

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
на выполнение комплексной научно-технологической программы проекта по теме:
**"РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО
КАРЬЕРНОГО САМОСВАЛАЧЕЛНОЧНОГО ТИПА
ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬЮ 220 т
(проект «ЮПИТЕР»)"**

Период реализации:

01.02.2020 – 31.12.2023

Координатор комплексной научно-технологической программы:

ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» (КузГТУ)
ИНН 4207012578

Генеральный директор
АО ХК «СДС-Уголь»

Заместитель Генерального директора
ПАО «КАМАЗ» – директор
по развитию

_____ Г.Ф. Алексеев
« ____ » _____ 2020 г.

_____ И.Ф. Гумеров
« ____ » _____ 2020 г.

Руководитель работ КузГТУ

_____ Д.М. Дубинкин
« ____ » _____ 2020 г.

г. Кемерово

1 Цели выполнения проекта

Основной целью проекта является разработка конструкции и создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т. Результат – создание беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т (рисунок 1), работающего в цифровой системе диспетчеризации при добыче полезных ископаемых открытым способом.



Рисунок 1. Облик беспилотного автосамосвала грузоподъемностью 220 т

Проект «ЮПИТЕР» имеет значительные отличия, от других аналогичных проектов по разработке беспилотных самосвалов, в том числе по конструктивному исполнению транспортных средств, грузоподъемности, системе беспилотного управления транспортным средством, назначению продукции и т.д. Это и другие тягово-динамические характеристики двигателя, и другой объем и габаритные размеры платформы, это принципиально другая рама автомобиля, рассчитанная на большие нагрузки, это и другие элементы несущей системы, имеющие отличные от других аналогичных самосвалов, способы крепления к раме. Кроме того, для проекта «ЮПИТЕР» необходима другая колесная формула, что также является значительным отличием, усложняющим конструкцию карьерного самосвала. Таким образом, проект «ЮПИТЕР» имеет значительные отличия от других аналогичных проектов, а значит, для его разработки реализации понадобятся новые идеи по компоновке конструкции самосвала, расчеты (как прочностные, так и тягово-динамические) и математическое моделирование движения, и проведение имитационного моделирования. Принимая во внимание, что проект «ЮПИТЕР» будет разрабатываться «с нуля» и включать в себя широкий комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, предполагающих инновационные решения по существенному улучшению технических и эксплуатационных характеристик машин аналогичного назначения, результатом проекта станет создание беспилотного карьерного самосвала, не имеющего аналогов на российском рынке. Кроме того, реализация проекта станет отправной точкой для новой в Российской Федерации ниши карьерных самосвалов.

2 Перечень научных и научно-технических результатов, подлежащих получению при выполнении проекта

Перечень научных и научно-технических результатов, подлежащих получению при выполнении проекта, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень и сведения о показателях проекта

№ п/п	Наименование показателя проекта	Единица измерения	Ответственный за достижение показателя	Значения показателя				
				2020 г	2021 г	2022 г	2023г	2024 г
1	Количество рабочих мест, созданных в ходе реализации проекта, в том числе для молодых ученых (специалистов)	ед.	Головной исполнитель. Соисполнители	2	2	2	2	0
2	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности исследователей по проекту	%	Головной исполнитель. Соисполнители	44,2	46,4	49,4	53,5	0
3	Количество патентов (заявок), полученных по проекту	шт.	Головной исполнитель. Соисполнители	1	1	1	1	0

№ п/п	Наименование показателя проекта	Единица измере- ния	Ответственный за достижение показателя	Значения показателя				
				2020 г	2021 г	2022 г	2023г	2024 г
4	Количество научных публикаций в ведущих российских и зарубежных журналах по тематике НИОКТР, выполняемых по проекту	шт.	Головной исполнитель. Соисполнители	5	7	7	9	9
5	Количество технологий, разработанных и переданных для внедрения и производства в рамках исполнения проекта	ед.	Головной исполнитель. Соисполнители	0	0	1	0	0
6	Диссертации на соискание ученой степени кандидата наук	ед.	Головной исполнитель	0	0	1	2	1
7	Диссертации на соискание ученой степени доктора наук	ед.	Головной исполнитель	0	0	0	1	0

Результаты реализации проекта окажут непосредственное влияние на достижение целевых показателей (индикаторов) государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

Дальнейшая организация серийного производства разрабатываемого беспилотного карьерного самосвала грузоподъемностью 220 т будет способствовать достижению целевых показателей (индикаторов) государственной программы Российской Федерации «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности».

3 Требования к выполняемым работам

Головной исполнитель: КузГТУ.

Соисполнитель: МГТУ имени Н.Э. Баумана; СПбПУ; ПАО «КАМАЗ»; АО ХК «СДС-Уголь».

Индустриальный партнер: ПАО «КАМАЗ»; КемеровоХиммаш – филиал АО «Алтайвагон»; АО ХК «СДС-Уголь»; угольные компании, ведущие открытые горные работы.

Продолжительность проекта: 4 года (4 этапа). Финансовое обеспечение реализации комплексного научно-технологической программы по проекту «Юпитер» приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Общая сумма инвестиций для реализации проекта, в том числе запрашиваемый размер ассигнования федерального бюджета

Источник финансирования	2020	2021	2022	2023	Всего
	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (КПИ)				
				Технологические работы и создание опытного образца	
Бюджетные ассигнования федерального бюджета, млн. рублей	19	86	125	20	250
Внебюджетное финансирование, млн. рублей	1	4	50	20	75
Итого	20	90	175	40	325

Для выполнения цели проекта необходим предзаказ продукта угольными компаниями, ведущие открытые горные работы (рисунок 2). География эксплуатации карьерных автосамосвалов приведена на рисунке 3. Средняя рыночная стоимость беспилотного автосамосвала грузоподъемностью 220 т – 200 млн. руб. (рисунок 4). Структура финансирования и источники инвестиций показаны рисунке 5.

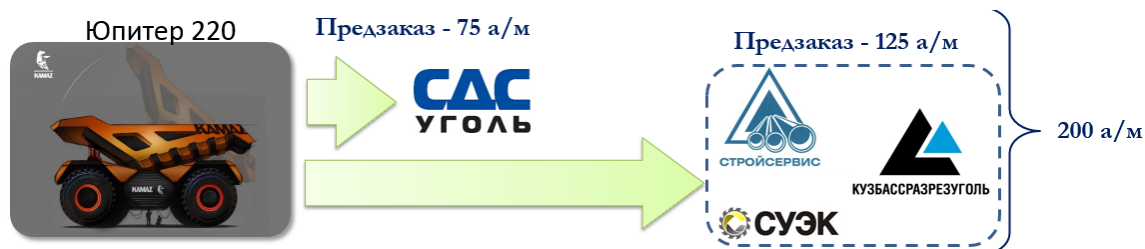
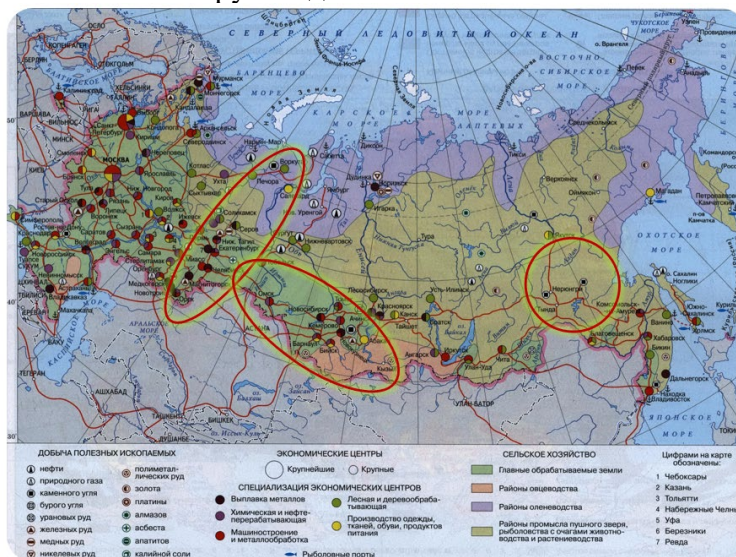


Рисунок 2. Основные потребители беспилотного карьерного самосвала челночного типа
ПАО «КАМАЗ» грузоподъемность 220 т и возможная структура предзаказа



- ✓ Первый этап: цель – выход на российский рынок и полное вытеснение БЕЛАЗ и китайских производителей;
- ✓ Второй этап: цель – выход на зарубежные рынки.

Рисунок 3. География эксплуатации

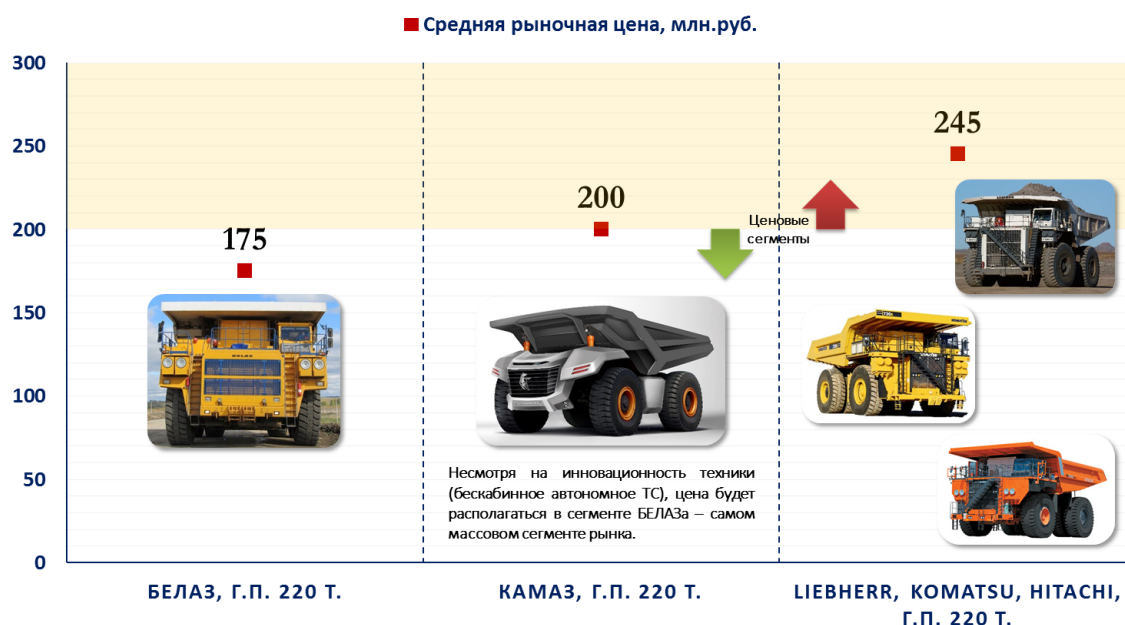


Рисунок 4. Ценовое позиционирование беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т

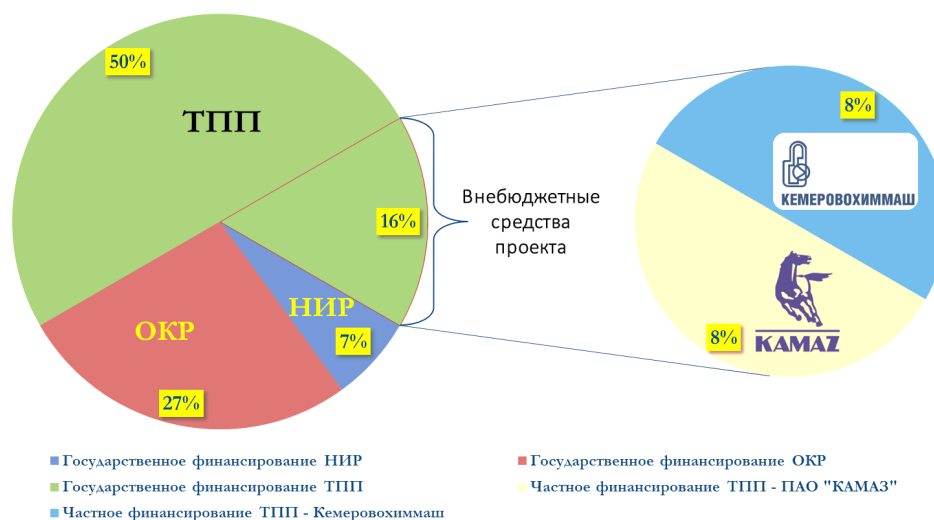


Рисунок 5. Источники инвестиций

Срок окупаемости предлагаемого проекта по разработке и созданию беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т, стоимостью 200 млн. руб., с системой управления транспортным средством, варьируется от 2 до 3 лет в зависимости от количества приобретенных автосамосвалов в 2024 и в 2025 году, при условии продаж компаниям, ведущие открытые горные работы, 8 единиц техники.

4 Технические требования

4.1 Требования по назначению научно-технических результатов проекта

- разрабатываемая конструкция беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т, должна обладать следующими преимуществами: низкие затраты на топливо; экологичность, за счет снижения токсичности отработавших газов; увеличенный ресурс транспортного средства; повышение уровня безопасности при возникновении аварии; повышение производительности труда, путем применения безлюдных технологий;
- разрабатываемый программно-аппаратный комплекс беспилотного карьерного самосвала челночного типа должен обеспечить его безопасную работу и работу в цифровой системе диспетчеризации угольного карьера.

Основное назначение беспилотного карьерного самосвала челночного типа грузоподъемностью 220 т. (проект «ЮПИТЕР») является перевозка вскрышной породы от места из забоя до отвала.

4.2 Требования к показателям назначения, техническим характеристикам научно-технических результатов проекта (таблице 3).

Таблица 3

№ п/п	Параметр	Показатели параметров
1	Колёсная формула	4х2 (4х4)
2	Максимальная скорость, км/ч, не менее	45
3	Снаряженная масса, т	160*
4	Грузоподъемность, т	220
5	Полная масса, т	380*
6	База самосвала, мм	5000...6500*
7	Дорожный просвет, мм	не менее 650
8	Минимальный радиус поворота, м	12...16*
9	Угол преодолеваемого подъема, %	25*
10	Полная масса, кг, не более	420000
11	Размеры - длина х ширина х высота, мм, не более	15000х9000х7000*

*Уточняется на этапе технического проекта

4.3 Требования к объектам экспериментальных исследований

Работа должна выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 15.005. Место проведения предварительных и приемочных испытаний в ПАО «КАМАЗ», допускается

проведение отдельных испытаний в КузГТУ или на территории АО ХК «СДС-Уголь», в том случае, если данные испытания не предполагаются в серийном производстве.

5. Требования к патентным исследованиям и регистрации результатов интеллектуальной деятельности

В соответствии с этапами план-графика должны быть проведены патентные исследования в соответствии с ГОСТ Р 15.011. Патентная чистота на методы изготовления и конструктивные решения должна быть обеспечена в отношении Российской Федерации и в других странах.

6 Требования к разрабатываемой документации

Виды, состав и комплектность разрабатываемой технической документации устанавливаются документом «Комплектность разрабатываемой технической документации», который разрабатывается в первом отчетном периоде. Конструкторская, технологическая, программная и эксплуатационная и ремонтная документация соответствует требованиям стандартов ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД.

При проектировании изделия: выбор конструкторско-технологических решений по изделию и обеспечению его технологичности в процессе выполнения эскизного и технического проектов; оценка сформированных при проектировании конструкторско-технологических решений с точки зрения их технологичности, реализуемости в производстве и конкурентоспособности; перечень определяющих технологических процессов, подлежащих разработке и освоению в производстве, основные требования к ним, принципиальные решения по их разработке; перечни определяющих материалов и средств технологического оснащения, основные требования к ним, предложения по их приобретению, разработке и производству.

При проектировании опытных образцов: отработка в производственных условиях, определяющих технологических и организационных решений по изготовлению изделия; обеспечение технологической готовности производства к изготовлению для приемочных испытаний опытных образцов, единичных и других изделий, подлежащих промышленному освоению; обеспечение производства по договорам и кооперационным связям необходимыми материалами, деталями, сборочными единицами, комплектующими изделиями, средствами технологического оснащения, а также входного контроля их качества; метрологическое обеспечение производства; технический контроль; аттестация технологических процессов, рабочих мест исполнителей и технологического оборудования до его первичного применения; подготовка производственного персонала в связи с освоением новых технологий и материалов.

7 Этапы работ и сроки их выполнения

Укрупненно этапы работ и сроки их выполнения показаны на рисунке 6, а детально будут отражены в КПНИ.

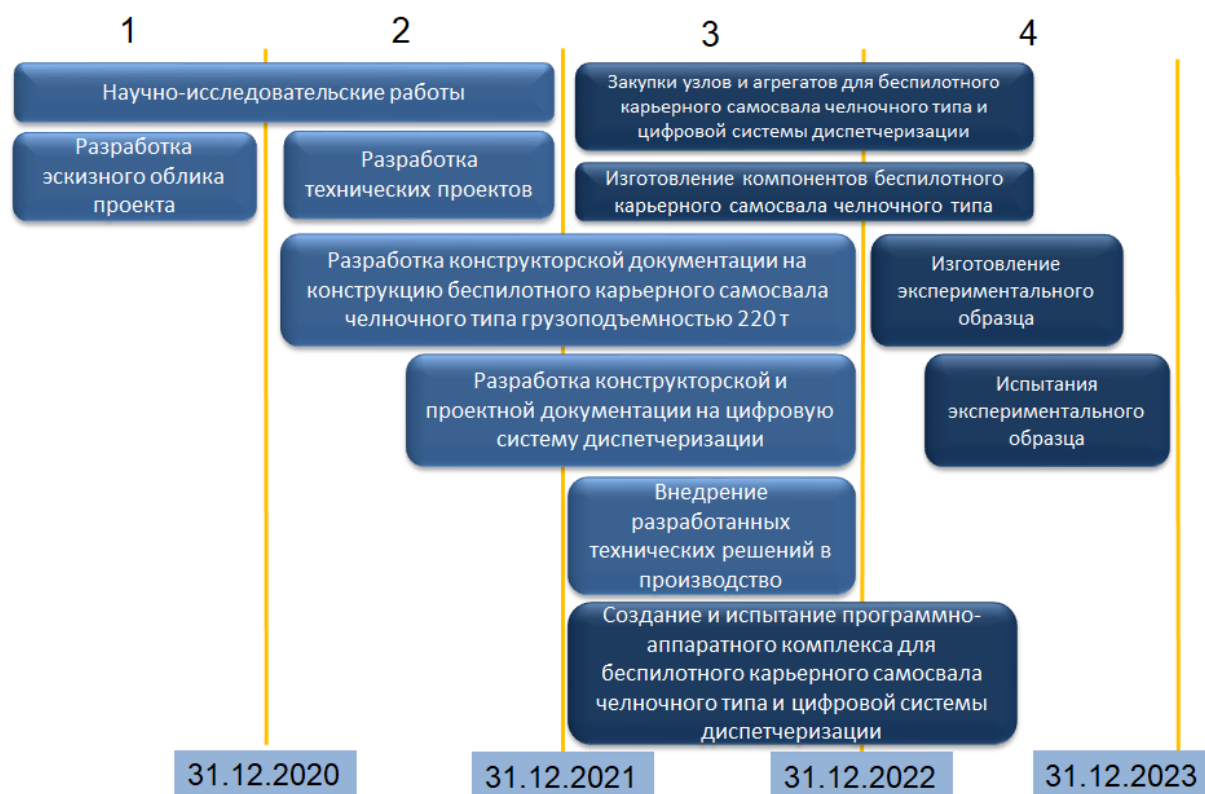


Рисунок 6. Этапы работ выполнения научного исследования

Производство беспилотного карьерного самосвала челночного типа ПАО «КАМАЗ» грузоподъемность 220 т (проект «ЮПИТЕР») должно обеспечить производственные мощности: в 2023 году, не менее 1 шт.; в 2024 году, не менее 3 шт.; в 2025 году, не менее 5 шт.; в 2026 году, не менее 10 шт.; в 2027 году, не менее 15 шт. Потенциальный спрос на автосамосвалы ПАО «КАМАЗ» после выхода на полную производственную мощность прогнозируется на уровне 100 единиц в год.

8. Инфраструктура научно-исследовательской и инновационной деятельности, научно-технический задел

В КузГТУ сформирована научно-исследовательская и инженеринговая инфраструктура, которая послужит платформой для выполнения НИОКТР (рис. 7).



Рисунок 7. Инфраструктура научно-исследовательской и инновационной деятельности

В области проектной и инжиниринговой деятельности созданы и функционируют:

- региональный научно-исследовательский, учебно-методический и внедренческий Центр информационных технологий «CAD/CAM-Центр»;
- малое инновационное предприятие ООО «МИП Техмаш»;
- центр 3D-моделирования;
- лаборатория искусственного интеллекта;
- лаборатория мобильных роботов;
- лаборатория контроля качества деталей машин;
- центр диагностики горных машин;
- научно-образовательный центр «Информационные и интеллектуальные системы управления»;
- инжиниринговый центр «Промышленные технологии»;
- научный центр «Цифровые технологии»;
- проектный офис.

По теме проекта опубликована 41 публикация, в том числе в базах Scopus 18, из перечня ВАК 14. Публикации, отражающие научно-технический задел головного исполнителя и со-исполнителя работ по проекту, представлены в приложении 1.

Публикации, отражающие научно-технический задел головного исполнителя и соисполнителя работ по проекту:

1. Влияние условий эксплуатации на тепловое состояние редукторов мотор-колес автосамосвалов белаз / Хорешок А.А., Стенин Д.В., Стенина Н.А./ Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 2 (90). С. 28-30.
2. Evaluation of the open pit vehicles loading influence on the reliability of motor – wheel reducers /Stenin D.V., Stenina N.A., Bakanov A.A./ Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety 2016. С. 256-260.
3. К вопросу экологизации автотранспорта / Гераськов И.М., Семичев К.А., Столярова А.П., Стенина Н.А./ Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая" Конференция проходит при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. 2017. С. 313.
4. Инновационные решения обеспечения безопасности дорожного движения /Коротков Д.О., Столярова А.П., Стенина Н.А./ Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием "Россия молодая" Конференция проходит при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. 2017. С. 31006.
5. Dependence of reliability and resource of the elements of the design of quarry automatics with the degrees of their downloads / Stenin D., Stenina N./ E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.
6. Influence of service conditions of quarry dump trucks on the thermal state large-size tires /Kulpin A.G., Stenin D.V., Kultayev E.E., Kulpina E.E., Borovtsov V.A./ Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety 2016. С. 116-119.
7. Аналитические исследования топливной экономичности автомобиля с электро-механической трансмиссией /Фурман А.С., Стенин Д.В., Ашихмин В.Е.// Автомобильный транспорт. 2007. № 5. С. 94.
8. Исследование режима работы экскаваторно-автомобильного комплекса на открытых разработках / Стенин Д.В., Фурман А.С., Ашихмин В.Е.// Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2007. № 5 (63). С. 94-95.
9. Functional quality criterion of rock handling mechanization at open-pit mines / Voronov Yu., Voronov A./ E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.
10. Increasing the technical level of mining haul trucks / Voronov Yu., Voronov A., Grishin S., Bu-jankin A./ E3S Web of Conferences The Second International Innovative Mining Symposium. 2017.
11. Improving the organization of the shovel-truck systems in open-pit coal mines / Koryagin M., Voronov A./ Transport Problems. 2017. Т. 12. № 2. С. 113-122.
12. Разработка имитационной модели диспетчеризации карьерного автотранспорта/Воронов А.Ю./ В сборнике: РОССИЯ МОЛОДАЯ Сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. Ответственный редактор: Блюменштейн В.Ю.. 2014. С. 22.
13. Алгоритм оперативной диспетчеризации карьерного автотранспорта / Захаров А.Ю., Воронов А.Ю.// Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 5 (93). С. 107-111.
14. Оптимизация параметров карьерных автосамосвалов по критерию качества / Воронов Ю.Е., Воронов А.Ю., Басманов С.В./ Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2008. № 7. С. 61-65.
15. Повышение производительности путем внедрения автоматизированной системы управления горнотранспортными работами компании "wenco" /Скударнов Д.Е., Непогожев А.А., Воронов Ю.Е., Жернова Н.А./ В сборнике: социально-экономические проблемы

развития старопромышленных регионов. Сборник материалов международного экономического форума, посвященного 65-летию КузГТУ. 2015. С. 29.

16. Математическая модель оптимизации параметров карьерных автосамосвалов /Воронов Ю.Е., Басманов С.В./Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2007. № 8. С. 58-62.

17. Сравнение спутниковых навигационных систем, применяемых на автомобильном транспорте /Воронов Ю.Е., Косолапов А.В./ Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2004. № 5 (42). С. 80-85.

18. Информационное обеспечение логистических процессов в интеллектуальных транспортных системах /Воронов Ю.Е., Кочерга В.Г., Шабанов А.В./Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2001. № 5. С. 68.

19. Выбор схем организации дорожного движения с использованием элементов интеллектуальных транспортных систем /Косолапов А.В., Матисов А.В./ В сборнике: Политранспортные системы материалы IX Международной научно-технической конференции. Сибирский государственный университет путей сообщения. 2017. С. 557-563.

20. Микроэкономическая оценка совершенствования организации дорожного движения за счет применения интеллектуальных транспортных систем / Голофастова Н.Н., Косолапов А.В./ Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 4-2 (49). С. 121-127.

21. Оценка устойчивости функционирования дорожно-транспортного комплекса по критерию техногенной опасности /Жданов В.Л./ Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. С. 389-393.

22. Анализ информативного признака емкости транспортного потока как критерия оценки уровня его интегральной опасности /Жданов В.Л./ Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2008. № 3 (67). С. 112-115.

23. Разработка интегральных критериев оценки воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду /Жданов Л.С., Жданов В.Л./Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2005. № 4-1 (48). С. 74-77.

24. Energy consumption in the process of excavator-automobile complexes distribution at kuzbass open pit mines / Panachev I., Gerike B., Kuznetsov I., Shirokolobova A./ E3S WEB OF CONFERENCES 2017. C. 01003.

25. Justification of efficiency of heavy dump trucks effectiveness in open pit mines according to operating life criterion of the back axle / Panachev I.A., Shirokolobov G.V., Kuznetsov I.V., Shirokolobova A.G./ Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety 2016. C. 144-148.

26. Keller A.V., Gorelov V.A., Anchukov V.V. Modeling truck driveline dynamic loads at differential locking unit engagement / Procedia Engineering 2015. – №129. – С. 280-287.

27. Gorelov V.A., Komissarov A.I., Miroshnichenko A.V. 8×8 wheeled vehicle modeling in a multibody dynamics simulation software / Procedia Engineering 2015. - №129. - С.300-307.

28. Keller A.V., Gorelov V.A., Vdovin, D.S., Taranenko P.A., Anchukov, V.V Mathematical model of all terrain truck / Proceedings of the ECCOMAS Thematic Conference on Multibody Dynamics 2015, Pages 1285-1296.

29. P. Sarkisov G., Prokop G., Gladov S. Popov Physical tire model based on understanding of separate components of tire deformation / The Dynamics of Vehicles on Roads and Tracks 2015. Proceedings of the 24th Symposium of the International Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015), Pages 749–758.

30. Gorelov V.A. Komissarov A.I. Mathematical Model of the Straight-line Rolling Tire-Rigid Terrain Irregularities Interaction / Procedia Engineering 2016. Vol. 150. P. 1322-1328.

31. Kotiev G. O., Padalkin B. V., Kartashov A. B. Designs and development of russian scientific schools in the field of cross-country ground vehicles building / ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences 2017. - Vol. 12, Issue 4. - С. 1064 – 1071.

32. Дьяков А.С. Научные методы разработки ходовых систем высокоподвижных безэкипажных наземных транспортных средств / Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева 2019 .- Т. 124 , № 1 .- С. 146 - 159.
33. Горелов В.А., Косицын Б.Б. Прогнозирование характеристик криволинейного движения беспилотного колесного транспортного средства / Математическое моделирование 2018 .- Т. 30 , № 10 .- С. 107 – 122.
34. Бузунов Н. В., Котиев Г. О., Падалкин Б. В. Моделирование движения колесных машин в режиме "реального времени" для реализации бортовых систем управления автономным ходом / МЕЖДУНАРОДНЫЙ АВТОМОБИЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ (МАНФ-2018) "ТЕХНОЛОГИИ И КОМПОНЕНТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ"2018.- НАМИ (Москва). - С. 570-584.
35. M. M. Zhileykin, G. O. Kotiev, M. V. Nagatsev Synthesis of the adaptive continuous system for the multi-axle wheeled vehicle body oscillation damping / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 315, conference 1 2018 .- <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/315/1/012031/pdf>.
36. Klubnichkin V. E., Diakov A. S., Klubnichkin E. E, Zakharov A. Y., Vakhidov U. Sh, Suchenina A. S., Basmanov I. V. Experimental evaluation of speed and brake properties of domestic and foreign made utility terrain vehicles / Journal of Physics: Conference Series 2019 .- Vol. 1177 , Issue 1 .- Art.no 012048. DOI: 10.1088/1742-6596/1177/1/012048.
37. Buzunov N. V., Kotiev G. O., Gorelov V. A. Implementation of the interaction of the steering wheel loader control system of the remote-controlled wheeled vehicle operator interface with a real time simulation model / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019. - Vol. 534 , Issue 1 .- Art.no 012010. DOI: 10.1088/1757-899X/534/1/012010.
38. Buzunov N. V., Kotiev G. O., Padalkin B. V. Wheel vehicle dynamics real time simulation for on-board stand-alone moving control system realization / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2019 .- Vol. 534 , Issue 1 .- Art.no 012021. DOI: 10.1088/1757-899X/534/1/012021.
39. Дубинкин Д.М. Современное состояние техники и технологий в области автономного управления движением транспортных средств угольных карьеров // Горное оборудование и электромеханика – 2019. – № 6 (146). – С. 8-15.
40. Стенин Д.В. Перспективы развития производства автономных тяжелых платформ для безлюдной добычи полезных ископаемых // Горное оборудование и электромеханика – 2019. – № 6 (146). – С. 3-8.
41. Дубинкин Д.М., Садовец В.Ю., Котиев Г.О., Карташов А.Б. Исследование процесса транспортирования вскрышных пород и угля на разрезах // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 4 (7). – С. 50-66.