

ISSN: 2412-592X(Online)

Научно-технический рецензируемый журнал

Свидетельство о регистрации средства массовой информации Эл № ФС77-81667 от 06 августа 2021 г.

**МАШИНЫ
и УСТАНОВКИ:
ПРОЕКТИРОВАНИЕ,
РАЗРАБОТКА
И ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

№ 1

2026 г.

ВЫПУСК 13

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.
Электрон. журн. 2026. № 1. С. 1 – 13

DOI:

Представлена в редакцию: 20.05.2026

Принята к публикации: 27.05.2026

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 330

Итоги юбилейной 30-й московской международной межвузовской научно-технической конференции «Молодой инженер»

Тропин С. Л.

tropin@bmstu.ru

МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, Россия)

Статья информирует читателей о состоявшейся в Московском государственном техническом университете имени Н.Э. Баумана межвузовской конференции «Молодой инженер», которая проводилась ежегодно 30 лет подряд. Приведены краткие исторические и статистические сведения. Показаны особенности конференции и актуальные задачи на будущее. Дано краткое изложение выступлений участников пленарного заседания. Представлены тематические направления работы секций. Обобщены достижения, характеризующие значимость конференции для подготовки инженерных кадров.

Ключевые слова: конференция, подготовка инженеров, координации образовательных программ, взаимодействие учебных кафедр и промышленности, демонстрация экспонатов.

23 апреля 2026 года состоялась юбилейная 30-я московская международная межвузовская научно-техническая конференция «Молодой инженер».

Для конференции 30 лет – это целый исторический период. Инициатором конференции была кафедра «Подъемно-транспортные системы», которую в то время возглавлял профессор Анатолий Владимирович Вершинский. В 1997 году состоялась первая конференция. В ней участвовали студенты и аспиранты 4-х университетов: МГТУ им. Баумана и его калужского филиала, Московского государственного университета путей сообщения МГУПС (ныне «Российский университет транспорта»), Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ) и Московской государственной академии водного транспорта МГАВТ (ныне Академия водного транспорта Российского университета транспорта). Объем сборника тезисов составлял 32 страницы (рис.1).

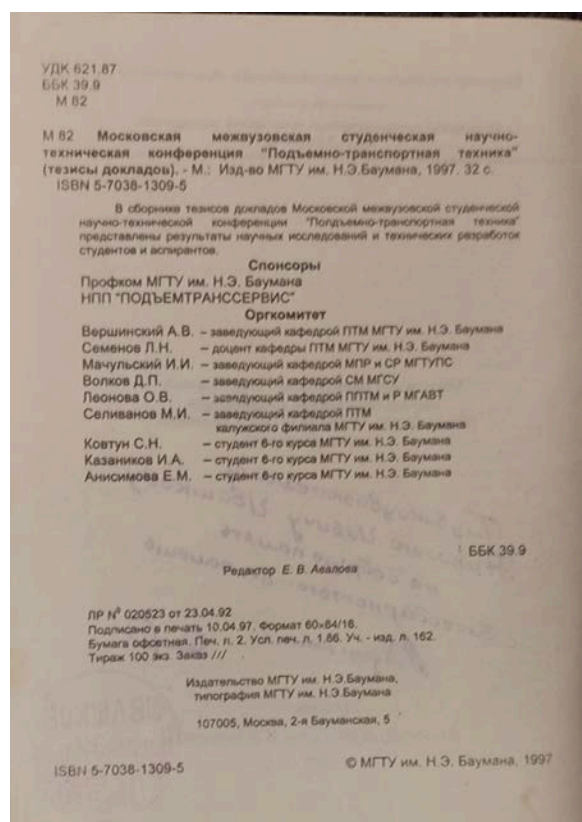
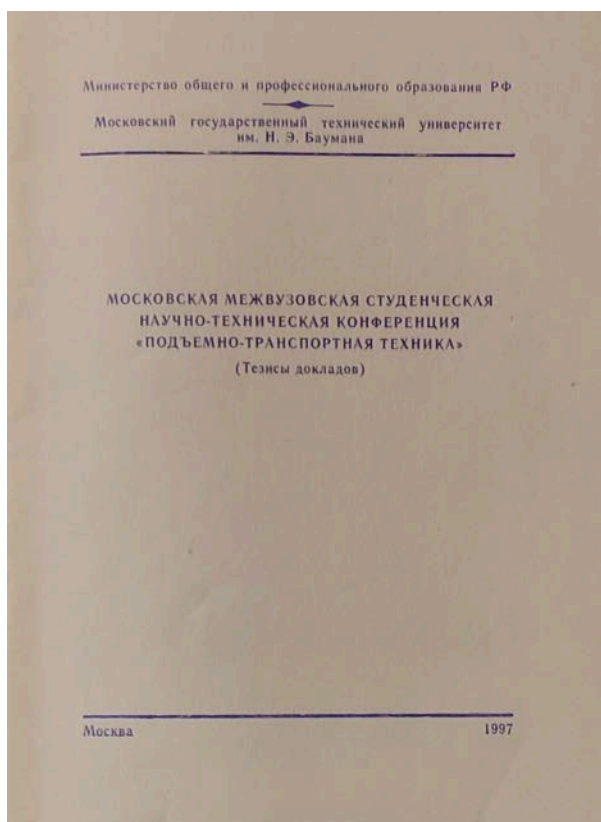


Рис.1. Сборник тезисов докладов 1-й московской межвузовской студенческой конференции «Подъемно-транспортная техника»

За истекшие годы конференция обрела размах, авторитет и собственное имя - «Молодой инженер».

Для участия в 30-й конференции поступили 70 заявок от студентов, магистрантов, аспирантов, инженеров из 23-х университетов, четырех промышленных предприятий и Института машиноведения имени А.А. Благонравова Российской Академии Наук. География их размещения охватывает территорию от Республики Беларусь до Дальнего Востока и включает города: Минск, Тулу, Калугу, Москву, Брянск, Ростов на Дону, Краснодар, Санкт-Петербург, Ярославль, Волгоград, Набережные Челны, Красноярск, Братск, Хабаровск и Владивосток. Всего 15 городов.

Перечень организаций и формат их участия представлен в таблице 1. Данные, приведенные в этой таблице, показывают, что 32 процента заявок поступили из региональных университетов, которые не смогли командировать докладчиков в Москву для очного выступления и знакомства с коллегами.

В этой связи будет проработан вопрос он-лайн докладов и дискуссий. При этом придется учесть значительное увеличение числа выступающих из разных часовых поясов, что неизбежно приведет к изменению структуры секций и формата их проведения. Тем не менее, такие изменения придадут новый импульс развитию конференции «Молодой инженер» в будущем.

Таблица 1. Перечень участников конференции «Молодой инженер» и формат заявок

№ п/п	ОРГАНИЗАЦИИ	Заявки на очные доклады на секциях	Заявки на выступление на пленарном заседании	Заявки на заочное участие
1	Волгоградский Государственный Технический Университет	1		
2	МГТУ им. Н. Э. Баумана	16		
3	Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)	5		1
4	Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)	2	1	
5	Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I	1		
6	Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева (РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)	2	1	
7	Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы	1		
8	Российский университет транспорта (РУТ МИИТ)	6	1	3
9	Финансовый Университет при Правительстве РФ		1	
10	Ярославский государственный технический университет	2	1	
11	Белорусский национальный технический университет, г. Минск			1
12	Братский государственный университет, г. Братск			2
13	Брянский государственный технический университет, г. Брянск			1
14	Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС), Хабаровск			2
15	Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток			2
16	Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону			2
17	Калужский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана			1
18	Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ), г. Краснодар			2
19	Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета, г. Набережные Челны			1
20	Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II			2
21	Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет			3
22	Сибирский федеральный университет, г. Красноярск			1
23	Тульский государственный университет			2
24	ООО "Руслет"	1	1	
25	АО «Ивантеевский Элеватормельмаш»		1	
26	ОАО «НТЦ «Промышленная безопасность»		1	
27	ООО «РусАтомЭкспертиза»	Участие в выставке		
28	Институт машиноведения имени А.А. Благонравова РАН (ИМАШ РАН)	Гостевое присутствие		

На открытии конференции были зачитаны приветственные письма от первого проректора МГТУ им. Баумана П. А. Дроговоза и проректора по учебной работе МГТУ им. Баумана С. В. Алькова.

Они отметили, что конференция, которая проводится три десятилетия подряд, – это традиция, подтверждающая преемственность научной школы, и свидетельство неослабевающей актуальности исследований и разработок в области подъемно-транспортных

систем. Юбилейная дата является своеобразным рубежом передачи эстафеты от участников прошлых лет, которые уже реализовали свои идеи и получили признание в профессии, молодому поколению, которому предстоит овладевать достижениями научно-технического прогресса и на этой базе создавать инновации передового уровня. П.А. Дроговоз и С.В. Альков пожелали участникам плодотворной работы, творческой энергии и практических достижений.

С личным приветствием перед собравшимися выступил руководитель научно-учебного комплекса «Робототехника и комплексная автоматизация», декан одноименного факультета МГТУ имени Баумана Г.В. Шашурин. Он обратил внимание на то, что в текущем году согласно реформе высшего образования в Российской Федерации состоится переход к 5-6 летним программам подготовки инженеров. Также будет реализовано углубленное базовое образование, а двухуровневая система в том виде, какой она была последние 15 лет, прекратит своё существование. Он выразил уверенность, что юбилейная конференция пройдет успешно и участники будут иметь возможность в ходе неформального живого диалога протестировать новые идеи и решения актуальных задач.

По случаю юбилея конференции «Молодой инженер» выступил с докладом профессор кафедры «Подъемно-транспортные системы» А.В. Вершинский. Он отметил, что конференция «Молодой инженер» – это продолжение длинного пути, начало которому положила инициатива кафедры РК4. Начиная с 1997 года, конференция проводилась ежегодно, невзирая на разного рода сложности. Это завидное постоянство свидетельствует о важности и востребованности конференции, тематика которой охватывает практически все разновидности наземных транспортно-технологических машин. Эти машины, включая подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые и другие, применяются повсеместно. Поэтому и круг заинтересованных участников конференции весьма широк, а неослабный интерес к ней обусловлен пользой, которую она приносит. Подготовка и выступление с докладами позволяют не только овладевать новыми знаниями, но и почувствовать вкус творчества, без которого нельзя быть инженером.

Для инженерного сообщества текущий год связан с ещё одной юбилейной датой. Это 110 лет со дня рождения крупного ученого, педагога и инженера Михаила Павловича Александрова, возглавлявшего кафедру «Подъемно-транспортные системы» более 20 лет.

Воспоминаниями о нем поделился доцент кафедры РК4 А.М. Ромашко. Он отметил выдающийся вклад М.П. Александрова в создание учебных пособий и атласов конструкций грузоподъемных машин и тормозных устройств, а также в развитие методик преподавания машиностроительных дисциплин. Подробно деятельность и заслуги М.П. Александрова изложены в статье А.М. Ромашко, помещенной на страницах журнала №1 за 2026 г. (выпуск 13) в разделе «Инженерная гордость России».

Новшеством конференции «Молодой инженер» в 2026 году стала демонстрация разработок кафедры РК4 «Подъемно-транспортные системы».

Гостям и участникам конференции были показаны следующие экспонаты.

- универсальный модуль контроля рабочей зоны, оснащенный компьютерным зрением и искусственным интеллектом. Модуль адаптирован к обнаружению людей в опасных зонах, предотвращению столкновения кранов, работающих на одном рельсовом пути, и к защите от наезда на произвольные объекты;

- модернизированный импортный ограничитель грузоподъемности с улучшенными эксплуатационными свойствами за счёт внедрения уникальных алгоритмов защиты крана от перегрузки. Достигнутые преимущества представлены в сопроводительном видео ролике;

- технология 3D-сканирования деталей и создания их компьютерных моделей, которые студенты кафедры РК-4 осваивают в рамках дисциплины Учебно-технологический практикум.

Экспозицию кафедры РК4 дополнило ООО «РусАтомЭкспертиза», которое продемонстрировало модель тележки мостового крана для атомной промышленности. Отличительной особенностью новой конструкции является повышенная безопасность, достигнутая дублированием основных узлов. В случае отказа каждого из них технологический процесс не будет прерван.



Рис.2. Универсальный модуль контроля рабочей зоны с компьютерным зрением и элементами искусственного интеллекта.



Рис.3. Модернизированный импортный ограничитель грузоподъемности с улучшенными эксплуатационными свойствами.

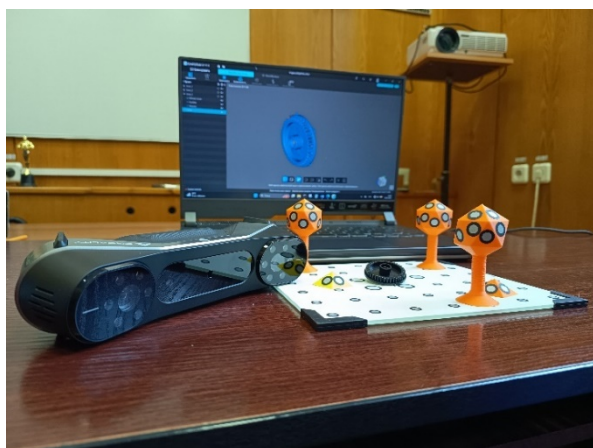


Рис.4. Демонстратор технологии 3D-сканирования деталей и создания их компьютерных моделей.



Рис.5. Модель тележки мостового крана для атомной промышленности.

Представляется целесообразным при организации будущих конференций предлагать участникам продемонстрировать свои разработки.

Особенностью конференции «Молодой инженер» 2026 года стало обсуждение на пленарном заседании вопросов координации образовательных программ и научных исследований учебных кафедр и промышленных предприятий.

Выступающие рассказали об основных направлениях деятельности и научных исследований в своих организациях и высказали целый ряд практических предложений.



Смирнов Юрий Иванович – старший преподаватель Финансового Университета при Правительстве РФ, автор программ в Финансовом Университете по переговорам, руководитель Российского клуба переговорщиков, автор 1-го молодежного чемпионата России по деловым коммуникациям, – открыл выступления на пленарном заседании. Он поздравил организаторов конференции «Молодой инженер» с юбилейной датой и отметил, что любая конференция в той или иной степени служит платформой для установления деловых отношений, успешность которых во многом зависит от умения вести переговоры. Этот навык также необходим инженерам при согласовании технической документации, так и при установлении отношений бизнесе. В Финансовом университете есть программа по бизнес-переговорам, признанная журналом «Генеральный директор» ведущим курсом в России. Эта программа позволяет приобрести навыки ведения позитивного диалога, после которого собеседнику хотелось бы продолжить общение и развивать деловые отношения. Проверить и усовершенствовать эти навыки можно будет в ходе очередного чемпионата России по деловым коммуникациям, который пройдет на базе кафедры РК4 МГТУ им. Н.Э. Баумана осенью текущего года. Ю.И. Смирнов пригласил собравшихся участвовать в данном мероприятии.



Тюремнов Иван Сергеевич – заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины» Ярославского государственного технического университета, – отметил тесную связь исследований и разработок кафедры с практическими потребностями производителей техники и организаций ее эксплуатирующих. Основными партнерами кафедры являются Рыбинский «Завод «Дорожных машин»», являющийся ведущим российским производителем дорожных катков, а также выпускающий фронтальные погрузчики, автогрейдеры и снегоуборочные машины и «Ярославский завод «Красный Маяк»» – ведущий российский производитель промышленных вибраторов и вибрационных машин и оборудования различного назначения. Такое партнерство позволяет быть в курсе актуальных проблем и обеспечивать их решение современными экспериментальными и теоретическими методами.

И.С. Тюремнов выделил ряд основных направлений, по которым ведутся исследования. Основное из них – это разработка и совершенствование вибрационных машин для уплотнения дорожно-строительных материалов. Так, сотрудники и студенты кафедры приняли участие в создании на Рыбинском «Заводе «Дорожных машин»» первого отечественного осцилляторного дорожного катка. Этот каток впервые будет продемонстрирован на выставке СТТ Экспо в мае 2026 года. В настоящее время методами многопараметрической оптимизации осуществляется поиск резервов улучшения конструкций вибромашин, а экспериментальными методами исследуются самоходные виброплиты для «Ярославского завода «Красный маяк»».

Другим важным направлением является исследование и разработка оборудования для разрушения прочных строительных композитов: железобетона, бетона, асфальтобетона и т. п.

Для фрезерования асфальтобетонных покрытий по результатам экспериментов найдена рациональная расстановка резцов, позволившая существенно повысить скорость и снизить энергоёмкость резания, по сравнению с зарубежными аналогами. Для нарезания щелей в асфальтовом покрытии разработано уникальное устройство.

Кроме названных традиционных направлений, большое внимание уделяется роботизированным машинам, углубленное изучение основ разработки которых будет осуществляться в создаваемой на кафедре лаборатории «Электропривод, сенсорика и робототехника».

В заключение И.С. Тюремнов указал на широкое участие студентов и аспирантов кафедры в научных исследованиях и инженерных разработках. Получив в ходе обучения опыт практической деятельности, выпускники кафедры пользуются неизменным спросом на машиностроительных предприятиях Ярославля, Рыбинска и других городов России.



Густов Дмитрий Юрьевич – доцент кафедры «Механизации, автоматизации и роботизации строительства» Национального исследовательского Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), – отметил, что студенты-механики в 30-й раз участвуют в конференции, начиная с 1997 года. Конференция крайне важна как для студентов и аспирантов, так и для преподавателей, так как является местом встречи и неформального общения с коллегами из родственных вузов. Обмен мнениями по актуальным научным проблемам и прикладным инженерным задачам создает необходимый импульс для их решения и движения вперед.

Студенты НИУ МГСУ с удовольствием участвуют в конференции, поскольку ее тематика охватывает направления, непосредственно связанные со строительными технологиями: подъёмно-транспортное оборудование, строительные и дорожные машины, коммунальное хозяйство и робототехника.

На современных стройплощадках, особенно при возведении высотных зданий, объективно высока потребность в автоматизации строительных процессов и в применении робототехники. Поэтому, отвечая на этот вызов, в НИУ МГСУ в новом строящемся кампусе будет создана отдельная лаборатория роботов и робототехнических средств.

В настоящее время робототехнические средства находят применение в областях деятельности, которые казались нероботизируемыми. Так в лифтовой сфере стали появляться наземные беспилотники для передвижения по лестничным маршам до ввода лифтов в действие. Такие наземные роботизированные средства, обеспечивают подъём грузов и лифтовых лебёдок на верхние этажи. Ведутся работы по коллаборативным роботам (коботам), которые предназначены для безопасной совместной работы с человеком. Коботы помогают рабочим при выполнении длительных и тяжёлых работ: поддерживают детали при монтаже, облегчают физический труд. В последние два года на нашей кафедре активно развивается направление активных и пассивных экзоскелетов. Их применение в строительстве оправдано, когда физических сил человека недостаточно, а применить технику невозможно или слишком затратно. В этих случаях активные экзоскелеты добавляют силы, а пассивные – разгружают скелет человека и оберегают от травм.

Применение роботов и робототехнических средств является относительно новым направлением деятельности кафедры, которое дополняет традиционные строительные дисциплины и связанные с ними машины и механизмы.

Отличительная особенность подготовки студентов на кафедре – соблюдение баланса традиций и инноваций. Фундаментальное образование – это основа. Без него не построить современные компетенции. Одним из важных базовых навыков остаётся черчение на бумаге при помощи линейки, циркуля и др. средств, что помогает студентам глубже чувствовать процесс моделирования и лучше понимать конструкцию машин.

В сочетании с базовыми знаниями и навыками студенты овладевают приемами работы с современными исследовательскими программными продуктами. Поэтому применение компьютерного моделирования является неременным условием при подготовке дипломных работ выпускников, которые востребованы не только в строительстве, но и в смежных отраслях.



Гофман Александр Михайлович – руководитель центра «Креатех» МГТУ им. Н.Э. Баумана, – отметил, что креативная экономика играет важную роль в развитии страны. Креативная экономика России включает 16 отраслей или индустрий. Особенность креативных индустрий – уникальность продуктов, являющихся результатом творческой интеллектуальной деятельности, например, компьютерные игры; развлекательный контент; шоу-продакшн; современные музейные экспозиции; сценическая машинерия. По данным на 2025 год, валовая добавленная стоимость креативной экономики составила 8,26 трлн. рублей, а доля креативного сектора в ВВП страны – 4,2%. Президентом России В.В. Путиным поставлена задача увеличения вклада креативного сектора к 2030 году до 6% ВВП.

Для достижения плановых показателей креативной экономики требуются высококвалифицированные специалисты с высшим образованием. Анализ основных образовательных моделей показал, что ведущие университеты мира (западные и восточные) отдают приоритет инженерной подготовке выпускников, которые способны создавать новые технологии с высоким потенциалом коммерциализации.

Для России такой подход представляется особенно актуальным. Чтобы преодолеть зависимость от зарубежных технологий и «догнать ранок» сначала нужен инженер, потом – предприниматель. Если нечего создать, нечего будет продавать. Образно говоря, к креативной экономике необходимо приложить вектор инженерной силы.

Без преувеличения, лидирующее положение в подготовке инженеров-интеграторов для работы с техническими системами в креативной экономике занимает МГТУ им. Баумана. Базовая инженерная подготовка студентов осуществляется на кафедре РК4 «Наземные подъемно-транспортные системы и роботы». Специализацию в области цифровой и смешанной реальности (медиа-тех, кинотех-кластеры) студенты приобретают на кафедре ИУ5 «Системы обработки информации и управления», а специализацию по разработке интерактивных систем (игр) – на кафедре ИУ7 «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии». Принимать экономически правильные решения будущие инженеры-интеграторы учатся на кафедре ИБМЗ «Маркетинг цифровых технологий».

Подготовить инженеров для креативной экономики в аудитории невозможно. Поэтому в МГТУ им. Н.Э. Баумана для приобретения студентами практических навыков создана уникальная лабораторная инфраструктура, в состав которой входят «Центр робототехники», лаборатория акустики, лаборатория когнитивной техники, студия разработки игр, лаборатория искусственного интеллекта. В них студенты, начиная с 1-го курса учатся управлять роботами, осваивают саунд-дизайн, создают акустические продукты.

Коммерческий потенциал имеют проекты тройного мягкого захвата для любых предметов, сборно-разборные роботы для детей, «роботы-паучки» для промышленных помещений, а также роторный сабвуфер для кинотеатров. В Мультимедиа Арт Музее Москвы на II Международной биеннале «Искусство будущего» была продемонстрирована роборука, которая печатает текст с помощью печатной машинки на бумаге.

Рынок принимает только тех, кто может доказать освоение технологий через готовый продукт. Поэтому студенты, начиная с 1-го курса начинают набирать техническое портфолио. Результаты разработок демонстрируются на выставке студенческих проектов, которая проходит раз в 2 года.

Реализуя все вышеуказанные подходы к образованию, мы надеемся получить кадры, способные конкурировать на международной арене.



Сидорович Дмитрий Юрьевич – генеральный директор ООО «РУСЛЕТ», заместитель председателя Технического комитета по стандартизации ТК 289 "Краны грузоподъемные и машины непрерывного транспорта", – представил миссию предприятия – возрождение отрасли канатных дорог в России. На этом пути уже многое сделано. Создана производственная база, которая обеспечивает полный цикл создания канатных дорог – от проектирования до выпуска готовой высокотехнологичной продукции. Производственные мощности

позволяют выпускать до 15 канатных дорог мирового уровня в год.

Канатные дороги по праву относят к авангарду машиностроения, так как это сложный механизм, отвечающий высочайшим требованиям безотказности. Канатная дорога состоит более чем из 20 тысяч деталей. Все эти компоненты разрабатываются, изготавливаются и собираются в единое целое на предприятиях группы компаний «РУСЛЕТ» в России.

В компании «РУСЛЕТ-Автоматизация» создана автоматизированная система управления и программное обеспечение для канатных дорог. В рамках импортозамещения эта разработка успешно внедрена на канатных дорогах Олимпийского Сочи. Оборудование «РУСЛЕТ» уже установлено на 12 объектах. В ближайшие 2-3 года их число будет утроено.

В целях повышения надёжности и безопасности канатных дорог разрабатывается уникальное программное обеспечение с элементами искусственного интеллекта для контроля технического состояния оборудования в реальном времени во всех локациях. Анализ поступающей телеметрии позволит реализовать функцию заблаговременного предупреждения аварийных состояний.

В перспективе – разработка и производство новых видов экологического городского транспорта, таких как канатные такси, которые позволят разгрузить существующие дорожные системы в мегаполисах, а также соединить части города, расположенные на разных берегах рек.

Для реализации намеченных планов необходим приток высококвалифицированных молодых инженеров. Поэтому столь важным представляется партнерство с кафедрой РК4, которая обладает высоким научно-техническим потенциалом и готовит специалистов, способных генерировать инновации.

Со своей стороны «РУСЛЕТ» реализует стипендиальную программу, цель которой – поиск талантливых школьников, склонных к инженерии, оказание им помощи в поступлении в МГТУ им. Н.Э. Баумана и последующее трудоустройство на предприятиях «РУСЛЕТ». В настоящее время 2 студента уже учатся, еще 5 школьников отобраны для поступления в университет.

Многолетнее партнерство «РУСЛЕТ» и кафедры РК4 МГТУ им. Н.Э. Баумана показало важность взаимодействия промышленности, бизнеса и науки. Это именно тот путь, который приносит максимальный эффект и ведет к технологическому суверенитету России и лидирующим позициям на рынке.



Дудолодова Татьяна Владимировна – заместитель генерального директора АО «Ивантеевский Элеватормельмаш», – обратилась к молодым инженерам и пригласила их к сотрудничеству. В этой связи она рассказала о деятельности и перспективах завода, который был основан в 1949 году и работает не останавливаясь уже 77 лет. За эти годы была кардинально модернизирована производственная база и освоен весь спектр оборудования для перегрузки и транспортировки сыпучих и штучных грузов. Собственное конструкторское подразделение позволяет выполнять индивидуальные проекты, изготавливать сложное, нестандартное оборудование с локализацией от 85 до 100%. При проектировании используются САД-системы и электронная библиотека чертежей. На предприятии внедрена система управления жизненным циклом производства, автоматизировано материально-техническое нормирование, разработаны собственными силами автоматизированные рабочие места начальников цехов. Вся информация о деятельности предприятия поступает в экосистему, где виден финансовый результат.

Отвечая на вызовы современности, завод совершенствует производство и повышает конкурентоспособность выпускаемой продукции, чтобы избавить бизнес от импортозависимости. В этой связи представляется важным объединить накопленный производственный опыт с научными знаниями и передовыми разработками кафедры РК4. Это позволит создавать инновации и реализовывать самые смелые проекты, опережающие мировой уровень. Важным шагом на этом пути является производственная практика студентов, в ходе которой состоится не только подробное знакомство с производством, но и предоставится возможность внести рационализаторские предложения, например по использованию искусственного интеллекта и роботов.

Студенты, которые выберут АО «Ивантеевский Элеватормельмаш» для прохождения практики, пополнят своё портфолио практическим опытом производства перегрузочного и транспортирующего оборудования и смогут успешно работать в различных областях экономики.



Рис.6. Участники пленарного заседания конференции «Молодой инженер» в историческом зале Ученого Совета МГТУ им. Н.Э. Баумана

По завершении пленарного заседания участники конференции перешли из зала Ученого Совета в 5 аудиторий, отведенных для рабочих секций и оснащенных техническими средствами для выступлений и демонстрации слайдов.

В перерыве была организована экскурсия по главному учебному корпусу МГТУ им. Н.Э. Баумана. Гости познакомились с историей университета и его архитектурой.

В рамках научно-технической повестки конференции «Молодой инженер» участники секций сделали доклады по следующим актуальным направлениям:

- подъемно-транспортные машины и робототехника,
- строительные технологии и инновации,
- дорожные и путевые технологии,
- мелиоративные машины и экологическая инженерия,
- складская логистика и управление цепями поставок,
- лифты и подвесные канатные дороги для транспортирования людей и грузов.

Двенадцать лучших докладов были отмечены дипломами 1,2,3 степени. Отбор докладов производился жюри в составе модераторов тематических секций. При этом учитывались: актуальность темы, корректность использования методов исследования, полезность результатов, обоснованность выводов, уровень подготовленности автора, качество презентации материала, умение вести научную дискуссию.



Рис.7. Торжественное награждение дипломами участников конференции «Молодой инженер»

Тезисы всех докладов, заявленных на конференцию, будут опубликованы в сборнике конференции и индексированы в РИНЦ, что позволит молодым учёным закрепить свои научные результаты.

Подводя итоги тридцатилетия конференции «Молодой инженер», можно констатировать следующее. Год от года расширяется география и число участников конференции, что представляется важным вкладом в решение государственной задачи вовлечения в научно-технологическую сферу талантливой молодежи. Научно-исследовательская работа студентов, развивающая их творческие способности, стала неотъемлемым этапом подготовки будущих

инженеров. Подготовка докладов для участия в конференции позволяет студентам закрепить знания, полученные в аудиториях, и повысить эффективность взаимодействия с преподавателями и руководителями. Отмечается стремление участников доводить свои разработки до практической реализации, следуя при этом мировым трендам научно-технического прогресса.

Конференция подтвердила статус площадки для научных коммуникаций и формирования творческих связей между учебными кафедрами и предприятиями реального сектора экономики. В ходе такого взаимодействия формируется среда, в которой научные идеи получают практическое развитие.

Таким образом, с учетом достигнутых позитивных результатов и совершенствования организационных форм участия можно ожидать успешного проведения конференции «Молодой инженер» в следующем 2027 году.

АВТОР

Тропин Сергей Львович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой РК4 «Подъемно-транспортные системы и роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.

Machines & Plants Design & Exploiting

*Electronic journal
International Public Organization
"Integration strategy"
<http://maplants-journal.ru>*

*Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2026. № 1 pp. 1 – 13*

DOI:

Received: 20.05.2026

Accepted for publication: 27.05.2026

© International Public Organization "Integration strategy"

Results of the 30th anniversary Moscow International Interuniversity Scientific and Technical Conference "Young Engineer"

Sergey L. Tropin

tropin@bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation

The article informs readers about the interuniversity conference "Young Engineer" held at the Bauman Moscow State Technical University, which has been held annually for 30 consecutive years. Brief historical and statistical information is provided. The features of the conference and current tasks for the future are shown. A summary of the speeches of the participants of the plenary session is given. The thematic areas of the sections' work are presented. The achievements characterizing the importance of the conference for the training of engineering personnel are summarized.

Keywords: conference, training of engineers, coordination of educational programs, interaction of educational departments and industry, demonstration of exhibits.

AUTHOR

Sergey L. Tropin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the RC4 Department "Lifting and Transport Systems Lifting and robots " Bauman Moscow State Technical University, 105005, Moscow, 2nd Baumanskaya str., 5, building 1.

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.
Электрон. журн. 2026. № 1. С. 14 – 20.

DOI:

Представлена в редакцию: 12.05.2026

Принята к публикации: 26.05.2026

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621.867

Кинематический анализ движения штучных грузов на импульсном инерционном роликовом конвейере с траповым расположением концевой опоры

Лускань О.А.

oa-luskan@yandex.ru

БИТИ НИЯУ МИФИ (г. Балаково, Россия)

Статья является продолжением исследований, начатых в работе [1]. Представлено решение вопросов установления кинематических закономерностей перемещения штучных грузов на импульсном инерционном роликовом конвейере (ИИРК) с подвижным траповым расположением концевой опоры (оси), имеющей возможность движения по наклонной плоскости с выходом на уровень головной опоры (оси) рамы. По сравнению с горизонтально установленным конвейером, работающим в качестве самостоятельной единицы или в составе технологических машин различного назначения, предлагаемое конструктивное решение позволит расширить границы варьирования параметрами конвейера на 20% наряду с повышением производительности и даст возможность выполнения им дополнительных операций, связанных с загрузкой-разгрузкой других транспортно-технологических машин и складского оборудования.

Ключевые слова: груз, ролик, конвейер, кинематика движения груза, подвижный наклонный трап, инерция, сила тяжести.

Введение

В работе [1] были поставлены задачи дальнейшего исследования движения штучных грузов на импульсном инерционном роликовом конвейере (ИИРК) с подвижной траповой концевой опорой, требующие уточнения, а возможно, и принципиального изменения известных, полученных в ходе исследований [2], кинематических закономерностей движения штучных грузов, влекущие, в конечном итоге, по мнению автора, увеличение производительности, за счет возникновения дополнительного импульса от составляющей силы тяжести груза, способствующего увеличению скорости транспортирования груза. Импульс от движущей силы появляется в следствие наклона рамы конвейера, путём уменьшения инерционной силы, направленной противоположно движению груза и составляющей силы тяжести транспортируемого груза, увеличивающей значение вектора равнодействующей указанных сил.

Следует отметить, что угол наклона рамы конвейера ограничен длиной его рамы (чем длиннее рама, тем меньше угол наклона траповой установки концевой опоры (трапа)), но

уменьшение инерционной составляющей хотя бы на 10-15% приведёт к гарантированному движению груза «вперёд» в период разгона рамы, когда может наблюдаться относительное скольжение груза [2, 3], что обеспечит:

во-первых – отсутствие эффекта относительного скольжения груза по заторможенным роликам;

во-вторых – увеличение скорости транспортирования.

Ограничением будет служить только возможное подбрасывание груза, точнее его отрыв от роликового полотна, предопределяющее неработоспособность ИИРК вследствие срыва груза.

Пространственное расположение конвейера (в негоризонтальной плоскости роликового настила) диктует уточнение кинематических характеристик движения рамы с роликоопорами и груза по ним в соответствии со схемой, показанной на рис. 1, при условии крепления шатуна к головной оси, совершающей движение только в горизонтальной плоскости.

Определение кинематических закономерностей движения штучного груза

Сложное движение рамы с роликоопорами обуславливает рассмотрение перемещения груза относительно роликов на основе разработанной теории [2], принимая во внимание, что головная опора рамы ИИРК движется по горизонтальным направляющим, а концевая – по наклонным в соответствии с условиями, оговорёнными в [1], т.е. в положении кривошипа, соответствующем 180° , рама ИИРК будет находиться в горизонтальном положении (перепад уровней установки головной и концевой осей равен нулю), а при 0° – в максимально наклонном (рис. 1). В положениях кривошипа 90° и 270° рама ИИРК будет занимать одинаковые срединные значения по углу наклона, тем самым головная опора конвейера будет совершать возвратно-поступательные перемещения только в горизонтальной плоскости, а концевая – по наклонной плоскости.

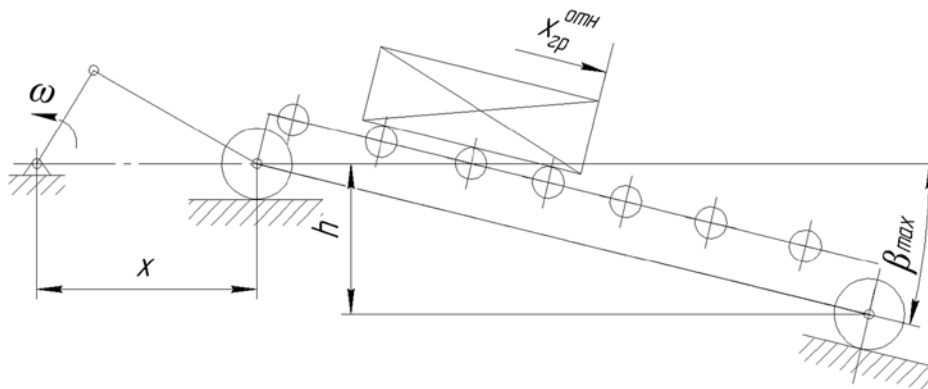


Рис. 1. Схема расположения ИИРК с грузом в пространстве

Переменные кинематические характеристики качающейся рамы ИИРК обеспечиваются гармоническим приводом [2], выполненного кривошипно-шатунным механизмом, позволяющим создать абсолютное движение груза со скоростью рамы и движение груза по роликам, отличающееся по кинематическим характеристикам от движения рамы как при прямом, так и при обратном ходах.

Закономерности движения рамы ИИРК определяются исходя из рисунка 1 и на основе выражений из [2], полагая, что головная опора (ось) движется горизонтально, а концевая наклонно:

$$x_k = \frac{g \sin \omega t}{\omega^2}; g_k = \frac{g \cos \omega t}{\omega}; a_k = -g \sin \omega t, \quad (1)$$

где A , ω – соответственно амплитуда колебаний рамы ИИРК и угловая скорость привода.

Значение максимального угла расположения концевой оси ИИРК определено в [1], но учитывая, что $a_{zp}^{omn} = A\omega^2$ [2, 3], поэтому:

$$\beta_{\max} \leq \arccos \frac{A\omega^2}{g}. \quad (2)$$

Перепад уровней установки головной и концевой осей в любой момент времени, необходимый для инженерных расчётов:

$$h = A \operatorname{tg} \beta \sin \omega t. \quad (3)$$

Основываясь на ранее проведённых исследованиях [1, 2] возможно определить закономерность абсолютного ускорения груза на ИИРК принимая во внимание выражения (1):

$$a_{zp} = -\frac{m_p}{m_{\text{ГР}} + m_p} g \sin \omega t - \frac{m_{\text{ГР}}}{m_{\text{ГР}} + m_p} g \delta_{\text{ГР}}, \quad (4)$$

где m_p – масса вращающихся частей роликов;

$m_{\text{ГР}}$ – масса груза;

$\delta_{\text{ГР}}$ – приведенный коэффициент сопротивления движению груза по роликам в соответствии с [2, 4, 5-8].

Интегрируя выражение (4) с определением постоянной интегрирования при начальных условиях, когда $t=0$, начальная скорость $\dot{x}_{zp}=A\omega$, возможно найти закономерность абсолютной скорости перемещения груза по роликам ИИРК:

$$\dot{x}_{zp} = A\omega - \frac{m_p}{m_{\text{ГР}} + m_p} \cdot \frac{g}{\omega} (1 - \cos \omega t) - \frac{m_{\text{ГР}}}{m_{\text{ГР}} + m_p} g \delta_{\text{ГР}} t. \quad (5)$$

Интегрируя выражение (5) с нахождением постоянной интегрирования при начальных условиях, когда $t=0$, начальное перемещение $x_{zp}=0$, определим закономерность абсолютного перемещения груза по роликам ИИРК:

$$x_{zp} = A\omega t + \frac{m_p}{m_{\text{ГР}} + m_p} \cdot \frac{g}{\omega} \sin \omega t \left(\frac{1}{\omega} - t \right) - \frac{m_{\text{ГР}}}{m_{\text{ГР}} + m_p} g \delta_{\text{ГР}} \frac{t^2}{2}. \quad (6)$$

Графическая интерпретация полученных закономерностей (4-6) представлена на рисунках 2-4. Исходными данными для построения закономерностей являлись: амплитуда колебаний рамы ИИРК $A=0,02$ м; угловая скорость привода $\omega=22$ с⁻¹; масса вращающихся частей роликов $m_p=2$ кг; масса груза $m_{\text{ГР}}=20$ кг; приведенный коэффициент сопротивления движению груза по роликам $\delta_{\text{ГР}}=0,05$.

Далее необходимо теоретически определить время свободного перемещения груза относительно рамы ИИРК и совместного движения груза с рамой, входящее в полный цикл колебания рамы $T=2\pi/\omega$; среднюю абсолютную скорость перемещения груза и абсолютное перемещение; определить рациональные параметры движения рамы ИИРК, обеспечивающие перемещение груза без скольжения груза относительно роликов и недопускающие «срыв» груза с роликового полотна, являющееся одним из ограничительных условий работы ИИРК.

Заключение

Полагаем, что по сравнению с ИИРК, расположенном в горизонтальной плоскости [9, 4], при его траповой установке могут быть расширены границы варьирования рациональными характеристиками качания рамы (по предварительным расчетам до 20%), а также ряд дополнительных технологических возможностей при выполнении производственных операций, например, при разгрузке транспортных машин, стеллажей [10] и т.д.

В соответствии с поставленными задачами исследования далее возможно будет определить динамические характеристики ИИРК и разработать рекомендации для инженерного проектирования.

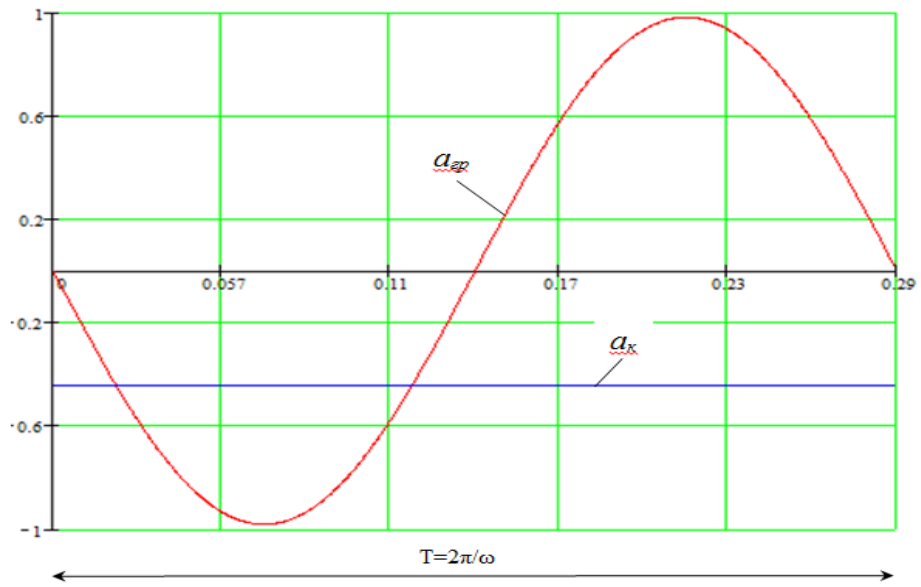


Рис. 2. Закономерности абсолютного ускорения рамы конвейера и груза

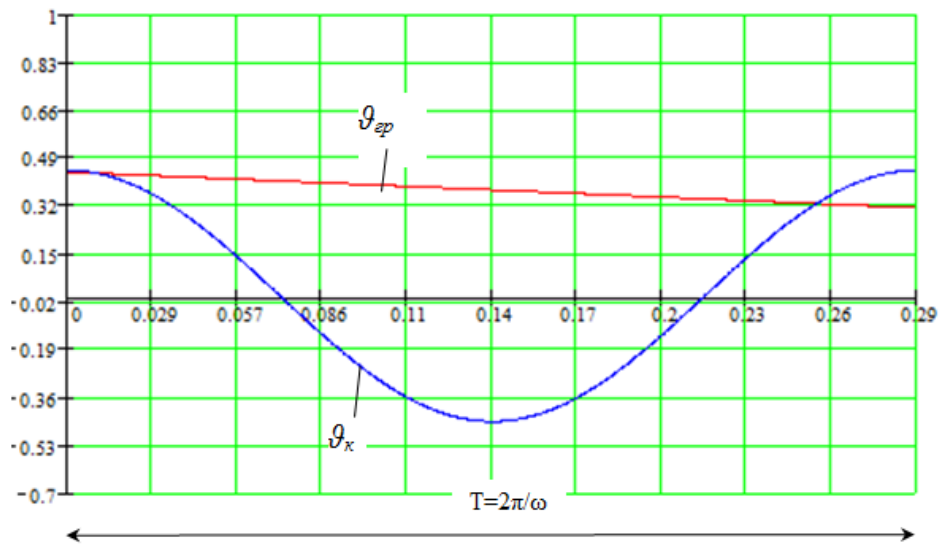


Рис. 3. Закономерности абсолютной скорости рамы конвейера и груза

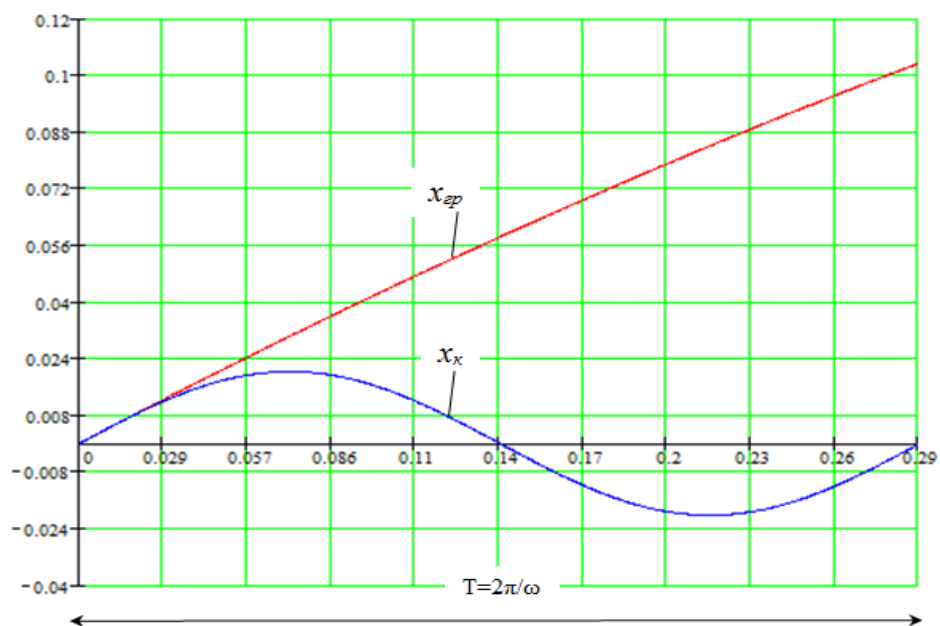


Рис. 4. Закономерности абсолютного перемещения рамы конвейера и груза

Список литературы

1. Лускань О.А. Условия транспортирования штучных грузов на импульсном инерционном роликовом конвейере с траповым расположением концевой опоры. Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. 2025 №4: С. 19 - 26.
2. Лускань О.А. Теоретические основы перемещения грузов импульсными конвейерами: монография / О.А. Лускань. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2010. – 99 с. ISBN 978-5-7433-2345-6.
3. Лускань О.А. Инженерный расчет импульсных конвейеров: монография / О.А. Лускань. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. – 80 с. ISBN 978-5-7433-2388-3.
4. Хлопков В.П., Носко А.Л. Экспериментальная оценка коэффициента трения качения деревянных поддонов различной влажности по металлическим роликам // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов. XXI Международная научно-практическая конференция. В 3 ч. Чита, 2021. С. 205-212.
5. Хлопков В.П., Алексеев В.И. Обзор методик расчета сопротивлений перемещению деревянных паллет по приводному роликовому конвейеру // Подъёмно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы. Сборник докладов 27-й Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 95-летию подготовки инженеров-механиков МИСИ-МГСУ. Москва, 2023. С. 292-295.
6. Ивановский К.Е., Раковщик А.Н., Цоглин А.Н. Роликовые и дисковые конвейеры и устройства. М. Машиностроение, 1973 – 216 с.
7. Ромакин Н.Е. Машины непрерывного транспорта: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Е.Ромакин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 432 с.
8. Теоретические основы перемещения штучных грузов. Ивановский К.Е. М.: Машиностроение, 1969 – 166 с.
9. Патент №2406674 РФ. Инерционный роликовый конвейер. / О.А.Лускань, Н.Е.Ромакин, В.И.Кутейкин. Бюл. №35, 2010.
10. Алексеев В.И., Носко А.Л., Сафронов Е.В. Обзор и анализ конструкций гравитационных стеллажей для паллет // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. 2025. №1. С. 43-54.

АВТОР

Лускань Олег Александрович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Атомная энергетика» БИТИ НИЯУ МИФИ (413840, г. Балаково, ул. Чапаева, 140), oa-luskan@yandex.ru; SPIN-код [9316-8929](https://orcid.org/0009-0001-9316-8929).

Machines & Plants Design & Exploiting

Electronic journal
International Public Organization
“Integration strategy”
<http://maplants-journal.ru>

Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2026. № 1. pp. 14 – 20

DOI:

Received: 12.05.2026
Accepted for publication: 26.05.2026

© International Public Organization “Integration strategy”

Kinematic analysis of the movement of piece loads on a pulsed inertial roller conveyor with a movable trapezoidal end support

Oleg A. Luskan

oa-luskan@yandex.ru

BITI National Research Nuclear University
MEPhI, Russian Federation

The article is a continuation of the research started in [1]. The solution of the issues of establishing kinematic patterns of movement of piece loads on a pulsed inertial roller conveyor (IIRC) with a movable trapezoidal arrangement of the end support (axis), which has the ability to move along an inclined plane with access to the level of the head support (axis) of the frame, is presented. Compared with a horizontally mounted conveyor operating as an independent unit or as part of technological machines for various purposes, the proposed design solution will expand the boundaries of variation in conveyor parameters by 20% along with increased productivity and will enable it to perform additional operations related to loading and unloading of other transport and technological machines and warehouse equipment.

Keywords: cargo, roller, conveyor, kinematics of cargo movement, movable inclined ramp, inertia, gravity.

References

1. Luskan O.A. Conditions of transportation of unit loads on a pulsed inertial roller conveyor with a trapezoidal end support. *Machines and installations: design, development and operation*. 2025 No.4: pp. 19-26.
2. Luskan O.A. Theoretical foundations of moving goods by pulsed conveyors: a monograph / O.A. Luskan. – Saratov: Sarat. State Technical University. Univ., 2010. 99 p. ISBN 978-5-7433-2345-6.
3. Luskan O.A. Engineering calculation of pulse conveyors: a monograph / O.A. Luskan. – Saratov: Sarat. State Technical University. Univ., 2011. – 80 p. ISBN 978-5-7433-2388-3.
4. Khlopkov V.P., Nosko A.L. Experimental evaluation of the coefficient of rolling friction of wooden pallets of various humidity on metal rollers // *Kulaginsky readings: technique and technology of production processes*. XXI International Scientific and Practical Conference. At 3 a.m. Chita, 2021. pp. 205-212.
5. Khlopkov V.P., Alekseev V.I. Review of methods for calculating the resistance to movement of wooden pallets along a drive roller conveyor // *Lifting and transport, construction, road, track, reclamation machines and robotic complexes*. Collection of reports of the 27th Moscow International Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Undergraduates, postgraduates and Young scientists dedicated to the 95th anniversary of the training of mechanical engineers at MISI-MGSU. Moscow, 2023. pp. 292-295.

6. Ivanovskiy K.E., Rakovshchik A.N., Tsoglin A.N. Roller and disc conveyors and devices. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1973, 216 p.
 7. Romakin N.E. Continuous transport machines: textbook. student's handbook. higher. studies. institutions / N.E.Romakin. – M.: Publishing center "Academy", 2008. – 432 p.
 8. Theoretical foundations of the movement of unit loads. Ivanovsky K.E. M.: Mechanical Engineering, 1969 – 166 p .
 9. Patent No.2406674 of the Russian Federation. Inertial roller conveyor. / O.A.Luskan, N.E.Romakin, V.I.Kuteikin. Byul. №35, 2010.
 10. Alekseev V.I., Nosko A.L., Safronov E.V. Review and analysis of structures of gravity racks for pallets // Machines and installations: design, development and operation. 2025. No. 1. pp. 43-54.
-

AUTHOR

Oleg A. Luskan, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Atomic Energy at the BITI National Research Nuclear University MEPHI (140 Chapaev St., Balakovo, 413840), oa-luskan@yandex.ru ; SPIN code 9316-8929.

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.
Электрон. журн. 2026. № 1. С. 21 – 30

DOI:

Представлена в редакцию: 25.05.2026

Принята к публикации: 29.05.2026

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621.8

Проектирование и производство современных канатных дорог в России: инженерные вызовы и автоматизация технологических процессов

Меркулов П. В.

p.merkulov@ropetech.ru

ООО «Руслет» (Москва, Россия)

В статье рассматриваются современные подходы к проектированию пассажирских подвесных канатных дорог в Российской Федерации. Приведены основные этапы технологического проектирования, разработки продольного профиля, инженерных расчётов несущих конструкций и формирования отчётной документации. Описан опыт компании «Руслет» по созданию интерактивных инструментов, параметрических 3D-моделей и сквозной базы данных для автоматизации расчётов и проектирования. Отдельное внимание уделено геотехническим расчётам и внедрению отечественного программного обеспечения в соответствии с требованиями импортозамещения и промышленной безопасности.

Ключевые слова: канатные дороги, отцепляемый зажим, технологическое проектирование, продольный профиль, автоматизация, параметрическое моделирование, база данных проекта, ПК Лира-САПР, Midas GTS NX, импортозамещение.

Введение

Канатные дороги становятся всё более востребованным видом транспорта как в горной местности, так и в городской инфраструктуре. Они обеспечивают высокую пропускную способность, экологичность и возможность преодолевать сложный рельеф. В России ведущим разработчиком и производителем пассажирских канатно-транспортных систем является компания «Руслет». В статье представлен опыт проектирования современных канатных дорог с применением инструментов автоматизации, параметрических моделей и единой базы данных.

Методы исследований и результаты разработок

Технологическое проектирование канатной дороги является наиболее трудоёмкой частью работ и включает несколько этапов.

На начальном этапе разрабатывается продольный профиль – проекция вертикального разреза трассы на развернутую плоскость. Фрагмент продольного профиля показан на рис. 1.1. Для этого анализируется мастер-план территории, инженерные изыскания, задание на проектирование.



ПКД 3 Вулкана Лифт А Россия, Петропавловск-Камчатский 10-ти местная кабина

ПРОДОЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ

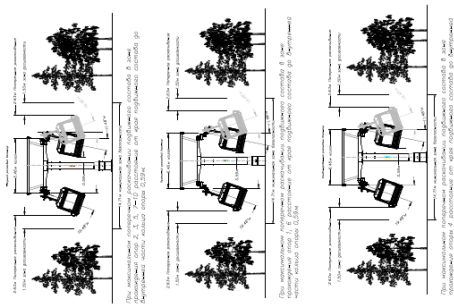
ПРОЕКТ	2 400,0 м/ч
Проектная скорость	2 400,0 м/ч
Длина по веревочке	1 800,0 м
Длина по кабеле	1 233,00 м
Перевозка в час	80,00 чел
Перевозка в сутки	300 чел
Перевозка в неделю	2100 чел
Средняя нагрузка	6,45 м
Коллектор	10,18 м
Высота между кабинами	10,18 м
Высота в осях от НСД до БСД	36 м
Высота в осях от НСД до БСД	4,30 м

КОИД	52,0 мм
Лазерный уровень	1 960,0 мм
НСД	621,7 мм
БСД	250,7 мм
Сила натяжения	5800,0 кг
Пробег	4000 м

ПРИМ	621,7 мм
Мощность в рабочем режиме	250,7 кВт
Мощность в спящем режиме	4000 м
Параметры безопасности при остановке	4000 м

Е	17.02.2020	Проектирование, разработка, монтаж	Лифт А В	Лифт А В
Д	09.07.2020	Монтаж, пуск	Лифт А В	Лифт А В
С	20.06.2020	Монтаж, пуск	Лифт А В	Лифт А В
В	08.04.2020	Монтаж, пуск	Лифт А В	Лифт А В
А	27.03.2020	Лифт А В	Лифт А В	Лифт А В
Масштаб	1:100	Лифт А В	Лифт А В	Лифт А В

ООО "РУСЛЕТ-ИНЖИНИРИНГ"



При проектировании учитывались все требования нормативных документов, действующих в Российской Федерации. Проект выполнен в соответствии с требованиями заказчика.

Нормативные	НСД	Р1	Р2	Р3	Р4	Р5	Р6	Р7	Р8
Х расстояние между направляющими (м)	55,910	71,410	184,461	366,721	542,951	736,895	899,717	1 070,176	1 202,500
Y расстояние между направляющими (м)	112,290	104,789	129,408	168,054	204,891	260,250	316,496	404,050	477,641
Высота направляющей от уровня (м)	/	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Горизонтальное расстояние (м)	12,000	103,461	182,260	193,943	176,230	193,943	162,822	170,459	132,325
Масса груза	2,235	22,394	36,647	55,309	56,837	56,246	56,246	56,246	56,246
Расстояние между направляющими (м)	12,253	105,855	186,312	201,689	180,039	172,283	172,283	172,283	151,412
Высота кабины от РБ (м)	/	8,301	23,640	25,090	14,940	16,650	7,923	18,037	15,800
Высота направляющей от РБ (м)	0,050	0,050	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020	0,050
Угол наклона опор (градус)	0,0	0,0	10,0	10,0	10,0	10,0	20,0	20,0	20,0
Тип РБ на опоре	/	RL-16N	RL-14T	RL-12T	RL-14T	RL-10T	RL-10N	RL-10T	RL-14T
Тип РБ на ступе	/	RL-16N	RL-14T	RL-12T	RL-14T	RL-10T	RL-10N	RL-10T	RL-14T

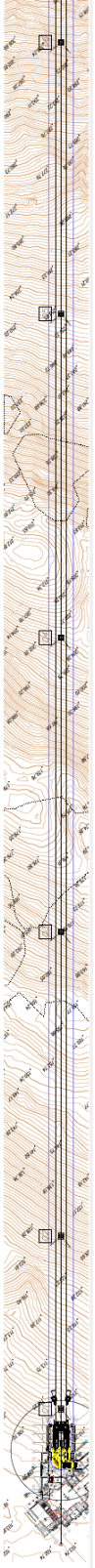
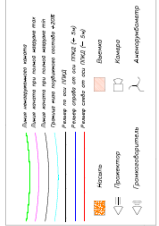


Рис. 1.1. Фрагмент продольного профиля КД

Компанией разработана **интерактивная HTML-форма** для формирования технического задания. Фрагмент интерактивной HTML-формы показан на рис. 1.2. Форма логически разделена на блоки: общие параметры (коэффициенты надёжности, категория грунта по сейсмическим свойствам); климатические характеристики (автоматическая подстановка нормативных значений); конструктивные параметры подвесного оборудования. После заполнения возможен экспорт данных в базу, а также в форматы PDF и Excel.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 1 от 25-05-2021
НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ППКД, В СООТВЕТСТВИИ С ЗАДАНИЕМ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ЗАКАЗЧИК ПРОЕКТА: Например: ООО "РУСЛЕТ" ОБЪЕКТ: АРХЫЗ, РАЙ-ИЗ, ПАРК ТРИ ВУЛКАНА ЛИФТ: D, F или КД

1. ОБЩИЕ ДАННЫЕ:

- | | | | | |
|-----|------------|----------------------------------|---|---|
| 1.1 | $h_0 =$ | <input type="text" value="500"/> | м | Начальная высота, относительно которой устанавливается высотный коэффициент, принимаемая не менее 500 м |
| 1.2 | $k_h =$ | <input type="text"/> | | Высотный коэффициент для горных районов |
| 1.3 | | <input type="text" value="v"/> | | Тип местности: |
| 1.4 | | <input type="text" value="v"/> | | Категория грунта по сейсмическим свойствам |
| 1.5 | $K_0 =$ | <input type="text" value="1.3"/> | | Коэффициент надёжности по нагрузке, определяемый назначением сооружения |
| 1.6 | $K_1 =$ | <input type="text" value="0.5"/> | | Коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений |
| 1.6 | $K_\psi =$ | <input type="text" value="1.5"/> | | Коэффициент, учитывающий способность зданий и сооружений к рассеиванию энергии |

2. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ:

- | | | | | | | | | |
|------|--|--------------------|--------------------------------|----------------------|------|----------------------|------------------|--------------------------|
| 2.1 | НОРМАТИВНАЯ ВЕТРОВАЯ НАГРУЗКА (СНиП 2.01.07-85*) | Ветровой район: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | кПа | <input type="text"/> | м/с | <input type="checkbox"/> |
| 2.2 | НОРМАТИВНАЯ ВЕТРОВАЯ НАГРУЗКА (ПУЭ-7) | Ветровой район: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | кПа | <input type="text"/> | м/с | <input type="checkbox"/> |
| 2.3 | НОРМАТИВНАЯ СНЕГОВАЯ НАГРУЗКА (СНиП 2.01.07-85*) | Снеговой район: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | кПа | <input type="text"/> | кПа | <input type="checkbox"/> |
| 2.4 | ВЫСОТА СНЕГОВОГО ПОКРОВА (ОБЕСП. 0.98) | | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | м | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.5 | НОРМАТИВНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ ГОЛОЛЁДА (СНиП 2.01.07-85*) | Гололедный район: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | мм | <input type="text"/> | мм | <input type="checkbox"/> |
| 2.6 | НОРМАТИВНАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ ГОЛОЛЁДА (ПУЭ-7) | Гололедный район: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | мм | <input type="text"/> | мм | <input type="checkbox"/> |
| 2.7 | ТЕМПЕРАТУРА НАИБОЛЕЕ ХОЛОДНЫХ СУТОК (ОБЕСП. 0.98 СНиП 23-01-99*) | | <input type="text"/> | | °C | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.8 | ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (ОБЕСП. 0.98 СНиП 23-01-99*) | | <input type="text"/> | | °C | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.9 | НОРМАТИВНАЯ ПЕПЛОВАЯ НАГРУЗКА | | <input type="text"/> | | кПа | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.10 | ПАРАМЕТРЫ СНЕЖНЫХ ЛАВИН (ОБЕСП. 0.99) | Защита обеспечена: | <input type="text" value="v"/> | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.11 | ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУШНОЙ ВОЛНЫ (ОБЕСП. 0.99) | Защита обеспечена: | <input type="text" value="v"/> | | | | | <input type="checkbox"/> |
| 2.12 | СЕЙСМИЧНОСТЬ ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА | Спектр откликов: | <input type="text" value="v"/> | <input type="text"/> | балл | <input type="text"/> | м/с ² | <input type="checkbox"/> |

3. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ:

3.1 ИНЖЕНЕРНЫЕ КОММУНИКАЦИИ. ЛИНИЯ № 1

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----|-------------------------------------|-------|-----------------------------------|----|
| КАНАТ СТАЛЬНОЙ НЕСУЩИЙ | <input type="text" value="1"/> | шт | <input type="text" value="1520.0"/> | кг/км | <input type="text" value="19.0"/> | мм |
| КАБЕЛЬ СИГНАЛИЗАЦИИ КАНАТНОЙ ДОРОГИ | <input type="text" value="1"/> | шт | <input type="text" value="1432.0"/> | кг/км | <input type="text" value="30.9"/> | мм |
| КАБЕЛЬ ЛИНИИ СВЯЗИ КАНАТНОЙ ДОРОГИ | <input type="text" value="1"/> | шт | <input type="text" value="50.0"/> | кг/км | <input type="text" value="7.3"/> | мм |

Рис. 1.2. Фрагмент интерактивной HTML-формы технического задания

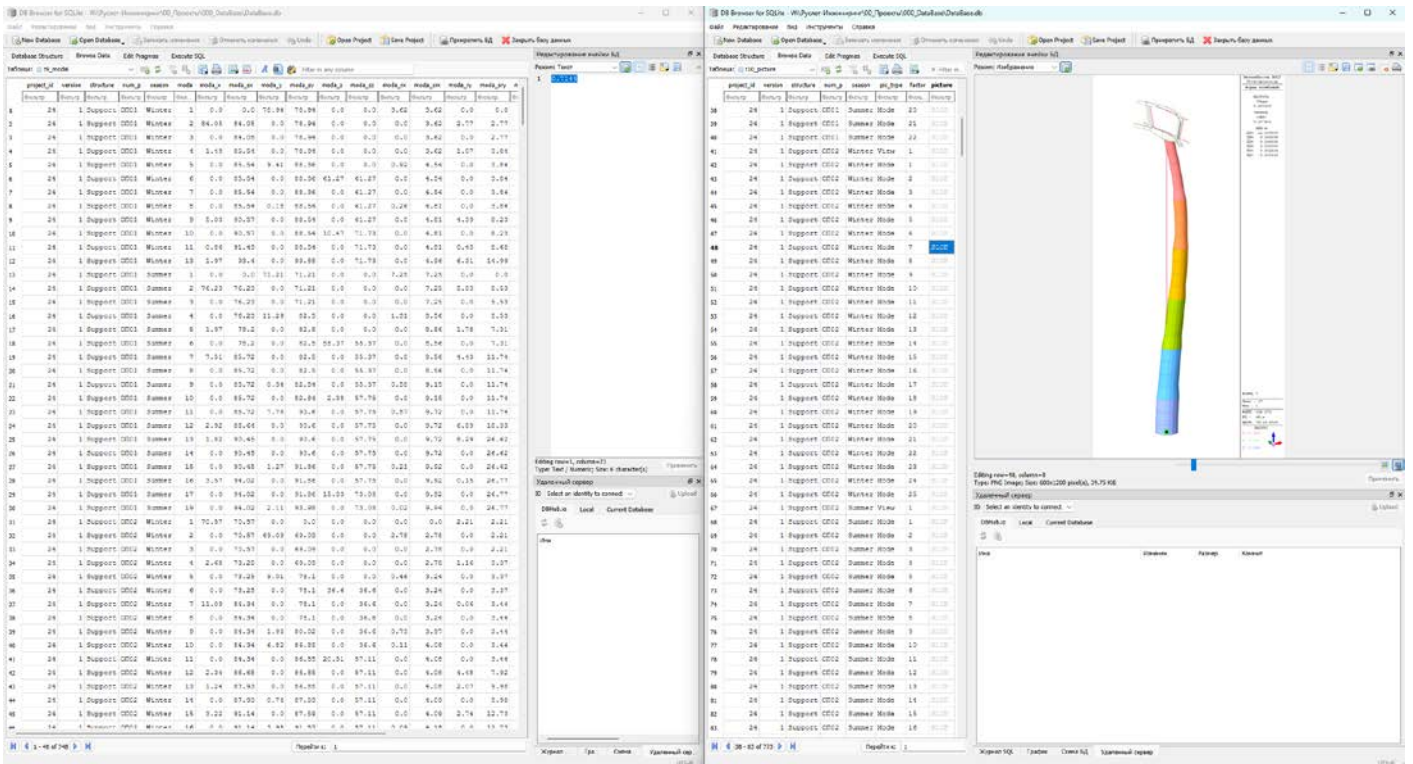


Рис. 2.2. Фрагмент базы данных с результатами экспорта форм колебаний из расчетной модели

```

File Edit Selection View Go Run Terminal Help PythonProjects
report.py report_function.py report_2.0.py func.py project_settings.py fgfg.py
002_report.py PDF_REPORT page_spectrum
class PDF_REPORT:
515 def page_spectrum(self):
516     spectrum.yValueAxis = YValueAxis()
517     spectrum.yValueAxis.valueStep = 0.5
518     spectrum.yValueAxis.valueMax = math.ceil(y_value_max)
519     spectrum.yValueAxis.labelTextFormat = '%.2f'
520     spectrum.yValueAxis.labels.fontName = 'CNN'
521     spectrum.yValueAxis.labels.fontSize = 10
522
523     if len(data) > 1:
524         colors = report_function.assign_rgb_inverted(list(range(len(data) // 2)))
525     else:
526         colors = [(0 / 255, 0 / 255, 0 / 255)]
527     for i in range(len(data)):
528         spectrum.lines[i].strokeWidth = 2
529         if i < len(data) // 2:
530             spectrum.lines[i].strokeColor = Color(colors[i][0], colors[i][1], colors[i][2], 1)
531             spectrum.lines[i].strokeDashArray = [6, 3]
532         else:
533             spectrum.lines[i].strokeColor = Color(colors[i - len(data) // 2][0], colors[i - len(data) // 2][1], colors[i - len(data) // 2][2], 1)
534
535     # ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕГЕНДЫ ДИАГРАММЫ
536     legend = Legend()
537     if len(data) > 1:
538         legend.columnMaximum = len(data) // 2
539     else:
540         legend.columnMaximum = 1
541     legend.x = spectrum.width - 2 * spectrum.x
542     legend.y = spectrum.height + spectrum.y
543     legend.dx = 2.5 * mm
544     legend.dy = 2.5 * mm
545     legend.delta = 2.5 * mm

```

Рис. 2.3. Фрагмент алгоритма реализующий автоматическую выгрузку по всем объектам КД

На основе шаблона, связанного с базой данных, автоматически генерируется отчетная документация. Разработано два варианта шаблона. Один из них «фирменный», удобный для работы, другой вариант **соответствует нормам ГОСТ**. Фрагменты вариантов шаблонов расчетно-пояснительной записки показаны на рис. 3. Полная отчетная документация содержит графику, расчётные модели, схемы и таблицы для каждого инженерного сооружения. Такой подход исключает ручной перенос данных и связанные с ним ошибки.



НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

№	Наименование нормативного элемента
1	ВСН 02-73. Указания по расчету снеговых нагрузок
2	ПУЭ-7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое
3	ГОСТ 27772-2021 Прокат для строительных стальных конструкций (Поправки)
4	ГОСТ Р 71236-2024 ППКД. Принципы расчета нагрузок и их комбинаций
5	СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах (Изменения № 2-4)
6	СП 16.13330.2017 Стальные конструкции (Поправки, Изменения № 1-6)
7	СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия (Изменения № 1-6)
8	СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий (Изменения N 1-5)
9	СП 131.13330.2020 Строительная климатология (Изменения N 1, 2)
10	ФНП №441. Правила безопасности пассажирских канатных дорог и фуникулеров



КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ОСОБЫЕ УСЛОВИЯ

№	Тип воздействия	Тип конструкции	Критерий			НД
1	Ветровое	Обе станции	Нормативное	0.69	кПа	СП20
2	Ветровое	Обе станции	Эксплуатация	0.25	кПа	ГОСТ
3	Снеговое	Обе станции	Нормативное	6.0	кПа	ИЭ
4	Гололедное	Обе станции	Нормативное	15.0	мм	СП20
5	Температурное	Обе станции	Холодные сутки	-12.0	°C	СП131
6	Температурное	Обе станции	Теплые сутки	28.0	°C	СП131
7	Сползание	Обе станции	Не учитывается			
8	Лепловое	Обе станции	Не учитывается			
9	Лавинное	Обе станции	Не учитывается			
10	Воздушная волна	Обе станции	Не учитывается			
11	Сейсмическое	Обе станции	8.2 баллов	2.18	м/с ²	СП14



СТАЛЬ. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

№	E [МПа]	ρ [кН/м ³]	α [1/°C]	σ _т [МПа]	σ _в [МПа]	δ [%]	μ
1	Сталь С355: 4.0 - 16.0 [мм]						
	206000	76.98	1.2e-05	355.0	470.0	21.0	0.3
2	Сталь С355: 18.0 - 40.0 [мм]						
	206000	76.98	1.2e-05	345.0	470.0	21.0	0.3



СТАЛЬ. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

№	R _y [МПа]	R _t [МПа]	R _s [МПа]	R _p [МПа]	γ
1	Сталь С355: 4.0 - 16.0 [мм]				
	338.1	447.6	196.1	223.8	1.05
2	Сталь С355: 18.0 - 40.0 [мм]				
	328.6	447.6	190.6	223.8	1.05

Расчёт усилий в анкерных болтах на опоре ОП01 и проверка их несущей способности

Согласно СП 16.13330.2017, пункт 14.2.15 фундаментные анкерные болты следует проверять согласно требованиям СП 43.13330.2012.

Расчет усилий в анкерных болтах и проверка их несущей способности выполнен согласно СП 43.13330.2012, Приложение Г "Анкерные болты для крепления конструкций и оборудования".

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Класс прочности анкерного болта: 10.9;
 Временное сопротивление растяжению: R_{yn} = 900.0 МПа;
 Расчетное сопротивление растяжению: R_{ya} = 720.0 МПа;
 Диаметр анкерного болта: d = 42 мм;
 Площадь анкерного болта по резьбе: A_{bn} = 11.2 см²;
 Диаметр расстановки анкерных болтов: D = 1470.0 мм;
 Количество анкерных болтов в базе: n = 28 шт.;
 Тип анкерного болта: с анкерной плитой (глухие);

РАСЧЕТНАЯ КОМБИНАЦИЯ: RC5001

Расчетная продольная сила: N = 106.17 кН;
 Расчетная сдвигающая сила: Q_y = -21.32 кН;
 Расчетная сдвигающая сила: Q_z = 128.29 кН;
 Расчетный изгибающий момент: M_y = 1667.43 кН·м;
 Расчетный изгибающий момент: M_z = -115.09 кН·м.

РАСЧЕТ УСИЛИЙ АНКЕРНЫХ БОЛТОВ:

При групповой установке анкерных болтов для крепления оборудования значение расчетной нагрузки R, приходящейся на один анкерный болт вычислено согласно пункту Г.12, формула Г.3:

$$R = -N/n + (M_y \cdot y_i) / \sum y_i^2 + (M_z \cdot z_i) / \sum z_i^2,$$

где N - расчетная продольная сила;

M_y, M_z - расчетные изгибающие моменты;

n - общее количество анкерных болтов;

y_i, z_i - расстояние от оси поворота до наиболее удаленного болта в растянутой зоне стыка;

y_i, z_i - расстояние от оси поворота до -го болта, при этом учитываются как растянутые, так и сжатые болты.

Изм.	Кол.уч.	Лист	Фрак.	Подп.	Дата	024.070.0002_Эльбрус_Лифт_ЕЛ7_линейные опоры	Лист
							18

Рис. 3. Фрагменты шаблона расчетно-пояснительной записки (слева – фирменный; справа – согласно ГОСТ)

Конструкторская документация делится на стандартные изделия и разработки под каждый проект. Для металлоконструкций опор и станций созданы **параметрические 3D-модели**, детализированные до уровня рабочих чертежей. В 3D-пространстве проверяется:

- проходимость подвижного состава по перрону;
- размещение гондол в накопителях;
- собираемость конструкции и сложные узлы.

На рис. 4 показаны сводные конструкторские модели для проверки собираемости конструкции и сложных узлов.

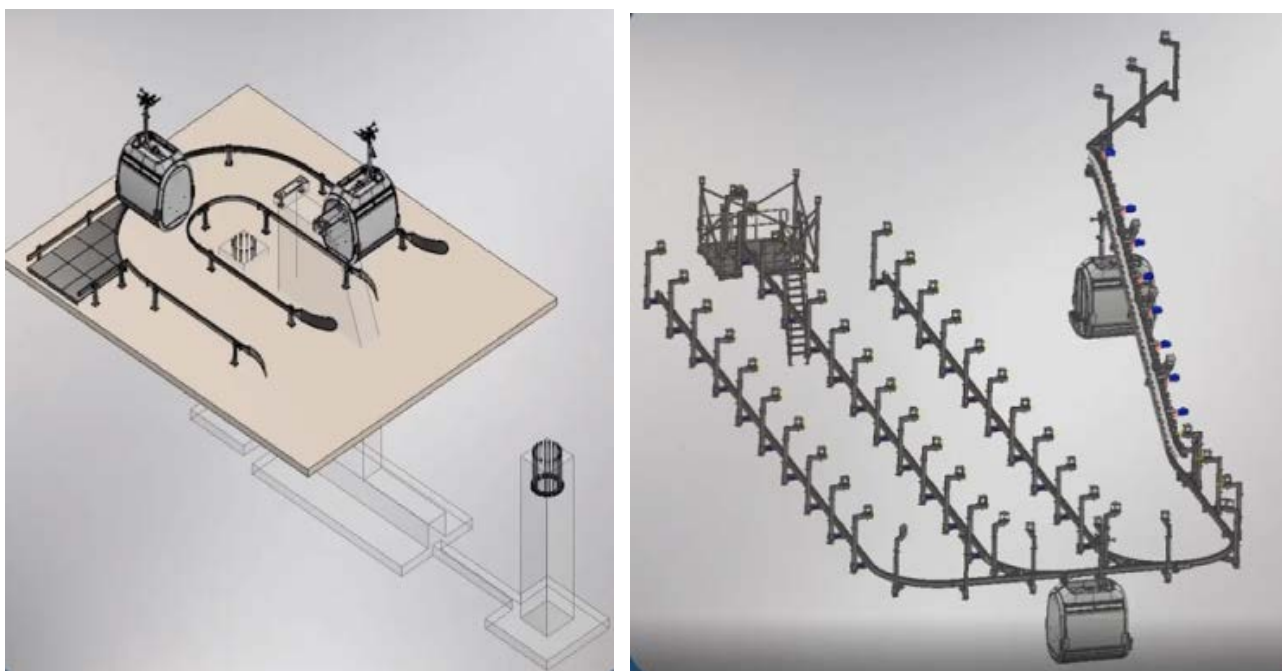


Рис. 4. Сводные конструкторские модели для проверки собираемости конструкции и сложных узлов

Документация передаётся через цифровой файлообменник в производство. В настоящее время ведётся работа по увязке базы данных с параметрическими моделями, что позволит получать обработанные модели без ручного вмешательства.

Для обеспечения бесшовной передачи данных внутри команды было принято решение развивать компетенции по расчёту и проектированию фундаментов ППКД. Разработаны шаблоны расчётных моделей типовых фундаментов. Расчёты ведутся в двух программных комплексах: **ПК Лира-САПР, Midas GTS NX**.

Оба комплекса позволяют выполнять расчёты по актуальным нормам РФ с использованием сложных моделей поведения грунта. Выявлены главные проблемы:

- отсутствие гибкости при актуализации входных параметров;
- невозможность автоматического создания расчётно-пояснительной записки.

В качестве будущего решения предлагается написание алгоритмов для генерации расчётных моделей и автоматической записки. Для выпуска рабочей документации используются параметрические модели фундаментов, которые автоматически подсчитывают количество, массу, объёмы материалов и формируют спецификации.

Примера расчётных моделей фундамента станции и фундаментов опоры канатной дороги приведены на рис. 5.1 и 5.2.

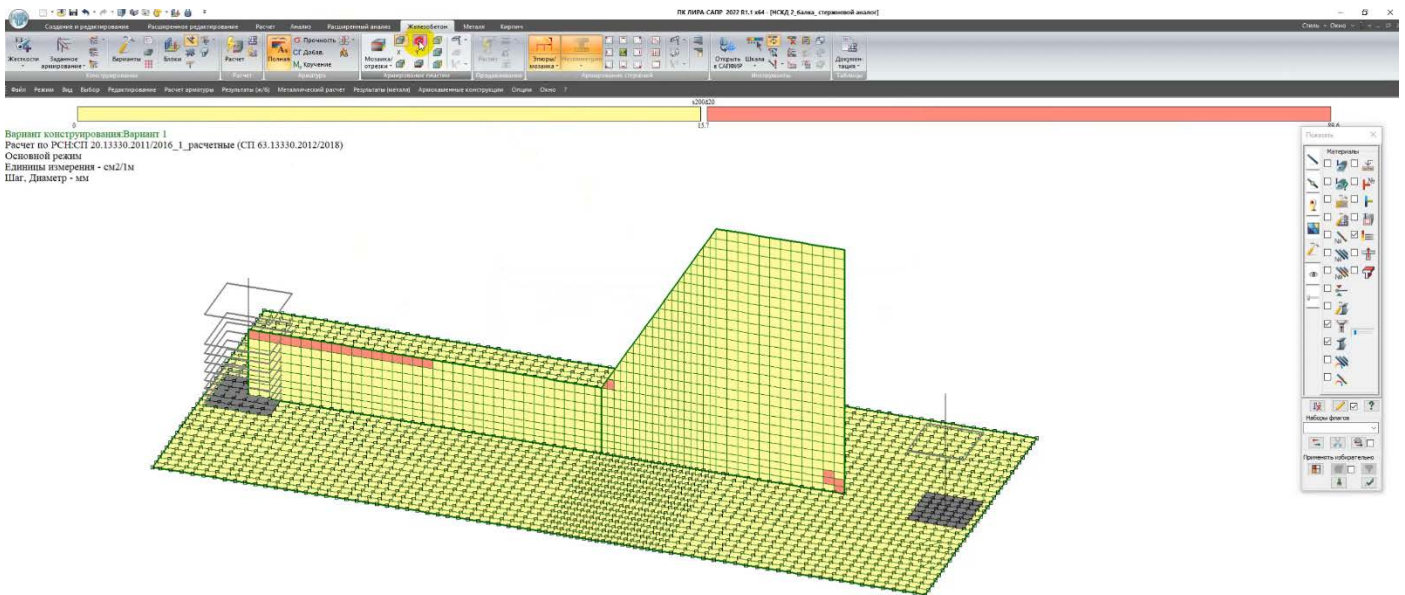


Рис. 5.1. Пример расчетной модели фундамента станции КД

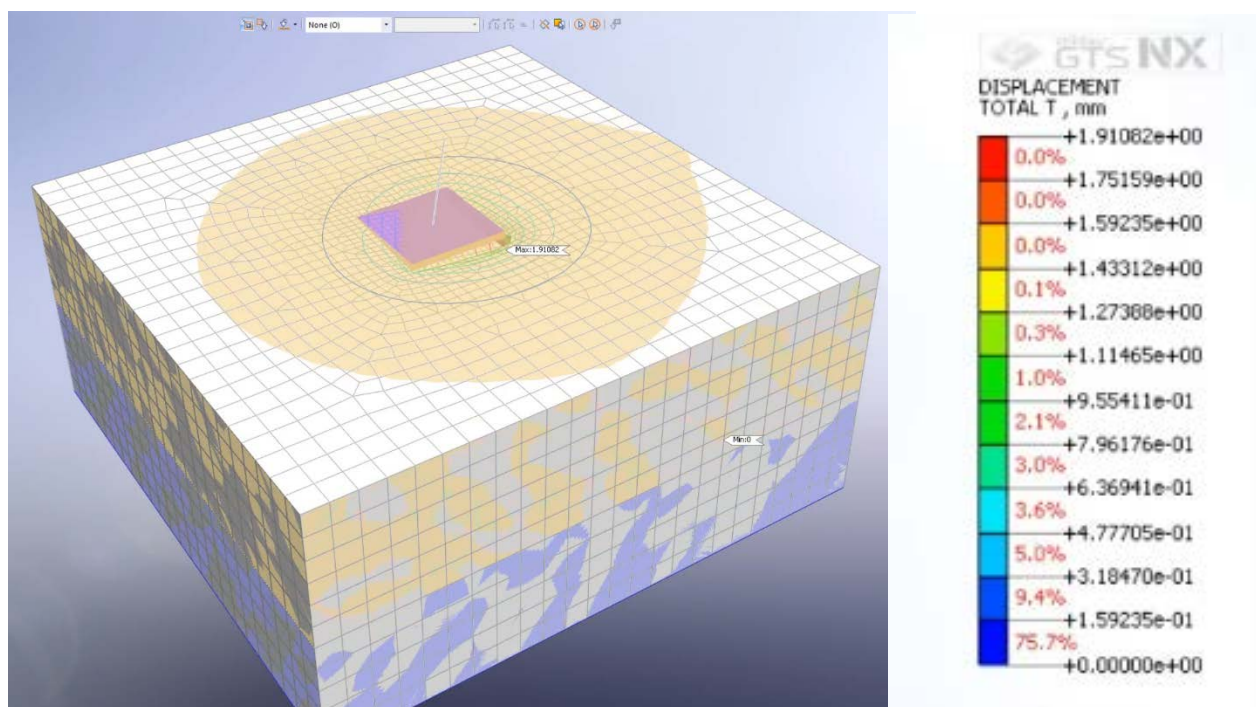


Рис. 5.2. Пример расчетной модели фундаментов опоры КД

Заключение

Применение сквозной базы данных, параметрических 3D-моделей и автоматизированной генерации документации позволяет компании «Руслет» сократить сроки проектирования, исключить ошибки ручного переноса данных и обеспечить соответствие требованиям ГОСТ, ЕСКД и ФНП. Дальнейшее развитие предполагает полную увязку базы данных с расчётными моделями фундаментов и несущих конструкций, а также создание полностью локализованных канатных дорог с использованием российского ПО и комплектующих.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 24.12.2022 № 2411 «Об авансировании договоров (государственных контрактов) о поставке промышленных товаров для государственных и муниципальных нужд, а также для нужд обороны страны и безопасности государства».

2. Постановление Правительства РФ от 12 июня 2024 года № 793 «О внесении изменения в Постановление Правительства РФ от 24.12.2022 № 2411».

3. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности пассажирских канатных дорог и фуникулеров» (утверждены приказом Ростехнадзора от 13 ноября 2020 г. № 441).

4. ГОСТ 34872-2022 «Подвесные канатные дороги для транспортирования людей. Термины и определения».

5. ГОСТ 34952-2023 «Подвесные канатные дороги для транспортирования людей. Требования безопасности. Канаты».

6. ГОСТ Р (проект) «Подвесные канатные дороги для транспортирования людей».

АВТОР

Меркулов Павел Валериевич, главный расчетчик несущих конструкций ООО «Руслет»,
p.merkulov@ropetech.ru

Machines & Plants Design & Exploiting

*Electronic journal
International Public Organization
"Integration strategy"
<http://maplants-journal.ru>*

*Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2026. № 1. pp. 21 – 30*

DOI:

Received: 25.05.2026

Accepted for publication: 29.05.2026

© International Public Organization "Integration strategy"

Design and manufacture of modern cable cars in Russia: engineering challenges and automation of technological processes

Pavel V. Merkulov

p.merkulov@ropetech.ru

Ruslet LLC (Moscow, Russia)

The article discusses modern approaches to the design of passenger suspension cable cars in the Russian Federation. The main stages of technological design, the development of a longitudinal profile, engineering calculations of load-bearing structures and the formation of accounting documentation are presented. Ruslet's experience in creating interactive tools, parametric 3D models, and an end-to-end database for automating calculations and design is described. Special attention is paid to geotechnical calculations and the implementation of domestic software in accordance with the requirements of import substitution and industrial safety.

Keywords: cable cars, detachable clamp, technological design, longitudinal profile, automation, parametric modeling, project database, Lira-CAD PC, Midas GTS NX, import substitution.

References

1. Decree of the Government of the Russian Federation dated 12/24/2022 No. 2411 "On the Advance Payment of Contracts (Government contracts) for the supply of industrial goods for State and municipal needs, as well as for the needs of national defense and State security".
 2. Decree of the Government of the Russian Federation dated June 12, 2024 No. 793 On Amendments to Decree of the Government of the Russian Federation dated December 24, 2022 No. 2411.
 3. Federal norms and rules in the field of industrial safety "Safety rules for passenger cable cars and funiculars". Approved by Order No. 441 of the Federal Environmental, Technological and Nuclear Supervision Service dated November 13, 2020.
 4. GOST 34872-2022 "Suspended cable cars for transporting people. Terms and definitions".
 5. GOST 34952-2023 "Suspended cable cars for transporting people. Safety requirements. Ropes"
 6. GOST R "Suspended cable cars for transporting people" (project).
-

AUTHOR

Pavel V. Merkulov, Chief calculator of load-bearing structures, Ruslet LLC, p.merkulov@ropetech.ru

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.

Электрон. журн. 2026. № 1. С. 31 – 43

DOI:

Представлена в редакцию: 27.05.2026

Принята к публикации: 29.05.2026

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621.86

Анализ отклика электрических параметров электропривода на типовые группы дефектов в механизмах крана

Иванов С.Д.,
Романов М.Ю. *

* mihailsolovev287@gmail.com

МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, Россия)

В статье рассмотрено математическое описание типовых механических дефектов элементов кранового электропривода для анализа их влияния на электрические параметры асинхронного двигателя. Моделирование выполнено на основе динамической модели двигателя в неподвижной двухфазной системе координат α - β с учетом электромеханической связи и инерционных свойств привода. Механические неисправности представлены в виде дополнительных моментных возмущений в уравнении вращательного движения ротора. Рассмотрены четыре расчетных случая, соответствующие различным группам дефектов: излом зуба, дефект сепаратора подшипника, люфт в муфте и стык рельсов. По результатам численного моделирования установлено, что указанные дефекты вызывают выраженные изменения тока статора, различающиеся по амплитуде и характеру проявления. Полученные результаты подтверждают перспективность использования электрических параметров для диагностики технического состояния механической части кранового привода.

Ключевые слова: крановый электропривод, механические дефекты, диагностика, электрические параметры, математическое моделирование, ток статора.

Введение

Обеспечение безопасной и надёжной эксплуатации грузоподъёмных машин остаётся одной из ключевых задач в области подъёмно-транспортного машиностроения и эксплуатации кранового оборудования [1-3]. Значительная доля отказов крановых механизмов связана с развитием дефектов элементов приводных систем, что обуславливает необходимость совершенствования методов технической диагностики и мониторинга их состояния.

Традиционно контроль технического состояния крановых механизмов осуществляется в рамках планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонтов (ТОиР). Существующие подходы не всегда обеспечивают своевременное выявление зарождающихся дефектов и формирование оптимальных графиков ТОиР [4-6].

В последние годы активно развиваются системы дистанционного мониторинга грузоподъемных машин, ориентированные на сбор [7-9] и анализ параметров электроприводов в процессе эксплуатации [10-12]. Однако применение электрических параметров для диагностики технического состояния механической части привода в настоящее время остаётся недостаточно изученным и практически не представлено в отечественных и зарубежных исследованиях [13-15].

В то же время механические дефекты элементов привода неизбежно приводят к изменению нагрузочного режима электродвигателя, что отражается в его электрических характеристиках. Это позволяет предположить, что методы, традиционно используемые в вибродиагностике для анализа механических неисправностей, могут быть адаптированы для работы с электрическими сигналами электропривода. Такой подход [16-18] представляет собой перспективное направление развития систем дистанционного мониторинга и может существенно расширить их диагностические возможности.

Формирование механических дефектов в процессе эксплуатации является естественным следствием действия переменных нагрузок, нарушений условий работы, технологических отклонений и износа сопряжённых элементов [19]. Развитие дефектов зубчатых передач, подшипниковых узлов, соединений и элементов передачи нагрузки приводит к изменению механических условий работы электропривода, что, в свою очередь, отражается на электрических режимах асинхронного двигателя [20]. Использование данной взаимосвязи открывает возможности для диагностики механических неисправностей по электрическим параметрам.

Целью настоящего исследования является разработка математического описания механических дефектов элементов кранового электропривода для анализа их влияния на электрические параметры асинхронного двигателя.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривается асинхронный электропривод кранового механизма, работающий в условиях переменной механической нагрузки и возможного наличия дефектов элементов привода. Математическое моделирование выполнено на основе преобразованной классической¹ динамической модели асинхронного двигателя в неподвижной двухфазной системе координат α - β с учетом электромеханической связи и инерционных свойств кранового электропривода [21].

При построении математической модели были приняты следующие допущения. Рассматривается одномерная крутильная динамика электропривода, при этом все элементы механической части приведены к валу электродвигателя. Поперечные колебания валов и пространственные деформации учитываются косвенно через дополнительные моментные возмущения. Механические дефекты элементов привода описываются в виде внешних моментных воздействий, вводимых в уравнение вращательного движения ротора, без изменения структуры электромеханической модели. Интенсивность дефектов в рамках одного численного эксперимента считается постоянной. Кратковременные контактные взаимодействия аппроксимируются сглаженными импульсными функциями, что обеспечивает численную устойчивость моделирования. В среднем за период характерных частот дефектов баланс механической энергии системы сохраняется.

¹ Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учебник для вузов / И.П. Копылов. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 2001. — 327 с.: ил. — Библиогр.: с. 320. — ISBN 5-06-003861-0

Разработанная математическая модель была адаптирована для включения локального влияния от механических дефектов. Уравнение динамического вращательного движения ротора записано в следующем виде:

$$J \frac{d\omega}{dt} = M_e - M_c(t), \quad (1)$$

где J – приведенный момент инерции вала электродвигателя, кг · м²;

M_e – электромагнитный момент, Н · м;

$M_c(t)$ – момент сопротивления, Н · м.

При этом электромагнитный момент вычисляется по формуле:

$$M_e = \frac{3}{2} z_p K_r \left(\psi_{r\alpha}(t) \cdot i_{s\beta}(t) - \psi_{r\beta}(t) \cdot i_{s\alpha}(t) \right), \quad (2)$$

где z_p – число пар полюсов;

K_r – коэффициент индуктивности ротора;

$i_{s\alpha}(t)$ – компонент пространственного вектора тока статора фазы α ;

$i_{s\beta}(t)$ – компонент пространственного вектора тока статора фазы β ;

$\psi_{r\alpha}(t)$ – компонент пространственного вектора потокосцепления ротора фазы α ;

$\psi_{r\beta}(t)$ – компонент пространственного вектора потокосцепления ротора фазы β .

Момент сопротивления $M_c(t)$ задается как кусочно-постоянная функция времени, соответствующая переходным процессам и установившемуся режиму работы асинхронного электродвигателя. В разработанной математической модели введено представление момента сопротивления в следующем виде:

$$M_c(t) = M_{н,пол}(t) + \sum_{k=1}^N \Delta M_k(t), \quad (3)$$

где $M_{н,пол}(t)$ – момент от полезной нагрузки на валу электродвигателя, Н · м;

$\sum_{k=1}^N \Delta M_k(t)$ – моментные возмущения, соответствующие отдельным видам дефектов, Н · м;

N – количество отдельных видов дефектов, рассматриваемое в исследуемом расчетном случае.

Для удобства моделирования момент от полезной нагрузки на валу электродвигателя введен зависимым от времени и определяется формулой:

$$M_{н,пол}(t) = k(t) M_n, \quad (4)$$

где $k(t)$ – введённый вариативный коэффициент, зависящий от времени t , принимает значения от 0 до 1;

M_n – номинальный момент электродвигателя, Н · м.

Номинальный момент электродвигателя определяется по классической зависимости²:

$$M_n = \frac{P}{\omega_n}, \quad (5)$$

где P – номинальная мощность электродвигателя, Вт;

ω_n – номинальная угловая скорость вращения ротора, $\frac{\text{рад}}{\text{с}}$.

Таким образом, в рамках разработанной математической модели механические дефекты элементов привода учитываются в виде дополнительных моментных возмущений, вводимых в уравнение динамики вращательного движения ротора. Такой подход позволяет формализовать влияние локальных нарушений в механической части привода в виде внешних воздействий на электромеханическую систему и использовать единый математический аппарат для анализа различных типов дефектов.

² Копылов И. П. Проектирование электрических машин : учебник для бакалавров / И. П. Копылов, Б. К. Клоков, В.П. Морозкин; под ред. И. П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2015. – 767с.

В зависимости от исследуемого расчетного случая в модель вводится соответствующее моментное возмущение $\Delta M_k(t)$ (или сумма таких возмущений), описывающее конкретный тип дефекта и его характерные динамические проявления. При этом форма, амплитуда и временные характеристики возмущений выбираются на основе работ по вибродиагностике. Для систематизации исследования и упорядоченного анализа влияния механических дефектов все рассматриваемые виды нарушений работоспособности привода были сгруппированы по типу механического элемента, в котором они возникают. Такой подход позволяет учитывать сходство физической природы дефектов, характерных временных и спектральных признаков, а также унифицировать методы их математического описания в рамках разработанной модели.

Все дефекты, рассматриваемые в работе, разделены на несколько групп: дефекты зубчатых передач, дефекты подшипников качения, дефекты валов и соединений, а также дефекты, связанные с передачей и распределением нагрузки. Для каждой группы приведено математическое описание соответствующих моментных возмущений $\Delta M_k(t)$, отражающих характерные особенности конкретного типа дефекта и позволяющих анализировать их влияние на динамику электропривода.

На основе введенных общих параметров зацепления (частота зацепления, коэффициент перекрытия, гауссова аппроксимация контакта) и принципов перераспределения нагрузки между зубьями далее рассматривается конкретный тип дефекта – излом зуба.

При полном изломе зуба передача крутящего момента через данный элемент на коротком интервале времени практически отсутствует, что приводит к резкому перераспределению нагрузки на соседние зубья. В зависимости от коэффициента перекрытия зацепления и типа зубчатой передачи кратковременная потеря передаваемого момента может достигать 30–60 % от номинального значения, что согласуется с характером ударных динамических воздействий, фиксируемых в вибродиагностических исследованиях зубчатых передач с изломом зуба [22, 23].

$$\Delta M_{\text{из}}(t) = -A_{\text{из}}g_{\text{зуб}}(t) + \sum_{i \in N} k_i A_{\text{из}} g_{\text{зуб}}(t - iT_z), \quad (6)$$

где $A_{\text{из}} = \alpha_{\text{из}} M_n$ – амплитуда потери передаваемого момента, $\alpha_{\text{из}} = 0,3..0,6$.

N – множество соседних зубьев, участвующих в компенсации нагрузки;

k_i – коэффициент перераспределения нагрузки, количество коэффициентов зависит от типа зубчатой передачи;

$g_{\text{зуб}}(t)$ – аппроксимирующая гауссова функция при изломе зуба³;

T_z – период зацепления дефектного зуба, с.

Далее рассмотрим типовой дефект подшипника качения. Дефект сепаратора (FTF) отражается в виде периодической модуляции контактных взаимодействий с телами качения, проявляющейся на частоте FTF в спектре вибрации. Практические исследования показывают, что амплитудная составляющая FTF обычно ниже, чем у дефектов дорожек качения или тел качения, и составляет порядка 5-15 % от номинального момента в характерных спектрах вибрации [24, 25].

$$\Delta M_{\text{FTF}}(t) = A_{\text{FTF}} \sum_m g_{\text{п}}(t - mT_{\text{FTF}}), \quad (7)$$

где $A_{\text{FTF}} = \alpha_{\text{FTF}} M_n$ – амплитуда потери передаваемого момента, $\alpha_{\text{FTF}} = 0,05..0,15$.

$T_{\text{FTF}} = \frac{1}{f_{\text{FTF}}}$ – период, соответствующий частоте дефекта сепаратора, с;

$g_{\text{п}}(t)$ – аппроксимирующая гауссова функция при дефекте сепаратора.

³ Вентцель Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов. – 6-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 1999. – 576 с.

Из группы дефектов валов и соединений рассмотрен дефект люфт в муфте, вызывающий резкие переходные динамические воздействия, которые проявляются в вибросигналах как ударные компоненты на частоте вращения. Коэффициент интенсивности дефекта выбирается в диапазоне 10-30 %, что отражает более выраженные динамические возмущения при переходах в механической цепи [26].

$$\Delta M_{p,c}(t) = A_{p,c} \sum_m g_c(t - mT_r), \quad (8)$$

где $A_{p,c} = \alpha_{p,c} M_H$ – амплитуда потери передаваемого момента, $\alpha_{p,c} = 0,1..0,3$;

$g_c(t)$ – аппроксимирующая гауссова функция при люфте в муфте.

К дефектам, связанным с передачей и перераспределением нагрузки в приводных системах, относятся явления, при которых номинальный крутящий момент передаётся неравномерно во времени, без разрушения элементов зацепления или валов. В качестве характерного примера рассматривается дефект стыка рельсов.

$$\Delta M_{\text{стык}}(t) = A_{\text{стык}} g_{\text{стык}}(t), \quad (9)$$

где $A_{\text{стык}} = \alpha_{\text{стык}} M_H$ – амплитуда потери передаваемого момента, $\alpha_{\text{стык}} = 0,01 - 0,1$;

$g_{\text{стык}}(t)$ – аппроксимирующая гауссова функция при дефекте стыка.

В данном разделе была сформирована вычислительная модель асинхронного электропривода, в которой неисправности механической части учитываются в виде временных возмущений момента, что позволяет анализировать их влияние на токи, электромагнитный момент и энергетические параметры.

Результаты

В разделе представлены результаты численного моделирования отклика тока статора асинхронного двигателя при моделировании четырёх типовых механических неисправностей: излом зуба, дефект сепаратора подшипника, люфт в муфте и прохождение стыка рельсов. Для каждого расчётного случая на рис. 1 (а-г) приведены осциллограммы тока статора, иллюстрирующие изменение электрического сигнала при включении соответствующего моментного возмущения. Полученные зависимости используются для сравнительного анализа диагностических признаков по электрическим параметрам электропривода.

Анализ бездефектного и дефектного участка позволяет выявить изменение амплитуды после начала действия дефекта. Относительное изменение амплитуды на дефектном участке вычисляется по формуле:

$$\Delta = \frac{|A_{\text{без.деф.мах}}^{\text{уст}} - A_{\text{деф.мах}}^{\text{уст}}|}{A_{\text{без.деф.мах}}^{\text{уст}}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

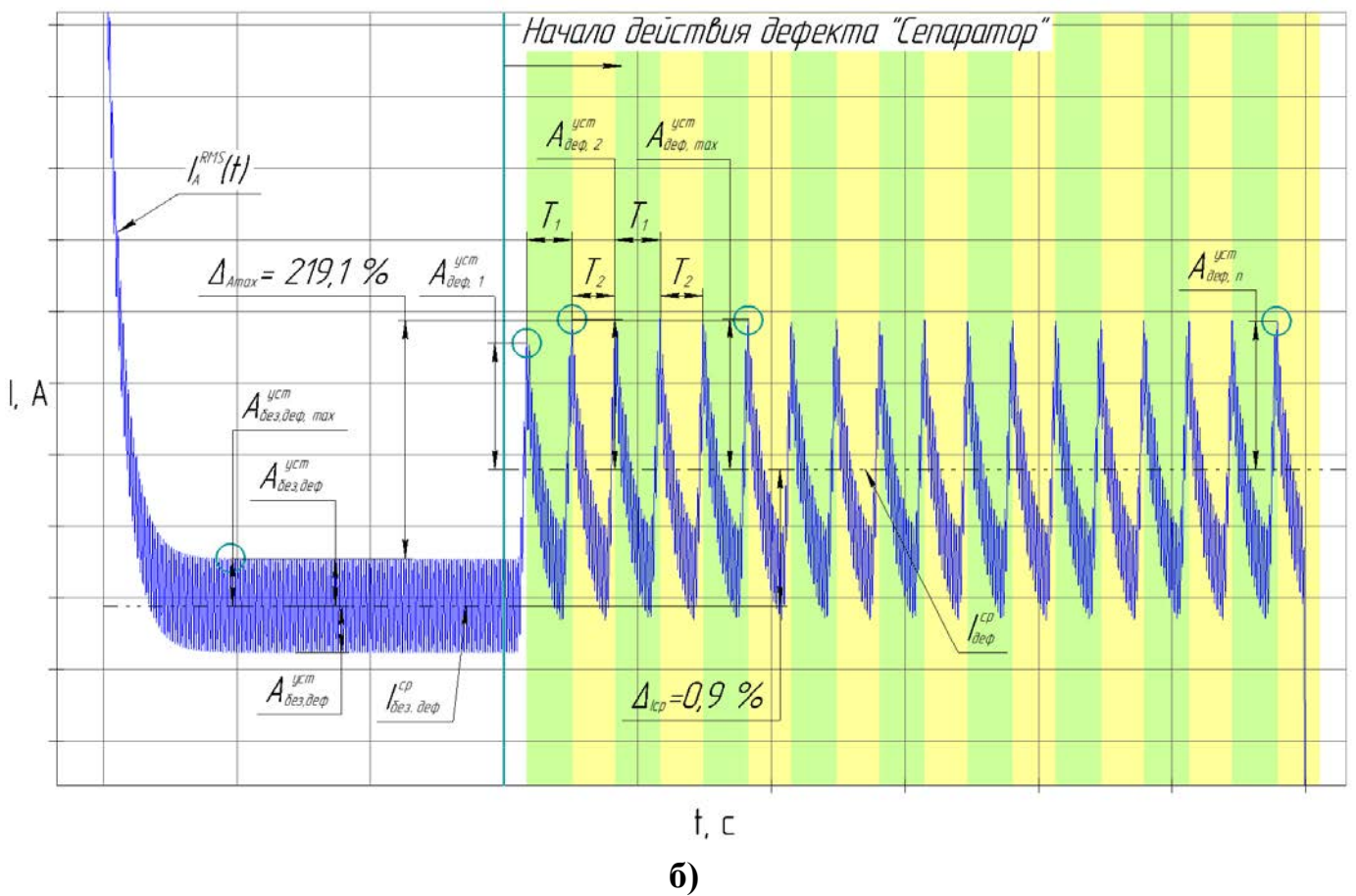
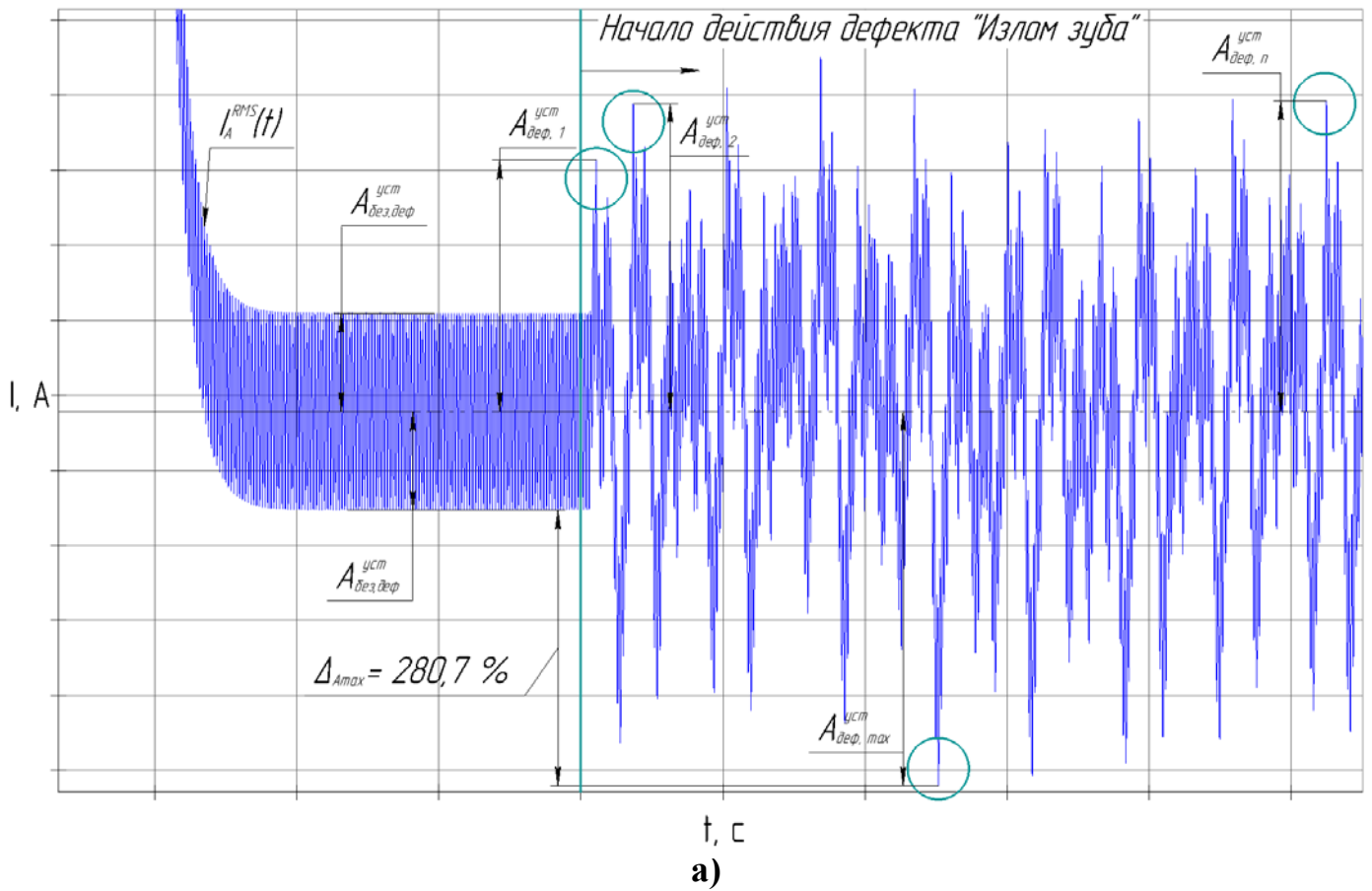
где $A_{\text{без.деф.мах}}^{\text{уст}}$ – максимальная амплитуда сигнала на бездефектном участке;

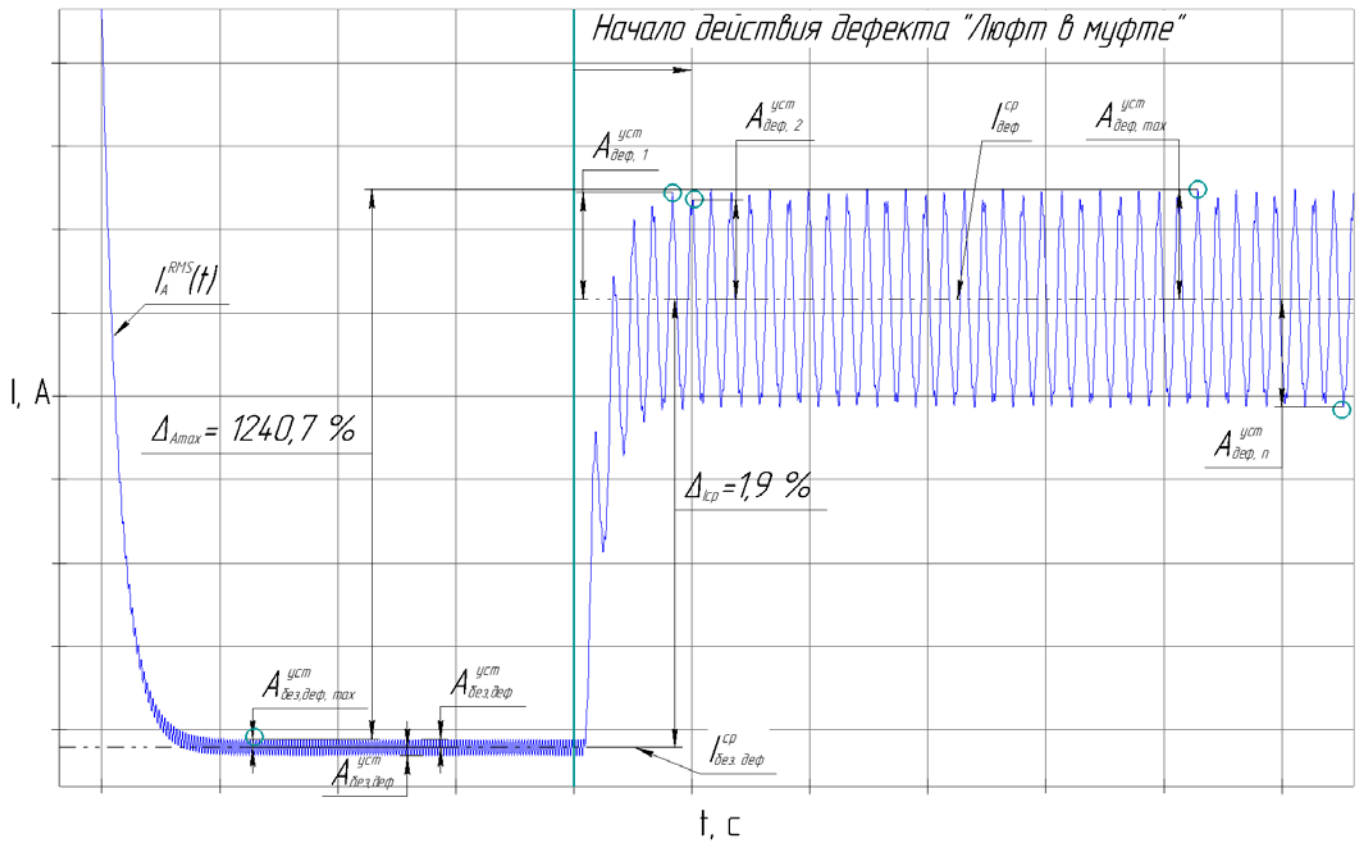
$A_{\text{деф.мах}}^{\text{уст}}$ – максимальная амплитуда сигнала на дефектном участке.

Результаты анализа приведенных дефектов представлены в таблице 1.

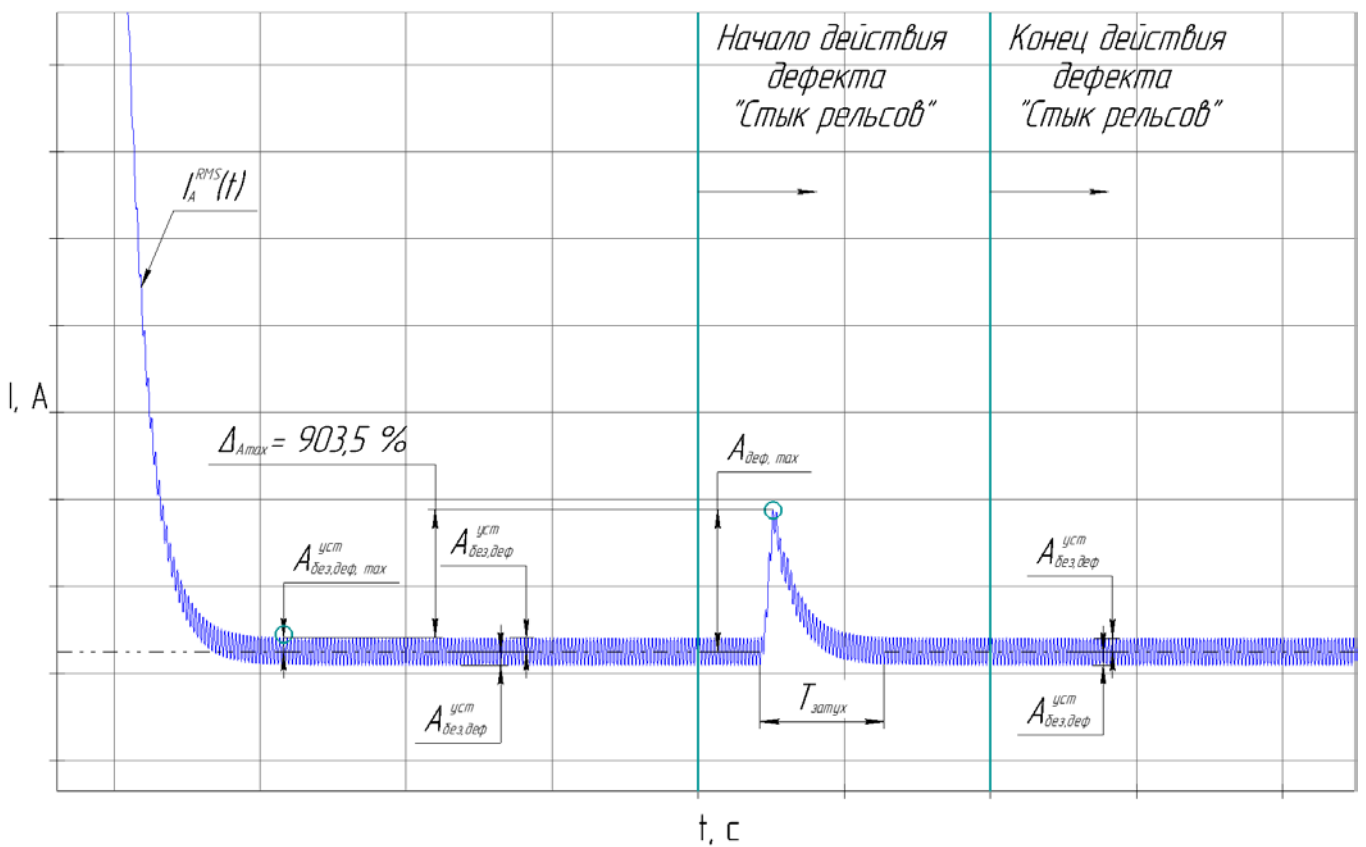
Таблица 1. Относительное увеличение амплитуды тока статора на дефектном участке

Расчётный случай	δ , % (рост амплитуды тока)
Излом зуба	280.7
Дефект сепаратора подшипника	219.1
Люфт в муфте	1240.7
Стык рельсов	903.5





в)



г)

Рис. 1. Отклик тока статора при дефекте: а – излом зуба, б – дефект сепаратора подшипника, в – люфт в муфте, г – дефект стыка рельсов (графики показывают качественную картинку, изменение амплитуд дано в относительных величинах).

Обсуждение и заключение

В работе приведено математическое описание механических дефектов элементов кранового электропривода в виде моментных возмущений, вводимых в уравнение динамики вращательного движения ротора совместно с моделью асинхронного двигателя в системе координат α - β . Рассмотрены четыре типовых неисправности: излом зуба; дефект сепаратора подшипника; люфт в муфте; стык рельсов. Показано, что различные группы дефектов приводят к различным изменениям тока статора, относительное увеличение амплитуды на дефектном участке составляет от порядка 120–280 % для периодических дефектов механической части до ~900 % для кратковременного импульса при прохождении стыка рельсов. Таким образом, решены поставленные задачи по формированию математического описания дефектов, исследованию отклика электрических параметров и созданию основы для последующей диагностики механических неисправностей по эксплуатационным показателям электропривода.

Результаты могут быть использованы при разработке алгоритмов анализа данных систем дистанционного мониторинга грузоподъемных машин и при планировании натурных испытаний с регистрацией токов, момента и активной мощности электродвигателя.

Список литературы

1. Назаров А. Н. Исследования и разработки кафедры РК4 «Подъемно-транспортные системы» для создания современных приборов безопасности грузоподъемной техники / А. Н. Назаров // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2024. – № 4. – С. 34-40. – EDN ЛПQKE.
2. Иванов С. Д. Развитие направления «промышленная безопасность подъемных сооружений» на кафедре РК4 «Подъемно-транспортные системы» / С. Д. Иванов // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2024. – № 4. – С. 11-24. – EDN GACZBH.
3. Назаров А. Н. Разработка перспективного прибора безопасности кранов мостового типа / А. Н. Назаров, С. Д. Иванов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 6(100). – С. 826-843. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-6-826-843. – EDN TYGGUV.
4. Иванов С. Д. Оценка применимости электрических параметров привода для определения нагрузки на механизм подъема кранов мостового типа / С. Д. Иванов, А. Н. Назаров // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 1(83). – С. 36-47. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-1-36-47. – EDN XZSFJQ.
5. Система защиты мостового крана на основе мониторинга параметров электропривода механизма подъема / Ю. А. Орлов, Ю. Н. Дементьев, Г. И. Однокопылов [и др.] // Известия Томского политехнического университета. – 2008. – Т. 312, № 4. – С. 119-124. – EDN JRGNRR.
6. Орлов Ю. А. Совершенствование системы защиты и контроля технического состояния электромеханической системы крана мостового типа / Ю. А. Орлов, Д. П. Столяров, В. П. Бурков // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № S2. – С. 363-368. – EDN ONBUND.
7. Объективная информация о работе подъемно-транспортных машин как основа повышения качества информационных систем грузообработывающих предприятий / Н. Ю. Иванова, С. Д. Иванов, С. А. Надеженков, А. Н. Назаров // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2023. – № 2. – С. 81-96. – EDN MRGIFW.

8. Агейчева М. М. Учет реальных условий работы крана при расчете остаточного ресурса по данным регистратора параметров / М. М. Агейчева // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: Электронный сборник статей по материалам СXXXI студенческой международной научно-практической конференции, Новосибирск, 09 ноября 2023 года. – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Сибирская академическая книга", 2023. – С. 85-92. – EDN ECQRWT.

9. Иванов, С. Д. Формирование информационной базы для уточнения расчета остаточного ресурса и улучшения методики планирования ремонтов подъемно-транспортного оборудования с использованием приборов безопасности - регистраторов параметров (на примере кранов) / С. Д. Иванов, Н. Ю. Иванова // Цифровая экономика: технологии, управление, человеческий капитал : Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Сборник докладов в области экономики и менеджмента, а также производственных технологий, информационных технологий и технологического менеджмента, Москва, 28 мая 2019 года. – Москва: Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", 2019. – С. 236-241. – EDN OAZGZT.

10. Томаков В. И. Состояние промышленной безопасности при эксплуатации грузоподъемных кранов на объектах, подконтрольных Ростехнадзору / В. И. Томаков, М. В. Томаков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2017. – Т. 7, № 1(22). – С. 27-41. – EDN YLIPX.

11. Nazarov, A. Configuring the algorithm of the load limiter with intermediate threshold / A. Nazarov, S. Ivanov, M. Yilmaz // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – P. 02015. – DOI 10.1051/e3sconf/202451502015. – EDN NGQCHM.

12. Бром, А. Е. Использование регистраторов параметров при эксплуатации мостовых кранов / А. Е. Бром, С. Д. Иванов, К. К. Шакаров // Механизация строительства. – 2016. – Т. 77, № 6. – С. 36-40. – EDN VZYBZX.

13. Иванов, С. Д. Стенд для изучения работы ограничителя грузоподъемности и регистратора параметров работы мостового крана / С. Д. Иванов // Механизация строительства. – 2012. – № 8(818). – С. 32-37. – EDN PEWNOL.

14. Иванова, Н. Ю. Технико-экономические показатели эффективности подъемно-транспортных работ / Н. Ю. Иванова, С. Д. Иванов // Механизация строительства. – 2016. – Т. 77, № 6. – С. 15-21. – EDN VZYBYJ.

15. Иванов, С. Д. Обеспечение корректной работы ограничителей грузоподъемности кранов мостового типа / С. Д. Иванов // Механизация строительства. – 2014. – № 5(839). – С. 23-25. – EDN SEDUBX.

16. Иванов, С. Д. Информация о характере работы ПТМ как основа метода поддержания работоспособности на этапе эксплуатации / С. Д. Иванов, А. Н. Назаров // Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. – 2025. – № 4. – С. 27-44. – EDN KWPORZ.

17. Ёылмаз, М. Ю. Диагностика привода подъемно-транспортных машин на основе информации о токе электродвигателя / М. Ю. Ёылмаз, С. Д. Иванов // Инновационное развитие техники и технологий наземного транспорта : Сборник статей VI Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию юбилею кафедры подъемно-транспортных машин и роботов, Екатеринбург, 13 декабря 2024 года. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2025. – С. 203-206. – EDN СНТОТС.\

18. Ёылмаз, М. Ю. Возможность использования электрических параметров для оценки работы кранового привода / М. Ю. Ёылмаз // Подъемно-транспортные, строительные, дорожные, путевые, мелиоративные машины и робототехнические комплексы : Сборник

материалов 29-ой Московской международной межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 23 апреля 2025 года. – Москва: Межрегиональная общественная организация содействия развитию культуры образования, спорта "Стратегия объединения", 2025. – С. 11-15. – EDN QJHKZT.

19. Никитин К. Д. Аварии грузоподъемных кранов как следствие опасных дефектов / К. Д. Никитин, Т. А. Крыгина, А. А. Кузнецов // Подъемно-транспортное дело. – 2007. – № 6(44). – С. 17-21. – EDN NJAPLL.

20. Романов, М. Ю. Применение электрических параметров для оценки технического состояния кранового привода / М. Ю. Романов // Проблемы функционирования систем транспорта : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции: сборник статей, Тюмень, 18–19 декабря 2025 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2026. – С. 180-184. – EDN MVZMSE.

21. Ёылмаз, М. Ю. Анализ переходных процессов в асинхронных двигателях крановых приводов для диагностики механических неисправностей / М. Ю. Ёылмаз, С. Д. Иванов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2025. – Т. 22, № 4(104). – С. 512-523. – DOI 10.26518/2071-7296-2025-22-4-512-523. – EDN NDLRWQ.

22. Yang, L.-t.; Shao, Y.-m.; Jiang, W.-w.; Zhang, L.-k.; Wang, L.-m.; Xu, J. Effects of Tooth Surface Crack Propagation on Meshing Stiffness and Vibration Characteristic of Spur Gear System. Appl. Sci. 2021, 11, 1968. <https://doi.org/10.3390/app11041968>

23. Zou, M.; Ma, J.; Xiong, X.; Li, R. Analysis of Vibration Characteristics of Planetary Gearbox with Broken Sun Gear Based on Phenomenological Model. Appl. Sci. 2023, 13, 9413. <https://doi.org/10.3390/app13169413>

24. A. Althubaiti, F. Elasha, and J. A. Teixeira, "Fault diagnosis and health management of bearings in rotating equipment based on vibration analysis – a review," Journal of Vibroengineering, Vol. 24, No. 1, pp. 46–74, Nov. 2021, <https://doi.org/10.21595/jve.2021.22100>

25. A. Rohan, T. Ridita, H. Anonto, M. Hossain, A. Shufian, M. Mahin, M. Islam, Intelligent fault diagnosis in rolling element bearings: Combining envelope spectrum and spectral kurtosis for enhanced detection, Results in Engineering, Volume 27, 2025, 106899, ISSN 2590-1230, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106899>.

26. Li, Z., Qiao, F., Lu, W. et al. Vibration Characteristics of Rotor System with Loose Disc Caused by the Insufficient Interference Force. Chin. J. Mech. Eng. 35, 70 (2022). <https://doi.org/10.1186/s10033-022-00724-1>

АВТОРЫ

Иванов Сергей Дмитриевич, доцент кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, (105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5), кандидат технических наук, доцент, ptm-diagnostics@yandex.ru, ORCID 0000-0002-7912-609X, SPIN-код: 8035-2780.

Романов Михаил Юминович, аспирант кафедры «Подъемно-транспортные системы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, (105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5), mihailsolovev287@gmail.com

Machines & Plants Design & Exploiting

Electronic journal
International Public Organization
“Integration strategy”
<http://maplants-journal.ru>

Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2026. № 1. pp. 31 – 43.

DOI:

Received: 27.05.2026

Accepted for publication: 29.05.2026

© International Public Organization “Integration strategy”

Analysis of the response of electric drive electrical parameters to typical groups of defects in crane mechanisms

Sergey D. Ivanov,
Mikhail Y. Romanov*

* mihailsolovev287@gmail.com
Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation

The paper proposes a mathematical description of typical mechanical defects in crane electric drive components in order to analyze their influence on the electrical parameters of an induction motor. The modeling was carried out on the basis of a dynamic motor model in a stationary two-phase α -beta coordinate system, taking into account the electromechanical coupling and inertial properties of the drive. Mechanical faults are represented as additional torque disturbances in the equation of rotor rotational motion. Four calculation cases corresponding to different defect groups are considered: tooth breakage, bearing cage defect, coupling looseness, and rail joint irregularity. The results of numerical simulation show that these defects cause pronounced changes in the stator current, differing in amplitude and pattern of manifestation. The obtained results confirm the potential of using electrical parameters for diagnosing the technical condition of the mechanical part of a crane drive.

Keywords: crane electric drive, mechanical defects, diagnostics, electrical parameters, mathematical modeling, stator current.

References

1. Nazarov, A. N. Research and development of the RK4 Department “Lifting and Transport Systems” for the creation of modern safety devices for hoisting equipment. *Machines and Installations: Design, Development and Operation*, 2024, no. 4, pp. 34-40. EDN JIIQKE.
2. Ivanov, S. D. Development of the field of “industrial safety of lifting structures” at the RK4 Department “Lifting and Transport Systems”. *Machines and Installations: Design, Development and Operation*, 2024, no. 4, pp. 11-24. EDN GACZBH.
3. Nazarov, A. N., Ivanov, S. D. Development of an advanced safety device for overhead cranes. *Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University*, 2024, vol. 21, no. 6(100), pp. 826-843. DOI: 10.26518/2071-7296-2024-21-6-826-843. EDN TYGGUV.
4. Ivanov, S. D., Nazarov, A. N. Assessment of the applicability of electric drive parameters for determining the load on the hoisting mechanism of overhead cranes. *Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University*, 2022, vol. 19, no. 1(83), pp. 36-47. DOI: 10.26518/2071-7296-2022-19-1-36-47. EDN XZSFJQ.

5. Orlov, Yu. A., Dementyev, Yu. N., Odnokopylov, G. I., et al. Protection system for an overhead crane based on monitoring the parameters of the hoist electric drive. Bulletin of Tomsk Polytechnic University, 2008, vol. 312, no. 4, pp. 119-124. EDN JRGNRR.

6. Orlov, Yu. A., Stolyarov, D. P., Burkov, V. P. Improvement of the protection and technical condition monitoring system for the electromechanical system of an overhead crane. Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal), 2011, no. S2, pp. 363-368. EDN ONBUND.

7. Ivanova, N. Yu., Ivanov, S. D., Nadezhenkov, S. A., Nazarov, A. N. Objective information on the operation of lifting and transport machines as a basis for improving the quality of information systems of cargo-handling enterprises. Machines and Installations: Design, Development and Operation, 2023, no. 2, pp. 81-96. EDN MRGIFW.

8. Ageycheva, M. M. Accounting for real crane operating conditions when estimating residual life from parameter recorder data. Scientific Community of Students of the 21st Century. Engineering Sciences: Electronic Collection of Articles Based on the Materials of the 131st Student International Scientific and Practical Conference, Novosibirsk, November 09, 2023. Novosibirsk, Sibirskaya Akademicheskaya Kniga LLC, 2023, pp. 85-92. EDN ECQRWT.

9. Ivanov, S. D. Formation of an information base for clarifying the calculation of the residual resource and improving the methodology for planning repairs of lifting and transport equipment using safety devices - parameter recorders (using cranes as an example) / S. D. Ivanov, N. Y. Ivanova // Digital economy: technologies, management, human capital : Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference. Collection of reports in the field of economics and management, as well as production technologies, information technology and technology management, Moscow, May 28, 2019. – Moscow: Moscow State Technological University "STANKIN", 2019. – pp. 236-241. – EDN OAZGZT.

10. Tomakov, V. I., Tomakov, M. V. The state of industrial safety during the operation of hoisting cranes at facilities supervised by Rostekhnadzor. Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies, 2017, vol. 7, no. 1(22), pp. 27-41. EDN YLIIPX.

11. Nazarov, A. Configuring the algorithm of the load limiter with intermediate threshold / A. Nazarov, S. Ivanov, M. Yilmaz // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – P. 02015. – DOI 10.1051/e3sconf/202451502015. – EDN NGQCHM.

12. Brom, A. E. The use of parameter recorders in the operation of overhead cranes / A. E. Brom, S. D. Ivanov, K. K. Shakarov // Mechanization of construction. - 2016. – Vol. 77, No. 6. – pp. 36-40. – EDN VZYBZX.

13. Ivanov, S. D. Stand for studying the operation of the load limiter and the recorder of the parameters of the bridge crane / S. D. Ivanov // Mechanization of construction. – 2012. – № 8(818). – Pp. 32-37. – EDN PEWNOL.

14. Ivanova, N. Y. Technical and economic performance indicators of lifting and transport operations / N. Y. Ivanova, S. D. Ivanov // Mechanization of construction. – 2016. – Vol. 77, No. 6. – pp. 15-21. – EDN VZYBYJ.

15. Ivanov, S. D. Ensuring the correct operation of lifting capacity limiters for overhead cranes / S. D. Ivanov // Mechanization of construction. – 2014. – № 5(839). – Pp. 23-25. – EDN SEDUBX.

16. Ivanov, S. D., Nazarov, A. N. Information on the operating conditions of lifting and transport machines as the basis of a method for maintaining serviceability at the operation stage. Machines and Installations: Design, Development and Operation, 2025, no. 4, pp. 27-44. EDN KWPORZ.

17. Yilmaz, M. Yu., Ivanov, S. D. Diagnostics of the drive of lifting and transport machines based on electric motor current information. In: Innovative Development of Engineering and

Technologies of Land Transport: Proceedings of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference Dedicated to the 95th Anniversary of the Department of Lifting and Transport Machines and Robots, Yekaterinburg, December 13, 2024. Yekaterinburg, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, 2025, pp. 203-206. EDN CHTOTC.

18. Yilmaz, M. Yu. Possibility of using electrical parameters to assess the operation of a crane drive. In: Lifting, Transport, Construction, Road, Track, Reclamation Machines and Robotic Systems: Proceedings of the 29th Moscow International Interuniversity Scientific and Technical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, Moscow, April 23, 2025. Moscow, Strategy of Unity, 2025, pp. 11-15. EDN QJHKZT.

19. Nikitin, K. D., Krygina, T. A., Kuznetsov, A. A. Accidents of hoisting cranes as a consequence of hazardous defects. Hoisting and Transport Engineering, 2007, no. 6(44), pp. 17-21. EDN NJAPLL.

20. Romanov, M. Yu. Application of electrical parameters for assessing the technical condition of a crane drive. In: Problems of Transport System Functioning: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Tyumen, December 18-19, 2025. Tyumen, Tyumen Industrial University, 2026, pp. 180-184. EDN MVZMSE.

21. Yilmaz, M. Yu., Ivanov, S. D. Analysis of transient processes in induction motors of crane drives for diagnosing mechanical faults. Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University, 2025, vol. 22, no. 4(104), pp. 512-523. DOI: 10.26518/2071-7296-2025-22-4-512-523. EDN NDLRWQ.

22. Yang, L.-T., Shao, Y.-M., Jiang, W.-W., Zhang, L.-K., Wang, L.-M., Xu, J. Effects of tooth surface crack propagation on meshing stiffness and vibration characteristic of spur gear system. Applied Sciences, 2021, vol. 11, article 1968. <https://doi.org/10.3390/app11041968>

23. Zou, M., Ma, J., Xiong, X., Li, R. Analysis of vibration characteristics of planetary gearbox with broken sun gear based on phenomenological model. Applied Sciences, 2023, vol. 13, article 9413. <https://doi.org/10.3390/app13169413>

24. Althubaiti, A., Elasha, F., Teixeira, J. A. Fault diagnosis and health management of bearings in rotating equipment based on vibration analysis: a review. Journal of Vibroengineering, 2021, vol. 24, no. 1, pp. 46-74. <https://doi.org/10.21595/jve.2021.22100>

25. Rohan, A., Ridita, T., Anonto, H., Hossain, M., Shufian, A., Mahin, M., Islam, M. Intelligent fault diagnosis in rolling element bearings: combining envelope spectrum and spectral kurtosis for enhanced detection. Results in Engineering, 2025, vol. 27, article 106899. ISSN 2590-1230. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.106899>

26. Li, Z., Qiao, F., Lu, W., et al. Vibration characteristics of rotor system with loose disc caused by the insufficient interference force. Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2022, vol. 35, article 70. <https://doi.org/10.1186/s10033-022-00724-1>

AUTHORS

Sergey D. Ivanov, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Systems at Bauman Moscow State Technical University, (105005, Moscow, 2nd Bauman str., 5), Candidate of Technical Sciences, ptm-diagnostics@yandex.ru, ORCID 0000-0002-7912-609X, SPIN-код: 8035-2780.

Mikhail Y. Romanov, Postgraduate student of the Department of Lifting and Transport Systems at the Bauman Moscow State Technical University, (105005, Moscow, 2nd Bauman str., 5), mihailsolovev287@gmail.com

Машины и Установки проектирование, разработка и эксплуатация

Сетевое издание
МОО "Стратегия объединения"
<http://maplants-journal.ru>

Ссылка на статью:

//Машины и установки: проектирование,
разработка и эксплуатация.
Электрон. журн. 2026. № 1. С. 44 – 53

DOI:

Представлена в редакцию: 24.05.2026

Принята к публикации: 28.05.2026

© МОО «Стратегия объединения»

УДК 621.8
УДК 37.026

Педагог, организатор, инженер, учёный (к 110-летию М.П. Александрова)

Ромашко А.М.

romashkoam@bmstu.ru

МГТУ им. Н. Э. Баумана (Москва, Россия)

На примере деятельности заведующего кафедрой «Подъёмно-транспортные машины» МВТУ имени Н.Э. Баумана профессора Александрова М.П. обсуждаются актуальные задачи организации подготовки инженеров в стране и основные направления работы университетской кафедры, способствующие повышению профессионального уровня выпускников. Обсуждается опыт совместной работы кафедр различных высших учебных заведений в СССР по повышению уровня подготовки инженеров.

Ключевые слова: подготовка инженеров, аспирантура, педагогические кадры, учебные пособия, проектирование машин, сотрудничество учебных заведений, испытательные стенды, теория подобия, тормозные устройства.

Педагог.



Рис. 1. Заведующий кафедрой «Подъёмно-транспортные машины» МВТУ имени Н.Э. Баумана профессор Александров М.П.

18 апреля 2026 года исполнилось 110 лет со дня рождения заслуженного деятеля науки и техники РСФСР доктора технических наук, профессора заведующего кафедрой «Подъёмно-транспортные машины» МВТУ имени Н.Э. Баумана профессора Михаила Павловича Александрова.

М. П. Александров заведовал кафедрой с 1965 года по 1988 год и за эти годы кафедра стала лидирующей в подготовке инженеров по подъёмно-транспортной технике в Советском Союзе [1]. В статье обсуждаются основные направления работы коллектива кафедры, позволившие не только готовить одни из лучших инженерных кадров в СССР, но и организовать плодотворное сотрудничество с родственными кафедрами других высших учебных заведений страны.

Основной задачей образовательного учреждения системы высшего образования является подготовка кадров для страны.

В решении этой задачи первостепенное значение имеют **студенты, преподаватели, учебники и учебные пособия, сотрудничество с предприятиями, исследовательскими организациями, другими учебными заведениями, а также материальная база для практической работы студентов.**

Когда в 1965 году М.П. Александрову было поручено руководить кафедрой «Подъемно-транспортные машины», на кафедре уже был сложившийся педагогический коллектив, состоявший из преподавателей, **имевших опыт работы в промышленности** (Крутиков И.П., Колобов Л.Н., Лаповенко Н.А., Масленников К.М., Полковников В.С., Скиба Ю.П.) и из более молодых преподавателей – воспитанников кафедры (Борзенко Е.В., Лобов Н.А., Жильцов В.И., Борисоглебская Т.А., Семёнов Л.Н.). Александров сумел сохранить педагогический коллектив, а затем и организовать эффективную подготовку кадров преподавателей для кафедры. В частности, на кафедре активизировалась работа с аспирантами. В некоторые годы одновременно обучалось более 10-ти аспирантов (на кафедре в то время работали 11 штатных преподавателей), причем большинство аспирантов успешно завершали обучение в аспирантуре защитами диссертаций.

Пример работы с аспирантами коллективу кафедры подавал заведующий кафедрой, он сам подготовил более десяти кандидатов и докторов наук. Предпочтение при наборе в аспирантуру отдавалось кандидатам, имевшим опыт работы в промышленности или опыт работы в научно-исследовательской институтах. Опыт работы кафедры показывал, что наилучший результат в обучении специалистов достигался тогда, когда в подготовке инженеров участвовали крупные специалисты из промышленности [2, 3]. Для лучшего отбора кандидатов на обучение в аспирантуре, существовала практика предварительной годовой стажировки на кафедре. Желающие обучаться в аспирантуре кафедры, в течение года до сдачи экзаменов в аспирантуру должны были поработать на кафедре сотрудниками. Для кандидатов в аспиранты, приезжавших из союзных республик, существовал статус стажеров. После защиты диссертации некоторые молодые кандидаты наук оставались работать на кафедре, а многие уезжали работать преподавателями в другие вузы, в другие города, в другие союзные республики СССР.

Кафедра «Подъемно-транспортные машины» в МВТУ имени Баумана специализировалась на подготовке инженеров разработчиков подъемно-транспортной техники. Значительный объем учебной нагрузки студентов составляли практические работы по проектированию подъемно-транспортных машин. Объем учебных курсовых проектов студентов кафедры «Подъемно-транспортные машины» был одним из самых значительных в МВТУ. Для методической поддержки самостоятельной работы студентов над проектами, требовались актуальные учебники по специальности, пособия по проектированию, учебные атласы с примерами классических, отработанных в промышленности конструкций. Поэтому одним из первых действий М.П. Александрова в качестве заведующего кафедрой была **организация системы подготовки учебно-методических материалов преподавателями кафедры.** В 1965 году, к моменту прихода М.П. Александрова на кафедру, основными учебниками для студентов кафедры были: двухтомник «Грузоподъемные машины», написанный Кифером Л.Г. и Абрамовичем И.И. [4], «Строительная механика крановых металлоконструкций» Богуславского П.Е. [5], «Транспортирующие машины» Спиваковского А.О. и Дьячкова В.К. [6]. Основным учебно-методическим пособием по курсовому проектированию был атлас конструкций «Грузоподъемные машины» Кифера Л.Г. и Абрамовича И.И. [7]. Это были добротные учебные материалы, но требовалось их обновление в связи с появлением новых нормативных документов, новых технологий, новых подходов к проектированию машин.

Одним из первых результатов работы М.П. Александрова заведующим кафедрой было создание новых учебно-методических материалов для студентов. В 1973 году вышел подготовленный коллективом кафедры по инициативе М.П. Александрова новый учебник «Грузоподъёмные машины» [8]. В этом же году был выпущен новый учебный атлас «Грузоподъёмные машины» [9], разработанный совместно с коллективом кафедры «Детали машин». Ранее вышло первое издание учебно-методического пособия по курсовому проектированию, написанное Александровым М.П. вместе с Лысяковым А.Г. и Руденко Н.Ф. [10]. Вместе с упомянутым атласом конструкций грузоподъёмных машин, это учебное пособие помогало студентам многих поколений делать свои первые шаги в проектировании машин. Оно и сейчас может служить образцом методического пособия по начальному обучению проектированию машин. Заведующий кафедрой активно поддерживал написание новых учебников и учебных пособий преподавателями и сотрудниками кафедры: проф. Вершинский А.В. участвовал в написании учебника по строительной механике и металлическим конструкциям грузоподъёмных кранов, доцент Запятой В.П. – в написании учебного пособия по робототехнике, доценты Лобов Н.А. и Полковников В.С. – подготовили учебное пособие по монтажу и эксплуатации лифтов, доцент Колобов Л.Н. был одним из авторов популярного у студентов учебника «Машины непрерывного транспорта» [11]. На кафедре регулярно обновлялись и обсуждались коллективом кафедры учебно-методические пособия (по лабораторным работам, по применению ЭВМ в проектировании машин и другие). Заведующий кафедрой подавал пример преподавателям кафедры, он сам разрабатывал и регулярно обновлял учебники для высшей школы. Его учебники «Подъёмно-транспортные машины» [12] и «Грузоподъёмные машины» [13], выдержали несколько изданий и используются до сих пор в учебном процессе. Они издавались на английском и испанском языках, а учебник «Подъёмно-транспортные машины» был базовым для обучения инженеров в высших учебных заведениях стран социалистического лагеря.

Александров М.П. считал обязательным участие преподавателей в научной или проектной деятельности. Все преподаватели руководили научно-исследовательскими работами или участвовали в них как исполнители. Лаборатория кафедры была хорошо оснащена научно-исследовательскими стендами по различным дисциплинам кафедры и по различным направлениям научно-исследовательских работ. Суммарная мощность лабораторного оборудования кафедры превышала 30 кВт. В соответствии с развитием техники, в лаборатории появлялись новые учебные и исследовательские стенды, постоянно обновлялись измерительные приборы. Студенты не только имели возможность работать с новой техникой в процессе плановых учебных занятий, но также поощрялось участие студентов в кафедральных и факультетских НИР. Для характеристики уровня учебного оснащения лаборатории кафедры достаточно упомянуть о том, что в 70-е годы на кафедре, на одной из первых в МВТУ, был создан учебный класс, оснащенный отечественными персональными ЭВМ «Электроника ДЗ-28», которые были приобретены по инициативе заведующего кафедрой.

Организатор.



Рис. 2. Профессор М.П. Александров (слева) ведёт заседание научно-методического совета по специальности «Подъемно-транспортные машины».

М.П. Александров активно налаживал взаимодействие с родственными по подготовке специалистов кафедрами других вузов страны. Он считал, что такое взаимодействие способствует улучшению качества подготовки не только в периферийных вузах, но и на возглавляемой им кафедре. По его инициативе в 1975 году при Государственном комитете РСФСР по образованию был создан Научно-методический совет (НМС), по специальности «Подъемно-транспортные машины». Эта новая тогда структура системы высшего образования в стране фактически узаконила объединение кафедр выпускавших инженеров по подъемно-транспортным машинам. М.П. Александров длительное время возглавлял это объединение. НМС и его комиссии регулярно собирались в МВТУ и других вузах для обсуждения состояния подготовки инженеров по специальности. НМС не просто координировал работу по подготовке инженеров в вузах страны, но и реально помогал кафедрам периферийных университетов совершенствовать систему подготовки инженеров. Ниже перечислены некоторые из работ, выполненных вузами объединения.

НМС организовывал и координировал:

- разработку типовых учебных планов по специальности;
- обмен учебно-методическими материалами по специальности;
- экспертизу вновь издаваемых учебников и учебных пособий по специальности;
- научно-исследовательские работы и обмен информацией по выполненным научно-исследовательским работам;
- проведение научно-технических конференций по специальности;
- экспертизу кандидатских и докторских диссертаций перед сдачей в советы по защита;
- стажировки преподавателей и аспирантов в ведущих вузах, проектных и научно-исследовательских организациях;

- обмен опытом работы преподавателей из различных вузов, включая чтение лекций, работу в государственных экзаменационных комиссиях, повышение квалификации преподавателей;

- подготовку инженеров по новым направлениям подъёмно-транспортной техники и технологии.

В середине 70-х годов НМС под председательством М.П. Александрова, во исполнение решения Правительства, в короткий срок организовал подготовку на кафедрах подъёмно-транспортного профиля инженеров-механиков для новой отрасли техники – робототехники. Позднее подобная организационная работа была проведена под эгидой НМС и для другого нового направления - логистики подъёмно-транспортных процессов.

Кроме совместной работы с кафедрами других высших учебных заведений страны, кафедра под руководством М.П. Александрова активно сотрудничала с зарубежными университетами. Был организован регулярный обмен группами студентов для прохождения практики на заводах и в высших учебных заведениях СССР и ГДР (с Магдебургской высшей технической школой имени Отто фон Герике). Преподаватели зарубежных университетов стажировались на кафедре в МВТУ, преподаватели, аспиранты и студенты кафедры стажировались за рубежом.

Будучи широко эрудированным специалистом, М.П. Александров успешно прогнозировал перспективные тенденции в развитии науки и техники и, соответственно, в развитии высшего образования. Уже упоминалось, что в конце 70-х годов все студенты кафедры в учебном классе кафедры обучались базовым основам программирования ЭВМ. В учебных программах дисциплин кафедры предусматривалось обучение методам проектирования машин с использованием ЭВМ. Преподавателями кафедры были разработаны соответствующие оригинальные методические материалы для студентов.

Одной из первых в стране кафедра организовала подготовку инженеров по робототехнике. В середине 70-х годов студенты кафедры выполняли лабораторные работы на новейших образцах промышленных роботов и манипуляторов. М.П. Александров активно поддерживал научно-исследовательские работы по направлению «Робототехника». В 1986 году преподаватели, инженеры и студенты кафедры участвовали в создании мобильных роботов, для очистки крыши аварийного энергоблока Чернобыльской АЭС от обломков реактора.

В 80-годы на кафедре была создана отраслевая лаборатория Министерства геологии, которую по поручению заведующего кафедрой возглавил профессор Вершинский А.В. Задачей этой лаборатории было создание прототипов подъёмно-транспортных машин и робототехнических комплексов для работы на дне мирового океана. Коллективом лаборатории были созданы и испытаны под водой в Черном море первые агрегаты для сбора конкреций со дна океана.

Инженер, учёный.

Успешной деятельности Александрова М.П. в качестве заведующего кафедрой способствовали его опыт работы инженером и авторитет учёного. Александров М.П. известен как один из ведущих мировых специалистов в области фрикционных тормозов. Его монография «Тормозные устройства в машиностроении» [14] была настольной книгой всех специалистов по тормозам в СССР. В МВТУ монография была признана одной из лучших в конкурсе печатных изданий учёных Училища.

Ещё во время работы в отраслевом научно-исследовательском и проектном институте ВНИИПТМАШ, Александров М.П. занимался разработкой методов расчёта тормозов и

созданием нормативных материалов для проектирования и изготовления тормозов подъёмно-транспортных машин. Поиск путей совершенствования тормозных устройств Михаил Павлович продолжал заниматься и в МВТУ имени Н.Э. Баумана. Здесь он руководил работами по созданию принципиально новых тормозов и устройств управления тормозами для транспортных и подъёмно-транспортных машин. В частности, под руководством М.П. Александра были разработаны:

- уникальный автоматизированный двухступенчатый тормозной стенд с двигателем мощностью 100 кВт для испытания тормозов с тормозным моментом до 100 000 Н*м [15];
- тормозной стенд на базе машины трения ИМ-58 в Институте машиноведения АН СССР, для исследования процессов трения в дисковых колодочных тормозах;
- оригинальные компактные дисковые колодочные тормоза ТДК, предназначенные для тяжелых транспортных и подъёмно-транспортных машин;
- первые в СССР тормоза, встраиваемые в асинхронные электродвигатели;
- центробежные толкатели для тормозов;
- толкатели для тормозов на базе линейных электродвигателей;
- датчики и системы измерения для контроля износа и нагрева тормозных накладок.

Подробнее информация о работе на кафедре научно-исследовательской группы М.П. Александра приведена в статье [16].

М.П. Александров одним из первых учёных в стране в 50-е годы стал использовать методы теории подобия для моделирования процессов сухого трения. Известно, что методы теории подобия начинали развиваться в гидродинамике и в теории тепловых процессов [17]. В середине прошлого века методы теории подобия, активно использовались для создания теоретических моделей протекания высокоэнергетических процессов при взрыве, моделей для описания космологических процессов в астрофизике [18], моделей распределения энергии в больших электрических сетях [19]. М.П. Александров заложил основы научного анализа тепловых и механических процессов в узлах сухого трения методами теории подобия [14]. Это научное направление впоследствии активно развивалось в Институте машиноведения АН СССР. Кафедра много лет плодотворно сотрудничала с отделом теории трения ИМАШ АН СССР. Одними из результатов этого сотрудничества стали кандидатские и докторские диссертации, защищенные сотрудниками кафедры и сотрудниками ИМАШ, а также практические разработки новых тормозных устройств для транспортных машин, самолётов, высокоскоростного железнодорожного транспорта, для специальной техники, предназначенной к работе под водой.

Как ведущий специалист в этой области, профессор М.П. Александров работал в Учёном совете по трению и износу при АН СССР, был руководителем постоянно действующего семинара «Моделирование в процессах трения и износа» АН СССР.

Личность. Человек.

М.П. Александров располагал к себе с первых минут знакомства. И в дальнейшем при общении росло чувство уважения к нему. Умел чётко и целенаправленно организовывать свою работу и работу возглавляемого им коллектива. Обладал удивительной работоспособностью до последних дней жизни. Последняя написанная им книга, - учебник «Грузоподъёмные машины» [13] вышла в свет в 2000 году, за год до его ухода из жизни. Им написаны лично и в соавторстве более 20 учебников, учебных пособий и монографий, которые до сих пор востребованы специалистами и студентами.

Список литературы

1. Семенюк В.Ф. Михаил Павлович Александров – признанный лидер дружного сообщества подъёмно-транспортных кафедр вузов Советского Союза. Подъёмно-транспортное дело. №3. 2016. С. 26-28.
2. Тропин С.А. К 100-летию кафедры «Подъёмно-транспортные машины» МГТУ имени Н.Э. Баумана. Машины и установки: проектирование, разработка и эксплуатация. 2025; (4) с.: 1-4.
3. Ивашков Н.И. Видные инженеры, конструкторы и учёные – основоположники отечественного подъёмно-транспортного машиностроения. Подъёмно-транспортное дело. 2018. №1-2. С. 26-30.
4. Кифер Л.Г., Абрамович И.И. Грузоподъёмные машины: учебное пособие для машиностроительных вузов / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, Ч 1. – 1956. - 486 с.: ил.
5. Богуславский П.Е. Металлические конструкции грузоподъёмных машин и сооружений: учебное пособие для машиностроительных вузов / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1961. - 519 с.: ил.
6. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: учебное пособие для машиностроительных вузов. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы, 1955. - 348 с.: ил.
7. Кифер Л.Г., Абрамович И.И. Грузоподъёмные машины. Атлас чертежей: учебное пособие для машиностроительных вузов / 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Государственное научно-техническое изд-во машиностроительной литературы. Ч 1. – 1956. - 184 с.: ил.
8. Грузоподъёмные машины: учебное пособие для вузов / Александров М.П., Колобов Л.Н., Крутиков И.П. и др.; ред.: М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1973. – 473 с.: ил.
9. Подъёмно-транспортные машины: атлас конструкций / ред.: М.П. Александров, Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1973. – 256 с.
10. Курсовое проектирование грузоподъёмных машин: учебное пособие для вузов / Руденко Н.Ф. Александров М.П., Лысяков А.Г. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1966. 330 с.: ил.
11. Зенков Р. Л., Ивашков И. И., Колобов Л. Н. Машины непрерывного транспорта: учебник для вузов / Зенков Р. Л., Ивашков И. И., Колобов Л. Н. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1987. - 430 с.: ил.
12. Александров М. П. Подъёмно-транспортные машины: учебник для вузов/ Александров М.П. - 6-е изд., перераб.- М.: Высшая школа, 1985.- 519 с.: ил.
13. Александров М.П. Грузоподъёмные машины: учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана - Высшая школа, 2000. – 500 с.: ил.
14. Александров М.П. Тормозные устройства в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1965. – 676 с.: ил.
15. Федосеев В.Н., Новожилов М.В., Смольяков А.И., Некрасов А.О. Универсальный инерционный стенд для испытаний натуральных тормозных механизмов. ЦНИИ информации и технико-экономических исследований по тяжёлому и транспортному машиностроению. Экспресс-информация. Конструирование и эксплуатация оборудования. Серия 6. Подъёмно-транспортное оборудование. Выпуск 5. - М.: 1985.
16. Ромашко А.М., Носко А.Л. Весомый вклад в подготовку специалистов для подъёмно-транспортной отрасли СССР. Подъёмно-транспортное дело. 2016. №3, С. 22-26.
17. Кирпичёв М.В. Теория подобия. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 96 с.

18. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – 3-е изд. М.: Гостехтеоретиздат, 1957. 376 с.

19. Веников В.А. Теория подобия и моделирование применительно к задачам электроэнергетики. М.: Изд-во «Высшая школа», 1966. 488 с.

АВТОР

Ромашко Александр Мефодиевич, доцент кафедры «Подъемно-транспортные системы и роботы» МГТУ им. Н.Э. Баумана, (105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5), кандидат технических наук, доцент, romashkoam@bmstu.ru

Machines & Plants Design & Exploiting

Electronic journal
International Public Organization
“Integration strategy”
<http://maplants-journal.ru>

Link to the article:
//Machines and Plants:Design and Exploiting.
2026. № 1. pp. 44 – 53.

DOI:

Received: 24.05.2026

Accepted for publication: 28.05.2026

© International Public Organization “Integration strategy”

Teacher, organizer, engineer, scientist (to the 110th anniversary of M.P. Alexandrov)

Alexander M. Romashko

romashkoam@bmstu.ru

Bauman Moscow State Technical University,
Moscow, Russian Federation

On the example of the activities of the Head of the Department of "Lifting and Transport Machines" of the Bauman Moscow State Technical University, Professor M.P. Alexandrov, the article discusses the current challenges of organizing engineering education in the country and the main areas of work of the university department that contribute to improving the professional level of graduates. The article also discusses the experience of collaborative work between departments of various higher education institutions in the USSR to enhance the level of engineering education.

Keywords: Training of engineers, postgraduate studies, teaching staff, textbooks, machine design, cooperation of educational institutions, test stands, similarity theory, braking devices.

References

1. Semenyuk V.F. Mikhail Pavlovich Alexandrov – the recognized leader of the friendly community of the lifting and transport departments of the universities of the Soviet Union. Lifting and transport business. No. 3. 2016.
2. Tropin S.A. To the 100th anniversary of the Department of Lifting and Transport Machines of the Bauman Moscow State Technical University. Machines and installations: design, development and operation. 2025;(4):1-4.
3. Ivashkov N.I. Prominent engineers, designers, and scientists – founders of domestic lifting and transport engineering. Lifting and transport business. 2018. No. 1-2. Pp. 26-30.
4. Kifer L.G., Abramovich I.I. Lifting machines: a textbook for engineering universities / 2nd edition, revised. and add. – Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 1956. Part 1. – 1956. – 486 p.
5. Boguslavsky, P.E. Metal Structures of Lifting Machines and Structures: A Textbook for Mechanical Engineering Universities. 2nd edition, revised. and add. – M.: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 1961. - 519 p.il.
6. Spivakovsky A.O., Dyachkov V.K. Transporting Machines: A Textbook for Mechanical Engineering Universities. – M.: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 1955. - 348 p.: il.

7. Kifer L.G., Abramovich I.I. Lifting Machines. Atlas of Drawings: A Textbook for Engineering Universities / 2nd Edition, Revised and Expanded. Moscow: State Scientific and Technical Publishing House of Mechanical Engineering Literature, 1956. Part 1. 1956. 184 p.
 8. Lifting Machines: Textbook for Universities / M.P. Alexandrov, L.N. Kolobov, I.P. Krutikov, et al.; ed.: M.P. Alexandrov. – Moscow: Vysshaya Shkola, 1973. – 473 p.: ill.
 9. Lifting and Transporting Machines: Atlas of Structures / ed.: M.P. Alexandrov, D.N. Reshetov. – Mashinostroenie, 1973. – 256 p.
 10. Course Design of Lifting Machines: A Textbook for Technical Universities / N.F. Rudenko, M.P. Alexandrov, and A.G. Lysyakov. 2nd Edition, Revised. and add. - Moscow: Mechanical Engineering, 1966. 330 p.: ill.
 11. Zenkov R. L., Ivashkov I. I., Kolobov L. N. Continuous Transport Machines: Textbook for Universities / Zenkov R. L., Ivashkov I. I., Kolobov L. N. - 2nd ed., revised and added. - Moscow: Mechanical Engineering, 1987. - 430 p.: ill.
 12. Alexandrov M. P. Lifting and transport machines : a textbook for universities / Alexandrov M. P. - 6th ed., revised - M. : Higher School, 1985. - 519 p. : ill.
 13. Alexandrov M.P. Lifting machines: A textbook for universities. Moscow: Publishing house of Bauman Moscow State Technical University – Higher School, 2000. - 500s.
 14. Alexandrov M.P. Braking devices in mechanical engineering. Moscow: Mashinostroenie, 1965. – 676 p.
 15. Fedoseev V.N., Novozhilov M.V., Smolyakov A.I., Nekrasov A.O. Universal Inertial Test Stand for Full-Scale Brake Mechanisms. Central Research Institute of Information and Technical and Economic Research in Heavy and Transport Engineering. Express Information. Design and Operation of Equipment. Series 6. Lifting and Transport Equipment. Issue 5. - M.: 1985.
 16. Romashko A.M., Nosko A.L. A significant contribution to the training of specialists for the lifting and transport industry of the USSR. Lifting and Transport Industry. 2016. No. 3, pp. 22-26.
 17. Kirpichev M.V. The Theory of Similarity. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1953. 96 p.
 18. Sedov L.I. Methods of Similarity and Dimension in Mechanics. 3rd ed. M.: Gostekhteoretizdat, 1957. 376 p.
 19. Venikov V.A. Theory of similarity and modeling applied to the tasks of the electric power industry. Moscow: Publishing house "Higher School", 1966. 488 p.
-

AUTHOR

Alexander M. Romashko, Associate Professor of the Department of Lifting and Transport Systems and robots at Bauman Moscow State Technical University, (105005, Moscow, 2nd Bauman str., 5), Candidate of Technical Sciences, romashkoam@bmstu.ru