РУССКИЙ ИНЖЕНЕР RUSSIAN ENGINEER

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№ 01 (82) март 2024

ДЕПАРТАМЕНТ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА И ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА МОСКВЫ

МОСКОВСКАЯ КОНФЕДЕРАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННИКОВ И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЕЙ (РАБОТОДАТЕЛЕЙ)

12+

ISSN 2074-9252

0 977207 492528

НОВЫЕ ФОРМАТЫ
XXIII Конференция МКПП(р)

ИННОВАЦИИ В АНФАС
Выставка-презентация лучших проектов и разработок

ПРЕМИЯ ВОИР
Главная награда для изобретателей России

ЕДИНСТВО НИР, ОКР, ОТР
Вернуть выпавшее важнейшее звено

XI ММИФ ОПРЕДЕЛИЛ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

МОСКВА ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ

Редакция журнала «Русский инженер» совместно с «Объединённой промышленной редакцией» в 2024 году начинают реализацию масштабного специального информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» с широким участием в нём профильных, отраслевых, региональных и корпоративных СМИ (в том числе электронных), промышленных холдингов и предприятий, НИИ и КБ, органов власти и муниципальных структур, технических учебных заведений, общественных союзов и организаций…

Специальный информационно-аналитический проект «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» реализуется через подготовку и размещение на страницах заинтересованных СМИ блоков информационных и аналитических материалов, посвящённых тематике проекта, организацию и проведение пресс-мероприятий (круглых столов, семинаров, конференций, форумов и т.д.), инициирование общественно и экономически значимых проектов и программ.

В центре внимания информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» – анализ и презентация опыта и предложений столичных структур и организаций как в плоскости разработки передовых национальных инженерных решений и технологий, так и в плоскости внедрения таких решений в повседневную жизнь, производственные процессы, перспективные социально-экономические и инфраструктурные программы.

Материалы специального информационно-аналитического проекта «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» будут публиковаться на страницах журналов «Русский инженер», «Машиностроение РФ», «ОПК РФ», «Диверсификация», «Наукоёмкий бизнес», газеты «Промышленный еженедельник», ведущих сетевых СМИ, таких как «Инвест-Форсайт» и многие другие.

Информационно-аналитический проект «МОСКВА – ИНЖЕНЕРНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ» открыт для сотрудничества со всеми заинтересованными структурами и лицами.

ОПР ОБЪЕДИНЁННАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ РЕДАКЦИЯ
РУССКИЙ RUSSIAN ENGINEER ИНЖЕНЕР
123557, Москва, ул. Малая Грузинская, д. 39
+7 (495) 505-76-92, 778-14-47,
doc@promweekly.ru, www.promweekly.ru

РУССКИЙ ИНЖЕНЕР • RUSSIAN ENGINEER

Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

Учредитель и издатель: Региональное объединение работодателей города федерального значения Москвы «Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей (работодателей)»

Журнал «Русский инженер» зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № 7717108 от 26 декабря 2003 г.

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 29 мая 2017 года журнал «Русский инженер» включён в Перечень рецензируемых научных изданий (№ 2160 в Перечне), в которых публикуются основные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата и доктора наук по специальностям: 2.1 – Машиностроение, 2.5 – Строительство.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель редакционного совета:

Панина Елена Владимировна, доктор экономических наук, профессор, председатель МКПП(р)

Члены редакционного совета:

Александров Анатолий Александрович, доктор технических наук, профессор, президент МГТУ имени Н.Э. Баумана, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники

Глаголев Сергей Николаевич, доктор экономических наук, профессор, ректор ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород), председатель комиссии Совета ректоров вузов Белгородской области по международному образованию и сотрудничеству, член-корреспондент академии проблем качества, член правления РСПП

Голиченков Александр Константинович, доктор юридических наук, профессор, декан юридического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой МГУ им. М.В. Ломоносова, заслуженный деятель науки РФ

Гусев Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, президент Российской инженерной академии

Егоров Георгий Николаевич, доктор экономических наук, кандидат технических наук, профессор, академик МАС, советник генерального директора ОАО «ЭКОС»

Кошкин Валерий Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, ректор Рыбинского ГАТУ им. П.А. Соловьёва, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации

Лёвин Борис Алексеевич, доктор технических наук, профессор, президент Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ)

Резниченко Сергей Владимирович, доктор технических наук, генеральный директор ОАО «Институт пластмасс им. Г.С. Петрова»

Сметанов Александр Юрьевич, доктор экономических наук, профессор кафедры инновационного менеджмента Московского государственного машиностроительного университета (МАМИ), генеральный директор ОАО ИПИ «Сапфир», депутат Мосгордумы

Равикович Юрий Александрович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой МАИ (Национальный исследовательский университет)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии:

Резник Самсон Иосифович, доктор экономических наук, профессор, кандидат технических наук

Члены редакционной коллегии:

Ерофеев Владимир Трофимович, доктор технических наук, профессор, декан факультета НИ Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва

Кондратенко Владимир Степанович, доктор технических наук, профессор, директор Института высоких технологий, заведующий кафедрой «Инновационные технологии в приборостроении, микро- и оптоэлектронике» МГУПИ

Римшин Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, руководитель Института развития города НИИСФ РААСН

Ростанец Виктор Григорьевич, заместитель директора по научной работе Института региональных экономических исследований, доктор экономических наук, профессор, академик РАЕН

Шубин Игорь Любимович, доктор технических наук, профессор, директор НИИСФ РААСН

Юдкин Владимир Фёдорович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, учёный секретарь ИМАШ РАН, заместитель научного руководителя института

Номер подготовлен совместно с «Объединённой промышленной редакцией»:

Генеральный директор В.В. Стольников
Исполнительный директор Е.В. Стольникова
Заместитель генерального директора Н.Е. Можаева
Директор по международным проектам А.В. Стольников
Главный художник А.Н. Зиновьев
Дизайнер-верстальщик С.В. Селиверстова
Корректор Ю.С. Саглик

Редакция журнала «Русский инженер»:

Главный редактор С.И. Резник
Заместитель главного редактора Л.А. Богомолова

123557, Москва, ул. Малая Грузинская, д. 39
Тел.: (495) 695-43-54; 691-24-14
press@mkppr.ru
mail@russianengineer.ru
www.pressmk.ru
www.russianengineer.ru
Подписной индекс 84410 в объединённом каталоге «Пресса России», том 1

Номер отпечатан в типографии

ООО «Объединённая промышленная редакция»
Общий тираж 5000 экз.
Цена свободная.

Полная и частичная перепечатка, воспроизведение или любое другое использование опубликованных материалов без разрешения редакции не допускаются.
Мнения редакции и авторов могут не совпадать. В номере использованы материалы и фото из открытых источников.

® На правах рекламы.
© Издательский Дом МКПП(р) «КонфИнМедиа», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

№ 01 (82) март 2024

ОФИЦИАЛЬНО

Елене Паниной вручён орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени 3

ММИФ-2023

Стране нужны инженеры нового уровня! 4

Растёт инженерная смена 10

ОПЫТ. ПРОБЛЕМЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ

Без меры нет и веры 13

ПАРАД ИДЕЙ И РАЗРАБОТОК

Лучший способ опередить время 16

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Восстановим цепочку! 19

СТОЛИЧНЫЙ БИЗНЕС

Новые форматы взаимодействия 22

НАШИ ПАРТНЁРЫ

ИРЭИ предлагает новые инструменты 25

ГОРДОСТЬ ИНЖЕНЕРИИ

«Башня будет вечная!» 27

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Основные направления исследований износа рабочих органов бетоноотделочных машин 32

Повышение упругодемпфирующих характеристик пневмогидравлического амортизатора транспортно-технологических машин в условиях Крайнего Севера 36

Исследование вариантов формирования парка машин (на примере многоцелевой строительной машины) 42

Разработка алгоритмов управления автономных строительных машин Индустрии 4.0 45

ЕЛЕНЕ ПАНИНОЙ ВРУЧЁН ОРДЕН «ЗА ЗАСЛУГИ ПЕРЕД ОТЕЧЕСТВОМ» IV СТЕПЕНИ

За достигнутые трудовые успехи и многолетнюю добросовестную работу министр промышленности и торговли РФ Денис Мантуров вручил председателю Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей), вице-президенту Российского союза промышленников и предпринимателей, доктору экономических наук, профессору Елене Паниной орден «За заслуги перед Отечеством» IV степени.

Среди награждённых Указом Президента РФ № 651 граждан России, чьё беззаветное служение Отечеству вносит яркий вклад в развитие государства, также руководители и сотрудники других организаций и предприятий Москвы.

Ордена Дружбы удостоен заместитель начальника управления Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы Максим Владимирович Орлов.

Звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» присвоено доктору технических наук, профессору, заместителю генерального директора по научной деятельности Особого конструкторского бюро Московского энергетического института Александру Олеговичу Жукову.

Медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени награждены декан факультета Российского государственного университета нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина Сергей Николаевич Рожнов, главный юрисконсульт отдела управления делами, профессор кафедры этого учебного заведения Юрий Егорович Ширяев, а также заместитель руководителя департамента Российского фонда технологического развития Лаврентий Викторович Варламов и заместитель директора департамента Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Елена Валериевна Фёдорова.

В Указе Президента России – имена россиян различных профессий и из разных регионов. Особо отмечен труд жителей Удмуртской Республики. Ордена Почёта удостоен главный инженер – технический директор Воткинского завода Рудольф Фазгамович Кузин, медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени – генеральный директор этого предприятия Игорь Юрьевич Чурбанов. Ряду работников завода присвоено звание «Заслуженный машиностроитель Российской Федерации» и «Заслуженный работник ракетно-космической промышленности Российской Федерации».

Среди отмеченных наградами – целый ряд работников промышленности, социальной сферы, банков, лечебных учреждений и медицинских вузов. Многим россиянкам за большие заслуги в укреплении института семьи и воспитании детей присвоены звания «Мать-героиня», вручены ордена «Родительская слава» и медали ордена «Родительская слава». РИ

СТРАНЕ НУЖНЫ ИНЖЕНЕРЫ НОВОГО УРОВНЯ!

ЗАМЕТКИ С XI МОСКОВСКОГО МЕЖДУНАРОДНОГО ИНЖЕНЕРНОГО ФОРУМА

Людмила Богомолова
Фото пресс-службы МКПП(р)

По известным причинам страна устремилась к технологической независимости, и стало ясно, что нужны новые подходы к быстрой и качественной подготовке инженеров и высококвалифицированных рабочих. Нужны кадры, способные проектировать и изготавливать импортозамещающую продукцию, создавать прорывные технологии. Но на фоне шикарной жизни недорослей в телевизионных сериалах заинтересовать молодёжь научно-техническим творчеством, инженерной профессией, работой в цехе не так просто. Необходимо понять, какие нужны стимулы к выбору молодёжью технических вузов. И что должно сделать государство для желающих строить карьеру инженера или производственного мастера?

ВРЕМЯ СТАВИТ НОВЫЕ ЗАДАЧИ

О нехватке инженерно-технических кадров на предприятиях с разных трибун постоянно говорят солидные люди – чиновники, экономисты, ректоры вузов, руководители предприятий. Говорят не впустую. По сравнению с предыдущими годами для пополнения инженерного корпуса сделано много и в образовании, и на самих предприятиях. Но остаётся немало вопросов к подготовке кадров, на которые пока сложно ответить.

Тем не менее участники XI Московского международного инженерного форума (ММИФ), прошедшего в конце ноября прошлого года, высказали целый ряд интересных предложений, касающихся дальнейшего развития инженерного образования в России. Организатор Форума – Московская Конфедерация промышленников и предпринимателей (работодателей) – МКПП(р) при поддержке правительства Москвы и участии ряда федеральных министерств – обозначила актуальную тему Форума: «Синергия предприятий и вузов – основа подготовки инженеров нового уровня».

Ещё известный русский математик и механик XIX века Пафнутий Чебышев писал: «Теория без практики мертва и бесплодна, а практика без теории бесполезна и пагубна». Александр Суворов же считал, что она ещё и слепа. Но речь сегодня идёт не только о производственной практике студентов, которая действительно более чем важна для подготовки высококвалифицированного специалиста в любой профессии. Синергия предприятий и вузов должна включать в себя целый комплекс задач, программ и мероприятий, направленных на подготовку высококвалифицированных кадров, соответствующих стандартам и требованиям работодателей. А образовательный процесс в вузе должен строиться на практико-ориентированном подходе к процессу обучения. Таким образом, студенты получают не только теоретические основы выбранной профессии, но и активно набираются практического опыта на производстве, в лабораториях, на мастер-классах, участвуют в профильных конференциях. В ходе практических занятий студенты совместно с преподавателями вуза и представителями предприятия учатся самостоятельно разрабатывать различные проекты и затем внедрять их в производство. Проявить свои знания и навыки в реальных условиях рынка позволяют программы профессиональных стажировок на базе крупных компаний. И в результате к моменту получения диплома многие студенты уже имеют место работы и хорошую зарплату. Всё это у нас уже применяется, используется, однако…

Председатель оргкомитета ММИФ, вице-президент Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), председатель МКПП(р), доктор экономических наук, профессор Елена Панина, открывая пленарное заседание, сказала: «Такое взаимодействие действительно уже началось. Мы это видим. Но, к сожалению, не везде достигнута желаемая синергия. Она есть, но не повсеместно, только точечно, – считает Е.В. Панина. – Вот недавно мы проводили координационный совет РСПП в Твери и на примере технопарка посмотрели, как это реально происходит. В большей степени это пока инициатива отдельных предприятий и отдельных образовательных организаций. А нам нужно, чтобы такое взаимодействие стало частью системы, законодательно и нормативно утверждённой, поддерживаемой государством, в том числе за счёт бюджетных ассигнований. Потому что мы хорошо понимаем: когда предприятие берёт на себя подготовку кадров в части практического обучения, то оно несёт дополнительные затраты. А эти затраты идут на себестоимость и снижают конкурентоспособность продукции. Я думаю, что это общая, государственная задача – организовать обучение молодёжи на производстве.

> XI Московский международный инженерный форум прошёл при поддержке правительства Москвы с участием Российского союза промышленников и предпринимателей, Министерства промышленности и торговли РФ, Министерства труда и социальной защиты РФ, Министерства науки и высшего образования РФ и других заинтересованных федеральных органов власти и общественных объединений. В нём приняли участие представители федеральных и региональных органов власти, объединений работодателей и профсоюзов, ректоры вузов, российские и зарубежные организации и профессиональные сообщества.
> В 2015 году ММИФ был включён Правительством РФ в План мероприятий, направленных на повышение престижа рабочих и инженерных профессий. Второй год подряд Форум проходит в рамках объявленного Президентом России Десятилетия науки и технологий в Российской Федерации.

К примеру, так, как это в своё время было сделано в оборонно-промышленном комплексе, где предприятия направляют на обучение в вуз лучших сотрудников или договариваются с колледжами и вузами о практике студентов вузов на производстве и получают на это дотации из бюджета по специальным программам поддержки. Кстати, ещё раньше по такой программе стал действовать агропромышленный комплекс. Это было правильное начинание, и мы практически достигли продовольственной независимости страны. А сегодня перед нашей страной как никогда остро стоит задача достижения технологического суверенитета. Решение этой задачи – за быстрым развитием научно-производственного комплекса, что невозможно без квалифицированных инженеров, причём инженеров нового уровня. Мы привыкли относиться к профессии инженера как к людям, которые могут разобраться в конструкторской документации, что-то изобретать, внедрять… Но сегодня не только такой инженер нужен. Будущее за инженером другого уровня, который может и сам ставить задачи. Смотреть вперёд, причём на междисциплинарном уровне, ставить амбициозные задачи не только сугубо в рамках определённой специализации, отрасли».

О взаимодействии производства и высшей школы, среднего профессионального образования неоднократно говорилось и на предыдущих инженерных форумах. Но проблем ещё достаточно, и в их решении заинтересованы все регионы страны. Об этом свидетельствует состав участников Форума, их всё возрастающее число. В XI ММИФ участвовали более 700 человек, в том числе в режиме онлайн.

«И что отрадно, в этом году у нас много представителей субъектов Российской Федерации, – отметила Е.В. Панина. – Это Тверская, Ульяновская, Челябинская, Ярославская, Владимирская, Ивановская, Рязанская, Московская, Калужская, Тамбовская, Нижегородская области, а также Республика Татарстан. В режиме видео-конференц-связи с нами работают и коллеги из Санкт-Петербурга, Республики Беларусь, Республики Абхазия, Индонезии и Китая».

Синергия предприятий и вузов как две составляющие в системе подготовки инженерно-технических кадров играют огромную роль в развитии российской

экономики, и с этим согласились все участники Форума, рассматривая тему с разных ракурсов и точек зрения.

ТОПЧЕМСЯ В ПОРОЧНОМ КРУГЕ?

Известный учёный-экономист, член коллегии (министр) по интеграции и макроэкономике Евразийской экономической комиссии, профессор, доктор экономических наук, академик РАН Сергей Глазьев в своём выступлении уделил внимание системе управления экономикой. Ведь чтобы страна была экономически устойчива, ей нужны не только инженеры нового уровня, но такие же экономисты и финансисты: «Потому что, сколько бы мы ни подготовили инженеров, способных решать дерзкие, творческие задачи, выходить на передовой, мировой уровень, если им на разработки и прочее не дадут денег, если неоткуда будет взять кредиты, то многие высококвалифицированные специалисты спокойно уедут за рубеж. Как это и происходило многие годы. А с другой стороны, нужен синтез новых инженеров, новых экономистов и новых финансистов. Чтобы они нашли общий язык и понимали, как совместными усилиями развивать нашу экономику».

Сергей Юрьевич подробно остановился на неэффективной работе Центрального Банка России, который периодически повышает ключевую ставку, пытаясь справиться с инфляцией. Однако это ведёт к повышению процентных ставок на кредитование бизнеса и снижает инвестиционную активность

Сергей Глазьев

в стране. А инвестиции могли бы обеспечить повышение технического уровня, вывести нашу экономику на большую эффективность, расширить производство качественной и высокотехнологичной продукции. В результате снизились бы издержки производства, постепенно произошло бы насыщение рынка, снизилась бы инфляция. Именно так двигаются все успешно развивающиеся страны

Призыв готовить новых инженеров нового уровня связан со сложными технологическими системами с искусственным интеллектом, роботами и т. д. Таким инженерам, по мнению Глазьева, нужно давать денег столько, сколько они могут освоить, не жалеть средств на НИОКР, инновации, венчурное финансирование, льготные кредиты. Ведь, по его данным, уже 15 лет темпы роста экономики в мире составляют в среднем 25% в год. Нам же всё труднее и труднее угнаться за конкурентами. Чтобы в России запустить механизм модернизации на основе нового технологического уклада, нужно наращивать инвестиции – не менее 4% в год, как это происходит в ведущих странах.

Инженер по образованию, председатель Федерации независимых профсоюзов России Михаил Шмаков, ругая теоретиков либерализма и вообще современного капитализма, высказал мысль о том, что «жизнь заставляет нас все-таки возвращаться к лучшему в истории инженерного дела в России – к лучшим предложениям и наработкам в системе управления производством». В этом профсоюзный лидер убедился, побывав на передовых предприятиях, которые работают на прорывных технологических направлениях.

М.В. Шмаков также затронул тему оплаты труда инженеров, который сегодня в России очень низко ценится: «Надо ценить труд тех, кто может выйти на передовые позиции. А то у нас разносчик пиццы получает вдвое больше, чем инженер».

«ЖДЁМ АКТИВНОСТИ РАБОТОДАТЕЛЕЙ...»

Александр Мурычев, вице-президент по финансовой политике и развитию секторов экономики РСПП, с трибуны Форума обратил внимание на необходимость совершенствования важной для бизнеса системы независимой оценки квалификаций и её инструментов. Также, по его мнению, необходимо ускорить формирование научно-производственного задела, обеспечить непрерывную генерацию инноваций и непрерывное развитие кадрового потенциала с учётом развития технологий.

Среди спикеров XI ММИФ были также представители высшей школы: Алексей Левченко, врио директора департамента государственной политики в сфере высшего образования Министерства науки и высшего образования РФ, и Валерий Кошкин, ректор Рыбинского государственного авиационного технического университета имени П.А. Соловьева.

Алексей Левченко, говоря о деятельности своего ведомства, отметил что Минобрнауки проводит «достаточно широкую планомерную работу, касающуюся подготовки кадров для российских отраслей, в соответствии с поручением Правительства и Президента Российской Федерации».

У микрофона Михаил Шмаков. Справа – Александр Мурычев

«За последние несколько лет мы актуализировали все федеральные государственные образовательные стандарты, ориентированные на гибкие образовательные программы, которые способны отвечать на потребности отраслей. <...> Сегодня разработаны новые современные модули не только по разработке IT-продуктов, но и их использованию практически по всем направлениям подготовки кадров. Сейчас мы усиленно внедряем искусственный интеллект. В прошлом году такой специальный модуль был внедрён и во все образовательные программы. По итогам стратегической сессии по развитию искусственного интеллекта в ближайшее время мы планируем внедрение таких модулей порядка в десяти отраслях. Это позволит готовить высококлассных специалистов и решать те задачи, которые сегодня стоят перед отраслями».

Левченко рассказал и о других направлениях работы министерства и департамента. В 2023 году была актуализирована методика определения и установления контрольных цифр приёма студентов. Она позволяет в большей степени учитывать потребности регионов, их мнение.

За последние годы, сообщил Алексей Николаевич, в России выпускается порядка 250 тыс. инженеров ежегодно, а количество бюджетных мест по инженерным направлениям увеличено практически на 27 тыс.

«Однако есть и проблемы. Мы ждём активности работодателей в программах целевой подготовки кадров. Сегодня достаточно большой процент бюджетных мест выделяется под квоту приёма на целевое обучение. Но, к сожалению, пока что эта квота заполняется, на наш взгляд, недостаточно активно», – подчеркнул Левченко и разъяснил, что, в соответствии с действующим законом, заказчик целевого обучения не оплачивает образовательную программу бюджета. Он только поддерживает, в том числе и материально, тех, кто обучается по этой программе.

«Каждый исходит из своих возможностей, и мы видим, что промышленные предприятия достаточно инициативно к этому подходят. Кто-то устанавливает тысячу рублей дополнительно к стипендии студента-целевика, у кого-то такая стипендия составляет и 40, и 50 тысяч. Важно здесь заинтересовать своего будущего работника», – добавил представитель Минобрнауки.

Также в прошлом году был запущен большой проект «Передовая инженерная школа». Он направлен как раз на установление той синергии, о которой говорится на XI ММИФ, предусматривает также повышение квалификации преподавательского состава, что сегодня очень актуально в свете современных технологий преподавания и новых технологий в промышленности. Проект предусматривает активное взаимодействие студентов (магистров и бакалавров) с опытными наставниками. В процессе их стажировки на предприятиях создаются определённые дополнительные стимулы для личностного развития студентов, задействованных в рамках этого проекта. Передовые инженерные школы, несомненно, способствуют трансформации инженерного образования, формированию нового типа инженера.

Алексей Левченко

Проект предусматривает также привлечение школьников. Сегодня в тех 30 передовых инженерных школах, которые уже функционируют, занимаются более 12 тыс. школьников. Это ранняя профориентация.

Алексей Левченко выразил уверенность в том, что закон об образовании сегодня предоставляет работодателю возможность участвовать на всех этапах подготовки специалиста, начиная с разработки, актуализации образовательных программ, предоставления практики до выполнения выпускных квалификационных работ, стартапов и т. д. Ну и, конечно же, работодатель может участвовать в государственной итоговой аттестации, в экзаменационных комиссиях и непосредственно увидеть, соответствует ли качество подготовки специалиста его представлениям, требованиям производства.

С ПОЗИЦИИ РЕКТОРА

Ректор Рыбинского государственного технического университета имени Соловьева (РГАТУ) Валерий Кошкин практически ежегодно выступает на ММИФ. Наверное, потому, что его вуз не останав-

В 2023 году впервые в рамках XXVII Международного форума-выставки «Российский промышленник», состоявшегося в Санкт-Петербурге, была проведена видеопрезентация прошедших с 2013 по 2023 год ММИФов.
На мероприятии выступили вице-президент Российского союза промышленников и предпринимателей Сергей Мытенков, подчеркнувший, что создавать бизнес в условиях дефицита высококвалифицированных кадров очень сложно и такая ситуация ведёт к росту зарплат и издержек. Бизнес фактически становится менее рентабельным.
Заместитель председателя Московской Конфедерации промышленников и предпринимателей (работодателей) Мария Филина подчеркнула важность подготовки кадрового пула именно в секторе инжиниринга: «Конечно, крупные корпорации – Ростех, Росатом, Роскосмос – ведут такую работу, и она очень эффективна, но это всё же больше корпоративные проекты, которые управляются в ручном режиме и направлены на определённые секторы экономики. Наша задача – спроецировать их наработки на другие отрасли, чтобы они стали доступными для системного тиражирования».
Генеральный директор московского НПО «Спектр» Сергей Клюев выразил уверенность, что решить кадровую проблему возможно, если компании, регионы и государство в целом будут планомерно «растить будущие кадры, качественно обучать их, стимулировать их профессиональный рост, а также вовремя платить достойную зарплату».

Валерий Кошкин

ливается в своём развитии и ректору есть чем поделиться с участниками Форума.

Валерий Иванович напомнил, что на одном из круглых столов, которые проходят в рамках инженерного Форума перед пленарным заседанием, говорилось о барьерах, препятствующих эффективной кооперации индустрии и вузов, также о возможностях улучшить это взаимодействие.

«Рассмотреть этот вопрос я попытаюсь на конкретных вещах, с позиции ректора вуза региона с развитой промышленностью, – сказал Кошкин. – Я из Рыбинска, где работают 42 высокотехнологичных промышленных предприятия, как сейчас говорит молодёжь, «крутых». Различных препон на пути к укомплектованию этих ярославских заводов кадрами у нас, как высшей школы, немало. Ведь многие выпускники разъезжаются в большие города – в Москву, Санкт-Петербург и другие. Туда же рвутся и абитуриенты. Поэтому перед нашим вузом поставлены огромные задачи, и мы их постепенно выполняем. В том числе и благодаря участию в проекте «Крылья Ростеха».

Валерий Иванович рассказал, что Госкорпорация «Ростех» предложила программу по подготовке инженеров нового поколения для авиастроительной отрасли, которые обладают компетенциями, связанными с областью передовых производственных технологий, в том числе цифровых и с искусственным интеллектом. Речь идёт и о конструкторах, и об инженерах потокового производства. Программа сформирована так, чтобы уровень подготовки выпускника соответствовал требованиям компаний, что не всегда происходит в рамках обычного специалитета в опорных авиастроительных вузах. В частности, обучение в пилотных группах включает углублённое изучение английского языка, конструкторских IT-компетенций, наставничество предприятий-работодателей с первого курса для развития профессиональных навыков, возможность международных стажировок в ведущих вузах мира. Проект охватывает девять ключевых профильных вузов Москвы, Уфы, Самары, Рыбинска, Казани и других городов. Студенты – участники программы получают от Госкорпорации мотивационные выплаты в размере до 50 тыс. рублей в месяц и возможность уже с первого курса принять участие в крупных технологических проектах Ростеха.

«Участвуя в этом проекте, мы сегодня действительно наблюдаем синергию вузов и промышленности на примере нашей студенческой 24-й группы проектирования авиационных и ракетно-космических двигателей, – отметил Кошкин. – Общая стоимость программы для молодёжи – 750 тыс. рублей. При этом 540 тыс. рублей вложил наш базовый партнёр ОДК «Сатурн».

Следует отметить, что, выделяя деньги вузам, работодатели требуют от них ожидаемой отдачи. Поэтому в основе усиленной программы обучения лежит разработанная Госкорпорацией модель взаимодействия с вузами, при которой Ростех требует достижения измеримых показателей эффективности как от вуза, так и от студента. Вуз не получит оплату за студента, отстающего по профильным предметам, при этом результаты студента проверяет независимая комиссия. По договору двоечники отчисляются из пилотных групп Ростеха и должны возместить работодателю стоимость обучения, а троечники лишаются всех привилегий.

Роман Лукшин

Ректор рыбинского вуза также назвал несколько проблем, с которыми сегодня сталкивается высшая школа в России.

«Сложно подготовить высококвалифицированных инженеров, если в университетах не будет преподавателей-исследователей, преподавателей-разработчиков, людей, которые знают, что требуется предприятиям. Людей с высоким уровнем компетенций. Мы уже много раз в нашем вузе обсуждали эту тему. Молодёжь неохотно остаётся на научных позициях по многим причинам. В нашем университете сегодня работают 138 штатных научно-педагогических работников, 112 из них – кандидаты и доктора наук. Но примерно с 2012 года приток научно-педагогических работников на позиции преподавателей приостановился. До 2012 года в аспирантуру поступали около 50 человек, и большинство оставались работать в университете. А затем всё пошло по нисходящей линии, потому что на промышленных предприятиях, особенно ОПК, в последние два года зарплата очень заметно выросла, а в вузах – нет», – сказал Валерий Кошкин.

Борис Позднеев

Кроме того, он отметил, что преподаватели не могут качественно готовить будущих инженеров, исследователей, если в вузе нет нужного оборудования.

Тормозит деятельность вузов и механизм формирования для них государственного задания на НИОКР. Этот механизм необходимо менять.

«В лидирующих по технологиям экономиках мира бизнес вкладывает две трети денег в НИОКР, а государство – одну треть. Но бизнес не будет вкладывать деньги просто так. Он тратит свои деньги только на то, что в высокой степени уже готово к внедрению, – подчеркнул Кошкин. – И это говорит о том, что за рубежом есть много чего внедрять. А у нас пока с этим сложно. Поэтому наши вузы поддерживает больше государство, а не бизнес».

Ректор РГАТУ предложил свою схему финансирования вузов в российских условиях – для создания научно-технических заделов, для проведения поисковых работ, с тем чтобы потом выходить на решение задач, предложенных индустриальными партнёрами.

Сейчас отраслевых институтов практически нет, и это тоже осложняет технологическое развитие страны. Вузы ищут новые решения, и, например, РГАТУ со своими индустриальными партнёрами, прежде всего с ОДК «Сатурн», создаёт большие лаборатории и работает в единой команде с предприятием. Руководитель проекта может работать как на площадке университета, так и на площадке «Сатурна». Понятно, что в эту работу вовлечены и студенты.

Одна из названных В.И. Кошкиным бед – это отток выпускников ярославских вузов в крупные города. Россия сильна промышленными регионами, но необходимо развивать их социальную инфраструктуру, чтобы молодым было интересно устраивать свою карьеру, личную жизнь в родных местах. Такую базовую задачу, конечно, отдельными акциями, мероприятиями не решить, должна быть системная работа.

Говоря о привлечении школьников в инженерную профессию, Валерий Иванович рассказал о проекте, который в РГАТУ реализуется уже третий год: «Ежегодно школы Рыбинска выпускают около 900 одиннадцатиклассников. Часть из них поступает в наш университет. Мы придумали такой проект, как «Интеллектуальный реактор», который объединяет и индустриальных партнёров, и местный департамент образования. Мы решили, что школьники, которые учатся в десятом классе, могут участвовать в нашем проекте, и теперь у них в расписании есть дисциплина «проектная деятельность». Но это комплексная, мультидисциплинарная работа, которая обязательно должна иметь понятную практическую составляющую. Школьные учителя зачастую не в состоянии организовать эту работу. В школе нет специализированных лабораторий, у педагогов высокая нагрузка. Поэтому университет – идеальная площадка для того, чтобы обеспечить возможность интеллектуального творчества с сохранением научной и исследовательской составляющей. И мы уже видим результат: в 2023 году из 58 учащихся, которые прошли «Интеллектуальный реактор», 27 поступили в наш университет».

Марина Салмина

Ян Анисов

В завершение ректор РГАТУ напомнил, что 2023 год – Год педагога и наставника, Президентом РФ объявлено Десятилетие науки и технологий.

«Было бы хорошо провести в 2024 году всероссийский отбор, названный, например, «Мы вместе с наставником», – предложил В.И. Кошкин, – чтобы регионы определили лучшего наставника и лучшего школьника с проектом инженерно-технической направленности. Потом 89 финалистов, по числу субъектов РФ, целесообразно собрать в Москве… Я думаю, что это было бы интересно, потому что я знаю совершенно точно: у нас в стране есть много замечательных наставников и много замечательных, талантливых школьников. Их надо стимулировать, поощрять, с них надо брать пример!».

Выступающих на Форуме было много. Московским опытом повышения квалификации инженеров поделился Роман Лукшин – руководитель проектов правительства Москвы «Московская техническая школа» и «Промышленный дизайн в Москве». О цифровизации производства и роли в этом процессе инженеров рассказал председатель правления Ассоциации «Цифровые инновации в машиностроении» Борис Позднеев. Опытом обеспечения производства кадрами поделились директор стратегической бизнес-единицы тверского АО «Диэлектрические кабельные системы» Андрей Беляков, заместитель генерального директора по развитию и инновациям АО «Москабельмет» Ян Анисов. С презентациями деятельности своих организаций выступили председатель правления промышленного кластера Республики Татарстан Сергей Майоров и директор Центра технического образования Московского дворца пионеров на Воробьёвых горах Марина Салмина.

Андрей Беляков

Следует отметить, что многие участники ММИФ после проведения очередного Форума выступают на страницах нашего журнала, делясь опытом подготовки инженерных кадров в своей организации, предлагая конструктивные предложения по развитию инженерного дела в России.

По итогам обсуждения актуальных вопросов на Форуме, с учётом предложений его участников, подготовлены и разосланы профильным структурам городского и федерального правительств рекомендации XI ММИФ. Ознакомиться с ними можно на сайте: https://mmif.moscow/рекомендации-х-ммиф/ РИ

РАСТЁТ ИНЖЕНЕРНАЯ СМЕНА

ВЫСТАВКА-ПРЕЗЕНТАЦИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ И РАЗРАБОТОК

Внимание к ежегодному Московскому международному инженерному форуму (ММИФ) растёт не только потому, что на круглых столах и пленарном заседании можно обсудить состояние инженерного дела в России, технического образования, найти приемлемое решение актуальных проблем. Для многих этот Форум имеет ещё и прикладное значение как площадка для демонстрации и продвижения своих изобретений. На выставке-презентации XI ММИФ с уже известными разработчиками конкурировал целый ряд молодёжных проектов учащихся инженерных классов школ, детских образовательных центров, колледжей, вузов. Возросшее количество юных изобретателей по сравнению с предыдущими годами прежде всего говорит о повышении интереса школьников и студентов к техническому творчеству, к профессии «инженер».

ЛЕГКО ЛИ ИЗОБРЕТАТЬ?

Идеи проектов возникают у ребят и осуществляются, как правило, там, где есть целеустремлённый, творчески настроенный наставник. Учитель технологии московской школы № 641 им. Сергея Есенина Татьяна Фёдоровна Ким как раз и относится к таким преподавателям. Вместе со своими учениками она постоянно ищет новые темы для технических проектов, причём учит обращать внимание на любые, казалось бы, мелочи жизни, видеть необычное в простом. Так, во время одного из разговоров Татьяна Фёдоровна и один из старшеклассников обратили внимание на неправильно сидящих в классе учеников, на их плохую осанку.

«Это и побудило меня вместе с Татьяной Фёдоровной создать инновационный корректор осанки, который сможет решить эту проблему, – вспоминает участник выставки-презентации 16-летний Сергей Хранцкевич, ученик 10 «И» класса. – Я почитал литературу на эту тему и понял, что сохранение правильной, ровной осанки – это с древности не только статус человека. Главное – это его здоровье, ведь искривление позвоночников у школьников приобрело чуть ли не массовый характер. Вот я и решил разработать проект «Умный корректор осанки», который отличен от уже имеющихся бандажей и корректоров тем, что у него расширен функционал, он способен отслеживать положение спины, записывать данные и выводить их на экран».

Для воплощения любой, самой простой идеи мало представить её в голове, нарисовать решение на бумаге. Надо усердно потрудиться и обладать соответствующими знаниями. Сергею потребовалось освоить 3D-моделирование и 3D-печать, пайку проводов, понять принцип действия нужных деталей, начертить схему устройства умного корректора и т. д. Был сделан и технико-экономический расчёт. В итоге стоимость комплектующих составила 3759 рублей. Подбирая детали, Сергей выбрал оптимальные, чтобы уменьшить цену проекта, не потеряв в функционале. Для изготовления умного бандажа он сделал корпус из PLA-пластика, использовал трёхосевой гироскоп и трёхосевой акселерометр, бесколлекторный электродвигатель с редуктором, плату Arduino Nano, гиродатчик MPU 6050, пьезоизлучатель звука, LCD-дисплей, строительные провода, корректор осанки, катушку FDplast PLA.

«Изделие было протестировано в реальных условиях, – рассказала руководитель проекта Наталья Ким. – Корректор осанки помогает поддерживать правильное положение позвоночника и спины, помогает предотвратить или устранить проблемы с плоскостопием, сколиозом, грудным и поясничным остеохондрозом, а также другими расстройствами осанки. А также уменьшить боли в спине, шее и плечах, вызванных неправильной осанкой. Корректор улучшает дыхание, помогая поддерживать правильную позицию грудной клетки и спины. В перспективе планируется разработать приложение, в котором возможно будет посмотреть данные об осанке. Также возможно создать различные комплектации, добавить датчик активности, шагомер и т. д.».

Сергей Хранцкевич за пайкой проводов

А что нужно, чтобы стать изобретателем? По мнению Натальи Фёдоровны, достаточно быть творческим, обучаемым и усидчивым, именно эти качества наиболее важны. Ну и учиться хорошо. При работе над проектом хорошие знания физики, математики и информатики помогли Сергею собрать устройство и запрограммировать его. Однако чтобы написать код для устройства, Хранцкевичу пришлось изучить дополнительную информацию по теме. Кстати, работа над проектом заняла у него примерно пять месяцев и очень увлекла Сергея.

«Я уже для себя решил, что обязательно буду поступать в вуз на техническое или IT-направление», – уверенно уточнил он планы на будущее.

Умный уборщик Autobot

ОТ РОБОТОВ ДО КОСТЮМОВ ДЛЯ ХРЮШЕК

Это лишь один пример из жизни московских школьников, занятых техническим творчеством. На выставку приехало много юных изобретателей. С горящими глазами они рассказывали окружавшим стенды взрослым дядям и тётям о своих проектах. Инженеры с большим производственным и лабораторным опытом внимательно слушали, задавали вопросы и искренне удивлялись увиденному, восхищались эрудицией, технической грамотностью ребят, которые как по писаному чеканили характеристики модели атомной подводной лодки проекта 667, умного уборщика Autobot, генератора псевдослучайных чисел и других своих изобретений.

Проекты очень разные. Например, школа «Свиблово» привезла созданные учениками БПЛА для доставки грузов в малодоступные места. Десятиклассники школы № 1532 спроектировали обтекатель для ракеты «Мечта», способной отправить полтора килограмма груза на трёхкилометровую высоту, а ученики школы № 1601 имени Героя Советского Союза Е.К. Лютикова – автоматизированную систему для постройки сооружений «Робот-строитель».

БПЛА для доставки грузов в малодоступные места

Московский дворец пионеров «Воробьёвы горы» выступил с несколькими проектами, среди которых проект Handy Bot. С помощью этого изобретения можно отработать управление роботом-манипулятором простым движением рук.

Авиа- и космическое моделирование, дроны, квадрокоптеры, роботы, электронные блоки и аппаратно-программные комплексы различного назначения, контролирующие устройства – самые популярные изобретения у столичных

школьников и студентов. Но немало было и более приземлённых, но важных для жизни тем.

Например, в микрорайоне Марьино ученики школы № 491 создали динамический манекен для демонстрации принципов функционирования внутренних органов человека. Манекен пригодится и для студентов медицинских вузов, и для самих школьников на уроках биологии и анатомии. Юные техники школы № 1474 собрали прямо на полу выставочного помещения фабрику еды – современную удобную систему конвейеров для приготовления пищи.

К школьным изобретателям на выставке постоянно подходили студенты вузов. Они тоже привезли свои проекты, но им было интересно посмотреть и то, чем занимаются «малыши».

Динамический манекен

«Я не разочарован, достойная смена растёт, – без иронии заметил будущий инженер из Московского авиационного института, на стендах которого можно было ознакомиться с устройством квадрокоптеров «Шум» и «Аврора-1МТ». Также МАИ выставил электронный блок для оптической стабилизации БПЛА без использования сигнала спутниковой навигационной системы. Своевременное предложение.

Студенты вдохновлялись разными темами в зависимости от профиля своего учебного заведения. Ведь стране нужны не только технические новинки.

Работа Российского государственного университета им. А.Н. Косыгина «Проектирование одежды с функцией мониторинга для сельскохозяйственных животных» стала одной из лучших в отрасли «09. Инженерные науки». О создании такой одежды попросили сами животноводы. Дело в том, что на свиноводческих фермах столкнулись с проблемой переедания свиней, что неудивительно. Поэтому фермеры предложили студентам создать уникальный костюм для хрюшек, в который нужно вшить датчики измерения параметров и массы тела животных. Студенты отлично справились с заданием. Наряд для свинюшек теперь позволяет контролировать их вес и процесс подбора корма. Также в университете придумали варианты светящихся технических устройств в одежде, которые, прежде всего, предотвратят наезд на пешеходов ночью, обезопасят специалистов различных отраслей от аварий на работе.

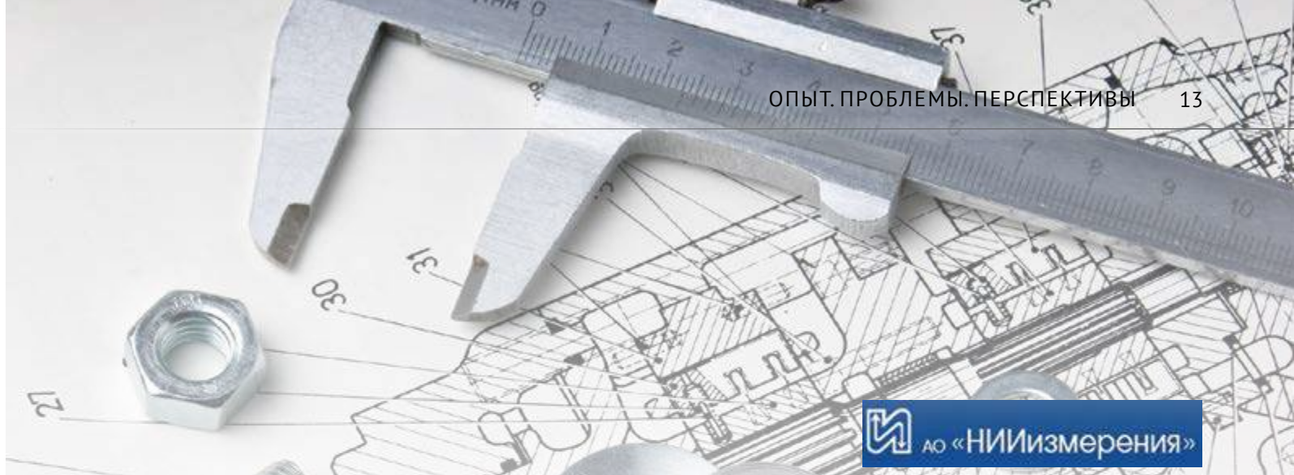
И конечно же, в выставке-презентации участвовали предприятия и технопарки со своими более серьёзными и важными для промышленности разработками. Например, НПП «Торий» представило проект сверхмощного усилительного клистрона для инспекционно-досмотровых комплексов и дефектологии, ЦКБ «Дейтон» – проект применения искусственного интеллекта в отечественной радиоэлектронной области, компания «Видеоглаз» – проект аппаратно-программного комплекса «Безопасная территория».

Были изобретения и для сельского хозяйства – аэропонные системы выращивания растений (компания «Аэропоника»), и для легкой промышленности – продукция Холлофайбер (компания «Термопол»).

В уникальном костюме поросёнок станет настоящей свиньей

Свои проекты представили технопарки «Слава» и «Кунцево».

В целом выставка была познавательной и полезной, а большинство разработок – перспективными, ждущими своего внедрения. *РИ*



АО «НИИизмерения»

БЕЗ МЕРЫ НЕТ И ВЕРЫ

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТРОЛОГИИ – УГРОЗА СУЩЕСТВОВАНИЮ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ

Михаил Ковальский,
генеральный директор АО «Научно-исследовательский и конструкторский институт средств измерения в машиностроении» (АО «НИИИзмерения»)

Давно известно, что любая система распадётся, если не будет определённым образом организована, то есть не будет чётко соблюдаться установленный порядок и последовательность действий. Организованность – основное условие существования и функционирования всех систем, связанных с целенаправленной деятельностью человека, общества, государства. Тем не менее в России приборостроение, в частности, производство средств измерения – это единственная отрасль, которая сегодня не имеет «головной» государственной структуры ни в исполнительной, ни в законодательной власти. Сегодня для приборостроения не существует профильного ведомства или министерства.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Ситуация абсолютно абсурдна и противоречит здравому смыслу. Станкостроение и машиностроение имеют государственные головные структуры, а отрасль, обеспечивающая адекватное функционирование станков, машин и механизмов, находится в «свободном плавании» и никак не зависит от потребностей реального производства в отечественных средствах измерения!

Совершенно очевидна назревшая проблема обеспечения станков с ЧПУ отечественными средствами измерений в заводских условиях. Так же совершенно очевидна причина несоответствия уровня отечественной измерительной техники запросам современных промышленных технологий. В первую очередь это несоответствие – результат отсутствия единого организующего начала.

В России до середины 90-х годов отечественное приборостроение имело поступательное развитие в соответствии с развитием технологий производства, поскольку имелась совершенно определённая государственная политика в области приборостроения, существовали министерства и ведомства, которые обеспечивали обобщение, надзор и внедрение результатов разработок, а также обеспечивали отрасль нормативами.

Сегодня реалии отечественного рынка измерительной техники таковы, что производители изделий машиностроения не могут приобрести большинство необходимых средств измерения и контроля.

Как разработчик и производитель средств измерения и контроля, хочу привести несколько характерных примеров из собственной практики.

После введения западными странами санкций в отношении России почти сразу же с нашего рынка практически совсем исчезла импортная измерительная техника. АО «НИИизмерения» ежедневно получает запросы на измерительное оборудование, которое позволило бы заменить импортные средства измерения в процессе производства.

Например, запросы одного дня: ООО «СОЛЛЕРС Алабуга» жизненно необходимы приборы для контроля валов, а Улан-Удэнское приборостроительное производственное объединение срочно нуждается в высокоточном кругломере – цилиндромере. Это высокоточные системы линейных перемещений с продвинутым программным обеспечением для обработки результатов измерений. И нужны производителям они срочно. И это понятно. По статистике, 70% производимых деталей для машиностроения требуют контроля линейных размеров, поэтому отсутствие возможности измерения с необходимой точностью в 70% случаев из 100% в процессе производства угрожает существованию самого производства.

Необходимо понимать, что отечественный аналог кругломера – цилиндромера, MARFORM MMQ 400 например, может быть нами разработан и запущен в производство минимум за пять лет: три года – от разработки до опытного образца, ещё два года – до серийного образца и два – до запуска в производство. Получается, что по данному запросу промышленности мы уже отстали как минимум на пять лет!

Другой пример. Возьмём основное современное средство производства – станки с ЧПУ. Если всё упростить, существует два основных критерия для оценки качества станка: точность и производительность, причём точность обычно указывается на первом месте. Точность изготовления деталей зависит в основном от точности станка. Для достижения точности в пределах нескольких микрометров – а именно таковы современные требования к изделиям машиностроения – необходимо контролировать погрешности металлорежущих станков и износ инструмента для внесения корректных компенсирующих поправок в систему ЧПУ станка. При этом следует учитывать, что компенсация погрешностей самого станка и инструмента помогает лишь немного увеличить точность.

В настоящее время подавляющее большинство отечественных многоцелевых станков с ЧПУ оснащены измерительными головками Renishaw для работы в автоматическом режиме, а для работы в ручном режиме – модульными головками типа 3D-тестер аналоговый Haff Schneider 106000-2MM (Haff & Schneider GmbH & Co).

Известно, что компания Renishaw около 25 лет «доводила» до текущего уровня свою базовую измерительную систему Renishaw XL-80 (погрешность измерений 0,001 мкм). В России были и есть разработки подобных интерферометрических систем, но восстановление производства качественного отечественного комплекта оптики для них и создание программного обеспечения может занять до 10 лет. Итак, в этой области мы тоже уже отстали как минимум на 10 лет!

ИСТОРИЯ ПРОБЛЕМЫ: КРАТКАЯ СПРАВКА

Последние 20 лет развитие промышленного производства в России было направлено на выпуск конечных изделий, востребованных на рынке, в режиме реального времени. Для проектов, финансируемых государством, это приводило к закупкам готовых решений, причём в очень сжатые сроки, определённые для освоения средств. Все готовые решения – это, как правило, западные технологии, оборудование, станки и инструменты и т. д. При этом отечественные производители были не в состоянии участвовать в этом процессе в полной мере по следующим причинам:

1. Отсутствие доступного финансирования (уже долгое время процентные ставки и условия банковского финансирования неприемлемы для промышленных предприятий).
2. Государственное целевое проектное финансирование в области станков и инструмента не осуществлялось на условиях целенаправленной технической политики.
3. Отсутствие складских запасов (в условиях отсутствия доступных средств и серийных запросов невозможно делать полноценные заделы).
4. Ограниченное внедрение научно-технических решений по причине их отсутствия.
5. Ухудшение кадровой составляющей на промышленных предприятиях и в научно-исследовательских организациях. Это произошло в том числе из-за перекоса во внутренней политике из-за разных взглядов на развитие страны.

В советское время разработка и производство мерительного инструмента входили в компетенцию Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности. Причём в стране было несколько заводов, серийно производящих различный мерительный инструмент, – Ленинградский инструментальный завод (ЛИЗ), завод «Калибр», Челябинский инструментальный завод (ЧИЗ), Кировский завод «Красный инструментальщик» (КРИН), Ставропольский инструментальный завод (СТИЗ), Оршанский завод приборов активного контроля (ОЗПАК). Разработками перспективных образцов мерительного инструмента занимались конструкторские бюро предприятий, а основным разработчиком являлось Бюро взаимозаменяемости, основанное в 1935 году, а в 1972 году переименованное в Научно-исследовательский и конструкторский институт средств измерения в машиностроении (НИИизмерения).

Среди задач, которые решал институт, помимо разработки стандартов в области основных норм взаимозаменяемости, допусков и посадок, разработки перспективных моделей средств измерения и контроля линейных размеров, стояла задача анализа и прогнозирования развития средств измерения на основе тенденций общего развития различных отраслей машиностроения.

Зачастую те средства измерения и контроля, которые были разработаны до 1991 года, были на несколько шагов впереди потребностей промышленности, поскольку прогноз строился на основе планов развития, составленных на десятки лет вперёд.

Все изменилось после распада СССР и упразднения ряда министерств и ведомств, когда вся отрасль была предоставлена сама себе. Наши станкозаводы, как правило расположенные в центре городов, стали интересны в плане территории под застройку, а продукция была менее востребована вследствие общего упадка и снижения потребности в продукции машиностроения. Как следствие, это привело к упадку в области производства средств измерения линейных размеров.

Постепенно все заводы были перепрофилированы под бизнес или торговые центры либо выведены цехами из центров региональных городов на окраину, где временно пытались продолжать работу, не имея законченного технологического цикла производства. Конечно, в данных условиях наши предприятия не могли составить конкуренцию продукции зарубежных производителей, причём конкуренцию продукции из Юго-Восточной Азии мы проигрывали в цене, а производителям из передовых стран, таким как Германия, США, Швейцария, Великобритания, – в уровне технического исполнения и сопровождения. А потом их продукция исчезла с российского рынка…

Сегодня мы работаем в условиях, когда промышленно развитые западные страны полностью прекратили поставки своей продукции в Россию и современные средства измерений стали нам недоступны.

В результате мы наблюдаем достаточно большое предложение универсальных ручных средств измерения и контроля линейных размеров китайского производства, причём большая часть этих средств выставляется под нашими брендами. Однако это не может быть основой технологической независимости России.

ВЫВОДЫ

В России до середины 90-х годов отечественное приборостроение имело поступательное развитие в соответствии с развитием технологий производства, поскольку имелась совершенно определённая государственная политика в области приборостроения, существовали министерства и ведомства, которые обеспечивали обобщение, надзор и внедрение результатов разработок, а также обеспечивали отрасль нормативами.

Сегодня в органах исполнительной и законодательной власти отсутствует структура, которая напрямую занималась бы вопросами приборостроения. Существует лишь профильный комитет по приборостроению, системам управления, электронной и электротехнической промышленности в Союзе машиностроителей РФ.

В то же время ещё работают на «малых оборотах» в частном секторе, без государственной поддержки, разрозненные организации из бывшей системы Минстанкопрома СССР по средствам контроля и измерений линейных и угловых размеров.

Поэтому логично было бы в текущих условиях создать в органах исполнительной и законодательной власти определённую структуру, которая напрямую занималась бы вопросами приборостроения, в том числе поддерживала и развивала частную инициативу организаций – разработчиков и производителей отечественных средств контроля и измерений линейных и угловых размеров.

АО «НИИизмерения», имея полную информацию об особенностях конструирования, методах и средствах испытания и контроля широкой линейки измерительных приборов, рабочие чертежи и техническую документацию, может принять активное участие в проектах по возрождению производства измерительной техники, в том числе отечественных систем линейно-угловых измерений, интегрированных в конструкцию современных станков с ЧПУ.

…Наши предки говорили: «Без весу, без меры нет и веры». А мы, стремясь к новому технологическому укладу, к технологической независимости, упускаем одно из важнейших условий выполнения этих задач – метрологическое обеспечение промышленности. Без средств точных измерений мы не можем стать конкурентоспособными. Потому что сейчас в мире ценятся, прежде всего, инновационность и качество продукции. РИ

ЛУЧШИЙ СПОСОБ ОПЕРЕДИТЬ ВРЕМЯ

ПОДВЕДЕНЫ ИТОГИ ГЛАВНОЙ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ НАГРАДЫ СТРАНЫ

Ярослав Величкин
Фото пресс-службы ВОИР

Пресс-конференция организаторов «Премии ВОИР – 2023» в РИА-Новости

Возрождение изобретательства последние тридцать лет проходило в России очень сложно. Однако благодаря многочисленным энтузиастам, в основном инженерам, власть усилила внимание к Кулибиным. Укрепились также позиции Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов (ВОИР), которое добилось восстановления в 2012 году почётного звания «Заслуженный изобретатель Российской Федерации». Нет пока такого же решения по упразднённому почётному званию «Заслуженный рационализатор Российской Федерации». Но есть надежда, что это дело времени.

Благодаря активной деятельности Центрального совета ВОИР и его региональных организаций в России с каждым годом растёт число участников конкурса на получение главной изобретательской награды – «Премии ВОИР». В прошлом году на участие в этом творческом соревновании было подано 722 заявки. Региональный отбор прошли 224 изобретения из 36 субъектов РФ.

В финал конкурса вышли авторы 30 изобретений. Они были приглашены для очной защиты своих проектов и разработок на площадку международной выставки-форума «Россия» (ВДНХ, павильон «Космос», территория пространства КулибинПро).

Впервые в практике проведения конкурса «Премия ВОИР» финалисты представляли и защищали свои проекты в открытом формате – их работы смогли оценить не только жюри, но и общественность, пресса. Это позволило более объективно и непредвзято определить претендента на главный приз – 1 миллион рублей и звание лауреата «Премии ВОИР – 2023».

В результате лучшим изобретением года, потянувшим на миллион, стал проект «Персонифицированный биоимплантат для реконструктивно-восстановительных операций на стопе». Эта медицинская технология была создана коллективом под руководством Ларисы Воловой – директора научно-исследовательского института биотехнологий Самарского государственного медицинского университета, руководителя Центра биомедицинских клеточных продуктов Центра компетенций НТИ «Бионическая инженерия в медицине», доктора медицинских наук, профессора, автора 68 патентов. В разработке биоимплантата участвовали также сотрудники этого университета Айкуш Назарян, Станислав Оснач, Наталия Максименко и Владимир Оболенский.

Биоимплантат открывает огромные перспективы для восстановления тканей человеческого организма. На сегодняшний день уже проведено более 30 успешных операций, которые сохранили пациентам конечность при сопутствующем диабете. Но этим возможности данной технологии не ограничиваются. Уже в ближайшее время можно будет восстанавливать и травмированные межпозвонковые диски, и повреждённую роговицу глаза.

Профессор Лариса Волова рассказала, что имплантат сделан из человеческой костной ткани и за полтора года он полностью заместится собственной тканью пациента. А пациентов, болеющих диабетом, в России много.

«Мы получаем 180 различных вариантов из соединительных, опорных тканей человека. У нас есть производство, создана дилерская сеть, все продукты зарегистрированы и разрешены для применения в России. Они продаются на всей её территории», – подчеркнула Лариса Теодоровна.

Причём это полностью отечественный способ, который реально конкурирует и во многом существенно опережает иностранные школы.

На церемонии награждения победителей конкурса, которая состоялась в Торгово-промышленной палате Москвы, генеральный директор ВОИР Антон Ищенко отметил: «Наша премия возродилась в 2018 году и присуждается за лучшее изобретение с наибольшим коммерческим потенциалом. Как раньше бы сказали: «За экономический эффект для народного хозяйства». Почему возродилась? Потому что первые награды изобретателям стали вручаться Академией наук СССР с 1957 года. И мы благодарим Российскую академию наук за поддержку на новом этапе. Мы считаем, что главной отличительной особенностью нашей премии является её практико- и бизнес-ориентированность. Это не просто грамота, не просто статуэтка, не просто приз в миллион рублей – это возможность привлечь внимание инвесторов, представителей бизнеса. Нам очень приятно, что с нами сотрудничают крупнейшие технологические компании страны – ОАО «РЖД», ОАО «Русэлпром» – и целый пул инвестиционных фондов. Главная цель нашего конкурса – внедрение, масштабирование, формирование нового конкурентоспособного бизнеса на основе лучших российских изобретений!».

Конкурс «Премия ВОИР» включён в официальный план мероприятий Десятилетия науки и технологий, объявленного Президентом России, и поддержан грантом Министерства науки и высшего образования РФ «Фестиваль ВОИР: наука и изобретения для жизни». Соорганизаторами главной изобретательской награды страны выступают Российская академия наук, Роспатент и Министерство науки и высшего образования РФ.

Вручение главного приза в 1 миллион рублей Ларисе Воловой

Участников церемонии приветствовали также депутат Государственной Думы ФС РФ, первый заместитель председателя комитета ГД ФС РФ по региональной политике и местному самоуправлению, координатор партийного федерального проекта «Выбирай своё» Сергей Морозов и президент Евразийского патентного ведомства Григорий Ивлиев.

Профессиональное жюри выбрало по 10 лауреатов «Премии ВОИР» и «Молодёжной премии ВОИР». Кроме того, определены лауреаты в номинациях за лучшую технологическую разработку женщин-изобретателей, за лучшее изобретение в интересах ОАО «РЖД», лучший импакт-проект, лучший агротех-проект, лучший проект в сфере цифровой медицины.

Лауреаты «Премии ВОИР» – тюменские изобретательницы

Интересных и перспективных изобретений среди лауреатов конкурса «Премия ВОИР – 2023» много, все перечислить не позволяет журнальный формат. Однако самые неожиданные и востребованные назовём.

Председатель Кировской РОО ВОИР, индивидуальный предприниматель Василий Атаманюк сконструировал двигатель внутреннего сгорания с воспламенением топлива от предварительного его нагрева (термофорсирования). Крымчанин Дмитрий Филиппов (ООО «Филиппов Моторс») выдвинул проект производства электрических машин высокой удельной мощности для беспилотных летательных аппаратов. Данил Воробьев (Томский госуниверситет) предложил работу «Аэрощуп: комплекс технологий и оборудования для очистки водных объектов от нефти, пластика и отходов пальмового масла». Вячеслав Зайцев, Игорь Затямин (ООО «Интеравиагаз») получат лауреатскую премию за разработку арктического универсального низкоуглеродного газомоторного топлива.

Целый ряд лауреатов «Премии ВОИР – 2023» посвятили свои изобретения медицине, которая сегодня широко

Предприятие «ЭнергоСтандарт» разработало для железных дорог светодиодное освещение нового поколения

нуждается в создании различных протезов из новых искусственных материалов, прогрессивных химических технологий, методик комбинированного лечения онкологии и т. д.

Порадовали и участники «Молодёжной премии ВОИР – 2023».

Главная награда (200 тыс. рублей) была присуждена за проект «Аппаратура дистанционного управления «РадиоМИР» группе новаторов – Кириллу Прохорову, Дмитрию Тихонову, Дмитрию Куралесину и их научному руководителю, директору Муниципального бюджетного учреждения дополнительного образования «Центр технического творчества» Алексею Михайлову.

Сертификат на 100 тыс. рублей вручён Александру Асаеву (Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина), проект «Устройство для отделочной обработки деталей машин с применением эффекта кавитации»; Дмитрию Жукалину, Игорю Долгих, Ларисе Битюцкой (Воронежский государственный университет), проект «Стримерный наноперфоратор»; Лилии Зиганшиной, Рустему Мухаметрахимову (Казанский государственный архитектурно-строительный университет), проект «Специализированный состав мелкозернистого бетона для строительной 3D-печати»; Григорию Ракину, Дмитрию Беккеру (Волгоградский государственный медицинский университет), проект «Пуленепробиваемый бронежилет с защитным элементом на основе жидкости с изменяющейся динамической вязкостью» и многим другим.

Вручая премии победителям в молодёжной номинации, сопредседатель жюри Премии ВОИР, известный технологический предприниматель, глава Фонда Alpha Robotics Venture Владимир Белый сказал: «Сегодня в зале находятся молодые будущие сотрудники и компаньоны для работы над различными беспилотными летательными системами и другими новыми решениями, люди, с которыми мы можем создавать прорывные технологии. Я уверен, лучший способ опередить будущее – сделать его самому».

Победителями в номинации «Лучшее изобретение в интересах ОАО «Российские железные дороги» стали Денис Моргунов, Александр Глубоков (ООО ПТП «ЭнергоСтандарт») с проектом «Светодиодный осветительный прибор нового поколения, предназначенный для установки на жёстких поперечинах контактной сети в целях освещения парков железнодорожных станций».

В номинации «Лучшая технологическая разработка женщины-изобретателя» (конкурс проводится совместно с Женской Лигой ВОИР) первое место разделили: Алёна Чернышова, «Новая методика комбинированного лечения больных раком шейки матки с сохранением репродуктивной функции»; Наталья Севостьянова, «Стимулятор роста растений» и Татьяна Леонгард, «Безреагентный метод очистки сточных вод с повышенным солесодержанием».

Победители в номинации «Импакт-проекты» работали в основном над проектами, имеющими социальный или экологический эффект.

Так, Юлия Македонова разработала многофункциональное гнатическое устройство, Ольга Поварова – мобильную малообъёмную установку обработки древесины путём комбинированного воздействия энергией электромагнитного поля сверхвысокой частоты для применения в быту, Глеб Смородинов – прибор для тренировки бинокулярного зрения, Елена Тихенькая предложила проект создания высокопроизводительного производства полифункциональных ранозаживляющих и регенерирующих растворов широкого назначения.

Были награждены также изобретатели, разработавшие самые эффективные прикладные решения в области AgroTech. Это Наталья Кольберг, создавшая инновационный биотехнологический иммунокорректирующий препарат «Бурсанатал» на основе пептидов для медицины, ветеринарии и агропромышленного комплекса, Дмитрий Дмитриев, предложивший роботизированный посевной комплекс, Сергей Девяткин, придумавший опреснитель морской (минерализованной) воды поточного типа, что для некоторых приморских районов страны очень даже актуально.

Было бы удивительно, если бы изобретатели забыли про цифровые технологии. Совместно с Genome Capital и Сколково российскими изобретателями, работающими в области междисциплинарных технологий, созданы проекты, которые выводят современную медицину на следующий технологический уровень. Это диагностика и разработка лекарственных средств при помощи искусственного интеллекта, роботизация хирургии, 3D bioprinting органов человека и др.

И конечно же, организаторы «Премии ВОИР» не упустили из виду развитие креативных технологий. Специальный диплом «За красоту и элегантность технического решения» вручён Тарасу Володину за проект «Соединение стержней пространственного каркаса зданий и сооружений системы Володина».

Организаторы «Премии ВОИР» отмечают, что победа в конкурсе лишь начало пути к внедрению и масштабированию уникальных проектов, ставших лучшими в экспертном отборе. И подчёркивают, что сегодня изобретателям готовы помогать многие – и органы власти, и представители инвестиционных фондов, и промышленные предприятия, и технологические компании, ставшие партнёрами конкурса.

Поздравляем изобретателей с победой и заслуженными наградами! Желаем новых инженерных находок! РИ

Указом Президента Российской Федерации от 5 февраля 2024 года № 91 присвоены государственные награды ряду академиков «за большой вклад в развитие отечественной науки, многолетнюю плодотворную деятельность и в связи с 300-летием со дня основания РАН».
Орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени награждён академик Евгений Каблов, орденом III степени – академики Анатолий Деревянко, Герасим Назаренко и Владислав Панченко, орденом IV степени – Александр Макаров, Александр Стемпковский и Аслан Цивадзе.
Помимо этого, ряд выдающихся российских учёных-исследователей удостоены медалей ордена «За заслуги перед Отечеством» I и II степеней, орденов Дружбы, Александра Невского, «За морские заслуги», Почёта, Пирогова.
Сегодня мы публикуем в сокращённом варианте интервью с академиком РАН Евгением Кабловым, помощником президента НИЦ «Курчатовский институт».

ВОССТАНОВИМ ЦЕПОЧКУ!

В ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС НЕОБХОДИМО ВЕРНУТЬ ВЫПАВШЕЕ ЗВЕНО

Надежда Волчкова
Фото предоставлено НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ

В число лауреатов премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники 2023 года вошёл коллектив, представленный пятью сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института авиационных материалов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ) и четырьмя работниками Объединённой двигателестроительной корпорации «Сатурн» (ОДК «Сатурн»). Научный руководитель этой команды академик РАН Евгений КАБЛОВ, помощник президента НИЦ «Курчатовский институт», в короткой речи после вручения диплома на церемонии награждения успел не только представить работу, но и поделиться идеей о том, как должен быть усовершенствован процесс внедрения научных достижений в практику. Позже Евгений Каблов более подробно рассказал об удостоенном награды проекте и своём предложении.

– Евгений Николаевич, получая премию из рук премьер-министра Михаила Мишустина, вы подняли вопрос о необходимости внесения изменений в организацию инновационного процесса. Что именно, на ваш взгляд, должно быть исправлено?

– В цепочке научно-исследовательских (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР) должно появиться ещё одно важное звено – опытно-технологические работы (ОТР). Они являются ключевым элементом разработки базовой промышленной технологии создания инновационных изделий. Обязательность проведения ОТР необходимо законодательно закрепить.

Тема инноваций сегодня на слуху, но значимые результаты показывают, мягко говоря, немногие. И именно потому, что часто всё заканчивается на этапе НИР: освоили средства, отчитались за них, протрубили об успехе, и разработка легла в стол. А жизнь требует от нас системных решений. Причём важна каждая деталь: выпало какое-то звено в цепочке – и процесс застопорился.

Уверен, что наша работа, которая была высоко оценена государством, – это хороший пример того, как должно быть организовано взаимодействие участников проекта по созданию высокотехнологичного продукта – от получения знаний до выпуска изделий на реальном предприятии.

– В свидетельстве о награждении говорится, что премия вам присвоена «за создание современного производства турбинных лопаток и корпусных деталей из новых импортозамещающих литейных жаропрочных никелевых сплавов и освоение уникального вакуумного плавильного оборудования для двигателя ПД-8». В чём важность этой работы?

– Обеспечение технологического суверенитета и импортонезависимости РФ в авиа- и двигателестроении является

стратегической задачей первостепенной важности. Актуальность представленной работы резко возросла в связи с обострением международной политической обстановки и введением странами Запада антироссийских санкций, включая полное прекращение сотрудничества в авиационной отрасли. Была, в частности, прекращена поставка из Франции газогенераторов, комплектующих запчастей, материалов к французско-российскому двигателю SaM-146, который производится на совместном предприятии в Рыбинске.

Наша работа была направлена на создание и внедрение в серийное производство импортозамещающих литейных жаропрочных сплавов для нового отечественного газотурбинного двигателя ПД-8 (расшифровка аббревиатуры – перспективный двигатель с тягой восемь тонн) взамен SaM-146, который применялся при эксплуатации регионального лайнера SSJ-100. Эту задачу поставил Президент Российской Федерации, и наш коллектив успешно её выполнил.

Были разработаны пять высокожаропрочных сплавов, организовано и сертифицировано производство самих материалов и изделий из них, выпущена вся необходимая технологическая и конструкторская документация. На заводе ОДК «Сатурн» спроектированы, изготовлены и введены в эксплуатацию пять автоматизированных вакуумных индукционных плавильных установок УВНК-11 для литья лопаток с направленной и монокристаллической структурой.

Работоспособность турбинных лопаток и корпусных деталей подтверждена успешными испытаниями пяти опытных двигателей ПД-8 на стендах ПАО «ОДК «Сатурн» и ФАУ «ЦИАМ» им. П.И. Баранова, а также в составе летающей лаборатории Ил-76-ЛЛ.

ПД-8 предполагается использовать не только на авиалайнерах SSJ-NEW, но и при производстве самолёта-амфибии Бе-200, других самолётов и вертолётов.

– Какой вклад в получение высоко оценённого государством результата внёс НИЦ «Курчатовский институт» – ВИАМ?

– В ВИАМ создана суперсовременная инфраструктура для производства супержаропрочных сплавов с высокой стабильностью содержания легирующих элементов и ультранизким содержанием вредных примесей, газов и неметаллических включений. Качество разработанных сплавов ВЖМ12, ВЖМ200, ВЖЛ125, ВЖЛ220 и ВЖЛ718 по стабильности химического состава, остаточного уровня вредных примесей и механических свойств не уступает аналогам ведущих мировых производителей этих материалов.

Кроме того, мы разработали новую технологию вакуумной индукционной выплавки жаропрочных никелевых сплавов, а также высокотемпературную обработку расплава в вакууме, комплексное рафинирование и микролегирование сплавов щелочноземельными металлами, технологии и организацию производств высококачественных лигатур для микролегирования редкими и редкоземельными металлами. Специалисты ВИАМ сконструировали, изготовили и поставили ОДК «Сатурн» пять специализированных автоматизированных вакуумных плавильных установок УВНК-11 направленной кристаллизации. Совместно со специалистами ОДК «Сатурн» мы организовали и создали самое современное в России литейное производство турбинных лопаток мощностью более 400 тысяч штук в год. По признанию иностранных коллег, качество разработанной технологии литья лопаток ГТД с монокристаллической структурой и оборудование для их производства выше, чем у зарубежных аналогов.

– Какую функцию выполняют лопатки турбины? Почему за их изготовление присуждается правительственная премия?

– Турбина – сердце реактивного двигателя, а лопатки – её важнейшие элементы. Они принимают на себя огромную тепловую и ударную нагрузку и определяют энергетические характеристики мотора.

Способность государства, промышленности изготавливать литые охлаждаемые газотурбинные лопатки характеризует высочайший уровень в машиностроении. Технологиями полного цикла создания современных турбореактивных двигателей с такими деталями владеют, кроме России, только США, Англия и Франция.

– В чём сложность изготовления этих конструктивных элементов?

– Турбина, на которую крепятся лопатки, приводит во вращение воздушный компрессор, сжимающий воздух. Нагретый в ходе сжатия воздух направляется в камеры сгорания, куда впрыскивается топливо – керосин. Продукт сгорания керосина – поток раскалённого газа, вылетая через турбину и сопло, создаёт реактивную тягу. Чем выше температура газа перед турбиной, тем больше тяга и мощнее двигатель.

Лопатки турбины должны выдерживать температуру до двух тысяч градусов, не теряя жаропрочность и термоусталость. Мы добились того, что температура плавления металла, из которого сделаны наши лопатки, на 400 – 500 градусов ниже, чем температура газа перед турбиной, но при этом металл не плавится.

Это достигается за счёт уникального состава и структуры жаропрочного сплава, а также конструкции охлаждаемой лопатки.

Лопатки изготавливаются по выплавляемым моделям методом направленной кристаллизации в вакуумной индукционной плавильной установке с автоматической системой контроля всех технологических параметров процесса. Контролируются степень вакуума, температура начала кристаллизации и холодильника, скорость вытяжки литейной формы из зоны кристаллизатора. В установке создаются условия, чтобы залитый в керамическую форму сплав на основе никеля кристаллизовался в вакууме без контакта с кислородом воздуха в виде монокристалла параллельно оси лопатки.

Поскольку лопатка состоит из одного кристалла, в материале нет межзёренных границ, перпендикулярных усилиям растяжения при вращении в колесе турбины. Это уменьшает вероятность разрушения и обеспечивает больший ресурс работы.

Разумеется, я дал только самое общее представление о процессе. На самом деле тонкостей в нём множество. Так, внутри лопатки имеется полость, поверхность которой состоит из конструктивных завихрителей для охлаждения, и правильно сформировать её – сложнейшая задача. Необходимы высокотемпературные материалы для керамических форм и керамических стержней.

– Расскажите, как вы взаимодействовали.

– Решение о запуске проекта по созданию отечественного двигателя нового поколения для российского авиапрома было принято главой государства в 2008 году после посещения ВИАМ. Первый этап работы мы смогли завершить на полтора года раньше запланированного срока. Огромная заслуга в этом генерального конструктора – управляющего директора АО «ОДК-Авиадвигатель» академика РАН Александра Александровича Иноземцева. Как все выдающиеся советские конструкторы, он понимает, насколько важны для работы двигателя тщательно подобранные материалы. Итогом нашей совместной работы стало создание предшественника ПД-8 – двигателя ПД-14, в котором нашли применение 20 разработанных в ВИАМ новых материалов. ПД-14 уже прошёл лётные испытания и запущен в серийное производство для оснащения среднемагистральных самолётов МС-21.

Лопатки для ПД-8 мы делали в тесном сотрудничестве со специалистами ОДК «Сатурн», представители которого вошли в состав коллектива, награждённого премией Правительства РФ.

– Вы утверждаете, что в состав НИР необходимо ввести опытно-технологические работы (ОТР). Что они должны включать и как проводиться?

– Выполняя ориентированные исследования, нельзя ни на минуту забывать, какую цель мы преследуем. Под неё выстраивается вся цепочка действий по передаче эстафеты от одного этапа к другому.

Самое главное – разработчик обязан приходить на производственное предприятие с полным портфелем нормативных документов, позволяющих без доработок, а значит, без потери времени и средств внедрить полученный результат в практику. Заказчик должен быть уверен, что при выполнении всех заложенных в техническом регламенте рекомендаций он получит продукт с заданными свойствами.

Инновационный цикл, по крайней мере в машиностроении, необходимо выстраивать так. Сначала НИР и при необходимости прикладные исследования для получения необходимых материалов, потом ОТР – разработка временного технического регламента и подготовка технологии переработки материалов под конкретную конструкцию, обязательно с участием заказчика. На этом этапе важно обозначить, какие технологии и установки необходимы для выпуска экспериментальной партии и как опытные технологии будут преобразовываться в промышленные. Кроме того, нужно определить, как производить детали сборочных единиц на заводе, какими технологическими и испытательными возможностями предприятие должно обладать.

И только после этого можно начинать опытно-конструкторские работы (ОКР) – опытный выпуск изделия и подтверждение его качества необходимым объёмом испытаний.

– А сегодня стадия ОТР отсутствует?

– Да, в нормативной базе она не фигурирует как обязательный этап. Сразу за НИР идут ОКР. В советском законодательстве стадия ОТР была прописана в документах.

Уверен, что её обязательно надо вернуть на своё место. Поскольку встала необходимость ускоренного внедрения в практику отечественных разработок, этот вопрос чрезвычайно актуален.

Разумеется, чтобы вся схема чётко работала, исполнитель должен иметь современную экспериментально-технологическую базу.

– Как вам видится законодательное оформление стадии ОТР?

– Считаю, что необходимо разработать, принять и нормативно закрепить единый порядок представления документации по итогам выполненных НИР, заключительной стадией которых должны стать ОТР. Кстати, подобная система стандартизации для конструкторской документации существует, она сохранилась со времён СССР. Разработанная и переданная в производство технология должна быть обязательна к исполнению. Заказчик не вправе ничего менять, не согласовав с разработчиком.

Сейчас, к сожалению, развелось много коммерческих структур, подряжающихся выполнять НИР, не имея необходимого оборудования и опыта, а главное – высокопрофессиональных инженерно-технических кадров. В итоге большие потери на всех этапах или даже полный провал проекта.

– Как должна выглядеть инновационная цепочка для вашей области – материаловедения?

– Более десяти лет назад институт без какой-либо поддержки (за счёт собственной прибыли) разработал «Стратегические направления развития материалов и технологий их переработки на период до 2030 года», которые были одобрены решением НТС Военно-промышленной комиссии РФ.

В этом документе сформулированы основные принципы создания материалов нового поколения. В первую очередь это неразрывность процесса «материал – технология – конструкция – оборудование» и реализация на основе цифровых технологий полного жизненного цикла: создание материала, эксплуатация его в конструкции, диагностика, ремонт, продление ресурса и утилизация. При разработке материалов и комплексных систем защиты нужно применять «зелёные» технологии.

Двигатель ПД-8

– Что ещё стоит исправить в сложившейся системе?

– Очень важная задача, как мне кажется, – восстановить в стране технические и технологические университеты, готовящие инженеров-конструкторов, инженеров-технологов, инженеров-строителей, инженеров по IT-технологиям и компьютерным наукам. Их обучение, исходя из отечественного и зарубежного опыта, целесообразно проводить, опираясь на базовые кафедры, которые должны иметь инновационные экспериментальные и опытно-технологические подразделения с конструкторскими бюро, использующими цифровые технологии для обеспечения выпуска товаров, изделий и услуг с полным комплектом нормативной документации.

Необходимо возродить русский и советский методы обучения специалистов этого профиля, а также создать профессиональные училища для подготовки высококвалифицированных рабочих кадров.

Газета «Поиск», № 3, январь 2024 г.

НОВЫЕ ФОРМАТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

СТОЛИЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РАБОТОДАТЕЛЕЙ ПРОВЕЛО СВОЮ XXIII КОНФЕРЕНЦИЮ

Людмила Рожкова
Фото автора

На уровне одной дискуссионной площадки, которой довольно часто становится Московская Конфедерация промышленников предпринимателей (работодателей), решить все застарелые проблемы, конечно, вряд ли удастся. Однако Конфедерация объединяет большинство организаций промышленности, малого бизнеса, ряд отраслевых ассоциаций, и поэтому к ней прислушиваются как городские департаменты, так и федеральные власти. В программах развития Москвы, в различных федеральных и городских законодательных документах учитываются многие предложения работодателей. Как правило, они рождаются на ежегодном Московском международном инженерном форуме или на других деловых встречах, проводимых Конфедерацией. Об одном из таких значимых для городского бизнеса мероприятий наш материал.

«ОГРОМНАЯ ВАМ БЛАГОДАРНОСТЬ...»

Московская Конфедерация промышленников предпринимателей (работодателей) – МКПП(р) провела свою XXIII Конференцию и заседание правления, на которых руководители предприятий и ведущие специалисты обсудили основные задачи на 2024 год, рассмотрели план совместной работы с Департаментом экономической политики и развития города Москвы.

Заседание правления началось с трогательного момента – был показан видеоролик, записанный в Московском полку 1430, участвующем в спецоперации на Донбассе. От имени военнослужащих один из командиров поблагодарил МКПП(р) и лично её руководителя Елену Панину за гуманитарную помощь, которая была доставлена в полк в конце 2023 года и стала для бойцов настоящим новогодним подарком.

«Огромная вам благодарность за генераторы. Они очень нужны и на передовой, и на наших базах. <...> Также большое спасибо за квадрокоптеры. Эти машинки позволяют нам крушить врага более точно и чётко, – подчеркнул командир. – Мы ещё раз благодарим вас за предоставленную помощь и хотим сказать, что враг будет разбит. Победа будет за нами!».

Это не первая благотворительная акция промышленных организаций, входящих в Конфедерацию. Предприятия «Москабельмет», «Калибр», «Московский экспериментальный завод № 1», «Свобода», «Парижская коммуна», «Завод Москабель», «ФКПЧФ БОБИМЭКС ТМ», компании-резиденты технопарка «Слава», 18-й Таксомоторный парк и другие неоднократно отправляли военнослужащим, участвующим в спецоперации, и госпиталям вещи, специальное оборудование, чистую питьевую воду и даже настольные игры.

После просмотра видеоролика организаторам и участникам благотворительных акций были вручены благодарности и почётные грамоты МКПП(р). Среди них – генеральный директор АО «Москабельмет» Павел Моряков, заместитель генерального директора ПАО «Калибр» Наталья Бунакова, генеральный директор ОАО «МЭЗ № 1», председатель территориального союза работодателей (ТСР) в Восточном административном округе Москвы Михаил Буянов, заместитель генерального директора по развитию НПП «ИТЭЛМА», председатель ТСР Юго-Западного административного округа Юрий Астахов, генеральный директор ЗАО МОФ «Парижская коммуна» Александр Никитин, председатель ТСР Юго-Западного административного округа, генеральный директор АО «Технопарк Слава» Виктор Шкредов, председатель ТСР в Зеленоградском административном округе Александр Новиков и другие.

ТОЛЬКО КОНКРЕТИКА

Переходя к деловой части мероприятия, председатель МКПП(р) Елена Панина охарактеризовала план совместных действий с Департаментом экономической политики и развития города Москвы (ДЭПР).

«Это тот формат работы, на который мы сейчас переходим с ключевыми столичными департаментами. Это не просто соглашения о сотрудничестве, где разделы и пункты нередко носят общий, размытый характер, – отметила Елена Владимировна. – План нашего взаимодействия с ДЭПР, соглашение, которое мы подпишем, – это документы, максимально конкретизированные по всем пунктам. То есть в них ясно и понятно, что мы собираемся вместе делать для решения тех или иных задач промышленного и экономического развития города».

В работе правления участвовали представители ДЭПР – руководитель департамента Мария Багреева (по видео-конференц-связи), её заместитель Зоя Викторова и начальник управления мониторинга проектов и программ Елена Клочкова.

Мария Багреева, поблагодарив Конфедерацию за многолетнее сотрудничество, коротко обозначила алгоритм дальнейшего взаимодействия: «Наш совместный план включает в себя такие важные блоки, как оценка регулирующего воздействия, меры поддержки московского бизнеса, сфера налогообложения, участие членов Конфедерации в национальном проекте «Производительность труда» и другие. Я надеюсь, что данный документ мы с вами эффективно реализуем в течение 2024 года и по каждому из направлений выработаем конструктивные решения».

Елена Панина, комментируя блок регулирующего воздействия, напомнила, что по закону об объединениях работодателей Конфедерация имеет право принимать участие в разработке нормативных документов на уровне Москвы как субъекта Российской Федерации, выступать с предложениями и участвовать в обсуждении нормативных актов, подготовленных правительством Москвы и Московской городской Думой.

Соглашение с ДЭПР направлено также и на решение вопросов имущественно-земельных отношений, которые часто возникают как между самими предприятиями, так и между предприятием и административной инспекцией. План совместных действий с департаментом позволит рассматривать и решать различные конфликты и жалобы, не доводя

ситуацию до судебного разбирательства, которое порой длится годами. Примеров предостаточно. То же косметическое объединение «Свобода» (его генеральный директор Евгений Пантелеев участвовал в заседании правления) отстаивает свои земельно-имущественные права уже не первый год.

По словам Елены Паниной, решение таких вопросов иногда упирается в необходимость принятия изменений в нормативную базу, в которой какие-то реалии жизни просто не учтены. Административная инспекция, строго следуя букве закона или инструкции, не идёт навстречу предприятию, хотя нормативный документ явно уже устарел.

Что касается мер государственной поддержки, то здесь тоже есть сложности. Чаще они связаны со сбором документов и их правильным заполнением. Конфедерация договорилась с ДЭПР об организации консультационной площадки, где опытные эксперты помогут промышленникам и предпринимателям на всех этапах оформления и подачи документов.

В ПОИСКЕ СКРЫТЫХ РЕЗЕРВОВ

МКПП(р) участвует в национальном проекте «Производительность труда», направленном на высвобождение внутренних ресурсов.

Мария Багреева, выступая по этому вопросу, подчеркнула: «Сейчас в экономике сложилась уникальная ситуация. Многие зарубежные компании покинули российский рынок, и наши предприятия получили реальную возможность для расширения своего бизнеса, производства импортозамещающих товаров. А это требует дополнительного количества квалифицированных рабочих и инженеров. Их не хватает. Национальный проект «Производительность труда» частично решает и эту проблему. Причём предприятия никаких расходов на выполнение проекта не несут. Москва реализует его за счёт бюджетных средств. В подведомственном нашему департаменту учреждении «МосСтратегия» – Региональном центре компетенций в сфере производительности труда – работают очень грамотные специалисты, имеющие большой опыт работы с предприятиями, в том числе производственными, на которых внедрялись программы проекта. Для каждой организации, вступившей в проект, разрабатывается индивидуальный подход, учитывающий поставленные цели и отраслевой профиль. Эксперты Регионального центра компетенций определяют узкие места на производстве, выявляют потери и их источники, а также находят скрытые резервы и точки роста. При этом организации, участвующие в нацпроекте, могут получить господдержку, и уже более 180 московских компаний подписали соответствующие соглашения с городом».

Председатель ТСР в Зеленоградском АО Александр Новиков

В основном в нацпроекте участвуют предприятия промышленности. Но с 1 октября 2023 года федеральное правительство расширило перечень отраслей, и к пяти базовым несырьевым отраслям – участникам нацпроекта – добавилось ещё 11. Теперь вступить в нацпроект могут и те столичные компании, которые занимаются операциями с недвижимым имуществом, застройкой, научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, гостиничным бизнесом и общепитом, оптовой торговлей пищевыми продуктами и безалкогольными напитками, услугами в сфере ЖКХ и ресурсоснабжения, здравоохранения и оказания социальных услуг.

Чего достигли более 440 организаций Москвы, участвующих в нацпроекте? М.А. Багреева назвала цифры. Первый год принёс предприятиям, завершившим первый этап проекта, рост производительности труда в среднем на 40%, а совокупный экономический эффект к концу 2023 года составил порядка четырёх миллиардов рублей. При этом никто из сотрудников не был сокращён. Высвобождение ресурсов пошло на расширение производств и рост заработных плат – в среднем на 20%.

Положительным опытом участия в проекте на правлении поделились руководители НП «Сканер» и НПП «Темп» им. Ф. Короткова.

ОТХОДЫ – В ДОХОДЫ

Лозунг старый, но всегда актуальный. Участники заседания назвали ряд проблем, среди которых ожидаемо снова всплыла тема утилизации ТБО – твёрдых бытовых отходов.

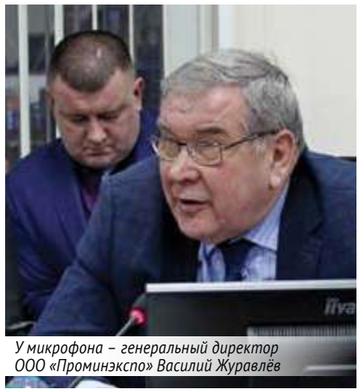
Генеральный директор ООО «Проминэкспо» Василий Журавлёв рассказал, что предприятия технопарка «Кунцево», работающие на территории этого общества, не знают, куда девать макулатуру, ветошь, пластик…

«Такие отходы никто не хочет брать. Хотя это тоже сырье, которое надо перерабатывать. Особенно много у нас остатков швейного производства. Куски ткани никому не нужны. А ведь все эти проблемы из области охраны окружающей среды», – подчеркнул Василий Алексеевич.

Резиденты технопарка «Кунцево», конечно, не сваливают отходы куда попало. Но ведь нарушителей природоохранного законодательства ещё немало, и порой мы видим в оврагах незаконные строительные и производственные свалки.

Генеральный директор НПП «Торий» Дмитрий Трофимов, исходя из опыта своего предприятия, отметил, что организации, которые закупают отходы производства, охотно берут металл, бумагу, но только в больших объёмах. И получается, горы отходов надо собирать два-три года в ожидании покупателей. Есть сложности и с сортировкой отходов, утилизацией люминесцентных ламп, что обходится предприятиям дорого.

Можно, конечно, упрекнуть организации в том, что их менеджеры не ищут энергично точки сбыта отходов или, например, не предложили кружкам юных швей лоскутки тканей. Но такая проблема мелкими успехами не решается. По мнению Елены Паниной, необходимо обязательно включить в план работы Конфедерации налаживание взаимодействия с городским департаментом ЖКХ с тем, чтобы, возможно, создать систему сбыта и переработки отходов, решить какие-то другие сопутствующие вопросы.



У микрофона – генеральный директор ООО «Проминэкспо» Василий Журавлёв

Многие члены правления высказывали свою точку зрения на «мусорную» тему, что, видимо, побудило председателя ТСР Юго-Западного административного округа Юрия Астахова поднять вопрос о более тесных коммуникациях: «Территориальным объединениям работодателей надо активнее делиться между собой опытом решения различных проблем, опытом взаимодействия, в том числе и с администрациями округов. У кого-то есть достижения совместной работы с префектурой и управами, но мы об этом мало знаем. А у кого-то одни проблемы. Чтобы не изобретать велосипед, лучше позаимствовать у коллег конкретные подходы к такому сотрудничеству, выбору и организации совместных встреч и мероприятий».

В своё время с префектур сняли функции прямого контроля над работой предприятий. Но ведь стабильное развитие городских округов во многом зависит и от успешности промышленных компаний, от пересечения интересов исполнительной власти и научно-производственных организаций. Поэтому дружить с префектурами надо, не забывая и о своих интересах.

В завершение заседания правления Александр Халимовский, генеральный директор АО «ПНИИИС», президент Ассоциации «СРО «Альянс строителей», сообщил о завершении интересного творческого проекта – производства фильмов, посвящённых охране труда и технике безопасности. В проекте участвовали МКПП(р), профсоюзы Москвы, Национальное объединение по информационному моделированию и другие структуры. Фильмы сняты кинокомпанией известного режиссёра Александра Митты.

В рамках XXIII Конференции МКПП(р), состоявшейся после заседания правления, был решён ряд организационных вопросов. Были избраны новые члены правления Конфедерации, а в её состав вошли новые предприятия и организации. Среди них – Межотраслевой центр оценки квалификации «Технопрогресс», Русское страховое общество «Евроинс», АО ТД «Даниловский», Московский колледж экономики, страхового дела и информационных технологий (КЭСИ), Московский завод сычужного фермента и другие. РИ

ИРЭИ ПРЕДЛАГАЕТ НОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

ДОЛГОСРОЧНОГО ИНВЕСТИЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Пётр Бурак,
директор Института региональных экономических исследований, президент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор

Институт региональных экономических исследований (ИРЭИ) – независимая научная организация, созданная в 1997 году. Коллектив института обладает уникальным опытом теоретических и прикладных исследований в сфере долгосрочного и среднесрочного стратегического планирования и управления в региональной и муниципальной экономике, а также подготовки специалистов и кадров высшей квалификации (кандидаты и доктора наук) для работы в различных отраслях страны и органах государственного управления.

Институтом выполнено значительное число научных разработок для Министерства науки и образования РФ, Министерства промышленности и торговли РФ, Федеральной службы по финансовому мониторингу, администраций российских регионов – Москвы, Московской, Калужской, Иркутской и Челябинской областей, Республики Хакасия, Ямало-Ненецкого автономного округа.

Например, в столице ИРЭИ осуществляет научно-методическое и консультационное взаимодействие с Департаментом экономической политики и развития города Москвы, Департаментом инвестиционной и промышленной политики города Москвы, Московским аналитическим центром в сфере городского хозяйства (ГБУ МАЦ), ГБУ «Малый бизнес Москвы», Московской Конфедерацией промышленников и предпринимателей (работодателей) и другими городскими структурами.

Среди выполненных институтом работ можно отметить «Основные направления развития национальной системы противодействия отмыванию преступных доходов и финансированию терроризма на период 2012–2020 гг.», «Стратегию социально-экономического развития города Москвы», «Стратегию социально-экономического развития Московской области», Генеральную схему развития и размещения промышленности и науки в городе Москве на период до 2025 года Комплекс стратегических инвестиционных инициатив развития Иркутской области на период до 2030 года.

В настоящее время ИРЭИ активно использует свой научный потенциал для сотрудничества с субъектами РФ и находящимися на их территории муниципальными образованиями по таким направлениям, как:

- разработка региональных и муниципальных стратегий и программ комплексного социально-экономического развития, программ инвестиционной деятельности, повышения инвестиционной привлекательности, инвестиционных паспортов муниципальных образований;
- разработка и совершенствование механизмов межрегионального и межмуниципального социально-экономического сотрудничества;
- анализ и мониторинг развития промышленных комплексов регионов и городских агломераций;
- реформирование и развитие сферы жилищно-коммунального хозяйства на региональном и муниципальном уровне, включая вопросы развития системы социального жилья, ресурсосбережения, повышения комфортности жилой среды;
- нормативно-методическое и организационное обеспечение, стандартизация и нормирование развития региональных потребительских рынков и сферы услуг.

Среди последних проектов ИРЭИ необходимо выделить разработку по заказу правительства Иркутской области Комплекса стратегических инвестиционных инициатив развития региона на период до 2030 года.

Комплекс представляет собой принципиально новый плановый документ, соединяющий в себе элементы научных исследований, прогнозирования, бизнес-аналитики, информационного обеспечения, экспертной поддержки управленческой деятельности региональной администрации. В его рамках осуществляется отбор и группировка по пакетному принципу крупнейших инвестиционных проектов в передовых отраслях экономики региона, что позволяет сконцентрировать ресурсы на прорывных направлениях и обеспечить синергетический эффект от их синхронизированной во времени реализации. По отношению к другим документам долгосрочного планирования, реализуемым в настоящее время в субъектах РФ, Комплекс стратегических инвестиционных инициатив занимает место между стратегиями социально-экономического раз-

вития и государственными программами, конкретизируя и детализируя первые и являясь базой для разработки вторых.

Практическую целесообразность разработки Комплекса стратегических инвестиционных инициатив наглядно иллюстрирует опыт Иркутской области. Экспертная группа учёных и специалистов ИРЭИ под руководством академика Сергея Юрьевича Глазьева отобрала более 20 стратегических инвестиционных инициатив в сфере реального производства и региональных финансов. Среди выдвинутых инвестиционных инициатив можно выделить относящиеся к лесопромышленному комплексу, машиностроению, нефтехимии, фармацевтике, информационной экономике, лазерным технологиям, производству композитных материалов, высокотехнологичной медицине. Инвестиционные инициативы проработаны совместно с крупнейшими российскими компаниями и инвесторами – ГК «Ростех», Группой ВТБ, ГК «Фармасинтез», НК «Роснефть», ГК «Росатом», Группой «Илим», ОАО «РЖД», Альфа-Банком и др.

Институт региональных экономических исследований продвигает данный новый инструмент долгосрочного инвестиционного планирования к внедрению в других регионах (субъектах Федерации).

В течение многих лет на базе ИРЭИ работает аспирантура, действует диссертационный совет по защите диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора экономических наук. К настоящему времени для различных отраслей экономики и органов государственного управления Москвы и других регионов РФ подготовлено более 120 специалистов.

АСПИРАНТУРА, СОИСКАТЕЛЬСТВО, ДИССЕРТАЦИОННЫЙ СОВЕТ В ИНСТИТУТЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (ИРЭИ)

ИРЭИ, в соответствии с государственной аккредитацией и лицензией на осуществление образовательной деятельности, проводит приём на обучение в аспирантуре по научной специальности 5.2.3 «Региональная и отраслевая экономика» (Экономические науки).

В ходе обучения изучаются дисциплины кандидатского минимума (история и философия науки, иностранный язык, специальность) и дисциплины образовательной подготовки (дисциплины по выбору).

Особое внимание уделяется научно-исследовательской деятельности – с целью подготовки диссертации и представления её к защите.

Форма обучения – очная. Срок обучения – 3 года.

Закончив обучение, вы получите заключение «О соответствии диссертации на соискание учёной степени кандидата наук установленным критериям» и Свидетельство об окончании аспирантуры. Подготовленная и рекомендованная к защите работа может быть защищена в диссертационном совете на базе ИРЭИ.

В ИРЭИ действует диссертационный совет 75.1.060.01 по защите диссертаций на соискание учёных степеней кандидата и доктора экономических наук по научной специальности 5.2.3., соответствующей профилю подготовки в аспирантуре. Специализация совета:

– региональная экономика;

– экономическая безопасность.

К диссертационному совету можно прикрепиться для подготовки и защиты диссертации в качестве соискателя, без освоения программы аспирантуры.

Ждём будущих аспирантов и соискателей. Желаем успешной учёбы и защиты диссертационных работ!

Институт региональных экономических исследований:
119002, г. Москва, пер. Сивцев Вражек, д. 29/16.
Тел:. 8-499-241-04-18; 8-499-241-10-66.
E-mail: irei@irei.ru

По итогам своей деятельности коллектив ИРЭИ дважды награждён Почётной грамотой Московской городской Думы, имеет благодарность от Министерства РФ по налогам и сборам и Росфинмониторинга.

В случае заинтересованности в использовании научного потенциала и организационных возможностей ИРЭИ институт готов рассмотреть различные формы взаимовыгодного сотрудничества, представить детализированные предложения по тематике научно-исследовательских и прикладных работ по вышеуказанным направлениям своей деятельности. *РИ*

«БАШНЯ БУДЕТ ВЕЧНАЯ!»

К 110-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ИНЖЕНЕРА БОРИСА ТРИНКЕРА

Людмила Богомолова
Фото предоставлены Александром Тринкером

Когда в августе 2000 года произошла одна из крупнейших техногенных катастроф в России – горела Останкинская телебашня, западная пресса надрывалась в своих, зачастую злорадных пророчествах. Многие считали, что российская телебашня вот-вот рухнет, так как «бетон на портландском цементе при температуре выше 300 градусов распадается на составляющие минералы, арматура, расширяясь, неуправляемо деформируется, бетон рассыпается в прах…». Это цитата из учебника строительного университета. Такое должно было непременно случиться и с Останкинской телебашней. Но она стойко выдержала сильный двухсуточный пожар! Благодаря чему?

КТО СПАС ТЕЛЕЦЕНТР

Через 11 лет аналогичный пожар случился в Голландии, и там телебашня, уступающая по высоте останкинской (всего 300 м), от огня на высоте 100 метров сломалась, как прутик. Из теплотехники давно известно: чем выше труба (внутри оболочка башни пустая), тем сильнее тяга воздуха и тем выше температура горения. Останкинский телецентр, в отличие от голландской башни, горел на «космической» высоте – от отметки 340 м до 420 м, температура горения была свыше 1000 градусов Цельсия в течение двух суток! Что же тогда спасло Останкинскую телебашню, почему бетон не рассыпался? Ведь он был не только в конструкции основания телецентра, где пожара не было, но и на высоте в горящих стенах.

Ответ на этот вопрос знают немногие, в основном инженеры-строители, участвующие в возведении башни, учёные-материаловеды да посетители музея Останкинской телебашни.

До постройки Останкинской телебашни основным телерадиовещательным центром Москвы и области был телецентр на Шаболовке. Но столица и Подмосковье стремительно развивались, сигнала стало не хватать. И в середине 50-х годов прошлого века было принято решение построить более высокую башню. Министерство связи объявило всесоюзный конкурс на создание общесоюзной радиотелевизионной передающей станции.

Вскоре комиссия рассматривала около 40 проектов металлических башен. Николай Васильевич Никитин, выдающийся советский инженер, доктор технических наук, архитектор и конструктор, пришёл к выводу, что большинство проектов очень громоздкие, не вписываются в архитектурный облик Москвы. Никитин предложил построить башню из предварительно напряжённого бетона. Руководителю КПСС и главе советского правительства Н.С. Хрущёву понравилась изящная никитинская башня, и Николай Никитин был назначен руководителем строительства. 27 сентября 1960 года был заложен фундамент башни. Однако многие засомневались в глубине залегания фундамента – 4,6 м. Боялись, что башня не устоит на таком фундаменте. После экспертиз и дополнительных исследований в 1963 году строительство возобновилось.

В 1967 году первая очередь строительства была сдана. Высота Останкинской телебашни достигла 540 м. На момент создания она была самой высокой свободностоящей башней в мире, а сейчас это самая высокая башня в Европе.

Б.Д. Тринкер проверяет качество строительства Останкинской телебашни. 1964 год

Башню построили из железобетона, его нужно было очень много, поэтому рядом с ней построили железобетонный завод. Чтобы придать почти 385-метровому стволу башни из железобетона дополнительную устойчивость на изгибающие ветровые штормовые нагрузки, так как бетон работает только исключительно на сжатие, Н.В. Никитин предложил использовать метод «предварительного напряжения бетона». Внутри ствола башни от конусной части до отметки 385 м параллельно друг другу, в продольном направлении были натянуты 149 армирующих стальных канатов с усилением в 70 т каждый. Благодаря этому башня может противостоять погодным аномалиям и даже выдержать землетрясение в восемь баллов по шкале Рихтера. Но в огне 2000 года оборвались 129 из 149 стальных тросов, и тем не менее башня устойчиво простояла без преднапряжения 10 лет на одном бетоне!

Оказывается, разрушению горящей башни помешал «вечный бетон». Так после пожара назвали изобретение заведующего лабораторией высотных и специальных сооружений Минмонтажспецстроя СССР, кандидата технических наук Бориса Давыдовича Тринкера – бетон специального состава с добавками сульфитно-спиртовой бражки (барды). Именно творческий гений Бориса Тринкера и спас Останкинскую телебашню от разрушения в 2000 году. Созданный по его технологии бетон выдержал испепеляющий 1000-градусный двухсуточный огонь, раскалённую арматуру и остался невредим.

Кстати, пожар в телецентре (загорелись антенные кабели), если бы башня рухнула, мог привести к катастрофическим последствиям: Москва и область оказались бы вообще в информационном вакууме, а другие регионы остались бы без центрального телевидения. Пожарные системы к тому времени давно устарели, их смонтировали ещё во время окончания строительства телебашни, в 1967 году, а дымовые датчики вообще не были предусмотрены. Поэтому спасти телецентр смогли только пожарные и неразрушающийся бетон выдающегося отечественного инженера с интересной и героической биографией, уникальными разработками.

Командир роты 104-й стрелковой дивизии 3-го Украинского фронта, капитан Б.Д. Тринкер. Вена, май 1945 года

СРАЖАЛСЯ ДО КОНЦА ВОЙНЫ

Борис Давыдович Тринкер родился 3 января 1914 года в Курске. После окончания школы поступил в Московский химико-технологический институт им Д.И. Менделеева, учился по специальности «Технология силикатов». Активно занимался спортом в клубе «ДИНАМО» – лёгкой атлетикой, футболом, коньками, лыжами… Играл в шахматы, увлекался танцами. В 1936 – 1939 годах даже принимал участие в знаменитых физкультурных парадах на Красной площади.

Преддипломную практику студенты проходили на Новороссийском цементном заводе «Октябрь». Борис Тринкер защитил диплом с отличием и в 1939 году успешно поступил в аспирантуру к доктору технических наук профессору Владимиру Николаевичу Юнгу. Путь к научной работе и открытиям был открыт…

Но 1 сентября 1939 года гитлеровская Германия напала на Польшу, и её войска подошли к границам СССР. Через три месяца, 30 ноября, Бориса Тринкера призывают в РККА рядовым в 104-ю стрелковую дивизию, стоявшую в Карелии.

К моменту нападения Германии на СССР Борис Тринкер уже был младшим сержантом. Что довелось ему пережить на фронтах, хорошо знает его сын Александр Тринкер – инженер, доктор технических наук, строитель в третьем поколении.

«Отец рассказывал, что бои с немецкими и финскими войсками в Заполярье и Карелии были очень тяжёлые, – вспоминает беседы с отцом Александр Борисович. – Враг более чем в 3,5 раза превосходил по численности обороняющуюся там Красную армию. Но, несмотря на отсутствие автоматов, бойцы дрались храбро. Выручали знаменитые пулемёты «Максим». Много немецких атак было отражено на пограничной реке Софьянга в районе Куолаярви. Воевать было трудно: зимой – непроходимые снега, леса, скалистые горы и леденящее дыхание Северного Ледовитого океана, полярная ночь, а летом – непроходимые топкие болота, тучи комаров, мошки и круглосуточный день. Немцы и финны пытались захватить Мурманск и прорвали оборону. 104-я дивизия попала в окружение, большинство геройски погибли. Все выжившие раненые и голодные бойцы, в том числе и мой отец, в те дни вступили в коммунистическую партию – ВКП(б). Пробирались к своим под непрерывными бомбёжками, голодая, жевали зелёную хвою. И всё же многие солдаты и офицеры дошли до откатывающейся на восток линии фронта. 104-ю дивизию пополнили, вооружили, и она воевала до Победы».

Борис Тринкер был смекалистым бойцом. За боевые заслуги ему присвоили звание младшего лейтенанта, через полгода – лейтенанта, а в апреле 1943-го он стал капитаном, командиром роты.

После освобождения Советского Заполярья и Карелии 104-ю дивизию включили в состав 57-й армии 3-го Украинского фронта. Борису Тринкеру довелось участвовать во взятии Плоешти (Румыния), в Будапештской наступательной операции, в форсировании Дуная.

«Между озером и предместьями Будапешта немцы устроили мощные оборонительные позиции, в том числе многоярусную «линию Маргарита». И.В. Сталин отдал приказ при освобождении Венгрии (а потом и Австрии) в населённых пунктах, представляющих культурную и архитектурную ценность, тяжёлые орудия и бомбардировщики не применять. Из-за этого в боях погибли более 300 тыс. наших солдат. В Европе после войны остались целые и невредимые города, а в России от тысяч городов, дворцов и музеев остались развалины…», – отмечает Александр Тринкер.

Из района Варшавы в Венгрию немцы перебросили 4-й танковый корпус – более 500 танков (тяжёлых «тигров» и средних «пантер») и бронетранспортёров, которых вообще не было в Красной армии. 17 января этот корпус при поддержке пехоты отрезал часть наших войск, разделив 104-ю дивизию. В боях рота капитана Тринкера сожгла бутылками с зажигательной смесью КС семь танков. Борис был ранен и контужен. За мужество его наградили орденом Красной Звезды, а затем медалью «За участие в героическом штурме и взятии Будапешта». Медаль за город Будапешт досталась Борису Тринкеру очень дорогой ценой. В той операции погибли многие его боевые товарищи… Но война для него не закончилась. Подлечившись после ранений, в марте 1945-го капитан добивал фашистов в районе озера Балатон и города Вены, освобождал города Грац, Брук, альпийский курорт Мариацелль. Указом от 9 мая 1945 года Борис Тринкер был награждён медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне».

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ УВЕРЕННОСТЬ

«После войны мой отец вернулся в аспирантуру. Более двух десятков лет он работал с учёными ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, НИИЖБ Госстроя СССР, МАДИ, НИИЦемент, ЦНИИОМТП. Занимался научной и организаторской деятельностью с великими отечественными светилами науки и руководителями: В.А. Кучеренко, Б.Г. Скрамтаевым, П.П. Будниковым, К.Э. Горяйновым, разрабатывая новые технологии, конструкции и гидротехнические, практически всепогодные, коррозионно-стойкие долговечные бетоны. В 1955 году защитил кандидатскую диссертацию по строительству специальных уникальных сооружений и высокодолговечным бетонам, – рассказывает Александр Борисович. – Как потом выяснилось, академик П.А. Ребиндер, у которого мой отец тоже учился, будучи аспирантом, в 1942-м был награждён Сталинской премией и медалью «За оборону Москвы» – за разработку химических составов для зажигательных бутылок КС. А ведь эти бутылки спасли жизнь моему отцу, когда он на фронте со своей ротой останавливал фашистские тяжёлые танки. Кстати, знаменитый «эффект Ребиндера» по коллоидной химии, открытый им в 1928 году, вошёл во все учебники по химии университетов мира. Эта, по тем временам, нанотехнология

Инженер Александр Тринкер. Рабочий момент

была практически применена моим отцом в 1980-х годах при получении суперпластификаторов типа ЛТМ, обладающих уникальными свойствами в получении сверхдолговечных бетонов по литьевой технологии и одновременно экологически безопасных».

В 1948 году Борис Тринкер получил свой самый первый патент — авторское свидетельство на изобретение первого в мире модификатора (поверхностно-активное вещество, ПАВ) для бетона, названного ССБ (сульфитно-спиртовая барда). Этот бетон был успешно использован при строительстве гидротехнических сооружений в Сибири и на Дальнем Востоке, на вечной мерзлоте и в зоне переменного уровня воды. В 1951 году была утверждена первая инструкция по применению этого модификатора.

Следующие поколения очищенных от примесей лигносульфонатов и модифицированный наносуперпластификатор нового поколения (ЛТМ), созданные во ВНИПИ «Теплопроект» Минмонтажспецстроя СССР, помогли обеспечить почти 95-процентную химизацию строительства на различных производствах страны. Сегодня химические добавки ПАВ для бетонов, созданные научно-производственной школой Бориса Тринкера за 70 лет, проверены во всех климатических условиях, они доказали свою технологичность, безвредность, нетоксичность и эффективность для применения в любых видах и технологиях монолитного и сборного строительства, для любых режимов тепловой обработки.

Следует отметить, что суперпластификаторы западных стран-производителей изготовлены на основе вредных веществ: меламинов, нафталинов, формальдегидов, которые очень опасны для людей, поскольку вызывают лёгочные болезни. А модифицированные по технологии Тринкера добавки безвредны и одновременно используют, утилизируют многотоннажные отходы разных производств: химических, медицинских, металлургических, биологических, пищевых…

В 1967 году, одновременно с окончанием строительства Останкинской башни, по проекту Н.В. Никитина был возведён огромный 85-метровый (вместе с мечом) монумент «Родина-мать» в Волгограде, также из преднапряжённого железобетона. Но там применялся другой бетон, как потом оказалось, изготовленный из некачественных материалов, в том числе из забракованного в 1963 году Б.Д. Тринкером цемента Себряковского завода, где плохо была организована служба контроля качества. В результате монумент все 55 лет непрерывно разрушается (без пожара), тратятся миллиарды госбюджетных денег на его регулярные ремонты. А Останкинскую башню даже никогда не красили.

«Мой отец был уверен в своём бетоне, – подчёркивает Александр Тринкер. – В 1966 году в интервью газете «Московская правда» он заявил: «Башня будет вечная!». При строительстве телебашни отец категорически запретил применять 12 500 т портландцемента, не соответствующего долговечности и коррозионной стойкости. Недовольство высшего номенклатурного начальства было яростным, однако отец настоял на своём решении и тем самим спас чудо-башню от разрушения в пожаре 2000 года».

Кстати, интересный факт. В 1967 году на строящейся башне монтировали верхнюю стальную антенну, состоящую из 20-тонных отдельных пустотелых царг. Когда поднимали на высоту 460 метров одну из них, царга неожиданно рухнула с 460-метровой высоты. Слава богу, никто не пострадал, а на конической железобе-

Подъём 20-тонной царги телебашни на высоту 460 м, 1967 год

Градирня Зуевской ГРЭС № 2 под Донецком

тонной оболочке башни осталась только царапина, которую скоро «заполировали» дожди. Уже тогда это неожиданное испытание на ударную прочность показало, чего стоит бетон Тринкера.

За возведение Останкинской телебашни Борис Давыдович Тринкер в 1969 году был удостоен Государственной Премии СССР, затем, в 1991 году, за разработку новых конструкций и освоение прогрессивной технологии возведения высотных железобетонных дымовых труб – Премии Совета Министров СССР.

Спецбетоны Бориса Тринкера применялись в строительстве важных сооружений в СССР, на Кубе, в Монголии, ГДР, Чехословакии, Румынии, Югославии, Венгрии, Болгарии, Польше, Вьетнаме…

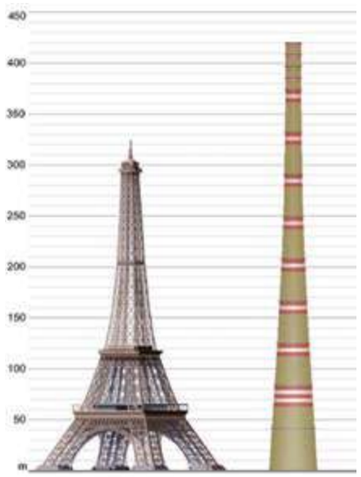
По технологии российского учёного построены сотни разных специальных сооружений. В том числе самые высотные в мире: градирни, дымовые трубы инновационной конструкции, которые эксплуатируются непрерывно без остановок и ремонтов. Дымовая труба на Экибастузской ГРЭС-2, возведённая под руководством Б.Д. Тринкера в 1985 году, – самая высокая из дымовых труб на планете – 420 м. Она вошла в Книгу рекордов Гиннесса: Guinness World Records.

Б.Д. Тринкер опубликовал более 250 научных трудов, получил более 100 авторских свидетельств, его изобретения актуальны и сегодня. Он первым начал строить настоящие монолитные, то есть без рабочих швов бетонирования, высотные сооружения в инновационной скользящей опалубке. К нему за консультациями приезжали учёные знаменитых фирм BAYER, BASF. У него учились китайцы, европейцы, американцы, а затем строили у себя небоскрёбы и прочие железобетонные высотки.

Инженерные способности отца унаследовал и Александр Тринкер, который начал трудовую деятельность лаборантом как раз при возведении Останкинской башни, в 1963 году.

Александр Тринкер окончил столичный завод-ВТУЗ при заводе им. Лихачёва и механический факультет МИНХ им. Плеханова, прошёл все ступеньки инженерной карьеры. Занимал должности главного специалиста, главного технолога, главного инженера. Имеет несколько патентов и медалей ВДНХ СССР, более 200 опубликованных трудов, в том числе две книги по строительству и геополитике-историографии (Александр Борисович окончил ещё и исторический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова).

«Я участвовал, порой вместе с отцом и женой Мариной (она тоже инженер), в строительстве различных сооружений из сверхводонепроницаемого бетона



Дымовая труба Экибастузской ГРЭС № 2 в 1985 году была включена в Книгу рекордов Гиннесса как высшее в мире (на тот момент) инженерное сооружение

с применением химических добавок – поверхностно-активных веществ нового поколения, – вспоминает Александр Борисович. – Чего мы только не строили. И взлётно-посадочные полосы аэродромов, и искусственные катки, и подземные, и высотные сооружения. Например, для обеспечения электроэнергией и теплом Донбасса в 1979–1980 годах была построена Зуевская ГРЭС-2. Её дымовая труба высотой 330 метров впервые в СССР сооружена с применением комплекта инновационной скользящей опалубки по сверхскоростной технологии. Автор опалубки – моя жена Марина Матвеевна Тринкер, главный конструктор НПО «Гидроспецстрой» Минэнерго СССР. Я работал главным технологом в этой же организации и являюсь автором бетона дымовой трубы – самого высокого на Украине инженерного сооружения. Также я контролировал качество работ. Мой отец, конечно, внёс решающий вклад в это строительство – он автор конструкции, технологии и инновационных материалов, в то время руководил лабораторией высотных и спецсооружений Минмонтажспецстроя СССР. Вот такой у нас получился «семейный подряд».

По технологиям инженеров Тринкеров, в основном с их участием, построены десятки подобных сооружений на Экибастузских ГРЭС № 1 и № 2 (Казахстан), Гомельской ТЭЦ (Беларусь), Ново-Ангренской ГРЭС (Узбекистан), Мингечаурской ГРЭС (Азербайджан), Киришской ГРЭС (Ленинградская область), Ровенской АЭС (Украина), Московской ТЭЦ-23, Сургутских ГРЭС и многих других объектах. В 2023 году на родине главы семьи, в городе Курске, успешно и качественно достойными учениками Бориса Тринкера построены две самые высокие в Европе градирни по 180 метров каждая!

Как уже говорилось, Александр Тринкер – строитель в третьем поколении. Инженерно-строительным делом занимались его дед Давид, отец Борис, по их книгам и трудам учился и Александр, а теперь учатся и его дети. Сын – инженер-механик, а дочь – учёный-химик.

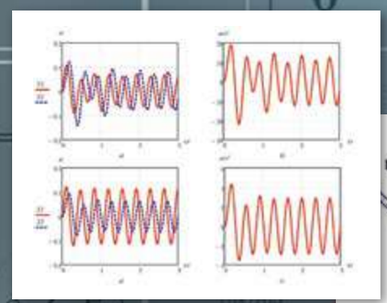
Быть инженером стройплощадок, автором конструкций и материалов, сооружений – большая ответственность и перед страной, и перед людьми. Старшие Тринкеры этот экзамен выдержали. Мы уверены, что и младшие не подведут. РИ

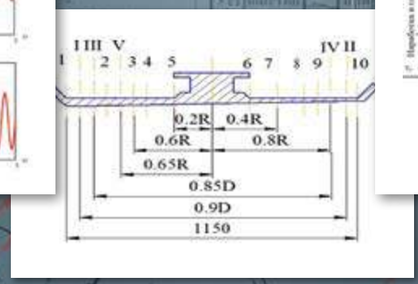
РУССКИЙ ИНЖЕНЕР RUSSIAN ENGINEER

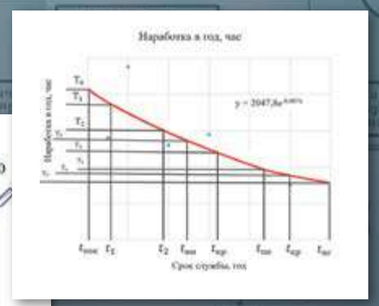
Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал

№01 (82) март 2024

НАУЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ







УДК 2.5.21; 534 01; 622 24 053

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗНОСА РАБОЧИХ ОРГАНОВ БЕТОНООТДЕЛОЧНЫХ МАШИН

THE MAIN WORK IN THE FIELD OF RESEARCH INTO THE WEAR OF THE WORKING BODIES OF CONCRETE FINISHING MACHINES

Л.А. Мамаев, В.Б. Кашуба, С.Н. Герасимов, Ю.К. Юсупов
Братский государственный университет

L.A. Mamaev, V.B. Kashuba, S.N. Gerasimov, Yu.K. Yusupov
Bratsk State University

АННОТАЦИЯ. Рассматриваются вопросы износа рабочих органов заглаживающих машин, в том числе вибрационных. Одной из основных причин выхода рабочих органов из строя является износ и повреждение их рабочих поверхностей, снижающих их качество. Показано, что при трении рабочего органа о бетонную смесь имеет место преимущественно абразивный и в меньшей степени окислительный износ. При этом величина износа пропорциональна заглаживающей способности рабочего органа, времени наработки, удельному давлению рабочего органа на поверхность бетонной смеси и коэффициенту, учитывающему условия работы. Установлено, что положение собственных и вынужденных колебаний рабочего органа на процесс заглаживания приводит к существенным изменениям в величине и характере износа диска. Определено, что общий односторонний характер диска зависит от параметров вынужденных колебаний, генерируемым рабочим органом. Выявлено наличие локализованных зон с отчётливо выраженным износом диска. Последнее наиболее значимо снижает качество обработки поверхности бетонной смеси. Показана взаимосвязь между наличием износа локализованных зон износа и собственными колебаниями металлоконструкции портала заглаживающей машины. Высказано предположение, что вопросы виброзащиты (виброизоляции) заглаживающей машины как технологического комплекса имеют определяющее значение для предотвращения либо значительного снижения местного локализованного износа рабочего органа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: уровень вибрационного воздействия, износ, трение, заглаживающая способность, бетоноотделочная машина, вибрационный дисковый рабочий орган, управление динамическим состоянием.

ABSTRACT. The issues of wear of disk vibrating working bodies of smoothing machines are considered. One of the main reasons for the failure of the working bodies is wear and damage to their working surfaces, which reduce their quality. It is shown that during friction of the working body against the concrete mixture, mainly abrasive and less oxidative wear occurs. In this case, the amount of wear is proportional to the smoothing capacity of the working body, the operating time, the specific pressure of the working body on the surface of the concrete mixture and the coefficient taking into account the working conditions. It has been found that the position of natural and forced vibrations of the working body on the smoothing process leads to significant changes in the magnitude and nature of the disc wear. It was determined that the general one-sided character of the disk depends on the parameters of forced vibrations generated by the working body. The presence of localized zones with a pronounced wear of the disc was revealed. The latter most significantly reduces the quality of the surface treatment of the concrete mixture. The relationship between the presence of wear of localized wear zones and natural vibrations of the metal structure of the portal of the smoothing machine is shown. It is suggested that the issues of vibration protection (vibration isolation) in the broad sense of controlling the dynamic state of the smoothing machine as a technological complex are of decisive importance for the prevention or significant reduction of localized localized wear of the working body.

KEYWORDS: Vibration level, wear, friction, smoothing capacity, concrete finishing machine, vibrating disc screed, dynamic state control.

Исследованиями [1, 2, 3] показано, что наиболее перспективным способом совершенствования рабочих процессов машин для обработки поверхностей бетонных изделий является дополнительное вибрационное воздействие рабочего органа машины на обрабатываемую поверхность. Экспериментально подтверждена эффективность применения вертикальных колебаний дискового рабочего органа, в результате которых в бетонной смеси происходит механическое перераспределение компонентов в наиболее плотную упаковку, а к поверхности трения вытесняется цементно-песчаное тесто и молочко, необходимое для сглаживания неровностей, благодаря чему качество обработанной поверхности существенно улучшается.

В последние три десятилетия рядом авторов, в том числе на кафедре строительных и дорожных машин Братского государственного университета [4, 5, 6], разработано и исследовано довольно большое число разнообразных по конструктивному исполнению вибрационных рабочих органов заглаживающих машин, включая дисковые.

В числе основных причин того, что дисковые вибрационные рабочие органы, содержащие в составе своей конструкции кинематический или инерционный тип вибровозбудителя, не находят достаточного применения при серийном производстве бетоноотделочных машин, можно отметить следующие: большую металлоёмкость таких рабочих органов; наличие большего числа сопрягаемых трущихся пар и, соответственно, более низкий ресурс и дополнительные затраты на их техническое обслуживание. Другой основной причиной, существенно снижающей эксплуатационные свойства вибрационных рабочих органов, является их больший и зачастую неравномерный износ, отрицательно сказывающийся на качестве обработки поверхности бетонной смеси. Однако исследования износа вибрационных рабочих органов практически отсутствуют.

Вопросы износа безвибрационных рабочих органов бетоноотделочных машин, в том числе дисковых, рассмотрены в работах профессора А.В. Болотного [7, 8]. Установлено, что при трении рабочего органа о бетонную смесь имеет место в основном абразивный и в меньшей степени окислительный износ. Учитывая, что при взаимодействии рабочего органа с жёсткими смесями физическое состояние смеси, находящейся под влиянием градиента скорости, в первом приближении остаётся постоянным, а величина деформаций сравнительно невелика, было высказано предположение о том, что в данном случае имеют место процессы, аналогичные процессам, описанным в работе [9, 10, 11]. В этом предположении величина абразивного износа пропорциональна пути трения и удельному давлению:

$$И = K_p \cdot \Delta P \cdot S, \quad (1)$$

где $K_p = K_1 \cdot K_2 ... K_n$ – коэффициенты, учитывающие влияние материала и температуры поверхности, величины зазора между рабочим органом и поверхностью и т. п.; ΔP – величина удельного давления рабочего органа на поверхность; S – путь трения.

По своему физическому смыслу заглаживающая способность рабочего органа S_{p0} представляет собой длину линии, на протяжении которой рабочий орган воздействует на элементарную площадку обрабатываемой поверхности, и для дисковых рабочих органов может быть определена по зависимости:

$$S_d = 1.05 V_d \cdot R \cdot \frac{1}{V_з}, \quad (2)$$

где V_d – окружная скорость диска; $V_з$ – поступательная скорость перемещения диска вдоль поверхности; R – радиус диска.

При известном времени T наработки рабочего органа путь трения определится:

$$S = S_d \cdot T. \quad (3)$$

Применительно к процессу заглаживания бетонных смесей, на основании обмеров износа И рабочих органов и времени T их наработки до этого износа, зная удельное давление ΔP рабочего органа на поверхность, зависимость (1) позволяет установить значения коэффициента K_p:

$$K_p = \frac{И}{\Delta P \cdot S_d \cdot T}. \quad (4)$$

Это позволяет прогнозировать величину износа рабочих органов различных размеров, изготовленных из различных материалов, при обработке поверхности бетонных смесей с различной жёсткостью.

Длительный опыт эксплуатации дисковых рабочих органов позволил установить, что наложение собственных или вынужденных колебаний рабочего органа на процесс заглаживания поверхности бетонной смеси приводит к существенным изменениям величины и характера износа рабочего органа. В этом случае под собственными колебаниями понимают колебания, обусловленные неисправностями узлов машины (деформация диска, изгиб вала привода диска) или их предельным состоянием (наличие чрезмерных зазоров в сопрягаемых парах), а под вынужденными – колебания, возникающие при взаимодействии диска с обрабатываемой поверхностью.

На *рис. 1* показаны сечения диска, который до начала эксплуатации имел толщину 8 мм, был установлен на базовой заглаживающей машине мостового типа СМР-13 и обрабатывал поверхность бетонной смеси жёсткостью 60 с. В *табл.1* представлены результаты промеров износа в сечениях 1 – 10 рабочего органа. Время наработки до износа составило 85 часов.

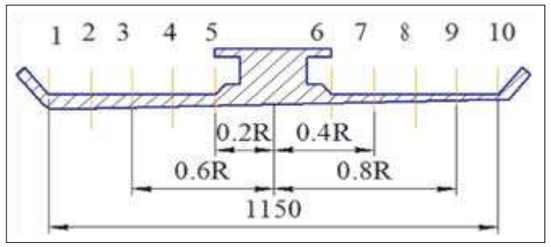


Рис. 1. *Положение сечений дискового рабочего органа*

Таблица 1. *Результаты промеров износа*

Section number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wear rate, mm	7,5	7,1	6,3	5,5	4,9	3,3	2,4	1,2	0,8	0,6

Максимальная величина износа 7,5 мм в сечении 1 с постепенным его уменьшением до минимального значения 0,6 мм в сечении 10 указывает на односторонний характер износа диска. При этом линейный износ на 1 мм при наличии вибрационных воздействий достигается за 20 – 25 часов работы, что практически вдвое сокращает срок его службы. Появление вынужденных колебаний вызвано изменением силы или коэффициента трения под диском и не связано с действием какой-либо внешней периодической возмущающей силы. Вынужденные колебания, в отсутствие постоянного источника энергии этих колебаний, появляются при заглаживании изделий, отформованных из жёстких неоднородных бетонных смесей, поверхность которых может иметь значительное число бугров и впадин. Данные колебания способствуют ускоренному и неравномерному износу диска и отдельных механизмов машины, что порождает возникновение собственных колебаний системы и приводит к ещё более быстрому износу поверхности диска.

Известно [7, 8, 12, 13, 14, 15], что бездефектное заглаживание поверхности смеси обеспечивается при условии сохранения неразрывности потока материала в пограничном

слое смеси при её течении под рабочим органом. Очевидно, что характер и степень износа вибрационного рабочего органа будет в значительной мере зависеть от особенностей течения пограничного слоя в зоне вибрационных воздействий рабочего органа. В условиях приложения вибрационных воздействий сдвиговое течение начинается только тогда, когда сдвигающее напряжение превышает предельное напряжение сдвига. После преодоления предельного напряжения сдвига начинается процесс быстрого увеличения подвижности пограничного слоя бетонной смеси и превращения её в тяжёлую жидкость с постепенно уменьшающейся вязкостью. В этом процессе следует выделить две составляющие: действительное разжижение, происходящее вследствие вытеснения к поверхности смеси свободной, физически не связанной воды; псевдосжижение, происходящее вследствие линеаризации сухого трения под воздействием вибрации и выражающееся в замене сухого трения вязким.

Для получения сведений о фактической величине и характере износа дискового вибрационного рабочего органа по методике профессора Болотного А.В. были произведены промеры съёмного диска такого рабочего органа. Конструкция дискового рабочего органа разработана на основе патента на изобретение № 21825136 «Рабочий орган заглаживающей машины». До начала эксплуатации диск имел ту же толщину 8 мм, как и ранее описанный, и устанавливался на той же базовой машине СМР-13. Обработке подвергались бетонные смеси жёсткостью 60–65 с. Заглаживающая способность данного рабочего органа $S_д$ = 40 м, интенсивность вибрирования $J = A^2\omega^3$ составляла 25–30 м²/с³. Время наработки *T* до достижения износа составило порядка 75 часов. На *рис. 2* показано положение сечений диска, а в *табл. 2* приведены результаты промеров износа диска в данных сечениях рабочего органа.

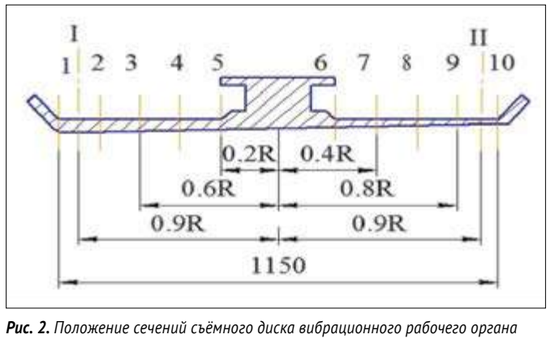


Рис. 2. *Положение сечений съёмного диска вибрационного рабочего органа*

Анализ полученных результатов с перепадом от максимальных значений износа 7,1 мм в сечении 1 до минимального 0,9 мм в сечениях 9 и II указывает на общий односторонний характер износа рабочего органа. Можно предположить, что данный характер износа зависит от параметров вынужденных колебаний, генерируемых рабочим органом. Сравнение результатов, представленных в таблицах 1 и 2, указывает на некоторое снижение общей величины износа вибрационного дискового рабочего органа в сечениях 1–8, что может быть объяснено в этом случае заменой сухого трения вязким при течении смеси под рабочим органом.

При этом между сечениями 1–I, 2–I и 10–II, II–9 проявляются локализованные зоны с отчётливо выраженным местным износом величиной до 0,5 мм. Можно предположить, что возникновение локализованных зон износа обусловлено собственными колебаниями портала заглаживающей машины вследствие недостаточной виброизоляции рабочего органа от основной металлоконструкции машины.

Таблица 2. *Результаты промеров износа*

Section number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	I	II
Wear rate, mm	7,1	6,8	6,0	5,1	4,4	1,9	2,2	1,1	0,9	1,0	7,0	0,9

Ручные заглаживающие машины занимают значительную долю в общем числе эксплуатируемых бетоноотделочных машин. Опыт их эксплуатации указывает на две особенности: их применение наиболее целесообразно для обработки поверхностей умеренно жёстких бетонных смесей с жёсткостью, не превышающей 40 с, а удельное давление рабочего органа на обрабатываемую поверхность носит постоянный характер и определяется весом машины, распределённым по площади поверхности рабочего органа.

В соответствии с вышеприведённой методикой была произведена оценка величины и характеристика износа дискового рабочего органа диаметром 800 мм и толщиной 8 мм ручной вибрационной заглаживающей машины. Конструкция машины выполнена в соответствии с патентом на изобретение № 2147513 «Рабочий орган ручной заглаживающей машины осциллирующего типа». Обработке подвергались бетонные смеси жёсткостью 35 с.

Дисковый рабочий орган имел заглаживающую способность *Sd* = 30 м, а интенсивность вибрирования $J = A^2\omega^3$ составила 23–24 м²/с³. Время наработки *T* до достижения износа составило 80 часов. На *рис. 3* показано положение сечений диска, в *табл. 3* приведены результаты промеров износа в данных сочетаниях рабочего органа. Полученные результаты промеров износа диска в сочетаниях 1–10 подтверждают общий односторонний характер износа вибрационных дисковых рабочих органов, обусловленный вкладом вынужденных колебаний, генерируемых рабочим органом. Однако сравнение данных результатов с результатами, приведёнными в *табл. 2*, указывает на существенно меньшие величины абсолютного износа рабочего органа в сечениях 1–10 у ручных заглаживающих машин.

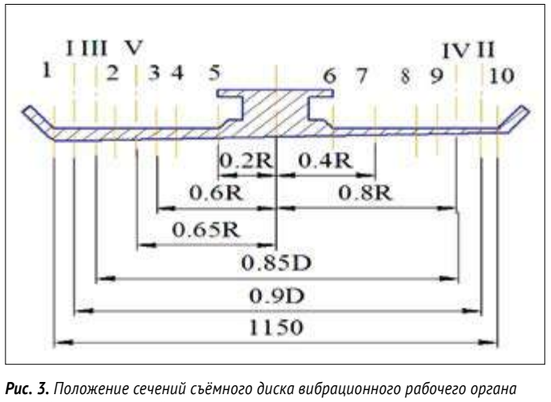


Рис. 3. *Положение сечений съёмного диска вибрационного рабочего органа ручной заглаживающей машины*

Последнее может быть объяснено тем, что удельное давление рабочего органа на поверхность смеси у ручных машин существенно меньше, чем у стационарных. А процесс линеаризации сухого трения под воздействием вибрации и замена сухого трения вязким протекает быстрее вследствие вытеснения к поверхности трения больших объёмов жидкой фазы при обработке умеренно жёстких смесей.

При достижении рабочим органом времени наработки *T* = 60 часов качество обработки поверхности заметно ухудшалось вследствие ускоренного образования местных локальных износов в сечениях I, II, III, IV, V. При этом для ручных заглаживающих машин их величина в сравнении с величиной износа в рядом лежащих сечениях 1, 2, 3, 9 и 10 превосходит значения, зафиксированные для вибрационных рабочих органов стационарных машин. Односторонний характер износа приобретает более выраженный характер за счёт дополнительной локализации местного износа в сечении *V*.

В данном случае возникновение локализованных зон износа также обусловлено собственными колебаниями корпуса ручной машины, которые были явно выражены при её работе вследствие недостаточной виброизоляции рабочего органа, конструктивно представленной упругими элементами в виде резинотехнических уплотнений. Последнее подчеркивает необходимость учёта вопросов виброзащиты вибрационных рабочих органов ручных машин как фактора, существенно влияющего на величину и характер их локализованных износов.

Таблица 3. *Результаты промеров износа*

Section number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	I	II	II	IV	V
Wear rate, mm	6,4	6,0	5,2	4,3	3,5	2,1	1,7	1,0	0,8	0,65	5,6	0,95	6,7	0,85	5,1

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сделанные предположения указывают на необходимость более широких экспериментальных исследований в области износа вибрационных рабочих органов с различными геометрическими размерами, в достаточном диапазоне их заглаживающей способности, при обработке смесей различной жёсткости и при варьировании параметров вибрационного воздействия на обрабатываемую поверхность смеси. Вместе с тем, так как локализованные зоны местного износа наиболее отрицательно влияют на качество обработки поверхности, можно прийти к выводу, что вопросы виброзащиты и в целом управления динамическим состоянием заглаживающей машины как технологического комплекса имеют определяющее значение для предотвращения либо значительного снижения величины локализованного износа рабочего органа. В общем, снижение уровней собственных колебаний корпусов ручных заглаживающих машин и основных металлоконструкций стационарных машин, с учётом разницы их массоинерционных характеристик, размеров и особенностей эксплуатации, может быть реализовано для ручных заглаживающих машин конструктивной проработкой того или иного способа виброизоляции рабочего органа, а для стационарных машин наиболее целесообразным представляется установка динамических гасителей на основной металлоконструкции машины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамаев Л.А. Взаимодействие вибрационных рабочих органов машин с поверхностью бетонных смесей. – Иркутский гос. техн. ун-т., 2005. – 123 с.
2. Елисеев С.В. Взаимодействие внешних возмущений – возможности изменения динамических свойств механических колебательных систем / С.В. Елисеев, В.Б. Кашуба, К.Ч. Вьонг, Н.Ж. Кинаш // Системы. Методы. Технологии. 2017. № 4 (36). С. 7–17.
3. Портнягина А.В. Основные работы в области исследования процесса заглаживания поверхностей бетонных изделий / А.В. Портнягина, В.В. Кашуба, В.Р. Хасанов, Ю.К. Юсуфов // Механики – XXI веку. Научное периодическое издание по материалам XX Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: из-во БрГУ, 2021. С. 38–44.
4. Елисеев А.В. Особенности динамических свойств рабочих органов технологических машин при инерционном возбуждении колебания / А.В. Елисеев, В.Б. Кашуба, Н.Ж. Кинаш, С.В. Елисеев // Вестник Донского государственного технического университета. 2016. № 4 (87). С. 63–71.
5. Файзов А.Х. Основы проектирования машин для обработки бетонных поверхностей, обеспечивающие повышенную интенсивность процесса / А.Х. Файзов, А.Н. Дыхавка, Л.А. Мамаев, С.Н. Герасимов // Наземные транспортно-технологические комплексы и строительства: материалы Международной научной-конференции. 2019. – С. 272–277.
6. Федоров В.С. Совершенствование процесса и агрегата финишной обработки незатвердевших бетонных поверхностей. – Братский государственный университет, 2011. – 168 с.
7. Болотный А. В. Заглаживание бетонных поверхностей. – Л.: Стройиздат, 1979. С. 128.
8. Болотный А. В. Теория и процессы заглаживания бетонных поверхностей. – ЛИСИ, 1975. – 55 с.
9. Хрущов М.М. Трение, износ и микротвёрдость материалов: избранные работы (к 120-летию со дня рождения) / отв. ред. И.Г. Горячева. – М.: Краснодар, 2012. – 512 с.
10. Орлов Н.Б. Исследование интенсивности изнашивания рабочих органов машин и технологического оборудования. Технологии и средства механизации сельского хозяйства. 2014. – С. 88–91.
11. Чеботарев М.И. Выбор оптимального способа восстановления изношенной поверхности детали: учеб. пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 91 с.
12. Мамаев Л.А. Эксплуатация дисковых рабочих органов бетоноотделочных машин / Л.А. Мамаев, С.Н. Герасимов, В.С. Феодоров, Ю.К. Юсуфов // Механики – XXI веку. Научное периодическое издание по материалам XX Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: из-во БрГУ, 2021. С. 48–52.
13. Герасимов С.Н. Первичная оценка износа рабочих органов брусовых заглаживающих машин / С.Н. Герасимов, В.Б. Кашуба, А.В. Портнягина, В.В. Кашуба, В.Р. Хасанов // Механики – XXI веку. Научное периодическое издание по материалам XX Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: из-во БрГУ, 2021. С. 24–29.
14. Мамаев Л.А. Общая оценка износостойкости дисковых вибрационных рабочих органов бетоноотделочных машин / Л.А. Мамаев, В.Б. Кашуба, С.Н. Герасимов, В.С. Феодоров // Механики – XXI веку. Научное периодическое издание по материалам XX Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: из-во БрГУ, 2021. С. 29–33.
15. Eliseev S.V., Mamaev L.A., Kashuba V.B., Gerasimov S.N. Wear of vibrating discworking bodies of smoothing machines. Journal of Physics: Conference Series 1926 (2021). p. 120.

УДК 629.3.027.3

ПОВЫШЕНИЕ УПРУГОДЕМПФИРУЮЩИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОГО АМОРТИЗАТОРА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

INCREASE OF ELASTIC-DEFORMING CHARACTERISTICS OF PNEUMOHYDRAULIC SHOCK ABSORBER OF TRANSPORT-TECHNOLOGICAL MACHINES IN CONDITIONS OF THE FAR NORTH

Букиров Роман Рустамович,
аспирант кафедры наземных транспортно-технологических машин
Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Bukirov Roman Rustamovich,
graduate student, Department of Ground Transport and Technological Machines,
St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

АННОТАЦИЯ. В статье представлен способ повышения упругодемпфирующих характеристик пневмогидравлического амортизатора с целью повышения плавности хода транспортно-технологической машины в условиях Крайнего Севера. Представлено описание предлагаемого технического решения, способного повысить плавность хода машины в условиях бездорожья. Приводятся графические результаты математического моделирования упругой характеристики пневмогидравлического амортизатора. Выполнено математическое моделирование работы предлагаемого технического решения путём использования двухмассовой колебательной системы машины при установившихся колебаниях, имитирующей дорожные условия Крайнего Севера и позволяющей оценить наиболее нагруженный режим работы. Предложена динамическая двухмассовая колебательная система, реализованная в программной среде MathCAD.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: упругодемпфирующая характеристика, пневмогидравлический амортизатор, плавность хода, энергоёмкость подвески, колебательная система автомобиля, бездорожье, математическое моделирование.

ANNOTATION. The article presents a method of increasing the elastic-deforming characteristics of the pneumohydraulic shock absorber in order to improve the smooth running of the transport and technological machine in the Far North. The description of the proposed technical solution capable of increasing the smoothness of the machine running in off-road conditions is presented. Graphical results of mathematical modeling of the elastic characteristic of the pneumohydraulic shock absorber are given. Mathematical modeling of the work of the proposed technical solution by using the two-mass oscillating system of the machine at steady oscillations, imitating road conditions of the Far North and allowing to estimate the most loaded mode of operation. A dynamic two-mass oscillating system realized in MathCAD software environment is proposed.

KEYWORDS: elastic-damping characteristic, pneumohydraulic shock absorber, smooth running, suspension capacity, oscillating system of the car, off-road, mathematical modeling.

В условиях отсутствия дорог с усовершенствованным покрытием динамика движения машины зависит от упругодемпфирующих характеристик подвески. Рассматриваемые условия движения машины характеризуются полным бездорожьем, где наблюдаются такие неровности, как наледи, пустоты во льду, заснеженные торосы, тяжёлые спуски и подъёмы по каменистым перевалам [2, 5–8, 20]. В тёплое время года в результате таяния вечной мерзлоты и образования просадок, а в случае зимнего периода – замерзания влажных грунтов и пучения может произойти искажение дороги, делающее её волнистой. Некоторые участки дорог Крайнего Севера имеют отсыпную дорогу с бетонными плитами [3, 4]. Данные плиты позволяют в кратчайшие сроки построить дорогу с минимальными трудозатратами и не требуют много времени на укладку, но при этом способны выдержать большие нагрузки.

Однако движение по данным плитам приводит к частым ударам колёс в результате проезда стыков, что приводит к значительному колебательному воздействию на кузов машины. Это, в свою очередь, влечёт за собой повышение утомляемости водителя, снижение эксплуатационных характеристик машины, частые пробои подвески и, вследствие частого отрыва колёс от дороги, ухудшение условий управления. Водителю в данных условиях приходится снижать скорость, чтобы снизить данные воздействия, а в условиях движения по льду это может привести к провалу машины под лёд. Более того, в результате сильных ветров и морозов, а также большего количества снега на пути движения образуются сугробы, которые скрывают данные неровности и в результате могут привести к сильнейшим ударам.

Транспортно-технологические машины (ТТМ), такие как передвижные ремонтные мастерские (ПРМ) на базе шасси грузовых автомобилей, выполняющие техническое обслуживание ТТМ в условиях Крайнего Севера, значительно подвержены влиянию дорожных условий и фактору больших расстояний между населёнными пунктами, определяющих скорость прибытия к местам проведений работ [2]. Машины, которым необходимо провести техническое обслуживание, находятся в большой удалённости от населённых пунктов и имеют большие расстояния базирования. Данные факторы приводят к повышению времени прибытия ПРМ к местам проведения работ. Помимо этого, дорожные условия Крайнего Севера, описанные выше, не позволяют машинам двигаться с необходимой эксплуатационной скоростью. Водителю в данных условиях приходится снижать скорость движения для снижения негативных воздействий дорожных неровностей, что также приводит к снижению средней эксплуатационной скорости, а это в свою очередь приводит к увеличению времени на техническое обслуживание ТТМ.

Имеющиеся устройства подвески машины, направленные на снижение колебательных процессов и силовых возмущений, вызванных в результате проезда неровностей, не позволяют обеспечить требуемый уровень плавности хода машины из-за низкой удельной энергоёмкости и неудовлетворительных упругодемпфирующих характеристик для рассматриваемых условий эксплуатации ТТМ. Также невозможность обеспечить требуемые упругодемпфирующие характеристики объясняется тем, что упругая характеристика таких устройств имеет прогрессивный или линейный характер, имеющие высокие значения жёсткости в конце хода сжатия [19]. Для смягчения упругой характеристики возможно применение дополнительных элементов подвески – пневматических баллонов, связанных с внешним источником сжатого воздуха [9, 14]. Однако использование таких дополнительных элементов усложняет и удорожает конструкцию подвески.

Применение таких известных конструкций как гидропневматические амортизаторы (ГПА), содержащие упругий элемент в виде внутренней пневматической камеры [1, 16, 19], способно в дополнение к основным функциям гашения и демпфирования колебаний подрессоренной массы автомобиля выполнять ещё и функции пневматических баллонов. Однако и этим амортизаторам присуще высокое значение жёсткости в конце хода сжатия. Смягчение упругой характеристики таких амортизаторов возможно за счёт применения внешней пневматической камеры, связанной с внутренней пневмокамерой и уменьшающей относительное изменение объёма газа в конце хода сжатия [2].

Поэтому необходима разработка нового технического решения, способного обеспечить требуемые упругодемпфирующие характеристики подвески ТТМ при их подготовке к эксплуатации в условиях Крайнего Севера. В качестве такого технического решения предлагается ПГА с дополнительной пневматической камерой [17], позволяющий в значительной степени снизить силовые воздействия от неровности дороги и значительно повысить энергоёмкость подвески.

Колебания машины и энергоёмкость подвески зависят в первую очередь от параметров машины и соотношений между ними. Основными параметрами являются [12, 18, 21]: жёсткость подвески; жёсткость шин; массы подрессоренных и неподрессоренных частей машины и степень демпфирования подвески. Изменение перечисленных параметров в значительной степени сказывается на колебательных процессах машины. Для проведения оценки колебательного процесса машины при изменении параметров подвески зачастую используют простейшие одномассовые колебательные системы, позволяющие изучить колебательные процессы подвески с постоянными, переменными и регулируемыми параметрами. Однако такая система не учитывает влияние неподрессоренной массы на колебания кузова и свойства шин [9, 13].

В предыдущей исследовательской работе, направленной на повышение плавности хода ТТМ в условиях Арктики [2], были представлены приближенный прототип ПГА с выносной камерой и ориентировочные результаты моделирования его упругодемпфирующих характеристик, а также способностей в поглощении силовых и колебательных процессов, полученных путём применения математической модели одномассовой колебательной системы. Эта система не учитывает влияние неподрессоренной массы на колебания кузова и свойства шин. В представленной математической модели были рассмотрены свободные колебания, возникающие после проезда неровности. Однако свободные колебания масс машины позволяют лишь проанализировать свободное движение системы при выводе её из состояния покоя, получая свободные колебания, которые показывают собственные частоты системы и степень её демпфирования [21]. А при исследовании работы предлагаемых технических решений, направленных на повышение плавности хода, необходимо также знать закономерности установившихся колебательных процессов [13], рассматриваемых как наиболее нагруженный режим работы подвески.

В данной же статье представлен уже реализованный прототип ПГА и запатентованное техническое решение [17], направленное на повышение энергоёмкости подвески. Уточнены результаты математического моделирования упругой характеристики предлагаемого технического решения с применением дополнительной пневматической камеры, позволяющей повысить ударогасящую способность подвески. Для выяснения физической сущности и основных закономерностей колебаний ТТМ в качестве силового возмущения со стороны дороги рассмотрены установившиеся (вынужденные) колебания, имитирующие дорожные условия Крайнего Севера, позволяющие оценить колебательные процессы при наиболее нагруженном режиме работы подвески. Исследована динамика двухмассовой колебательной системы при установившихся колебаниях, учитывающая поведение неподрессоренных масс, свойства шин и их влияние на колебания кузова, и дана оценка влияния применения внешней пневматической камеры на динамику движения ТТМ. Предложена динамическая двухмассовая колебательная система, реализованная в программной среде MathCAD.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ

Разработанный ПГА, представленный на *рис. 1* [17], снабжён дополнительной пневматической камерой 5, установленной па-

раллельно относительно самого ПГА. Сам ПГА имеет жидкостную полость (полости А и Б), заполненную амортизационной жидкостью и направленную на демпфирование колебаний, а также имеет цилиндрический резервуар (полость Г), заполненный сжатым воздухом под расчётным давлением и установленный на гидравлическую часть амортизатора соосно, который воспринимает совместно с дополнительной пневмокамерой усилия от дороги. Такая конструкция позволяет в значительной степени увеличить энергоёмкость упругого элемента ПГА и обеспечивает требуемую упругодемпфирующую характеристику в условиях бездорожья. Помимо этого, данное устройство позволяет проводить регулировку характеристик газовой пружины, что существенно повышает адаптационные возможности подвески. Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет исключить дополнительные упругие элементы подвески, облегчая тем самым конструкцию подвески.

При движении ТТМ удар от неровностей дороги гасится в основном за счёт упругости сжатого азота в полостях Д и Г при движении цилиндра 3 вверх относительно цилиндра 4 и частично за счёт сжатия азота в полости А. Объём полости А уменьшается во время такта сжатия за счёт вытеснения жидкости штоком 15, движущимся вниз относительно цилиндра 3, так как движение поршня 8 компенсирует вытеснение жидкости штоком.

Гашение амплитуды колебаний после удара (т. е. затухание колебаний) происходит за счёт гидравлического сопротивления поршня 7, вызванного протеканием жидкости через каналы и клапаны поршня 7.

УПРУГАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДЛАГАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Параметры упругого элемента предлагаемого ПГА оценим по его упругой характеристике – зависимости между вертикальной нагрузкой и деформацией подвески, измеряемой непосредственно над осью колеса [2, 19]. Для повышения энергоёмкости упругого элемента предлагаемого технического решения и обеспечения адаптации подвески не только к нагрузкам на колёса машины, но и к дороге с большими неровностями необходима нелинейная характеристика. Применение газовой пружины в качестве упругого элемента позволяет получить не только пологую прогрессивную характеристику, способную в значительной степени снизить колебательные процессы и жёсткость упругого элемента, а следовательно, повысить энергоёмкость подвески, но и обеспечить возможность регулировки данной характеристики в зависимости от дорожных условий.

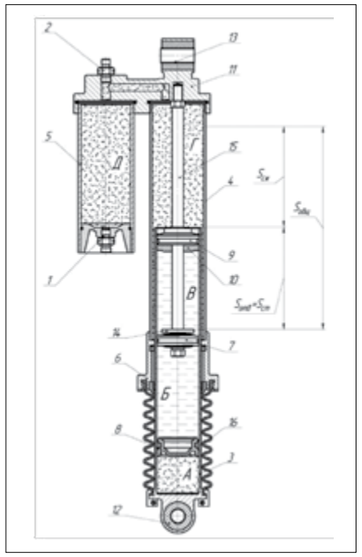


Рис. 1. *Конструктивные параметры ПГА с дополнительной пневматической камерой по патенту на полезную модель RU №218675: А – газовая компенсационная полость; Б и В – нижняя и верхняя жидкостная полость; Г и Д – газовая пружина; $S_{общ}$ – общий ход амортизатора; $S_{отб}$ – ход отбоя; $S_{сж}$ и $S_{ст}$ – ход сжатия и статическая деформация; 1 – предохранительный клапан; 2 – регулировочный клапан; 3 – нижний цилиндр; 4 – верхний цилиндр; 5 – дополнительная пневматическая камера; 6 –уплотнительная втулка; 7 – гидравлический поршень; 8 – пневматический поршень; 9 – направляющая (разделительная) втулка; 10 – амортизирующая прокладка; 11 – верхняя крышка амортизатора; 12, 13 – проушины для установки амортизатора; 14 – стопорное кольцо; 15 – шток; 16 – защитный кожух*

Поглощение силовых возмущений со стороны дороги в предлагаемом техническом решении обеспечивается за счёт давления сжатого воздуха в основной и дополнительной пневмокамере – камеры Г и Д (см. *рис. 1*), а жёсткость – объёмом, в котором находится сжимаемый воздух [9, 13].

Жёсткость упругого элемента характеризуется зависимостью давления от объёма сжимаемого воздуха. Ниже представлена формула расчёта жёсткости упругого элемента амортизатора от давления в пневмокамерах *P*, деформации *S* и объёма пневматических камер *V* [23, 24].

$$C = \frac{P \cdot F_{\eta}^{2}}{V - F_{\eta} \cdot S}, \quad (1)$$

где *S* – текущая деформация амортизатора (изменяется от 0 до $S_{общ} = S_{сж} + S_{отб}$); F_{η} – эффективная площадь рабочей полости ПГА; *V* – текущий объём воздуха в пневмокамерах Г и Д (см. *рис. 1*).

Изначально в качестве технического решения по повышению плавности хода предлагалась конструкция амортизатора без дополнительной пневмокамеры [16], однако данное решение приводит к повышенным значениям упругой характеристики в конце хода. Применение дополнительной пневматической камеры в предлагаемом техническом решении позволяет значительно снизить данные значения. Это показывает проведённое сравнительное математическое моделирование упругой характеристики для наиболее нагруженной задней оси ТТМ на базе шасси грузового автомобиля КАМАЗ-43502, представленных на *рис. 2* [24].

Из *рис.* 2 а видно, что полученная упругая характеристика имеет пологую характеристику, а применение дополнительной пневматической камеры (линия 2) делает упругую характеристику ещё более пологой, тем самым значительно снижая усилия на ходе сжатия (примерно на 61%) и одновременно даёт некоторое повышение усилий на ходе отбоя (примерно на 26%), обеспечивая таким образом более плавное поглощение неровности во всём диапазоне хода подвески.

Пересечение линий в точке О объясняется тем, что в качестве исходного для расчёта параметров пневматической системы амортизатора было принято расчётное усилие при статической нагрузке $P_{ст}$ снаряжённого автомобиля. От него рассчитываются усилия динамического сжатия $S_{сж}$ и отбоя $S_{отб}$. Положение точки О зависит от заданного первоначально давления в камерах Г и Д (см. *рис. 1*). Из чего следует, что параметры упругой характеристики могут варьироваться.

Как видно из *рис. 2 б*, жёсткость пневматического упругого элемента без применения дополнительной камеры имеет более прогрессивную характеристику (линия 1), чем на *рис. 2 а*, линия 1, и линии 1 и 2 не имеют пересечения. Объясняется

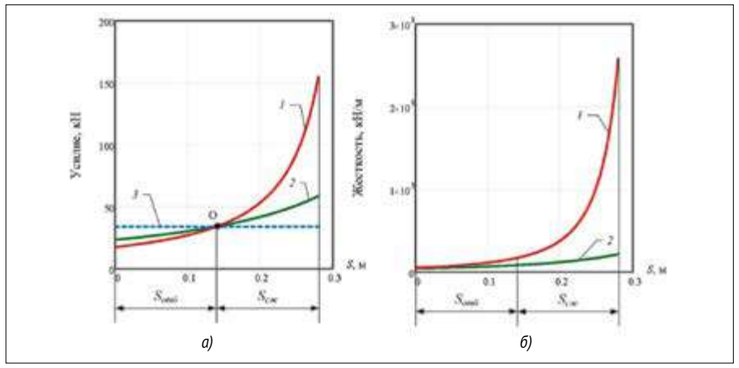


Рис. 2. *Результаты моделирования в MathCAD упругой характеристики (а) и жёсткости (б) амортизатора: 1 – усилие/жёсткость без дополнительной камеры; 2 – усилие/жёсткость с дополнительной камерой; 3 – линия, показывающая положение амортизатора под статической нагрузкой; $S_{отб}$ и $S_{сж}$ – ход отбоя и ход сжатия, м*

Рис. 3. *Расчётная схема двухмассовой колебательной системы при движении по синусоидальной неровности: а – моделируемые дорожные условия; б – расчётная двухмассовая модель машины; Ms – подрессоренная масса; Mu – неподрессоренная масса; ks – жёсткость газовой пружины амортизатора; kt – жёсткость шин; Cs – демпфирующая способность амортизатора; Ct – демпфирующая способность шин; z1, z2 – вертикальное перемещение неподрессоренной и подрессоренной массы; Va – направление (скорость) движения; H – высота неровностей; L – длина неровностей; q – синусоидальное кинематическое возмущение*

это тем, что жёсткость в большей степени зависит от объёма сжимаемого воздуха *V* и эффективной площади рабочей полости F_{η}, которые обеспечиваются конструктивными параметрами. Применение дополнительной камеры в значительной степени снижает жёсткость элемента в конечном ходе сжатия $S_{сж}$. Так, в случае статической нагрузки на амортизатор жёсткость упругого элемента снижается на 51%, и в конечном ходе подвески жёсткость упругого элемента снижается на 92%.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРЕДЛАГАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

Оценку работы предлагаемого технического решения будем проводить путём сравнительного математического моделирования двухмассовой колебательной системы с применением амортизатора с дополнительной камерой и без неё.

Известно, что автомобиль можно представить как колебательную систему, состоящую из нескольких масс, соединённых между собой упругодемпфирующими связями [22]. Такая система позволяет проанализировать вертикальные колебания масс ТТМ. В качестве источника возмущения со стороны дороги будут рассматриваться установившиеся колебания, описывающие синусоидальные неровности. Хоть установившиеся колебания возникают сравнительно редко, однако они позволяют рассмотреть наиболее нагруженный режим работы подвески. Данные колебания также позволяют максимально приближённо смоделировать движение по наиболее тяжёлому бездорожью в условиях Крайнего Севера – кочкарник [4], дорога в данных условиях пролегает по заболоченной местности, покрытая кочками.

Расчётная схема машины при движении по синусоидальной неровности и моделируемые дорожные условия представлены на *рис. 3*.

Динамика системы, представленной на *рис. 3 б*, описывается следующей системой дифференциальных уравнений [13, 15, 22]:

$$\begin{cases} Mu \cdot \ddot{z}_1 + Ct(\dot{z}_1 - dn) + Cs(\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + kt(z_1 - n) + ks(z_1 - z_2) = 0 \\ Ms \cdot \ddot{z}_2 + Cs(\dot{z}_2 - \dot{z}_1) + ks(z_2 - z_1) = 0 \end{cases}, \quad (2)$$

где *dn* и *n* – функции возмущения от дороги (перемещение и скорость).

При установившихся (вынужденных) колебаниях возмущение колебаний задано функцией и её производной кинематического возмущения со стороны дороги, которые рассчитаны по следующим формулам:

$$dn = H \cdot w_q \cdot \cos\left(w_q \cdot t\right), (3)$$

$$n = H \cdot \sin\left(w_q \cdot t + \varphi\right). (4)$$

где w_q – заданная частота внешнего возмущения, c^{-1}; φ – фазовый сдвиг, *t* – рассматриваемый временной промежуток колебательного процесса.

Для получения численного решения данной системы дифференциальных уравнений исходные системы уравнений (1) и (2) были приведены к форме Коши и выполнена замена обобщённых переменных системы (математические переменные) переменными MathCAD (называемые машинными переменными) [10, 25].

Для численного решения в программной среде MathCAD воспользовались методом Рунге – Кутта с фиксированным шагом (*rkfixed*). Метод Рунге – Кутта устойчив для решения многих задач динамики, и обычно решение проблем начинают с него [10, 25]. В задачах динамики шаг интегрирования выбирают исходя из наибольшей парциальной частоты в системе. В нашем случае был выбран интервал интегрирования *t* = 0…3 секунд.

В колебательной системе в результате перемещений масс возникают ускорения этих масс, так в ТТМ вертикальные виброускорения и их разброс достигают больших значений. Влияние неподрессоренной массы на ускорение подрессоренной массы значительно больше, чем на перемещение. Это связано с тем, что амплитуда ускорений включает в качестве множителя квадрат частоты, в связи с чем резонансные ускорения подрессоренных масс значительны [12, 18, 21].

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

На *рис. 4* приведены результаты моделирования колебаний двухмассовой динамической модели подвески, полученные при движении по синусоидальной неровности. Высота данной неровности была

задана в 0,13 м, а её длина 3 м с частотой возмущения $w_q = 17{,}4\ с^{-1}$, что соответствует скорости движения ТТМ в 30 км/ч. Данное условие приводит к максимальному ходу подвески как на сжатие, так и на отбой, что позволяет оценить обеспечение постоянного контакта колеса с дорогой, возможность возникновения пробоя подвески, влияние возникающих виброускорений на утомляемость водителя и продолжительность допустимого воздействия полученных виброускорений.

Из результатов моделирования, представленных на *рис. 4*, видно, что после переходного процесса (примерно после 1 секунды) колебания приобретают установившийся характер. Перемещение подрессоренной массы (линия *Z2*, *рис. 4, а* и *в*) имеет сдвиг по фазе относительно неподрессоренных масс, обусловленный тем, что при наезде на неровность сначала происходит движение неподрессоренной массы, а затем самого кузова.

В случае применения амортизатора без дополнительной пневматической камеры полученные синусоидальные кривые колебательного процесса (*рис. 4, а* и *б*) имеют завышенные значения. Так, применение такого технического решения приводит к потере контакта колеса с дорогой, т. к. перемещения колёс значительно меньше, чем высота неровностей. Это в свою очередь, несмотря на отсутствие пробоя подвески, т. к. перемещения не превышают значения динамического хода подвески, заданного в 0,14 м, приводит к повышенным перемещениям кузова машины, которые значительно повышают его ускорения.

Применение предлагаемого технического решения с дополнительной пневматической камерой позволило значительно снизить значения колебаний кузова и кратно уменьшить значения ускорения кузова, а также обеспечить постоянный контакт колеса с дорогой. Полученные кривые колебательного процесса, представленные на *рис. 4 в* и *г*, показывают, что колесо копирует профиль неровности, обеспечивая тем самым постоянный контакт колеса с дорогой. Однако пробоя подвески не происходит, т. к. при движении в заданных условиях максимальное движение неподрессоренной массы составляет 0,13 м.

Перемещения кузова в данном случае значительно меньше, чем перемещения колеса. Ход подрессоренной массы в области установившихся колебаний на 46% меньшие, чем у неподрессоренных масс, что доказывает повышенную поглощающую способность предлагаемого амортизатора. Так, в результате данного перемещения кузова его ускорение после переходного процесса достигает значений 3 м/с^2 (*рис. 4, г*), что позволяет двигаться по данной неровности на протяжении 60 минут без снижения утомляемости водителя согласно установленным требованиям по вертикальным ускорениям с определённым временем воздействия на человека, представленных в ГОСТ 31191.1-2004 [9, 11, 26].

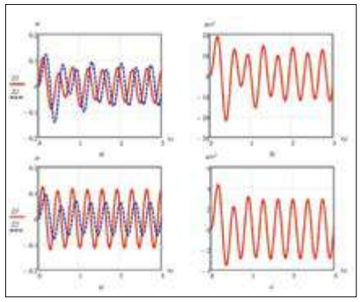


Рис. 4. *Результаты моделирования в MathCAD изменения характеристик колебательного процесса подрессоренной и неподрессоренной массы автомобиля по времени t (сек.), полученные в результате проезда синусоидальной неровности высотой 0,13 м: Z1 и Z2 – перемещение неподрессоренной и подрессоренной массы; а – перемещение (ход) масс автомобиля без дополнительной камеры; б – ускорение кузова без дополнительной камеры; в – перемещение (ход) масс автомобиля с учётом дополнительной камеры; г – ускорение кузова с учётом дополнительной камеры*

Анализ моделирования показывает, что амплитуда колебаний зависит от частоты возмущения, следовательно, от скорости движения ТТМ, а также от длины неровности.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ И ВЫВОДЫ

Предлагаемая конструкция ПГА сочетает в себе гасящий элемент (демпфирующий), направленный на снижение колебаний ТТМ, и поглощающий элемент (упругий), направленный на снижение ударной нагрузки от толчков со стороны неровностей дороги, а также обеспечивает возможность регулировки упругих характеристик в зависимости от дорожных условий и типа ТТМ.

Применение ПГА с дополнительной пневматической камерой позволило снизить в конце хода подвески упругую характеристику примерно в 2,5 раза, делая её более пологой. А также снизить динамические нагрузки за счёт снижения первоначального давления в камерах и увеличения объёма сжимаемого воздуха, что привело к уменьшению жёсткости подвески в конце хода примерно в 12 раз, повышая тем самым энергоёмкость подвески.

Проведённое сравнительное математическое моделирование работы предлагаемых амортизаторов – с дополнительной пневмогидравлической камерой и без неё, показывает, что снижение жёсткости упругого элемента пневмогидравлического амортизатора позволяет значительно стабилизировать колебательный процесс. Это, в свою очередь, даёт колесу возможность обеспечить постоянный контакт с дорогой, копируя её профиль, значительно снизить перемещения кузова (на 46%) и кратно уменьшить (в 8 раз) значения ускорений.

Результаты проведённого сравнительного моделирования работы путём использования установившихся колебаний как наиболее нагруженного режима работы демонстрируют, что предлагаемый амортизатор работает в допустимых пределах без повышенных нагрузок, плавно поглощая её и снижая возможность возникновения пробоя подвески. Это, в свою очередь, понижает силовое воздействие на кузов.

Выбранные расчётные схемы колебательного процесса в вертикальной плоскости при движении ТТМ позволяют в полной степени оценить динамические свойства не только кузова, но и неподрессоренных масс машины.

Получена математическая модель совместной работы пневмогидравлического амортизатора, подвески транспортно-технологической машины и колеса, реализованная в среде MathCAD.

Таким образом, посредством теоретического исследования работы предлагаемого автором амортизатора показана возможность применения устройств подобного типа в подвесках ТТМ, обеспечивающего эффективное поглощение возмущений, вызванных при эксплуатации ТТМ в условиях бездорожья, без необходимости использования дополнительных упругих элементов в виде металлических рессор, металлических пружин и пневмобаллонов. А представленная математическая модель позволяет оценить обеспечивающие динамические показатели колебательных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Repin, S.V. Study on effects of damping characteristics of base chassis suspension on operational safety of transport and handling machinery / Repin S.V., Bukirov R.R., Vasilieva P.V. // Transportation Research Procedia 50 (2020) – P.574–581.
2. Repin, S. Improving the movement smoothness of a mobile repair shop for machinery servicing in the Arctic / Repin, S., Bukirov, R., Vorontsov, I., Gordienko, V. & Rajczyk, P. / Transportation Research Procedia 57 (2021) – P. 553–561.
3. Алексей Жирухин. Вы очень удивитесь, когда узнаете, как выглядят дороги Арктики. – [Электронный ресурс].
4. Алексей Жирухин. Интересные особенности дорог Крайнего Севера, которые могут удивить жителя средней полосы России. – [Электронный ресурс].
5. Букиров Р.Р. Моделирование процессов демпфирования подвески транспортно-технологических средств на базе автомобильных шасси в арктических условиях эксплуатации // Техническое обеспечение доступности арктических регионов: материалы III Всероссийского научного семинара [27 октября 2022]. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. – С. 57–65.
6. Букиров Р.Р., Васильева П.В. Моделирование характеристик однотрубного гидропневматического амортизатора // Актуальные проблемы современного строительства: материалы 73-й Научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. – В 2 ч. – Ч. 2. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2020. – 232 с.
7. Букиров Р.Р., Репин С.В. Разработка подвески базового шасси транспортно-технологических машин // Техническое обеспечение доступности арктических регионов: материалы III Всероссийского научного семинара [27 октября 2022]. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. – С. 91–96.
8. Васильева П.В., Репин С.В. Дроссельно-клапанная система гидропневматического амортизатора ходовой части транспортно-технологической машины // Техническое обеспечение доступности арктических регионов: материалы III Всероссийского научного семинара [27 октября 2022]. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. – С. 97–103.
9. Виброзащитные свойства подвесок автотранспортных средств: монография / В.В. Новиков, И.М. Рябов, К.В. Чернышов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва; Вологда: Инфа-Инженерия, 2021. – 384 с. – ISBN: 978-5-9729-0634-5.
10. Волков И.В., Рубан В.Г. Сравнительные исследования динамических качеств вариантов экипажной части восьмиосного электровоза // Вопросы конструирования и исследования магистральных и промышленных электровозов: сб. научн. тр. – Тбилиси, 1990. – С. 55–59.
11. ГОСТ 31191.1-2004. Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка её воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. Приложение В; Межгосударственный стандарт: утверждён и введён в действие приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии 12 декабря 2007 г. № 357-ст межгосударственный стандарт 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997); введён впервые: дата введения 2018-02-01. – М.: Стандартинформ, 2010 // Кодекс: электрон. фонд правовой и нормат.-техн. информ.
12. Дербаремдикер А.Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей. – М.: Машиностроение, 1969. – 236 с.
13. Динамика движения. Регулируемые подвески: учеб. пособие / Чернышов К.В. [и др.]. – 2-е изд. – Москва; Вологда: Инфа-Инженерия, 2023. – 160 с. – ISBN: 978-5-97-29-11-93-6.
14. Добромиров В.Н., Острецов А.В. Конструкции амортизаторов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобиле- и тракторостроение». – М: МГТУ «МАМИ», 2007. – 47 с.
15. Манжула А.В. Пневмоподвеска, анализ и перспективные конструктивные решения / А.В. Манжула, Н.С. Севрюгина, А.И. Савлук // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://scienceforum.ru/2013/article/2013002880 (дата обращения: 18.09.2023).
16. Патент № 204114 Российская Федерация, МПК F16F 9/06 (2006.01), B60G 13/06 (2006.01). Пневмогидравлический амортизатор: № 2020143768 заявл. 28.12.2020; опубл. 07.05.2021 / Артемьев В.Н., Репин С.В., Добромиров В.Н., Букиров Р.Р., Васильева П.В.; заявитель СПбГАСУ. – 8 с., 2 ил. – Текст: непосредственный.
17. Патент № 218675 Российская Федерация, МПК F16F 9/06 (2006.01). Пневмогидравлический амортизатор с выносной пневматической камерой: № 2023100475 заявл. 10.01.2023; опубл. 05.06.2023 / Букиров Р.Р.; заявитель Букиров Роман Рустамович. – 10 с., 3 з. п. ф-лы, ил. – Текст: непосредственный.
18. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колёса. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
19. Репин С.В. Исследование упругой характеристики нового пневмогидравлического амортизатора / С.В. Репин, В.Н. Добромиров, Д.С. Орлов // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 5 (76). – С. 260–269.
20. Репин С.В. Построение имитационной модели упругой характеристики беспробойного пневмогидравлического амортизатора при работе в условиях Крайнего Севера / С.В. Репин, Д.С. Орлов // Техническое обеспечение доступности арктических регионов: материалы III Всероссийского научного семинара [27 октября 2022]. – Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2022. – С. 19–24.
21. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода. – М.: Машиностроение, 1972. – 393 с.
22. Рубан В.Г. Решение задач динамики железнодорожных экипажей в пакете Mathcad: учеб. пособие / В.Г. Рубан, А.М. Матва. – Ростов н/Д: Рост. гос. ун-т путей сообщения, 2009. – 99 с.
23. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023681508 Российская Федерация. Программа расчёта прогрессивной упругой характеристики пневмогидравлического амортизатора / Букиров Р.Р.; Букиров Роман Рустамович. – № 2023680669; дата поступления 10.10.2023; дата государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ 16.10.2023. – 1 с.
24. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683969 Российская Федерация. Программа расчёта и оценки энергоёмкости упругого элемента пневмогидравлического амортизатора с прогрессивной упругой характеристикой / Букиров Р.Р.; Букиров Роман Рустамович. – № 2023682884; дата поступления 02.11.2023; дата государственной регистрации в реестре программ для ЭВМ 13.11.2023. – 1 с.
25. Системный подход к исследованию и разработке информационных систем: метод. указания к лаб. работам / сост.: Д.И. Левковский, Р.И. Макаров. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 56 с.
26. Шеховцов В.В. Подрессоривание кабин колёсных и гусеничных машин: учеб. пособие. – М.: Инфра-инженерия, 2023. – 276 с. – ISBN: 978-5-9729-1350-3.

УДК 629.08

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКА МАШИН (НА ПРИМЕРЕ МНОГОЦЕЛЕВОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ)

INVESTIGATION OF OPTIONS FOR THE FORMATION OF A FLEET OF VEHICLES (USING THE EXAMPLE OF A MULTI-PURPOSE CONSTRUCTION MACHINE)

Ануфриев Кирилл Андреевич,
студент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Anufriev Kirill Andreevich,
student of St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

АННОТАЦИЯ. В статье проведён анализ нормативной документации по проведению работ по формированию парков машин на примере многоцелевой строительной машины. Предложена методика формирования различных вариантов парков машин с учётом срока службы машины, приведены показатели возрастных изменений технического состояния.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: эффективность, парк машин, срок службы, эксплуатация, универсальность.

ABSTRACT. The article analyzes the regulatory documentation for the work on the formation of car parks on the example of a multi-purpose construction machine. The method of formation of various variants of car parks is proposed, taking into account the service life of the car, the indicators of age-related changes in technical condition are given.

KEYWORDS: efficiency, fleet, service life, operation, versatility.

Расширяются объёмы строительства, особое внимание уделяется районам Арктики и Сибири, где плохо развита сеть автомобильных дорог. Так как объёмы работ большие, желательно использовать мобильную технику с высокой проходимостью на базе пневмоколёсных тракторов для постройки транспортных путей и магистралей. Эта техника должна быть универсальной, то есть иметь возможность выполнять различные виды работ или комплекс работ. Такая техника разработана автором статьи в СПбГАСУ [1]. Перед растущими объёмами работ следует увеличивать парки машин. Можно покупать машины новые, не новые, со сроком эксплуатации, а какие-то вовсе списывать. Поэтому стоит задача в формировании и оптимизации парков таких машин из имеющегося в более новый и мощный по наработке. Имеется много методик расчёта, но одна из лучших методик, на взгляд автора, – это методика, разработанная на кафедре Наземных транспортно-технологических машин сотрудниками СПбГАСУ [2, 3, 4].

Методика позволяет рассчитывать оптимальный парк машин одного класса по нескольким технико-экономическим показателям. Например, как: по уровню надёжности, описываемым коэффициентом готовности, экономическим показателям, выручке, прибыли, рентабельности. В качестве ограничений может выступать заданный интервал наработки машин, по которому как раз и рассчитывается мощность планируемого парка.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Методика предусматривает формирование парков машин с учётом покупки новых машин, не новых, машин, требующих капитальный ремонт и машин, подлежащих ликвидации, то есть списанию. Методика построена на основе анализа изменения параметров надёжности машин, таких как коэффициент готовности и коэффициент снижения рыночной стоимости.

Идея оптимизации состоит в том, чтобы была максимальная эффективность создаваемого парка машин. Для этого должны быть, с одной стороны, и минимальные вложения в создание и эксплуатацию парка, и получение максимальной прибыли. Затраты на владение и эксплуатацию парка имеют две составляющие, такие как владение и эксплуатация. Если покупать новую машину, то издержки владения будут большие. Если старую, то издержки эксплуатации будут со временем расти. Поэтому задача в формировании парка состоит в приобретении как новых машин, так и не новых на рынке техники, чтобы суммарные затраты были минимальными.

По данной методике разработана программа в программной среде Excel. Для работы в программе необходимо ввести исходные данные о рыночной стоимости и наработки машин разных возрастных групп. Чтобы получить такие данные по новым и не новым машинам, было проведено исследование, как изменяется надёжность машин, наработка и рыночная стоимость машин в зависимости от срока службы.

Исследование показало, что наработка машин по кривой изменяется на *рис. 1*, а кривая изменения рыночной цены меняется на *рис. 2*. Величина $e^{-0,084x}$ является коэффициентом готовности на *рис. 1*. Разбивая машины по группам, получаем, что первая группа машин имеет наработку T_0, третья группа имеет наработку T_3, четвёртая группа попадает в капитальный ремонт T_4, а последняя, седьмая группа идёт на списание T_7. ВГ – возрастные группы.

Задача исследования заключается в том, чтобы из парка машин «А», который имеется, создать парк «Б», который имеет большую мощность по наработке в машино-часах. Мощность по наработке рассчитывается исходя из планируемых объёмов работ. Известны следующие источники повышения работоспособности парка, такие как:

1. Приобретение новых машин (возраста T_0) по цене $C_м$ в количестве $X_{пок}$, машины поступают в первую ВГ.
2. Покупка новых машин по цене $C_м$ путём продажи техники разных ВГ в количестве $X_{пр}$ по цене $C_{пр}$.
3. Покупка не новых машин по цене $C_{нн}$ в количестве $X_{нн}$, машины поступают не в первую ВГ, а в более низкую, соответствующую их техническому состоянию.
4. Проведение капитального ремонта машин в количестве $X_{кр}$ с затратами на ремонт в размере $Z_{кр}$, при этом отремонтированные машины переходят в более высокую по техническому состоянию ВГ.
5. Списание машин в количестве $X_{сп}$ с ликвидационной стоимостью $C_{лик}$, обычно списываются машины самой низкой ВГ.

Возрастные группы машин:

1. Машины после покупки.
2. Машины после проведенного капитального ремонта.
3. Машины не новые.
4. Машины, попадаемые под капитальный ремонт.
5. Машины, которые продаются.
6. Машины, попадаемые под вторичный капитальный ремонт.
7. Машины, подлежащие списанию (ликвидации).

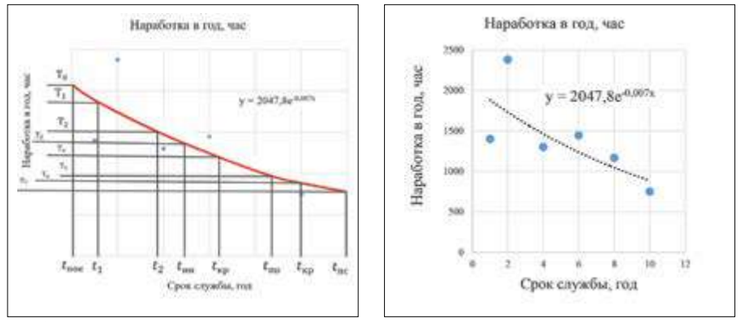


Рис. 1. Кривая изменения наработки машин в зависимости от срока службы

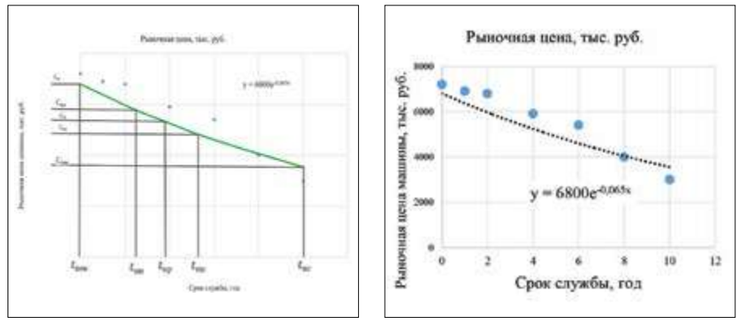


Рис. 2. Кривая изменения рыночной стоимости машин в зависимости от срока службы

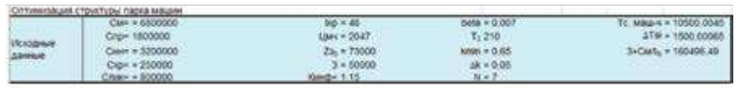


Рис. 3. Исходные данные для обновления парка путём покупки машин

Решение задачи происходит с помощью средства оптимизации Excel «Поиск решения». Получается новое решение, представленное на строках, обладающее требуемой мощностью парка по наработке, дающее прибыль, рентабельность и срок окупаемости в месяцах.

Переменные в программе Excel:

$C_м$ – стоимость новой машины, руб.;

$C_{пр}$ – цена продажи машины, руб.;

$C_{нн}$ – стоимость не новой машины, руб.;

$C_{кр}$ – стоимость капитального ремонта, руб.;

$C_{лик}$ – стоимость машины, подлежащей ликвидации, руб.;

$t_{кр}$ – момент времени проведения первого капитального ремонта, час;

$Ц_{мч}$ – цена машино-часа пользования данной машиной, руб.;

$Zэ_0$ – среднемесячные эксплуатационные затраты новой машины, руб.;

T_7 – месячная наработка новой машины, час;

З – заработная плата машиниста, руб.;

β – коэффициент старения по наработке;

t_c – наработка машины на списание, час;

N – количество возрастных групп, шт.;

k_{min} – минимальное значение коэффициента готовности, при котором машина подлежит списанию в возрасте t_c;

Δ*k* – постоянный шаг разбиения парка машин;

T_i – суммарная наработка *i*-той возрастной группы парка за месяц, час;

$Zэ_i$ – среднемесячные затраты на технические обслуживания и ремонты по мере старения машины *i*-той возрастной группы, руб.;

k_i – коэффициент готовности *i*-той возрастной группы машин;

B_a – выручка от эксплуатации парка машин, руб.;

P_a – прибыль от эксплуатации парка машин, руб.;

$t_{ок}$ – срок окупаемости парка машин, мес.;

R – рентабельность парка машин, %.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРКА МАШИН В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ EXCEL

Для того чтобы воспользоваться данной методикой, необходимо получить информацию: о ценах машин, *рис. 2*, о падении наработки машин в зависимости от срока службы, *рис. 1*, так как программа допускает покупать машины и новые, и разного срока службы, а также продавать машины, уровень надёжности которых опустился ниже приемлемой величины; требуется провести исследование по данному типу машин, как меняется их стоимость и наработка в зависимости от срока службы; следует провести технико-экономическое исследование составляющих, таких как: эксплуатационные затраты в зависимости от срока службы, выручка, прибыль и рентабельность. Ниже представлен вариант расчёта, включающий в себя блок ввода исходных данных, *рис. 3*. Представлены параметры балластных групп, которые показывают изменения характеристик параметров, таких как: надёжность машин, выраженная коэффициентом готовности машин, наработка машин в зависимости от срока службы, затраты на эксплуатацию, *рис. 4*.

На основании изучения параметров машин получена формула изменения наработки машин со временем и изменение рыночной цены. В каждой возрастной группе рассчитываются показатели, такие как: наработка в месяц, затраты на эксплуатацию в месяц, изменение параметров со сроком службы.

Полученная модель представляет собой целочисленную задачу линейного программирования. Приведено решение этой задачи в Excel с использованием сервисного пакета «Поиск решения» при следующих исходных данных, *рис. 3*: A = 25 единиц техники, $C_м$ = 6,8 млн руб. (стоимость пневмоколёсного трактора с отвалом типа «бабочка»), $C_{НН}$ = 3 200 000 руб., $C_{пр5}$ = 1 800 000 руб., $C_{кр}$ = 2 500 000 руб., $C_{лик}$ = 800 000 руб., $t_{кр}$ = 48 мес., $Ц_{м\text{-}ч}$ = 2857 руб., β = 0,007 мес.$^{-1}$, T_0 = 210 маш.-ч, k_{min} = 0,65, Δk = 0,05, N = 7.

Значения ограничительных параметров: размер инвестиций на модернизацию парка машин $C_{инвест}$ = 40 млн руб., максимальное количество машин в новом парке B_{max} = 100 (то есть практически количество машин не ограничивается), интервал значений требуемой наработки парка машин T_b = 5200...100 000 маш.-ч. (также практически количество машин не ограничивается). Значения затрат Z_b, выручки B_b и прибыли P_b в итоговом столбце указаны в миллионах рублей [5, 6, 7].

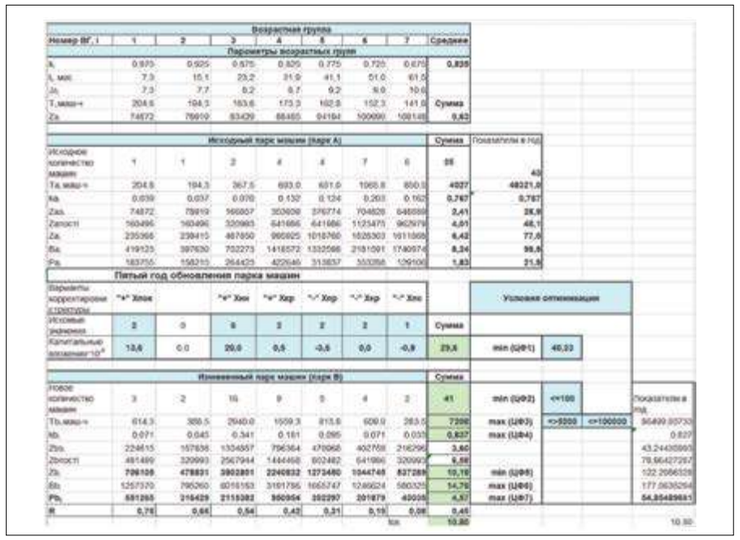


Рис. 4. Решение задачи оптимизации (вариантов формирования) парка машин средствами Excel

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная программа позволяет оптимизировать состав парка по ряду целевых функций: уровню капитальных вложений, количеству машин в парке, величине наработки, коэффициенту готовности и экономическим характеристикам, таким как минимизация затрат на эксплуатацию парка, максимизация выручки, рентабельности и срока окупаемости. Любой из рассчитываемых параметров может быть параметром оптимизации.

В данном случае программа показывает, что данный комплект машин в более мощном по наработке парке «Б» имеет рентабельность 45%.

Научная новизна заключается:

- в анализе изменения наработки машины на базе пневмоколёсного трактора в зависимости от срока службы;
- в анализе изменения рыночной стоимости;
- в нахождении нового оптимального решения для парка машин по выбранным исходных данным;
- в новых результатах, полученных данной программой для оптимизации парка данного типа машин.

Практическая значимость заключается в реализации методики для расчёта оптимального состава парка машин, которой может воспользоваться любое производственное предприятие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Анализ рынка дорожно-строительных машин в России и эволюция потребительских качеств этих машин / Максимов С.Е., Репин С.В., Зазыкин А.В., Чечуев В.Е. // Строительные и дорожные машины. – 2019. - № 7. С. 3–12.
2. Ануфриев К.А., Масленников Н.А. Разработка конструкции бульдозера для многоцелевых строительных работ. – М.: Строительные и дорожные машины № 11. – 2022. – 6–9 с.
3. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надёжности. – М.: Советское радио. – 1969. – 488 с.
4. Вегер Л.Л. Обновление машинных парков: проблемы эффективности – М.: Наука, 1990. – 120 с.
5. Волков Д.П., Николаев С.Н. Надёжность строительных машин и оборудования: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Высшая школа, 1979. – 400 с.
6. Надёжность и эффективность эксплуатации транспортно-технологических машин / С.В. Репин, С.А. Евтюков, А.В. Зазыкин, К.В. Рулис. – СПб.: Издательский дом «Петрополис», 2017. – 404 с.
7. Репин С.В. Надёжность и эффективность эксплуатации транспортно-технологических машин / С.В. Репин, С.А. Евтюков, А.В. Зазыкин, К.В. Рулис. – СПб.: Петрополис, 2017. – 273 с.

Статья профинансирована за счёт гранта СПбГАСУ № 2С23.

УДК 62-523

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН ИНДУСТРИИ 4.0

RESEARCH OF UNMANNED CONSTRUCTION COMPLEXES APPLICABILITY AND DEVELOPMENT OF THE OPERATION ALGORITHM OF INDUSTRY 4.0 TRANSPORTATION TECHNOLOGICAL MACHINE

Мусливец Михаил Александрович,
студент Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Muslivets Mikhail Alexandrovich,
student of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

Литвин Роман Андреевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры НТТМ Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета

Litvin Roman Andreevich,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the NTTM Department of the St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering

АННОТАЦИЯ. В этой статье рассматривается возможность настройки прямолинейного движения и работы с камерой автономных строительных машин, а также анализ производительности. Сначала исследуются алгоритмы как рулевого управления, так и управления скоростью. Когда система движется вперёд, алгоритмы управления основаны на кинематической модели и на модельных подходах к управлению с предсказанием. Когда система движется задним ходом, предлагаются и сравниваются два разных контроллера рулевого управления. Были проведены эксперименты в программе «TRIK Studio» с мобильным роботом. Статья представляет результаты научно-исследовательской работы, проводимой в рамках конкурса грантов на выполнение научно-исследовательских работ научно-педагогическими работниками СПбГАСУ (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет») в 2023 году.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспортно-технологические машины, строительные и дорожные машины, производительность, эффективность, информационные технологии, роботы, нанотехнологии, робототехника, нейросети, Индустрия 4.0.

ABSTRACT. This article discusses the possibility of motion control for autonomous construction machinery and performance analysis. First, the algorithms of steering and speed control are investigated. As the system moves forward, the control algorithms are based on a kinematic model and on model approaches to predictive control. When the system is reversing, two different steering controllers are proposed and compared. Experiments were conducted in the “TRICK Studio” program with a mobile robot. The article presents the results of the research work carried out within the framework of the grant competition for the performance of research works by scientific and pedagogical staff of St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering (St. Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering) in 2023.

KEYWORDS: transport and technological machines, construction and road machines, productivity, efficiency, information technology, robots, nanotechnology, robotics, neural networks, Industry 4.0.

На протяжении многих лет исследователи и производители широко подчёркивали преимущества разработки автоматизированных систем для строительной и сельскохозяйственной техники, в частности, для повышения эффективности работы на длительные операции. Системы автоматического рулевого управления становятся обычным явлением (например, Agco AutoGuide, Agrocom Edrive, Autofarm AutoSteer, Case IH AccuGuide, John Deere AutoTrac) и ориентированы на точное следование по параллельным трассам. Однако сегодня требуются более продвинутые функциональные возможности, в частности для движения по пересечённой местности. Фактически оператор всё ещё должен регулярно выполнять манёвры в конце каждого ряда, прежде чем повторно задействовать автоматическую систему наведения на следующем пути следования. Чтобы воспользоваться преимуществами полностью автоматических сопряжённых решений и, следовательно, снизить нагрузку оператора, необходимо тщательно изучить автоматизацию манёвров [1].

Десятилетиями автоматизация промышленности в России была направлена на плотное взаимодействие с зарубежными компаниями. Ситуация дестабилизировалась уже в 2020 году, когда в результате пандемии возник дефицит комплектующих для электроники. Отечественный рынок с огромным трудом переживал многократное увеличение сроков поставки чипов. Эти события показали важность инвестиций в разработку собственной микроэлектронной продукции. В 2022 году рынок автоматизированных систем столкнулся с новым вызовом: за короткий период времени из России ушли крупные компании [2].

Объём и темп прироста рынка автоматизированных систем управления технологическими процессами АС в России в 2015–2022 годах (в стоимостном выражении, млн руб.) показан на *рис. 1*.

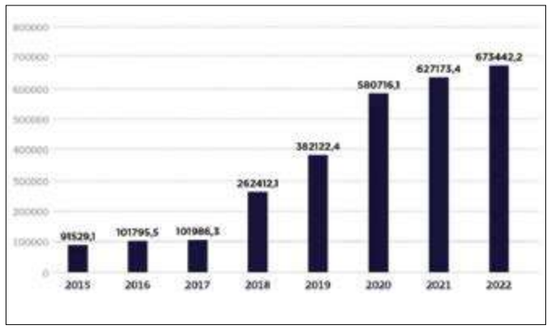


Рис.1. *Динамика продаж промышленных АС в России*
Figure 1. *Dynamics of sales of industrial speakers in Russia*

Сегодня автомобильный сектор является главным потребителем промышленной робототехники, используемой на производствах по всему миру. На данный момент число промышленных роботов, применяемых в автомобильной промышленности, достигло рекордного количества, превысив один миллион. По сведениям Международной федерации робототехники, данное количество составляет примерно одну треть от общего количества внедрённых роботов в различных производственных областях. Активное продолжение и усиление исследовательских работ в этом направлении являются крайне важным аспектом научных исследований на сегодняшний день.

Для решения данной задачи было проведено исследование возможностей использования автоматизированных строительных машин в рамках концепции «Индустрия 4.0». Данный процесс включает проведение расчётов и сравнение традиционных технических средств с новыми инновациями по нескольким параметрам.

Примером может служить роботизированный комплекс Exosystem, разработанный компанией Built Robotics, который успешно интегрируется с традиционными строительными машинами. Это технологическое развитие не только увеличивает эффективность и производительность, но и ставит важные вопросы в отношении безопасности и этики использования автоматизированных систем. Ответы на эти вопросы представляют собой существенную задачу для будущих исследований в сфере робототехники и автоматизации производства. [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим установку Exosystem – её состав, принцип работы и основные функции. Возьмём бульдозер с системой и дополнительным оборудованием, которое устанавливается и на техническую базу машины, как показано на *рис. 2*.

Рис. 2. *Бульдозер с роботизированной системой Индустрии 4.0*
Figure 2. *A bulldozer with an Industry 4.0 robotic system*

Все дополнительные элементы, установленные на машине, являются составной частью Индустрии 4.0. Благодаря им механизм способен выполнять задачи самостоятельно, что повышает эффективность и безопасность на строительной площадке. Эти элементы включают различные датчики, радары, видеокамеры, системы GPS и программные алгоритмы роботизированных комплексов. Все элементы конструкции взаимодействуют друг с другом и передают информацию непосредственно на панель управления или устройство контроллера (планшет, смартфон, ноутбук), позволяя контроллеру быстро реагировать на любые обстоятельства [4].

Был проведён анализ двух типов работы строительной машины. Рассмотрим два случая. В первом случае ТТМ не оснащена системами беспилотных установок, а во втором – все дополнительные системы установлены. Наше исследование будет сконцентрировано на производительности в процессе работы машин. Для этого мы воспользуемся формулой 1, описывающей эксплуатационную производительность бульдозера:

$$П = \frac{3600 \cdot V_{пр} \cdot K_н \cdot K_у \cdot K_в}{K_р \cdot t_ц}, \quad (1)$$

где $V_{пр}$ – объем призмы волочения, м^3;

$K_в$ – значение, учитывающее время использования машины (0,8–0,9),

$K_у$ – влияние уклона земляной площадки. Во время работы на уклонах от 5–15 % значение увеличивается от 1,35 до 2,25; при разработке грунта на подъёме коэффициент уменьшается (с 0,67 до 0,4),

$K_н$ – коэффициент наполнения геометрического объёма призмы волочения (0,85–1,05),

$K_р$ – коэффициент разрыхления (1,1–1,5),

$t_ц$ – время цикла.

В данном контексте всё зависит от времени цикла работы технической транспортной машины (ТТМ). Благодаря беспилотным системам процесс реагирования на поставленную задачу будет выполняться более эффективно, чем при управлении оператором. Таким образом, время цикла, обозначенное как $t_ц$, может быть представлено следующим образом (обычно оно составляет 15–25 сек.):

Для ТТМ с беспилотными агрегатами изменим стандартную формулу, ведь управлять машиной будет роботизированная система, поэтому формула 1 преобразуется и показана ниже:

$$П = \frac{3600 \cdot V_{пр} \cdot K_н \cdot K_у \cdot K_в \cdot K_а \cdot K_э}{K_р \cdot t_ц \cdot K_{от}}, \quad (2)$$

где $K_{от}$ – коэффициент отклика робота (0,1–0,2),

$K_а$ – коэффициент автономности (0,5),

$K_э$ – коэффициент эквивалентности времени работы робота (1,5).

Таким образом, в уравнение входят несколько коэффициентов, а именно: отзывчивости робота, его автономности, равнозначности времени функционирования робота, которые определяют реакцию робота на разнообразные воздействия в процессе его работы в системах автоматизации. Эти воздействия включают сбор информации с датчиков, вероятные погрешности при передаче информации по радио- или проводным каналам, а также временной промежуток ожидания роботом в режиме бездействия, когда он ждёт выполнения следующей задачи.

Из вышесказанного вытекают следующие выражения (3, 4, 5), описывающие коэффициенты автономности, эквивалентности времени работы робота, отклика робота:

$$K_{от} = \Delta t_{spread} \cdot Tt_{hrm} + 2 \cdot \Delta t_{trans} = 20 \text{ мс} = 0{,}2 \text{ с}, \quad (3)$$

где Δt_{spread} – время между переключением активности: 10 мс,

Tt_{hrm} – тепловая постоянная времени: 10 мс,

Δt_{trans} – время передачи: 10 мс.

$$Ka = (1-P_e) \cdot (1-P_c) \cdot (1-P_f) = 0{,}5, \quad (4)$$

где P_e, P_c, P_f – вероятности событий классов (e, c, f),

e – состояния, связанные непосредственно с роботом и его ПО,

c – состояния, связанные с оборудованием клиента,

f – состояния, связанные с процессами обеспечения системы материалами для дальнейшей работы, если разрешение этих состояний не связано с использованием дополнительных сотрудников.

$$K_э = ExS \cdot TEX = 1{,}5, \quad (5)$$

где *ExS* – поправочный коэффициент скорости выполнения операций,

TEX – суммарное время работы программного робота при выполнении полного цикла операций.

В данном контексте мы намерены исходно использовать значения коэффициентов автономности ($K_а$) и эквивалентности времени работы робота ($K_э$) на основе наблюдений и теоретических данных. В последующих этапах исследования эти коэффициенты будут доработаны и точнее определены в результате проведения экспериментов [5].

Возьмём в качестве иллюстрации и рассмотрим технические характеристики колёсного бульдозера:

Результаты исследования запишем в таблицу 1 и построим графики зависимости производительности и времени двух случаев [6].

Таблица 1

V (объём грунта), м^3	П	$t_ц$	$K_н$	$K_у$	$K_р$	$K_{от}$	$K_а$	$K_э$	$K_в$
14	650	25	1	1,5	1,2	-	-	-	0,8
14	2 400	25	1	1,5	1,2	0,2	0,5	1,5	0,8

Полученные значения производительности разделим на 10 смен и вставим в таблицу 2.

Таблица 2

Смена	Традиционные/Traditional	Беспилотные/Unmanned
	П	П
1	2 016	7 560
2	4 016	8 560
3	5 516	9 060
4	7 516	10 260
5	8 516	12 060
6	10 516	14 160
7	12 516	16 260
8	13 416	18 360
9	14 416	20 460
10	15 216	22 560

В ходе анализа функционирования технических транспортных средств (ТТС) были выявлены закономерности и измерены показатели эффективности. Графическое представление результатов представлено на рис. 3.

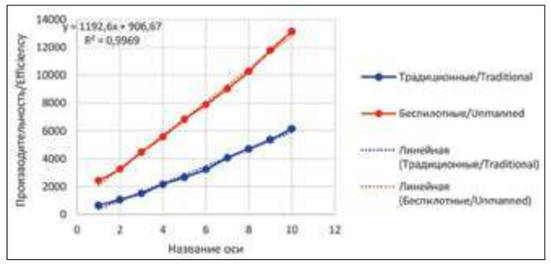


Рис. 3. *Зависимость производительности от смен*
Figure 3. *Dependence of productivity on shifts*

Для автоматизации определённого процесса в строительной и дорожной технике можно использовать «принцип регулятора». Основная концепция заключается в том, что регулятор управляет элементами управления строительной машины, опираясь на внешние параметры. Например, это может быть регулирование силы схватывания для брёвен или минимизация отклонения движения бульдозера при его автономном передвижении вперёд в процессе земельных работ.

На рис. 4 представлена часть блок-схемы по управлению роботом, которая была сделана в программе TRIK Studio системы управления движением бульдозера в процессе его прямолинейного движения и работы с камерой. Из схемы видно, что при установке скорости (V) на уровне 80% от максимальной и коэффициента пропорциональности (L), равного от 0,85 до 1,25, мы создаем саморегулирующуюся систему. Программа заключается в контроле объектов перед роботом. Программа начинается с того, что мы задаём все переменные [7].

Рис. 4. *Предложенная схема автоматики движения*
Figure 4. *Proposed movement automation scheme*

Переменная *a* – это функция нейросети, которая детектирует объект. Данную переменную оставим исходной, позже рассмотрим поиск и объяснение объектов в будущих публикациях/статьях.

Переменные *x, y, z* – это габариты объекта. Изначально значения равны 0, после работы эти данные будут заполняться автоматически.

objCheck – переменная, которая имеет два значения (1 или 0). Объект перед лицом машины, если он есть, то значение сразу 1. Если его нет, то 0. Изначально мы предполагаем, что объектов нет – значит, примем значение 0. Объектом в данном случае являются люди и другие машины. Людей ориентируем по каскам и габаритам, машины – по окраске (жёлтой, оранжевой, красной) и по габаритам.

IF – если/условие. Если объект появился, значит, мы сразу отправляемся проверять объект по камере.

WHILE – цикл, показания значения ошибки. Если больше 3, то говорим, что робот уезжает от своей цели и ему нужно проверить, есть ли рядом люди. Для этого на блок-схеме показан блок «Моторы Стоп» сразу после WHILE, это для того, чтобы проверить, есть ли рядом объекты.

Далее можно увидеть применение следующего выражения:

$$error = 0 - ((encoder4 + encoder2) - (ncoder1 + encoder3)), \quad (6)$$

где *error* – разница между показаниями датчика и уставкой,

encoder – датчик угла поворота, преобразующий значения вращения колёс в сигналы (цифровые или аналоговые).

Выражение 6 описывает ошибку (*err*), которая будет возникать при движении. Отсюда можно увидеть, что значение ошибки может быть как положительным, так и отрицательным. *Encoder* – это измерительный преобразователь, предназначенный для преобразования угла поворота вращающегося объекта, индексы (1), (2), (3), (4) указывают на порты (E1, E2, E3, E4), как продемонстрированно на *рис. 4*. Учитывая это, можно применить выражение:

$$u = L \cdot error, \quad (7)$$

где *u* – управляющее воздействие, *L* – коэффициент пропорциональности, *error* – ошибка (от англ. error).

Выражение 7 создает управляющее воздействие на колёса машины. Если робот будет съезжать с прямой линии, то регулятор будет исправлять его движение и выводить обратно на прямолинейное движение. Распишем подпрограмму для переключений камер, *рис. 5*. После включение камеры ожидаем команды от пульта управления робота – это его общая система, которая отвечает за распределение задач по всей системе. Дальше идёт детект по камере, а именно *objCheck*, также проверяем на 1 или 0 наше условие «*IF*», идет ожидание 5 мс, и если *objCheck* = 0, то данную процедуру снова проверяем на наличие объекта в поле зрения. Если *objCheck* = 1, то дальше записываем все данные и выводим на командную консоль оператора с помощью *Print* (команда *Python*), 5 мс – задержка, потом выключаем камеру и выходим из подпрограммы [8].

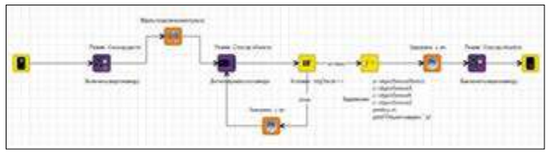


Рис. 5. *Блок-схема подпрограммы автоматики*
Figure 5. *Block diagram of the automation subroutine*

Применение автономных систем управления в строительной технике, таких как нейросети и пропорционально-дифференциальные регуляторы, а также автономные анализирующие системы, например бортовые компьютеры, представляет собой мощный инструмент для улучшения производительности и безопасности в строительной отрасли. Они обеспечивают более точные и надёжные результаты, сокращают время выполнения работ и снижают риски для работников. Данные технологии уже активно используются, и их роль в строительстве в будущем будет только увеличиваться.

В заключение можно сделать вывод, что использование автономных строительных машин увеличит производительность и безопасность на стройплощадке, сократит время выполнения задачи и упростит рабочий процесс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной научной статье были рассмотрены алгоритмы управления автономных строительных машин в контексте Индустрии 4.0. В ходе исследования были изучены материалы и технологии, лежащие в основе создания автономных систем управления для строительных машин, а также проанализированы существующие методы и подходы к решению данной проблемы. Также в ходе работы был произведён сравнительный анализ двух транспортных машин, а именно колёсного бульдозера. Исследование проводилось на производительность и эффективность техники.

Результаты исследования показали, что использование предложенных алгоритмов управления позволяет повысить производительность работы строительных машин и улучшить безопасность процесса строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Christophe Cariou, Roland Lenain, Michel Berducat (Ed.). Autonomous maneuvers of a farm vehicle with a trailed implement in headland // International Conference on Robotics and Automation. – 2010 – Vol. 11 – P. 3819–3824.
2. Липкин Е. Б. Индустрия 4.0: умные технологии – ключевой элемент в промышленной конкуренции. – М.: Остек-СМТ, 2017. – 223 с.
3. Alasdair Gilchrist (Ed.). Industry 4.0: The Industrial Internet of Things // Wiley-ISTE. – 2016. – Vol. 4. – P. 103-125.
4. Peter Corke (Ed.). Robotics, Vision, and Control // Springer Tracts in Advanced Robotics. – 2023. – Vol. 2. – № 2. – P. 127-158.
5. Волков С.А., Евтюков С.А. Строительные машины: учебник для строит. вузов. – Изд. перераб. и доп. – СПб.: ДНК, 2012. – 597 с.
6. Sebastian Thrun (Ed.). Probabilistic Robotics // MIT Press. – 2005. – Vol. 4. – P. 167–180.
7. Евтюков С.А. Наземные транспортно-технологические машины: монография / С.А. Евтюков, С.С. Евтюков, А.В. Чудаков, Е.В. Куракина; под общ. ред. С.А. Евтюкова. – СПб.: Петрополис, 2016. – 504 с.
8. Bruno Siciliano (Ed.). Springer Handbook of Robotics // Springer Handbooks. – 2008. – Vol. 2. – № 3. P. 67–86.

Статья публикуется по результатам проведения научно-исследовательской работы, проводимой в рамках конкурса грантов на выполнение научно-исследовательских работ обучающимися СПбГАСУ (ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет») в 2023 году. Статья профинансирована за счет гранта СПбГАСУ №50С23.

ОРГАНИЗАТОР
МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ОПЕРАТОР
МКВ
МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОНГРЕССЫ И ВЫСТАВКИ
ARMY
МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «АРМИЯ-2024»
12–18 АВГУСТА
ПАТРИОТ ЭКСПО
www.rusarmyexpo.ru

XXVII Московский международный Салон изобретений и инновационных технологий

АРХИМЕД

19 - 21 марта 2024

КОНКУРСНАЯ ПРОГРАММА:

Международная выставка изобретений, новых продуктов и услуг

•

Презентация высокотехнологичных проектов

•

Международная выставка товарных знаков «Товарный знак - Лидер»

•

Международная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы изобретательской и патентно-лицензионной деятельности»

Заявки на участие принимаются до 1 марта 2024 года

105187, г.Москва, ул.Щербаковская, д.53, к.В,
ООО "АрхимедЭкспо",
Телефон/факс:
+7(495) 366-14-65
+7(495) 366-03-44
e-mail: mail@archimedes.ru
www.салон-архимед.рф

www.салон-архимед.рф