного пассажирского транспорта, с целью выявления недостатков и опасных участков. Согласно рекомендациям обследование действующих маршрутов следует проводить не менее двух раз в год, а новых - перед открытием соответственно.

Плотность транспортного потока, эксплуатационная скорость, коэффициент использования пассажироместности и многие другие показатели учитываем при определении сложности маршрута, классифицируют по категориям. Данный подход позволяет прогнозировать значения эксплуатационных расходов автобусов на городских маршрутах и предполагает возможность их корректировки.

Подготовительные мероприятия и порядок проведения анализа обследования автобусных маршрутов проходит под наблюдением комиссии, с использованием следующего материала:

Результатов топографического анализа аварийности на маршруте (по данным Госавтоинспекции);

Информации, полученной от опроса водителей автобусов, работавших на маршруте;

Актов предыдущих обследований;

Планов работы дорожных, коммунальных и других организаций, в чьем

ведении находятся дороги и улицы, искусственные сооружения и т.д., в части отражения в них работ по устранению недостатков, выявленных при предыдущих обследованиях маршрута;

Данные о иных показателях, характеризующих опасность движения на маршруте например, линейные графики коэффициентов аварийности и безопасности, построение которых осуществляется дорожными организациями, при их наличии в дорожных организациях или ГАИ.



Рисунок 1 – Схема основных этапов обследования маршрутов

Предварительно просматриваем паспорт маршрута со всей сопутствующей информацией, определяем область работы в виде опасных участков УДС, на которые обращаем особое внимание при обследовании маршрута: места потенциальной опасности для движения, места концентрации ДТП, места с несоответствующими требованиям безопасности параметрами. Итак, комиссия проезжает установленный маршрут на том исправном ТС, который движется по маршруту или будет запущен.

Обследование осуществляем через визуальный осмотр, делаем инструментальные измерения на наличие и состояние элементов, далее их оцениваем по требованиям безопасности движения и соответствию параметрам нормативных документов. Выявленные недостатки в ходе обследования маршрута утвержденная комиссия вносит в специальный бланк. Далее отмечает выполнение мероприятий, фиксируется отсутствие результатов изменения и определяются их причины, устанавливаются сроки устранения, а так же назначают повторные проверки или же закрывают маршрут.

Взаимосвязь транспортной культуры с безопасностью и эффективностью

перевозок значит, что одно понятие без другого не приведет к желаемой безаварийности, характеризующей абсолютный показатель блестящей организации, внедрения и осуществления комплекса методов, необходимых для достижения результат.

## АКТ обследования автобусного маршрута

\_\_\_\_\_ маршрута  
(городского, пригородного, междугородного и т.д.)

\_\_\_\_\_, обслуживаемого \_\_\_\_\_  
наименование маршрута (наименование автотранспортной организации)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 19\_\_ г.

Комиссия в составе: \_\_\_\_\_  
(должность, фамилия, имя и отчество председателя и членов комиссии)

действующая на основании \_\_\_\_\_  
(наименование органа, утвердившего \_\_\_\_\_  
состав комиссии, номер постановления и дата его утверждения)

провела обследование автобусного маршрута \_\_\_\_\_

Выявленные в результате обследования недостатки в состоянии, оборудовании и содержании автомобильных дорог, улиц, искусственных сооружений и т.д., угрожающие безопасности движения, представлены в таблице (прилагается к акту).

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ КОМИССИИ:** автобусный маршрут соответствует (не соответствует) требованиям безопасности движения.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ (подпись)

Члены комиссии: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Таблица  
(к акту обследования автобусного маршрута)

№ пп	Местонахождение участка (км, номер дома)	Выявленные недостатки	Необходимые мероприятия и перечень работ	Срок исполнения (число месяц, год)	Ответственный исполнитель (Ф. И. О., должность, организация)	Результаты (для контроля)
1	2	3	4	5	6	7

Рисунок 2 – Акт обследования автобусного маршрута

Вероятно, что транспортная культура города Новочеркаска лишь стремится исключительно к позитивной модели культуры безопасности. Методика оценки уровня обеспечения безопасности пассажирских перевозок позволит в перспективе устранить проблемы и повысит эффективность БДД.

Городской транспорт является широко используемым, поэтому на его долю приходится огромное количество ДТП, множество происходит по вине пешехода. Прослеживается дефицит транспортной культуры и нехватки знаний у горожан. Что можно устранить системным подходом и непрерывной подготовкой населения, выработкой рефлекса на предполагаемую опасность, а

так же благодаря развитию внимательности и способности анализировать дорожную ситуацию в совокупности с рассмотренными ранее методами.

### ***Библиографический список***

1. Андреев, К.П. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования [Текст]/ К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.

2. Оценка услуг пассажирского транспорта/ Д. Порошин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Н.М. Латышенок // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 611-614.

3. Черкашина, Л.В. Совершенствование организации управления развитием территории муниципальных образований [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 322-326.

4. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.

5. Жилияков, Д.И. Оценка и направления совершенствования планирования доходов местных бюджетов/ Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1. - С. 113-118.

6. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

7. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.

**УДК 656.13**

*Андреева О.Ю., студент,  
Зайцева В.В., студент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОБЛЕМЫ МАРШРУТИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**

ПМГТ нацелены на разработку набора маршрутов транспортных средств

для городской транспортной сети с учетом всех ограничений пассажиров и / или оператора. Для моделирования транспортной сети автобусные остановки моделируются как смежные узлы и, как следствие, связаны ребром. Несколько узлов, соединенных ребрами, образуют маршрут. Несколько ребер, соединяющих узлы, образуют транспортный путь. На рисунке 1 представлена сеть общественного транспорта. Эта сеть имеет пятнадцать узлов и двадцать одно ребро. Время прохождения между узлами определяется числами на ребрах [1-5].

Возможный автобусный маршрут (транспортный путь) представляет собой несколько узлов, соединенных ребрами. Мы можем определить допустимый маршрут шины между узлами 8, 14 и 7, поскольку эти узлы соединены существующими ребрами сети. Однако узлы 9, 11 и 14 не могут сформировать маршрут шины, поскольку нет никаких существующих ребер, которые непосредственно соединяют эти узлы сети. Набор маршрутов формируется одним или несколькими транспортными путями (действительными автобусными маршрутами). Наконец, все маршруты набора маршрутов, которые были наложены друг на друга, составляют маршрутную сеть.

Очевидно, что маршрутная сеть должна содержать все узлы текущей транзитной сети, но может не включать все ее ребра. По сути, мы можем сказать, что каждая маршрутная сеть представляет собой подграф существующей дорожной сети (граф). Идеальная маршрутная сеть, то есть сеть, удовлетворяющая всем требованиям к путешествиям, - это сеть с путями, соединяющими каждый узел сети со всеми другими узлами. Чтобы построить эффективную маршрутную сеть, мы должны получить точные оценки всех потребностей в поездках. Чтобы реализовать эти оценки, необходимо [1-6]:

- Провести анализ государственных и частных транспортных средств.
- Провести опросы местного населения.
- Изучите текущие продажи билетов и т.д.

Однако эти оценки сделать сложно, поскольку требования к поездкам постоянно меняются и очень чувствительны к таким факторам, как качество обслуживания, ценовая политика и т.д. В идеальном случае наиболее требовательные к передвижению маршруты должны быть выполнены с короткими путями движения и небольшим количеством пересадок на транспортном средстве. Однако это, вероятно, повлияет на уровень обслуживания всех других маршрутов. Существует также несколько других факторов, влияющих на разработку эффективной маршрутной сети, таких как политика местных органов власти в области управления транспортом, уличная среда в местном районе и т.д. [7,8].

Исходные данные, используемые алгоритмом на основе CSO в качестве входных данных, описаны в следующем:

- Данные, касающиеся соединений между узлами сети (структура дорожной сети).
- Данные, касающиеся времени, необходимого для перехода от одного узла сети к другому (время в пути).

- Данные, касающиеся потребностей в поездках между любыми двумя узлами дорожной сети.

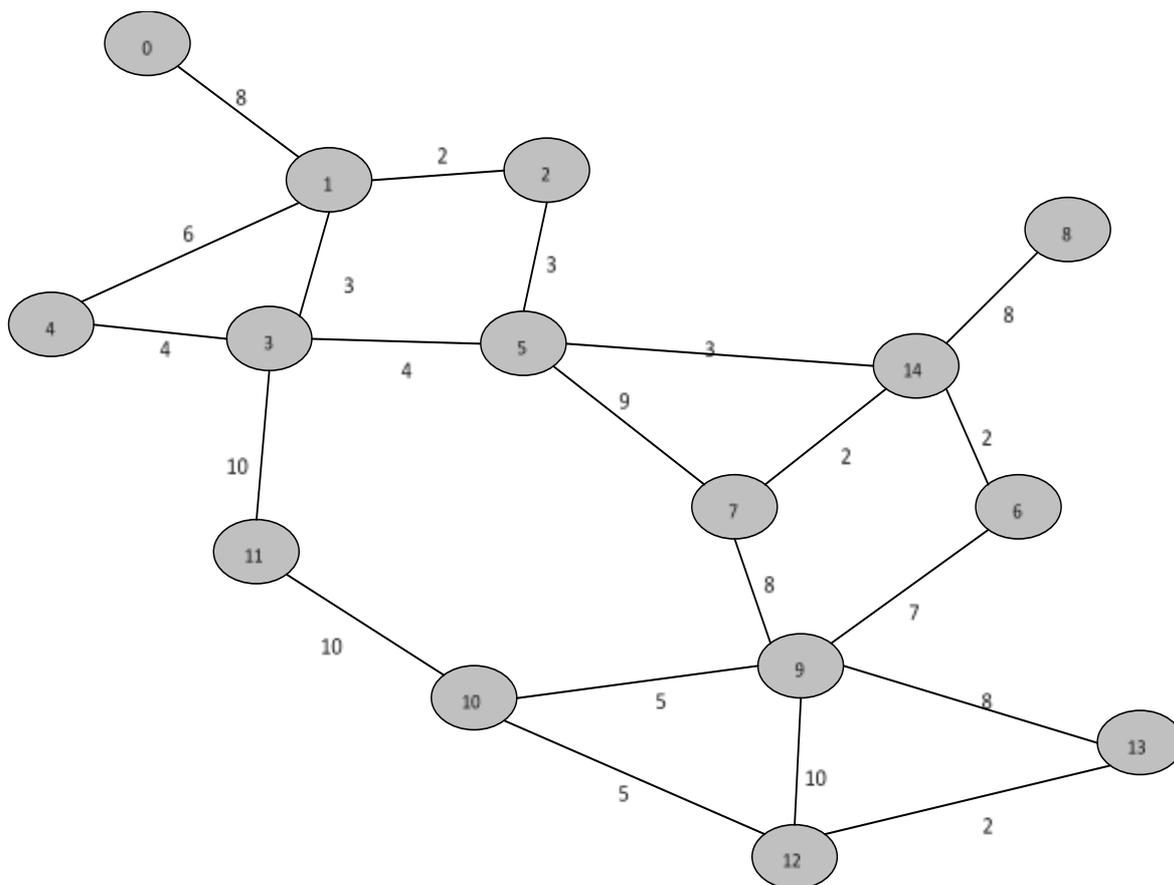


Рисунок 1 – Сеть городского общественного транспорта

Критерии оптимизации — в порядке значимости — на которых основана оценка производительности представленного алгоритма CSO, описаны следующим образом:

1. Процент неудовлетворенных требований (должен быть как можно ниже, в идеале равен нулю).
2. Среднее время в пути в минутах на одного транзитного пользователя (должно быть, как можно меньше).
3. Процент удовлетворенных заявок “без переводов” (должен быть как можно выше).

Кроме этих трех основных критериев, существуют также некоторые другие ограничения, которые должны быть выполнены [9-12]:

- Для каждого маршрута должно быть определено минимальное и максимальное количество узлов (длина) (определение того, что каждый маршрут должен иметь минимальную и максимальную длину, обеспечивает связность маршрутной сети и способствует соблюдению расписания автобусов соответственно).
- Для того чтобы пассажиры могли перемещаться между любыми двумя узлами дорожной сети, должен существовать путь, соединяющий любые два из них (дорожная сеть должна представлять собой связный граф).

- Отдельные маршруты не должны иметь никаких циклов или обратных путей.
- Чтобы ограничить транспортные расходы, поставщик услуг обычно заранее определяет количество маршрутов в наборе маршрутов.

Ограничения, упомянутые выше, рассматриваются как жесткие ограничения, которые никогда не должны нарушаться каким-либо приемлемым решением, а также учитываются в представленном подходе.

Как упоминалось выше, для разработки эффективной маршрутной сети необходимо оптимизировать все критерии, влияющие на ее качество. Следовательно, необходимо сформулировать математическую модель задачи, включающую все эти критерии, чтобы ее решение привело к оптимальному набору маршрутов для конкретных входных данных и при определенных ограничениях. В прошлом исследователи пытались сформулировать и решить проблему МГТ с использованием математического подхода. Однако в этих подходах желаемые характеристики маршрутной сети выражаются в виде конкретных ограничений, и целью является оптимизация заданной функции, содержащей критерии, влияющие на ее качество [13,14]. К сожалению, эти попытки не позволяют определить конкретные маршруты сети с помощью задачи математической оптимизации. ПМГТ является сложной задачей для представления с использованием математического подхода из-за дискретного характера проблемы. Основными переменными задачи являются узлы сети и ребра, которые их соединяют. Следовательно, существуют некоторые основные функции ПМГТ, которые увеличивают его сложность. Одной из таких особенностей является его нелинейность. Другая проблема заключается в том, что во многих случаях необходимо определить логические переменные (например, чтобы определить, связаны ли два узла друг с другом). Традиционные подходы затрудняют решение ПМГТ, поскольку они не могут представить его должным образом и эффективно [15-18]. Эти методы часто добавляют чрезмерную вычислительную нагрузку, пытаясь представить его, или даже не могут адекватно изобразить. Это означает, что сложность поиска решения возрастает экспоненциально по сравнению с его размером, и не существует детерминированного алгоритма, приводящего к приемлемому решению за полиномиальное время.

### ***Библиографический список***

1. Андреев, К.П. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования [Текст]/ К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.

2. Черкашина, Л.В. Совершенствование организации управления развитием территории муниципальных образований [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические

аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 322-326.

3. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов/ Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

4. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1 [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.

5. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

6. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

7. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения [Текст]/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

8. Оценка услуг пассажирского транспорта/ Д. Порошин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Н.М. Латышенок // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 611-614.

9. Черкашина, Л.В. Тенденции развития современных корпоративных информационных систем [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – 2004. – С. 391-393.

10. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения [Текст]/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

11. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта [Текст]/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

13. Быков, И.И. Современные проблемы повышения эффективности управления ресурсами муниципального образования [Текст]/ И.И. Быков, Н.В. Барсукова // Сб.: Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы : Материалы студенческой науч.-практ. конф. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2017. – С. 68-75.

14. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П.

Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3. – С. 102-106.

15. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.

16. Андреев, К.П. Улучшение транспортной инфраструктуры города Рязани [Текст]/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Перспективное развитие науки, техники и технологий : Сборник научных статей VII-ой Международной науч.-практ. конф. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 13-16.

17. Барсукова, Н.В. Современные тенденции во взглядах на направления повышения эффективности и качества управленческих решений [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию Вольного экономического общества России: в 2 т. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал); КРОО Общероссийской общественной организации «Вольное экономическое общество России». – Курск, 2020. – С. 60-64.

18. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

19. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

20. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

21. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина, Г.К. Рембалович, А.Г. Красников, А.Б. Мартынушкин, Е.А. Строкова, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 328 с.

**УДК 656.13**

*Аникина И.М., студент,  
Андреева О.Ю., студент,  
Андреев К.П., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СИСТЕМА ГОРОДСКОГО ТРАНСПОРТА**

Система городского транспорта является важной особенностью

современных городских районов. Проектирование высококачественных систем городского транспорта на предприятиях является важной задачей для современных городов, что способствует их развитию и влияет как на загрязнение окружающей среды, так и на вопросы охраны окружающей среды. В соответствующей литературе определены два основных типа городских транспортных систем [1-3]: сети общественного транспорта и частные транспортные сети (рисунок 1).

В настоящее время люди признают важность наличия эффективных городских систем общественного транспорта. На самом деле в систему общественного транспорта включено множество различных транспортных средств, например, автобусы, метро, трамваи и т.д. Эффективные системы общественного транспорта могут уменьшить негативное воздействие частных транспортных сетей [4,5].

Качество автобусных перевозок в основном определяется как минимизацией времени ожидания и нахождения в пути, так и сокращением количества пересменок транспортных средств в пути. Действительно, чрезвычайно трудно иметь идеальное автобусное сообщение, то есть автобусное сообщение, которое удовлетворяет потребности всех пассажиров при одновременном поддержании всех эксплуатационных расходов на приемлемом уровне [6]. Обычно ответственность за разработку эффективных автобусных маршрутов и расписаний для городской местности лежит на автобусных компаниях. С другой стороны, есть также некоторые случаи, когда местные власти несут ответственность за определение всех автобусных маршрутов и расписаний [7]. Конечно, главной заботой местных органов власти является удовлетворение всех потребностей путешествующей публики, в то время как автобусные компании сосредоточены на максимизации своей прибыли. Превыше всего – удовлетворение пассажиров; в противном случае использование предлагаемых транспортных услуг будет низким [8]. Другая проблема заключается в том, что местным властям нелегко поддерживать недостаточно используемые автобусные маршруты, поскольку они должны отчитываться перед местными сообществами, которые обычно предоставляют финансирование [9]. Кроме того, существуют и другие ограничения, налагаемые операторами автобусов, которые должны поддерживать эксплуатационные расходы как можно ниже. Эти ограничения включают ограничения на количество доступных автобусов, а также на количество и протяженность действующих автобусных маршрутов [10]. С противоположной точки зрения, местные власти обязаны поддерживать приемлемый уровень транспортного обслуживания, ограничивать негативные последствия эксплуатации транспортных средств (например, выбросы) и следить за соблюдением всех политик и правил, касающихся местного транспорта [11].

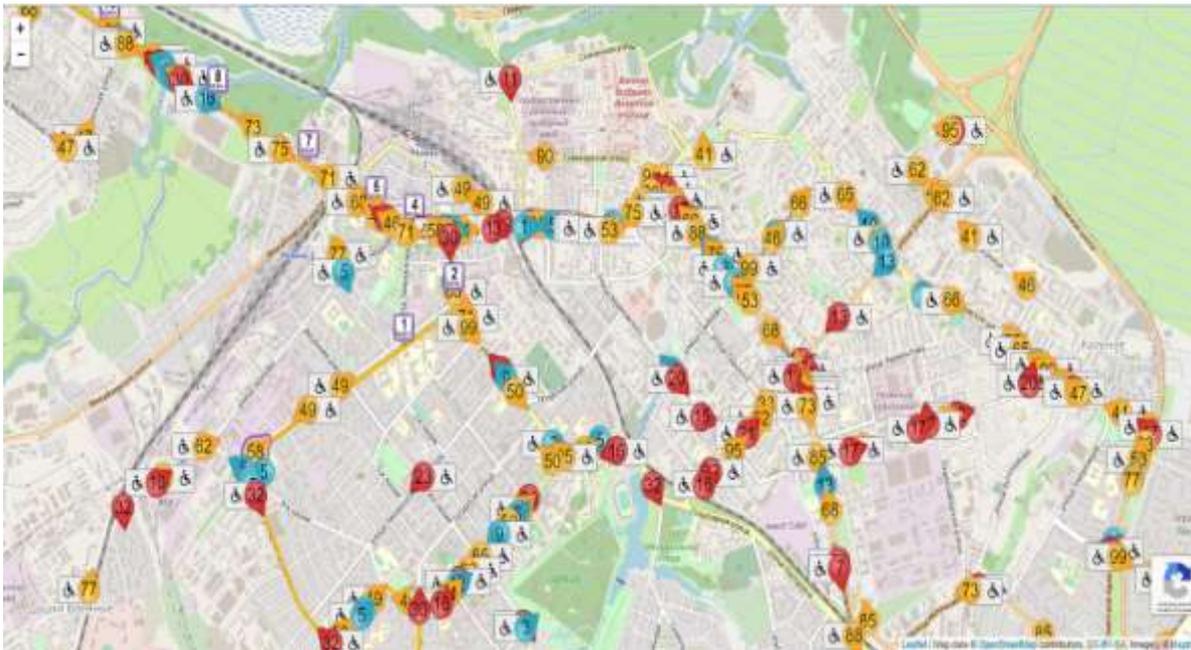


Рисунок 1 – Маршрутная сеть общественного транспорта

В последние десятилетия было внедрено несколько интересных коммерческих пакетов программного обеспечения, чтобы помочь местным властям построить эффективные сети общественного транспорта. Эти интерактивные инструменты, которые в основном используются для поддержки принятия решений и визуализации, включают, среди прочего, Emme, SATURN и VISUM. Более того, научное сообщество попыталось создать устоявшуюся научную основу для решения проблемы маршрутизации городского транспорта (ПМГТ). Кроме того, многие эффективные методы решения вариаций ПМГТ были разработаны исследователями, которые также сделали свои входные наборы данных доступными для экспериментов и сравнения [12-15]. Наконец, в последние десятилетия проблемы планирования и городской маршрутизации привлекли большое внимание соответствующего научного сообщества, и многие исследователи пытались решить проблемы планирования и городской маршрутизации, применяя множество различных методов мягких вычислений.

Применяют подход к планированию и проектированию системы транзитных маршрутов, состоящий из трех основных компонентов: алгоритма проектирования генерации маршрута, процедуры анализа и алгоритма улучшения маршрута. Решение проблемы маршрутизации городского транспорта, используя подход дифференциальной эволюции. Используемая информация – это время в пути и транзитные требования. Предлагаемая процедура работает лучше, чем существующие методы. Одновременно определяют ссылки, которые будут включены в транзитную сеть, объединяют выбранные ссылки в автобусные маршруты и определяют частоту автобусов на каждом из разработанных маршрутов, применяя алгоритм оптимизации [16].



Рисунок 2 – Картограмма расчётной интенсивности пассажиропотоков по маршрутам общественного транспорта

Для моделирования ПМГТ, используем эквивалентную функцию пригодности и оцениваем качество полученных решений, используя аналогичные критерии производительности. Мы решили сделать это, чтобы иметь возможность сравнивать результаты с другими подходами на справедливой основе. Критерии, на которых основана оценка результирующих автобусных транспортных сетей, состоят из пяти пунктов (рисунок 2). 1-й критерий – это среднее время в пути каждого пассажира в транспортном средстве или, альтернативно, общее время для всех пассажиров, необходимое для удовлетворения их транспортных потребностей. 2-й критерий – это процент пассажиров, которые смогли добраться непосредственно из пункта отправления в пункт назначения. 3-й критерий – это процент пассажиров, которым необходимо совершить только одну пересадку, чтобы добраться из пункта отправления в пункт назначения. 4-й критерий – это процент пассажиров, которым необходимо сделать ровно две пересадки, чтобы добраться из пункта отправления в пункт назначения. Наконец, 5-й критерий – это процент пассажиров, которым необходимо сделать три или более пересадок, чтобы добраться от места отправления до пункта назначения, или которые вообще не могут добраться до места назначения с помощью сети общего пользования [17,18].

Реализованная целевая функция, значение которой должно быть максимизировано, представляет собой сумму двух конфликтующих

параметров. Первый – это стоимость пассажира, которая представлена общим временем в пути для всех пассажиров. Вторая – это стоимость оператора, которая представлена общей длиной установленного маршрута.

### *Библиографический список*

1. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов / Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

2. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1 [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.

3. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

4. Черкашина, Л.В. Совершенствование организации управления развитием территории муниципальных образований [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 322-326.

5. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

6. Оценка безопасности транспортных узлов средствами компьютерного моделирования/ К.П. Андреев, А.А. Кильдишев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Бюллетень транспортной информации. – 2019. – № 1 (283). – С. 20-23.

7. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

8. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте [Текст]/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 98-101.

9. Черкашина, Л.В. Тенденции развития современных корпоративных информационных систем [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – 2004. – С. 391-393.

10. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения [Текст]/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

11. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного

пассажирского транспорта [Текст]/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

12. Черкашина, Л.В. Особенности оплаты товаров и услуг платежной картой [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : Материалы Межвузовской науч.-практ. конф. Министерство образования Рязанской области, Министерство молодежной политики, физической культуры и спорта Рязанской области, Образовательная автономная некоммерческая организация высшего профессионального образования "Рязанский институт открытого образования". – 2013. – С. 141-144.

13. Приоритетные направления внедрения интеллектуальных систем на транспорте [Текст]/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. – С. 77-81.

14. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.

15. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.

16. Способы проведения транспортного обследования улично-дорожной сети/ И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Совет молодых учёных ФГБОУ ВО РГАТУ. – 2019. – С. 301-306.

17. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

18. Барсукова, Н.В. Современные тенденции во взглядах на направления повышения эффективности и качества управленческих решений [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию Вольного экономического общества России: в 2 т. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал). Курск, – 2020. – С. 60-64.

19. Жилияков, Д.И. Оценка и направления совершенствования планирования доходов местных бюджетов / Д.И. Жилияков // Вестник Курской

государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1. - С. 113-118.

20. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трящин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

21. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

22. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 188 с.

**УДК 656.13**

*Кондрашова Е.А. студент,  
Мертвищев Г.А., студент,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СТРУКТУРА ГОРОДА И МОБИЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ**

Устойчивая мобильность возможна только в компактном городе, где все аспекты жизни можно обеспечить на коротких расстояниях, наиболее важные аспекты включают жилье, снабжение товарами и услугами, образование и работу, культурные мероприятия, спорт и достаточное количество зеленых зон и открытых пространств [1-5].

Растущие города сталкиваются с особыми проблемами. К 2025 году потребуется более 100 000 дополнительных квартир. Наиболее важной опорой в новом жилищном строительстве будут многоэтажные многоквартирные дома. Кроме того, необходимо обеспечить достаточное количество зеленых зон, социальной инфраструктуры, промышленных и коммерческих зон, а также технической инфраструктуры. В этом контексте традиционные центры города и центры новой городской застройки станут центрами удовлетворения повседневных потребностей и деятельности населения (рисунок 1).

В принципе, расширение городов будет ограничено теми районами, где существует достаточное количество общественного транспорта или которые могут быть созданы параллельно с развитием. В плане перечислен ряд стратегий городского развития, которые в своей совокупности формируют основу устойчивого развития мобильности [6-8]:

1. Последовательное развитие территорий с высоким потенциалом развития.



Рисунок 1 – Городская мобильность

До 2025 года развитие поселений должно быть воплощено в реальность. Для любых потребностей, выходящих за рамки этого, и в случае районов, которые еще недоступны, определенные города протестируют и продвинули новые инструменты мобилизации земель. Кроме того, требуется оптимальная координация инвестиций в техническую, социальную и зеленую инфраструктуру и жилье. Контракты на развитие города должны использоваться для справедливого распределения затрат в отношении инвестиций в инфраструктуру, зеленые зоны и открытые пространства в будущем.

## 2. Высококачественная урбанистика во всех частях города.

Смешанное использование, высококачественная плотность в сочетании с соответствующим дизайном открытого пространства и сохранением ресурсов становятся центральными критериями строительных программ и проектов. Поселения в пригородных районах также будут характеризоваться компактными районами для пеших прогулок и использования велосипедов.

## 3. Сбалансированное полицентричное городское развитие.

За последние несколько лет "ландшафт центров" изменился. Центры стали более специализированными и дифференцированными с точки зрения их функций, и они также подвергаются преобразованиям. Такие изменения требуют новых подходов к планированию. Различные типы центров – от общественного центра до центрального делового района, от центра обучения до центра торговли – выполняют различные функции в городе. Речь идет не только о развитии горячих точек бизнеса и политики, культуры и городского туризма, но и о субцентрах, функция которых заключается в обслуживании окружающих районов и обеспечении качества снабжения и мест для

социальных встреч для всех групп населения. Социальная инфраструктура, доступная в непосредственной близости, вносит значительный вклад в качество жизни и баланс между жизнью и работой.

Таким образом, развитые города укрепят существующее разнообразие центров и придадут импульс экономическому процветанию и повышению качества жизни. Компактный город нуждается в широком распределении небольших центров. Во-первых, это связано с необходимостью дальнейшего развития существующих центров; во-вторых, необходимо устранить функциональные недостатки районов, которые в основном хорошо развиты, но в настоящее время недостаточно используются, и, в-третьих, новые центры должны развиваться в ходе расширения городов. Город объединит усилия с местными заинтересованными сторонами в районах и партнерами из бизнеса, чтобы разработать "концепцию центра". Решающее значение для развития мобильности будет иметь обеспечение того, чтобы до этих центров можно было легко добраться на общественном транспорте, пешком или на велосипеде, а также чтобы поставщики товаров повседневного пользования и других товаров и услуг находились на месте.

Многофункциональность как руководящий принцип Городские пространства должны быть открыты для различных целей; монофункциональное использование, ведущее к пустой трате пространства или неадекватным схемам расселения в высококачественных местах, несовместимо с политикой устойчивой мобильности в долгосрочной перспективе. В частности, следующие несколько лет будут характеризоваться улучшением качества и ретроактивным уплотнением в местах, где имеется основной общественный транспорт, но которые характеризуются низкой плотностью и функциональным дефицитом.

Повышение ценности площадей должны стать более ценными в качестве позитивных импульсов для оживленных районов и новых возможностей для коммерческих, социальных, культурных и общественных целей. Прогресс в возрождении площадей на первых этажах особенно важен для мобильности, поскольку он приносит товары, услуги и рабочие места местному сообществу, и, более того, он также делает уличные пространства более привлекательными для пешеходов.

#### 4. Укрепление и развитие сетей зеленых зон и открытых пространств

Сеть открытых пространств отражает намерение города предложить всем жителям более качественные открытые пространства. Постепенное создание сети, в которой каждый сможет добраться до ближайшего открытого пространства на расстоянии около 250 м, в сочетании с сохранением и расширением больших зон отдыха, гарантирует, что город останется привлекательным местом для жизни. Это помогает избежать субурбанизации и связанного с ней пригородного движения.

Помимо стратегий, описанных в поэтапном плане городского развития, будет применяться принцип местной мобильности, чтобы попытаться привести общие цели в соответствие с реализацией планирования, уделяя особое внимание мобильности в конкретных мерах.

Местная мобильность – взаимодействие городского планирования, общества и мобильности. Местная мобильность позволяет людям выполнять свои повседневные поручения в непосредственной близости от своих домов и заниматься физическими упражнениями во время передвижения. Таким образом, местная мобильность также создает предпосылки для охраны здоровья и климата, способствует самоопределению, мобильному образу жизни, поддерживает работу по уходу и способствует развитию городов в человеческом масштабе.

Короткие расстояния, которые мы можем преодолевать пешком, выполняя наши повседневные поручения, являются решающим показателем мобильности и целей планирования “компактного города”. Количество и качество возможностей в нескольких минутах ходьбы оказывают значительное влияние на то, является ли владение автомобилем необходимостью для личной мобильности или нет. В новых проектах планировки следует ориентироваться на остановки общественного транспорта и местное водоснабжение в пределах пешей досягаемости, т.е. не более чем в 300 метрах. Вопрос о том, могут ли быть достигнуты цели местной мобильности и могут ли быть приняты необходимые меры, в значительной степени зависит от игроков за пределами транспортного сектора [9-13].

### *Библиографический список*

1. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов/ Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

2. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

3. Черкашина, Л.В. Тенденции развития современных корпоративных информационных систем [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – 2004. – С. 391-393.

4. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.

5. Черкашина, Л.В. Совершенствование организации управления развитием территории муниципальных образований [Текст] / Л.В. Черкашина // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы

Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 322-326.

6. Барсукова, Н.В. Современные тенденции во взглядах на направления повышения эффективности и качества управленческих решений [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию Вольного экономического общества России: в 2 т. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал); КРОО Общероссийской общественной организации «Вольное экономическое общество России». – Курск, 2020. – С. 60-64.

7. Соловова, Д.С. Проблемы отечественного образования в области подготовки управленческих кадров [Текст]/ Д.С. Соловова, О.И. Ванюшина // Молодежь и системная модернизация страны : Сборник научных статей 4-й Международной научной конференции студентов и молодых ученых. – 2019. – С. 347-351.

8. Оценка услуг пассажирского транспорта/ Д. Порошин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Н.М. Латышенок // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 611-614.

9. Андреев, К.П. Улучшение транспортной инфраструктуры города Рязани [Текст]/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Перспективное развитие науки, техники и технологий : Сборник научных статей VII-ой Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 13-16.

10. Быков, И.И. Современные проблемы повышения эффективности управления ресурсами муниципального образования [Текст]/ И.И. Быков, Н.В. Барсукова // Сб.: Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы : Материалы студенческой науч.-практ. конф. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2017. – С. 68-75.

11. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.

12. Барсукова, Н.В. Роль и значение основных стимулов мотивации персонала в менеджменте предприятия [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.И. Ванюшина, О.В. Лозовая // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию Вольного экономического общества России: в 2 т.. Курск, – 2020. – С. 64-67.

13. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.

14. Жилияков, Д.И. Оценка и направления совершенствования планирования доходов местных бюджетов/ Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1. - С. 113-118.

15. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

16. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й междунар.науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

17. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, А.Г. Красников, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 166 с.

18. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1 [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.

**УДК 656.13**

*Кондрашова Е.А., студент,  
Горячкина И.Н., к.т.н., доцент,  
Тетерина О.А., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫДЕЛЕННЫХ ПОЛОС ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА**

Отличительной особенностью современного города, к сожалению, все чаще становится наличие серьезных затруднений в движении транспорта по центральным улицам в утренние и вечерние часы пик [1]. Постоянно возрастающий трафик создает проблемы, обусловленные несоответствием дорожной инфраструктуры требованиям времени. Как правило, основные маршруты движения транспорта в центральной части городов сформировались достаточно давно, и внести серьезные конструктивные изменения в улично-дорожную сеть практически не представляется возможным. Мировой опыт показывает, что при достижении определенного уровня развития транспортной инфраструктуры ее дальнейшее беспорядочное улучшение лишено смысла – количество автомобилей все равно растет быстрее строительства новых дорог, и ситуация возвращается к прежнему порядку вещей – постоянным пробкам [2]. В нашей статье рассмотрим ряд примеров, позволяющих снизить транспортную нагрузку на городские улицы, путем предоставления преимуществ для движения общественного транспорта. Применение выделенных полос для пассажирского транспорта, в настоящее время, является единственным возможным способом без существенной реконструкции улиц снизить концентрацию транспортных средств в центральных городских районах. Вопросы оптимизации использования общественного транспорта рассматриваются в работах [3-14].

Городской общественный транспорт является наиболее массовым видом пассажирского автомобильного транспорта [15]. Важной мерой для придания приоритета общественному транспорту является резервирование дорожного пространства исключительно для его использования. Сигналы светофора должны быть запрограммированы таким образом, чтобы автобусам был предоставлен приоритет. Очевидно, что нет необходимости изменять размеры и характеристики автобусов общественного транспорта, но улучшение их циркуляции фактически увеличивает пропускную способность дорог. Это увеличение может привлечь пассажиров из других видов транспорта и привести к сбалансированному использованию автомагистралей, что в большей степени соответствует общественным интересам. Резервирование места для автобусов - это нормативный шаг, призванный посредством управления автомагистралями исправить искажения, вызванные ошибочным восприятием пробок отдельными водителями. Если бы автомобилисты знали общую стоимость эксплуатации своих транспортных средств в условиях перегруженности, и если бы пассажиры автобусов также знали о позитивных изменениях в распределении транспортных средств, то возможно административное вмешательство оказалось бы практически ненужным, т.к. выгода от использования общественного транспорта очевидна.

В отсутствие такого видения развития событий власти вмешиваются, распределяя полосы движения по определенному принципу с целью обеспечения надлежащего обслуживания общественного транспорта и, попутно, устранения конфликтных ситуаций между автобусами и другими транспортными средствами. Документально подтвержденный международный опыт, как правило, свидетельствует о значительных преимуществах такого рода инициатив, хотя степень получаемых преимуществ зависит от качества организации дорожного движения в каждом конкретном случае.

Выделенные полосы, по которым могут передвигаться только автобусы, обычно обозначены специальной дорожной разметкой. Они характеризуются низкой стоимостью внедрения, но их фактические результаты – за исключением полос, по которым автобусы движутся против движения, – зависят от готовности водителей соблюдать требования, и требуются инвестиции в длительные усилия правоохранительных органов. Не всегда возможно установить дисциплину при использовании этих полос движения и нередко эффективность этой меры снижается из-за систематического нарушения ограничений.

На рисунке 1 показаны три примера расположения полос, предназначенных только для движения автобусов. В первом случае (рис. 1, а) улица с односторонним движением имеет полосу движения только для автобусов справа. Это наиболее широко используемый вариант. Второй пример (рис. 1, б) предполагает аналогичное расположение полосы, за исключением того, что автобус движется против движения, что не позволяет другим транспортным средствам использовать данную полосу движения. В третьем случае (рис. 1, в) показана улица с двусторонним движением с полосами движения только для автобусов снаружи. В целом, правосторонние полосы

движения, предназначенные только для автобусов, имеют определенное преимущество, т.к. обеспечивают доступ к тротуару, и рекомендуются, когда в окрестностях расположены предприятия розничной торговли или сферы услуг, которые генерируют значительный входящий и исходящий трафик. Эта конфигурация полосы движения, как правило, нарушается частными транспортными средствами, которых так же привлекает близость к соседним предприятиям или которые должны въезжать на эти полосы для совершения правых поворотов. Следовательно, этот тип полосы движения требует постоянного контроля со стороны правоохранительных органов.

Выделенные автобусные полосы похожи на полосы только для автобусов в том, что они предназначены исключительно для движения общественного транспорта, но разница заключается в том, что между ними и пространством, выделенным для других транспортных средств, существует физический барьер. Шлагбаум препятствует въезду других транспортных средств, тем самым позволяя автобусам передвигаться более свободно. Отдельные полосы движения автобусов – гораздо более сложное и дорогостоящее решение, чем полосы движения только для автобусов. Обычно выделенные полосы располагаются в центре проезжей части, чтобы обеспечить проезд частных транспортных средств с обеих сторон и облегчить поворот направо. В этом нет необходимости, если рядом с проезжей частью есть парк, железная дорога или другие объекты, к которым не требуется подъезд транспортного средства с улицы, или если есть местная дорога именно с целью обеспечения такого доступа.

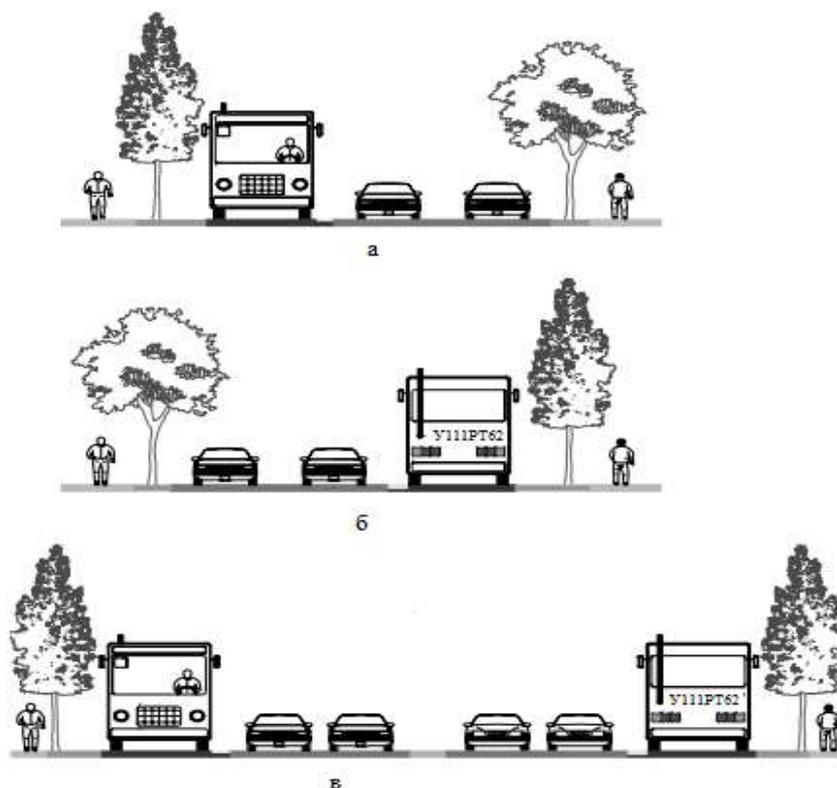


Рисунок 1 – Примеры расположения выделенных полос для движения автобусов

Отдельные полосы движения могут быть односторонними или

двусторонними, с одной или несколькими полосами в каждом направлении и с дополнительной полосой для проезда или без нее, где расположены автобусные остановки. В тех, когда выделенные полосы расположены в центре проезжей части, автобусные остановки часто располагаются по разные стороны друг от друга, чтобы лучше использовать ширину тротуара. Когда есть длинные участки без остановок, избыточное пространство может быть использовано для средней полосы, для более узкого асфальтированного участка или для специальных полос для левого поворота. Хотя эти меры дают значительные преимущества для общественного транспорта, при проектировании важно учитывать препятствия, вызванные разделением, в виде проблем с поворотами, ограниченного доступа к соседним объектам и возможного сокращения пропускной способности для частных транспортных средств.

Улицы, предназначенные только для автобусов – это целые автомагистрали, предназначенные исключительно для движения общественного транспорта. Хотя с точки зрения разработки и внедрения этот метод в принципе кажется простым, требующим для функционирования только адекватных указателей, но с точки зрения эксплуатации, как правило, оказывается серьезное влияние на организацию дорожного пространства из-за перенаправления движения частных транспортных средств и ограниченного доступа к объектам, расположенных на данной улице. Улицы, по которым ходят только автобусы, уже много лет используются в разных странах. Однако метод установления такой исключительности только на определенные периоды времени, по-видимому, является недавним нововведением. Этот вариант предполагает предоставление автобусам целой улицы в эксклюзивное использование, но только в часы пик, после чего улица возвращается к смешанному движению.

Таким образом, можно сделать вывод, что подготовка к разработке и внедрению выделенных полос для движения общественного транспорта должна включать массовые информационные кампании, предупреждающие водителей и население в целом об изменениях и предлагающие альтернативные маршруты и обходные пути для смягчения любого возможного негативного воздействия.

### ***Библиографический список***

1. Горячкина, И.Н. Прогнозирование возникновения заторов в городских условиях/ И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – 2021. – С. 408-413.

2. Терентьев, В.В. Улучшение транспортного обслуживания населения города/ В.В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2017. – № 4. – С. 91-92.

3. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.

4. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 2/ В.В.

Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 7. – С. 34-36.

5. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

6. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов/ Г.А.Мертвищев, К.П. Андреев, В.В.Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

7. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев, Т.В. Мелькумова, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.

8. Терентьев, О.В. Развитие пассажирского транспорта в городах/ О.В. Терентьев, Н.В. Аникин, Г.К. Рембалович // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 279-283.

9. Андреев, К.П. Повышение качества обслуживания населения/ К.П.Андреев, В.В.Терентьев, А.В.Шемякин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. – 2017. – С. 31-33.

10. Некоторые вопросы оценки качества работы общественного пассажирского транспорта в г. Рязани/ А.С. Терентьев, И.Н. Кирюшин, Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Бюллетень транспортной информации. – 2020. – № 4(298). – С.3-7.

11. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

12. Оценка услуг пассажирского транспорта/ Д. Порошин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Н.М. Латышенок // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2021. – С. 611-614.

13. Экономическое обоснование эффективности и качества пассажирских перевозок автомобильным транспортом: монография/ К.П. Андреев, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.Н. Горячкина, Н.А. Конычева, А.Б. Мартынушкин, Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, И.В. Федоскина // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет. – Курск, 2019 – 129 с.

14. Оценка качества обслуживания пассажиров городским транспортом/

А.В. Шемякин, М.В. Стоян, А.С. Терентьев, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин // Грузовик. - 2021. - № 9. - С. 33-38.

15. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.

16. Жилияков, Д.И. Совершенствование финансового обеспечения социальной политики/ Д.И. Жилияков // Современная наука: вопросы теории и практики : Сборник материалов III заочной международной науч.-практ. конф. - 2018. - С. 201-204.

17. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

**УДК 656.13**

*Мертвищев Г.А., студент,  
Кондрашова Е.А. студент,  
Андреев К.П., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ТРАНСПОРТНАЯ МОБИЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ**

Рост городов – это глобальное явление, создающее серьезные проблемы для специалистов по транспортному планированию. Наука транспортных исследований описывает основные принципы и потенциальные решения. Основная идея заключается в том, что виды транспорта должны эффективно использовать пространство. Чтобы удовлетворить потребности растущего числа людей, что приводит к увеличению трафика, необходимо эффективно преодолевать расстояния. Поездки должны быть как можно более короткими, а управление транспортом должно осуществляться с минимальными затратами ресурсов, таких как пространство и энергия, насколько это возможно. Благодаря своей плотной структуре города идеально подходят для этого. Автомобилям нужно много места. следовательно, в долгосрочной перспективе нецелесообразно преодолевать расстояния только на автомобиле в городах с постоянно растущим населением. Равный доступ к мобильности может быть обеспечен только с помощью других видов транспорта.

Развитие пешеходного, велосипедного и общественного транспорта для обеспечения мобильности в растущих городах признано на международном уровне как концепция, которой нет альтернативы. Десятилетия концентрации на отдельных функциях и ориентированном на автомобили росте городов не дали желаемых результатов и заставили лиц, принимающих решения во всем мире, пересмотреть свой подход. Многие европейские города быстро применили идеи на практике; благодаря своим историческим особенностям они стали образцами для подражания в своем развитии в направлении процветания, роста и устойчивости, однако разработка все еще продолжается. С одной

стороны, требуется долгосрочное планирование из-за длительного срока службы и высокой стоимости транспортной инфраструктуры. С другой стороны, изменения в привычках и поведении не происходят в одночасье, поэтому всегда есть необходимость в действиях.

В России практика стратегического транспортного планирования уже на протяжении десятилетий ориентирована на самые современные международные стандарты. Внедрение происходит поэтапно и последовательно. Устойчивая и равноправная мобильность является важным элементом высокого качества жизни, которое характеризует город и неоднократно приносило ему высокие оценки в международных рейтингах. Оценки стратегий, проведенных на сегодняшний день, также подтвердили позитивное развитие событий в РФ [1-3].

Долгосрочная стратегия развития городов основана на «Стратегии умного города». Главная цель, заключается в следующем: Максимально возможное качество жизни для всех людей при максимально возможном сохранении ресурсов. Это требует обширных инноваций. Эта цель формирует основу, лежащую в основе системы целей, изложенных в Плане городской мобильности (рисунок 1).



Рисунок 1 – Мобильность населения

Что касается мобильности, то стратегия “Умный город” формулирует четкую цель: к 2035 году максимально возможная доля частного моторизованного транспорта должна быть переведена на общественный транспорт и немоторизованные виды транспорта или должна использовать новые технологии движения (например, транспортные средства с электрическим приводом). Кроме того, предлагаются конкретные цели, в том

числе укрепление видов транспорта, не содержащих CO<sub>2</sub> (ходьба пешком и езда на велосипеде), сохранение высокой доли общественного транспорта, а также снижение выбросов парниковых газов в городе до 20% к 2025 году, до 15% к 2030 году и до заметно менее 15% к 2050 год. Основываясь на этом, План городской мобильности описывает реалистичные краткосрочные шаги, направленные на то, чтобы направить развитие в правильном направлении [4].

План городской мобильности является тематической концепцией плана городского развития города, и в нем конкретизируются содержащиеся в нем подходы и стратегии в области мобильности. Таким образом, План городской мобильности дополнительно развивает действия, необходимые для реализации. Также, сроки планирования, ценности и задачи, также применимы к Плану городской мобильности [5].

Здесь следует подчеркнуть ожидаемый рост населения в городе и районе, в отношении которого на этапе 2025 сформулирована четкая позиция: рост является следствием привлекательности города. Несмотря на более интенсивное использование, город продолжает предлагать такое же качество жизни. Это создает две проблемы для мобильности: с одной стороны, позволяет людям добраться до места назначения, а с другой стороны, сводит к минимуму проблемное воздействие таких видов транспорта, как индивидуальное моторизованное движение.

Обеспечение мобильности без владения автомобилем является одной из центральных задач транспортной политики. За последние десять лет уровень автомобилизации населения города снижался, что свидетельствует о том, что принцип гибкого сочетания видов транспорта в соответствии с потребностями людей и обстоятельствами уже хорошо работает, являются незначительными или вообще не существуют. Ходьба и езда на велосипеде - это способы активной мобильности, а это значит, что они способствуют здоровью (рисунок 2). Эко-мобильность считается интегрированной системой в этой концепции - с оптимизированными интерфейсами между видами транспорта и дополнительными услугами городской мобильности (например, карты мобильности, системы совместного использования велосипедов и автомобилей) [6-9].

Функционирующая устойчивая транспортная система способствует успешному развитию городов. Густонаселенные районы смешанного использования, ориентированные на пешеходные и велосипедные маршруты, с хорошо интегрированными местными удобствами и хорошо спроектированными открытыми пространствами, являются важной предпосылкой устойчивой мобильности. Достижение целей в области мобильности зависит от последовательной реализации принципов городского структурирования, описанных выше.

Выраженный в показателях разделения по видам транспорта, целевой показатель составляет «80:20», что означает, что население города должны пользоваться общественным транспортом, ездить на велосипеде или ходить пешком, чтобы покрыть 80% поездок, которые им необходимо совершить, в то время как доля автомобильного транспорта должна сократиться до 20%. Это

необходимо для поддержания качества жизни в городе и предотвращения постоянной перегрузки дорожной сети. Если доля транспортных средств в распределении видов транспорта останется прежней, то к 2025 году абсолютное количество поездок на автомобиле увеличится на 12% в связи с увеличением численности населения.



Рисунок 2 – Развитие транспортной мобильности

Напротив, виды транспорта (ходьба, езда на велосипеде и общественный транспорт), совместимы с городом и доступны. Они особенно эффективны с точки зрения используемого пространства и энергии, а также выбросов, которые они вызывают [10-13].

### *Библиографический список*

1. Пути повышения транспортной доступности городов. Часть 1 [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А. С. Астраханцева, Н.В. Аникин, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2019. – № 6. – С. 36-39.

2. Быков, И.И. Современные проблемы повышения эффективности управления ресурсами муниципального образования [Текст]/ И.И. Быков, Н.В. Барсукова // Сб.: Проблемы регионального социально-экономического развития: тенденции и перспективы : Материалы студенческой науч.-практ. конф. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2017. – С. 68-75.

3. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов / Г.А. Мертвищев, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

4. Андреев, К.П. Развитие городских пассажирских перевозок [Текст]/ К.П. Андреев // European research : Сборник статей победителей IX Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 42-44.
5. Черкашина, Л.В. Совершенствование организации управления развитием территории муниципальных образований [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК : Материалы Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 322-326.
6. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Е. Агуреев // Грузовик. – 2017. – № 8. – С. 6-9.
7. Андреев, К.П. Совершенствование транспортного обслуживания населения [Текст]/ К.П. Андреев // Транспортное дело России. – 2017. – № 3. – С. 7-9.
8. Оценка услуг пассажирского транспорта/ Д. Порошин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, Н.М. Латышенко // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. Новосибирский государственный аграрный университет. – Новосибирск, 2021. – С. 611-614.
9. Черкашина, Л.В. Тенденции развития современных корпоративных информационных систем [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века. К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – 2004. – С. 391-393.
10. Андреев, К.П. Улучшение транспортной инфраструктуры города Рязани [Текст]/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Перспективное развитие науки, техники и технологий : Сборник научных статей VII-ой Международной науч.-практ. конф. Ответственный редактор А.А. Горохов. – 2017. – С. 13-16.
11. Андреев, К.П. Совершенствование городской маршрутной сети/ К.П. Андреев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 3 (19). – С. 102-106.
12. Барсукова, Н.В. Современные тенденции во взглядах на направления повышения эффективности и качества управленческих решений [Текст]/ Н.В. Барсукова, О.В. Лозовая, О.И. Ванюшина // Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика : Сборник статей 10-й Международной науч.-практ. конф., посвященной 255-летию Вольного экономического общества России: в 2 т. ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации» (Курский филиал); КРОО Общероссийской общественной организации «Вольное экономическое общество России». – Курск, 2020. – С. 60-64.
13. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев

// Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

14. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Ахмедов Р.К. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 20.12.2016. – EDN ZVXXID.

15. Пат. РФ № 154410 U1. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.08.2015. – EDN FBEIRC.

16. Жилияков, Д.И. Совершенствование финансового обеспечения социальной политики/ Д.И. Жилияков // Сб.: Современная наука: вопросы теории и практики : Материалы III заочной международной науч.-практ. конф. - 2018. - С. 201-204.

17. Шкрабак, В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе/ В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск, 2008.

18. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

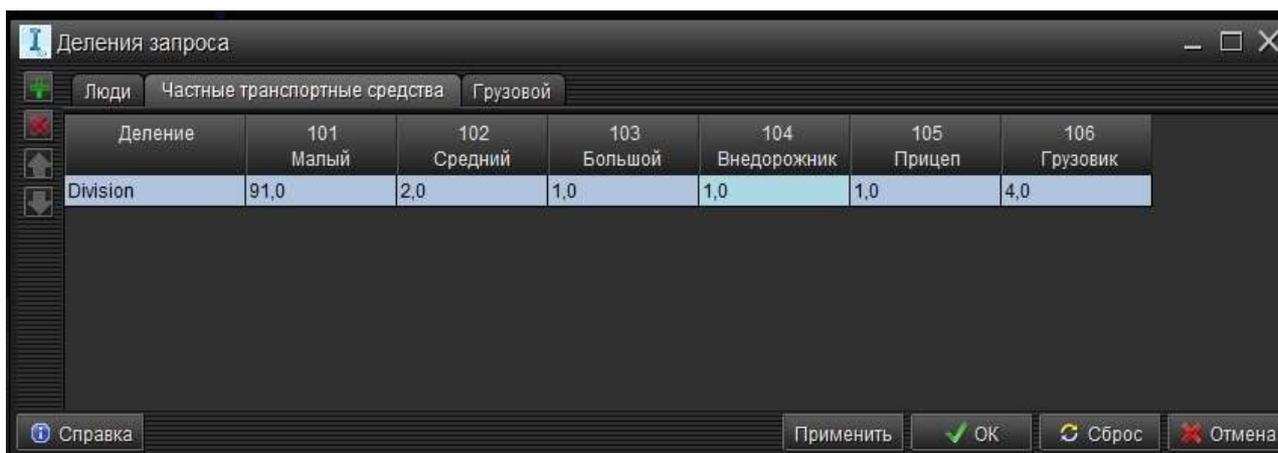
**УДК 519.876.5**

*Алексеев Э.С., студент,  
Локтионов В.В., к.т.н., доцент,  
Бессарабов А.Н., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО "ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова", г. Новочеркасск, РФ*

## **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ INFRAWORKS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ УДС ОБЩЕЙ ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДА**

В современном мире невозможно себе представить функционирование любой системы без участия информационных технологий [1-2]. Система Водитель-Автомобиль-Дорога-Среда не является исключением. В настоящее время четко регламентированы на законодательном уровне обязанности проектировщиков схем организации дорожного движения по моделированию эффективности применения тех или иных проектных решений. Интересным в этом плане является применение широко распространенного программного продукта INFRAWORKS от AUTODESC.

Этот программный продукт в качестве исходных данных использует сведения о транспортной сети, структуре и составе транспортных потоков, а также ограничениях допустимых по условиям движения. Графическое изображение карты местности можно подгружать из открытых интернет источников, а характеристики транспортных потоков заносятся в окно ввода исходных данных, представленное на рис. 1. В этом случае проектировщик имеет возможность в имитационной модели заложить различные транспортные ситуации, в том числе и по критическим значениям интенсивности движения как, в общем, так и различных типов транспортных средств.



Деление	101 Малый	102 Средний	103 Большой	104 Внедорожник	105 Прицеп	106 Грузовик
Division	91,0	2,0	1,0	1,0	1,0	4,0

Рисунок 1 – Формирование сегментов спроса

Следующим этапом построения модели является формирование транспортных запросов, которое осуществляется с помощью матрицы корреспонденций (рис. 2). Транспортные запросы бывают направленными и ненаправленными. Первые создаются в случае, если на основании натурных исследований известны корреспонденции транспортных средств и пешеходов между объектами притяжения. Вторые обеспечивают равномерную нагрузку УДС транспортными средствами по случайным алгоритмам. Транспортные запросы формируются в виде матриц запросов. Все матрицы действуют в течении заданного каждой из них периода моделирования, который называется профилем запроса. Тем самым, при необходимости, формируется неравномерная нагрузка на УДС при моделировании. Матрицы моделирования могут создаваться отдельно для пешеходов, транспортных средств и для общественного транспорта.

Принципиально важным элементом данного программного обеспечения является возможность оператора определять приоритеты движения и способы регулирования перекрестков. Для реализации этой цели в программе заложено понятие «узла транспортного графа», которое охватывает зоны транспортных средств и пешеходов (рис. 3). Исходной информацией для создания узлов и имитации в модели организации дорожного движения используем данные, импортированные из веб-картографического сервиса с дополнительной самостоятельной отрисовкой при помощи спутниковых карт (панорам) улиц.

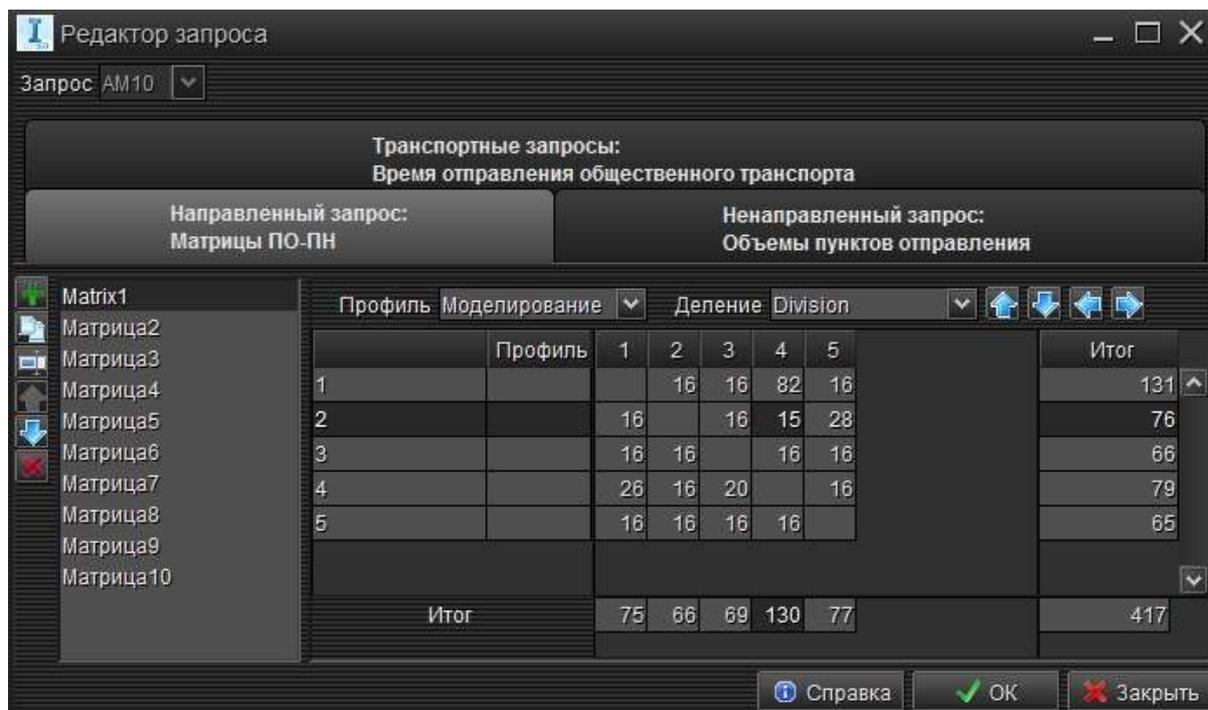


Рисунок 2 – Формирование матриц запросов для УДС

Кроме того, на этом этапе моделирования можно учитывать особенности движения по конкретному участку улично-дорожной сети, такие как, одностороннее движение, приоритет маршрутного пассажирского транспорта, наличие запрещающих дорожных знаков, геометрические параметры проезжей части и тротуаров, наличие велосипедных дорожек и т.д.

На рис. 4а показана существующая транспортная ситуация на пересечении улиц Мацоты и Спортивная мкр. Соцгород в г. Новочеркасске, а на рис. 4б прогнозируемая с периодом 10 лет. Как видно, транспортные потоки в данном узле изменятся в сторону их увеличения, что потребует реализации комплекса мероприятий по организации дорожного движения для обеспечения требуемого уровня пропускной способности.

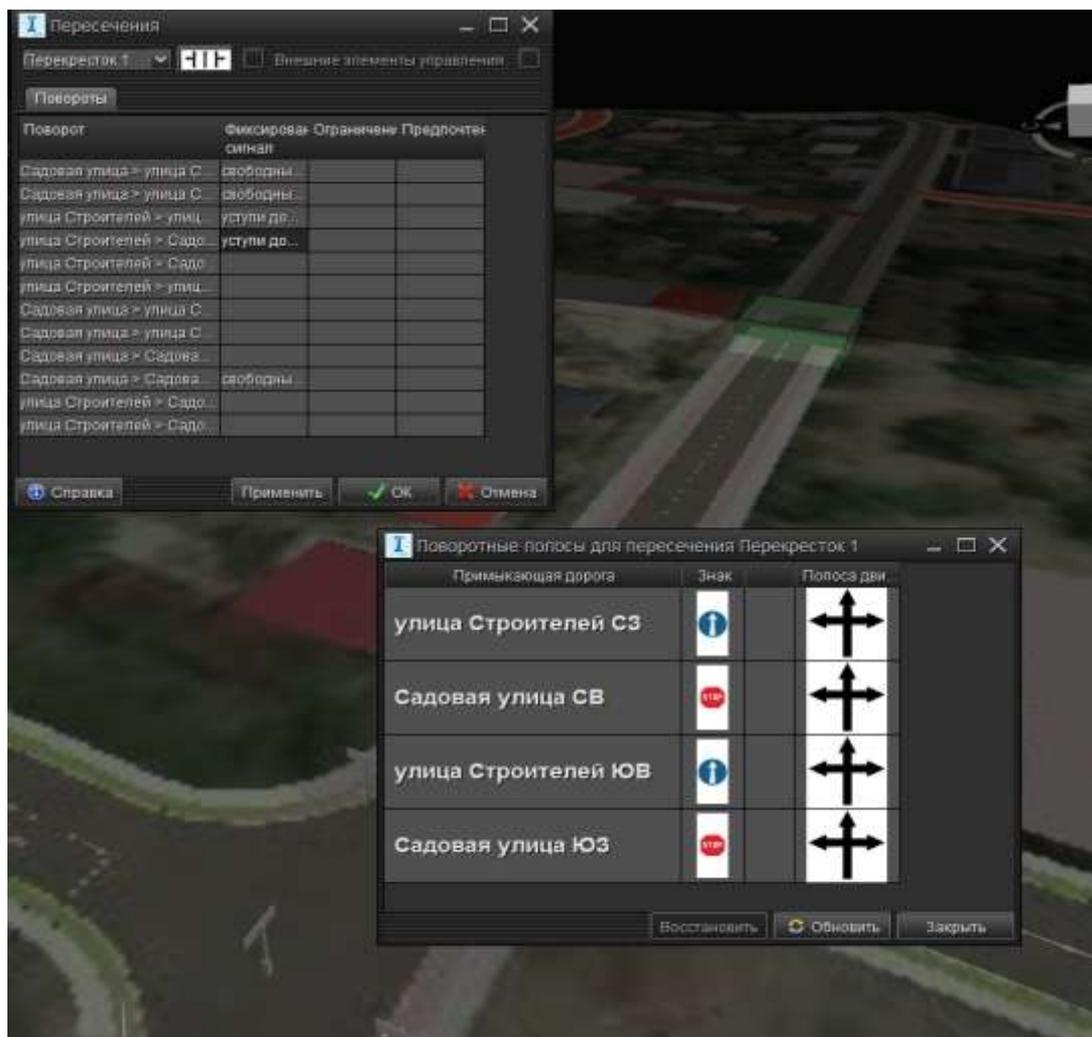


Рисунок 3 – Редактирование узла



а)



б)

Рисунок 4 – Транспортный граф запроса легкового транспорта для УДС

Анализ построенных моделей позволил установить критически важные узлы функционирования транспортной сети города, а также определить граничные условия, при которых будут возникать предзаторовые или заторовые состояния. Эффективная организация дорожного движения позволит значительно повысить его качество и безопасность.

### *Библиографический список*

1. Оценка пропускной способности участков улично-дорожной сети на основе имитационного моделирования // Инженерный вестник Дона. – 2022. - №8. - 10с.

2. Influence of Positioning of Unregulated Pedestrian Crossing on Traffic Capacity of Urban Streets // IOP Conference Series: Materials Science and Engeniring.-2021.-Vol.1079 : International Science and Technology Conference (FarEastCon 2020) 6<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> October 2020. – Russky Island, Russia. – Chapter 5, Article number 062082.

3. Терентьев, В.В. Применение компьютерного моделирования при оценке безопасности транспортных узлов/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, А.В. Шемякин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2019. - С. 306-311.

4. Мишин, И. Н. Создание и использование информационной системы сельскохозяйственного предприятия на основе веб-сайта с интегрированной базой данных/ И. Н. Мишин // Цифровые технологии – основа современного развития АПК : Сборник материалов международной научной конференции, Смоленск, 10 ноября 2020 года. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 421-426.

5. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, И.Г. Шашкова, Г.К. Рембалович, Л.В. Романова, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 162 с.

**УДК 656.13**

*Мальчиков В.Н., аспирант,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор,  
Рябчиков Д.С., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ В ПЕРЕВОЗОЧНОМ ПРОЦЕССЕ**

В связи с растущими экологическими проблемами, такими как выбросы парниковых газов (ПГ) и изменение климата, возрос интерес к полному внедрению электромобилей (ЭМ). Электромобили используют чистую энергию. Данный фактор помогает снизить зависимость от ископаемого топлива и обеспечивает нулевые выбросы парниковых газов.

Многие страны объявили и приняли различные меры и стратегии по обеспечению полного перехода на электромобили. Например, для увеличения продаж электромобилей в Китае было запрещено инвестировать в новые заводы по производству двигателей внутреннего сгорания.

Кроме того, в Соединенных Штатах, Соединенном Королевстве и Канаде

были приняты следующие меры, которые должны позволить замену всего парка транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания на электрический с нулевым уровнем выбросов к 2040 году. Ожидается, что только в Калифорнии к 2030 году на дорогах будет развернуто 5 миллионов электромобилей. Такой крупномасштабный развертывание электромобилей может оказать серьезное влияние на электрические сети, что приведет к их перегрузке, ухудшению качества электроснабжения и снижению энергоэффективности. Следовательно, инновационные и интеллектуальные стратегии управления энергопотреблением необходимы для приспособления к этим недавно добавленным нагрузкам, где, по оценкам, на дорогах будет более 250 миллионов электромобилей к 2030 году с общей потребностью в энергии около 1,1 кВт-ч [1].

Касаясь Российской Федерации, исходя из Распоряжения от 23 августа 2021 года № 2290-Р к 2024 году в России планируется выпустить не менее 25 тыс. электромобилей и открыть более 9 тыс. зарядных станций для них. Такие показатели зафиксированы в Концепции по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта, утверждённой Председателем Правительства Михаилом Мишустиним [2].

Многие из этих решений основаны на том факте, что электромобили являются не только видом транспорта, но также могут выступать в качестве распределенных мобильных источников энергии. Это открыло путь для появления новой концепции – передача энергии от транспортного средства к транспортному средству (V2V).

Система V2V – обмен информацией между автомобилями в транспортном потоке, находящихся в непосредственной близости друг от друга. Внедрение такого способа обмена информацией может повысить качество безопасности дорожного движения для участников транспортного движения [3] (см. рис. 1).



Рисунок 1 – Пример системы обмена информацией между автомобилями с помощью системы V2V

В представленной выше системе данные передаются по беспроводной связи между транспортными средствами (например, значение скорости или местоположение транспортного средства). В функции системы V2V также входит процесс оповещения водителя об опасной ситуации на дороге, которую могут создать другие транспортные средства. Эта функция может помочь избежать дорожно-транспортных происшествий (см рис. 2).



Рисунок 2 – Пример беспроводной сети на автотранспортных средствах

«На самом деле, управление автомобилем – довольно сложная задача, требующая высокого уровня внимания и концентрации. Чтобы всегда контролировать свой собственный автомобиль, необходимо знать, где находится автомобили других участников дорожного движения рядом с вами и куда они направляется. Технология V2V – это помощник для водителя. Система поможет водителю лучше понять, что происходит вокруг него, тем самым повышая безопасность движения, не отвлекая водителя» - из текста Ханс-Георга Фришкорна, исполнительного директора Отдела электрооборудования, систем управления и программного обеспечения [4].

К основным аппаратным элементам системы V2V относятся:

- 1) микропроцессор;
- 2) приемник сигналов GPS (спутниковой системы навигации);
- 3) беспроводной модуль передачи данных по высокоскоростной сети

LAN (см. рис. 3).

Если на автомобилях установлена система V2V, то транспортные средства могут связываться друг с другом на расстоянии до нескольких метров.

Антенны подключаются к бортовому оборудованию, к которому также могут быть подключены датчики автомобиля через стандартную шину (CAN и т.п.) (см. рис. 4).

Автотранспортные средства с помощью данной технологии определяют собственное местонахождение по сигналам спутников GPS, и обмениваются с другими автомобилями этими данными, а также прочей полезной информацией: например, о скорости движения, ускорении или дорожных условиях [5] (см. рис. 5).



Рисунок 3 – Антенны для наружной установки, для установки на лобовом стекле и для скрытой установки в автомобиле



Рисунок 4 – Бортовое и придорожное оборудование DSRC

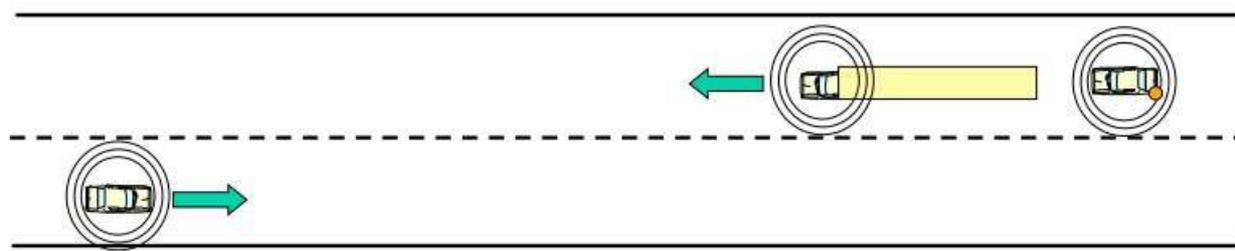


Рисунок 5 – Грузовик предупреждает собирающуюся идти на обгон легковушку об опасности подобного маневра

На рисунке 6 представлена схема с дорожными ситуациями, где уведомления системы V2V будет актуальными.

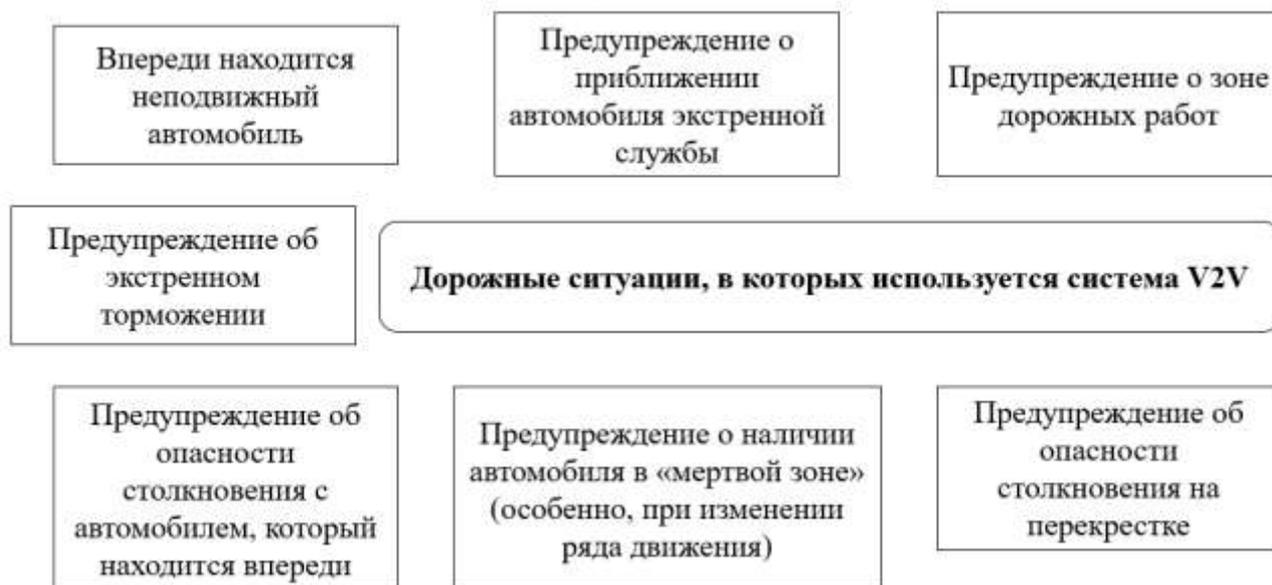


Рисунок 6 – Дорожные ситуации, в которых используется система V2V

Говоря о данной системе, необходимо указать, что работа по внедрению V2V в России только начинается. В дополнение к системе V2V разрабатывается ряд сервисов V2I (автомобиль – дорожная инфраструктура) в части управления движением, предупреждая о сложных погодных условиях, дорожных работах, движении поездов на пересечениях различных уровней и так далее [6].

Услуга беспроводной связи V2V, технология, позволяющая автомобилям обмениваться информацией друг с другом на дороге без вмешательства человека. Таким образом, в режиме онлайн можно получать информацию о скорости движения, маневрировании, телефоне, местоположении, техническом состоянии и т.д. от других транспортных средств [7]. В настоящее время инженерное и экспертное сообщество накапливает экспериментальную базу и разрабатывает сложные сценарии внедрения технологий V2V, которые позволят извлечь хотя бы некоторые реальные выгоды из разработанного технологического контекста.

### ***Библиографический список***

1. IEA (2020), Global EV Outlook 2020, IEA, Paris. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2020>.
2. Официальный сайт правительства Российской Федерации. Документы. Концепция по развитию производства электрического автотранспорта. 23.08.2021. – Режим доступа: <http://government.ru/docs/43060/>.
3. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. - Рязань, 2020. - С. 5-8.
4. Драйв – онлайн журнал. Блог о системе V2V. – Режим доступа:

<https://www.drive.ru/blogs/cadillac/4efb332000f11713001e3b44.html>.

5. Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения/ Е.С. Карпов, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2021. - С. 213-217.

6. Терентьев, В.В. Применение компьютерного моделирования при оценке безопасности транспортных узлов/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, А.В. Шемякин // Сб.: Тенденции инженерно-технологического развития агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - 2019. - С. 306-311.

7. Применение искусственного интеллекта при управлении дорожным движением/ Тишкин К.А., Рябчиков Д.С. // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – Издательство : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань. – 2021.

8. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/ Е. П. Булатов [и др.] // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : Материалы VI международной науч.-техн. конф., Пенза, 18–20 мая 2010 года. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2010. – С. 22-27. – EDN TAZHKD.

9. Бабков, А. П. Производительность транспортных средств на перевозке соломы/ А. П. Бабков // Аграрная наука – сельскому хозяйству : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Курск, 27–28 января 2009 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – Курск : Курская ГСХА им. И.И. Иванова, 2009. – С. 109-111.

10. Оценка эффективности функционирования системы подготовки кадров, связанных с обеспечением безопасности дорожного движения/ А.Н. Новиков, А.П. Трясцин, Ю.Н. Баранов и др. // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 4 (44). – С. 188-195.

11. Мартынушкин, А.Б. Предпосылки внедрения интеллектуальных систем на транспорте/ А.Б. Мартынушкин, В.В.Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. – С. 195-200.

12. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, А.Г. Красников, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань: Издательство РГАТУ, 2022. – 166 с.

13. Ваулина, О.А. Повышение эффективности использования автотранспорта на основе средств автоматизации/ О.А. Ваулина // Сб.: Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд : Материалы Межвузовской науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский институт развития образования, 2013. – С. 43-45.

14. К вопросу использования нейронных сетей для прогнозирования параметров качества электрической энергии/ Н. Б. Нагаев [и др.] // Сб.: Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007 – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 119-124.

15. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики/ А. В. Шемякин, С. Н. Бoryчев, И. Г. Шашкова [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – 162 с.

16. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

**УДК 656.13**

*Мертвищев Г.А., студент,  
Латышенко Н.М., к.т.н., доцент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Тяжесть дорожно-транспортных происшествий с точки зрения травматизма, гибели людей и материального ущерба признана Всемирной организацией здравоохранения социальной проблемой и проблемой общественного здравоохранения [1]. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС), основанные на передовых телекоммуникационных и информационных технологиях, предлагают большой потенциал для улучшения ситуации с безопасностью дорожного движения для всех категорий участников дорожного движения (рисунок) [2-4].



Рисунок 1 – Информационное табло на Северной окружной дороге Рязани (скриншот информационного сообщения с сайта ИТС Рязанская область)

Понятие ИТС включает различные по функциональному назначению приложения, которые, не воплощая интеллект как таковой, нацелены на предоставление инновационных услуг, связанных с различными видами транспорта и управлением дорожным движением [5-8], и позволяют различным пользователям быть лучше информированными и более безопасно, более скоординировано и «разумнее» использовать транспортные сети.

ИТС презентуются как системы, в которых информационные и коммуникационные технологии применяются в области автомобильного транспорта, включая инфраструктуру, транспортные средства и пользователей, управление дорожным движением и мобильностью, а также как способ взаимодействия с другими видами транспорта. ИТС — это собирательное название ряда технологических подходов, предназначенных для повышения качества, безопасности и эффективности транспортных сетей [9, 10].

Благодаря использованию информационных технологий ИТС предлагает преимущества, которых нет в существующих транспортных системах [11-13]. По сути, ИТС обеспечивает два вида преимуществ. Одним из видов является решение проблем с дорожным движением, включая заторы на дорогах, загрязнение воздуха и дорожно-транспортные происшествия. Другой вид — это улучшение обслуживания пользователей и повышение эффективности транспортной системы и ее операторов. В данной статье рассмотрим несколько примеров применения интеллектуальных систем в области обеспечения безопасности движения на автомобильном транспорте.

Одной из основных концепций внедрения ИТС является интеллектуальная адаптация скоростного режима транспортных средств. Выбор скорости водителями в различных дорожных ситуациях оказывает огромное влияние на безопасность дорожного движения как за счет влияния на вероятность предотвращения аварии в критической дорожной ситуации, так и за счет воздействия на последствия столкновения и исход аварии. Промежуточными факторами, определяющими влияние на безопасность, в этом случае может быть предоставление большего количества времени для оценки ситуации. Система адаптации скоростного режима не предполагает изменений в задаче вождения, но может снизить рабочую нагрузку водителей, взяв на себя часть задачи контроля скорости. Важно прояснить, что фокус ответственности за адаптацию скорости остается за водителем, даже если система не позволяет превышать скоростной режим. Возможное влияние на безопасность, которое необходимо изучить, заключается в том, что системы контроля скорости контролируют поведенческие эффекты адаптации, т.е. какую скорость водители выбирают на необорудованных участках и в ситуациях, когда требуется более низкая скорость, чем фактическое ограничение скорости (поворот, выезд со второстепенной дороги и т.д.). Также может возникнуть ситуация, когда водители прибегают к негативным формам адаптации, например, к близкому следованию или более агрессивному взаимодействию с другими транспортными средствами.

Второй областью, в которой ожидается прямое влияние интеллектуальных транспортных систем на безопасность, является область

мониторинга поведения водителей за рулем. Идея этих систем заключается в том, что опасное вождение является причиной большинства дорожно-транспортных происшествий, и поэтому контроль за соблюдением водителями правил дорожного движения окажет огромное положительное влияние на безопасность. Эти системы явно не стимулируют водителей к их покупке, но они могут стать обязательными для некоторых групп пользователей (тахография для водителей автобусов и грузовиков и т.д.), или страховые компании могут разработать систему поощрений для тех, кто ими пользуется [14]. Эти системы не вмешиваются в процесс вождения каким-либо иным образом, кроме как отслеживая, не нарушает ли водитель правила дорожного движения. Это функция, которая в настоящее время возложена на полицию и выполняется путем эпизодического наблюдения с использованием большого количества человеческих ресурсов. Информационные технологии позволяют автоматизировать эту функцию и выполнять ее более регулярно [15]. Еще одним преимуществом интеллектуальной системы мониторинга водителей является то, что она может немедленно дать обратную связь водителю-нарушителю. Основное ожидаемое воздействие такого постоянного мониторинга заключается в снижении количества ошибок и нарушений при вождении и за счет этого повышении безопасности дорожного движения.

Повышению безопасности и эффективности дорожного движения может способствовать улучшение взаимодействия между дорожно-эксплуатационными организациями и аварийно-спасательными службами, а также внедрение решений, направленных на сокращение времени спасательных операций с целью снижения тяжести аварии, минимизации периода подверженности риску вторичных событий и минимизации потерь времени пассажиров [16]. Согласно принципу "Золотого часа", жизнь 20-40% тяжелораненых пострадавших в результате дорожно-транспортных происшествий может быть спасена, если они получают стационарную помощь в течение 60 минут после события, а вероятность выживания выше, когда первая помощь оказывается быстро на месте происшествия до транспортировки в больницу (в течение "Золотых десяти минут"). Основываясь на результатах исследований, подсчитано, что транспортная телематика может сократить время реагирования и вмешательства спасательных служб до 30%, а использование экстренных вызовов, автоматически генерируемых бортовыми системами, увеличивает вероятность выживания пострадавших в аварии на 15% [17]. Увязка управления дорожным движением со спасательной операцией представляется очень эффективным решением в области снижения тяжести дорожно-транспортного травматизма. Системы управления дорожными событиями (включая автоматическое обнаружение, верификацию событий, руководство аварийными службами и восстановление нормальных условий дорожного движения) способствуют сокращению времени обнаружения аварийных ситуаций до 65%, сокращению времени, необходимого для прибытия аварийных служб, примерно на 45%, а также уменьшению числа вторичных аварий на 7-50%.

Рассмотренные в статье примеры внедрения интеллектуальных систем

позволяют обеспечить снижение количества аварийных ситуаций на автомобильном транспорте без внесения дорогостоящих изменений в инфраструктурное оснащение транспортного процесса и в среднесрочной перспективе добиться положительной динамики в снижении дорожно-транспортного травматизма.

### ***Библиографический список***

1. Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения/ Е.С. Карпов, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 213-217.

2. Интеллектуальные системы на автомобильном транспорте/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 149-152

3. Приоритетные направления внедрения интеллектуальных систем на транспорте/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 77-81.

4. Стратегия развития интеллектуальных транспортных систем/ Г.К. Рембалович, К.П. Андреев, Н.В. Аникин и др. // Сб.: Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 147-152.

5. Аширова, С.Р. Применение на автомобильном транспорте интеллектуальных систем/ С.Р. Аширова, В.В. Терентьев // Сб.: Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев. – 2018. – С. 26-29.

6. Терентьев, В.В. Внедрение интеллектуальных систем на автомобильном транспорте/ В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем. – 2018. – № 1. – С. 117-122.

7. Обзор автомобильных интеллектуальных систем/ В.В.Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев и др. // Сб.: Совершенствование конструкции и эксплуатации техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 148-153.

8. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса/ А.С. Колотов, В.В. Терентьев, И.А. Успенский, , А.В. Шемякин, И.А. Юхин // Сб.: Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021 – С. 268-271.

9. Мертвищев, Г.А. Применение интеллектуальных систем в

транспортной логистике/ Г.А. Мертвищев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 233-238.

10. Терентьев, В.В. Применение интеллектуальных систем для снижения расхода топлива на автомобильном транспорте/ В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – 2021. – С. 460-465.

11. Шемякин, А.В. Навигационные системы мониторинга/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й международной молодежной научной конференции. – Курск, 2017. – С. 197-199.

12. The use of intelligent systems when regulating road traffic/ I. Agureev, K. Andreev, E. Ionov, A. Svistunova, V. Terentyev // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, v. 832, 012090 doi:10.1088/1757-899X/832/1/012090

13. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

14. Социально-экономическая эффективность ИТС: анализ и оценка потенциала/ С.И. Королев, М.В. Стоян, В.В. Терентьев и др. // Транспортное дело России – 2020 – № 4 – С. 57-59.

15. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. – 2017. – С. 98-101.

16. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.

17. Терентьев, В.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5 (13). – С. 86-91.

18. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Бoryчев, И.Г. Шашкова, Г.К. Рембалович, Л.В. Романова, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 162 с.

19. Мартынушкин, П. В. Потенциал автотранспортного предприятия: оценка научно-технической сферы/ П. В. Мартынушкин, А. В. Кривова, М. Ю. Пикушина// Сб.: Инновационные решения в области транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань : РГАТУ, 2021. - С 89-95.

20. Использование нейронных сетей для прогнозирования параметров качества электрической энергии/ Н. Б. Нагаев, А. Н. Алексеев, Д. В. Тишкин [и др.] // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 193-197.

21. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

**УДК 656.13**

*Мертвищев Г.А., студент,  
Горячкина И.Н., к.т.н., доцент,  
Тетерина О.А., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ВЛИЯНИЕ УРБАНИЗАЦИИ НА ТРАНСПОРТНУЮ ИНФРАСТРУКТУРУ ГОРОДОВ**

В настоящее время мы наблюдаем крупнейший в истории процесс урбанизации [1], влекущий за собой как положительные, так и отрицательные экологические, социальные и экономические последствия. Стремительное развитие городов, с одной стороны, является символом эволюции общества, но с другой стороны приводит к следующим отрицательным аспектам:

- увеличение потребления энергетических ресурсов, что приводит к выбросам парниковых газов;
- повышение уровня загрязнения воздуха и воды;
- деградация окружающей среды;
- ненадлежащее управление городским пространством;
- неэффективная мобильность и доступность городской территории;
- увеличение транспортных потребностей и заторов на дорогах;
- снижение общественной безопасности и здоровья.

Чтобы предупредить негативные последствия вышеуказанных проблем, администрация города должна принять долгосрочный (стратегический) подход, ориентированный на устойчивое развитие. Успешное создание и функционирование проектов устойчивого развития транспортной системы может быть достигнуто только путем последовательной реализации принципов построения программно-целевого механизма управления, что позволяет по-новому усовершенствовать методы управления в системе развития транспорта. Повышение качества транспортных услуг для городских жителей невозможно без создания системы управления с адаптивными свойствами. Она

подразумевает реализацию принципа соответствия поставок потребностям транспортных услуг с учетом внешних и внутренних условий функционирования городской транспортной системы.

Транспортная инфраструктура является неотъемлемой частью транспортной системы любого города или государства. В связи с развитием общества и интенсификацией международных отношений возросло значение транспорта как фактора экономического и социального развития. Различные аспекты деятельности, связанные с развитием транспортной инфраструктуры, все чаще становятся объектами научных исследований [2-4].

В настоящее время существующая транспортная инфраструктура перегружена и испытывает трудности из-за недостатка места и ресурсов для расширения, имеет высокие затраты на техническое обслуживание. Дорожная инфраструктура страдает от возникновения продолжительных заторов [5], что, в свою очередь, приводит к значительным экологическим проблемам (рис.1).

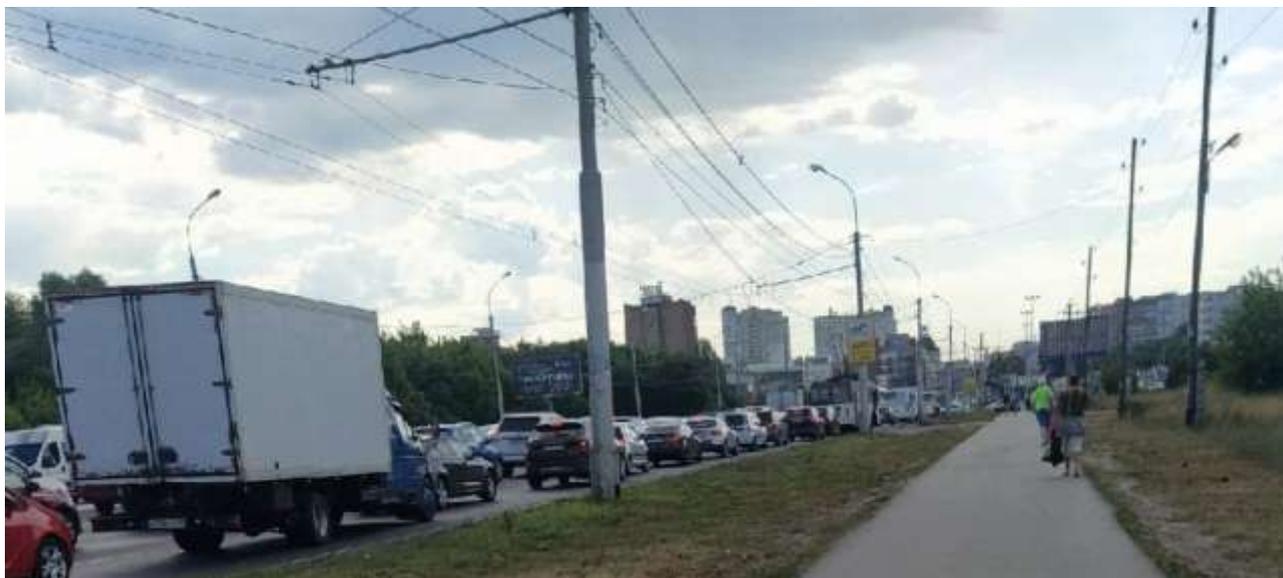


Рисунок 1 – Транспортная ситуация на Московском шоссе г. Рязани

Также существует ряд социальных последствий транспортных проблем, а именно потеря времени в пробках, финансовые затраты, дорожно-транспортные происшествия. Современная городская мобильность нуждается в новых решениях для удовлетворения высокосложных требований к управлению системой городского движения, включая сокращение заторов, потребления топлива и энергии, а также выбросов выхлопных газов [6, 7]. Высокая загруженность городской транспортной инфраструктуры делает выбор мобильности сложной задачей, пытаясь сбалансировать несколько противоречивых социальных потребностей и экономических ограничений.

Зависимость от автомобильного транспорта значительно возрастает из-за его способности быстро и эффективно осуществлять перевозки пассажиров и грузов с минимальными физическими усилиями и значительным экономическим эффектом. В результате растет спрос на улучшение функциональных показателей транспорта и получение максимальной

производительности в соответствии с текущей перспективой.

За исключением метро, системы общественного транспорта занимают дорожное пространство, что усложняет проблему его распределения в городских условиях. Общественный транспорт должен не только делить ограниченное дорожное пространство с автомобилями, велосипедами и пешеходами, но и во многих случаях должен иметь приоритет (например, движение по выделенным полосам для автобусов или приоритет на светофорах), что еще больше будет способствовать увеличению конкуренции между видами транспорта. Оптимальные решения для размещения автобусных линий или скоростного трамвая должны быть определены в каждом конкретном случае, работая как на уровне сети (например, выбор коридоров), так и на местном уровне (например, внедрение полос движения только для автобусов и приоритета транзитного сигнала).

В попытке увеличить долю общественного транспорта и уменьшить заторы на дорогах в последние годы в ряде городов предприняли шаги по созданию бесплатных систем общественного транспорта [8-10]. Эти системы относятся к общественному транспорту, который финансируется не за счет пассажирских тарифов, а за счет налогов (местных, региональных или национальных) или коммерческих источников. В любом случае, большинство систем общественного транспорта уже в значительной степени зависят от различных форм субсидий. Считается, что системы бесплатного общественного транспорта имеют определенные преимущества по сравнению с традиционными системами, основанными на оплате проезда. Во-первых, такие системы повышают справедливость и равноправие, поскольку нет никаких реальных причин рассматривать общественный транспорт как нечто отличное от дорожной инфраструктуры, которая, как правило, бесплатна для пользователей легковых автомобилей. Бесплатный проезд в общественном транспорте создает стимулы для людей им пользоваться, и в тех городах, которые внедрились данную систему наблюдается значительный рост пассажиропотока общественного транспорта. Одной из главных целей бесплатного общественного транспорта является снижение экологической нагрузки на окружающую среду [11-14]. При тщательном планировании, постановке целей и эффективном мониторинге преимущества бесплатного общественного транспорта в плане безопасности, охраны окружающей среды и эффективности дорожного движения потенциально могут перевесить дополнительные субсидии, необходимые для его внедрения.

Создание приоритетных условий для пользования общественным транспортом позволит решить ряд важных вопросов [15, 16]:

- 1) снизить загруженность основных транспортных магистралей (особенно в центральной части городов);
- 2) уменьшить выбросы вредных веществ в воздушный бассейн городских улиц;
- 3) снизить временные издержки на передвижение в пределах городской агломерации, в т.ч. в час-пик;
- 4) повышение мобильности городского населения.

В заключении следует отметить, что дальнейшее развитие транспортной инфраструктуры в условиях сложившейся городской застройки практически исключено и в среднесрочной перспективе следует ожидать только ухудшения транспортной ситуации. Единственным способом избежать этого является разработка и внедрение эффективной системы городского общественного транспорта.

### *Библиографический список*

1. Терентьев, О.В. Влияние урбанизации на дорожное движение/ О.В. Терентьев, Г.К. Рембалович // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 283-287.

2. Повышение эффективности использования транспортной инфраструктуры городов/ Г.А.Мертвищев, К.П. Андреев, В.В.Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационные решения в области развития транспортных систем и дорожной инфраструктуры. – Рязань, 2021. – С. 121-125.

3. Андреев, К.П. Разработка мероприятий по оптимизации городской маршрутной сети/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Научное обозрение. – 2017. – № 17. – С. 21 – 25.

4. Аникин, Н.В. Пути решения проблем в организации городского движения/ Н.В. Аникин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2020. – Т. 2. – № 2 (32). – С. 109-119.

5. Горячкина, И.Н. Прогнозирование возникновения заторов в городских условиях/ И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – 2021. – С. 408-413.

6. Терентьев, О.В. Оценка уровня экологических выбросов в регионе/ О.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, О.А. Тетерина // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 288-293.

7. Анализ выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в заторовых ситуациях/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы XIII Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – Тюмень, 2020. – С. 234-238.

8. Оценка качества обслуживания пассажиров городским транспортом/ А.В. Шемякин, М.В. Стоян, А.С. Терентьев, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин // Грузовик. - 2021. - №9. - С. 33-38.

9. Андреев, К.П. Повышение качества обслуживания населения/ К.П.Андреев, В.В.Терентьев, А.В.Шемякин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых - 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной

молодежной научной конференции. – 2017. – С. 31-33.

10. Терентьев, В.В. Улучшение транспортного обслуживания населения города/ В.В. Терентьев // Транспортное дело России. – 2017. – № 4. – С. 91-92.

11. Андреев, К.П. Городская логистика – современный подход к решению транспортных проблем городов/ К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – Часть II. – С. 308-311.

12. Некоторые вопросы оценки качества работы общественного пассажирского транспорта в г. Рязани/ Терентьев А.С., Кирюшин И.Н., Аникин Н.В., Андреев К.П., Терентьев В.В. // Бюллетень транспортной информации. – 2020. – № 4(298). – С.3-7.

13. Повышение транспортной доступности городов/ О.А. Тетерина, И.Н. Горячкина, В.В. Терентьев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 518-522.

14. Рембалович, Г.К. Реформирование городского общественного пассажирского транспорта / Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник V Всероссийской (национальной) научной конференции. – 2020. – С. 418-421.

15. Обследование пассажиропотоков в городах/ В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев, Г.К. Рембалович, А.В. Шемякин // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 514-518.

16. Терентьев, О.В. Развитие пассажирского транспорта в городах/ О.В. Терентьев, Н.В. Аникин, Г.К. Рембалович // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы студенческой науч.-практ. конф. – Рязань, 2022 – С. 279-283.

17. Жилияков, Д.И. Оценка и направления совершенствования планирования доходов местных бюджетов/ Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 1. - С. 113-118.

18. Вагнер, Д.С. Анализ физико-химического состояния почвенного покрова города Рязани/ Д. С. Вагнер, Г.В. Уливанова // Сб.: Актуальные проблемы и приоритетные направления современной ветеринарной медицины, животноводства и экологии в исследованиях молодых ученых : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Рязань, 21 ноября 2021 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Факультет ветеринарной медицины и биотехнологии. – Рязань : РГАТУ, 2021. – С. 33-43.

## К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблемы, связанные с безопасностью дорожного движения в России, имеют довольно долгую историю. С момента возникновения автомобилизации в стране и по мере ее развития дорожно-транспортные происшествия (далее - ДТП) сопровождали ее на всех этапах. Аварии продолжают оставаться одной из самых актуальных угроз человеческой жизни. По официальным данным в России за последнее десятилетие в авариях на дорогах погибли более 220 тысяч человек, а свыше двух миллионов получили травмы. Ежедневно в ДТП погибают примерно 44 человека, и таких ДТП по стране происходит порядка 400 случаев [3].

Следует отметить, что такие тревожные данные по смертности и количеству аварий на дорогах со временем только увеличиваются. Такой рост зафиксирован в последние десять лет. Однако в некоторых странах Европы наблюдается снижение количества ДТП и смертности на дорогах, в результате целого ряда мероприятий по организации и оптимизации дорожного движения и улучшению качества дорожной сети и ее модернизации.

В Смоленской области, как и во многих других регионах страны, наблюдается постепенный рост числа ДТП. Данная проблема носит национальный масштаб и требует анализа и путей решения.



Рисунок 1 – Статистика ДТП по Смоленской области за 2021г.

Для примера приведем график количества аварий, а также статистику по погибшим и раненым в результате ДТП на территории Смоленской области за 2021г и январь-сентябрь 2022г.

Как мы видим из представленного графика количество ДТП в 2021 году на территории Смоленской области составило 842 случая. Если разделить это

число на количество дней в году, то каждый день, в Смоленской области регистрируется 2 ДТП и в каждом девятом случае гибнет человек. Этот показатель довольно высок. Количество погибших за год составило 93 человека.

Теперь обратимся к данным за январь-сентябрь 2022 года, посмотрим за динамикой. Для сравнения возьмем аналогичный период – январь-сентябрь 2021 года.



Рисунок 2 – Статистика ДТП по Смоленской области за январь-сентябрь 2022г.

Как показывают данные графиков, количество ДТП в области немного возросло, с 606 случаев, зарегистрированных за январь-сентябрь 2021 года, до 619 случаев за аналогичный период 2022 года.

Однако количество погибших в ДТП за этот период сократилось с 62 до 59 человек. Следовательно, в каждом десятом ДТП (в 2021 году в каждом девятом) гибнет человек, что соответствует общей статистике по стране.

Приведенные данные в целом свидетельствуют о высоком уровне опасности на автомобильных дорогах.

Исследователи выделяют несколько причин возникновения высокой аварийности на дорогах. Среди самых распространенных называют:

- нарушение водителями правил дорожного движения (далее - ПДД),
- плохие дорожные условия,
- безответственность водителей,
- перегрузка дорожной сети транспортом.

Одной из основных причин высокой аварийности на дорогах является несоблюдение водителями правил дорожного движения. Как показывают статистические данные некоторых исследований, причиной большого количества аварий является не соблюдение знаков приоритета на перекрестках. Однако не только водители могут быть причиной ДТП.

Пешеходы, как участники движения, составляют по-прежнему высокий процент смертности. Около 35% ДТП приходится на долю пешеходов. Чаще всего аварии с пешеходами связаны с низким уровнем ответственности последних. Они часто пересекают проезжую часть в неположенном месте, в темное время суток пешеходы в темной одежде малозаметны в неосвещаемых

местах. В связи с этим 1 июля 2015 года установлены нормы ношения пешеходами одежды с элементами светоотражения [2]. Такие нашивками есть не только на одежде, но и на рюкзаках, сумках, головных уборах. Особенно важно, чтобы светоотражающие элементы были у школьников. Они повышают видимость пешеходов на дороге в 3 раза.

Безусловно, что переходить дорогу необходимо по зебре, но если таковой нет, то на зеленый сигнал светофора и с особой осторожностью, убедившись, что водители снизили скорость движения.

Еще одним немаловажным фактором являются неблагоприятные дорожные условия. Сюда можно отнести различные факторы, как погодные, так и особенности конструкции дорог, и их качество. Например, плохая видимость на дороге, или отсутствие разметки может стать причиной ДТП и особенно в темное время суток.

В условиях плохой видимости и дождя водитель может не справиться с управлением, что станет причиной вылета с трассы. Такие случаи не редки.

Самый частый вид аварий – столкновение двух автомобилей по причине плохой видимости или отсутствия разметки на дороге.

Бывают и случаи наезда на животных, которые в темное время суток выходят на дорогу. Такие ДТП весьма характерны для Смоленской области, поскольку в регионе очень много лесов, особенно на загородных трассах.

Как одна из причин высокой аварийности можно выделить состояние самих дорог региона. Однако в этом направлении в последние годы ведется весьма интенсивная работа. Большая часть дорог отремонтирована, построено много новых дорог и транспортных развязок, в области осуществляются ремонты мостов. Если такие работы не прекратятся, то качество дорожной инфраструктуры области значительно улучшится, что не может не повлиять на снижение аварийности.

Многие исследователи отмечают, что роль качества дорог в статистике происшествий зачастую не отмечается, поэтому отследить факторы, способствующие возникновению ДТП по причине качества дорог невозможно.

Такие факторы, на наш взгляд, можно разделить на явные и скрытые. Скрытые факторы, провоцируют ДТП в определенных условиях и не связаны напрямую ни с дорожными условиями, ни с качеством дорог.

О безответственности водителей наслышаны все. Некоторые водители позволяют управлять автомобилем в нетрезвом виде, что часто провоцирует аварии. Некоторых даже не пугает ответственность за такой поступок. Ежегодно, не смотря на принятые законодательные меры, регистрируется большое количество случаев вождения в нетрезвом виде.

Водитель также не должен управлять автомобилем, если чувствует усталость, сильно раздражен или болен. Отсутствие осторожности, внимания и терпения, в результате названных причин, может стать причиной аварии.

В последние годы наша жизнь немыслима без средств сотовой связи. Телефон способен отвлечь внимание водителя, в результате потери концентрации внимания может возникнуть аварийная ситуация [5].

Соблюдение водителями скоростного режима движения обязательно и

также является зоной их ответственного отношения к другим участникам дорожного движения.

Одной из названных нами причин высокой аварийности является перегруженность дорожной сети. Такое явление наблюдается в крупных городах и, особенно, в часы пик. Количество машин на дорогах ежегодно увеличивается. Инфраструктура дорог не везде развита достаточно для высокой пропускной способности транспорта. Количество большегрузных автомобилей за последние десять лет увеличилось в разы. В часы пик движение перегружено, стеснено, формируется колонное движение автомобилей, возникают пробки. Многие дороги подвергаются воздействию, выходящему далеко за рамки установленной интенсивности.

Все это приводит к быстрому износу конструкций дорог и более частому их ремонту, что требует повышенных финансовых вложений.

О роли дорог как первопричины ДТП, относимых статистикой к другим факторам, все чаще заявляют в последних исследованиях. Некоторые исследователи даже приводят цифру в 85% от всех случаев.

Для снижения количества ДТП на дорогах региона, а также снижения смертности в результате аварий, необходимо выработать ряд мер и тактик. В стране в целом уже проводится работа по обеспечению безопасности на дорогах. Президент В.В. Путин ранее уже ставил задачу о снижении смертности на дорогах к 2030 году в 3,5 раза. Также было принято распоряжение Правительства РФ от 08.01.2018 №1-р «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 гг.» в которой обеспечивается целостный подход к решению проблем дорожно-транспортного травматизма [1].

Такие ДТП относятся, в силу их социального характера и вероятности появления, к угрозам внутренней безопасности, которая является одним из компонентов национальной безопасности.

Чтобы обеспечить национальную безопасность государства в целом и безопасность дорожного движения в частности, реализуется целая совокупность мероприятий [4]. Они направлены на минимизацию рисков для участников дорожного движения.

### ***Библиографический список***

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 января 2018 г. №1-р «Об утверждении Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы»

2. Ваньков, А.В. Актуальные вопросы обеспечения безопасности дорожного движения/ А.В. Ваньков // Право и государство: теория и практика. – 2020. – №9 (189). – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-obespecheniya-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya> (дата обращения: 21.10.2022).

3. Рубцова, М.В. Безопасность дорожного движения в России: проблемы и пути их решения/ М.В. Рубцова // Журнал «Безопасность

дорожного движения». – 2021. – №3. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/bezopasnost-dorozhnogo-dvizheniya-v-rossii-problemy-i-puti-ih-resheniya> (дата обращения: 21.10.2022).

4. Сазонова, Е.А. Инновационные развития в мире сельскохозяйственного транспорта/ Е.А. Сазонова, В.Л. Борисова // Тенденции повышения конкурентно способности и экспортного потенциала продукции агропромышленного комплекса. – Издательство : ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА. – Том 1. – 2021. – С. 327-333

5. Borisova, V.L. Analysis of the critical limits of technogenic territorial resources in the conditions of a modern technopolis/ V.L. Borisova, E.A. Sazonova, S.E. Terentyev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – С. 042033.

6. Андреев, К.П. Повышение безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, С.С. Молотов, В.В. Терентьев // Сб.: Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев. – 2018. – С. 12-18.

7. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем – 2017. – № 2 (18) – С. 90-94.

8. Изменение размеров прямой государственной поддержки производства как маркер диспропорций в политике развития регионов/ Н. М. Сергеева, Д. А. Зюкин, А. А. Головин [и др.] // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 3(387). – С. 236-239.

9. Шкрабак, В.С. Теория и практика обеспечения безопасности дорожного движения в агропромышленном комплексе/ В.С. Шкрабак, Е.Н. Христофоров, Н.Е. Сакович. – Брянск, 2008.

10. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.

11. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина, Г.К. Рембалович, А.Г. Красников, А.Б. Мартынушкин, Е.А. Строкова, В.В. Терентьев. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 328 с.

12. Анализ применения аппаратов для защиты от аварийных режимов/ С. О. Фатьянов, А. С. Морозов, А. П. Пустовалов, Р.А. Абиров, И. И. Садовая // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2020. – С. 279-284.

*Терентьев О.В., студент,  
Латышенко Н.М., к.т.н., доцент,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРЕДПОСЫЛКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА СЕЛЬСКИХ ДОРОГАХ**

Травмы в дорожно-транспортных происшествиях представляют собой серьезную глобальную общественную проблему. Дорожное движение – самая сложная и опасная система. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях во всем мире погибает 1,24 миллиона человек, в то время как число раненых колеблется от 20 до 50 миллионов. Анализ безопасности дорожного движения по типам дорог показывает, что порядка 50-60 % аварий происходит на сельских дорогах. Безопасность дорожного движения в сельских районах нашей страны в настоящее время является важной проблемой, влияющей на социально-экономическое развитие сельских территорий [1, 2]. Безопасность дорожного движения в сельской местности составляет значительную долю общей проблемы безопасности дорожного движения, причем до двух третей всех дорожно-транспортных происшествий со смертельным исходом происходят на сельских дорогах (рис. 1). В основном это связано с более высокими эксплуатационными скоростями, опасными обочинами и, как правило, более плохой геометрией дорог по сравнению с городскими дорогами, многофункциональностью и более низким уровнем контроля. Эти обстоятельства указывают на то, что ситуация с безопасностью на сельских дорогах оставляет желать лучшего и необходимо всестороннее изучение путей повышения безопасности дорожного движения на таких дорогах.



Рисунок 1 – Аварийная ситуация на сельской автомобильной дороге

Второстепенные дороги в сельских районах могут представлять опасность, о которой водители, привыкшие ездить по городским и пригородным дорогам, могут не знать. При движении по “проселочным дорогам” требуется особая осторожность, поскольку они часто не предназначены для эффективного высокоскоростного движения, как городские дороги. На сельских дорогах чаще встречаются следующие опасности для безопасности:

- отсутствие указателей или точных карт;
- слепые кривые;
- узкая ширина (недостаточная для безопасного проезда транспортных средств);
- отсутствие ограждающих конструкций;
- неровное или поврежденное дорожное покрытие;
- препятствия на дороге (медленно движущиеся транспортные средства, животные, мусор).

На показатели безопасности влияет ряд транспортных и геометрических факторов, таких как особенности и условия вождения (опыт, стресс, усталость водителя), характеристики дороги (тип дороги, дорожное покрытие, геометрические особенности и т.д.), условия дорожного движения (объем, скорость, плотность и т.д.), характеристики транспортного средства (маневренность, способность к торможению, устойчивость и т.д.) и окружающая среда (погодные условия, освещенность и т.д.).

Геометрические характеристики сельских двухполосных дорог создают особые проблемы с точки зрения безопасности и организации дорожного движения. Геометрия дороги влияет на скорости и ускорения, принимаемые водителями. Фактически, характеристики транспортного потока на двухполосных дорогах (например, скорость, интервал и ускорение) зависят от движения во встречном направлении, учитывая, что возможность обгона ограничена такими факторами, как имеющийся разрыв во встречном движении, ограничения по дальности видимости, уклоны и погодные условия.

В нашей статье рассмотрим ряд вопросов, которые могут значительно повысить безопасность дорожного движения в сельской местности. Около 30 процентов смертельных случаев на сельских дорогах приходится на единичные дорожно-транспортные происшествия [3]. Следовательно, дороги должны проектироваться и строиться таким образом, чтобы водитель, который по какой-либо причине теряет контроль над своим транспортным средством, мог пережить подобную ситуацию без серьезных травм. Обочины должны быть спроектированы с пологими склонами, с зонами восстановления, свободными от столкновений, а в тех случаях, когда это невозможно или неэкономично, должны быть предусмотрены высококачественные дорожные ограждения [4-6], которые могут перенаправить движение автомобиля в безопасном направлении. Установка звуковых боковых и осевых линий на дорогах существенно снижает уровень аварийности, возникающий в результате усталости водителя [7]. Внедрение в процесс управления дорожным движением на загородных дорогах информационных [8] и интеллектуальных систем [9-13] также будет

способствовать снижению аварийности транспортного процесса.

Основным фактором, влияющим как на частоту, так и на тяжесть аварий, является скорость автомобиля. Скорости на большинстве сельских дорог высоки, и во многих случаях скоростные ограничения превышаются в очень больших процентах. Нередки случаи, когда средняя скорость на 5-10 км/ч превышает предельную, что указывает на то, что большинство водителей превышают скорость. Необходимо найти правильный баланс между установленным ограничением скорости, которое соответствует конструктивным ограничениям и может обеспечить безопасные условия вождения. Это очень сложный вопрос и в настоящее время он решается путем установления предельно допустимых скоростных ограничений дорожными властями, с одной стороны, и полицейским обеспечением соблюдения этих ограничений, с другой. В настоящее время большинство регионов решают эту проблему, применяя различные устройства для фотовидеофиксации нарушений правил дорожного движения. Количество правонарушителей, задержанных таким образом, таково, что существенного снижения средних скоростей добиться невозможно. Другим видом серьезных аварий со смертельным исходом являются столкновения на перекрестках. Инциденты на перекрестках могут быть наиболее эффективно устранены путем преобразования перекрестков в кольцевые развязки [14], конечно, там, где существуют надлежащие условия для проведения реконструкции дорог.

Важным аспектом в решении проблемы снижения тяжести последствий от дорожно-транспортных происшествий является своевременность оказания помощи пострадавшим. Современный уровень развития телекоммуникационных сетей позволяет с достаточно высокой степенью покрытия осуществлять передачу информации об аварии в экстренные службы. В нашей стране создана и эффективно функционирует Государственная автоматизированная информационная система «ЭРА–ГЛОНАСС» (далее – ГАИС «ЭРА–ГЛОНАСС»). Основная цель создания ГАИС «ЭРА–ГЛОНАСС» – сокращение времени доставки информации об аварии до экстренных служб [15, 16]. В момент срабатывания данной системы сообщение по каналам беспроводной связи в режиме приоритизации вызова передается через сети мобильных операторов. Среднее время доставки информации составляет около 10 секунд. Если сигнал связи неустойчив, сформированный пакет данных будет доставлен по адресу СМС–сообщением. При подключении дополнительного модуля можно будет передавать сообщение и через спутниковую связь [17]. Сигнал поступает в систему «ЭРА–ГЛОНАСС», а после отправляется в диспетчерскую службу 112 или дежурную часть МВД – для организации реагирования экстренных оперативных служб.

Повышение безопасности дорожного движения является актуальной задачей, успешное решение которой обеспечит не только снижение тяжести дорожно-транспортного травматизма, но и создаст предпосылки для улучшения условий жизнедеятельности жителей сельских территорий.

### *Библиографический список*

1. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Надежность и качество сложных систем. – 2017. – № 2 (18) – С. 90-94.
2. Терентьев, В.В. Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения/ В.В. Терентьев // Труды международного симпозиума надежность и качество. – Пенза, 2017. – Т. 1 – С. 133-135.
3. Андреев, К.П. Повышение безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, С.С. Молотов, В.В. Терентьев // Сб.: Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых: в 2-х томах. Ответственный редактор А.В. Медведев. – 2018. – С. 12-18.
4. Терентьев, В.В. Разработка конструкции энергопоглощающего дорожного ограждения/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Сб.: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта : Материалы Международной науч.-техн. конф. – 2017. – С. 61-65.
5. Дорожные ограждения: современные решения для повышения безопасности движения/ К.П. Андреев, С.Н. Борычев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Грузовик. – 2021. – № 6. – С. 43-48.
6. Андреев, К.П. Применение дорожного энергопоглощающего ограждения для повышения безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2018. – № 1. – С. 5-12.
7. Андреев, К.П. Психологические аспекты подготовки водителей/ К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Поколение будущего: взгляд молодых ученых – Курск, 2017.– С. 15-18.
8. Молотов, С.С. Внедрение информационных технологий на автомобильном транспорте/ С.С. Молотов, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. В 4-х томах. – 2017. – С. 98-101.
9. Терентьев, В.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Современные материалы, техника и технологии. – 2017. – № 5 (13). – С. 86-91.
10. Интеллектуальные системы на автомобильном транспорте/ Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 149-152.
11. Карпов, Е.С. Влияние интеллектуальных систем на безопасность дорожного движения/ Е.С. Карпов, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – 2021. – С. 213-217.

12. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.
13. Обзор автомобильных интеллектуальных систем/ В.В.Терентьев, И.Н. Горячкина, К.П. Андреев и др. // Сб.: Совершенствование конструкции и эксплуатации техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2021. – С. 148-153.
14. Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, В.А. Киселев и др. // Грузовик. – 2020. – № 3. – С. 37-42.
15. Дорохин, С.В. Безопасность на дорогах: проблемы и решения/ С.В. Дорохин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Мир транспорта и технологических машин. – 2017. – № 2 (57). – С. 67-73.
16. Терентьев, В.В. Совершенствование системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.В. Шемякин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2017 : Сборник научных статей 6-й Международной молодежной научной конференции. – Курск, 2017. – С. 183-185.
17. Шемякин, А.В. Повышение эффективности системы "ЭРА-ГЛОНАСС"/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев // Перспективное развитие науки, техники и технологий : Сборник научных статей VII-ой Международной науч.-практ. конф. – 2017. – С. 212-214.
18. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Vyshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.
19. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных / Ахмедов Р.К. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 20.12.2016. – EDN ZVXXID.
20. Пат. РФ № 154410. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.08.2015. – EDN FBEIRC.

*Терентьев О.В., студент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент,  
Тетерина О.А., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ДОРОЖНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ**

В настоящее время эффективное функционирование экономики страны тесно связано с постоянно возрастающей ролью транспортной системы. Необходимость развития транспортной системы связано с увеличением производственных предприятий, увеличением объемов производства, а соответственно и увеличению объемов перевозок. Сегодняшние объемные и качественные характеристики транспорта, особенно его инфраструктуры, не позволяют в полной мере и эффективно решать задачи растущей экономики.

Дорожная инфраструктура является основой многих сельских и городских транспортных систем [1, 2]. Сельский транспорт обеспечивает гарантию поставок сельскохозяйственных ресурсов и облегчает доставку продукции фермерских хозяйств на рынки. Одной из стратегий стимулирования развития сельскохозяйственного сектора является улучшение доступности сельских районов за счет создания сельской дорожной инфраструктуры и улучшения транспортных услуг. Для развития сельскохозяйственного сектора улучшение инфраструктуры сельских дорог и транспортного обслуживания должно быть связано с дорогами, ведущими на более крупные рынки, в противном случае воздействие на сельскохозяйственный сектор будет незначительным.

Автомобильный транспорт играет важную роль в развитии сельского хозяйства. Это связано с тем, что это основное средство транспортировки сельскохозяйственной продукции с ферм на рынки, а также в городские районы. Развитие дорожной инфраструктуры крайне важно для сельского хозяйства и общего экономического роста, а также для улучшения качества жизни. Улучшенные дороги могут снизить операционные издержки, связанные с сельскохозяйственной деятельностью, и при этом потенциально могут снизить затраты на приобретение ресурсов, повысить цены на выпускаемую продукцию и разрешить доступ к новым и более прибыльным видам деятельности.

Сельские территории сталкиваются с многочисленными проблемами, связанными с развитием эффективного, конкурентоспособного сельского и лесного хозяйства, укреплением территориальных структур как независимого жизненного и экономического пространства, а также сохранением культурного ландшафта и природной среды. Их реализация зависит от наличия и качества местной транспортной инфраструктуры, включая сельские дороги. Сельские дороги – это инструмент социальной интеграции, экономического развития и экологической устойчивости. Сельские дороги связывают аграрные предприятия и их сельскохозяйственные угодья с основной транспортной

системой страны и рынками сбыта. Улучшение сельских дорог снижает транспортные расходы и стимулирует маркетинг продукции. Это приводит к увеличению продуктивности производства, диверсификации посевов и повышению прибыльности.

Основным препятствием для экономического развития сельских территорий часто является ограниченная и некачественная сеть сельских дорог. Более 50% протяженности дорог в сельской местности составляют грунтовые покрытия, не приспособленные для современных, используемых в настоящее время транспортных средств, сельскохозяйственных машин и приспособлений [3-5]. Нередко эти дороги находятся в плохом состоянии, что сказывается на качестве жизни сельского населения и способности сельскохозяйственных товаропроизводителей поставлять продукцию на рынок после сбора урожая. По оценкам специалистов [6-9] 20-30 процентов сельскохозяйственной, садоводческой и лесной продукции портится либо из-за отдаленности сети сельских дорог, либо из-за плохого состояния дорог, что создает трудности при транспортировке таких товаров [10, 11], а также отсутствия необходимых условий для хранения [12-14]. Многие сельские дороги низкого качества и неспособны выдержать нагрузку тяжелой сельскохозяйственной техники.

Среди всей сельскохозяйственной инфраструктуры дорожная инфраструктура играет очень важную роль в ускорении развития сельскохозяйственного производства. Связность сельских дорог является одним из ключевых компонентов развития сельских районов, поскольку она способствует доступу к экономическим и социальным услугам, обеспечивая увеличение доходов от сельского хозяйства и производственную занятость населения. Подъездные дороги обеспечивают средства для подключения сельского населения к основному транспортному потоку. Хорошая дорожная сеть снижает транспортные расходы, ускоряет эффективную доставку сельскохозяйственных ресурсов, повышает эффективность сельскохозяйственного производства и способствует своевременному сбыту произведенной продукции. Хорошая сеть дорог расширяет возможности распределения сельскохозяйственных товаров, а также открывает дополнительные возможности для торговли сельскохозяйственной продукцией. Сельские дороги не только обеспечивают связь с сельскими районами, но и влияют на изменение структуры посевов из-за доступа к рынкам, повышают производительность труда за счет облегчения доступа к таким ресурсам, как семена, удобрения и пестициды, стимулируют рост закупочных цен на сельскохозяйственную продукцию.

Развитая дорожная инфраструктура является одним из основных показателей устойчивого развития сельских территорий [15]. Доступность автомобильного сообщения с рынками сбыта определяет развитие аграрного производства в нашей стране и существенно влияет на качество жизни сельского населения, а также способствует привлечению молодежи на село. Хорошо спланированная дорожная сеть в сельской местности является одним из важнейших элементов инфраструктуры, который улучшает доступность сельских районов и способствует развитию сельских территорий в целом.

### *Библиографический список*

1. Автодорожная сеть в Российской Федерации и ее перспективы/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Е.Э. Ждарыкина, В.О. Попова // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы науч.-практ. конф. с международным участием. - Рязань, 2018. - С. 243-246.
2. Транспортная сеть Рязанской области/ А.А. Косырева, Е.Э. Ждарыкина, А.С. Потапова, С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. - Рязань, 2019. - С. 342-347.
3. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, С.Н. Кулик, Д.С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. - №7. – С. 6-8.
4. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Вестник МГАУ. – 2009. – № 2. – С. 38-40.
5. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н.В. Аникин, Г.Д. Кокорев, Г.К. Рембалович, И.А. Успенский, И.А. Юхин // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3 (26). – С. 3-6.
6. Снижение повреждаемости сельскохозяйственной продукции (на примере картофеля) при использовании пневмоконтейнера/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, А.В. Шемякин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, И.А. Пискачев // Вестник РГАТУ. – 2018. – № 1. – С. 104-108.
7. Пискачев, И.А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 175-178.
8. Терентьев, В.В. Анализ факторов, влияющих на повреждение сельскохозяйственной продукции при транспортировке/ В.В. Терентьев, И.А. Пискачев // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий : Сборник IV Всероссийской научной конференции – Новосибирск, 2019. – С. 180-183.
9. Пискачев, И.А. Проблемы оценки повреждаемости плодоовощной продукции при транспортировке/ И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых ученых : Материалы науч.-практ. конф.– Рязань, 2018. – С. 96-99.
10. Перевозка плодоовощной продукции с использованием контейнеров в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, О.А. Ваулина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : Сборник статей 69-й международной науч.-практ. конф. – Кострома, 2018. – С. 117-121.
11. Некоторые аспекты снижения повреждений плодов при уборочно-транспортных работах/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, И.А. Успенский и др. //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 121. – С. 592-608.

12. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и моркови)/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Проблемы и пути инновационного развития АПК : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Махачкала, 2014. – С. 101-105.

13. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.В. Колошеин и [др.] // Сельский механизатор. - 2016. - № 11. - С. 16-17.

14. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы VI международной науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – С. 171-174.

15. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин и др. // – Рязань, 2022. – 188 с.

16. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

**УДК 338.47**

*Приезжева И.А., студентка  
Терентьев В.В., к.т.н.,  
Мартынушкин А.Б., к.э.н.,  
Шемякин А.В., д.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ САНКЦИЙ**

В 2022 году экономика российских автотранспортных предприятий после падения рубля и введенных в отношении нашей страны определенных санкций интернациональными сообществами, начала понемногу стабилизироваться, но несмотря на это, конъюнктура рынка до сих пор напряженная. Значительное воздействие на экономику страны оказывают действия политического, финансового и цивилизованного характера. Иностранные инвестиции и экспорт ставят под угрозу престиж России, а также замедляют развитие и темпы роста страны, тем самым формируют новые сложно выполнимые задачи для экономической ситуации в России. [1]

Такое положение страны усложняется из-за невысокой привлекательности инвестиционных проектов в сфере автомобилестроения.

Данные проблемы являются актуальными в настоящее время и влекут за собой разные способы привлечения иностранного капитала в реальную экономику. Из-за нехватки финансирования повышается безработица, поскольку рабочих мест становится в разы меньше, зарплата остается прежней, несмотря на то, что цены в магазинах постоянно повышаются. Такая ситуация и приводит к сложному экономическому положению в стране. [2]

Что же касается санкций, которые в большом количестве были наложены на Россию, то скорее всего они будут еще ужесточаться, но уже по поводу и без повода в любой момент и это только из-за того, что Россия для Запада теперь является и воспринимается как угроза, а не как возможный партнер для политических и экономических взаимоотношений между странами.

Несмотря на всю ситуацию, экономика России до сих пор остается довольно открытой для других стран, поэтому если будет ухудшаться положение страны, то это будет влиять не только на государство и большие предприятия, но и на внутреннее положение в стране, а также на эффективность экономики. [3, 4]

Изучив статьи экспертов, можно выделить достаточно большое количество проблем в экономическом потенциале стороны, тормозящие ее рост и развитие.

Первая проблема это привлечение иностранных инвестиций. Поскольку государство участвует в деятельности крупных компаний и мелких АТП, что определенным образом портит авторитет среди инвесторов, которые и так сильно напуганы санкциями. Сейчас индекс производственной активности довольно низок, что указывает на депрессивный настрой и негативные ожидания. [5]

Вторая проблема заключается в снижении производительности труда. Чтобы достичь желаемого результата, необходимо увеличивать уровень автоматизации и повышать производительность труда. Однако такому процессу будет мешать геополитика сдерживания доходов населения, а также санкции, запрещающие передачу современных технологий.

Еще одной проблемой в экономике страны является развитие инфраструктуры. Развитие инфраструктуры является одним из основных этапов для экономического роста и требует внушительных инвестиций. Для привлечения финансирования из-за рубежа, на данный момент нужны новые подходы к строительству и эксплуатации инфраструктурных объектов. [6, 7]

Управление автотранспортной отраслью сочетает в себе современные технологии и передовые методы формирования, управления и развития предпринимательства для достижения и поддержания конкурентного преимущества. [8] Регулирование производственного капитала АТП в контексте цифровой трансформации направлено на наиболее эффективное использование человеческого потенциала. Будучи основным ресурсом цифровой экономики, необходимо внедрить новые методы управления его развитием, принимая во внимание цифровые тенденции в социально-экономических отношениях.

Профессиональный и квалификационный состав, возрастная категория и

назначение сотрудников оказывают большое влияние на потенциал сотрудников. [9] В целом, это система управления человеческими ресурсами компании, которая направлена на решение трех основных задач: удовлетворение необходимых потребностей и избежание недостатка, реализация планов развития для поддержания необходимого уровня организационных продуктов и обеспечение карьерного роста, рост наиболее перспективных сотрудников АТП.

Импорт автомобилей из Китая представляет собой ввоз из-за границы машин на территорию Российской Федерации без обязательного обратного вывоза. В России данные экспортно-импортные операции подробно регламентированы в федеральных законах. Само регулирование проводится в рамках трёх направлений: таможенно-тарифного регулирования, нетарифного регулирования и частнопроводного регулирования отношений между сторонами договора межкультурной купли-продажи.

В таможенно-тарифном регулировании основным инструментом влияния на стороны внешнеторговой деятельности будет таможенные пошлины. Государство, устанавливая высокие или низкие таможенные пошлины, влияет на импорт и экспорт, делая их более или менее выгодными. [10]

Суть нетарифного регулирования купли-продажи автомобилей состоит в том, чтобы использовать административные методы взаимодействия для экспортно-импортных операций. К примеру, государство может ввести монополию в данной сфере, или же прямо ввести полный либо частичный запрет на ввоз и вывоз каких-либо машин.

При частном регулировании отношений между сторонами государство определяет обязанности и права по договору между контрагентами, тем самым напрямую вмешиваясь в их отношения.

С 2014 года в связи с крупным экономическим кризисом и санкциями со стороны США, Евросоюза и государств Большой семёрки в России было издано Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности"». Оно определяло нацеленность государства на создание современных отечественных производств, способных конкурировать с зарубежными компаниями, выпуская товары, которые будут полностью замещать зарубежные аналоги. [11]

Такая политика дала двоякие результаты. В общем объеме продовольственных товаров с 2010 по 2021 года доля импорта существенно сократилась. В это же время на рынке непродовольственных товаров доля импорта росла.

На момент 2022 года в России импортозамещение в общих объёмах находится на уровне 30%. То есть все продукты, товары, а так же услуги, которые были произведены на территории Российской Федерации, занимают только 30% от всего того, чем пользуются все граждане и организации в стране. Всё остальное закупается за рубежом и ввозится на территорию государства, в том числе и посредством параллельного импорта [12]

В связи с началом специальной военной операции в Украине и после

последовавших за этим экономических проблем, в начале марта многие страны перестали поставлять свои товары и услуги на территорию Российской Федерации. В тоже время отечественный рынок машиностроения и автомобилестроения находится в сильной зависимости от комплектующих из-за рубежа. Несмотря на то, что многие компании запустили процесс импортозамещения, они локализовали это до простейших элементов (металл, пластик, стекло). Сложные элементы, такие как двигатели и комплектующие, по-прежнему поставляют из-за рубежа. Эта отрасль нуждается во многом, например, в компонентах и оборудовании для производства в сфере роботостроения; в узловых компонентах, запчастей и элементов двигателей для автомобилей; в машинах и станках для промышленности и т.д.

Еще одной важнейшей проблемой является то, что экономика РФ на 90% зависит от импортного оборудования в сфере IT-технологий и ПО (программное обеспечение) для автомобилестроения. Спрос на отечественные IT-технологии в настоящее время крайне мал. Даже госзаказ не обеспечивает приток инвестиций в данную сферу.

В данной статье мы рассмотрели состояние отрасли автомобилестроения в нашей стране с точки зрения импортозамещения. В настоящее время населению приходится сталкиваться с постоянным ростом цен, и огромным количеством контрафактных товаров. Автомобильная промышленность также будет сталкиваться с колоссальными трудностями и спадом производства. [13,14]

Следует отметить, что все эти проблемы не могут быть решены мгновенно. Потребуется много времени для решения существующих трудностей социально-экономического развития отрасли автомобилестроения и формирования новой экономической модели.

### ***Библиографический список***

1. Матвеева, М.С. Сбор и систематизация общих данных и анализ внешней среды в процессе оценки деятельности АТП/ М.С. Матвеева, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Совершенствование конструкций и эксплуатации техники : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2021. - С. 166-169.

2. Славянский, Р.А. Финансовое оздоровление АТП посредством программно-целевого подхода/ Р.А. Славянский, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Приоритетные направления инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2021. - С. 254-257.

3. Бакулина, Г.Н. Эффективность использования оборотного капитала в автотранспортной сфере/ Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2021. - С. 483-487.

4. Федоскина, И.В. Кадровая политика автотранспортного предприятия:

определение потребности в трудовых ресурсах/ И.В. Федоскина, А.Б. Мартынушкин // Современные материалы, техника и технология: сборник научных статей 10-й Международной науч.-практ. конф. – Курск : ЮЗГУ, 2020. - С. 416-419.

5. Рудаков, В.С. Потенциал автотранспортного предприятия: оценка экономических показателей/ В.С. Рудаков, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2022. - С. 103-108.

6. Керимов, М. Особенности проведения анализа финансового состояния автотранспортного предприятия/ М. Керимов, А.Б. Мартынушкин // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых-2019 : Сборник научных статей 8-й Международной молодежной научной конференции. – Курск : ЮЗГУ, 2019. - С. 160-163.

7. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин, К.П. Андреев, В.В. Терентьев, И.Н. Горячкина. – Рязань : Издательство РГАТУ, 2022. – 188 с.

8. Гридасова, А.Д. Экономические характеристики выполнения плановых показателей в АТП по прибыли и рентабельности/ А.Д. Гридасова, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 118-124.

9. Повышение эффективности управления дорожным движением/ И.Н. Горячкина, Е.В. Меньшова, Н.В. Аникин, А.С. Терентьев, А.Б. Мартынушкин, В.А. Киселев // Транспортное дело России. – 2020. – № 4. - С. 88-91.

10. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, А.Г. Красников, К.П. Андреев, В.В. Терентьев. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 166 с.

11. Информационно-коммуникационные технологии на транспорте/ И.Н. Горячкина, А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев, О.А. Тетерина // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. – С. 175-179.

12. Мартынушкин, А.Б. Предпосылки внедрения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте/ А.Б. Мартынушкин, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й Международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. - С. 195-200.

13. Анализ загрязнения окружающей среды автомобильным транспортом/ А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.П. Андреев, А.Б. Мартынушкин, И.Н. Кирюшин // Воронежский научно-технический Вестник. - 2022. - Т. 2. № 2 (40). - С. 82-91.

14. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 5-8.

**УДК 656.13**

*Терентьев О.В., студент,  
Мартынушкин А.Б., к.э.н., доцент,  
Терентьев В.В., к.т.н., доцент,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

Транспорт является одним из основных функциональных элементов системы логистики и поддерживает процессы доставки и распределения. Транспорт охватывает все виды деятельности, заключающиеся в перемещении всех видов ресурсов во времени и пространстве с помощью соответствующего технического оборудования. Такое понимание транспорта делает его частью технической инфраструктуры логистики. В силу своей универсальной роли транспорт функционирует и развивается в соответствии с целями и принципами социально-экономической политики. В экономике термин «инфраструктура» не имеет единого, универсального определения из-за большого разнообразия его компонентов, а также его исторической изменчивости.

Предполагается, что в общем смысле инфраструктура – это основа данной структуры или системы, состоящая из множества объектов, оборудования и других элементов, которые необходимы для надлежащего функционирования всей системы. Инфраструктура обычно делится на две подкатегории: экономическую и социальную. Экономическая инфраструктура позволяет предоставлять, например, услуги связи, транспорта, энергетики, тепло- и водоснабжения, удаления отходов и очистки сточных вод. Социальная инфраструктура служит цели удовлетворения социальных и культурных потребностей общества и включает в себя различные типы образовательных учреждений (таких как детские сады, школы), учреждения, предоставляющие услуги, связанные со здоровьем (например, медицинские центры, больницы), организации, обеспечивающие доступ к объектам культуры (например, театры, библиотеки).

Оборудование и организации, предоставляющие транспортные услуги, включены в экономическую инфраструктуру. Инфраструктура транспортной логистики включает меры и условия, обеспечивающие физическое перемещение людей и товаров, с целью обеспечения непрерывности производства и предоставления услуг. С точки зрения логистики, транспортная инфраструктура должна обеспечивать эффективность потока и снижать

транспортные издержки Эффективность потока позволяет доставить конкретный продукт вовремя, в нужное место, в соответствии с требованиями поставщика или получателя. Минимизация транспортных расходов может быть достигнута путем адекватного выбора конкретного вида транспорта, а также оптимизации транспортных маршрутов и времени. Поэтому развитие транспортной логистической инфраструктуры в первую очередь направлено на следующие направления:

- устранение «узких мест» на маршрутах перемещения грузов и пассажиров;
- уменьшение или ликвидация заторов;
- сокращение времени и затрат на транспортировку;
- повышение доступности связи;
- создание благоприятных условий для регионального развития;
- стимулирование экономического роста.

Грузовые потоки являются физическим проявлением экономических взаимодействий, посредством которых продукция, произведенная в определенном месте, транспортируется в другие места для потребления, либо в качестве промежуточных или конечных товаров [1]. Эти потоки повсеместны, так как практически все отрасли экономики нуждаются в поставках того или иного рода. Важно отметить, что, поскольку эти обмены удовлетворяют экономические потребности, они в первую очередь выгодны. По этой причине транспортная политика должна обеспечивать максимально эффективное перемещение этих поставок, поскольку затруднение потока грузов неизбежно окажет негативное воздействие на экономику. Если поставки задерживаются или ненадежны, экономика будет нести экономические потери из-за потерянных продаж, клиентов, которые не могут получить необходимую им продукцию вовремя, сокращения выпуска продукции предприятиями, которые используют поставки в качестве входных данных, и увеличения запасов для учета сбоя в доставке [2, 3].

Появление электронной торговли усилило эти последствия и проблемы эффективности грузоперевозок, поскольку оно позволило частным лицам получать поставки непосредственно от беспрецедентного числа поставщиков [4]. Эффективные потоки поставок имеют важное значение для оптимизации коммерческой деятельности и экономики в целом.

Транспортировка грузов создает предпосылки для повышения трафика грузовых транспортных средств, который приводит к большому количеству заторов, загрязнению окружающей среды [5], шуму, повреждениям инфраструктуры и росту количества дорожно-транспортных происшествий [6]. Эти обстоятельства порождают негативную общественную позицию относительно грузовой деятельности. Эти настроения часто приводят к введению ограничений на грузовую автомобильную деятельность, такие как ограничения доступа (по размеру или типу транспортного средства и времени суток) и даже прямые запреты на грузовые автомобили. Против этих усилий выступает частный сектор, который не без оснований утверждает, что они наносят ущерб экономике.

Необходимо максимизировать экономический вклад, связанный с производством и потреблением грузовых перевозок, при одновременном сведении к минимуму внешних эффектов, создаваемых соответствующей грузовой автомобильной деятельностью [7]. Это позволит грузовому транспорту выполнять свою роль в качестве «кровеносной системы» экономики, одновременно смягчая негативное воздействие на общество и окружающую среду. Однако достижение этой цели является не простым делом. Первым препятствием является высокая сложность транспортной деятельности, когда многочисленные грузовые системы — автомобильные перевозки, железнодорожные системы, порты и тому подобное — обычно используются значительным числом цепочек поставок, которые организуют потоки поставок из точек производства в точки потребления. Каждая из сотен миллионов поездок грузовых транспортных средств, которые происходят в мире каждый день, является частью цепочки поставок с несколькими звеньями производства-потребления, где результаты одного этапа являются входными данными для последующих производственных процессов.

Характер генерируемых грузовых потоков может сильно отличаться на различных этапах транспортного процесса, что предъявляет различные требования к транспортировке, обработке и хранению [8]. Также существует огромная неоднородность в перевозимых грузах [9]. В дополнение к этим сложным взаимодействиям также не хватает данных и фундаментальных знаний о том, как работают грузовые системы и как наилучшим образом влиять на них для достижения поставленных целей [10].

В своем стремлении повысить эффективность грузовых перевозок лица, принимающие решения в государственном секторе, как правило, используют организационные подходы, основанные на разработке и внедрении правил различного рода. При этом нередко упускается из виду тот факт, что они не обязательно являются наиболее эффективными. В настоящее время существует настоятельная необходимость:

- 1) в проведении исследований по оценке эффективности, преимуществ и недостатков широкого круга инициатив, которые государственный сектор мог бы использовать для решения вопросов оптимизации транспортного процесса; [11]

- 2) в предоставлении в распоряжение специалистов в области транспорта технических материалов, содержащих руководящие указания относительно того, когда следует использовать инициативы государственного сектора того или иного рода;

- 3) в определении процессов, призванных помочь специалистам в области транспорта в принятии мер по совершенствованию управления грузоперевозками [12, 13].

Мероприятия по управлению дорожным движением, включая ограничения доступа, управление полосами движения и управление движением, направлены на улучшение условий дорожного движения. Данные меры относятся к числу наиболее часто используемых в городах, но установлено, что при их реализации необходимо учитывать все возможные

факторы, определяющие эффективность транспортного процесса и максимально исключить возникновение негативных последствий.

Рассмотренные в статье вопросы организации транспортировки грузов автомобильным транспортом имеют важное значение в экономическом развитии различных территорий и, как показывает практика, в перспективе значимость этих вопросов будет только возрастать. Следовательно, необходима разработка комплексного подхода к решению транспортных проблем с учетом специфики работы каждого отдельного субъекта экономики. [14]

### *Библиографический список*

1. Транспортно-экспедиционная деятельность предприятий автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, А.Б. Мартынушкин и др. // – Рязань, 2022. – 188 с.

2. Экономика, организация и планирование на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, В.С. Конкина и др. // – Рязань, 2022. – 328 с.

3. Основы маркетинговой деятельности на предприятиях автомобильного транспорта: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович и др. // – Рязань, 2022. – 328 с.

4. Организация и управление на автотранспорте в условиях цифровой экономики: Учебное пособие/ А.В. Шемякин, С.Н. Борычев, И.Г. Шашкова и др. // – Рязань, 2022. – 162 с.

5. Анализ выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта в заторовых ситуациях/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Г.К. Рембалович, В.В. Терентьев // Сб.: Организация и безопасность дорожного движения : Материалы XIII Национальной науч.-практ. конф. с международным участием. – Тюмень, 2020. – С. 234-238.

6. Аудит безопасности дорожного движения/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, А.Б. Мартынушкин и др. // Сб.: Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. – Рязань, 2020. – С. 5-8.

7. Экономическая эффективность деятельности автотранспортного комплекса. Характеристика и анализ состояния транспорта Рязанской области: Учебное пособие/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, Г.К. Рембалович и др. – Рязань, 2020. – 276 с.

8. Пискачев, И.А. Перевозка грузов в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань, 2016. – С. 175-178.

9. Перевозка плодоовощной продукции с использованием контейнеров в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, О.А. Ваулина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : Сборник статей 69-й международной науч.-практ. конф. – Кострома, 2018. – С. 117-121.

10. Информационно-коммуникационные технологии на транспорте/ И.Н. Горячкина, А.Б. Мартынушкин, В.В.Терентьев, О.А. Тетерина // Сб.: Научно-технологические приоритеты в развитии агропромышленного комплекса России : Материалы 73-й международной науч.-практ. конф. – Рязань, 2022. – С. 175-179.
11. Бакулина, Г.Н. Эффективность использования оборотного капитала в автотранспортной сфере/ Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин, М.В. Поляков // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й Международной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2021. - С. 483-487.
12. Мартынушкин, А.Б. Использование рабочего времени на авторемонтных предприятиях: экономические методы оценки/ А.Б. Мартынушкин, И.В. Федоскина // Современные материалы, техника и технология : Сборник научных статей 10-й Международной науч.-практ. конф. – Курск : ЮЗГУ, 2020. - С. 251-254.
13. Гридасова, А.Д. Экономические характеристики выполнения плановых показателей в АТП по прибыли и рентабельности/ А.Д. Гридасова, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 118-124.
14. Рудаков, В.С. Потенциал автотранспортного предприятия: оценка экономических показателей/ В.С. Рудаков, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2022. - С. 103-108.
15. Мартынушкин, А. Б. Оценка экономической эффективности производства и реализации продукции отрасли животноводства/ А. Б. Мартынушкин, А. В. Шемякин // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах : Сборник научных трудов 7-й Международной науч.-практ. конф., Курск, 20–21 февраля 2018 года. – Курск : Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2018. – С. 155-159. – EDN YUYTGO.
16. Пат. РФ № 81152. Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Минякин С.В. [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства. – Оpubл. 10.03.2009. – EDN SMQNMP.
17. Баранчикова, А.А. Управление эффективностью использования грузового автотранспорта: методические аспекты обоснования резервов увеличения грузооборота/ А.А. Баранчикова, В.В. Федоскин // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2021. - № 1 (51). – С. 7-16.
18. Евсенина, М. В. Рыночная стоимость основных фондов

автотранспортного предприятия: методы расчета/ М. В. Евсенина, Л. В. Черкашина // Автомобили, транспортные системы и процессы: настоящее, прошлое и будущее : Сборник статей 2-й Международной науч.-техн. конф., Курск, 22 мая 2020 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 102-106.

19. Пути оптимизации движения денежных средств в организации/ Д.М. Савушкин, В.В. Коченов, С.Е. Крыгин, Н.Е. Лузгин // Наука молодых – будущее России : Сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых, Курск, 09–10 декабря 2021 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 378-382.

20. Высокоточные технологии возделывания картофеля/ В. И. Старовойтов, Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов [и др.]. – Москва : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – 50 с. – EDN VOBETW.

## СЕКЦИЯ 4. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

УДК 634.1-13

*Панова А.А., аспирант  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ  
Стрыгин С.В., старший преподаватель  
Рязанский институт (филиал) Московского политехнического  
университета, г. Рязань, РФ  
Юхин И.А., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### ЭСКИЗНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТАРЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

Использование модернизированных конструкций ТС [1, 2, 3, 4, 5] и тары для перевозки плодоовощной продукции существенно повышает ее сохранность [6, 7, 8, 9, 10]. На примере полимерного ящика (рисунок 1) с размерами 600х400х200 мм и известного конструктивного решения проблемы, связанной с травмируемостью нижнего слоя плодов или клубней, перевозимых контейнерным способом (рисунок 2) [8, 9], рассмотрим проектирование демпфирующей накладки с бугорчатым профилем из упругого материала.



Рисунок 1 – Полимерный ящик с плодами

На рисунке 2 представлен усовершенствованный контейнер, состоящий из универсальной тары, на дне которой расположены в шахматном порядке выступы, образующие ячейки. Они выполнены из упругого материала и заполнены газом. Разработанный контейнер позволяет снизить повреждения плодов при осуществлении внутрихозяйственных перевозок.

Цель исследований - разработка демпфирующей накладки с бугорчатым профилем из упругого материала для снижения травмируемости нижнего слоя плодов или клубней, перевозимых контейнерным способом.

Компьютерные технологии все чаще и в большей мере используются при проектировании и конструировании и позволяют существенно сократить

экспериментальные исследования. В данном исследовании рассмотрена разработка с помощью программного комплекса T-FLEX PLM электронных моделей компонентов усовершенствованной тары для транспортировки плодоовощной продукции.

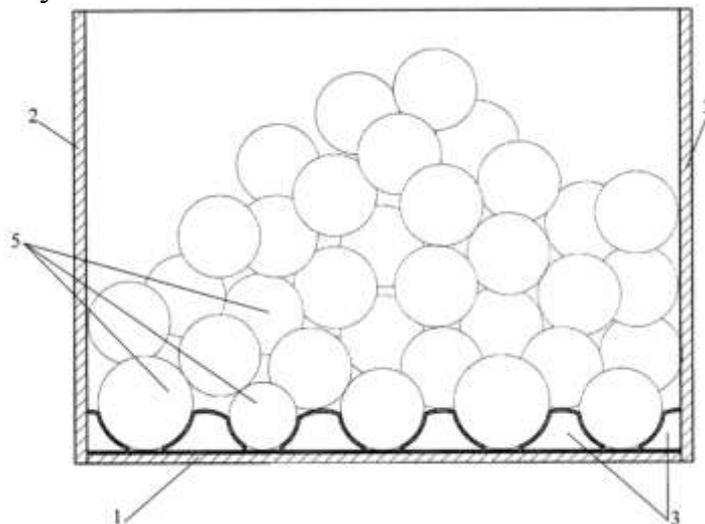


Рисунок 2 – Контейнер для перевозки плодоовощной продукции (пат. №166384) [9]:

1 – дно, 2 – стенки, 3 – выступы, 4 – плоды или клубни

Схемная компьютерная объемная модель ящика, в котором имеется демпфирующая накладка с бугорчатым профилем, выполняется способом организации соответствующей сборочной модели по принципу «Сверху вниз». В отдельном файле осуществляется компоновка ящика и демпфирующей накладки с бугорчатым профилем. При этом форма и размеры фактического дна ящика, способ изготовления накладки определяют ее конструкцию (рисунок 3).

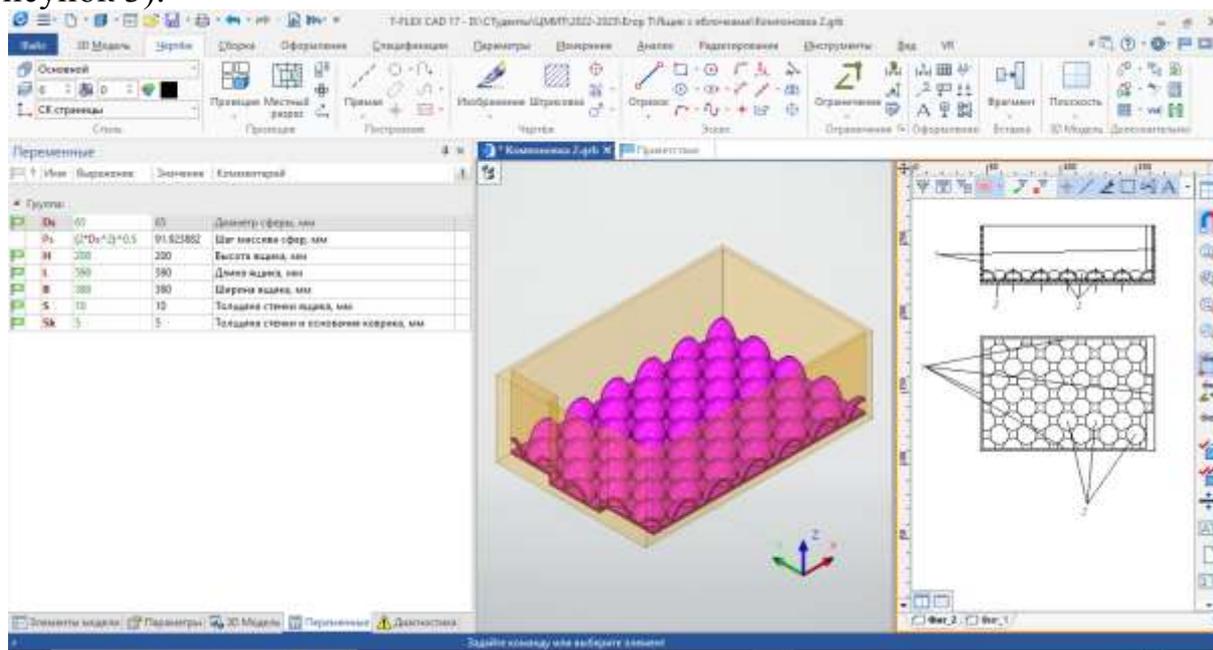


Рисунок 3 – 3D-моделирование компоновки ящика, в котором имеется демпфирующая накладка с бугорчатым профилем

Ассоциативная связь 2D и 3D моделей T-Flex CAD организована при использовании проекции объемной модели в область чертежа с выполнением разреза. Особенностью, применяемой САПР, является ее параметризация – возможность многократного использования моделей за счет изменения их параметров. В качестве независимых параметров выступают размеры ящика, включая толщину его стенки, диаметр сферической поверхности бугорчатого профиля, толщина стенки и толщина основания этого профиля. Зависимым параметром является шаг линейного массива, за счет которого образуется многократное копирование в шахматном порядке сферических выступов, образующих на поверхности основания накладке соответствующие ячейки.

Для обеспечения герметичности расположенных по периметру рассеченных сферических выступающих элементов принято конструктивное решение ограничивать накладку по периметру окантовкой в виде бортика высотой равной радиусу сферического выступа и толщиной совпадающей с толщиной стенки этого выступа (рисунок 4). В случае технологического ограничения по размеру рабочей области 3D-печатного оборудования изготавливаемая накладка мозаичным способом делится на части, каждая из которых также имеет аналогичную ленточную кайму (бортик) по периметру.

При проведении испытаний компонентов усовершенствованной тары для транспортировки плодоовощной продукции важно проверить опытным путем влияние каждого конструктивного параметра исследуемой наклейки на предмет соответствия целесообразности при ее использовании.

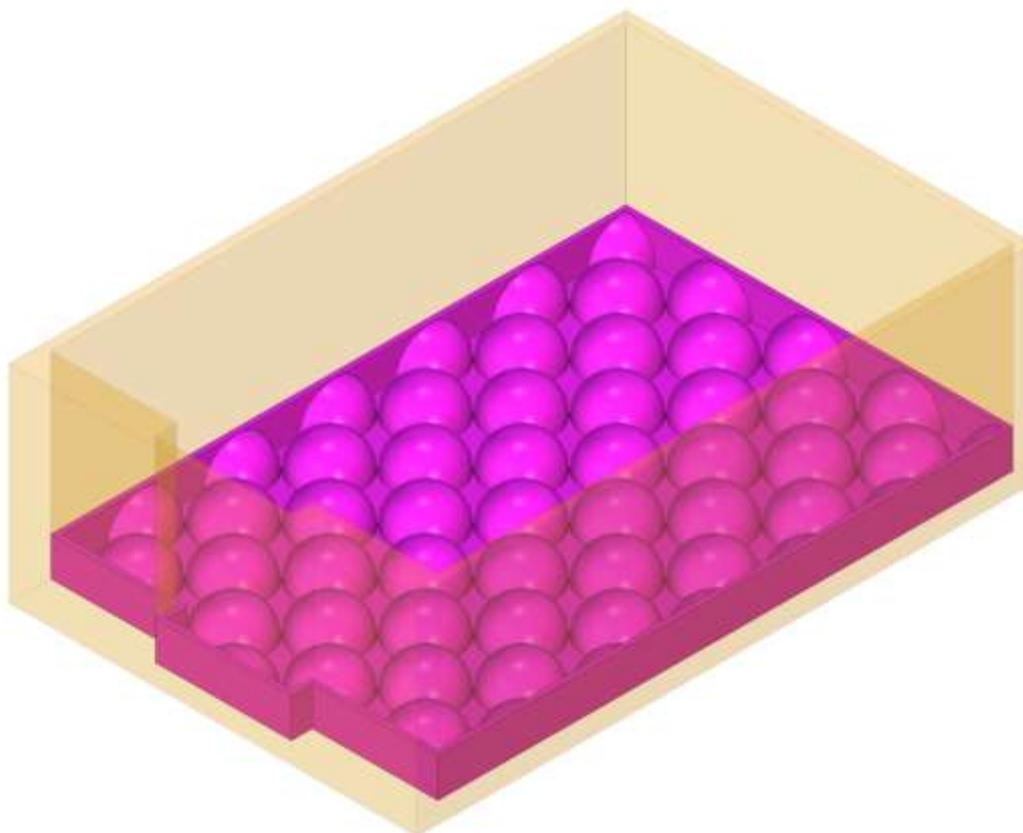


Рисунок 4 – 3D-моделирование конструкции демпфирующей наклейки с бугорчатым профилем

Экспериментальные образцы накладки изготавливаются в единичном или мелкосерийном количестве, что делает эффективным применение 3D-печати (прототипирования). Технология послойного нанесения полимера (FDM-технология) с учетом имеющего в наличии оборудования эффективно может быть использована для изготовления изделий в размерном диапазоне до 200x200x210 мм в индивидуальном и мелкосерийном производствах с партией выпуска от 1 до 100 шт. В качестве материала подойдет эластичный пластик, например, FLEX от российского производителя REC.

Таким образом, в ходе эскизного проектирования разработана демпфирующая накладка с бугорчатым профилем из упругого материала для снижения травмируемости нижнего слоя плодов или клубней, перевозимых контейнерным способом.

### *Библиографический список*

1. Пат. РФ № 81152. Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Минякин С.В. [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства. – Оpubл. 10.03.2009. – EDN SMQNMP.

2. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы/ Н. В. Аникин, С. В. Колупаев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 31. – EDN KUHADT.

3. Устройство для сохранения прямолинейности движения транспортного средства/ Г. Д. Кокорев, Н. В. Аникин, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Нива Поволжья. – 2010. – № 2(15). – С. 48-50. – EDN NSIYHT.

4. Повышение качества перевозки сельскохозяйственной продукции посредством совершенствования подвески транспортного средства/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Мир транспорта и технологических машин. – 2009. – № 3(26). – С. 3-6. – EDN TBTNJJN.

5. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства/ И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. – С. 10-12. – EDN QOYMDFF.

6. Бычков, В. В. Анализ исследований влияния различных факторов на сохранность овощей и фруктов при внутривоздушных перевозках/ В. В. Бычков, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 30. – С. 463-469. – EDN OYWKBD.

7. Современные методы решения проблемы внутривоздушной транспортировки плодоовощной продукции/ К. А. Жуков, И. А. Юхин, И. А. Успенский, Н. В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2013. – С. 60-63.

8. Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках/ И. А. Успенский, И. А. Юхин, К. А. Жуков [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 96. – С. 360-372. – EDN TYREVV.

9. Пат. РФ № 166384. Контейнер для перевозки плодоовощной продукции / Шафоростов В.А. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 20.11.2016. – EDN IBXDTL.

10. Increasing the safety of agricultural products during its transportation and unloading/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, A. A. Simdyankin [et al.] // Proceedings of the 4th International Conference on Frontiers of Educational Technologies, Moscow, 25–27 июня 2018 года. – Moscow : ACM New York, NY, USA, 2018. – P. 176-179. – DOI 10.1145/3233347.3233362. – EDN EITYNP.

11. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

12. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. – EDN WHGHEX.

13. Пат. РФ № 167067. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных / Ахмедов Р.К. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 20.12.2016. – EDN ZVVXID.

14. Пат. РФ № 154410. Тягово-сцепное устройство с пневмокомпенсатором колебаний / Симдянкин А.А. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – Оpubл. 20.08.2015. – EDN FBEIRC.

15. Пат. РФ № 2636569. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Бoryчев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – Оpubл. 23.11.2017. – EDN BUSFGU.

16. Соколов, О.В. Размещение и развитие садоводства в России/ О.В. Соколов, Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной

сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 7. - С. 103-111.

17. Перевозка плодоовощной продукции с использованием контейнеров в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, О.А. Ваулина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : Сборник статей 69-й международной науч.-практ. конф. – Кострома, 2018. – С. 117-121.

**УДК 634.1-13**

*Антоненко М.В., аспирант,  
Успенский И.А., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ВЛИЯНИЕ МИКРОРЕЛЬЕФА ДОРОГИ НА ДВИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В АПК**

Развитие агропромышленного и дорожно-транспортного комплекса в Российской Федерации значительно повысило объем товарооборота и перевозок сельскохозяйственной продукции – одного из сложнейших видов автомобильных перевозок. Плодосохранность сельскохозяйственной продукции – показатель экономической и логистической эффективности АПК. Плодоовощная продукция, как большинство представителей агрокультур после уборки, продолжает воспроизводить процессы жизненного цикла. В процессах сбора, реализации, транспортировки и хранения в них продолжают различно вида биологические процессы, которые неизбежно приводят к изменениям продовольственной ценности культуры. К таковым процессам можно отнести следующие: травмирование, дыхание, окисление, прорастание, перезревание и гниение. Данные процессы сопровождаются физическими и химическими реакциями, происходящими в плодах: выделением влаги, продуктов теплообмена, процессами разложения, синтеза и ресинтеза органического материала, развитием микробиологических комплексов [1].

Как правило, процесс транспортировки овощей и фруктов должен планироваться еще до момента посадки их саженцев в сельскохозяйственных комплексах. Целью таких мероприятий можно считать подготовку условий для обеспечения максимальной консервации культур, включая остановку биологических процессов. Это обусловлено тем, что каждый из этих процессов запускается за счет энергии, полученной в результате расхода органического ресурса плода. Метаболическая интенсивность ослабляет сохранность и пищевую ценность продукции, так как запускает цепочку сопутствующих процессов, заболеваемости, физиологических повреждений и потери полезной массы [1, 2].

Как известно, транспортировка сельскохозяйственной продукции – узкоспециализированный вид логистических манипуляций. Территориальные особенности Российской Федерации лишь усугубляют и без того сложный процесс перевозки. Первое, с чем сталкивается перевозчик – это дороги на при садовых участках, так как около 15% плодов получают повреждения, не

покинув сельскохозяйственных угодий [1]. Второе, это дороги низких категорий (грунтовка, щебенка, галька, и другие). И третье, это города с высокой интенсивностью транспортных потоков. Главнейшим показателем повреждаемости плодоовощной продукции является микрорельеф дороги - свойство дорожного полотна, которое является показателем смещения контактной поверхности дорожного полотна от проектного регламента. Автомобильные дороги Российской Федерации можно классифицировать по уровням неровности (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Сравнение категорий автомобильных дорог по уровню неровностей

Класс АД	Хп неровности мм <sup>2</sup> м/цикл		
	Нижняя граница	Среднее	Нижняя граница
A	-	12	24
B	42	68	144
C	144	360	512
D	512	1024	2048
E	2048	4096	8192
F	8192	16384	32768
G	32768	65536	131072
H	131072	262144	-

Как правило, большинство микрорельефов отличаются различными размерами и формой неровностей. Распределение неровностей по поверхности дорог имеет случайный характер, исключением являются гравийные и щебеночные покрытия, в которых они в виде гребенчатости распределяются, абсолютно неравномерно по всей площади покрытия. В естественных условиях транспортное средство при движении по проезжей части взаимодействует с неровной поверхностью покрытия [3].

Эти неровности вызывают три вида колебаний: горизонтальные, продольные и вертикальные. При этом, импульсы оказывают сильнейшее влияние на составные части автомобиля: колеса, кузов, подвеску и непосредственно на сам груз.

Как известно, по геометрическим характеристикам показатель неровности можно разделить на три группы: шероховатости, микронеровности и макронеровности (рисунок 1). Микронеровности, комплекующие микропрофиль полотна дорожной одежды, состоят из неровностей длиной от 5,0 см до 65,0 м, которые вызывают серьезные флуктуации транспортного средства. Макронеровности состоят из удлиненных плавных неровностей с длиной волны 5,0 м и более. Макронеровности влияют на процесс работы двигателя автомобиля и режим его движения, но практически не вызывают колебаний автомобиля на подвеске. Шероховатость — комплекс волн длиной до 15,0 см, не вызывающих низкочастотных колебаний автомобиля на подвеске, так как их воздействие поглощают шины [2, 4].



Рисунок 1 – Неровности поверхности дороги

Большинство неровностей связано с микропрофилем поверхности покрытия, состоящим из выступов, впадин, сдвигов, волн, прогибов и др. Данный вид дорожного полотна характеризуется: числом выступов или впадин на 1,0 километр,  $t$ ; общей геометрией выступов и размером впадин на 1,0 километр,  $h_{\text{ср}}$ ; среднеквадратичным отклонением величин выступов и впадин,  $\delta$ ; коэффициентом вариации ровности,  $\mu$  [4].

Средняя величина выступов и впадин определяется по формуле:

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum h_i}{m}. \quad (1)$$

Среднеквадратичное отклонение определяется по формуле:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum (h_{\text{ср}} - h_i)^2}{m-1}}. \quad (2)$$

Коэффициент вариации ровности определяется по формуле:

$$\mu = \frac{\delta}{h_{\text{ср}}}. \quad (3)$$

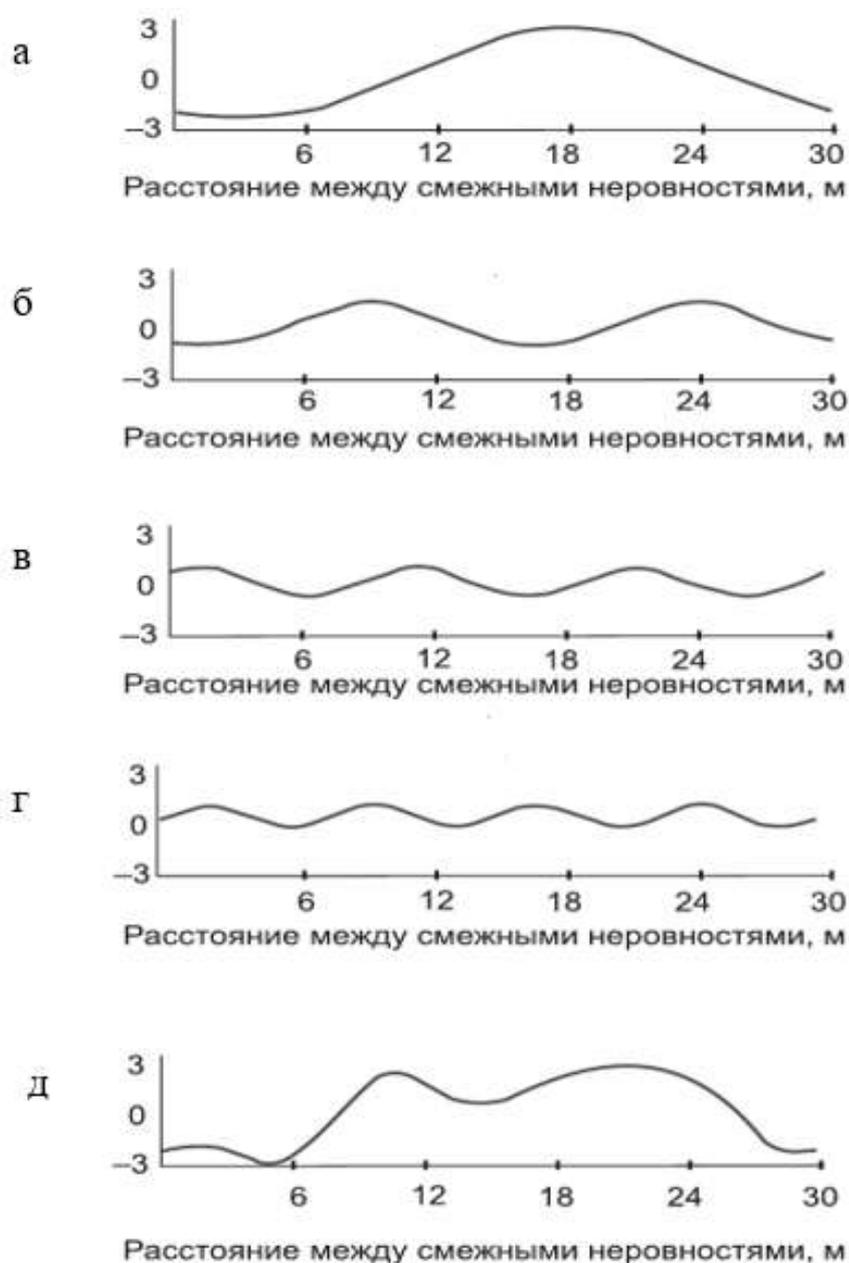
Продольный профиль дорожного покрытия математически можно представить в виде непрерывной дуги, содержащей целый спектр колеблющихся волн (рисунок 2).

Распределение поражений дорожного полотна происходит равномерно и подчинено закону Н. Гаусса. Движение автомобиля по дороге определяется динамической системой, спровоцированной возмущающей  $f(x)$  (ребристости) и переходящей в следующую функцию пульсацию транспортного средства. По изменениям систем можно судить о качестве дорожного полотна [4].

Важнейшей функцией для определения профиля дорожной одежды является корреляционная функция, определяемая из выражений:

$$R(\tau) = 2 \int_0^{\infty} s(\omega) \cos \omega \tau d \omega, \quad (4)$$

$$s(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} s(\omega) \cos \omega \tau d \omega \quad (5)$$



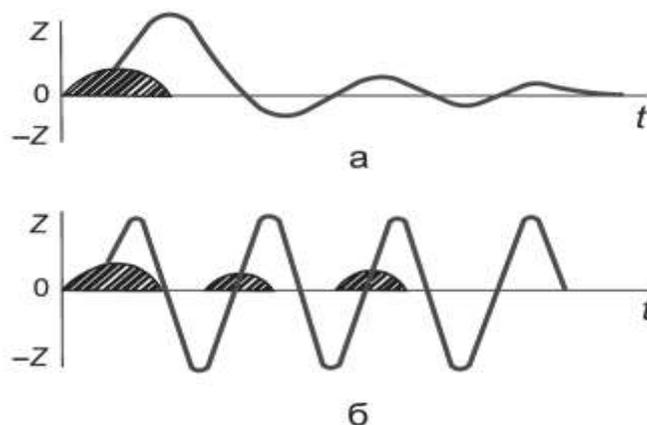
а - графическая схема неровности 25,0 м; б - графическая схема неровности 20,0 м;  
 в - графическая схема неровности 15,0 м; г - графическая схема неровности 10,0 м;  
 д- суммарная в графическая схема неровности в миллиметрах.

Рисунок 2 – Математическое разложение профиля на составляющие синусоиды

Флуктуация (дрожание) автомобиля, бывает двух видов - неустановившееся и установившееся (рисунок 3). Неустановившееся дрожания возникают при наезде на единичные неровности. Это наиболее распространенный случай. Установившееся дрожание возникает при наезде на регулярно повторяющиеся неровности (трещины, гребни, скосы) [4].

С недавних пор ровность верхних слоев автомобильной дороги измеряют разностью отклонений флуктуации, м/кг, автомобиля при пересечении ухабистости на определенном отрезке АД. С 2020 по 2022, по данным РОССТАТ, на территории Российской Федерации отслеживается тенденция увеличения ежемесячного товарного оборота, перевозимого

автомобильным транспортом, на 10-12% [4].



а — неустановившиеся колебания; б — установившиеся колебания  
Рисунок 3 – Флуктуация при взаимодействии с дорогой

Таким образом, качество и сроки доставляемой сельскохозяйственной продукции играют важнейшую роль в развитии рыночной и промышленной отрасли, а транспортировка агропромышленных культур является одним из важнейших аспектов реализации плодоовощных культур в агропромышленном комплексе. Модернизация логистических путей и технологические решения в области транспортировки плодоовощной продукции становятся важнейшими направлениями развития АПК.

### ***Библиографический список***

1 Обзор разработок в области сохранения качества яблок при перевозке контейнерным способом/ Н.В. Бышов, С.Н. Бoryчев, И.А. Успенский, Кокорев Г.Д., Юхин И.А., и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 133. – С. 1280-1299.

2 Техническая эксплуатация автотранспорта в АПК на современном уровне / И.А. Успенский [и др.] // Сб.: Инновационные научно-технические разработки и исследования молодых учёных для АПК : Материалы III Всероссийской науч.-практ. конф., проводимой в рамках Сопещения Советов молодых учёных и специалистов аграрных вузов Центрального федерального округа. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» Совет молодых учёных Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева совет молодых учёных и специалистов Рязанской области. – 2021. – С. 165-168.

3 Пути снижения травмируемости плодоовощной продукции при внутрихозяйственных перевозках/ И.А. Успенский, И.А. Юхин, К.А. Жуков и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)

[Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2014. - №02 (096). – С. 360 -372.  
- IDA [article ID]: 0961402026. - Режим доступа:  
<http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/26.pdf>

4 Красникова, Д.А. Нарушение дорожного полотна при перевозках крупногабаритного и тяжеловесного груза/ Д.А. Красникова, Е.В. Феклин, Е.А. Коба // Научно-методический электронный журнал «Концепт». - 2017. – Т39. - С. 1821-1825.

5. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

6. Пат. РФ № 81152 U1, МПК В62D 37/00. Устройство для стабилизации положения транспортного средства / Успенский И.А. [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства. – Оpubл. 10.03.2009. - EDN SMQNMP.

7. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств / Успенский И.А. [и др.] // Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : Материалы VI международной науч.-техн. конф., Пенза, 18–20 мая 2010 года. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2010. – С. 22-27. – EDN TAZHKD.

8. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ И. А. Юхин и др. // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2013. – С. 60-63. – EDN SQAIPR.

9. Устройство для снижения колебаний грузовой платформы/ Н. В. Аникин, С. В. Колупаев, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Сельский механизатор. – 2009. – № 8. – С. 31. – EDN KUHADT.

10. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокорев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – EDN WDWUHN.

11. Патент № 2636569 С Российская Федерация, МПК В65D 85/34, В65D 81/05. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции : № 2016120142 : заявл. 24.05.2016 : опубл. 23.11.2017 /

Борычев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – EDN BUSFGU.

12. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

13. Высокоточные технологии возделывания картофеля/ В. И. Старовойтов, Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов [и др.]. – Москва : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – 50 с. – EDN VOBETW.

14. Патент на полезную модель № 47312 U1 Российская Федерация, МПК В62D 33/10. Подвеска кузова транспортного средства : № 2005100671/22 : заявл. 11.01.2005 : опубл. 27.08.2005 / Н. В. Аникин, В. Н. Чекмарев, С. Н. Борычев [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия им. проф. П.А. Костычева (РГСХА). – EDN MDQNJL.

15. Патент на полезную модель № 102171 U1 Российская Федерация, МПК А01В 76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля : № 2010124021/21 : заявл. 11.06.2010 : опубл. 20.02.2011 / К. С. Беркасов, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – EDN YBCPBVJ.

16. Повышение эффективности использования тракторных транспортных средств на внутрихозяйственных перевозках плодоовощной продукции/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.]. – Рязань, 2012. – 264 с. – EDN PYIUUJ.

17. Успенский, И. А. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля/ И. А. Успенский, С. Н. Борычев, А. И. Бойко // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 20–21 мая 2014 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". Том Часть II. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 141-142. – EDN TBDWQX.

18. Некоторые вопросы организации транспортных работ при машинной уборке картофеля/ И. А. Успенский, Г. К. Рембалович, Г. Д. Кокорев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2010. – № 4(8). – С. 72-74. – EDN NCYNWF.

19. Повышение качества перевозки картофеля, плодов и фруктов совершенствованием подвески транспортного средства/ Н. В. Аникин, Г. Д. Кокорев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования

"Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2009. – № 2(33). – С. 38-40. – EDN KZGPPX.

20. К вопросу модернизации транспортных средств для АПК/ И. А. Юхин, И. А. Успенский, А. А. Голиков, П. В. Бондарев // Сб. : Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы : Материалы Международной конференции. Саранск, 01–03 октября 2014 года / Редколлегия: Столяров А.В. (отв. ред.), редакторы: Сенин П.В., Котин А.В., Иншаков А.П., Водяков В.Н., Савельев А.П., Левцев А.П., Наумкин Н.И., Чаткин М.Н., Комаров В.А., Ионов П.А.. – Саранск : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва", 2014. – С. 181-187. – EDN TSSQIF.

21. Бычков, В. В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства/ В. В. Бычков, Г. И. Кадыкало, И. А. Успенский // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 6. – С. 38-42. – EDN KZIOOD.

22. Современные методы решения проблемы внутрихозяйственной транспортировки плодоовощной продукции/ К. А. Жуков, И. А. Юхин, И. А. Успенский, Н. В. Аникин // Сб.: Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XV Международной науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Игоря Николаевича Аринина, Владимир, 20–22 ноября 2013 года / Под общей редакцией А.Г. Кириллова. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2013. – С. 60-63. – EDN SQAIPR.

23. Инновационные решения в технологии и технике транспортировки продукции растениеводства/ И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. Н. Кулик, Д. С. Рябчиков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 7. – С. 10-12. – EDN QOY MDF.

**УДК 656.073.235**

*Прибылов Д.О., аспирант,  
Колотов А.С., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРТОФЕЛЯ**

В настоящий период, в многочисленных государствах вызывает огромный интерес вопросам предоставления оптимального применения энергетических ресурсов, что обуславливается несколькими объективными условиями, основными из числа которых считаются дефицит собственных энергетических ресурсов – с целью удовлетворения внутренних энергетических нужд, а также внезапное повышение расходов на приобретение, а также изготовление энергетических ресурсов. Так же рассматривается последующее увеличение энергетических нужд и присутствие крупных возможных

способностей уменьшения непродуктивных издержек горючего, а также энергии. У абсолютно всего общества в настоящее время стоит цель гарантировать поэтапный, однако постоянный переход экономики в сохраняющий энергию подход формирования. Достичь миссии уменьшения расходов энергии возможно 2-мя способами:

- 1) вездесущее введение сохраняющих энергию технологий;
- 2) сокращение материалоемкости продукта, наращивание ее свойств, также сроков работы.

В аграрном хозяйстве усовершенствование научно-технического движения способно реализоваться из-за результатов использования новейших способов обрабатывания земли, улучшения компании изготовления, а также орудий работы.



Рисунок 1 – Загрузка комбайном картофеля в самосвал

В нынешних обстоятельствах в целях сохранности тонны условного горючего требует, как показывает практика, существенно минимальных расходов, нежели необходимо с целью прироста добычи равносильного числа горючего. Данное отличие в удельных затратах будет в какой-то степени повышать действие сбережения энергетических исследований. В настоящий период жизни абсолютно объяснимо закономерное увеличение пользования энергии в производственных отраслях хозяйства, а также любого жителя нашей планеты. Однако в то же время развитие промышленности даёт существенный рост в многочисленных собственных проявлениях и ориентирован на увеличение энергетической производительности производства, вследствие чего дает новые толчки в области развития новых энергосберегающих технологий. Более конструктивной целью энергосбережения считается перемена самих основ исполнения научно-технических действий.



Рисунок 2 – Собранный урожай картофеля (вид сверху)

В Российской Федерации в единичных регионах при плохой погоде, хозяйства утрачивают 30-45% собранного урожая. При этом только лишь 30% издержек сопряжено вместе с технологией уборочных трудов, 2 % - вместе с перевозкой, а также вплоть до 75% издержек требуется в послеуборочный промежуток времени.

Сопряжено такое вместе с научно-техническим несовершенством, а также дефицитом надлежащей технологической степени применяемых комплексов автомашин с целью послеуборочной обработки.



Рисунок 3 – Фасовка картофеля в сетки

Последующее формирование механизации в аграрном хозяйстве станет содействовать последующему увеличению электрификации в

сельскохозяйственном секторе, что даст возможность существенно сократить применение более дорогостоящих, а также дефицитных энергоресурсов. К популярным способам решения вопросов по уменьшения расходов энергии в картофелеуборочных комбайнах возможно причислить соответствующее:

1) обработка картофельных клубней по прогрессивным технологиям, содействующим увеличению производительности наработки комбайнов с целью уборки картофеля;

2) использование агротехнических действий перед уборкой картофельных клубней, которые содержат в себе цель по формированию факторов, благодетельствующих функционированию картофелеуборочных комбайнов;

3) формирование, а также применение новейших рабочих систем комбайнов вместе с целесообразно аргументированными подходящими параметрами, а также кинематическими системами деятельности;

4) создание научно – технических, а также промышленных действий, нацеленных на сокращение издержек, а также дефектов клубней картофеля;

5) увеличение готовности к применению, согласно предназначению аграрного парка.

Таким образом, для уменьшения мощностной характеристики, которая расходуется на подкапывание клубненосного слоя, используют в подкапывающем устройстве активные диски, какие формируют вспомогательное тяговое усилие. С целью формирования новейших автомобилей вместе с энергосберегающими узлами техники, которые соответствуют нынешним условиям следует принимать во внимание огромное число обстоятельств, оказывающих большое влияние, равно как на значение энергетических затрат, так и на качество работы техники (опрятность урожая, утраты и дефекты картофеля). В наше время относительно недостаточно исследовано воздействие на процедуру пользования энергии конкретных характеристик комбайнов и другой уборочной техники, а также их совокупная связь в обстоятельствах перемены неблагоприятных условий природы.



Рисунок 4 – Повреждение картофельных клубней в процессе уборки

Например, мало отработана связь показателей дефектов клубней картофеля (рис. 4) вместе с параметрами технологического состояния аграрной техники в ходе производства картофеля. Несмотря на то существуют конкретные возможности увеличения рабочих характеристик комбайнов, что нереально в отсутствии установления периодичности контролирования расхода энергии во время их рабочей деятельности.

Разработками зафиксировано, то что характеристики технического состояния комбайнов, оказывающие большое влияние на энергоэффективность, а также повреждаемость клубней, следует осуществлять контроль вместе с конкретной периодичностью в согласовании вместе с предпочтенной стратегией технического обслуживания, а также ремонтных работ комбайнов, которая непосредственно связана с программами ТО и ремонта на основе развитой системы диагностирования, с учетом прогнозирования остаточного ресурса как узлов, агрегатов, систем, так и техники в целом.

### ***Библиографический список***

1. Пат. РФ № 134735 RF, МПК51. А01D25/04. Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочного комбайна / Успенский И.А. [и др. ]. – Оpubл. 27.11.2013; Бюл. № 3.

2. Пистолет-распылитель для нанесения защитных покрытий высокой вязкости на поверхность сельскохозяйственной техники/ А. А. Симдянкин, А. С. Колотов, С. В. Колупаев, А. И. Ушанев // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – 2019. - С. 398-402.

3. Успенский, И.А. Обоснование рациональных параметров дисковых элементов подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин/ И.А. Успенский, И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 96. – С. 323-333.

4. Переработка шин и их элементов/ И.А. Афиногенов, Н.В. Бышов, С.Н. Борычев и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – №10 (124). – С. 366 – 389.

5. Современный взгляд на производство картофеля [Электронный документ]/ Н.В. Бышов, С.Н. Борычев, А.А. Симдянкин, А.С. Колотов, С.В. Колупаев, И.Н. Кирюшин, И.А. Успенский, А.В. Шемякин, И.А. Юхин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2017. - № 128(04). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/08.pdf>

6. Кирюшин, И.Н. Модернизированный выкапывающий рабочий орган картофелеуборочной машины/ И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Вестник ФГБОУ ВПО РГАТУ. - 2014. - № 1 (21). - С. 112-114.

7. Разработка технического средства для защиты от коммутационных

перенапряжений конденсаторной установки/ О.О. Максименко, Е.С. Семина, А.С. Колотов и др. // Сб.: Научно-инновационные технологии как фактор устойчивого развития отечественного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. – С. 176-179.

8. Пат. РФ № 183361. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Борычев С.Н., Успенский И.А., Колошеин Д.В., Волков А.И., Маслова Л.А., Колотов А.С., Евдокимова Л.В. – Оpubл.19.09.2018; Бюл.№ 26

9. Оценка методов диагностирования керамических тормозных дисков / Д.А. Воробьев и [др.] // Сб.: Научно-практические аспекты инновационного развития транспортных систем и инженерных сооружений : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – 2020. – С. 223-228.

10. Прибылов, Д.О. Повышение эксплуатационной надежности транспортно-технологических машин/ Д.О. Прибылов, А.С.Колотов // Наука молодых - будущее России : Сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск, 2021. – С. 160-163.

11. Ушанев, А.И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А.И. Ушанев, А.С. Колотов, И.А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2020. – С. 425-429.

12. Колотов, А.С. Обоснование параметров почвозацепов дисков комбинированных подкапывающих органов картофелеуборочных машин : дис. ...канд.техн. наук/ А.С. Колотов. – Рязань, 2015. – 140 с.

13. Факторы обеспечения качества погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки сельскохозяйственной продукции/ К.А. Дорофеева [и др.] // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2017. – С. 101-105.

14. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса/ А.С. Колотов [и др.] // Сб.: Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина. МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». –

2021. – С. 272-276.

15. Лабораторно-полевые испытания экспериментального копателя с модернизированным подкапывающим рабочим органом/ А.С. Колотов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 107. – С. 433-442.

16. Успенский, И.А. Обзор современных конструкций подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин и анализ перспективных направлений их развития/ И.А. Успенский, И.Н. Кирюшин, А.С. Колотов // Сб.: Научные приоритеты в АПК: инновационные достижения, проблемы, перспективы развития : Материалы Международной науч.-практ. конф. – 2013. – С. 213-216.

17. Бортник, А.В. Устройства для сцепки машинно-тракторного агрегата с навесным оборудованием/ А.В. Бортник, О.В. Филюшин, А.С. Колотов // Сб.: актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта. – 2020. - С. 12-17.

18. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145.

19. Успенский, И. А. Интерактивный выбор рациональной технологии уборки картофеля/ И. А. Успенский, С. Н. Борячев, А. И. Бойко // Сб.: Научное сопровождение инновационного развития агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы : Материалы 65-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 20–21 мая 2014 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – С. 141-142.

20. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н. В. Бышов, С. Н. Борячев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – EDN TJAPKV.

21. Уборка и хранение картофеля: отдельные аспекты/ И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, Г.В. Калинина, Е.В. Меньшова, О.А. Ваулина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2022. - № 175. - С. 91-100.

22. Анализ энергетических показателей сельскохозяйственных машин/ И.А. Успенский, В.М. Переведенцев, С.Е. Крыгин, С.Н. Борячев // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства : Сборник научных трудов. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 1998. – С. 88-89.

23. Агрегат для высева семян в биоконтейнерах/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. А. Макаров // Сельский механизатор. – 2011. – № 9. – С. 10-11. – EDN OIRFEV.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ОРГАНОВ ПЕРВИЧНОЙ И ВТОРИЧНОЙ СЕПАРАЦИИ**

В технологической схеме, предназначенной картофелеуборочным комбайнам, для того чтобы сепарировать ворох от картофеля используются специальные механизмы, и их разделяют по 2-м главным группам:

— механизмы для первичной сепарации. Они отделяют клубни картофеля от не влажной сухой земли и имеют просеивающий тип;

— механизмы для вторичной сепарации. Они отделяют клубни картофеля от прочной, влажной земли.

Сепарирующие механизмы, осуществляющие первичную сепарацию, обязаны иметь высокую производительность - около ста двадцати кг/с с каждого ряда, должны не портить клубни, а также очищать их от земли до 92%.

Все эти условия могут быть обеспечены просевными рабочими органами. Типом просеивного рабочего органа можно считать решетный грохот. Ворох из картофеля и земли проходит вверх через решетный грохот, посредством постоянного подбрасывания, чтобы этот ворох не скатился, он удерживается специальными выступами, представляющими из себя продольные прутки. Исследования показали, что при помощи решетных грохотов, можно отделить земли от картофеля до девяноста двух процентов. Но если влажность земли составляет более двадцати одного процента, то грохотами земля почти не отделяется, потому как земля прилипает к решетам и ворох сгруживается, после чего весь процесс останавливается.

Чтобы обеспечить качественную сепарацию вороха, когда присутствует высокая влажность земли, применяют специальные механизмы, которые называют валковыми грохотами, они способны отсеять до девяноста трех процентов земли, проводя интенсивное разрушение и самостоятельно очищая свои рабочие органы. Но здесь имеется один недостаток – много клубней при этом повреждаются, до сорока процентов клубней. В данный момент времени самыми распространенными и эффективными просеивающими сепараторами являются механизмы, которые называют прутковыми элеваторами.

Когда перемещается ворох из почвы и картофеля при помощи полотна, землю и примеси просеивают через множество просветов между прутьями, тогда как клубни вместе с камнями перемещают за рабочий орган. При помощи таких сепарирующих органов можно отделить при нормальной влажности до восьмидесяти девяти процентов земли.

У прутковых элеваторов немного больше металлоемкость, нежели у грохотов, но им не требуются прочные рамы, поскольку у них небольшая вибрация и они могут самостоятельно очищаться. Но поскольку, если влажность земли будет меньше восьми процентов, он не может разрушить

комки земли и резко уменьшается способность просеивать, когда влажность более двадцати трех процентов, то производителям приходится создавать самые разные устройства, которые позволяют более интенсивно проводить сепарацию.

Самыми известными из интенсификаторов, которые ставятся на прутковые элеваторы, считаются встряхиватели эллиптического вида, их помещают на полотне элеватора с краю. Но даже учитывая то, что их конструкция проста, нельзя менять скорость полотна, и это не дает применять повсеместно это устройство.

Но конструкторы пришли к созданию активных встряхивателей с регулировкой, представляющие собой 2 ролика. Они крепятся на двуплечевом рычаге с двух концов, что дало возможность шире их использовать. Здесь можно увидеть, что повреждение клубней напрямую зависит от того насколько часто и с какой амплитудой их встряхивают, и это нежелательно.

Пока самым перспективным способом, который может очень интенсивно проводить сепарацию, можно считать использование «волнового» элеватора. Этот элеватор является просто элеваторным полотном, которое располагается между двух поддерживающих роликов. Ролики двигаются при помощи гидравлического привода. Бортовой компьютер устанавливает заранее прописанный режим работы, с учетом скорости полотна и передвижения роликов так, что полотно двигается по типу «бегущих волн» по движению элеватора, это заново ориентирует их, помогает лучше разрушать комки земли и перемещать клубни.

Российское машиностроение, для того чтобы более интенсивно обрабатывался ворох, изготовило специальный шнек, который размещают сверху полотна параллельно прутьям или горизонтально и к ним под углом. Высокое качество сепарации, вместе со способностью плавно регулировать частоту вращения, не составили конкуренцию тому, что есть высокая материалоемкость и повреждения картофельных клубней. Проведение анализа действующих технологий, делающих сепарацию более интенсивной, когда производится первичная сепарация, на прутковых элеваторах показало, что наиболее действенным методом будет формирование такого интенсификатора, который позволит переориентировать и осуществлять передвижение в ворохе, когда он перемещается в элеваторе. Как пример, можно применить, расположенные сверху полотна, ворошители.

Качественность сепарирования вороха в частях машин по уборке картофеля, будет изначально зависеть от того, в каком состоянии к ним поступает клубненосный пласт. Характеристики этого пласта напрямую зависят от того, насколько качественно работают рабочие органы подкапывания и насколько машина производительна вообще.

В связи с этим, модернизация его конструктива имеет большую значимость для того чтобы улучшить агрономические и технические показатели машин для уборки картофеля. Чтобы сепарация пласта клубней проходила более интенсивно, нужно уже при подкапывании активно воздействовать на пласт, чтобы не брать лишнюю землю, и чтобы пласт не

крошился. Также при этом можно увеличить скорость до восьми километров в час. Необходимые требования, которое предъявляется к механизмам подкопа - выставление ограничения на тяговое сопротивление, эффективная резка остаточной растительности и обеспечение перемещения пласта к сепарирующим механизмам. А.А. Сорокиным впервые было дано теоретическое обоснование передвижения пласта после подкопа по вибрационному лемеху, и это после экспериментов доказало, что в этом случае очень сильно уменьшается тяговое сопротивление, а пласт меньше крошиться.

Но последующее исследование механизмов в вибрационном лемехе, которое провели Б.И. Турбин и В.И. Дроздов, выявило, что вибрация в машинах по уборке картофеля, которая появляется от инерционных сил работающего лемеха или от боковины в полной мере убрать нельзя. Основываясь на проведенных экспериментах, определили, что вибрационный лемех имеет недостаток, заключающийся в том, что образуется волнообразный профиль, который может подрезать нижние клубни. Чтобы клубни не повреждались, глубина хода у лемеха устанавливалась на три сантиметра более чем у пассивного и это больше загружало рабочие органы, осуществляющие первичную, и немного вторичную сепарацию.

Проведя анализ исследований по работе органов подкопа, можно сказать, что необходимо увеличить обрабатываемую почву примерно на семьдесят тонн с заглублением лемеха в сантиметр на одном гектаре. Кроме того, совершенно ясно, что более глубоко подкопанная земля сильно уменьшит сепарирование, проводимое первичными рабочими органами машин по уборке картофеля. По причине указанных недостатков, лемехи в картофелеуборочных машинах применяются ограниченно.

Анализируя действующие технологические схемы машин по уборке картофеля, можно увидеть, что, как правило, на механизмах подкопа, проводят установку пассивного лемеха, имеющего пассивные боковины. Но когда проводится работа на сложной почве и в сложном климате РФ, когда присутствует увеличенная влажность и на земле, где есть остатки растительности, появляется сбой — сгуживается почва. В связи с этим, сейчас на копатели не устанавливают боковины, вместо них производится установка отрезающих дисков. Они способствуют ограничению захвата плотной земли, отрезают остатки растительности и более качественно перемещают пласт.

Сейчас стало повсеместно применять совмещенные технические решения при подкопе, в них соединяются опорно-опресовывающие катки, пассивные лемехи, имеющие дополнительные механизмы, которые препятствуют сгуживанию и крошению пласта, помогающие передавать пласт на органы сепарации. Очень распространенной комбинацией являлся скомбинированный механизм, в котором были сферические диски, устанавливаемые с развалом и копирующие катки. Данная комбинация позволяла обжимать пласт и улучшала его перемещение по лемеху, который имел кривизну по радиусу диска. Если поменять угол в развале дисков, то будут меняться обжатие пласта по силе и уровень эффективности воздействия на него.

С помощью продольного шнека, располагающегося вверху лемеха, пласт

перемещается, предотвращается переброска пласта на впереди стоящую грядку. Но из-за значительной металлоемкости, огромных затрат энергии, сложной настройки органов подкопа, такую комбинацию стали применять очень ограниченно в машинах по уборке картофеля. Действующие машины тоже сконструированы по комбинированной схеме органов подкопа, с опорно-опресовывающим катком, пассивными вертикальными отрезающими дисками и секционным лемехом.

При помощи опорно-опресовывающего катка устанавливается глубина подкопа грядок, и разрушаются комки земли на поверхности. Дисками отрезается боковой пласт, каток препятствует его крошению на лемехе. Частично земля просеивается по зазорам по секциям лемеха и при помощи дисков. Чтобы герметизировать рабочий канал, куда поступает пласт, когда он переходит от лемеха к элеватору, у дисков производят монтаж ботвозатягивающих роликов. Ролики не даю наматываться ботве на стоящие впереди элеваторные ролики. Когда машина разворачивается, то происходит перекрытие рабочего канала при помощи опорно-опресовывающего катка, чтобы не потерять клубни.

Но когда работают комбинированные рабочие органы при увеличенной скорости или на рыхлой земле, то возможно появление технологических сбоев, называемых сгруживанием земли. Применяя приводные вертикальные отрезающие диски, нельзя добиться приемлемого результата, потому как диск плохо сцепляется с землей. Если повысить силу на боковое давление пласта по стороне диска, то это даст возможность лучше перемещать пласт. Когда работают органы подкопа, то появляется противоречивая ситуация - они обязаны минимально крошить пласт, чтобы быстро передать его на сепарацию, но вместе с тем, они должны его быстро разрушать, чтобы более эффективно просеивать землю при сепарации.

Таким образом работе было выявлено, что одним из перспективных направлений развития сельского хозяйства Российской Федерации является увеличение производства, повышение качества и уменьшение себестоимости возделывания картофеля. Ежегодная уборка – один из самых напряженных и дорогостоящих транспортно-технологических процессов. Картофель - высокозатратная культура и очень требовательна к уборке.

Наибольшие урожаи и доходы от производства картофеля получают там, где внедрены технологии, позволяющие оптимизировать энерго- и трудозатраты. На основе проведенного анализа существующих конструкций подкапывающих рабочих органов картофелеуборочных машин видно, что их интенсификация в первую очередь направлена на разработку устройств, позволяющих обеспечить качественное разрушение клубненосного пласта с возможностью транспортировки на органы первичной сепарации, что дает возможность увеличить производительность и агротехнические показатели работы всей машины.

### *Библиографический список*

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

2. Инновационные решения вторичной сепарации: результаты испытаний в картофелеуборочных машинах/ Р. В. Безносюк, Д. Н. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2011. – № 4(12). – С. 34-37. – EDN OOMNQZ.

3. Патент на полезную модель № 129345 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2012133070/13 : заявл. 01.08.2012 : опубл. 27.06.2013 / И.А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – EDN BVYRTJ.

4. Патент № 2464765 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2011105634/02 : заявл. 15.02.2011 : опубл. 27.10.2012 / Г. К. Рембалович, Д. А. Волченков, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – EDN OIHBUM.

5. Патент № 2454850 С1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от примесей : № 2011105511/13 : заявл. 14.02.2011 : опубл. 10.07.2012 / В. А. Павлов, Г. К. Рембалович, Р. В. Безносюк [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – EDN FHKPNE.

6. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – EDN TJARKV.

7. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского

хозяйства. – EDN ZLANIT.

8. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области/ Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68. – EDN QUURQZ.

9. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429. – EDN YTLLTD.

10. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин/ Б. А. Нефедов, Н. А. Костенко, Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 346-365. – DOI 10.21515/1990-4665-124-018. – EDN XQZNVL.

11. Патент на полезную модель № 68847 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2007122130/22 : заявл. 13.06.2007 : опубл. 10.12.2007 / С. В. Колупаев, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – EDN ZWVOTZ.

12. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

13. Повышение эффективности уборки картофеля в условиях пониженной влажности : Монография/ И.В. Лучкова, С.Н. Борычев, Д.Е. Каширин, М.Ю. Костенко, В.А. Макаров, А.В. Мачнев, И.А. Мурог, С.Д. Полищук, Г.К. Рембалович, В.М. Ульянов, М.Н. Чаткин. – Рязань : РГАТУ, 2022. – 148с.

14. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

15. Классификация сепарирующих рабочих органов механического принципа действия/ Н.В. Бышов, С.В. Галушкин, С.Е. Крыгин, Ю.В. Якунин // Юбилейный сборник научных трудов сотрудников и аспирантов РГСХА: 50-летию академии посвящается. – Рязань : Сахара, 1999. – С. 277-279.

16. Старовойтов, В. И. Развитие массового возделывания топинамбура – предпосылки для улучшения экологии/ В. И. Старовойтов, Н. В. Воронов, О. А. Старовойтова // Международный агроэкологический форум : Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 года / Международный Научный комитет. Том 2. – Санкт-Петербург : Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-

исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013. – С. 135-141. – EDN RPTULR.

17. Пути повышения пищевой ценности картофеля/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, Н. В. Воронов [и др.] // Сб.: Агротехнологии XXI века : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф с международным участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, 11–13 ноября 2015 года / Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. Том Часть 4. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2015. – С. 48-53. – EDN WIVIXR.

18. Манохина, А. А. Методика выращивания топинамбура/ А. А. Манохина, О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник статей Международной науч.-практ. конф. молодых ученых. Том II. – Пенза : Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 160-162. – EDN XDHTNZ.

19. Методические рекомендации к типовой технологии крупномасштабного производства оригинальных семян топинамбура/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, О. С. Хутинаев [и др.]. – Москва : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2016. – 29 с. – EDN YKXRQJ.

20. Старовойтов, В. И. Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура- вектор развития новых продуктов питания/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам III науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 606-614. – EDN YJPRGD.

21. Высокоточные технологии возделывания картофеля/ В. И. Старовойтов, Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов [и др.]. – Москва : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – 50 с. – EDN VOBETW.

**УДК 631.3**

*Голиков А.А., к.т.н.,  
Мошнин А.М., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **РЫНОК ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ**

В сложившейся ситуации на мировой арене рынку Российской Федерации предстоит в ближайшее время осуществить множество трансформаций. Наложённые ограничения (санкции), как на импорт, так и на экспорт сильно ударят по агропромышленному комплексу страны [1, 2]. Проблемы с

поставками новой техники поставят крест на наращивании производственных мощностей сельхозпроизводителей, а отсутствие запасных частей способно усугубить существующее положение дел.

Рассмотрим существующее положение дел в отдельном сегменте рынка – продаже картофелеуборочной техники в РФ [3, 4, 5, 6, 7]. В настоящее время на предприятии ООО «КОЛНАГ» выпускают следующие модели картофелеуборочной техники:

однорядный прицепной комбайн AVR Spirit 6100;

двухрядный прицепной комбайн AVR Spirit 5200;

двухрядный прицепной комбайн AVR Spirit 6200;

двухрядный прицепной комбайн AVR Spirit 9200;

двухрядный картофелекопатель AVR Lynx;

самоходный картофелеуборочный комбайн AVR Puma 4.0.

Рассмотренный модельный ряд картофелеуборочной техники предназначен в первую очередь для крупных агропромышленных предприятий страны. Для удовлетворения потребностей мелких хозяйств существуют менее дорогостоящие и соответственно производительные экземпляры. Так картофелеуборочный комбайн ККР-2 (рис. 1) производят на базе ООО «Агротехмаш» (Рязанская область), технические характеристики которого выглядят следующим образом: двухрядный, с бункером-накопителем на 2 тонны.



Рисунок 1 - Картофелеуборочный комбайн ККР-2

На предприятии ООО «АгроСпецАнгар» (Рязанская область) налажен серийный выпуск двухрядного комбайна ККУ-2А с бункером вместимостью 700 кг (рис. 2).



Рисунок 2 – Комбайн картофелеуборочный ККУ-2А

Сразу на двух предприятиях Рязанской области – ООО «АгроСпецАнгар» и ООО «Агротехресурс» в настоящее время выпускают двухрядный картофелеуборочный комбайн КПК-2-01 (рис. 3).



Рисунок 3 – Картофелеуборочный комбайн КПК-2-01

В дополнение к отечественному производству картофелеуборочной техники рассмотрим варианты из дружественных стран, к примеру из Республики Беларусь. Так на предприятии ПООО «Техмаш» (Гродненская область) выпускают прицепной картофелеуборочный комбайн ККУ-1 (рис. 1), обладающий следующими характеристиками (табл. 1).



Рисунок 4 – Картофелеуборочный комбайн ККУ-1

Таблица 1 – Технические характеристики комбайна ККУ-1

Агрегатируемость, тс	1,4
Количество убираемых рядов, шт.	1
Производительность, га/ч	0,25
Рабочая скорость, км/ч	6
Тип машины	прицепная

Кроме прочего на предприятии ОАО Гомсельмаш (Гомельская область) осуществляют серийный выпуск картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (рис. 1) со следующими эксплуатационными характеристиками (табл. 2).



Рисунок 5 – Картофелеуборочный комбайн ПКК-2-05

Таблица 2 – Технические характеристики комбайна ПКК-2-05

Высота выгрузки, м	2,8
Количество убираемых рядов, шт.	2
Ширина междурядья, см	70-75,9
Производительность, га/ч	0,84-1
Ёмкость бункера, кг	2500
Рабочая скорость, км/ч	2-6

Проведенный обзор позволяет с уверенностью предположить, что даже при дальнейшем ухудшении внешнеэкономических отношений картофелеводческие хозяйства РФ не останутся без уборочной техники, но ее эффективность будет существенно уступать существующим мировым аналогам (например, технике реализуемой компанией GRIMME) [8, 9, 10, 11].

### *Библиографический список*

1. Борычев, С. Н. Технологии и машины для механизированной уборки картофеля (обзор, теории, расчет) : Монография/ С. Н. Борычев; М-во сельского хоз-ва и продовольствия Российской Федерации, Департамент кадровой политики и образования, ФГОУ ВПО Рязанская гос. с.-х. акад. им. П. А. Костычева. – Рязань : РГСХА, 2006. – 220 с.

2. Высокоточные технологии возделывания картофеля/ В. И. Старовойтов, Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов [и др.]. – Москва : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – 50 с. – EDN VOBETW.

3. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429. – EDN YTLLTD.

4. Романова, Л. В. Инновации и перспективы развития сельскохозяйственной техники в РФ/ Л. В. Романова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей V Международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 28-29 октября 2021 года. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 56-60.

5. Лучкова, И.В. Развитие картофелеуборочной техники и ее современные перспективы/ И.В. Лучкова, С.Н. Борычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2020. - № 2 (58). - С. 419-428.

6. Крыгин, С.Е. Проблемы технического обеспечения уборки картофеля в Рязанской области/ С.Е. Крыгин // Инновационные и нанотехнологии в системе стратегического развития АПК региона, Тверь, 13–15 ноября 2013 года. – Тверь : СФК-офис, 2013. – С. 201-206.

7. Карпов, Е.С. Мировые и российские тенденции развития отрасли картофелеводства/ Е.С. Карпов, О.В. Лозовая // Сб.: Молодежь и наука: шаг к успеху: сборник научных статей 4-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск : РГАТУ, 2020. - С. 232-235.

8. Патент на полезную модель № 102171 U1 Российская Федерация, МПК А01В 76/00. Устройство для гашения энергии падающих клубней плодов картофеля : № 2010124021/21 : заявл. 11.06.2010 : опубл. 20.02.2011 / К. С.

Беркасов, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева. – EDN YBCPBJ.

9. Алгоритм сохранения качества плодоовощной продукции при уборочно-транспортных работах/ И. А. Успенский, И. А. Юхин, С. В. Колупаев, К. А. Жуков // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 12. – С. 12-15. – EDN RPYLRF.

10. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – EDN TJARKV.

11. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин/ Б. А. Нефедов, Н. А. Костенко, Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 346-365. – DOI 10.21515/1990-4665-124-018. – EDN XQZNVL.

**УДК 631.3**

*Мошин А.М., студент,  
Тришкин И.Б., д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **НАУЧНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

Картофель – важнейшая сельскохозяйственная производственная культура в стране. Применяется как продукт питания первостепенной важности с переработкой в крахмал, спирт и корм для животных. В данный момент России принадлежат лидерские позиции при производстве культуры в отношении объема и посадочных площадей до 15 % в мире. Технологически уборка является наиболее ответственным и трудоемким процессом с 60 % затрат при картофельном производстве. Согласно практическим исследованиям, машины по уборке картофеля – копатели и комбайны производства России в сельском хозяйстве отличаются сниженными показателями в отношении качества работы и эффективности в зонах увеличенного увлажнения как в Северо-Западном регионе России. Если проводится уборка картофеля на суглинистых почвах с включениями камней при повышенной влажности, вызванной сепарацией пласта почвы с низкой эффективностью, наблюдается потеря многочисленных клубней. Необходимо прибегнуть к работе агрегатов по уборке на сниженных скоростях, вызывающих снижение уровня производительности и повышающих затраты с материально-технической точки зрения.

Многочисленные метеонаблюдения позволяют установить особенности периода картофельной уборки в местностях, где наблюдается повышенный

уровень увлажнения: в Ленинградской, Новгородской и других областях с протеканием в условиях сложной почвы и климата (рис. 1), что приводит к необходимости разработки машин по уборке картофеля, эффективно и надёжно функционирующих в подобных условиях.

Анализ данного направления научных исследований показывает отсутствие результатов с практической точки зрения в изменениях конструкции машин для картофельной уборки для повышенной производительности и качественной работы на влажных почвах суглинистого типа. Решение проблемы задерживается в силу особенностей механизированной уборки в области производства и технологии, ухудшения свойств почвы с физико-механической точки зрения, если повышается влажность.

Рабочие органы сепарации копателей картофеля и комбайнов по уборке картофеля отличаются наибольшей нагрузкой и ответственностью с точки зрения технологии. Качественные уборочные показатели зависят от надёжности и эффективности, демонстрируя потери, чистоту урожая и уровень повреждения клубней. Особенной актуальна проблема, связанная с разработкой и усовершенствованием сепарирующих органов для работы картофелеуборочных машин с повышенной эффективностью, модернизацией и подстройкой вариантов к условиям уборки.

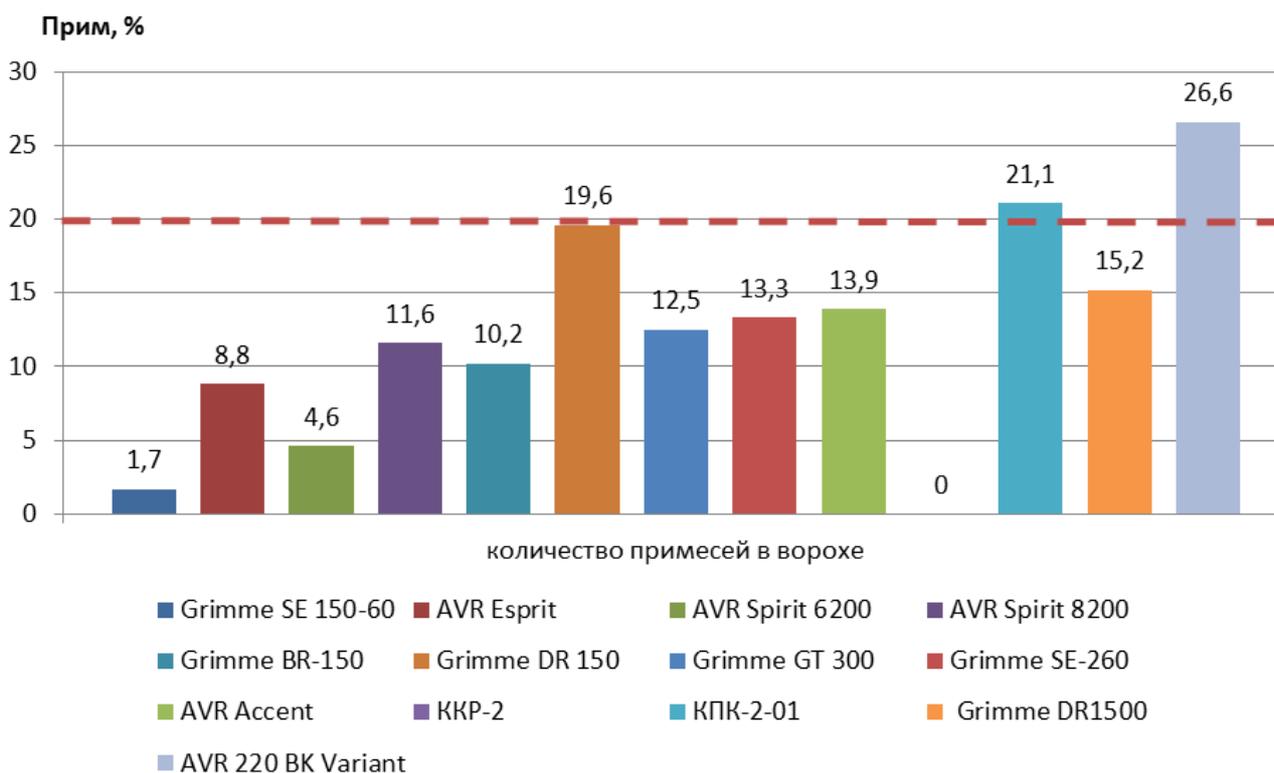
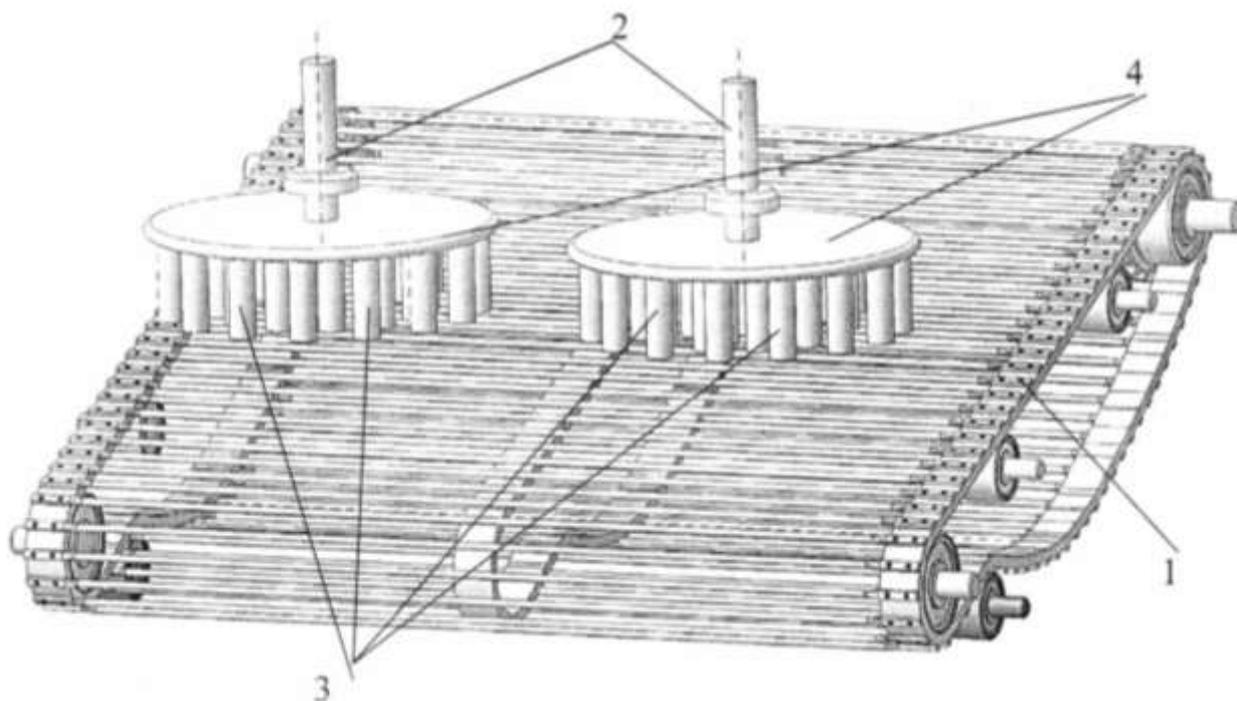


Рисунок 1 – Эффективность сепарации почвы у различных машин

Далее следует рассмотреть пример реализации направления совершенствования рабочих органов уборочной техники, направленный на повышение разрушительной и сепарационной эффективности пласта, который является клубненоносным, согласно применению в конструкции картофелекопателя интенсификатора сепарации (рис. 2).



1 – элеватор; 2 – интенсификаторы; 3 – пальцы; 4 - обрезиненные диски  
Рисунок 2 – Усовершенствованное сепарирующее устройство

Применение предложенного устройства позволяет увеличить эффективность отделения почвенных примесей из картофельного вороха при снижении повреждений клубней, и повысить эксплуатационную производительность копателя.

Согласно исследованиям (табл. 1), проведенным на практике, показатели качества технологического процесса копателей модернизированного типа (потери, чистота и повреждение клубней урожая) многократно превышают серии картофелекопателей КТН-2В при увеличенной влажности, на почвах суглинистого типа с включениями камней.

Таблица 1 – Результаты сравнительных испытаний

Показатель	Единицы измерений	Картофелекопатель КТН-2В	
		Серийная	Модернизированная
Период испытаний		Сентябрь-октябрь	
Количество машин	ед.	1	1
Средняя рабочая скорость	км/ч	2,5	2,7
Ширина захвата	м	1,4	1,4
Наработка за период испытаний	ч	114,28	105,82
Средняя годовая наработка:	ч	57,14	52,91
Производительность	га/ч	0,29	0,33

Как видно из данных представленных в таблице 1, картофелекопатель, оснащенный усовершенствованным сепарирующим органом, показал свою эффективность в сравнении с серийным образцом. При существенном увеличении производительности выполняемых работ (с 0,29 до 0,33 га/ч), агротехнические показатели машины соответствовали установленным границам (в первую очередь это касается чистоты картофельного вороха).

Получаемое в результате снижение эксплуатационных затрат в конечном счете положительно отразится на рентабельности производства картофеля.

Проведенные исследования позволяют сделать выводы о целесообразности проведения работ по совершенствованию рабочих органов картофелеуборочных машин.

Дальнейшая цель исследований по теме заключается в том, чтобы выявить рациональные параметры относительно конструктива и кинематики предлагаемых рабочих органов для сепарации.

### ***Библиографический список***

1. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.

2. Теоретические и практические основы применения современных сепарирующих устройств со встряхивателями в картофелеуборочных машинах/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 488-498. – EDN TJAPKV.

3. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. – EDN WHGHEX.

4. Анализ современного уровня и обоснование эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам/ И.А. Успенский и др. // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Материалы науч.-практ. конф. – Рязань, 2012. – С. 35-39.

5. Взаимосвязь характеристик повреждаемости клубней с параметрами технического состояния сельскохозяйственной техники в процессе производства картофеля/ Г. К. Рембалович, И. А. Успенский, Г. Д. Кокорев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 74. – С. 197-207.

6. Голиков, А. А. Совершенствование технологического процесса и рабочего органа сепарации картофелеуборочных машин : специальность 05.20.01 "Технологии и средства механизации сельского хозяйства" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук/ А.А. Голиков. – Рязань, 2014. – 138 с.

7. Инновационные процессы и устройства для «бережной» сепарации клубней в технологии машинной уборки картофеля/ Н.В. Бышов [и др.] // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России :

Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. – М., 2013. – Ч.1. – С. 275-279.

8. Патент № 2479981 С2 Российская Федерация, МПК А01D 91/02, А01D 17/00. Способ уборки картофеля и устройство для его осуществления : № 2011131354/13 : заявл. 26.07.2011 : опубл. 27.04.2013 / Н. Н. Колчин и др. ; заявитель Закрытое акционерное общество "Колнаг". – 12 с.

9. Патент № 2592111 С1 Российская Федерация, МПК А01D 17/10, А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2015104275/13 : заявл. 10.02.2015 : опубл. 20.07.2016 / Бoryчев С.Н. [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВО РГАТУ). – 9 с.

10. Патент на полезную модель № 129345 U1 Российская Федерация, МПК А01D 17/00. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2012133070/13 : заявл. 01.08.2012 : опубл. 27.06.2013 / И.А. Успенский [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – EDN BVYRTJ.

11. Патент на полезную модель № 157146 U1 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2015120963/13 : заявл. 02.06.2015 : опубл. 20.11.2015 / Д. А. Волченков, Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева" (ФГБОУ ВПО РГАТУ). – 3 с.

12. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями/ И. А. Успенский, Д. А. Волченков, Г. К. Рембалович [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2015. – № 6. – С. 35-38.

13. Повышение эффективности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при выполнении энергоемких процессов (на примере картофеля)/ С. Н. Бoryчев, Д. Н. Бышов, Н. В. Бышов [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 402 с.

14. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля/ М. Ю. Костенко, Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 1166-1187.

15. Технология уборки картофеля в сложных полевых условиях с применением перспективных решений в конструкции и обслуживании комбайнов/ Н. В. Бышов, С. Н. Бoryчев, Н. И. Верещагин [и др.]. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2015. – 304 с.

16. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Сельский механизатор. – 2016. – № 11. – С. 6-7.

17. Успенский, И. А. Исследование причин возникновения повреждений клубней картофеля при их загрузке в транспортное средство/ И. А. Успенский, И. А. Юхин, А. А. Голиков // Техника и оборудование для села. – 2019. – № 10(268). – С. 26-29.

18. Формирование комплекса картофелеуборочных и транспортных машин/ И. А. Успенский и др. // Техника и оборудование для села. – 2021. – № 2(284). – С. 27-31. – DOI 10.33267/2072-9642-2021-2-27-31.

19. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области/ Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68. – EDN QUURQZ.

20. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429. – EDN YTLTLD.

21. Бачурин, А.Н. Повышение эффективности использования энергонасыщенных тракторов/ А. Н. Бачурин, К. Н. Дрожжин // Вклад молодых ученых и специалистов в развитие аграрной науки XXI века: К 55-летию Рязанской государственной сельскохозяйственной академии. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2004. - С. 223-225

22. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

23. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

*Клёнова С.О., студент,  
Власов Г.С., студент,  
Гаврилина О.П. к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## ТЕХНОЛОГИЯ УБОРКИ ЯЧМЕНЯ

Основным источником для соловидного сырья среди злаковых культур является ячмень (рис. 1). Ячмень – одна из древнейших в мире зерновых культур, содержание белка в зерне достигает от 9% до 16% в зависимости от сорта и климатических условий. [1] Содержание белка, так же как и лизина, является важной характеристикой при использования ячменя в продовольственных и кормовых целях. [2] По агрохимическим характеристикам культура высевается в сентябре (озимый ячмень), в марте-апреле (яровой). Стоит отметить, что яровой способ посадки для ячменя используется, как правило, во всех климатических поясах страны начиная от лесотундры и до самых южных климатических поясов, так как ячмень обладает хорошей холодостойкостью, а также засухоустойчивость. [3] Семена могут прорасти при температуре 1-2 С.

Среди зерновых культур ячмень является самой раннеспелой культурой, а также имеет малые вегетационные сроки от 50 до 100 дней, в зависимости от месяца посадки и климатических условий варьируются сроки уборки культуры. Для созревания гибридных скороспелых сортов суммарная положительная температура в период вегетации должно составлять от 1000 до 1500 С. [4] При производстве работ по уборке зерновых культур необходимо учитывать климатические условия, а также особенности биологического созревания сорта ячменя. Озимый и яровой ячмень созревают равномерно, характерной особенностью зрелости ячменя является поникание колоса, он становится ломким. [5] Ячмень является очень требовательной культурой к срокам уборки в разных регионах нашей страны уборка происходит в различное время. Важной причиной контроля сроков уборки этой зерновой культуры является способность растения накапливать полезные элементы питания практически до конца вегетационного периода. Уборка урожая в ранние сроки может привести к уменьшению количества урожая (зерна не успевают набрать массу), а также уменьшение в нем полезных микроэлементов, и полезных веществ. [6] Уборка урожая в поздние сроки влечет за собой осыпание крупного зерна верхних колосков еще более поздняя уборка может вызвать полегания ячменя в следствии потерю урожая.

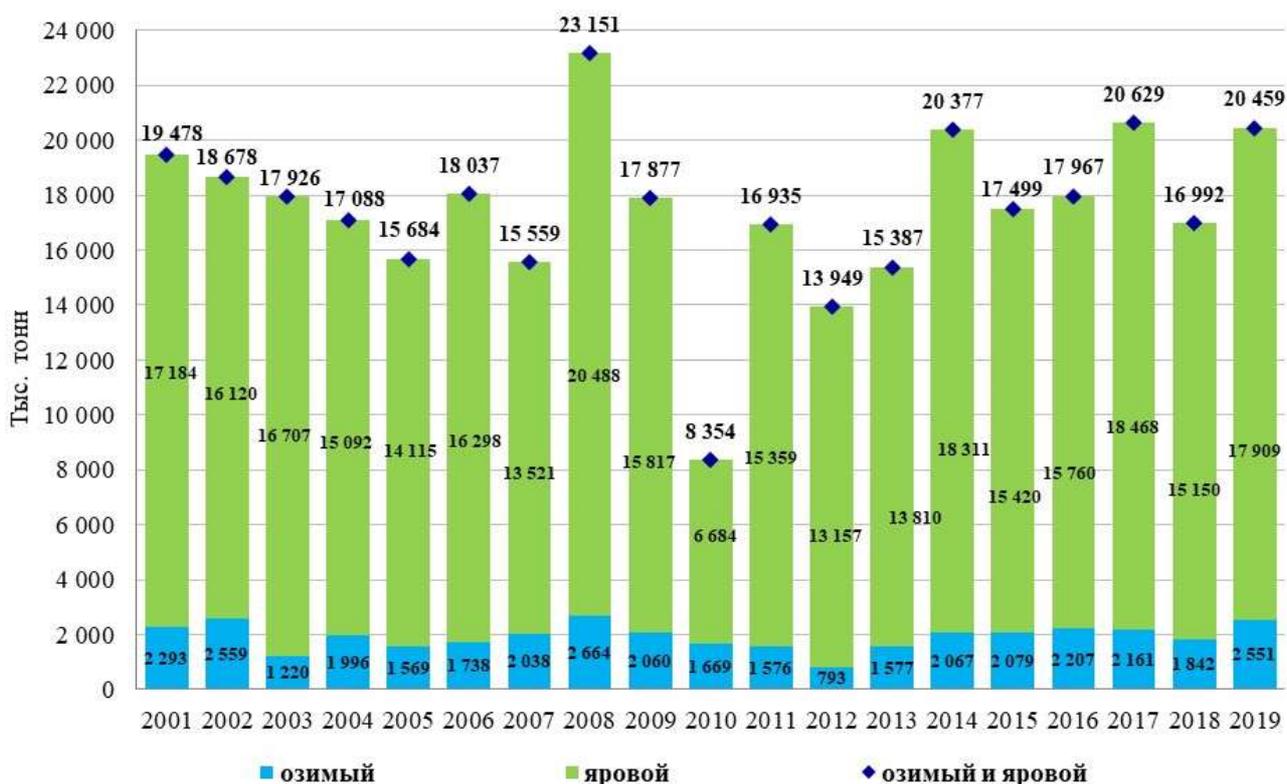


Рисунок 1 – Динамика посевных площадей ячменя

Перед началом уборочной компании необходимо провести технологический и химический анализ зерен, а именно необходимо определения количества микроэлементов в зернах их количество не должно превышать предельно допустимую норму. Также необходимо определить твердость зерна и влажность, стоит отметить, что от влажности будет зависеть способ уборки ячменя.

К основным способам уборки ячменя в настоящее время относят – прямое комбайнирование и раздельное комбайнирование (рис. 2). Для увеличения урожайности необходимо правильно сочетать оба способа уборки, выбор способа складывается от погодных условий и от сроков уборки урожая.

Применение однофазного способа уборки рекомендуется применять на посевах с редким и назким стеблестоем, влажность зерна при это должна составлять 16-18% стоит отметить, что при наличии современных комбайнов типа KLAAS производство уборки ячменя можно начинать при влажности зерна 26-28%. При сухих условиях проведения уборочной компании используют двухфазный способ уборки с укладкой скошенной массы в валки с последующим подбором и обмолотом хлебной массы, при этом уборка ячменя происходит в восковой фазе спелости зерна. Признаки этой фазы: влажность зерна составляет 25-35% зерно режется ногтем, смена окраски зерна. [7] Скашивание проводится в середине восковой спелости при влажности зерна 35% жатками ЖВН-6А, ЖСК-4Б (рис. 3), ЖРБ-4,2, ЖВН-6-12. Оптимальная высота среза – 18-20 см. Через 3-4 дня после скашивания, когда влажность зерна снижается до 19-22%, валки подбираются и обмолачиваются. Раздельная уборка ведется только при устойчивой сухой и солнечной погоде.



Рисунок 2 – Прямое комбайнирование



Рисунок 3 – Жатка валковая ЖСК 4В

Главным преимуществом двухфазного способа сбора ячменя заключается в том, что при этом способе зерна дозревают в валах и за счет этого приступить к уборке ячменя возможно на 5-7 дней раньше завершения налива и созревания зерна. Но недостаток этого метода заключается также в том, что скос ячменя в валки возможен только при высоте 60-70 см, что к примеру становится сложным в южных широтах нашей страны. [7]

Также стоит отметить, что после каждого способа уборки ячменя необходимо проверять его качественные характеристики.

Для проверки качества анализируют среднюю пробу массой 2 кг, выделенную из объединённой пробы зерна. Получившиеся анализы с этой массы распространяют на весь полученный урожай с этого поля. Но стоит

отметить, что еще одна проба берется непосредственно при поступлении партий зерна перед загрузкой в порту. Отбор проводят отведенные специалисты, пробы берутся из каждого автомобиля прибывшего на разгрузку.



Рисунок 4 – Проведение качественных характеристик ячменя

Рассмотрим основные виды проб для определения характеристик ячменя и его качества.

Так как ячмень является ценнейшим злаковым растением содержащий в себе концентрированным кормом для животных, так как содержит в себе следующие элементы:

- Белок
- Крахмал
- Витамины группы В
- Фосфор и др.

На основании этих данных в настоящее время определяются следующие характеристики ячменя.

- Содержание белка – нормальное значение составляет 8-12%. При превышении данного значения ячмень плохо поддается разрыхлению при солодоращения
- Содержание белка – менее 8% является предельным, так как это минимум необходимый для питания дрожжей.

Экстрактивность — нормальное значение составляет 80-82%. этот показатель характеризует количество органического вещества, которое способно переходить в водный раствор под воздействием ферментов солода.

### *Библиографический список*

1. Хозиев, О. А. Технология пивоварения : учебное пособие/ О. А. Хозиев, А. М. Хозиев, В. Б. Цугкиева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 560 с.
2. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур : учебное пособие/ В. В. Пыльнев, Ю. Б. Коновалов, Т. И. Хупацария [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 448 с.
3. Копытин, И. П. Ведение сельского хозяйства в Центрально-Нечерноземном округе России/ И. П. Копытин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с.
4. Карпова, Л. В. Семеноводство полевых культур : учебное пособие/ Л. В. Карпова, В. В. Кошеляев. — Пенза : ПГАУ, 2017. — 277 с.
5. Технология производства зерна ранних яровых культур в Костромской области : учебное пособие/ составитель А. Н. Смирнов. — пос. Караваево : КГСХА, 2021. — 84 с.
6. Обзор экономической ситуации по хранению сельскохозяйственной продукции в РФ/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства. - Рязань, 2019. - С. 75-78.
7. Biologically active nanomaterials in production and storage of arable crops/ S. D. Polischuk, G. I. Churilov, D. G. Churilov, S. N. Borychev, N. V. Vyshov, D. V. Koloshein, O. V. Cherkasov // International Journal of Nanotechnology. 2019. №16 (1/2/3). P. 133-146.
8. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2008. — № 7. — С. 47. — EDN JULUJP.
9. Жилияков Д.И. Методология анализа регионального размещения производства зерна/ Д.И. Жилияков, Т.Н. Соловьева, М.Н. Толмачев // АПК: экономика и управление. — 2010. — № 7. — С. 75–81.
10. Мельникова, О.В. Оценка адаптивности, пластичности и стабильности сортов ярового ячменя, возделываемых в Брянской области/ О.В. Мельникова, Ф.И. Клименков // Зерновое хозяйство. — 2007. — № 3-4. — С. 13-15.
11. Бышов, Н.В. Опыт использования энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на примере ЗАО "Павловское" Рязанской области/ Н. В. Бышов, К. Н. Дрожжин, А. Н. Бачурин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2010. - № 1. - С. 39-42.
12. Соколов, А. А. Эффективность биологически активных препаратов в повышении продуктивности ячменя и его устойчивости к корневым гнилям/ А. А. Соколов, Д. В. Виноградов // Сб.: Здоровая окружающая среда - основа безопасности регионов. — Рязань, 2017. — С. 269-272.
13. Кузьмин, Н. А. Полевые культуры Рязанской области: биология, сортовой потенциал, сортовая агротехника, семеноводство/ Н. А. Кузьмин, О. А. Антошина, О. В. Черкасов. — Рязань: Рязанский государственный

агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2014. – 301 с.

14. Ваулина, О.А. Организационно-управленческие аспекты в зернопроизводстве/ О.А. Ваулина // Сб.: Потребительский рынок: качество и безопасность товаров и услуг : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 37-41.

15. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. – С. 98-102.

УДК 631.171

*Богданчиков И.Ю., к.т.н., доцент,  
Бачурин А.Н., к.т.н., доцент,  
Булдышкин К.В., студент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань РФ*

### РЕЗЕРВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Для выполнения целей стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов на период до 2030 года не теряют своей актуальности вопросы увеличения производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА). Выработка или производительность, позволяет дать оценку эффективности использования техники, как в отдельности, так и в совокупности. Так, например, при рассмотрении технологической цепочки, которая выполняется 6 отдельными машинно-тракторными агрегатами (Рисунок 1), общая производительность будет соответствовать выработке МТА с самой минимальной производительностью [1, 2].

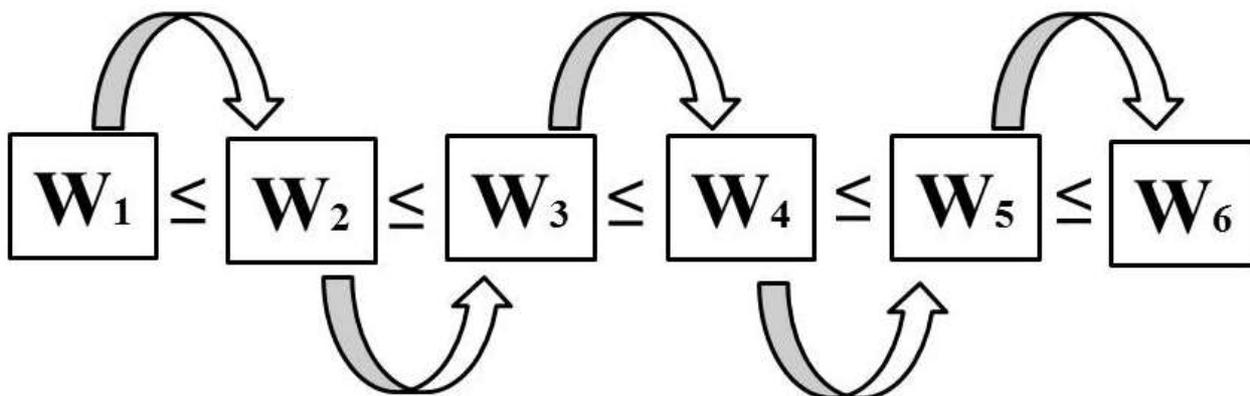


Рисунок 1 – Технологическая цепочка

Дневная производительность агрегата определяется из выражения [3]:

$$W_d = W_{см} \cdot k_{см} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{см} \cdot \tau \cdot k_{см}, \quad (1)$$

где  $W_d$  – производительность за рабочий день, га/день;

$k_{см}$  – коэффициент сменности (количество рабочих смен в дне, может быть

1...3, обычно 1...2);

$W_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/см;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$T_{см}$  – продолжительность смены, ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Учитывая высокую загрузку тракторов (на 1000 га пашни приходится 3 трактора [4]), то резервы увеличения производительности нужно искать в организационных мероприятиях (исключая дорогостоящие мероприятия) коэффициенте использования времени смены –  $\tau$ , который определяется как:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см}}, \quad (2)$$

где  $T_p$  – время работы агрегата, ч.

На рисунке 2 представлена зависимость сменной производительности пахотного агрегата с шириной захвата 1,9 м и рабочей скоростью 5 км/ч от коэффициента использования времени смены и продолжительности смены.

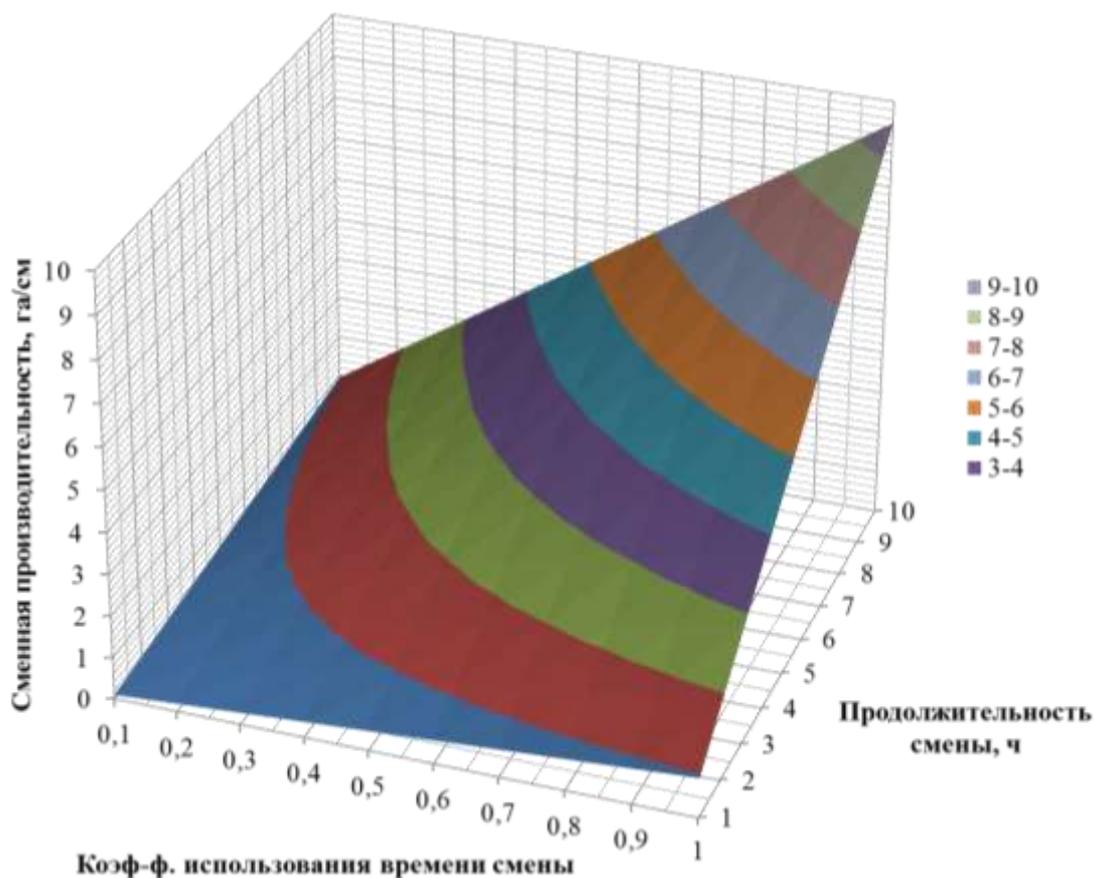
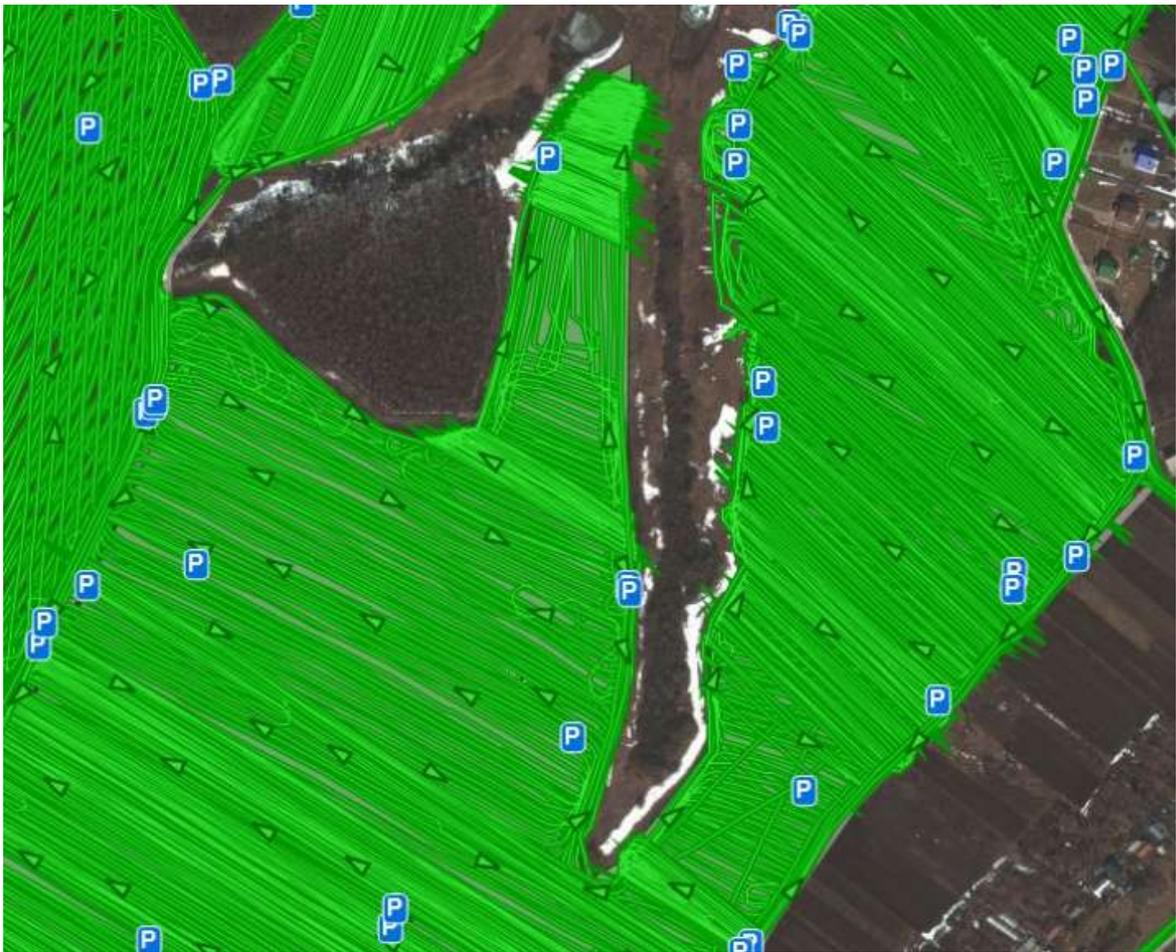
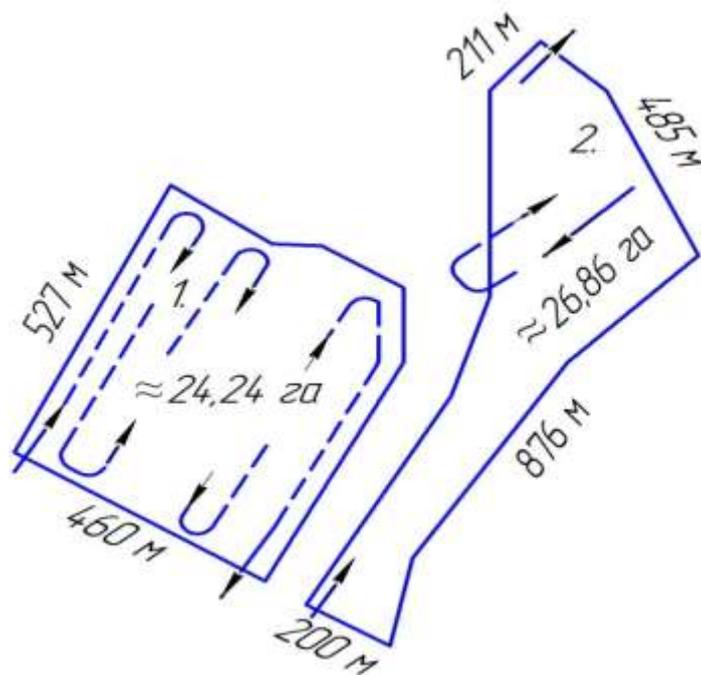


Рисунок 2 – Зависимость сменной производительности пахотного агрегата ( $B_p=1,9$  км/ч;  $V_p=5$  км/ч) от продолжительности смены и коэффициента использования времени смены



а



б

а – до оптимизации (данные из системы «СКАУТ»); б – после оптимизации  
Рисунок 3 – Схема движения МТА по полю

Увеличение продолжительности смены не всегда оправдано и сильно зависит от физических свойств механизатора [6], поэтому наиболее перспективным является оптимизация выполнения всех подготовительных и вспомогательных работ, максимально увеличивая время на выполнение чистой работы. Так, например, анализ данных системы спутникового мониторинга «СКАУТ» [7] техники задействованной в УНИЦ «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ показал, что только оптимизация траектории движения МТА по полю позволила увеличить сменную производительность на 7,9% , сократив сроки обработки поля (предпосевная культивация с боронованием) до 10,9 ч. (до оптимизации 12,7 ч.). В данном случае обрабатываемое поле (54,86 га) имело сложную конфигурацию, при этом 60% времени тратилось на обработку 3,76 га, на которых большую часть времени МТА совершал холостые переезды (Рисунок 3 а). Анализ показал, что в данном случае резервом увеличения производительности является оптимизация движения МТА по полю. Для этого была проведена разметка поля с выделением 2 участков. Движение МТА по ним было организовано таким образом, чтобы агрегат двигался вдоль самой длинной стороне обрабатываемого участка, что позволяет сократить количество холостых переездов и разворотов (Рисунок 3 б).

Организация технологического обслуживания МТА, также позволяет сократить время простоев до 20-25%. Например, для обслуживания уборочного или высевающего агрегатов, транспортный агрегат должен знать не только место, куда нужно подъехать, но и время, чтобы свести время, на его ожидание, к нулю. С другой стороны, всегда можно спрогнозировать запас рабочего хода агрегата по объему технологической емкости:

$$L_{т.р.} = \frac{10^4 \cdot V_{т.е.} \cdot \rho_{р-р.} \cdot \lambda}{N_{д.в.} \cdot B_p}, \quad (3)$$

где  $\rho_{р-р.}$  – плотность рабочего раствора, кг/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  – коэффициент использования объема технологической емкости ( $\lambda=0,8-0,95$ );

$N_{д.в.}$  – норма внесения рабочего раствора (в действующих веществах.), кг/га;

$B_p$  – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$V_{т.е.}$  – объем технологической емкости, м<sup>3</sup>.

Так, по выражению (3) можно организовать движение МТА таким образом, чтобы его заправка или опорожнение осуществлялись на одной и той же стороне поля. Такой подход позволит сократить расстояние и время холостых переездов транспортного агрегата, а также позволит сократить их негативное воздействие на почву.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что современные цифровые технологии по мониторингу техники позволяет получать достаточное количество информации, по которой можно оптимизировать работу МТА за счёт организационных методов. Также следует отметить, что при таком подходе резко возрастает значимость вспомогательного персонала, так например, операции по ежесменному обслуживанию техники можно возложить на инженерную службу, тогда обязанности механизатора сведутся к выполнению чистой работу МТА под его управлением.

### *Библиографический список*

1. Богданчикова, А. Ю. Оценка экономической эффективности технологий с использованием незерновой части урожая в качестве удобрения/ А. Ю. Богданчикова, И. Ю. Богданчиков, Т. М. Богданчикова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2014. – № 3(23). – С. 57-61.
2. Современная с.-х. техника и энергосберегающие технологии в хозяйствах Рязанской области/ Н. В. Бышов, А. М. Лопатин, К. Н. Дрожжин, А. Н. Бачурин // Сборник научных трудов, посвященный 55-летию инженерного факультета. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2005. – С. 43-47.
3. Богданчиков, И. Ю. Повышение производительности устройства для утилизации незерновой части урожая в составе машинно-тракторного агрегата/ И. Ю. Богданчиков, А. Н. Бачурин, Н. В. Бышов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-12. – С. 2580-2584.
4. Коротаева, Д.С. К вопросу обоснования рационального состава машинно-тракторного парка/ Д.С. Коротаева, И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин // Сб.: Современные направления повышения эффективности использования транспортных систем и инженерных сооружений в АПК : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2022. – С. 203-209.
5. Богданчиков, И.Ю. К вопросу об особенностях эксплуатации машинно-тракторных агрегатов для уборки незерновой части урожая на неровной местности/ И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Богданчикова // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2017. – С. 39-43.
6. Олейник, Д.О. Паспорт профессионального здоровья работника агропромышленного комплекса/ Д.О. Олейник, И. Б. Тришкин, В. С. Генералов // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». – 2008. – № 2(27). – С. 133-136.
7. Разработка системы управления транспортными и другими техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием системы ГЛОНАСС/ К. Н. Дрожжин, Д.О. Олейник, Ю.В. Якунин [и др.] // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2016. – № 2(3). – С. 94-100.
8. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan : IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145.

9. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.

10. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – EDN WDWUHN.

11. Патент на полезную модель № 105233 U1 Российская Федерация, МПК В60Р 1/28. Самосвальный кузов транспортного средства для перевозки легкоповреждаемой сельскохозяйственной продукции : № 2010119314/11 : заявл. 13.05.2010 : опубл. 10.06.2011 / Г. К. Рембалович, Е. П. Булатов, Г. Д. Кокарев [и др.] ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – EDN WDWUHN.

12. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин/ Б. А. Нефедов, Н. А. Костенко, Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 346-365. – DOI 10.21515/1990-4665-124-018. – EDN XQZNVL.

13. Бабков, А. П. Влияние эксплуатационных факторов на тяговое сопротивление транспортных машин/ А. П. Бабков, В. И. Варавин // Сб.: Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса : Материалы Международной науч.-практ. конф., Курск, 28–29 января 2016 года / Ответственный за выпуск И.Я. Пигорев. – Курск : Курская ГСХА, 2016. – С. 239-242.

14. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области/ С.А. Бельченко И.Н. Белоус В.В. Ковалев и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса : Сб. тр. XII междунар. науч.-практ. конф. – 2021. – С. 388-400.

15. Никифоров, А.Г. Оценка эффективности использования машинно-тракторных агрегатов/ А.Г. Никифоров, А.В. Алексеев // Актуальные проблемы АПК: взгляд молодых исследователей. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2017. – С. 220-225.

16. Лозовая, О.В. Автомобильный транспорт в АПК: влияние факторов роста производительности труда на производственный процесс/ Лозовая О.В. // Сб.: Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы национальной науч.-практ. конф. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2019. - С. 319-323.

17. Романова, Л. В. Инновации и перспективы развития сельскохозяйственной техники в РФ/ Л. В. Романова // Эксплуатация

автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей V Международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 28–29 октября 2021 года. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 56-60.

18. Коченов, В.В. Новые принципы повышения производительности зерноуборочных комбайнов/ В.В. Коченов, Н.Е. Лузгин, И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2016 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 98-102.

19. Патент № 2286666 С1 Российская Федерация, МПК А01G 1/00. Способ возделывания картофеля : № 2005105100/12 : заявл. 24.02.2005 : опубл. 10.11.2006 / В. И. Старовойтов, В. И. Черников, А. Ю. Холстинин [и др.] ; заявитель Акционерное общество закрытого типа Научно-производственная фирма "АгроНИР" (АОЗТ НПФ "АгроНИР"). – EDN GZJBVJ.

**УДК 631.3-048.24**

*Болотина М.Н., научный сотрудник,  
Щеголихина Т.А., научный сотрудник  
ФГБНУ «Росинформагротех», Москва, РФ*

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КУЛЬТИВАТОРОВ**

Технологическая модернизация агропромышленного комплекса предусматривает обновление его базы сельскохозяйственной техникой, в том числе почвообрабатывающей.

Обработка почвы является основополагающим мероприятием сельского хозяйства, от которого во многом зависит урожайность сельскохозяйственных культур [1]. Перед любыми посевными работами необходимо производить качественную обработку почвы, благодаря которой рыхлится верхний слой грунта и создаются оптимальные условия для прорастания и всхода растений. С этой работой прекрасно справляются предпосевные культиваторы. Ассортимент предпосевных культиваторов, как в России, так и за рубежом разнообразен. В статье представлена сравнительная характеристика культиваторов отечественных производителей Грязинского культиваторного завода и ООО «Агроцентр», а также культиватора чешской фирмы Farnet a. s.

Культиватор предпосевной универсальный «Богатырь» КПУ-9 Грязинского культиваторного завода предназначен для сплошной предпосевной обработки почвы, культивации после плуга, паровой обработки почвы под зерновые, технические и кормовые культуры и обработки стерни (рисунок 1а). Оснащен подпружиненным регулируемым выравнивателем, который выравнивает почвенный горизонт по всей ширине машины и разбивает

большие комья перед работой подвесок рабочих органов на тяжелых почвах. Он представляет собой набор пружинных стоек из полосы 80x10 с лопатообразной лапой шириной 150 мм, закрепленных на бруске. Регулировка выравнивателя по высоте производится с помощью гидроцилиндров, установленных на кронштейнах крепления выравнивателя.

Регулируется с помощью гидравлики из кабины трактора.



а



б

Рисунок 1 – а) культиватор предпосевной универсальный «Богатырь» КПУ-9;  
б) культиватор КСПО-850

На поперечных брусках рамы и крыльев устанавливаются подвески рабочих органов со стрелчатыми лапами шириной захвата 200 мм. Подвеска рабочих органов представляет собой S-образную стойку из полосы 70x12 мм. Отличительной особенностью культиватора КПУ является то, что подвески рабочих органов расставлены на раме и крыльях в 4 ряда через 660 мм в каждом ряду с перекрытием 167 мм. Вместе с высокой рамой такая расстановка подвесок исключает забивание и сгуживание увлажненной почвы.

Культиватор комплектуется катком для прикатывания, выравнивания и крошения комьев земли, а так же пружинной бороной для оптимального распределения соломы и выравнивания почвенного горизонта.

Агрегируется с тракторами тягового класса 5 и выше [2,3].

Следующий предпосевной культиватор отечественного производства КСПО-850 изготовителя ООО «Агроцентр» предназначен для ранневесеннего закрытия влаги, предпосевной обработки почвы и паров с целью более эффективной борьбы с сорняками, выравнивания и уплотнения семенного ложа, предпосевного прикатывания поверхности, создания равномерной структуры почвы. Универсален, может работать на всех типах почв, включая слабокаменистые, на маленьких глубинах[4].

Агрегируется с тракторами с двигателями мощностью 170-220 л.с [2].

Verso 9 PS – это полунавесной 5 рядный культиватор с низким тяговым сопротивлением (рисунок 2 а). Выпускается чешской фирмой Farnet a. s. Служит для предпосевной подготовки почвы после вспашки либо лушения – для выравнивания поверхности и подготовки посевного ложа. Глубина обработки – 10 см. Большим преимуществом культиватора является его отличная проходимость и устойчивость против забивания растительными остатками. Культиватор во время работы идет на установленных в середине рамы транспортных колесах, и, таким образом, оператор может плавно регулировать рабочую глубину в соответствии с фактическими почвенными условиями и предотвратить возможность забивания агрегата растительными остатками. Культиватор имеет простую систему складывания в транспортное положение [5].



Рисунок 2 – Культиватор Verso 9 PS

Технические характеристики культиваторов представлены в таблице 1[2,4,5].

Таблица 1– Технические характеристики культиваторов

Наименование показателя	КПУ-9	КСПО-850	Verso 9 PS
Производительность, га/ч,	до 13,5	от 9,7	11-13
Транспортная скорость, км/ч	-	20	25
Рабочая скорость, км/ч	15	8-12	8-15
Рабочая ширина захвата, м	9	8,4	9
Глубина обработки, см	12	4-12	0-10
Число стоек	54	41	115
Размеры в (транспортном положении), мм:			
длина			
ширина	8500	7800	6800
высота	3000	5200	3000
	4000	3700	4580
Масса, кг	7050	4200	4350

Культиваторы КПУ-9 и КСПО-850 отечественного производства не уступают по производительности чешскому культиватору Verso 9 PS. Но удельная материалоемкость на единицу производительности у отечественных культиваторов выше.

### *Библиографический список*

1. Болотина, М. Н. Анализ функциональных характеристик зубовых борон/ М.Н. Болотина, И.Г. Голубев, В.Я. Гольяпин // Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК : Сб. матер. междунар. научн.-практич. конф. – 2022. – С. 678-683.

2. Культиватор КПУ-9/12. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kultivator.ru/catalog/kultivatory/kultivator-predposevnoy-universalnyy-kpu-9-kpu-12/> (дата обращения 01.10.2022).

3. Культиватор предпосевной универсальный КПУ-9. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// http://chmis.ru/ispytaniya/102-2022/488-kultivator-navesnoj-dlya-vysokostebelnykh-kultur-krnv-5-6-147/](https://http://chmis.ru/ispytaniya/102-2022/488-kultivator-navesnoj-dlya-vysokostebelnykh-kultur-krnv-5-6-147/) (дата обращения 01.10.2022).

4. Сельскохозяйственная техника. Машины для обработки почвы: каталог/ М.Н. Болотина и др. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 208 с.

5. Предпосевные комбинации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.farmet.cz/ru/tine-harrow-verso> (дата обращения 03.10.2022).

6. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429. – EDN YTLTLD.

7. Мелешков, С. И. Совершенствование конструкции культиватора/ С. И. Мелешков, С. С. Тюленев // Сб.: Современные ресурсоэффективные

технологии и технические средства в АПК : Материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф., Курск, 31 марта 2021 года / Ответственный за выпуск С.Н. Петрова. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 77-79.

8. Тюрева, А.А. Восстановление лап культиваторов методом "компенсирующих элементов" с использованием наплавочного армирования/ А.А. Тюрева, С.А. Феськов // Труды инженерно-технологического факультета Брянского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 101-119.

9. Практикум по земледелию/ А.С. Мастеров, Д.В. Виноградов, М.В. Потапенко, С.И. Трапков, П.Н. Балабко, Е.И. Лупова. – Рязань, 2018. – 256 с.

10. Романова, Л. В. Инновации и перспективы развития сельскохозяйственной техники в РФ/ Л. В. Романова // Эксплуатация автотракторной и сельскохозяйственной техники: опыт, проблемы, инновации, перспективы : Сборник статей V Международной науч.-практ. конф., посвященной 70-летию Пензенского государственного аграрного университета, Пенза, 28–29 октября 2021 года. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 56-60.

11. Нургалиев, Л.М. Техника и приемы для рыхления переуплотненных почв/ Л.М. Нургалиев, Н.Е. Лузгин // Материалы международной научно-технической конференции "I юбилейные чтения Бойко Ф.К.", посвященной 100-летию Бойко Ф.К., 21 февраля 2020 года. – Уральск, 2020. – С. 297-303.

12. Патент № 2286666 С1 Российская Федерация, МПК А01G 1/00. Способ возделывания картофеля : № 2005105100/12 : заявл. 24.02.2005 : опубл. 10.11.2006 / В. И. Старовойтов, В. И. Черников, А. Ю. Холстинин [и др.] ; заявитель Акционерное общество закрытого типа Научно-производственная фирма "АгроНИР" (АОЗТ НПФ "АгроНИР"). – EDN GZJBVJ.

**УДК 632.95**

*Краплин Н.С. студент,  
Ступин А.С., к.с.-х.н, доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕСТИЦИДОВ НА ОБЪЕКТЫ АГРОЭКОСИСТЕМ**

До недавнего времени в сельском и лесном хозяйстве, а также в ветеринарии широко применялись хлорорганические пестициды, период полного разложения которых превышал 18 месяцев. Высокая персистентность препаратов, способность мигрировать на значительные расстояния, накапливаться в природных объектах обусловили повсеместное обнаружение их остатков. В связи с этим для регионов с интенсивной химизацией сельского хозяйства большое практическое значение имеет оценка степени фактической загрязненности среды остатками стойких пестицидов (СП) и прежде всего почвенного покрова, поскольку почва – основное депо

всякого рода поллютантов и почти во всех случаях – источник загрязнения воды, кормов и пищевых продуктов [1].

В настоящей работе описан методический подход к региональной оценке загрязненности почв остатками СП. Сущность его состоит в рекогносцировочном определении загрязненности почв региона остатками СП с целью выявления отдельных территорий с относительно повышенным их содержанием (субрегионы с экстремальной экотоксикологической ситуацией, ЭЭС) и определения скорости разложения этих остатков. Данный метод включает региональные (1–4) и субрегиональные (5–6) этапы работ: 1 – подготовительные (ознакомление с исследуемым регионом, разграфка его территорий на картографическую сетку); 2 – полевые (выбор ключевых участков, отбор с них почвенных образцов и подготовка их к анализу); 3 – лабораторные (химический анализ почвенных образцов на содержание в них остатков пестицидов); 4 – составительско-аналитические (подготовительные и собственно-составительские операции с картой и её анализ); 5 – экспериментально-полевые (проведение микрополевого опыта); 6 – статистико-составительские (статистическая обработка экспериментальных данных на компьютерах и составление рекомендаций).

Региональный этап. Основная цель работ – составление по данным химического анализа почвенных образцов среднемасштабной (мельче 1:200 тыс. до 1:1 млн. включительно) карты «Фактическое содержание остатков СП в почвах региона», позволяющей выявить отдельные субрегионы с ЭЭС [2].

Началу полевых работ, связанных с отбором почвенных образцов на исследуемой территории, предшествуют сбор и анализ картографического и справочного материала по региону. Для общего знакомства с регионом и выполнения в дальнейшем ряда работ региональных и субрегиональных этапов целесообразно располагать серией среднемасштабных карт (политико-административной, физико-географической, ландшафтной, почвенной, сельскохозяйственной и агроклиматической), общепринятых для республик, краёв и областей страны. В целом эти карты позволяют получить информацию о регионе как о самостоятельной или подчиненной территориальной единице, районировать его на равнинные и горные области, ознакомиться с дорогами для определения направления и протяженности маршрутов, выбора способов передвижения при полевых работах, получить сведения о сельскохозяйственной особенности территории, границах зон возделывания профилирующих сельскохозяйственных культур и т. д.

Разграфка территории региона на картографическую сетку проводится для определения расположения ключевых участков, на которых будут отбираться почвенные образцы с целью анализа содержания в них остатков СП. Наиболее подходящей основой для выполнения этой операции является физико-географическая карта региона. Разграфка проводится в меридианально-широтном направлении на квадраты размерами не более 50×50 км в масштабе карты. Сгущение сетки (до 40×40, 30×30 км и т. д.) влечет за собой увеличение объема полевых и аналитических работ. Для последующих операций целесообразно располагать кальковым вариантом картографической сетки в

пределах контура региона [3].

При выполнении полевых работ руководствуются ландшафтной, почвенной и сельскохозяйственными картами региона. Это необходимо для оценки ландшафтной, почвенной и сельскохозяйственной ситуаций в районе ключевого участка, что достигается путем совмещения картографической сетки с соответствующими картами и уточнением взаиморасположения квадратов сетки и контуров типов ландшафтов, почв, пахотных земель и многолетних насаждений, а также зон возделывания сельскохозяйственных культур.

Размер ключевого участка составляет 1 км<sup>2</sup>, участок находится в вершине квадрата сетки. Возможные отклонения в расположении участка связаны с размещением на этом месте несельскохозяйственных объектов (населенные пункты, авто- и железнодорожные магистрали и т. д.), а также с необходимостью обеспечить заданную удаленность (не менее чем на 1 км) ключевого участка от этих объектов. Особое внимание при этом обращается на расположение в районе ключевого участка аэродромов сельскохозяйственной авиации и пунктов приготовления рабочих растворов пестицидов. Ключевой участок выбирается на типичном для данного ландшафта рельефе. Целесообразно преобладание здесь и наиболее характерных сельскохозяйственных угодий, что уточняется по карте сельского хозяйства региона. На орошаемых территориях участок располагается в середине обводняемого массива.

Отбор почвы производится либо весной, сразу же после схода снега, либо осенью, после уборки урожая с пахотных земель и многолетних насаждений (согласно карте сельского хозяйства региона), а также с фоновых участков (пастбища, леса, заповедники, пустыни и т. д.). Осуществляется он по двум диагоналям ключевого участка через каждые 100–150 м с помощью бура или лопаты. При однородности рельефа (почвенного покрова) и сельскохозяйственных угодий (одинаковые культуры) отбирают 20 проб, при иных условиях – более 20 (в последнем случае необходимо не менее 5 проб с каждой формы микрорельефа, почвенной разности, а также из-под каждой культуры). При отборе необходимо в равной мере захватывать рядки и междурядья. Глубина проб на сельскохозяйственных угодьях – 0–25 см, на фоновых участках – 0–15 см (в последнем случае перед отбором удаляется слой дернины). После механического перемешивания однородных проб и квартования отбирается смешанный образец, достаточный для определения остатков пестицидов и агрохимического анализа. Образцы перед транспортировкой в лабораторию подсушивают до воздушно-сухого состояния. Идентификацию и количественное определение остатков СП в почвенных пробах проводят высокочувствительными газохроматографическими и другими методами. После химического анализа рассчитывают содержание остатков пестицидов в почве (в мг/кг или кг/га) [4].

Главным содержанием составительско-аналитических работ является составление авторского макета или оригинала карты «Фактическое содержание остатков СП в почвах региона». Собственно-составительским работам предшествуют подготовительные, включающие систематизацию результатов

химического анализа почвенных проб, их интерпретацию, разработку и оформление легенды к карте. Данные для систематизации могут быть представлены в виде суммы остатков разных СП или остатков индивидуальных пестицидных соединений, преобладающих по содержанию. Результаты химического анализа почвенных проб ( в мг/кг или кг/га) классифицируются различным образом: на две группы, отражающие содержание остатков пестицидов в почвах сельскохозяйственных угодий и фоновых участков; на несколько групп, в которые включаются данные, относительно близкие по уровню остаточного содержания пестицидов в почвах; на несколько групп, в которые входят данные, отображающие содержание остатков пестицидов в почвах из-под конкретных сельскохозяйственных культур. Тщательный анализ результатов систематизации данных позволяет сделать выводы о степени загрязненности почв сельскохозяйственных угодий и фоновых участков. Критерием для оценки служит уровень предельно допустимой концентрации (ПДК) пестицидов, соотнесенный с их фактическим содержанием. Об интенсивности использования СП в тех или иных севооборотах можно будет судить по загрязненности почв под конкретными сельскохозяйственными культурами.

Составляемая к карте легенда призвана отразить всю полноту необходимых сведений о регионе, включая степень загрязненности его почв остатками СП к моменту составления карты. Заносимые в легенду сведения должны быть систематизированы и расположены в определенном порядке. Для этого разрабатываются буквенно-цифровые и другие обозначения, принятые в картографии.

В качестве картографической основы для карты «Фактическое содержание СП в почвах региона» используют среднемасштабную бланковую карту региона. С карты агроклиматического районирования на эту основу переносят границы зон увлажнения, раскрашиваемые соответственно разработанной шкале; с карты сельского хозяйства – контуры пашни и многолетних насаждений, а также площади орошаемых земель. На свободном месте карты внутри рамки помещают дополнительную среднемасштабную карту (врезку) температуры почвы региона на глубине 0–20 см, уменьшенную примерно в 25–30 раз. Содержание СП (в мг/кг или кг/га) в виде геометрических знаков с указанием фона или конкретной сельскохозяйственной культуры, из-под которой отбирались почвенные образцы, наносят на картографическую основу, соответственно местам отбора проб (расположение концентрированное) [5].

Обязательным приложением к карте является пояснительная записка, составляемая на основе справочного материала о характеристике данного региона. В пояснительной записке кратко излагаются сведения о географическом положении региона, его политико-административном делении, рельефе, климате (агроклиматических областях), гидрографии, почвенном и растительном покрове, сельскохозяйственной основе территории и структуре земель, основных отраслях и культурах сельскохозяйственного производства, ассортименте пестицидов, используемых в данном регионе. Дается также

интерпретация экотоксикологической информации, содержащейся в карте, включая легенду [6].

После составления карты «Фактическое содержание остатков СП в почвах региона» необходимо провести анализ ее содержания с привлечением пояснительной записки. При этом оценивается экотоксикологическая ситуация в каждом отдельно взятом ключевом участке путем выделения значков, соответствующих относительно повышенному содержанию остатков СП в его почвах. Затем проводится районирование территории региона на отдельные субрегионы, различающиеся по содержанию остатков СП. Основанием для выделения субрегионов с ЭЭС служит наличие не менее двух-трех смежных ключевых участков с относительно повышенным содержанием остатков СП.

Субрегиональный этап. На этом этапе определяются скорость разложения остатков СП в почвах из субрегионов с ЭЭС в микрополевых опытах, статическая обработка экспериментальных данных и составляются рекомендации по уменьшению содержания этих остатков в почвенном покрове.

Первоначально необходимо отобрать почву из тех же ключевых участков, которые входят в субрегионы с ЭЭС. С целью приближения к натурным условиям разложения пестицидов в почве важно также определить гидротермические условия инкубирования почвенных образцов в опыте, что достигается путем выявления приуроченности субрегионов с ЭЭС к определенным зонам увлажнения и температурного режима, изображенных на карте. С некоторой долей условности можно рекомендовать для почвенных образцов, отобранных из сухой, полусухой и засушливой зон увлажнения, инкубирование при влажности 20–30 % от полной влагоемкости (ПВ), из полувлажной и полувлажной зон – при 50–60 % ПВ, из влажной зоны – при 80–100 % ПВ. С целью регистрации среднесуточной температуры почвы образцы инкубируются либо на одном участке, вблизи метеостанции (в случае относительно выравненных температурных условий субрегиона), либо на разных участках (в случае резких различий температурных режимов). Началу экспериментов предшествует определение в образцах исходного содержания пестицидов. Подготовленные соответствующим образом образцы (массой 1 кг) инкубируются в полиэтиленовых пакетах на глубине пахотного слоя. Их для контроля влажности извлекают не чаще одного раза в две недели. Отбор проб для химического анализа остаточного содержания СП проводят не менее трех раз в течение периода экспонирования, через каждые 2–3 мес.

Региональная оценка загрязненности почв остатками СП является первым этапом на пути установления уровня фактического загрязнения ландшафтов регионов с интенсивной химизацией сельского хозяйства. Дальнейшей задачей является определение содержания остатков СП в водной среде и в биоте (почвенной энтомо- и зоофауне, растениях и т. д.), столь необходимая для комплексной оценки последствий длительного применения химических средств защиты растений в отдельных регионах.

### *Библиографический список*

1. Ступин, А.С. Основные элементы интегрированной защиты растений/ А.С. Ступин // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК. - Рязань, 2017. - С. 438-444.
2. Ступин, А.С. Совершенствование химического метода защиты растений с учетом экологических требований/ А.С. Ступин, В.Ю. Петраков // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе : Сб. науч. тр. – Рязань, 2002. – С.73-75.
3. Ступин, А.С. Химические средства защиты, применяемые в растениеводстве/ А. С. Ступин, С.А. Механтьев // Юбилейный сборник науч. трудов студентов, аспирантов и преподавателей РГАТУ агроэкологического факультета, посвящ, 110-летию со дня рождения профессора И. С. Травина : Материалы науч.-практич. конф. - Рязань, 2010. - С. 152-153.
4. Ступин, А.С. Система защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов/ А.С. Ступин // Сб.: Вклад молодых ученых в развитие аграрной науки XXI века : Материалы Международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. 2-3 марта 2004, Рязань. – Рязань, 2004.- С.46-47.
5. Ступин, А.С. Основные принципы использования экономических порогов вредоносности в защите растений/ А.С. Ступин // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе : Сб. науч. тр. – Рязань, 2002. – С.73-75.
6. Ступин, А.С. Роль и задачи защиты растений в современных агротехнологиях / А. С. Ступин // Юбилейный сборник науч. трудов студентов, аспирантов и преподавателей РГАТУ агроэкологического факультета, посвящ, 110-летию со дня рождения профессора И. С. Травина : Материалы науч.-практич. конф. - Рязань, 2010. - С. 132-134.
7. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.
8. Андреев, К. П. Устройство самозагружающегося разбрасывателя удобрений/ К. П. Андреев, М. Ю. Костенко, А. В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 15-18. – EDN YPEXPD.
9. Влияние параметров зеленой массы на приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах/ Р. В. Безносюк, И. Ю. Богданчиков, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4(32). – С. 69-72.

10. Петрушина, О. В. Систематизация проблем рационального использования земель сельскохозяйственного назначения как условие реализации ресурсного потенциала развития АПК/ О. В. Петрушина // Сб.: Сб.: Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России : Материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 325-328.
11. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве зарубежных стран и России/ В.Е. Ториков, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус и др. – Брянск, 2004.
12. Шупинская, И.А. Влияние некорневых подкормок и высококремнистого цеолита на урожайность яровой пшеницы и компоненты антиоксидантной системы защиты растений/ И.А. Шупинская, Н.Е. Самсонова // Фундаментальные основы современных аграрных технологий и техники : Сборник трудов Всероссийской молодежной науч.-практ. конф. – Юрга : Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. – С. 174-177.
13. Сазонкин, К.Д. Эффективность применения фунгицидов с росторегулирующим действием в агроценозах озимого и ярового рапса/ К.Д. Сазонкин, Е.И. Лупова // Сб.: Soil-ecological problems of agrocenoses and ways to solve them // Azerbaijan national academy of sciences division of biological and medical sciences institute of soil science and agrochemistry. – Азербайджан, 2021.- С. 156-159.
14. Мурашова, Е.А. Пчелы в мониторинге экологической чистоты окружающей среды в условиях Рязанской области/ Е.А. Мурашова // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Международной науч.-практ. конф., Рязань, 18 мая 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». Том Часть 1. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 116-118.
15. Ерофеева, Т. В. Оценка влияния сельскохозяйственного производства на окружающую среду/ Т. В. Ерофеева, О. А. Антошина, С. Д. Карякина // Сб.: Экология и природопользование: тенденции, модели, прогнозы, прикладные аспекты : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 17 марта 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 38-41.
16. Андреев, К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности/ К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. С. 20-25.
17. Садовая, И. И. Адаптивный потенциал новых сортов зерновых культур/ И. И. Садовая// Стратегические направления развития

агропромышленного комплекса : Сборник статей 73-й Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. с международным участием. – Караваево, 2022. – С. 16-21.

18. Туркин, В.Н. Повышение эффективности современного растениеводства и агрохимии посредством получения и использования биологизированных удобрений и тукосмесей/ В.Н. Туркин // Сб.: Инновационные подходы к развитию агропромышленного комплекса региона : Материалы 67-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2016. - С. 91-94.

19. Старовойтов, В. И. Развитие массового возделывания топинамбура – предпосылки для улучшения экологии/ В. И. Старовойтов, Н. В. Воронов, О. А. Старовойтова // Международный агроэкологический форум : Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах, Санкт-Петербург, 21–23 мая 2013 года / Международный Научный комитет. Том 2. – Санкт-Петербург : Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук, 2013. – С. 135-141. – EDN RPTULR.

20. Пути повышения пищевой ценности картофеля/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, Н. В. Воронов [и др.] // Сб.: Агротехнологии XXI века : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной 85-летию основания Пермской ГСХА и 150-летию со дня рождения академика Д.Н. Прянишникова, Пермь, 11–13 ноября 2015 года / Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова. Том Часть 4. – Пермь : ИПЦ Прокрость, 2015. – С. 48-53. – EDN WIVIXR.

21. Манохина, А. А. Методика выращивания топинамбура/ А. А. Манохина, О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник статей Международной науч.-практ. конф. молодых ученых, посвященная 65-летию ФГБОУ ВО Пензенская ГСХА, Пенза, 27–28 октября 2016 года. Том II. – Пенза : Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. – С. 160-162. – EDN XDHTHZ.

22. Методические рекомендации к типовой технологии крупномасштабного производства оригинальных семян топинамбура/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, О. С. Хутинаев [и др.]. – Москва : Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2016. – 29 с. – EDN YKXRQJ.

23. Старовойтов, В. И. Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура- вектор развития новых продуктов питания/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции : Сборник статей по материалам III науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар,

20 марта 2017 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2017. – С. 606-614. – EDN YJPRGD.

24. Старовойтов, В. И. Влияние агрохимикатов на урожайность и потемнение мякоти клубней картофеля/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 5(69). – С. 7-14. – EDN VHDCIX.

**УДК 631.816**

*Орехов Д.Н. студент,  
Ступин А.С., к.с.-х.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

### **ДИСТАНЦИОННЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

При организации профилактических и защитных мероприятий на больших массивах оперативность сбора информации о состоянии сельхозугодий играет главную роль. Существующая традиционная система наблюдений уже не обеспечивает оперативного контроля за фитосанитарным состоянием культур, в связи с чем необходимо либо значительно расширить и технически оснастить службу сбора и обработки информации, либо разработать и внедрить принципиально новые научно-технические средства [1].

Наиболее радикальные изменения в службу защиты растений должно внести применение дистанционных авиационно-космических средств сбора информации, которая будет оперативно обрабатываться на электронно-вычислительных машинах.

Как известно, для оперативного и надежного решения задач по защите той или иной культуры на контролируемой территории необходима информация о состоянии сельхозкультур и угодий на всей контролируемой территории: наличии тех или иных патогенов, степени пораженности ими растений, достаточно точными границами пораженных участков. Эта задача с помощью аэрокосмической видеоинформации решается в тысячи раз быстрее, точнее и надежнее, чем наземными средствами.

По результатам полученной информации, с учетом динамики развития явлений, имеется возможность определить локализацию наиболее опасных очагов патогенов, прогнозировать их распространение и принять оптимальные решения о мерах ликвидации очагов или уменьшения вредоносности объектов. Эту вторую задачу наиболее успешно, объективно и быстро решают компьютеры, обрабатывая информацию, полученную дистанционными методами.

С помощью авиационных средств необходимо проводить контроль за результатами мер, принятых по материалам аэрофотосъемки и других нефотографических средств [2].

Подобный цикл контроля за фитосанитарным состоянием сельскохозяйственных культур и угодий должен повторяться в течение вегетации многократно, а в некоторых случаях - через каждые 7-12 сут. Однако в описанном цикле некоторые технологические операции требуют научно-исследовательских и опытных проработок. Аэросъемка как наиболее освоенный метод дистанционного зондирования за 3-4 ч может дать снимки сотен тысяч гектаров, но процесс их изучения и дешифровки пока выполняется визуально-инструментальными методами, производительность которых невелика. Уже несколько лет во многих странах усиленно разрабатываются методы автоматизированной дешифровки, в которых используются человеко-машинные системы, работающие в диалоговом режиме. Практическому внедрению таких систем должны предшествовать исследования по машинному распознаванию объектов, анализу видеoinформации, разработке дешифровочных признаков и алгоритмов распознавания. Результатом этих исследований в ближайшем будущем должны стать банк, библиотека спектральных и видеобразов и явлений (которые создаются на основе постоянно контролируемых как наземно, так и дистанционно эталонов, ключевых участков) для машинного дешифрирования снимков Земли, ее ресурсов.

Методики сбора и использования оперативной информации и особенно о фитосанитарном состоянии посевов и посадок представляют большой научно-производственный интерес, но в настоящее время находятся на начальных этапах разработки. Работу эту надо форсировать, так как экономическая выгода от ранней диагностики и контроля динамики патологических явлений на растительности приравнивается к выигрышу от самой защиты урожая.

Наиболее эффективно использование многоспектральных сканирующих или фотографических устройств с последующей обработкой полученной информации с помощью компьютеров. При этом возможны два пути - создание специализированных обработки или использование универсальных компьютеров. Специализированные системы позволяют получать результаты в оперативном режиме, но их разработка и применение в каждом конкретном случае связаны с высокой стоимостью и длительностью. Разработка же методик и обработки информации при этом, как правило, эквивалентна созданию новых систем. Именно поэтому идеология создаваемых систем, обработка алгоритмов более реально на универсальных позволяющих программным путем изменять методику. Только после получения универсальных удовлетворительных результатов, подтверждающих рентабельность специализированных систем, возможен обоснованный переход к их разработке [3].

Начальным звеном данного появления является изыскание методов классификации и оценки параметров фитосанитарного состояния агроэкосистем, где наиболее важными будут: методика алгоритмов визуальной интерпретации по материалам видео и фотоизображений оптимизацией и классификацией состава дистанционно фиксируемых параметров; создание алгоритмов для автоматизированного дешифрирования (распознавания) текущего состояния агроэкосистем по дистанционно фиксируемым признакам.

Создание алгоритмов визуально-инструментальной интерпретации по сути своей является этапом классификации дистанционно фиксируемых морфофизиологических, оптических, спектральных и других свойств и признаков объектов, что в свою очередь составляет главную цель разработки идеологии и методов дистанционного контроля фитосанитарным состоянием агроэкосистем, с последующим оперативным машинным анализом получаемой информации. При этом, если взять за основу 9-12-дневные циклы (этапы) развития подавляющего большинства вредителей и болезней сельскохозяйственных культур, реализация оперативно поступающих результатов аэрокосмического сбора и машинного анализа исходной информации в течение 7-10 дней сулит несомненные и весьма значительные выгоды.

Первым этапом работ, по нашему мнению, является изыскание комплексных унифицированных методов наземных учетов и наблюдений за состоянием посевов и посадок периоды, синхронные с аэрокосмическими съемками. Результаты интерпретации данных аэрофотосъемок о состоянии ключевых (эталонных) участков, контролируемых наземно, позволят выявить состав признаков и факторов, контролируемых дистанционно, определить наиболее перспективные виды съемки, типы пленок, а также состав и состояние объектов, контроль за которыми при помощи аэрокосмических съемок наиболее перспективен [4,5].

Результаты наших исследований по данной проблеме показали, что аэрофотосъемка на спектрзональные, цветные и ИК-пленки дает целый ряд преимуществ перед наземными способами контроля. Удастся получать информацию о начальных этапах патологических процессов в растительных тканях, мало заметных визуально; о нарушениях агротехнических мероприятий при внесении органоминеральных удобрений нерациональными способами:

- о динамике увлажненности почв зависимости от их типа и рельефа;
- о густоте травостоя культур и начальных признаках их полегания;
- о повреждениях посевов и посадок вредными организмами и степени их влияния на растительные ценозы;
- о засоренности угодий, в том числе и карантинными сорняками.

Все эти явления и факторы находят отражение на материалах аэросъемки в виде различий в текстуре, структуре, цветовых вариациях, геометрии распределения.

Наиболее результативно фотографирование на ИК-пленки: в ближнем ИК-диапазоне пористые ткани мезофилла здоровых листьев (органов с высоким тургором клеточных тканей и межклетников являются прекрасным и отражателями любой световой энергии. Однако столбчатой паренхимы, расположенная между жилками листа и сами жилки снижают или частично ослабляют способность отражать энергию в ближнем ИК-диапазоне. Этот уровень снижения (ослабления) зависит от морфофизиологического возрастного состояния листа и наиболее низок в периоды активной (весенней) вегетации. Как правило, это следствие избытков азотных удобрений и других стимуляторов роста и интенсивного деления клеток. Наиболее высока

способность отражения у листьев с восковым налетом, опушенных, покрытых экссудатом энтомопатогенов, пестицидами, пылью, что фиксируется в основном уже в видимой части спектра. Эти контрасты минимума и максимума отражательной способности листьев на спектрограммах имеют вид плавкой кривой и в точках перехода могут служить основой для исследования уровня иммунности ассоциаций к тому или иному комплексу вредных организмов в полевых условиях.

Наиболее резкие, нарушающие существующую плавность перехода контрасты отмечаются при падении тургора тканей вследствие какого-либо экстремального воздействия [6,7].

Эти изменения происходят, как правило, задолго до снижения отражательной способности листа в видимой части спектра. Для превизуального обнаружения этих изменений используется пленка, чувствительная к ближнему ИК-диапазону. Однако эти пленки позволяют улавливать и период первых едва видимых изменений хлорофилла клетках столбчатой паренхимы за счет значительного и быстрого падения тургора. Именно эти ИК-пленки позволяют на начальных этапах патогенеза получать максимальные цветовые контрасты между здоровой и пораженной тканью.

Свойства хлорофилла и хорошего тургора листа распространяются и на фитомассу ассоциаций и на фон, сопровождающий геометрию размещения этой массы специфичную для различных видов растений различных этапов их развития. Основную роль отражателя всех видов энергии при этом берет на себя мезофилльная ткань листьев и уровень тургора в тканях. По их состоянию, соотношению и количеству в дистанционно контролируемой фитомассе можно на материалах аэрофотосъемки определить вид, состояние растительности, влияние окружающего фона и многое другое. При этом по косвенным признакам и факторам влияния фона на состояние растений можно контролировать увлажненность почвы, угнетенность растительности, ее засоренность, геометрию ее размещения и т.д.

Материалы аэрофотосъемки проходят при этом предварительный (в интерактивном, диалоговом режиме) контроль оператора: проводится разделение информации в нашем конкретном случае о дереве от подстилающего фона на основании различий цветовых параметров, зафиксированных на изображении.

После выделения оператором уточненных цветовых полос и пятен при помощи компьютерной техники внутри них определяют геометрию, силуэт каждого отдельного дерева. Дальнейший анализ проводят на базе каждого отдельного силуэта дерева (его кроны), рассматривая внутри границ каждого силуэта форму, диаметр кроны, цветовые параметры каждого из трех спектров цвета (синий, красный, зеленый) и варианты их сочетаний. Затем деревья на основе цветовых характеристик группируют в 4-5 категорий: сильная, средняя, слабая патология и отсутствие патологии. Первый этап машинного анализа материалов аэрофотосъемки позволяет оперативно выявить и оценить сильную степень патологии.

Дальнейшее повышение чувствительности алгоритма и системы анализа

вариаций цвета на диапозитивах позволит повысить достоверность получаемых данных до 100% и приступить к классификации «слабой» и «средней» степени патологии и, следовательно, контролировать ранние начальные этапы патологических явлений на посадках и посевах [8].

Рассматриваемые в статье способы подхода к визуально-инструментальной интерпретации в диалоговом режиме материалов аэросъемки садов при простейшей алгоритмизации природных классов различных состояний деревьев и подстилающего их фона являются первыми начальными этапами возможности реализации машинного анализа материалов дистанционного контроля и, на наш взгляд, представляют определенный интерес методическом плане. Аналогичные проработки возможны и при оценке состояний других сельхозкультур.

### ***Библиографический список***

1. Ступин, А.С. Виды фитосанитарных прогнозов: их назначение и разработка/ А.С. Ступин // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе : Сб. науч. тр. – Рязань, 2002. – С.75-77.

2. Ступин, А.С. Основные элементы интегрированной защиты растений/ А. С. Ступин // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных ресурсосберегающих технологий в АПК. - Рязань, 2017. - С. 438-444.

3. Ступин, А.С. Совершенствование химического метода защиты растений с учетом экологических требований/ А.С. Ступин, В.Ю. Петраков // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе : Сб. науч. тр. – Рязань, 2002. – С.73-75.

4. Ступин, А.С. Химические средства защиты, применяемые в растениеводстве/ А. С. Ступин, С.А. Механтьев // Юбилейный сборник науч. трудов студентов, аспирантов и преподавателей РГАТУ агроэкологического факультета, посвящ, 110-летию со дня рождения профессора И. С. Травина : Материалы науч.-практич. конф. - Рязань, 2010. - С. 152-153.

5. Ступин, А.С. Система защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов/ А.С. Ступин // Сб.: Вклад молодых ученых в развитие аграрной науки XXI века : Материалы Международной науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. 2-3 марта 2004, Рязань. – Рязань, 2004.- С.46-47.

6. Ступин, А.С. Основные принципы использования экономических порогов вредоносности в защите растений/ А.С. Ступин // Актуальные проблемы экологии и сельскохозяйственного производства на современном этапе : Сб. науч. тр. – Рязань, 2002. – С.73-75.

7. Ступин, А.С. Роль и задачи защиты растений в современных агротехнологиях/ А. С. Ступин // Юбилейный сборник науч. трудов студентов, аспирантов и преподавателей РГАТУ агроэкологического факультета, посвящ, 110-летию со дня рождения профессора И. С. Травина : Материалы науч.-

практич. конф. - Рязань, 2010. - С. 132-134.

8. Ступин, А.С. Биологические факторы эффективности применения инсектицидов/ А.С. Ступин // Сб. научных трудов молодых ученых Рязанской ГСХА : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., 160-летию профессора П.А. Костычева посвящается. – Рязань, 2005. - С. 18-20.

9. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.

10. Желудева Ю.В. Роль цифровизации сельскохозяйственного производства в развитии зернового комплекса/ Ю.В. Желудева, О.В. Петрушина, Д.И. Жиляков // Сб.: Глобальные проблемы модернизации национальной экономики : Материалы X Международной науч.-практ. конф. Отв. редактор А.А. Бурмистрова [и др.]. Тамбов. - 2021. - С. 215-221.

11. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве зарубежных стран и России/ В.Е. Ториков, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус и др. – Брянск, 2004.

12. Mironkina, A.Yu. Features of digital phytosanitary monitoring of agricultural crops/ A.Yu. Mironkina, S.S. Kharitonov // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Omsk City, 2022. – P. 012049. – DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012049.

13. Мониторинг почвенных неоднородностей на основании мультиспектральных снимков полей в технологиях утилизации пожнивных остатков в качестве удобрения/ И.Ю. Богданчиков, Н.В. Бышов, А.Н. Бачурин, К.Н. Дрожжин и др. // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2020. - С. 96-101

14. Сазонкин, К.Д. Рапс озимый – перспективная сельскохозяйственная культура/ К.Д. Сазонкин, Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов // Сб.: Приоритеты агропромышленного комплекса: научная дискуссия, посвященной 30-летию Независимости Республики Казахстан : Материалы международной науч.-практ. конф. – Казахстан, 2021. - С. 207-209.

15. Мурашова, Е.А. Улучшение кормовой базы пчеловодства в условиях ООО «Алешинское» Россельхозакадемии/ Е.А. Мурашова // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК : Материалы науч.-практ. конф., Рязань, 02-07 сентября 2012 года. – Рязань, 2012. – С. 292-294.

16. Практикум по экологии/ Т. В. Хабарова, Д. В. Виноградов, В. И. Левин, Г. Н. Фадькин; Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – 184 с.

17. Даниленко, Ж.В. Исследование систем спутникового мониторинга в сельском хозяйстве/ Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев, О.А. Ваулина // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Междунар. научно-практич. конфер. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 91-97.

18. Обзор существующих способов обеззараживания зерна на линиях послеуборочной обработки/ Д. О. Иванова, Я. А. Брюхин, Н. Б. Нагаев, А. В. Винников // Сб.: Новации как стратегическое направление механизации и автоматизации сельского хозяйства : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящённой памяти профессора Анатолия Михайловича Лопатина (1939-2007), Рязань, 12 ноября 2021 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 59-64.

19. Романова, Л. В. Внедрение технологии Интернета вещей в АПК/ Л. В. Романова // Сб.: Инженерные решения для агропромышленного комплекса : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф., Рязань, 24 марта 2022 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2022. – С. 135-140.

20. Морозова, Л. А. Цифровые технологии в области земледелия/ Л. А. Морозова, Л. В. Черкашина, Л. В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф., Рязань, 09 апреля 2020 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 274-278.

21. Бирюкова, К.В. Совершенствование организации уборки продукции многолетних насаждений/ К.В. Бирюкова, Н.Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной науч.-практ. конф., в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 235-239.

22. Старовойтов, В. И. Влияние агрохимикатов на урожайность и потемнение мякоти клубней картофеля/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2015. – № 5(69). – С. 7-14. – EDN VHDCIX.

23. Старовойтова, О. А. Возделывание картофеля с использованием водных абсорбентов/ О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 2(72). – С. 28-34. – EDN VSKLOF.

*Костаринов А.С. студент,  
Даниленко Ж.В., старший преподаватель,  
Андреев К.П. к.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ЭТАПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Методы точного земледелия могут повысить экономическую и экологическую устойчивость растениеводства. В современном сельском хозяйстве производители, как правило, обрабатывают каждое поле как единое целое. Хотя они часто признают изменчивость в полевых условиях, у них было мало инструментов, с помощью которых можно было бы управлять этой изменчивостью. В результате производители основывали управленческие решения на средних условиях, надеясь, что вводимых ресурсов будет достаточно для большей части месторождения. Точное земледелие использует информационные технологии для разделения поля на более мелкие единицы и определения индивидуальных характеристик каждой единицы. Таким образом, производитель может применять производственные ресурсы в точном месте и количестве, которые необходимы для получения максимальной экономической отдачи. Чтобы полностью понять, как работает точное земледелие, необходимо ознакомиться с инструментами и техниками, которые создают инфраструктуру этой современной формы ведения сельского хозяйства [1-4].

Процесс точного земледелия включает в себя сбор точных пространственных данных о посевах и использование их для более эффективного управления сельскохозяйственными операциями и, следовательно, с большей прибылью (рисунок 1). Один из способов определить, почему урожайность различается, - это взять пробы с земли, чтобы проверить уровень питательных веществ, кислотность и другие факторы. Затем результаты можно объединить с картой урожайности, чтобы увидеть, нужно ли корректировать уровни внесения для более эффективного и в то же время более экономичного размещения, обеспечивающего более высокие урожаи. Более простой подход к управлению затратами состоит в том, чтобы разделить поле на зоны с высокой, средней и низкой урожайностью и взять пробу из каждой. Это менее трудоемко и дорого, чем выборка по сетке, но, конечно, не обеспечивает такой детализации. Точное земледелие - это процесс, при котором большое поле делится на конечное число подполей, что позволяет варьировать вводимые данные в соответствии с собранными данными. В идеале это позволит максимизировать отдачу от инвестиций, одновременно минимизируя связанные с этим риски и ущерб окружающей среде [5-8].



Рисунок 1 – Этапы точного земледелия

Этапы точного земледелия:

1) Выявление и оценка изменчивости

Отбор проб почвы по сетке: Отбор проб почвы по сетке использует те же принципы отбора проб почвы, но увеличивает интенсивность отбора проб по сравнению с традиционным отбором проб. Образцы почвы, собранные в систематической сетке, также содержат информацию о местоположении, которая позволяет нанести данные на карту. Целью отбора проб почвы по сетке является создание карты потребностей в питательных веществах/воде, называемой картой применения.

Карта урожайности: Составление карты урожайности - это первый шаг к определению точного местоположения участков с самой высокой и самой низкой урожайностью на поле и к анализу факторов, вызывающих колебания урожайности. Один из способов определить карту урожайности - это взять пробы с земли в виде сетки размером 100 x 100 м, чтобы проверить уровень питательных веществ, кислотность и другие факторы. Затем результаты можно объединить с картой урожайности, чтобы увидеть, нужно ли корректировать уровни внесения для более эффективного и в то же время более экономичного размещения, которое дает более высокие урожаи.

Разведка посевов: сезонные наблюдения за состоянием посевов, такими как участки, с сорняками (тип и интенсивность сорняков); зараженность насекомыми или грибами (вид и интенсивность); состояние питательных веществ в тканях посевов; также могут быть полезны позже при объяснении изменений в картах урожайности.

Использование прецизионных технологий для оценки изменчивости: Более быстрая оценка изменчивости в режиме реального времени возможна только с помощью передовых инструментов точного земледелия [9-13].

## 2) Управление изменчивостью

Применение с переменной скоростью: Пробы почвы с сеткой анализируются в лаборатории, и для каждого образца почвы производится интерпретация потребностей сельскохозяйственных культур в питательных веществах / воде. Затем строится карта входного применения с использованием всего набора образцов почвы. Карта приложения ввода загружается в компьютер, установленный на устройстве ввода с переменной скоростью. Компьютер использует карту приложения ввода и GPS-приемник для управления контроллером доставки продукта, который изменяет количество и / или вид ввода (удобрение / вода) в соответствии с картой приложения.

Мониторинг урожайности и составление карт: Измерения урожайности необходимы для принятия обоснованных управленческих решений. Однако при интерпретации карты урожайности также следует учитывать почву, ландшафт и другие факторы окружающей среды. При правильном использовании информация об урожайности обеспечивает важную обратную связь при определении воздействия управляемых факторов производства, таких как внесение удобрений, посевной материал, пестициды и культурные практики, включая обработку почвы и орошение. Поскольку измерения урожайности за один год могут сильно зависеть от погоды, всегда желательно изучать данные об урожайности за несколько лет, включая данные за годы экстремальных погодных условий, которые помогают точно определить, являются ли наблюдаемые урожаи результатом управления или вызваны климатом.

Количественная оценка изменчивости фермы: Каждая ферма представляет собой уникальную управленческую головоломку. Не все инструменты, описанные выше, помогут определить причины изменчивости в полевых условиях, и немедленное внедрение всех из них было бы непомерно дорогостоящим. Поэтапный подход - более разумная стратегия, при которой одновременно используется один или два инструмента, тщательно оцениваются результаты, а затем продвигаются дальше.

Гибкость: всеми фермами можно точно управлять. Мелкие фермеры часто обладают очень подробными знаниями о своих землях, основанными на личных наблюдениях, и уже могут соответствующим образом модифицировать свое управление. Соответствующие технологии здесь могли бы облегчить или повысить эффективность этой задачи. Крупным фермерам могут потребоваться более передовые технологии для сбора и надлежащего анализа данных для принятия более эффективных управленческих решений.

## 3) Точная борьба с вредителями

Искусство и наука использования передовых технологий для повышения урожайности сельскохозяйственных культур при минимизации потенциальной экологической угрозы для планеты. В обычном сельском хозяйстве без учета этой изменчивости пестициды применялись с одинаковой скоростью по всему полю, что приводило ко многим проблемам. В отличие от этого была

разработана система точного управления вредителями, которая уделяет особое внимание этому аспекту и занимается разумной борьбой с вредителями на микроуровне, где применяются пестициды только в необходимых количествах, уделяя должное внимание существующей изменчивости вредителей [14-17].

### *Библиографический список*

1. Терентьев, В.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельском хозяйстве [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Н.В. Аникин // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной науч.-практ. конф. – 2020. – С. 206-213

2. Андреев К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности [Текст]/ К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2019. – С. 20-25.

3. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга [Текст]/ Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.

4. Внедрение системы точного земледелия [Текст]/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.

5. Морозова Л.А. Точное земледелие как фактор цифровизации отрасли растениеводства [Текст]/ Л.А. Морозова, Л.В. Черкашина, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 278-283.

6. Андреев, К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений/ К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной науч.-практ. конф. – 2018. – С. 192-194.

7. Даниленко, Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений [Текст]/ Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.

8. Качество пшеницы, выращенной в различных агроклиматических районах Рязанской области [Текст]/ В.П. Положенцев, В.Н. Митрохин, Е.С. Иванов, М.В. Евсенина, Е.И. Лупова // Кн.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы III международной науч.-практ. конф. – 2019. – С. 328-335.

9. Андреев, К.П. Определение состояния полей и прогнозирование

урожайности [Текст]/ К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2019. – С. 20-25.

10. Морозова Л.А. Цифровые технологии в области земледелия [Текст]/ Л.А. Морозова, Л.В. Черкашина, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 274-278.

11. Черкашина Л.В. Инвестиции в аграрные цифровые технологии [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Биотехнологии и инновации в агробизнесе : Материалы международной науч.-практ. конф. – 2018. – С. 193-198.

12. Ерошкин, А.Д. Точное земледелие как элемент разработки ресурсосберегающих технологий [Текст]/ А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 120-124.

13. Андреев, К.П. Силовое взаимодействие лопасти ворошителя со слоем удобрений [Текст]/ К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, А.В. Шемякин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2. – С. 163-167.

14. Качество измельчения и разбрасывания соломы комбайнами [Текст]/ Д.Н. Бышов, А.Н. Бачурин, И.Ю. Богданчиков, А.Ю. Мартышов // Сельский механизатор. – 2014. – № 5. – С. 10-11.

15. Свистунова А.Ю. Основные виды технологий точного земледелия [Текст]/ А.Ю. Свистунова, К.П. Андреев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 178-181.

16. Андреев, К.П. Применение точного земледелия в сельском хозяйстве [Текст]/ К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // Сб.: Современному АПК - эффективные технологии : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. Ответственный за выпуск доктор сельскохозяйственных наук, профессор И. Ш. Фатыхов. – 2019. – С. 44-47.

17. Черкашина Л.В. Модернизация сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации [Текст]/ Л.В. Черкашина, Л.А. Морозова, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ,

Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 535-538.

18. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.

19. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429.

20. Желудева Ю.В. Роль цифровизации сельскохозяйственного производства в развитии зернового комплекса/ Ю.В. Желудева, О.В. Петрушина, Д.И. Жиляков // Сб.: Глобальные проблемы модернизации национальной экономики : Материалы X Международной науч.-практ. конф. Отв. редактор А.А. Бурмистрова [и др.]. – Тамбов. - 2021. - С. 215-221.

21. Информационно-консультационная служба в сельском хозяйстве зарубежных стран и России/ В.Е. Ториков, В.Ф. Мальцев, Н.М. Белоус и др. – Брянск, 2004.

22. Самсонова, Н.Е. Технология точного земледелия: тенденции и перспективы/ Н.Е. Самсонова, А.Г. Жукова // Актуальные вопросы развития органического сельского хозяйства : Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Смоленск : Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, 2018. – С. 162-168.

23. Современные информационные, геоинформационные и телекоммуникационные технологии на службе пчеловодства/ И.И. Шанина, А.В. Калинин, С.А. Нефедова, Д.О. Олейник // Сб.: Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения профессора Анатолия Михайловича Лопатина. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 233- 239.

24. Применение доз удобрений в агроценозах ярового рапса/ Е.И. Лупова, Д.В. Виноградов, А.А. Соколов, Г.Д. Гогмачадзе, О.В. Лукьянова, А.С. Ступин. – 2021. - № 1 (43). - С. 2.

**УДК 631.8**

*Костаринов А.С. студент,  
Шемякин А.В., д.т.н., профессор,  
Макаров В.А. д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **КОМПОНЕНТЫ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Внедрение точного земледелия возможно благодаря развитию сенсорных технологий, которые можно комбинировать с процедурами, связывающими отображаемые переменные с соответствующими действиями по управлению

сельским хозяйством, такими как культивация, посев, внесение удобрений, применение гербицидов и сбор урожая [1-3].

*Географическая информационная система (ГИС)*. Поскольку точная борьба с вредителями основана на информации и связана с пространственной и временной изменчивостью популяции вредителей, ГИС является ее неотъемлемой частью. ГИС - это ключ к извлечению пользы из информации о динамике численности вредителей. Это мозг системы точного земледелия. Именно возможности пространственного анализа ГИС позволяют вести точное земледелие. Но из-за сложного характера доступных пакетов программного обеспечения для ГИС неспециалистам может быть трудно практиковаться в борьбе с вредителями. Поэтому необходимо разработать несколько простых, удобных в использовании форматов для пригодности этой технологии в производственном сельском хозяйстве, включая борьбу с вредителями. Динамику численности вредителей можно было бы лучше понять с помощью компьютерного имитационного моделирования, и увязка ГИС с этими моделями имеет решающее значение для точного управления. Эта система включает в себя аппаратное обеспечение, программное обеспечение и процедуры, предназначенные для поддержки компиляции, хранения, извлечения и анализа атрибутов объектов и данных о местоположении для создания карт. Компьютеризированные карты ГИС содержат различные уровни информации (например, урожайность, карты обследования почвы, количество осадков, посевы, уровень питательных веществ в почве и вредители). ГИС помогает преобразовывать цифровую информацию в форму, которую можно распознать и использовать. Цифровые изображения анализируются для получения цифровой информационной карты землепользования и растительного покрова. База данных сельскохозяйственной ГИС может предоставлять информацию о: рельефе местности, типах почв, поверхностном дренаже, подземном дренаже, тестировании почвы, орошении, нормах внесения химических веществ и урожайности сельскохозяйственных культур [4-7].

*Глобальная система позиционирования (GPS)*. GPS - это навигационная система, основанная на сети спутников, которая помогает пользователям записывать информацию о местоположении (широту, долготу и высоту) с точностью от 100 до 0,01 м. GPS позволяет фермерам определять точное местоположение объектов поля, таких как тип почвы, наличие вредителей, нашествие сорняков, водоемы, границы и препятствия. Имеется автоматическая система управления со световой или звуковой направляющей панелью (DGPS), антенной и приемником. Спутники GPS передают сигналы, которые позволяют GPS-приемникам вычислять свое местоположение. Во многих развитых странах GPS обычно используется в качестве навигатора для направления водителей к определенному местоположению. GPS обеспечивает такое же точное руководство для полевых операций. Система позволяет фермерам надежно определять местоположение полей, так что вводимые ресурсы (семена, удобрения, пестициды, гербициды и поливная вода) могут быть применены к отдельному полю на основе критериев эффективности и предыдущих заявок на вводимые ресурсы. Конкретные преимущества GPS в

фермерских хозяйствах:

- Сельскохозяйственные машины направляются по колее длиной в сотни метров с отклонениями всего в сантиметровом масштабе.
- Строки не забываются и перекрытия не делаются
- Количество строк можно подсчитать во время работы.
- Инструменты и оборудование могут эксплуатироваться одним и тем же способом из года в год.
- Можно работать ночью или в грязи с высокой точностью.
- На систему не влияет ветер.
- Дополнительный регистратор может хранить полевую информацию, которая будет использоваться при составлении карты [8-10].

*Дистанционное зондирование (РС)*. Это искусство и наука получения информации об объекте или явлении без физического контакта с этим объектом или явлением. Дистанционное зондирование уже используется для картографирования почв, анализа рельефа, определения стрессоустойчивости сельскохозяйственных культур, составления карт урожайности и оценки органического вещества почвы, но в масштабах, превышающих те, которые требуются для точного земледелия. Дистанционное зондирование с высоким разрешением может быть очень полезным в точной борьбе с вредителями из-за его способности отслеживать пространственную изменчивость. Спутники дистанционного зондирования посылают известный сигнал на землю, и часть сигнала отражается обратно. Данные изображения активно собираются путем измерения солнечной энергии, отраженной объектом, или электромагнитной энергии, исходящей от объекта. Дистанционное зондирование может иметь различное разрешение, пространственный охват и частоту, например, для измерения интенсивности заражения болезнями потребуется более высокое разрешение, чем требуется для мониторинга заражения сорняками.

Этапы дистанционного зондирования

Излучение электромагнитного излучения, или ЭМИ (солнце/самоизлучение).

Передача энергии от источника к поверхности земли, а также поглощение и рассеяние.

Взаимодействие с поверхностью земли: отражение и излучение.

Передача энергии с поверхности на удаленный датчик.

Вывод данных датчика.

Передача, обработка и анализ данных.

Данные дистанционного зондирования используются для: различения видов сельскохозяйственных культур; определения стрессовых условий; обнаружения вредителей и сорняков; и мониторинга засухи, состояния почвы и растений.

Датчики позволяют собирать огромное количество данных без лабораторного анализа. Специфическими областями применения сенсорных технологий в фермерских хозяйствах являются: определение характеристик почвы: текстуры, структуры, физического характера, влажности, уровня питательных веществ и присутствия глины. Воспринимайте цвета, чтобы

понять условия, связанные с популяцией растений, нехваткой воды и питательных веществ для растений. Контролируйте урожайность: урожайность и влажность урожая. Система с переменной скоростью для мониторинга миграции удобрений и обнаружения нашествия сорняков [11,12].

*Технология переменной скорости.* Системы VRT устанавливают скорость доставки сельскохозяйственных ресурсов в зависимости от типа почвы, отмеченного на почвенной карте. Информация, экстраполируемая из ГИС, может управлять такими процессами, как посев, внесение удобрений и пестицидов, а также выбор и применение гербицидов с переменной скоростью в нужном месте в нужное время. Для применения с переменной скоростью требуются контроллеры, которые изменяют скорость подачи на ходу, и исполнительные механизмы, которые реагируют на контроллер для регулирования подачи. Технология переменной нормы расхода (VRT) относится к приборам, используемым для регулирования норм внесения удобрений, пестицидов и семян по мере перемещения аппликатора по полю, на основе системы поддержки принятия решений и (или) плана управления. VRT напоминает подход "назад к основам" к сельскому хозяйству с различными затратами на поле в зависимости от ряда полевых и производственных переменных. Информация, необходимая для поддержки VRT, может поступать из нескольких источников, таких как данные с привязкой к GPS, изображения RS и карты, созданные с помощью ГИС. Все данные используются для составления плана применения для конкретного участка, основанного на разумных агрономических принципах. Современное оборудование VRT позволяет пользователю контролировать функции машины, поскольку механические аппликаторы быстро реагируют на изменения в полевых условиях и вносят коррективы в работу поля (нормы высева, внесения удобрений и химикатов и т.д.). В сочетании с приемником GPS VRT обеспечивает механизм управления для внесения корректировок в зависимости от местоположения невидимые линии, заданные менеджером фермы или оператором оборудования. VRT предоставляет возможность управлять производством на основе типа почвы, текстуры почвы, органического вещества, уровня питательных веществ, pH почвы, популяций сорняков и насекомых, болезней, пространственной структуры популяций нематод, желаемой урожайности и других факторов [13,14].

*Фермер.* Фермер является важным компонентом точного земледелия и, очевидно, будет таким же и в точной борьбе с вредителями. Для оценки изменчивости популяций вредителей и управления ими принятие решений является ключевым фактором, и, в конечном счете, это должен делать фермер. В более широкой перспективе верно, что фермеры практикуют точную борьбу с вредителями, когда решение основывается на воспринимаемой изменчивости, а не на реальной изменчивости, которая существует. Точная борьба с вредителями в информационной и основанной на знаниях практике. Поэтому фермеры должны пройти соответствующую подготовку, чтобы они могли отслеживать динамику вредителей и болезней и принимать правильное решение в нужный момент [15,16].

### *Библиографический список*

1. Терентьев В.В. Точное земледелие для устойчивой интенсификации в сельском хозяйстве [Текст]/ В.В. Терентьев, К.П. Андреев, Н.В. Аникин // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной науч.-практ. конф. – 2020. – С. 206-213
2. Андреев К.П. Определение состояния полей и прогнозирование урожайности [Текст]/ К.П. Андреев, О.А. Ваулина, Ж.В. Даниленко // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2019. – С. 20-25.
3. Координатное внесение удобрений на основе полевого мониторинга/ Ж.В. Даниленко, А.В. Шемякин, А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2018. – № 4 (40). – С. 167-172.
4. Внедрение системы точного земледелия [Текст]/ К.П. Андреев, Н.В. Аникин, Н.В. Бышов, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – № 2 (42). – С. 74-80.
5. Костаринов, А.С. Применение дронов в сельском хозяйстве/ А.С. Костаринов, Ж.В. Даниленко, Н.В. Аникин // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирский государственный аграрный университет. - 2020. - С. 46-49.
6. Андреев, К.П. Мониторинг при координатном внесении удобрений/ К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко, О.А. Ваулина // Инновационные достижения науки и техники АПК : Сборник научных трудов Международной науч.-практ. конф. – 2018. – С. 192-194.
7. Даниленко, Ж.В. Внедрение координатного внесения удобрений [Текст]/ Ж.В. Даниленко, К.П. Андреев // Вестник Совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2018. – № 2 (7). – С. 46-53.
8. Морозова, Л.А. Цифровые технологии в области земледелия [Текст]/ Л.А. Морозова, Л.В. Черкашина, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 274-278.
10. Черкашина Л.В. Инвестиции в аграрные цифровые технологии [Текст]/ Л.В. Черкашина // Сб.: Биотехнологии и инновации в агробизнесе : Материалы международной науч.-практ. конф. – 2018. – С. 193-198.
11. Ерошкин, А.Д. Точное земледелие как элемент разработки ресурсосберегающих технологий [Текст]/ А.Д. Ерошкин, К.П. Андреев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского

хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 120-124.

12. Костаринов, А.С. Использование БПЛА в сельском хозяйстве для внесения удобрений/ А.С. Костаринов // Сб.: Современные проблемы и перспективы развития науки, техники и образования : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. - 2020. - С. 521-524.

13. Черкашина Л.В. Модернизация сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации [Текст]/ Л.В. Черкашина, Л.А. Морозова, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 535-538.

14. Свистунова, А.Ю. Основные виды технологий точного земледелия [Текст]/ А.Ю. Свистунова, К.П. Андреев // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 178-181.

15. Андреев К.П. Применение точного земледелия в сельском хозяйстве [Текст]/ К.П. Андреев, Ж.В. Даниленко // Сб.: Современному АПК - эффективные технологии : Материалы Международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора, заслуженного деятеля науки Российской Федерации, почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации Валентины Михайловны Макаровой. Ответственный за выпуск доктор сельскохозяйственных наук, профессор И. Ш. Фатыхов. – 2019. – С. 44-47.

16. Морозова, Л.А. Точное земледелие как фактор цифровизации отрасли растениеводства [Текст] / Л.А. Морозова, Л.В. Черкашина, Л.В. Романова // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы IV Международной науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2020. – С. 278-283.

17. Патент № 2438289 С2 Российская Федерация, МПК А01D 33/08. Сепарирующее устройство корнеклубнеуборочной машины : № 2009125943/13 : заявл. 06.07.2009 : опубл. 10.01.2012 / Н. А. Рязанов, И. А. Успенский, Г. К. Рембалович [и др.] ; заявитель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт механизации агрохимического и материально-технического обеспечения сельского хозяйства. – EDN ZLANIT.

18. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.

19. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как

фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429.

20. Желудева, Ю.В. Роль цифровизации сельскохозяйственного производства в развитии зернового комплекса/ Ю.В. Желудева, О.В. Петрушина, Д.И. Жиляков // Сб.: Глобальные проблемы модернизации национальной экономики : Материалы X Международной науч.-практ. конф. Отв. редактор А.А. Бурмистрова [и др.]. – Тамбов. - 2021. - С. 215-221.

21. Применение геоинформационных систем и дифференцированного распределения семян и удобрений при посеве озимой пшеницы/ Н.В. Бышов, Д.О. Олейник, И.Ю. Богданчиков, А.Н. Бачурин и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2020. - № 4(48). - С. 92-97.

22. Поляков, М.В. Основы формирования национальной инновационной технической системы для агропромышленного комплекса/ М.В. Поляков, Е.В. Меньшова, М.В. Евсенина // Сб.: Инновации в сельском хозяйстве и экологии: материалы международной научно-практической конференции. – Рязань : ИП Жуков В.Ю., 2020. - С. 374-379.

23. Анисимов С.А., Лузгин Н.Е. Оценка экономической эффективности внедрения системы почвозащитных севооборотов/ С.А. Анисимов, Н.Е. Лузгин // Проблемы развития современного общества : Сборник научных статей 6-й Всероссийской национальной науч.-практ. конф., в 3-х томах, Курск, 22–24 января 2021 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 231-234.

24. Высокоточные технологии возделывания картофеля/ В. И. Старовойтов, Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов [и др.]. – Москва : Российская академия сельскохозяйственных наук, 2011. – 50 с. – EDN VOBETW.

**УДК 631.356**

*Исмаев Р.Р., студент,  
Рембалович Г.К., д.т.н., доцент  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН**

В настоящее время существует значительное разнообразие номенклатуры техники, предназначенной для машинного и механизированного производства картофеля, в частности, для уборки. Уборка как часть процесса производства картофеля является самой трудоёмкой – до 75% от общих затрат труда, поэтому следует со всей ответственностью подходить к вопросу выбора производителей и моделей уборочных машин. С учетом конкретных почвенно-климатических и производственных условий этот выбор является одним из важнейших факторов эффективности использования машин как для малых фермерских, так и для

крупных агропромышленных хозяйств.

Ключевыми критериями при выборе используемой картофелеуборочной машины являются производительность и показатели качества выполнения технологического процесса уборки: потери, чистота клубней в бункере и процент поврежденных клубней. Целью статьи является исследование влияния применяемых рабочих органов картофелеуборочных комбайнов (на примере машин DR 1500, AVR 220, КПК-2-01) на изменения показателя повреждений урожая клубней с учетом условий проведения уборочных работ.

При оценке эффективности, в том числе в сравнении, картофелеуборочных машин требуется проведение испытаний в конкретных условиях. Следует отметить, что условия испытаний достаточно жестко регламентируются нормативными документами, в частности, государственными и отраслевыми стандартами, стандартами организаций (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативные условия испытаний и допустимые действующими стандартами границы отдельных показателей эффективности картофелеуборочных машин.

<b>Наименование показателя</b>	<b>Характеристика</b>
Тип почвы	зоны 1-11
Влажность почвы, %	6-27
Уклон поля:	
в поперечном направлении	не более 3°
в продольном направлении	не более 6°
Урожайность клубней, т/га	до 50
Рабочая скорость агрегата, км/ч	2,5-3,8
Полнота выкапывания клубней, %	94
Потери клубней, %	3
Чистота вороха клубней, %	80
Наличие земли и примесей в массе клубней, %	до 20
Повреждение клубней по массе, %	10
Число резаных клубней, %	до 0,5
Наработка на отказ, ч	100
Коэффициент готовности	0,98

Примером может служить стандарт СТО АИСТ 1.13-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для внесения удобрений, машины для послеуборочной обработки зерна, машины для уборки картофеля, овощных и бахчевых культур, плодов и ягод, льна, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства», разработанный Ассоциацией испытателей сельскохозяйственной техники (АИСТ) – наиболее авторитетной организацией в Российской Федерации в соответствующей отрасли, и другие стандарты. Но, даже несмотря на высокий уровень стандартизации, условия испытаний, так же как и условия реальной эксплуатации, на практике существенно различаются в

зависимости от многих факторов, что, несомненно, влияет на эффективность работы техники. Своё влияние оказывают и погодные условия, и характеристики почвы (тип, механический состав, влажность, температура и т.д.), и производственные особенности конкретного предприятия, и множество других, чаще всего неблагоприятных, факторов.

В качестве примера возьмем результаты исследований, описанные в работах и полученные в условиях Рязанской области в период 2010-2020 гг., на комбайнах широко распространенных в регионе моделей DR-1500 (BR-150), AVR 220 с модификациями (VK Variant) и КПК-2-01 (таблица 2), работающие в машинно-тракторном агрегате (МТА) с тракторами тягового класса 1,4.

Таблица 2 – Результаты исследований эффективности работы картофелеуборочных комбайнов (МТА с тракторами тягового класса 1,4) на примере реальных производственных условий Рязанской области.

Техника	Чистота вороха клубней, %	Потери, %	Повреждения, %	Производительность основного времени, га/ч
DR 1500	69,2...95,5	1,3...6,3	6,1...15,1	до 1,1
AVR 220	71,0...93,8	1,85...5,40	4,8...15,3	до 0,9
КПК-2-01	64,5...84,8	1,6...9,4	1,8...25,8	0,3 – 0,8

Рассматриваемые машины — бункерного типа, «классической» двухрядной компоновки, использовались для работы в благоприятных погодных условиях с показателем влажности почвы 16 – 23%. Технология выращивания – «голландская», с шириной междурядья 75 см.

Картофелеуборочный комбайн КПК-2-01 имеет вместимость бункера 1500 кг. Габаритные размеры (рабочее/транспортное состояние): длина – 8000/7500 мм; ширина – 6000/3800 мм; высота – 5000/3200 мм. При использовании МТА с комбайном КПК-2-01 повреждения картофеля могут достигать 25% (таблица 2). Причинами высокого травматизма могут являться следующие:

- высокая интенсивность сепарации;
- недостаточная глубина хода лемехов.

Картофель в таких случаях оказывается на сепарирующих органах, в том числе первичной сепарации, практически без почвенной «прослойки», и от ударов о поверхность рабочих органов во время дальнейшей сепарации его ничего не защищает — в этом случае потери существенно возрастают.

Таким образом, на конвейере следует иметь некоторое количество почвы, которая должна вместе с клубнями картофеля дойти примерно до середины дополнительного конвейера и служить для них защитой от ударов. Это можно сделать, изменив скорость движения комбайна или глубину хода лемехов. Желателен первый вариант, т.к. увеличится производительность.

Уборочная техника DR 1500 — комбайн вместимостью бункера в 4500 кг. Габаритные размеры (рабочее/транспортное состояние): длина – 9100/8450 мм; ширина – 4700/3150 мм; высота – 3550/3800 мм. Масса комбайна составляет 6500 кг, масса навесных оборудования – 1180 кг. Является одной из самых

популярных моделей на мировом рынке.

Сравнивая данные таблиц 1 и 2 можно заметить, что показатель чистоты вороха клубней зачастую оказывается ниже уровня установленных требований. Причинами этого могут являться нерационально выбранные режимы работы, что особенно важно в тяжелых условиях эксплуатации (например, при неблагоприятной влажности почвы).

Картофелеуборочный комбайн AVR 220 обладает вместимостью бункера 5500 кг. Габаритные размеры (рабочее/транспортное состояние): длина – 9200/8500 мм; ширина – 4800/4100 мм; высота – 3400/3700 мм.

Представленные данные таблицы 2 в сравнении с результатами исследований таблицы 1 показывают, что наилучшие технологические показатели работы комбайна достигнуты на почвах с влажностью 16-20%. В неблагоприятных условиях (в том числе по влажности почвы) эти показатели значительно ухудшаются, и зачастую перестают соответствовать агротехническим требованиям.

Таким образом, возникает необходимость в усовершенствовании рабочих органов, участвующих в технологическом процессе картофелеуборочного комбайна на этапах выкапывания клубненосного пласта и сепарации картофельного вороха, при работе на любых благоприятных для выращивания картофеля типах почв.

Исходя из выше сказанного, можно сделать вывод, что даже проверенная временем и опытом сельскохозяйственная техника имеет отклонения при выполнении технологического процесса. Именно поэтому необходимо совершенствовать и дорабатывать как рабочие органы, так и технологические схемы уборочных комбайнов в целом.

### ***Библиографический список***

1. Перспективные направления и технические средства для снижения повреждений клубней при машинной уборке картофеля/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Техника и оборудование для села. – 2013. – № 8. – С. 22-24. – EDN QZLRHD.

2. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области/ Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2013. – № 1(17). – С. 64-68. – EDN QUURQZ.

3. Волченкова, В. А. Влияние размера капель защитного покрытия на равномерность его нанесения/ В. А. Волченкова, И. А. Юхин, А. И. Ушанев // Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф., Рязань, 20 февраля 2019 года / Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2019. – С. 232-236. – EDN USJPYT.

4. Малюгин, С. Г. Устройство для нанесения материала грунтовки на поверхность объекта/ С. Г. Малюгин, А. И. Ушанев, А. И. Тараскин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 2(26). – С. 108-112. – EDN UXKSSP.

5. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : ФГБОУ ВО РГАТУ, 2020. – С. 425-429. – EDN YTLTLD.

6. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин/ Б. А. Нефедов, Н. А. Костенко, Н. В. Бышов [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 124. – С. 346-365. – DOI 10.21515/1990-4665-124-018. – EDN XQZNVL.

7. Патент на полезную модель № 68847 U1 Российская Федерация, МПК A01D 33/08. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы : № 2007122130/22 : заявл. 13.06.2007 : опубл. 10.12.2007 / С. В. Колупаев, Г. К. Рембалович, И. А. Успенский [и др.] ; заявитель ФГОУ ВПО Рязанская государственная сельскохозяйственная академия имени профессора П.А. Костычева. – EDN ZWVOTZ.

8. Состояние и перспективы развития продовольственной системы России (на примере овощеводства и садоводства) : Монография/ О.В. Абашева и др. - Москва, Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2021 (2-е издание) – 407 с.

9. Особенности выращивания овощных культур в Брянской области : научно-практическое пособие/ В.Е. Ториков, С.М. Сычев, О.В. Мельникова, А.А. Осипов. – Брянск, 2017.

10. Панфилова, Т.И. К вопросу о повышении производительности машинно-тракторных агрегатов/ Т.И. Панфилова, И.Ю. Богданчиков // Сб: Тенденции развития агропромышленного комплекса глазами молодых учёных : Материалы международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2018. - С. 106-110.

11. Прогнозирование качества работы картофелеуборочной машины/ А.В. Шемякин, М.Ю. Костенко, В.В. Терентьев, Н.А. Костенко // Сельский механизатор. – 2013. – № 5 (51). – С. 6-7.

12. Соколов, А. А. Урожайность картофеля зависит от качества посадочного материала/ А. А. Соколов // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации. – Рязань, 2021. – С. 72-77.

13. Родин, И.К. Оценка объемов производства отрасли картофелеводства регионального АПК/ И.К. Родин, М.С. Маскина М.С. // Теория и практика современной аграрной науки : Сборник IV национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск : НГАУ, 2021. С. 1311-1314.

14. Повышение эффективности уборки картофеля в условиях пониженной влажности : Монография/ И.В. Лучкова и др. – Рязань: РГАТУ, 2022. – 148с.

15. Теоретические исследования процесса интенсификации первичной сепарации в картофелеуборочных машинах динамическим методом/ Г. К. Рембалович, М. Ю. Костенко, Д. Е. Каширин [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 417-431.

16. Исследование систем управления и экономическая эффективность производства на предприятиях автотранспортной отрасли : учебное пособие/ А. В. Шемякин, С. Н. Борычев, Г. К. Рембалович [и др.]. – Рязань : Полиграфический центр «PRINT 62», 2021. – 297 с.

17. Крыгин, С.Е. Проблемы технического обеспечения уборки картофеля в Рязанской области/ С.Е. Крыгин // Инновационные и нанотехнологии в системе стратегического развития АПК региона, Тверь, 13–15 ноября 2013 года. – Тверь : СФК-офис, 2013. С. 201-206.

**УДК 631.347**

*Юмаев Д.М., аспирант,  
Рембалович Г.К., д.т.н., доцент,  
Костенко М.Ю., д.т.н., доцент,  
Ерохин А.В., к.т.н.  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА ФОРСУНОК-РАСПЫЛИТЕЛЕЙ**

Показатели урожайности сельскохозяйственных культур, в настоящее время, достигаются внесением жидких удобрений особыми способами распыления. [1] Процесс внесения проходит во время предпосевной подготовки. Растворы удобрений используют также для корневой и внекорневой подкормки от 1 до 6 раз за сезон. Кратность и способ внесения напрямую зависят от плодородия почвы, вида культуры, требовательности каждого растения в дополнительном питании. Обычно подкормки повторяют с интервалом 12-20 дней в течение всего периода развития растений.[3] Достижение высоких агротехнических показателей требует совершенствования не только методик внесения подкормки, но и конструкций форсунок-распылителей. Основными показателями, определяющими параметры процесса распыления, являются необходимый напор, интенсивность потока капель жидкости, площадь распыления, а также сам размер капель.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики распространенных типов форсунок-распылителей .[2]

№	Наименование насадки	Диаметр сопла, $d_c$ , мм	Радиус захвата, м	Площадь полива $F$ , $m^2$	Интенсивность дождя, $p$ , мм/мин	Диаметр капли, $d_k$ , мм
1	Ассиметричная	1,5	2,8	12,3	0,15	0,3
2	Секторная	10,5	4,5	63,5	0,28	0,61
3	С регулируемым дефлектором	2,75	2,0	10,2	0,47	0,38-0,41
4	Овальная	2,15	2,35	17,3	0,15	0,41

С принятием во внимание характеристик форсунок-распылителей, а также потребностей, требуется разрабатывать новые их типы, охватывающие различные площади полива, в том числе и площади тепличных комплексов. Как видно из данных таблицы, оптимальным вариантом для разработки новых насадок являются насадки овального типа дефлектора. Однако в настоящее время уже существуют некоторые наработки схожих типов насадок:



Рисунок 1 – Классификация форсунок распылителей

### Распылитель для внесения жидких удобрений с семью отверстиями

Работа данного распылителя заключается в образовании одинаковых потоков с пересекающимися струями, сходящимися в сплошной поток жидкости с крупным размером капель. Распределение жидкости по площади обеспечивается полукруглыми формами отверстий различных размеров в зависимости от типа удобрений в диапазоне размеров от 0,15 до 15 мм<sup>2</sup> под углом 15 градусов. Рабочее давление данных форсунок варьируется от 0,15 до 0,4 МПа.

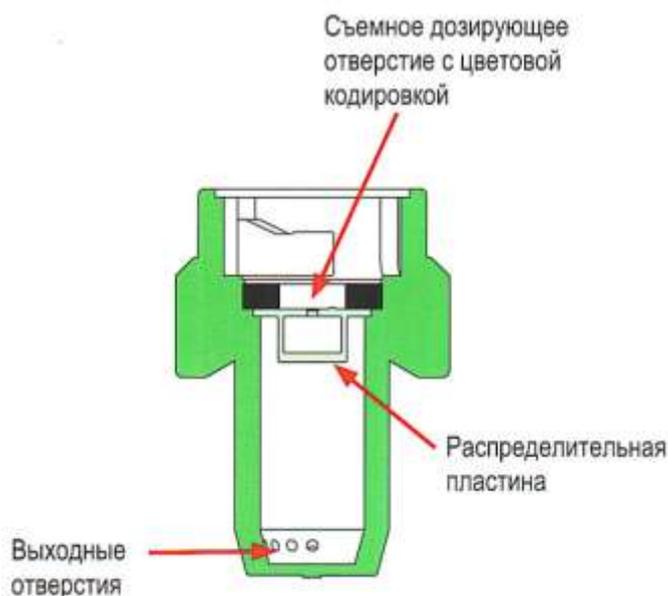


Рисунок 2 – Схема распылителя SJ7A (материал взят из открытых источников)  
**Плоскоструйный инжекторный двухфакельный распылитель**

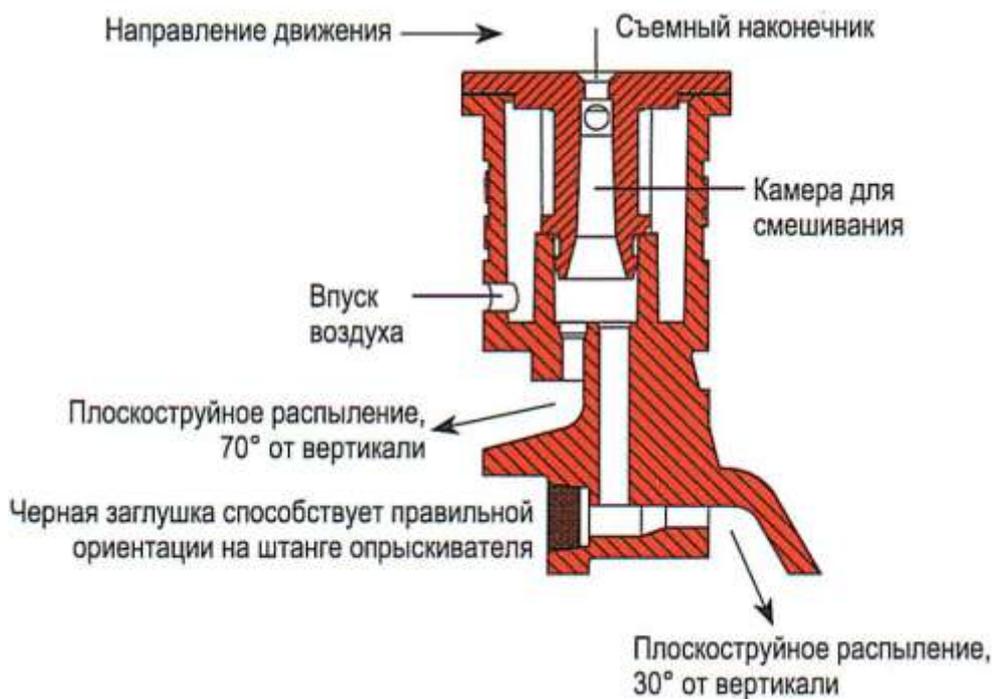


Рисунок 3 – Схема распылителя AI3070  
(материал взят из открытых источников)

Работа данного распылителя заключается в обеспечении одновременной обработки двумя факелами с углами обработки 30 и 70 градусов соответственно. Передняя часть покрывает нижние части культур, проходя сквозь плотный растительный покров, в то время как задняя часть распылителя полностью покрывает верхнюю часть растительного покрова. Данный распылитель обладает возможностью использования воздушного аспиратора, что предотвращает снос капель по принципу эффекта Вентури. Рабочее давление данных форсунок варьируется от 0,15 до 0,6 МПа.

#### Плоскоструйный инжекторный распылитель

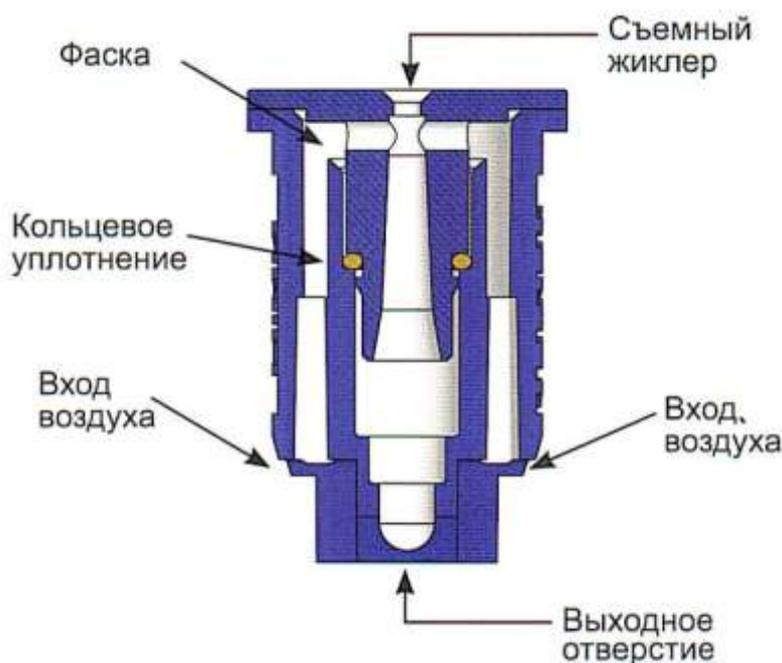


Рисунок 4 – Схема распылителя AI XR (материал взят из открытых источников)

Анализ показывает, что процесс распыления активно развивается, что позволяет улучшить и, тем самым, упростить процессы, позволяющие ускорить рост растений до созревания и уборки урожая. [4] Современные системы внесения жидких удобрений активно развиваются в условиях импортозамещения и максимально востребованы для развития агропромышленного комплекса, что способствует дальнейшему развитию подобных систем.

#### Библиографический список

1. Юмаев, Д. М. Анализ современных систем и способов орошения сельскохозяйственных культур в условиях закрытого грунта / Д. М. Юмаев, А. А. Желтоухов, Г. К. Рембалович // Сб.: Перспективные технологии в современном АПК России: традиции и инновации : Материалы 72-й международной науч.-практ. конф., Рязань, 20 апреля 2021 года / МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 467-470.

2. Юмаев, Д. М. К обоснованию формы отверстий насадок дождевальных машин/ Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович // Сб.: Современные вызовы для АПК и инновационные пути их решения : Материалы 71-й Международной науч.-практ. конф., Рязань, 15 апреля 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 234-237. – EDN VDSSHO.

3. Исследование инверсии струи дождевальных насадок с отверстием эллипсоидной формы/ А. В. Кузнецов, Д. М. Юмаев, Г. К. Рембалович [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2020. – № 3(47). – С. 133-137. – DOI 10.36508/RSATU.2020.23.36.023. – EDN WTDERH.

4. Юмаев, Д. М. Применение информационных технологий в исследованиях орошения сельскохозяйственных культур/ Д. М. Юмаев, А. В. Кузнецов, Г. К. Рембалович // Сб.: Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной науч.-практ. конф. с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова, Рязань, 23 ноября 2021 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2021. – С. 361-366.

5. Activators of Biochemical and Physiological Processes in Plants Based on Fine Humic Acids/ G. Churilov [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 3, Tambov, 21–22 мая 2015 года. – Tambov, 2015. – P. 012040. – DOI 10.1088/1757-899X/98/1/012040. – EDN WUZEPX.

6. Андреев, К. П. Устройство самозагружающегося разбрасывателя удобрений/ К. П. Андреев, М. Ю. Костенко, А. В. Шемякин // Сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России : Материалы национальной науч.-практ. конф., Рязань, 12 декабря 2016 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева". – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2016. – С. 15-18. – EDN YPEXPD.

7. Устройство для разгрузки сыпучих материалов из бункера/ К. В. Гайдуков, Е. Ю. Шемякина, В. В. Терентьев, А. В. Шемякин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 7. – С. 47. – EDN JULUJP.

8. Влияние параметров зеленой массы на приготовление силоса в мягких вакуумированных контейнерах/ Р. В. Безносюк, И. Ю. Богданчиков, М. Ю. Костенко [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2016. – № 4(32). – С. 69-72.

9. Петрушина, О. В. Систематизация проблем рационального использования земель сельскохозяйственного назначения как условие реализации ресурсного потенциала развития АПК/ О. В. Петрушина // Сб.:

Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России : Материалы Всероссийской (национальной) науч.-практ. конф. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия им. профессора И.И. Иванова, 2020. – С. 325-328.

10. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области/ С.А. Бельченко И.Н. Белоус В.В. Ковалев и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса : Сб. тр. XII междунар. науч.-практ. конф. – 2021. – С. 388-400.

11. Богданчиков, И.Ю. К вопросу определения оптимального значения радиуса конуса распыла форсунки устройства для утилизации незерновой части урожая/ И.Ю. Богданчиков // Сб.: Инновационные направления и методы реализации научных исследований в АПК. – Рязань : РГАТУ, 2012. - С. 54-59.

12. Влияние доз внесения минеральных и органических удобрений на урожайность зерновых культур, валовой сбор и производительность труда/ В.В. Федоскин, Е.В. Меньшова, М.В. Поляков, Г.Н. Бакулина, А.Б. Мартынушкин // Сб.: Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий : Материалы V Международной науч.-практ. конф. – Рязань : ИП Коняхин А.В., 2021. - С. 427-431.

13. Туркин, В.Н. Оптимизация применения минеральных и биологизированных удобрений с использованием тукосмесительных машин нового поколения/ В.Н. Туркин, А.С. Комягин // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2017. - С. 350-354.

14. Старовойтова, О. А. Технология выращивания топинамбура в органическом земледелии/ О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2016. – № 6(76). – С. 42-47. – EDN XBGSTH.

15. Старовойтова, О. А. Агрометодика выращивания топинамбура/ О. А. Старовойтова, В. И. Старовойтов, А. А. Манохина // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина". – 2017. – № 1(77). – С. 7-13. – EDN XVDGIN.

16. Агрегат для высева семян в биоконтейнерах/ В. И. Старовойтов, О. А. Старовойтова, А. А. Манохина, В. А. Макаров // Сельский механизатор. – 2011. – № 9. – С. 10-11. – EDN OIRFEV.

## **МИНИМИЗАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПЛОДОВ ЯБЛОК НА ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПЕРЕВОЗКАХ АВТОТРАНСПОРТОМ**

Важную роль в сельскохозяйственном производстве играет автотранспорт. Он представляется собой неотъемлемую часть в технологической цепочке агропромышленного комплекса России. Формирование аграрного производства неминуемо тянет за собою увеличение размера транспортировок. Для безотказного предоставления жителям провианта среднегодовое повышение размеров аграрного хозяйства обязано поддерживаться на уровне никак не ниже 12%. По этой причине проблемы увеличения производительности работы, а также уменьшения порчи продукции России, какие вероятны в транспорте, приобретают особую важность [2].

В Российской Федерации при внутрихозяйственных перевозках вместе с автомашинами обширно применяется автотракторный вид транспорта. Целесообразность использования колесных тракторов во внутрихозяйственных перевозках обосновывается перспективой их перемещения как по асфальтированным дорогам, так и по дорогам с гравийным покрытием.



Рисунок 1 – Фасовка яблок в складском помещении

Первостепенной задачей считается уменьшение повреждений, а также утрат аграрного продукта, в частности плодов яблок, в связи с чем особую важность приобретает автотракторный транспорт [1].

Более 16-22% продукта не попадают к покупателю. Каждый год потери с издержек аграрного продукта являются приблизительно 8 миллиардов рублей. Автотранспортные расходы по себестоимости изготавливаемого в селе продукта составляют 30-40%, а иногда более того.



Рисунок 2 – Сбор яблок в контейнеры

В процессе внутрихозяйственных перевозок плоды получают механические повреждения. Причиной тому могут быть неровности дорог, разгон ТС, а также его торможение. Механические повреждения, возникающие в данном случае, зависят не только от конструктивных особенностей транспортной тары и её качества, вида автомашины и способа выполнения погрузочно-разгрузочных работ, но и от свойств самой продукции [4].

Результативность транспортировок грузов в аграрном хозяйстве зависит как от технического состояния комбайновой техники, так и от технологии уборки и перевозки аграрного продукта.

На сегодняшний день в Российской Федерации для внутренних перевозок используются контейнеры с малым и большим объемом. При использовании контейнеров малого объема для сбора и перевозки в основном преобладают неразборные ящики из древесины.

В случае применения контейнера большей емкости эксплуатируют в большей степени поддоны в виде ящиков. Применение подобного типа упаковки увеличивает эффективность работы во много раз и гарантирует высокую безопасность плодов по сравнению с применением ящиков из древесины.

Для каждого вида овощей и фруктов разработаны соответствующие государственные отраслевые стандарты (ГОСТ), в которых четко даны рекомендации по правилам уборки, транспортировки и хранению.

Научно-техническая процедура доставки аграрного продукта конечным покупателям в совокупном варианте содержит в себе процедуры: 1) уборка и перевозка с сада; 2) загрузка-выгрузка; 3) обрабатывание, распределение и тара; 4) раскладка урожая и сохранение; 5) загрузка, поставка и т.п.

Во время транспортировки яблоки подвергаются большому количеству

воздействий, как следствие, увеличиваются потери плодов яблок и значительно ухудшается качество продукции.

Перед транспортировкой плоды яблок должны быть отсортированы согласно степени спелости, а также категориям, регламентированным в ГОСТе. Они должны быть свежими, чистыми, влажными, строгой формы, без механических дефектов, болезней и вредителей. К транспортировке запрещаются плоды яблок, имеющие признаки переспелости, вялости, гниения, а также следы обморожения [3].



Рисунок 3 – Процесс внутрихозяйственной перевозки плодов в контейнерах

Основываясь на вышесказанном, подведем итоги. Утраты аграрного продукта при внутрихозяйственных перевозках обуславливаются следующим: 1) первоначальные требования к выращиванию и уборке урожая; 2) тип используемой тары и упаковки продукта; 3) методы исполнения погрузочно-выгрузочных мероприятий; 4) типом используемых автомашин и другой техники, режимами их перемещения и т.п. Исследование автотранспортных, погрузочно-выгрузочных и специализированных средств с целью механизации уборки и перевозки плодов из сада наглядно демонстрирует, что в приоритете сегодня создание многоцелевых свертехнологичных и полезных автомашин. Безопасность и эффективность уборки плодов яблок считаются важными научно-промышленными проблемами, разрешение которых способствует значительному вкладу в дальнейшее развитие нашей страны и содействует снижению убытков конкурентоспособного производства.

### ***Библиографический список***

1. Патент РФ №183361 Хранилище сельскохозяйственной продукции / Борушев С.Н., Успенский И.А., Колошеин Д.В., Волков А.И., Маслова Л.А., Колотов А.С., Евдокимова Л.В. – Оpubл. 19.09.2018; Бюл. № 26.

2. Анализ внутрихозяйственных перевозок сельскохозяйственной продукции [Текст]/ Н.В. Бышов, И.А. Успенский, И.А. Юхин и соавт. // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: ПГУАС, 2009. - С. 107-114.

3. Прибылов, Д.О. Повышение эксплуатационной надежности транспортно-технологических машин/ Д.О. Прибылов, А.С. Колотов // Наука молодых – будущее России : Сборник научных статей 6-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск, 2021. – С. 160-163.

4. Ушанев, А.И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А.И. Ушанев, А.С. Колотов, И.А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – 2020. – С. 425-429.

5. Факторы обеспечения качества погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки сельскохозяйственной продукции/ К.А. Дорофеева, А.С. Колотов, И.Н. Кирюшин, С.В. Колупаев // Сб.: Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-ой Международной науч.-практ. конф., посвященной Году экологии в России. Министерство сельского хозяйства российской федерации; ФГБОУВО «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева». – 2017. – С. 101-105.

6. Использование BIG DATA для оптимизации транспортного процесса/ А.С. Колотов [и др.] // Сб.: Современное состояние и перспективы развития механизации сельского хозяйства и эксплуатации транспорта : Материалы Национальной науч.-практ. конф., посвященной 95-летию доктора технических наук, профессора Александра Алексеевича Сорокина. МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А. КОСТЫЧЕВА». – 2021. – С. 272-276.

7. Расчет коэффициента технической готовности с учетом количества дней простоя автомобилей по организационным причинам/ А.С. Колотов и др. // Сборник научных работ студентов Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева". - 2011. – С. 255-256.

8. Пат. РФ № 134735. Выкапывающий рабочий орган картофелеуборочного комбайна / Успенский И.А., Симдянкин А.А., Колотов А.С., Кирюшин И.Н., Бышов Н.В., Борычев С.Н. – Опубл. 27.11.2013; Бюл. № 3.

9. Исследование работы модернизированного картофелекопателя/ А.С. Колотов и др. // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства : Сборник научных докладов Международной науч.-техн. конф. Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства. – 2015. – С. 263- 266.

10. Пат. РФ № 2732641. Контейнер для хранения корнеплодов и картофеля / Борычев С.Н., Колошеин Д.В., Маслова Л.А., Липин В.Д., Колотов А.С. – Заявл. 04.08.2020; Бюл. № 22.
11. Сидоров, Н.Д. Пути снижения потерь картофеля в период хранения/ Н.Д. Сидоров, И.А. Успенский, А.С. Колотов // Сб.: Актуальные вопросы применения инженерной науки : Материалы Международной студенческой науч.-практ. конф. Министерство сельского хозяйства РФ, Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – 2019. – С. 302-306.
12. Improving the performance parameters of vehicles for intrafarm transport in the agro-industrial complex/ N. V. Byshov, S. N. Borychev, I. A. Uspensky [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : The proceedings of the conference AgroCON-2019, Kurgan, 18–19 апреля 2019 года. – Kurgan: IOP Publishing Ltd, 2019. – P. 012145. – DOI 10.1088/1755-1315/341/1/012145. – EDN NRFEKG.
13. Пат. РФ № 96547. Прицепное транспортное средство для перевозки сельскохозяйственных грузов / Безруков Д.В. [и др.]. – Оpubл. 10.08.2010. – EDN JYMWZN.
14. Снижение уровня повреждения перевозимой сельскохозяйственной продукции за счет использования устройства для стабилизации положения транспортного средства/ Н. В. Аникин, С. Н. Борычев, Н. В. Бышов [и др.] // Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей : материалы XII Международной науч.-практ. конф., Владимир, 29–30 июня 2010 года. – Владимир : Владимирский государственный университет, 2010. – С. 319-322. – EDN RXKXSX.
15. Аникин, Н. В. Факторы влияющие на уровень повреждений перевозимой сельскохозяйственной продукции/ Н. В. Аникин, И. А. Успенский, И. А. Юхин // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава и молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева : Материалы науч.-практ. конф., Рязань, 01 января – 31 2009 года. – Рязань, 2009. – С. 18-20. – EDN RROZAB.
16. Особенности перевозки сельскохозяйственной продукции в кузове автотранспортных средств/ Е. П. Булатов, А. Б. Пименов, Г. Д. Кокорев [и др.] // Сб.: Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств : Материалы VI международной науч.-техн. конф., Пенза, 18–20 мая 2010 года. – Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2010. – С. 22-27. – EDN TAZHKD.
17. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (на примере картофеля)/ Н. В. Бышов, С. Н. Борычев, И. А. Успенский [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2016. – № 120. – С. 375-398. – EDN WHGHEX.
18. Пат. РФ № 2636569. Устройство для транспортировки легкоповреждаемой плодоовощной продукции / Борычев С.Н. [и др.]. – Оpubл. 23.11.2017. – EDN BUSFGU.

19. Соколов О.В. Размещение и развитие садоводства в России/ О.В. Соколов, Д.И. Жилияков // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2020. - № 7. - С. 103-111.

20. Торики, В.Е. Перспективы развития садоводства в Брянской области/ В.Е. Торики, С.Н. Евдокименко, Ф.Ф. Сазонов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 5 (51). – С. 3-8.

21. Перевозка плодоовощной продукции с использованием контейнеров в сельском хозяйстве/ И.А. Пискачев, О.А. Ваулина, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе : Сборник статей 69-й международной науч.-практ. конф. – Кострома, 2018. – С. 117-121.

22. Мизиковский, И.Е. Структурирование массива учетной информации о потерях от брака производства агропромышленных предприятий/ И.Е. Мизиковский, Е.П. Поликарпова // Вестник ИПБ (Вестник профессиональных бухгалтеров). - 2020. - №1. - С. 41-47.

23. 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 : РГАТУ, 2017. - С. 89-92.

**УДК 631.243.4**

*Михайлов Д.Н., аспирант,  
Борычев С.Н., д.т.н., профессор  
ФГБОУ ВО РГАТУ, г. Рязань, РФ*

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ХРАНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ**

Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации уделяет особое внимание уровню самообеспечения овощными и бахчевыми культурами. Картофель в этом списке занимает особое место, он выделен как основная культура [1, 2, 3]. Уровень самообеспечения картофелем в стране, согласно доктрине, должен составлять не ниже 95%. За период с 2010 по 2020 год этот показатель достиг 101%, что позволило закрыть потребность России в картофеле полностью. Рост данного показателя напрямую зависит от строительства современных картофеле-овощехранилищ. Не смотря на рост НТП (научно-технического прогресса) проблема хранения сельскохозяйственной продукции остается актуальной из-за отсутствия новых хранилищ, или нарушения технологии хранения продукции. Как результат- потеря товарных свойств продукции, что влечёт её дальнейшее списание и финансовые потери.

Сельскохозяйственная продукция в рационе человека [4, 5] занимает основное место как источник витаминов и энергии, а такой овощ как картофель в народе называют «вторым хлебом» являясь одновременно

продовольственной, кормовой и производственной культурой.

Основным залогом успеха в получении высоких показателей сохранности сельскохозяйственной продукции это подготовка к закладке на хранение и соблюдение технологических режимов хранения.

Подготовка подразумевает под собой [6, 7] разделение на поврежденные при транспортировке пораженные болезнями и качественный закладной материал для дальнейшего хранения.

Технологические режимы хранения делятся на:

- сушку;
- лечебный режим;
- основное хранение.

При лечебном периоде картофель [1, 6, 7] подготавливается к закладке на длительное хранение. Температуру картофеля понижают до 11-13 °С для предотвращения быстрого развития микробов и болезней в массе картофеля для уменьшения потерь корнеплодов.

В период основного хранения [1, 8, 9] в хранилище происходит активное вентилирование массы продукции, поддерживают оптимальную температуру и влажность, удаляют из массы овощей выделяемые в процессе жизнедеятельности продукты обмена и тепло.

Существует 5 основных способов хранения картофеля.

Хранение в буртах (рисунок 1). Этот метод является самым простым и дешевым, что выделяет его от всех остальных. Хранилище состоит из 3х основных элементов:

- бурт;
- укрывной материал (первый слой соломы, 2 и 3 слой-земля);
- вентиляционный короб.

Так же рядом с буртом откапывается канала для отвода воды.

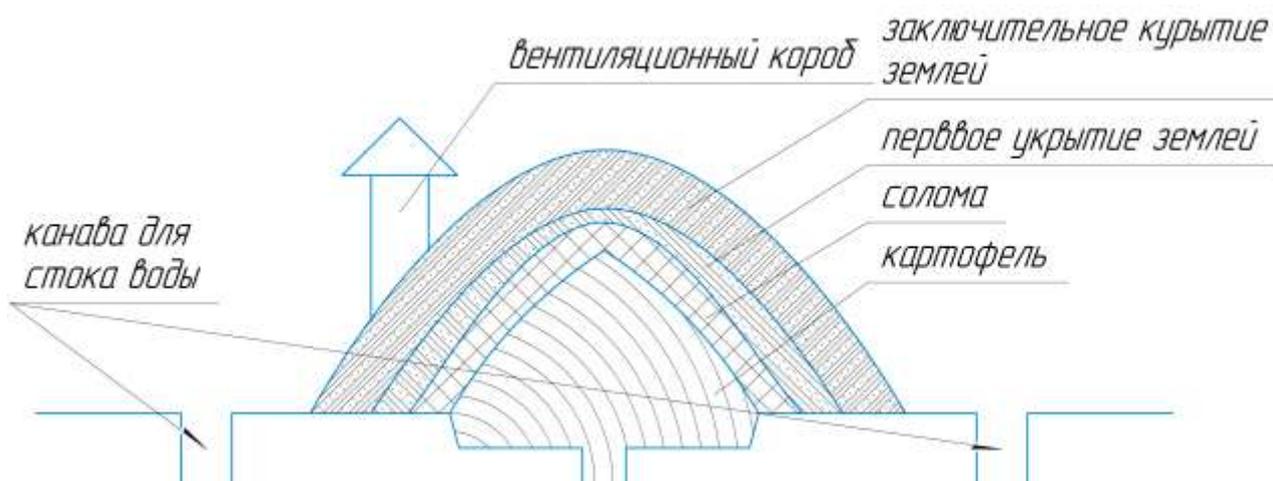


Рисунок 1 – Хранение картофеля в буртах

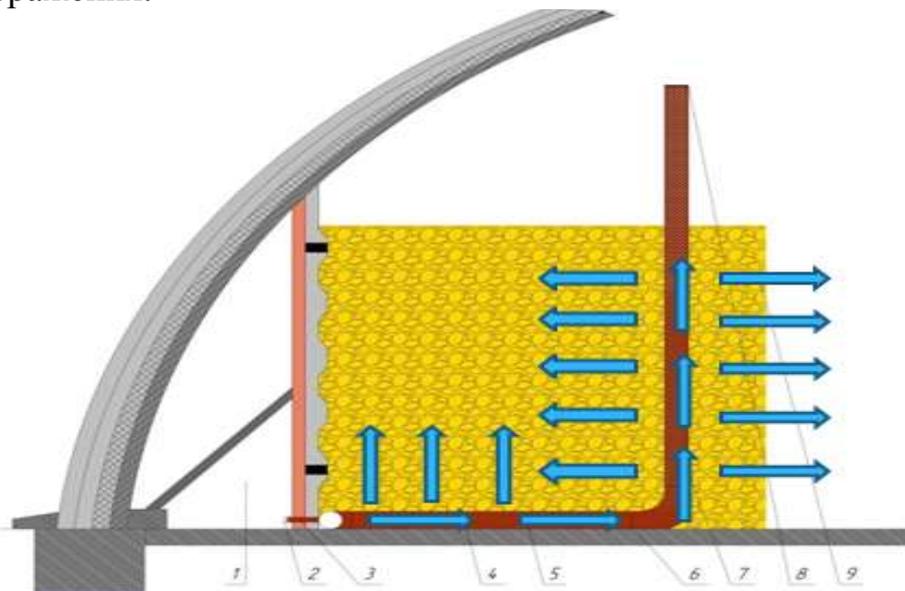
Основным недостатком [10, 11, 12] данного метода является невозможность контролировать процесс хранения, в случае возникновения очага поражения внутри бурта, гниение будет распространяться по всей массе

продукции, что может привести к почти полной потере урожая. Закладывать на хранение таким методом следует только хорошо отобранные клубни, для уменьшения итоговых потерь урожая.

Как основным плюсом можно взять затраты на хранение. Для закладки на хранение 5 тонн картофеля требуется не более 20 тысяч рублей (с учетом затрат на укрывной материал и работы по закладке на хранение).

Хранение в буртах наиболее [1, 13, 14] дешевый метод хранения картофеля. Такой метод позволяет максимально использовать пространство в помещении хранения, при этом сохраняется простота механизированной загрузки и выгрузки клубней.

Недостатком такого вида хранения является трудность разделения разных сортов картофеля, а иногда и невозможность их размещения из-за разных температурно-влажностных показателей для хранения того или иного сорта картофеля. При использовании такого вида хранения имеются трудности в контроле массы продукции. Контроль картофеля в навале продукции возможен только с использованием датчиков, заранее установленный внутри массы продукции. При возникновении очага гниения, производится локализация потока воздуха на очаге для его устранения, при наличии технической возможности. Если очаг гниения не нейтрализован, приходится перебирать картофель в хранилище, что может быть затруднительно из-за расположения точки поражения.



*1 - магистральный канал, 2 - регулирующая заслонка, 3 - окна, 4 - горизонтальный воздуховод, 5 - вентиляционные отверстия, 6 - колено, 7 - вертикальный воздуховод, 8 - цилиндрическая заглушка, 9 - камера для закладки продукции*

Рисунок 2 – Разрез картофелехранилища, навалый способ хранения

Контейнерный способ (рисунок 4) хранения в отличие [14, 15, 16] от всех методов является самым дорогим, так как требует использования деревянных или металлических контейнеров, масса которых (с продукцией) равна 450-500кг. Хранение в контейнерах делает [17] хранилище максимально мобильным, позволяет хранить разные сорта, разные репродукции,

беспрепятственно извлекать контейнеры с поврежденным картофелем для переборки, достигается высокая степень механизации работ, хранение разных калибров картофеля в одном помещении, доставка для прогрева и товарной подготовки.

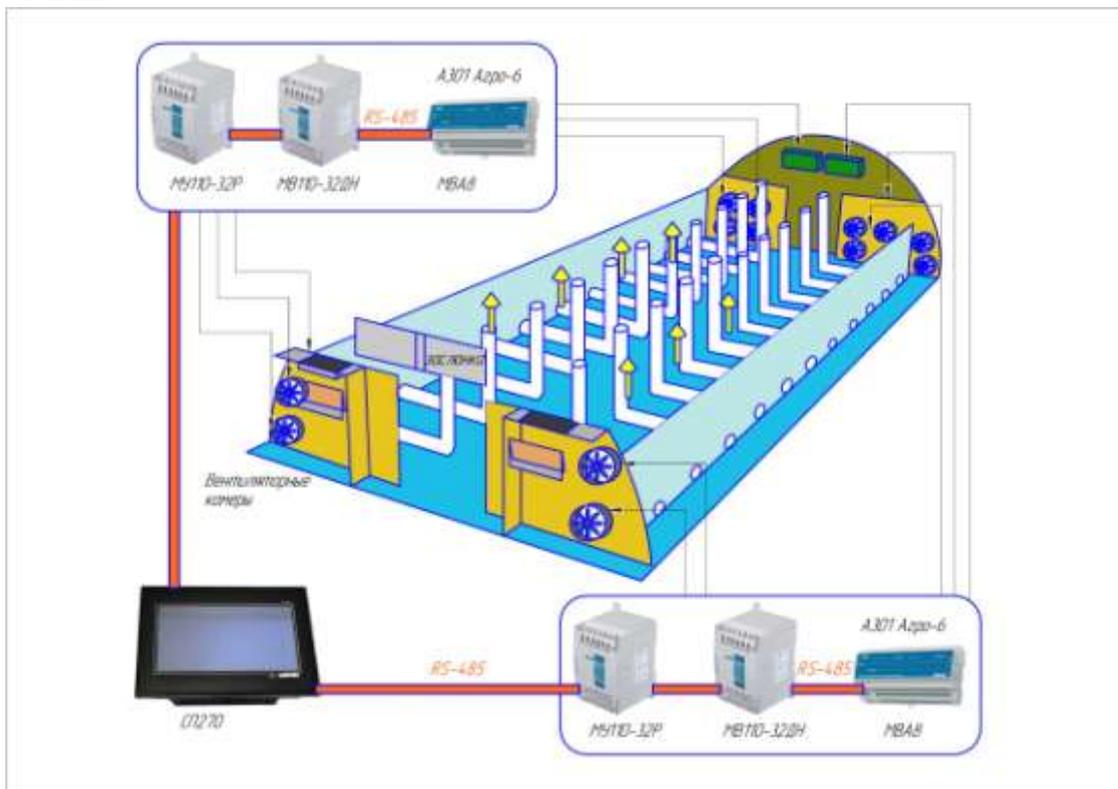


Рисунок 3 – Схема расположения необходимого технологического оборудования при хранении навалым способом

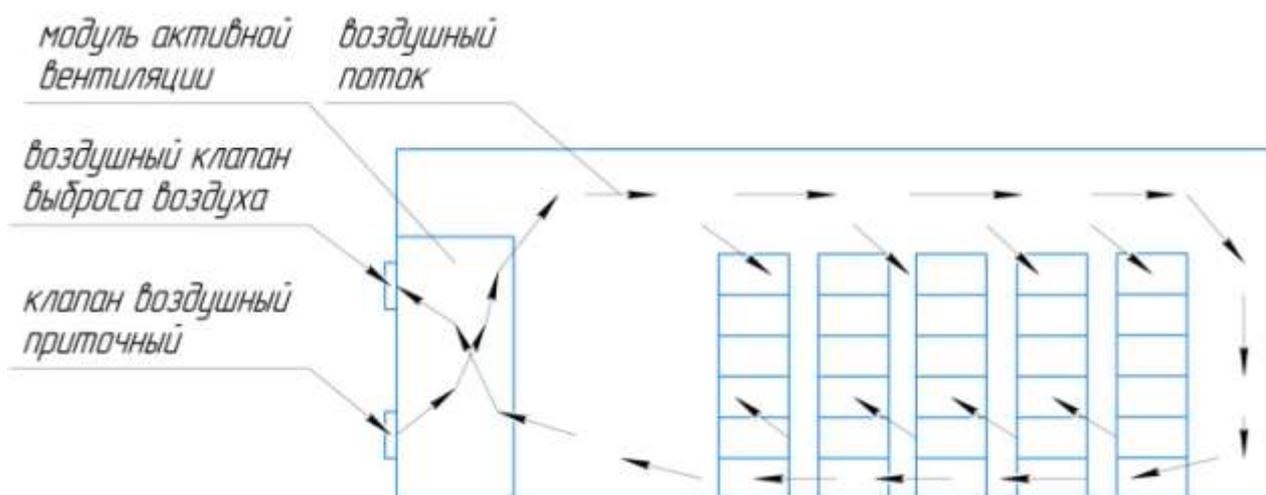


Рисунок 4 – Хранение сельскохозяйственной продукции в контейнерах

Организация хранилища сельскохозяйственной продукции остается сложным технологическим процессом, поэтому актуально применение перечисленных способов хранения только в том случае, если подразумевается после зимнего периода продажа или реализации закупщикам сельхозпродукции.

### *Библиографический список*

1. Колошеин, Д.В. Снижение потерь картофеля и энергопотребления системы вентиляции картофелехранилища совершенствованием воздуховода [Текст] : дис. канд. техн. наук: 05.20.01/ Д.В. Колошеин. - Рязань, 2017. - 132 с.
2. Колошеин, Д.В. Методика расчета систем активной вентиляции на основе проведенного лабораторного эксперимента при высоте насыпи картофеля 6 метров/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, И.А. Успенский // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 1.
3. Колошеин, Д.В. Условия хранения корнеплодов в Рязанской области (на примере картофеля и морковки)/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Проблемы и пути инновационного развития АПК : Материалы Всероссийской науч.-практ. конф. - Махачкала, 2014. - С. 101-105.
4. Колошеин, Д.В. Анализ прогнозирования лежкости сортов картофеля в условиях Шацкого района/ Д.В. Колошеин, О.А. Савина, Н.А. Белов // Сб.: Агропромышленный комплекс: контуры будущего : Материалы Международной науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2015. - С. 72-76.
5. Пат. РФ № 175783. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д., Успенский И.А., Колошеин Д.В. - Оpubл. 19.12.2017.
6. Эффективность внедрения усовершенствованной энергосберегающей технологии хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Н.В. Бышов, Д.В. Колошеин и [др.] //Сельский механизатор. -2016. -№ 11. -С. 16-17.
7. Колошеин, Д.В. Основы проектирования вентиляции хранилищ с учетом физико-механических свойств (на примере Рязанской области)/ Д.В. Колошеин // Сб.: Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве : Материалы Международной науч.-практ. конф. – Курск : Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2015. - С. 98-101.
8. Колошеин, Д.В. Лабораторные исследования процесса хранения картофеля в хозяйстве ООО "Подсосенки" Шацкого района Рязанской области/ Д.В. Колошеин // Вестник РГАТУ. - 2016. - Т. 29. - № 1. - С. 71-74.
9. Колошеин, Д.В. Классификация современных картофелехранилищ/ Д.В. Колошеин, С.Н. Борычев, О.А. Савина // Сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : Материалы VI Международной науч.-практ. конф. - Ульяновск, 2015. - С. 171-174.
10. Колошеин, Д.В. Теоретические исследования хранения картофеля в современных картофелехранилищах/ Д.В. Колошеин, Р.А. Чесноков // Сб.: Новые технологии в науке, образовании, производстве : Материалы международной науч.-практ. конф. - Рязань, 2015. - С. 211-214.
11. Пат. РФ № 158787. Хранилище сельскохозяйственной продукции / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Липин В.Д. и др. - Оpubл. 20.01.2016.

12. Biologically active nanomaterials in production and storage of arable crops. *International Journal of Nanotechnology/ S.D. Polischuk et al.* – 2019, 16(1-3): 133-146. DOI: 10.1504/ijnt.2019.102400
13. Современное картофелеводство России/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова и др. // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 84-90.
15. Колошеин, Д.В. Разработка устройства и обоснование параметров усовершенствованного воздуховода картофелехранилища/ Д.В. Колошеин // Вестник РГАТУ. - 2017. - № 3. - С. 123-127.
16. Технология послеуборочной доработки и хранения картофеля/ С.Н. Борычев, Д.В. Колошеин, Л.А. Маслова, Л.Б. Винникова // Сб.: Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России : Материалы Национальной науч.-практ. конф. - Рязань, 2019. - С. 79-84.
17. Обзор экономической ситуации по хранению сельскохозяйственной продукции в РФ/ С. Н. Борычев, Д. В. Колошеин, Л. А. Маслова и др. // Сб.: Комплексный подход к научно-техническому обеспечению сельского хозяйства : Материалы Международной науч.-практ. конф. ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева". – 2019. - С. 75-78.
18. Ушанев, А. И. Анализ рынка автотранспортной техники/ А. И. Ушанев, А. С. Колотов, И. А. Мурог // Сб.: Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса : Материалы Национальной науч.-практ. конф., Рязань, 20 ноября 2020 года. – Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 425-429.
19. Соловьева, Т. Н. О развитии зерноперерабатывающих отраслей в Курской области/ Т. Н. Соловьева, О. В. Петрушина // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 7. – С. 19-22.
20. Материально-техническое обеспечение и инновационное развитие АПК Брянской области/ С.А. Бельченко И.Н. Белоус В.В. Ковалев и др. // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса : Сб. тр. XII междунар. науч.-практ. конф. – 2021. – С. 388-400.
21. Филимонова, М.Н. Современные технологии хранения плодоовощной продукции/ М.Н. Филимонова, Д.Д. Круглов, М.В. Евсенина // Сб.: Научное сопровождение в АПК, лесном хозяйстве и сфере гостеприимства : современные проблемы и тенденции развития. - Рязань, 2002. – С. 221-226.
22. Lebidiew, W.I. Wpływ rasy i umiejscowienia czerwia na jakość miodu/ W.I. Lebidiew, J.A. Muraszowa // Przegląd Pszczelarski. – 2005. – No 1. – P. 19-24.
23. Влияние отдельных элементов технологического процесса уборки и хранения картофеля на его сохранность/ И.В. Лучкова, Д.В. Колошеин, С.Н. Кульков, Н.В. Цыганов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2021. - № 169.

- С. 110-123.

24. К вопросу об исследованиях по хранению картофеля/ С.Н. Борычев, А.Ф. Владимиров, Д.В. Колошеин и др. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. – 2019. – №2(42). – С.129-135.

25. Горшков, В.В. Расчет экономической эффективности процесса хранения пищевой продукции в холодильнике с адаптивным режимом охлаждения/ В.В. Горшков, В.Н. Туркин // Сб.: Вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса : Материалы 70-й Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань : РГАТУ, 2019. - С. 33-36.

