



Тематические страницы газеты **Коммерсантъ**

## Авиастроение

Вторник 5 декабря 2023 №226 (7671 с момента возобновления издания)

kommersant.ru

14 Какие задачи в области авиастроения и космонавтики можно решить с помощью 3D-печати

16 Маркетплейс FlyMarket обещает стать драйвером для беспилотной индустрии

# Для будущего отрасли и страны

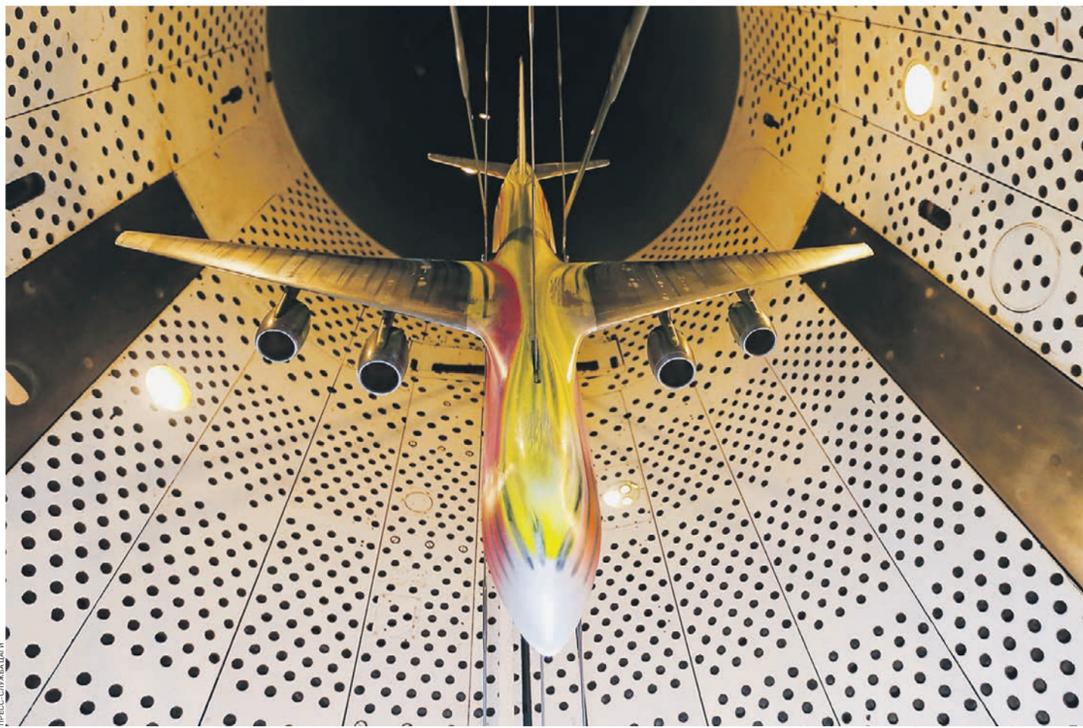
Особую роль в наращивании отечественного промышленно-экономического потенциала играет авиационная отрасль, решающая широкий спектр жизненно важных задач. И здесь на первый план выходит научный потенциал Центрального аэрогидродинамического института им. профессора Н. Е. Жуковского (ЦАГИ; входит в НИЦ «Институт им. Н. Е. Жуковского»), где, как известно, получают путевку в небо все создаваемые в стране летательные аппараты. Сегодня внимание руководства, ученых и специалистов ЦАГИ сосредоточено как на флагманских проектах отрасли, так и на перспективных разработках в интересах самолето- и вертолетостроения, в том числе самых знаковых ИЗ НИХ.

— импортозамещение —

**Флагманский, безопасный, свой** В числе флагманских проектов отечественной авиационной отрасли, над которыми работает ЦАГИ, выделяется МС-21 — среднемагистральный авиалайнер нового поколения, ориентированный на наиболее востребованный сегмент рынка пассажирских авиаперевозок в России. Самолет создается ПАО «Яковлев» на базе новейших разработок в области авиастроения.

Среди основных преимуществ МС-21 — высокое аэродинамическое совершенство за счет композитного крыла большого удлинения, отечественный двигатель нового поколения ПД-14, обеспечивающий пониженный удельный расход топлива, надежная цифровая система управления, самая большая в своем классе ширина пассажирского салона и прохода между креслами и многое другое. Заявленная максимальная крейсерская скорость воздушного судна — 0,82 Мах, дальность — до 5100 км. Планируется, что авиалайнер сможет вместить до 211 пассажиров.

ЦАГИ активно вовлечен в этот важнейший для национального авиастроения проект. Специалисты института принимали участие в проектировании самолета, в частности разработке компоновки крыла большого удлинения, современной взлетно-посадочной механизации и мотогондолы двигателя ПД-14. Знаковыми стали статические испытания МС-21, подтвердившие его прочностные характеристики. Особое внимание было уделено



исследованиями кессона крыла, изготовленного из отечественных композитов. Изделие подвергли разрушающим нагрузкам, существенно превышающим реально возможные. Кроме того, часть конструкции нагревалась в специально созданных в лаборатории климатических условиях — это позволило изучить влияние температуры на прочностные характеристики. В результате удалось доказать безопасность и надежность основного силового элемента крыла в самых неблагоприятных условиях эксплуатации.

Прочности центра авиационной науки изучили и случаи аварийной посадки МС-21: по нормативам Федеральных авиационных правил в этих условиях двигатель должен отделяться от самолета во избежание утечки и возгорания топлива. Приложив к агрегату 110% от максимальной расчетной нагрузки, ученые продемонстрировали безопасное отделение двигателя с частью пиллона от конструкции крыла.

Также специалисты ЦАГИ провели эксперименты для отработки аварийной посадки авиалайнера на воду, изучили источники шума МС-21 — на местности, в салоне, кабине экипажа — и дали рекомендации по его снижению. Одними из ключевых стали расчетные и стендовые исследования по разработке алгоритмов комплексной системы управления, обеспечивающих высокий уровень безопасности полета.

### По курсу — импортозамещение

Еще один флагманский проект в русле курса на импортозамещение — ближнемагистральный узкофюзеляжный пассажирский

самолет SJ-100, создаваемый ПАО «Яковлев» (филиал «Региональные самолеты») на основе регионального авиалайнера SSJ-100.

Архитектурные решения борта практически не изменились, компоновка самолета осталась прежней: это двухдвигательный низкоплан со стреловидным крылом и однокилевым оперением. На замену импортному оборудованию встает российское, по результатам эксплуатации базовой версии улучшаются характеристики воздушного судна. Кабина экипажа модернизирована и содержит широкоформатные дисплеи, аналогичные применяемым в МС-21.

ЦАГИ выполняет ряд работ по данному проекту. Так, проведены цикл расчетов и модификация законцовки крыла для улучшения обтекания летательного аппарата на взлетно-посадочных режимах. Кроме того, в целях увеличения ресурса конструкции планера (в частности, узла крепления горизонтального оперения) в институте был реализован комплекс расчетно-экспериментальных исследований амплитудно-частотного спектра скорости потока. Среди других результатов — изучение аэродинамических характеристик крейсерской конфигурации самолета, определение оптимального положения и формы вихрегенераторов, которые устанавливаются на мотогондole двигателей ПД-8.

Особо важным вопросом в условиях достижения импортозамещения является разработка надежных отечественных двигателей. В ЦАГИ проведен комплекс исследований, цель которых ремоторизация и интеграция маршевой силовой установки (МСУ) с ПД-8 на импортзамещенных самолетах

Superjet 100 (SJ-100). Среди конкретных достижений — завершение экспертизы проекта мотогондолы и воздухоподборника на соответствие техническому заданию, выполнение проверочных и оптимизационных расчетов аэродинамики МСУ с двигателем. В большой аэродинамической трубе института прошли испытания модели воздухозаборника и мотогондол ПД-8 в составе SJ-100. Результатом стали рекомендации по аэродинамической интеграции и газодинамической устойчивости МСУ в составе летательного аппарата, а также материалы к выдче заключения по допуску МСУ с ПД-8 к первому вылету самолета.

Еще один масштабный фронт работ ЦАГИ — сертификационные ресурсные испытания SJ-100. В целях проведения исследований на усталостную прочность и эксплуатационную живучесть прошлым летом в институте был доставлен планер самолета. Пятилетняя программа испытаний охватит 100 тыс. лабораторных полетов.

### Рабочие лошади для регионов

Новый виток развития получает малая авиация, предназначенная для выполнения полетов по региональным авиалиниям. Это необходимо прежде всего для всестороннего развития обширных территорий нашей страны: районов Центральной России, Сибири, Дальнего Востока. Создание таких воздушных судов требует особого подхода.

Один из примеров — исследования ЦАГИ в интересах АО «Уральский завод гражданской авиации» (УЗГА). Как альтернатива Ан-24, Ан-26, Ан-26-100 и Як-40 для выполнения региональных авиаперевозок создается тур-

бовинтовой региональный самолет ТВРС-44. «Ладога» имеет оптимальное сочетание характеристик коммерческой нагрузки, скорости и дальности полета, взлетно-посадочных характеристик, обеспечивая при этом строгое выполнение современных экологических требований, предлагая умеренные эксплуатационные расходы, высокий уровень комфорта для пассажиров и удобство для экипажа. Планируется, что воздушное судно сможет эксплуатироваться на неподготовленных грунтовых, травяных, снежных площадках и аэродромах с короткой взлетно-посадочной полосой, включая полеты при экстремально высоких и низких температурах.

Самолет «Ладога» спроектирован по традиционной схеме «высокоплан» с верхним расположением крыла, что обеспечивает надежную эксплуатацию с грунтовых взлетно-посадочных полос. В качестве силовой установки на авиалайнер планируется устанавливать два двигателя ТВ7-117СТ-02 мощностью по 2,6 тыс. л. с. каждый. Максимальная взлетная масса ТВРС-44 составит 17,5 тыс. кг, рабочая высота полета — до 7,6 тыс. м. Потребная длина взлетно-посадочной полосы — 1,3 тыс. м.

Специалисты института по заказу АО УЗГА выполнили комплекс работ по ТВРС-44 «Ладога». В аэродинамической трубе малых скоростей они изучили аэродинамические характеристики модели самолета, влияние на них обтекателей шасси, вертикального и горизонтального оперения, рулей управления. Еще одним блоком задач стало исследование поведения авиалайнера в ситуации отказа одного из двигателей. На следующем этапе ученые ЦАГИ провели серию катапультных испытаний динамической подобной модели воздушного судна с целью подтверждения безопасности вынужденной посадки на воду. Кроме этого, было исследовано поведение «Ладоги» на больших углах атаки и в свободном шоптере. Все рекомендации центра авиационной науки будут учтены при разработке соответствующих эксплуатационных документов.

### Объединяя науку и практику

Тесное взаимодействие исследовательских и промышленных организаций сегодня играет огромную роль. Такой подход позволяет синтезировать лучшие практики и подходы, что дает новые возможности стратегически значимым направлениям, в том числе авиации. Среди примеров успешной кооперации — открытие в Технопарке ЦАГИ научно-производственной лаборатории ПАО «Яковлев».

Основное направление деятельности нового резидента Технопарка ЦАГИ — техническое обслуживание и ремонт компонентов современных воздушных судов: SSJ-100, его модификации SJ-100, создаваемой по программе импортозамещения, а также новейшего лайнера МС-21. В частности, речь идет о работах с пилотажно-навигационным, радиосвязным, светотехническим оборудованием, системами индикации и регистраторами полетной информации, автопилотом и т. д. Кроме того, компетенции лаборатории охватят вопросы, связанные с электронными компонентами, применяемыми в системах управления самолетом, шасси, а также электроснабжении, кондиционировании и др.

# Инвесторы идут навстречу технологиям

— инвестиции —

**Санкционная политика недружественных стран «подарила» технологическим компаниям, создающим инновационную продукцию, в том числе в области аэрокосмоса и беспилотных авиасистем, целый спектр мер поддержки: для них запускаются акселераторы и программы доразвития, предоставляются субсидии, резидентство в технологических долинах, гранты на проведение научно-исследовательских работ и налоговые льготы. Ожидается, что подобные меры приведут российскую отрасль к технологическому суверенитету и откроют рынок для новых игроков. Пользуясь мерами государственной поддержки, российские инновационные компании существенно нарастили свой инвестиционный потенциал, и венчурные фонды, заметно сбавившие активность после событий 2022 года, начали активно к ним присматриваться. Об особенностях инвестирования в российские инновации, «Ъ» рассказали эксперты рынка венчурного финансирования: инвестиционный директор фонда «Восход» ЕГОР НАЗАРОВ, управляющий директор Фонда суверенных технологий НТИ АРСЕНИЙ РОЗИНСКИЙ и генеральный директор АО «УК ИНТЦ „Аэрокосмическая инновационная долина“» ПАВЕЛ НОВИЦКИЙ.**

— На что при рассмотрении инвестпроекта инвестор обращает внимание в первую очередь? Какие аспекты критически важны, а какие являются предметом обсуждения?

**ЕГОР НАЗАРОВ:** При рассмотрении проектов в большинстве случаев важен целый ряд критериев: от мотивированных основателей и команды с глубокими компетенциями в развитии продукта и продажах до наличия технологии, которая прошла испытания и в перспективе может изменить рынок, структуру потребления или бизнес-процессы. Чрезвычайно важны в проекте подтвержден-

ная бизнес-модель и разработанная стратегия его масштабирования на глобальных рынках, наличие у компании коммерческих контрактов. Желательно, чтобы сама компания работала на растущем рынке и обладала потенциалом двузначного среднегодового темпа роста в перспективе ближайших пяти лет. Также мы внимательно смотрим на то, насколько проработана воронка продаж и каков потенциал нелинейной капитализации бизнеса.

При этом, например, отсутствие базовой технологии в продукте (либо отсутствие самого продукта в целом) может быть приемлемо для ранних стадий посевных инвестиций — так называемой стадии seed, но в таком случае мы должны быть абсолютно уверены, что команда способна пройти этот барьер технологической реализации и дойти с посевными средствами до стадии MVP, то есть минимально жизнеспособного продукта.

Перечислю особо важные «красные флаги». Это, во-первых, отсутствие команды или ключевого фаундера — история, наиболее характерная для университетских стартапов. Такие проекты выглядят брошенными, и без должной мотивации в подборе сотрудников — чем вынужден будет заниматься инвестор, если решится на сделку, — проект, скорее всего, закончится. Во-вторых, искаженный инвестиционный запрос — истории, когда компания запрашивает средства на погашение долга, так называемый cashout, когда инвестиции не поступают в капитал компании, а идут напрямую к основателям. И в-третьих, отсутствие рынка для понятного продукта, что выльется в посредственную капитализацию компании.

**АРСЕНИЙ РОЗИНСКИЙ:** Нужно отметить, что венчурное финансирование в российских условиях продемонстрировало свою наибольшую пригодность в вопросах доразвития проектных инициатив: от технологического стартапа, подтвердившего уровень создания успешного прототипа своего продукта или услуги, до технологической компании, обеспечивающей собственной выручкой решения задач дальнейшего технологического развития. Таким образом, важны: высокая или близкая к вы-

сокой технологическая зрелость решения, само решение, в свою очередь основанное на прорывных (сквозных) технологиях, внятная модель коммерциализации результата проекта.

**ПАВЕЛ НОВИЦКИЙ:** Сразу оговорюсь — ИНТЦ «Аэрокосмическая инновационная долина» не инвестирует в проекты самостоятельно. Мы выступаем оператором: предлагаем партнерским инвестиционным фондам проекты наших резидентов, организуем питч-сессии, помогаем готовить необходимые документы и, если это необходимо, сопровождаем процесс инвестирования с юридической стороны. Мы выстроили такую «службу единого окна», чтобы компании, входящие в контур «долины», получили необходимые им инвестиции, а фонды, в свою очередь, рассматривали максимально релевантные и перспективные проекты. В планах увеличение количества фондов партнеров для закрытия потребностей наших резидентов.

Кроме того, при содействии губернатора Рязанской области Павла Викторовича Малкова ИНТЦ реализует проекты в области привлечения инвестиций в развитие инфраструктуры гринфилда в Рязанской области — как через собственные средства резидентов, так и через фонды и профессиональные контакты. Мы понимаем всю меру ответственности — проект ИНТЦ является очень важным как для региона, так и для страны в целом, поэтому со стороны правительства области мы находим полное понимание и содействие — как субсидиями, так и административной и личной поддержкой.

По нашему опыту в первую очередь инвесторы обращают внимание на сам проект: насколько он уникален, востребован, масштабируем, и насколько его можно просчитать. Не менее важную роль играет команда — всегда нужно понимать, кто будет работать над проектом.

Сейчас мы имеем партнерские отношения с 10 инвестиционными фондами. Пул наших резидентов довольно разнообразен и неуклонно растет, поэтому мы активно ищем новых инвестиционных партнеров. Нам есть что предложить в том числе и потому, что все предлагаемые

проекты прошли тщательный отбор, прежде чем попасть в «долину», как с технологической, так и с финансово-экономической точки зрения.

— Какие отрасли наиболее привлекательны именно для вашего фонда?

**Е. Н.:** Фокус нашего фонда в проектах, имеющих в основе глубокую НИОКР, еще такие проекты называют deeptech. Основные направления, по которым работает фонд «Восход», — искусственный интеллект, новые материалы, квантовые технологии, сенсорика и робототехника, распределенный реестр и распределенные вычисления, Life Sciences, EnergyTech, AgroTech, SpaceTech, а также проекты, которые можно отнести к «новой мобильности»: это касается беспилотного и электротранспорта, новых типов двигателей и систем хранения энергии.

**А. Р.:** В среднесрочном горизонте наше внимание будет сосредоточено в проектах, направленных на создание дровов и обеспечение их лучшими технологическими решениями: от новых материалов до софтверных решений.

**П. Н.:** Наш непосредственный профиль — аэрокосмические системы и технологии и все, что так или иначе с ними связано. Также по нашему опыту мы можем выделить повышенный интерес к беспилотным технологиям, к системам искусственного интеллекта различного применения, к аддитивным технологиям и 3D-печати, IT-проектам, в том числе в области виртуальной и дополненной реальности, и инновационным решениям в области медицины.

— Насколько инвестор вовлечен в процесс управления компанией? И в целом что именно, кроме денег, он может предоставить для инновационной компании?

**Е. Н.:** В случае нашего фонда ответом будет «достаточно вовлечен». Для перспективных инновационных компаний остро стоит вопрос не только в привлечении финансов (в России существует множество различных институтов развития), но и в том, насколько эти финансы (читай — инвестор) помогут им развиваться.

# авиастроение

## «Рынок аддитивных технологий развивается семимильными шагами»

Аддитивные технологии — отрасль промышленности, в которой изделия изготавливают из различных материалов методом 3D-печати. В России это направление появилось не так давно, но уже набрало уверенные обороты, ведь внедрение аддитивных технологий открывает перед предприятиями возможности по созданию принципиально иных способов производства взамен традиционных: литья, механической обработки, сварки и других. Почему аддитивные технологии стали одним из основных драйверов развития российской промышленности, какие задачи они помогают решать в области авиастроения и космонавтики и как ускорить темпы роста этого рынка, «Ъ» рассказал генеральный директор ООО «НПО „3D-Интеграция“» (i3D) **Михаил Родин**.

— интервью —

— Основным направлением деятельности группы компаний ООО «НПО „3D-Интеграция“» (i3D) является разработка, производство и системная интеграция промышленных 3D-систем на российских предприятиях в разных отраслях промышленности: машиностроении, литье, авиакосмосе, автопроме, медицине и других, а также в образовании и науке. Вы занимаетесь аддитивными технологиями, проще говоря — 3D-принтерами, и решениями для контроля и обратного проектирования на основе 3D-сканеров. Аддитивное производство — мир молодой, сложный и многослойный. Можете рассказать о нем простыми словами?

— Прежде всего нужно сказать, что в мире аддитивных технологий мы занимаемся только профессиональными и промышленными решениями. История мелких потребительских решений из области consumer market совсем не про нас. На огромном промышленном поле мы специализируемся в трех основных областях, первая из которых — применение 3D-печати для создания формовочной оснастки для литья (с использованием песчаных, полимерных и керамических 3D-принтеров), вторая — применение 3D-печати металлических сплавов для машиностроения, третья — медицина. Когда речь идет о 3D-печати металлических изделий из металлических порошков, то сейчас они изготавливаются методом 3D-печати на огромных станках, которые иногда достигают шестиметровой высоты. Мы работаем с тремя технологиями 3D-печати: печать лазерным лучом, печать с помощью электролучевого синтеза и методом струйной печати связующего. Дополнительно к этому мы приступаем к развитию одной из редких пока в России технологий 3D-печати — керамической печати: она особенно востребована в космосе, поскольку детали из керамики по твердости приближаются к алмазам и имеют очень хороший коэффициент температурного расширения, не меняя форму при низких космических температурах.

3D-печать уже нашла свое применение и занимает достойное место в промышленности по всему миру: ни одна отрасль не обходится без использования этой технологии. Сейчас во всем мире специалисты уже говорят не о лабораторных, научных применениях, а о внедрении 3D-печати в массовое производство, однако она никогда не заменит полностью традиционные способы изготовления деталей, а лишь дополнит их.

— В последние годы внедрение аддитивных технологий в производственные цепочки идет в стране довольно бурно. По вашему мнению, российские темпы роста применения аддитивных технологий уже достигли уровня Китая, США или стран ЕС?

— К сожалению, пока Россия сильно отстает от мировых темпов развития АТ. Недавно мы с коллегами, будучи в Китае, посетили промышленную выставку, на которой были представлены пять основных китайских производителей 3D-принтеров, после чего съездили на их заводы и ознакомились с оборудованием. По нашим представлениям, количество 3D-принтеров, суммарно производимых этими компаниями в год, уже превышает количество аналогичных машин, совместно выпускаемых США и странами ЕС. На сегодняшний день наша доля аддитивных технологий по сравнению с общим мировым объемом промышленного производства весьма незначительна: по оценкам консалтинговой компании Wohlers Associates, регулярно исследующей мировой рынок аддитивных технологий, Россия зани-

мает на нем менее 1%. С одной стороны, наше отставание обусловлено тем, что в России сегодня нет ни одного крупного завода по серийному производству 3D-принтеров, способных обеспечить одинаковую повторяемость печати для промышленного применения. С другой стороны, нам не хватает системного подхода: те же китайцы достигли почти пятикратного роста в отрасли буквально за последние пару лет, сумев перестроить и развить производство за время пандемии COVID-19. Если Россия начнет заниматься вопросом 3D-печати системно, то я уверен, что и мы за два-три года сможем добиться сопоставимых результатов. Все зависит от намерения, с которым мы планируем наверстывать это отставание.

— Насколько отечественная промышленность понимает свою потребность в технологиях 3D-печати? Или рынок медленно растет в том числе и потому, что не сформирован внутренний спрос, а мышление главных конструкторов и технологов, то есть тех людей, которые, наоборот, должны быть адептами технического прогресса, несколько консервативно?

— Хороший вопрос. По нашему мнению, ситуация обстоит так: российские предприятия, и в частности их главные конструкторы, пока еще находятся на стадии осознания собственных потребностей в 3D-печати и возможности самих 3D-принтеров. К сожалению, до сих пор не существует межотраслевых ГОСТов на материалы по аддитивным технологиям, на которые могли бы опираться конструкторы. Сертифицировано и паспортизовано очень небольшое количество материалов, а то, что было сертифицировано, сделано для западных образцов оборудования, которые сейчас недоступны. Если нет материалов, конструкторам очень трудно перестраиваться.

Сейчас на самих предприятиях уже установлено достаточно много промышленных 3D-принтеров, но большей частью они используются для создания разнообразных прототипов, НИОКР и работают в тестовых режимах, в отличие от Китая, Европы и США, на заводах которых стоят по 30–100 машин, серийно печатающих однотипную продукцию для промышленного применения. Исходя из масштабного подхода КНР, напрашивается вывод о востребованности и эффективности 3D-печати: если каких-то два года назад китайцы делали лишь небольшие детали для двигателей, то сегодня они в огромных количествах печатают крупные детали для спутников, самолетов, автомобилей, ракетополетов, производят большой объем продукции в интересах оборонной промышленности.

Что касается России, то в области оборонных технологий наша страна отличается большой консервативностью, и внедрить технологические новации в текущие процессы очень сложно. Кроме того, большинство российских промышленных компаний, относящихся к «передовым», являются государственными корпорациями, а люди в них не отличаются горячим желанием брать на себя риски внедрения новых технологических подходов.

В современном мире, где прогресс развивается на высоких скоростях, побеждают те компании, которые соответствуют его быстрым темпам. А рынок аддитивных технологий развивается семимильными шагами: на протяжении последних 15 лет он растет по экспоненте, в среднем на 20% в год. Повторюсь, наше осознание своих возможностей и потребностей на рынке аддитивных технологий лишь вопрос времени, но если мы его упустим, нам грозит серьезное отставание во многих остальных высокотехнологичных отраслях, включая станкостроение, космическую, авиационную, автомобиль-



ную, радиоэлектронную и оборонную промышленность.

— По вашему мнению, аддитивные технологии на сегодняшний день один из основных драйверов развития российской промышленности?

— Да, причем не только российской, но и мировой. Наряду с другими ключевыми направлениями, которые вытягивают промышленность вперед, — ИИ, квантовыми технологиями, робототехникой, микроэлектроникой — использование аддитивных технологий обеспечивает переход к новому технологическому и экономическому укладу. Одно из очевидных преимуществ 3D-печати в том, что она позволяет печатать детали необычной формы, включая те, что изготовить традиционными способами просто невозможно. Геометрия деталей обычно сложна и состоит из ряда элементов (например, внутренних каналов и скрытых полостей), и изготовление их традиционными методами занимает много времени, а иногда просто невозможно, в то время как 3D-печать позволит создать деталь за короткий срок в одном производственном цикле в целой сборке (то есть сделать как единое целое вместо печати 50 отдельных частей). Это обеспечивает большую свободу при конструировании и сильно удешевляет сам процесс производства.

Использование аддитивного производства позволяет с помощью оптимизации деталей уменьшать ее вес от 10% до 75%, что особенно актуально для космической и авиационной промышленности, где соотношение между массой и рабочими характеристиками детали напрямую влияет на экономическую эффективность разработки.

Кроме того, в 3D-печати можно применять интерметаллиды, другие специальные сплавы и сложные композитные материалы, которые невозможно использовать в традиционных технологиях. Таким образом, использование аддитивных технологий позволяет компаниям очень сильно ускорить производство нужных заказчику деталей — как при изготовлении, так и непосредственно при прототипировании, сокращая за счет этого внутренние операционные процессы.

Но самое главное преимущество 3D-печати — это время/скорость. Используя эту технологию, многократно ускоряется процесс разработки и выпуска изделий малых серий. Те компании, которые овладели этим методом, выходят все с новыми и новыми разработками гораздо быстрее своих конкурентов. В нашем бешеном мире скорость — это ключевой элемент конкуренции.

— Какие ведущие игроки отрасли сегодня стимулируют успех аддитивного производства в авиакосмической и оборонной промышленности?

— Среди лидеров я бы назвал, во-первых, «Росатом», который еще в 2019 году заключил с правительством РФ соглашение о развитии высокотехнологичного направления «Технологии новых материалов и веществ», а также утвердил «дорожную карту», одной из ключевых составляющих которой стали аддитивные технологии. Также в числе лидеров по высокотехнологичному аддитивному производству — ОДК, входящий в ГК «Ростех», и российский государственный судостроительный холдинг ОСК с его «Корабелькой».

— Малый вес, высокая агрегация изделий и использование при их изготовлении современных высокоэксплуатационных и ме-

таматериалов особенно важны в авиастроении и космонавтике. Какие именно задачи сегодня решаются в этих отраслях посредством аддитивных технологий и в решении каких из них помогает ваша компания?

— Использование аддитивных технологий прежде всего актуально в двигателестроении: от изготовления турбинных лопаток до печати самых разнообразных деталей — к примеру, в российском головном двигателе пятого поколения ПД-14 утверждено уже девять деталей, которые будут изготавливаться аддитивным способом. Что касается авиации, в этом плане мы пока отстаем от США и Китая, где на заводах стоят целые линии 3D-принтеров, печатающих корпусные детали для самолетов и вертолетов.

В космической отрасли 3D-печать также актуальна — к примеру, почти на всех космических аппаратах есть так называемые шар-баллоны — они предназначены для хранения криогенных газов (азота, гелия, кислорода) при очень высоком давлении, которое может достигать до 350 атмосфер. Шар-баллоны нужны для использования в пневмосистемах ракетно-космической техники: их ставят на спутники, ракеты-носители и пилотируемые корабли, а поскольку они должны быть прочными и очень легкими, их делают из титана. Традиционная технология их изготовления очень сложна, но с помощью 3D-технологий их можно напрямую печатать из металла, плавящегося под воздействием электронного луча или лазера. Металл подается в виде проволоки из титанового сплава, и затем последовательно производится 3D-печать полушара — собственно, заготовок шар-баллона.

В космической отрасли сейчас также предпринимаются попытки изготавливать с помощью 3D-печати целые ракеты: молодая компания Relativity Space поставила цель полностью напечатать ракету на 3D-принтере и справилась с этой задачей. Правда, запуск прошел не вполне удачно, но сама идея того, чтобы оперативно изготавливать спутники и ракетополеты и революционизировать их конструкцию за счет уменьшения количества компонентов, интеграции сложной геометрии в легкие конструкции и ускорения всего цикла производства, заслуживает внимания. Как я уже говорил выше, широкое применение в космосе получают керамические детали — от зеркал до антенн — за счет своей легкости, прочности и низкого коэффициента температурного расширения.

— Говоря о материалах, с какими из них работают 3D-принтеры? И насколько в эпоху санкций велик выбор качественных и доступных по цене отечественных материалов?

— Выбор очень велик. Если мы говорим о применении аддитивных технологий в оборонной, космической промышленности или авиационной (чаще всего — военной), то все детали 3D-печати произведены на материалах российского производства. Полимерные и керамические расходные материалы производятся в партнерстве с российскими разработчиками, они уже хорошо адаптированы для российского рынка, что повышает его независимость от зарубежных поставок. В РФ в области производства материалов до сих пор существуют очень сильные компетенции, поэтому мы часто сталкиваемся с тем, что у Японии, США или Китая нет в распоряжении тех материалов, которые есть у нас.

— По мере устаревания лайнеров российского воздушного флота им все чаще будет требоваться замена запчастей. Но, может быть, устаревшие детали — это не приговор? Поступали ли к вам запросы по реверс-инжинирингу авиационных деталей и запасных частей самолетов?

— С одной стороны, за услугой реверс-инжиниринга, или, другими словами, обратного проектирования, к нам обращаются все чаще — это связано с уходом из России многих иностранных компаний после введения санкций, в результате чего огромное количество сложного оборудования осталось без запасных частей. В этой ситуации крупные компании вынуждены оцифровывать все имеющиеся у них в наличии зарубежные запчасти, чтобы при необходимости смогло быстро изготовить их тем или иным образом, ведь обратное проектирование позволяет создать точную копию объекта по существующему образцу, обладающему теми же физическими характеристиками. Подобный реинжиниринг полезен в случаях, когда производитель хочет импортозаместить компонент или восстановить конструкторскую документацию и процесс производства.

С другой стороны, все процессы, которые касаются импортозамещения компонентов, в авиации очень сильно регламентированы, и даже в тех условиях, в которых мы сегодня живем, невозможно поставить в вертолет или самолет деталь, чьи характеристики не соответствуют технической документации. Поэтому с точки зрения реинжиниринга наша помощь ограничена сертификатами, ТУ и регламентами.

— Расскажите, пожалуйста, о плюсах 3D-печати в области строения беспилотных летательных аппаратов.

— Здесь у аддитивных технологий огромный спектр потенциального применения: от снижения массы и в целом уменьшения количества операций при производстве до новаторских предложений по замене двигателей внутреннего сгорания на керамические, изготовленные по технологии 3D-печати, которые будут весить гораздо меньше. По этому направлению мы работаем с инновационным научно-технологическим центром «Аэрокосмическая инновационная долина», чим резидентом мы являемся, и считаем, что у этого объединения большое будущее — главное, чтобы региональные власти реально поддерживали долину в плане инвестирования и создания технопарка и всей необходимой проекту инфраструктуры. Тогда, конечно, высокотехнологичные отрасли, включая аддитивные технологии, в стране будут активно развиваться.

— Каковы основные проблемы и сложности, с которыми вы сталкиваетесь при внедрении аддитивных технологий? Какие препятствия сегодня стоят на пути их развития?

— Одной из самых больших проблем на сегодняшний день является сертификация материалов, разная для каждой из отраслей: авиационная, космическая и судостроительная отрасли имеют собственную систему сертификации. Например, для прохождения протокола сертификационных испытаний в «Роскосмос» по одному материалу мы как компания-производитель можем потратить до 30 млн руб., но с этим протоколом нас не примут в судостроении без Российского речного регистра. Отсутствие унифицированной

межотраслевой сертификации аддитивных технологий порождает много сложностей, в то время как здесь, на наш взгляд, должна существовать единая синхронизированная и прозрачная система, а протоколы испытаний, которые успешно приняты в одном ведомстве, должны приниматься и в другом. Сейчас же прохождение сертификации происходит в каждой отрасли по отдельности.

Решению вопроса сертификации прежде всего могло бы помочь создание межотраслевых ГОСТов на материалы. Сейчас их нет, поэтому конструкторы даже не понимают, на что им можно ориентироваться. Необходимо изменить существующую практику определения свойств синтезированного материала в привязке к конкретной модели оборудования или методу получения сырья. По аналогии с западными стандартами ISO/ASTM также необходимо выпускать межотраслевые документы с гарантированными свойствами без привязки к производителю исходного порошка/проволоки и оборудования. Примером такого подхода являются советские ГОСТы на проволоку или прокат из прецизионных сплавов.

На свойства из ГОСТа на материалы для АТ будут ориентироваться конструкторы изделий, разработчики аддитивного оборудования и производители материалов, после чего под эти ГОСТы должны быть проведены конкурсы для компаний — разработчиков оборудования, могущих принять участие в субсидируемой государством программе паспортизации. По установленным программам испытания разработчиков машин должны доказать наличие у них повторяемости (серии) и взять на себя обязательства, вплоть до финансовых, по производству одинакового оборудования в течение минимум пяти лет. В такой программе могли бы принять участие любые новые компании, выходящие на российский рынок или создающиеся на нем. Система должна оставаться открытой.

Кроме этого, если мы хотим, чтобы аддитивные технологии активнее внедрялись в промышленность, компаниям — лидерам в области промышленного производства 3D-принтеров необходимо выдавать субсидии для сокращения затрат на получение вышеуказанных протоколов. В результате сертификационных испытаний будут проходить быстрее, что приведет к технологическому прорыву, а конструкторы перестанут бояться применять аддитивные технологии в новых разработках. Экспертам следует выбрать пять-десять материалов, закрывающих 80% потребности рынка, которые должны быть субсидированы на паспортизацию для устройств, прошедших квалификацию по повторяемости, расходы на паспортизацию в предложенной системе должны взять на себя государство. Субсидия может быть частичной — даже пропорции 50/50 хватит, чтобы сдвинуть все с мертвой точки.

Кроме того, в некоторых отраслях существует специальная система субсидирования лизинга на закупку оборудования с низкой процентной ставкой, и мы полагаем, что такая возможность для аддитивных компаний и пользователей промышленных 3D-установок была бы очень кстати. У Минпромторга РФ уже есть опыт внедрения такой меры, ее нужно лишь слегка трансформировать.

Сейчас, когда взят курс на импортозамещение, а заводы в сжатые сроки решают задачи производства тысяч единиц новой номенклатуры, использование технологии 3D-печати становится производственной необходимостью, но развитию в РФ этой высокотехнологичной отрасли мешает отсутствие системного подхода. Да, у нас существует Стратегия развития аддитивных технологий до 2030 года, разработанная Минпромторгом РФ и утвержденная правительством РФ, но меры, проводимые в соответствии с ней, сегодня носят разрозненный характер. Было бы здорово, по нашему мнению, если бы выбор новых технологий, на которые выделяются субсидиарные средства, происходил с привлечением групп экспертов. Мы считаем, что для поступательного развития современных аддитивных технологий, преодоления дефицита кадров, консолидации рынка и роста общего объема промышленного производства нужно разработать комплексные системные программы, утвердить на их внедрение бюджеты и реализовать системную концепцию претворения поставленных задач в жизнь. Мы лично готовы в этом участвовать и инвестировать свое внимание, время и средства, чтобы отрасль стала конкурентоспособной и нагнала отставание от мирового рынка АТ.

# авиастроение

## Российские премьеры в Дубае

Недавно завершился один из крупнейших международных авиасалонов — Dubai Airshow, который проводится раз в два года и по традиции является основным местом для анонсов крупных заказов ближневосточных авиакомпаний. Также это давняя и важная площадка для демонстрации российской авиационной техники за рубежом: в разное время здесь побывали российские самолеты и вертолеты как гражданского, так и военного назначения. Не стал исключением и этот год: несмотря на сложившуюся геополитическую обстановку, российские компании смогли удивить посетителей авиасалона как на земле, так и в воздухе.

— выставка —

В этом году Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК) впервые показала за рубежом новый модернизированный тяжелый транспортный самолет Ил-76МД-90А — ранее самолет такого класса был представлен за границей почти 30 лет назад, когда Ил-76 в 1994 году демонстрировал на авиасалоне Ле-Бурже под Парижем. Самолет вызывает большой интерес не только в странах Персидского залива и в целом на Ближнем Востоке, но и в других регионах, а рост объемов производства самолетов этого типа на заводе в Ульяновске позволяет активизировать работу по продвижению Ил-76МД-90А на международный рынок. Новинкой стала и корпоративная ливрея ОАК, в которую был впервые окрашен самолет.

В ходе салона на мировой арене также дебютировали модернизированный пожарный вертолет Ка-32 и, конечно, техника, успевшая отлично проявить себя на поле боя — так, холдинг «Вертолеты России» привез в Дубай боевой разведывательно-ударный Ка-52 «Аллигатор», который «работал» не только на статической стойке, но и впечатлял посетителей во время демонстрационных полетов.

В немалой степени успеху российской экспозиции способствовало и выступление на выставке пилотажной группы «Русские витязи» на новых сверхманевренных многофункциональных истребителях

Су-35С, которые по праву являются украшением любого авиасалона.

### Обоснованный интерес

Повышенный интерес, который заказчики из разных регионов проявляют по отношению к Ил-76МД-90А, вполне понятен: за время производства первой версии Ил-76 было создано более 900 самолетов, и при использовании в военно-транспортных перевозках и в коммерческой эксплуатации они зарекомендовали себя как надежные, неприхотливые и эффективные машины. Самолеты типа Ил-76 успешно используются для решения широкого круга задач, в том числе для выполнения специальных операций и десантирования: они способны перебросить личный состав вооруженных сил в



любую точку земного шара, перевести грузы различного назначения как внутри страны, так и по всему миру, тушить природные и техногенные пожары. Переоснащение машины (например, установка оборудования для пожаротушения или медицинских модулей) не требует большого объема работ и может осуществляться в условиях аэродрома.

Кроме того, по сравнению с зарубежными аналогами российский са-

молет отличается высокой степенью автономности эксплуатации, не требует дополнительных комплексов оборудования и людей для погрузки и разгрузки грузов — все эти функции может обеспечить экипаж численностью шесть человек. Немаловажно в текущих обстоятельствах и то, что воздушное судно полностью создано из отечественных комплектующих и оснащено отечественным оборудованием и системами.

### Транспортная новинка

Глубокая модернизация самолета позволила значительно повысить его потенциал — несмотря на внешнее сходство, Ил-76МД-90А принципиально отличается от своего предшественника, к тому же часть парка старых машин уже приближается к выработке своего ресурса.

У Ил-76МД-90А обновлено более 70% самолетных систем и агрегатов — это позволило повысить полезную нагрузку до 60 тонн, увеличить дальность полета с максимальной загрузкой до 4 тыс. км и одновременно повысить безопасность полетов. В частности, на воздушном судне установлены новые, более мощные двигатели ПС-90А-76, кото-

рые обеспечили самолету повышенные взлетно-посадочные и крейсерские характеристики, увеличенную грузоподъемность и дальность полета, высокие экологические требования по шуму. Усилено крыло, при этом уменьшен его вес и увеличен ресурс, что позволило упростить технологию производства: на прежней модификации Ил-76 панели крыла изготавливались из двух частей, в новой версии самолета они изготавливаются цельными, 25 м в длину. Также на самолете реализован принцип так называемой стеклянной кабины: информация выводится на цифровое поле — девять многофункциональных экранов, заменивших аналоговые приборы. Модернизировано и шасси, которое теперь рассчитано на взлетную массу 210 тонн (в том числе 60 тонн нагрузки). Применены даже новые колеса повышенной энергоемкости, что позволяет эксплуатировать самолет в самых жестких климатических условиях при экстремально низких и высоких температурных режимах. Новый комплекс связи обеспечивает высокое качество телефонного сигнала, обмен данными, в том числе через спут-

никовые системы, а новейший комплекс обороны — защиту от различных средств поражения противника. КБ Ильюшина продолжает работать над расширением условий эксплуатации этого самолета, чтобы сделать его еще более привлекательным для заказчиков: недавно в рамках проведения испытаний самолет Ил-76МД-90А выполнил посадку, а затем и взлет с грунтовой ВПП.

Для повышения ситуационной осведомленности экипажа во время полета или стоянки на аэродроме на Ил-76МД-90А установлена система видеорегистрации. Несколько камер наблюдения записывают все, что происходит в кабине пилотов, в грузовой кабине, на рампе, а после выполнения задания имеется возможность расшифровать и просмотреть запись всего полета. Впервые летчик может видеть, как происходит процесс десантирования, не отрываясь от управления самолетом.

Также на Ил-76МД-90А установлено новое бортовое транспортное оборудование — оно качественно повышает эффективность перевозок на военно-транспортном самолете, особенно при эксплуатации на необорудованных аэродромах в отдаленных районах страны. Усовершенствование произошло за счет применения вспомогательной силовой установки ТА-12А повышенной мощности, с увеличенным периодом непрерывной работы и автоматического контроля работы, и автоматизации погрузочных систем и оборудования. В результате увеличена грузоподъемность электродвигателей, установлен новый мобильный пульт управления системой погрузки и крепления грузов — теперь он больше напоминает джойстик и не имеет проводов, что позволяет оператору подойти вплотную к грузу или выйти за пределы грузовой кабины, не будучи скованным в движениях. Такое новшество улучшает условия работы экипажа, что особенно важно при автономной эксплуатации самолета, значительное время находящегося вдали от базы и доставляющего грузы на необорудованные аэродромы. В совокупности все эти системы снижают трудоемкость работ и сокращают время на погрузку и подготовку самолета к вылету.

Владимир Николаев

## «Поддержка и стимулирование развития ключевых отраслей промышленности — безусловный приоритет государства»

— интервью —

**Развитие коммерциализации и доли частного сектора в ключевых для российской экономики отраслях — залог ее успешного развития и достижения технологического суверенитета. О государственных инициативах, реализуемых сегодня для поддержки российской, в том числе космической и авиационной, промышленности и направленных на снятие административных барьеров и улучшение рыночных показателей компаний, в интервью «Ъ» рассказал первый заместитель председателя комитета Государственной думы по экономической политике ДЕНИС КРАВЧЕНКО.**



— С изменением внешней обстановки обострились вопросы поставок высокотехнологичного оборудования и компонентов, в том числе авиационного и производственного оборудования. Как вы оцениваете в целом текущую ситуацию и перспективы импортозамещения такого оборудования? Удалось ли России победить зависимость от западных поставок оборудования, технологий и компонентов?

— Действительно, после самых масштабных в истории санкций ограничений президент РФ провозгласил курс на технологический суверенитет, который подразумевает достижение импортонезависимости от внешних стран. По итогам прошедших с того момента полутора лет мы видим, что Россия в целом справилась с первоочередными задачами и выстояла под колоссальным давлением.

Сегодня все большее число компаний активно наращивает долю локализации производства, а во многих ключевых отраслях она уже достигла 100% или максимально близка к этому показателю. Напомню, что для нужд отечественной авиационной промышленности разработан и уже запущен в серийное производство отечественный двигатель ПД-14, который позволит заменить значительную долю импорта в цепочке производства среднемагистральных самолетов; для SSJ-100 разработан и недавно испытан двигатель ПД-8 — таким образом, в следующем году мы рассчитываем выйти на близкий к 100-процентному уровню в части локализации основных отечественных авиалайнеров. Более того, в рамках недавнего Российского конгресса двигателестроения заместитель председателя правительства РФ Денис Мантуров заявил о необходимости нарастить объемы выпуска си-

ловых установок для отечественных вертолетов до 3,5 тыс. к 2030 году.

Уже в 2024 году ожидаются первые поставки отечественного современного авиалайнера МС-2 — таким образом, формируется единая линейка отечественных продуктов для нужд отечественной авиатранспортной отрасли. За последние годы она сделала большой рывок, показав впечатляющие результаты.

— Какие инициативы реализуются сейчас для поддержки российской, в частности авиационной, промышленности? Какие антисанкционные меры в текущей ситуации вы считаете наиболее эффективными?

— Поддержка и стимулирование развития отечественной промышленности, в том числе авиационной, — безусловный приоритет государства. Сейчас применяется комплексный перечень мер (по последним данным, общим числом свыше 2 тыс.), значительная часть из них, особенно по линии Фонда развития промышленности (ФРА), подходит и для авиации. К примеру, один из недавних проектов, поддерживаемых ФРП, — открытие нового корпуса авиационной корпорации «Рубин» в Подмоскowie, где предприятие будет выпускать изделия из углеродных композиционных материалов для отечественных пассажирских самолетов.

Тем не менее, вероятно, ключевой мерой поддержки для отечественной авиационной промышленности является безусловная готовность государства развивать отечественные летные борта. Как вам, вероятно, известно, стоимость новых российских лайнеров МС-21 будет ниже рыночной благодаря субсидии со стороны государства, что позволит сделать МС-21 для отечественных авиа-

компаний почти вдвое дешевле, чем аналогичный Boeing. Кроме того, в целях поддержки отечественной авиационной инфраструктуры государство предусмотрело субсидию для временно приостановивших деятельность аэропортов юга и центральной части России.

— Сейчас динамично развиваются частные компании и стартапы в тех областях, которые раньше были преимущественно государственными, например космосе и авиации. Как вы относитесь к тому, что в таких серьезных сферах становятся все больше частных производителей?

— Хочу отметить, что тенденция роста частного сектора в космической и авиационной отрасли — это общемировой тренд, и сегодня, по различным оценкам, на долю частного сектора уже приходится более 80% от всего объема мирового космического рынка. В России аналогичные показатели значительно ниже, но есть и положительные прецеденты. К примеру, компания СПУТНИКС — частная космическая компания, занимающаяся производством высокотехнологичных спутниковых компонентов и технологий: только за последние пять лет она многократно увеличила свою выручку и в этом году запустила с космодрома Восточный десять аппаратов для дистанционного зондирования Земли. Другой пример: достаточно молодая компания «Бюро 1440», которая спустя три года после начала работы уже смогла вывести на орбиту Земли три своих аппарата.

Развитие частной космонавтики в России и увеличение коммерциализации этой отрасли является одним из моих безусловных приоритетов работы как законодателя. В этой логике мы достаточно тесно работаем с госкорпорацией «Роскосмос» и провели через Государственную думу уже более десятка законопроектов космической направленности только в текущем созыве.

Что касается авиастроительной отрасли, то здесь мы видим долю частного сектора в районе 10%. Лидеры очевидны, в частности АО УЗГА, базирующееся в Свердловской области. Тем не менее существует большое число малых частных предприятий, с которыми мы также стараемся держать связь и помогаем им развиваться. Кроме того, в целях снятия административных барьеров и улучшения рыночных показателей компаний мы плотно работаем и с такими крупными предприятиями авиационной промышленности, как Луховицкий авиационный завод им. П. А. Воронина, «Авиастар» и Комсомольский-на-Амуре авиационный завод им. Ю. А. Гагарина.

Я строго убежден, что развитие коммерциализации и доли частного сектора в ключевых для нашей экономики отраслях — залог успешного развития и достижения технологического суверенитета.

— В России активно строятся технопарки, появляются технологические долины. Эффективный ли это инструмент поддержки? Что нужно для большего вовлечения частных высокотехнологичных компаний в такую работу? Не требуется ли синхронизировать деятельность институтов развития с потребностями государственного сектора, расширив их возможности по вовлечению резидентов в работу в интересах и по заказу государственных организаций и компаний с госучастием?

— Конечно, кластеры, технопарки, особые экономические зоны и инновационные научно-технологические центры — очень эффективный инструмент развития промышленности и предпринимательства. Потенциальные инвесторы, приходя на площадку кластера или технопарка, как правило, инвестируют в уже созданную инфраструктуру и могут претендовать на значительные дополнительные меры поддержки, поэтому, безусловно, это привлекательный инструмент как для бизнеса, так и для государства.

Что касается технологических долин, инвесторы получают в них в том числе существенные налоговые послабления: нулевая ставка НДС, налога на прибыль, налога на имущество и сниженные страховые взносы. Учитывая высокий спрос на тиражирование механизмов территориального развития и позитивный опыт их внедрения, можно смело говорить об их эффективности. Тут можно привести пример «Аэрокосмической инновационной долины» (АКИД), в создании которой я при поддержке губернатора Рязанской области принимал участие в прошлом году. За год после создания АКИД ее резидентами уже стали 29 частных высокотехнологичных компаний, более 40 компаний заявили о готовности стать участниками проекта. Это мощный старт, который говорит о высокой востребованности подобного механизма у бизнеса. Одной из приоритетных тематик работы ИНТЦ АКИД является разработка беспилотных летательных аппаратов, беспилотных авиационных систем и их комплектующих, что полностью соответствует текущим потребностям государства. Таким образом, на площадке АКИД мы получаем синергию запросов со стороны государства и бизнеса — я убежден, что в ближайшей перспективе это даст отличные результаты.

Что касается синхронизации деятельности институтов развития с потребностями государственного сектора, могу сказать, что соответствующая работа уже долгое время ведется командами Министерства промышленности и торговли и Министерства экономического развития, в том числе совместно с партией «Единая Россия» и Государственной думой. Мы видим, что существующий комплекс мер поддержки, по сути, формирует единый контур по активации развития отечественной промышленности: от мер стимулирования территориального развития (ОЭЗ, кластеры, технопарки) до непосредственной поддержки открытия производства и инвестирования в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

— Как привлечь молодежь в технологические отрасли, повысить статус инженерных профессий? Какие меры, на ваш взгляд, необходимо принять? Как вы видите вовлечение вузов в развитие инновационных высокотехнологичных отраслей?

— Сегодня привлечение молодежи в технологические отрасли — большая проблема. Мы видим, что не только качество, но и количество кадров, доступных на рынке труда, серьезно просело, и эта негативная тенденция продолжается уже несколько лет. При этом напомним, что задача, поставленная президентом, — за ближайшие пять лет подготовить порядка 1 млн специалистов рабочих профессий для отечественной промышленности.

Проблему понимает и правительство — например, недавно по этому вопросу прошло масштабное совещание, где я рассказывал о своем видении исправления сложившейся тенденции. Считаю, что сейчас необходимо формировать единый контур государственной политики в части подготовки кадров для отечественной промышленности в формате отдельного федерального проекта. В его основе должен лежать опыт проекта «Кадры для цифровой экономики» с единым координатором и, соответственно, заказчиком в лице Минпромторга. В первую очередь необходимо определить, специалисты каких именно направлений нам необходимы для достижения глобальной цели технологического суверенитета в перспективе пяти и десяти лет.

Без постановки единой цели и координации действий со стороны правительства мы не сможем сломить ту негативную тенденцию, которая сейчас сформировалась на рынке труда. Правительство прекрасно понимает эту проблему, и я уверен, что совместно сможем выработать решение, которое приблизит страну к достижению технологического суверенитета.

# авиастроение

## Дорогу осилит летящий

Генеральный директор и основатель компании «Флай Дрон», участник общественно-экспертного совета национального проекта «Беспилотные авиационные системы» **Никита Данилов** не сомневается, что в нынешних условиях маркетплейс способен стать настоящим драйвером для российской беспилотной индустрии, объединив под своим крылом малых и больших игроков и дав государственным структурам дополнительную возможность для мягкого регулирования рынка.

### — беспилотные технологии —

В последнее время не только в культурных беседах, но и в публичных комментариях представителей экспертного сообщества стали проскакивать пессимистические нотки на тему будущего отрасли российского беспилотия. Легкий минорный настрой связан с тем, что, несмотря на запущенный национальный проект «Беспилотные авиационные системы» и колоссальные бюджеты, выделяемые государством для его реализации, большая часть игроков рынка, не говоря уже о простых «дроноводах», пока не имеет четкого видения по эффективной монетизации своих ноу-хау в гражданском сегменте на фоне ограничений на полеты, действующих во многих регионах. Иными словами, есть риск построить или закупить сколько угодно беспилотников, заместить в них большую часть зарубежных комплектующих, подготовить целую армию специалистов, но при этом не суметь обеспечить работой всю эту технику и людей — а значит, получить в итоге экономически неэффективную отрасль.

Безусловно, здравое зерно в таких опасениях есть. Однако инструмент, способный преодолеть обозначенные вызовы, грозящие встать перед индустрией в полный рост, уже существует. Это беспилотный маркетплейс FlyMarket, который успешно функционирует с апреля 2022 года на цифровой платформе «Флай Дрон»: здесь каждый владелец воздушного беспилотника, будь он юридическим или физическим лицом, может найти заказчика, который предложит работу для его аппарата на территории нашей страны. Таким образом, взаимодействие на этой площадке продавцов и покупателей беспилотных услуг, будучи масштабированным на весь рынок, может создать синергетический эффект для индустрии в целом. К примеру, навыки обучаемых в том числе за государственный счет внешних пилотов проще всего коммерциализировать именно здесь, ведь если операторы гражданских дронов не смогут применить свои умения на коммерческой основе, за чем вообще учить их в рамках национального проекта? Необходимо дать возможность зарабатывать деньги всем «поставленным на крыло». И мы ее уже предоставляем.

В то же время маркетплейс готов выдавать данные для Государствен-

ной информационной системы промышленности Минпромторга РФ — это позволит органам исполнительной власти не только контролировать целевое использование средств, в той или иной форме выделяемых компаниям из «беспилотного» бюджета, но и, анализируя полученный массив данных, планировать дальнейшее развитие отрасли в необходимом государству ключе.

Технически FlyMarket устроен следующим образом: при регистрации компания или физическое лицо заполняют учетную карточку, в которой указывают набор выполняемых ими типовых работ с конкретными примерами, стоимость выполнения каждой миссии и регионы с возможностью оказания этих услуг. По всем этим параметрам на маркетплейсе также можно производить поиск и фильтрацию результатов, то есть найти работу или работника с дроном наперевес получится буквально за несколько кликов. При оформлении сделки стороны заключают договор в электронном виде, автоматически составляющийся из «цифрового контракта» и обладающий юридической силой. Документ автоматически генерируется на основе условий заказа либо подгружается заказчиком в виде собственной версии (важное требование: участник проекта должен иметь российский ИНН).

Какие же миссии заказывают и выполняют участники, зарегистрированные на маркетплейсе? Большая часть сегодняшних трендов связана с воздушным мониторингом: не только аэрофотосъемкой и обычной воздушной съемкой, но и наблюдением за различными инфраструктурными объектами: от ТЭКа до строительных площадок. Растет и число заказов, связанных с полетами агродронов — учитывая частичную либерализацию воздушного законодательства, благодаря которой с 1 марта 2024 года исчезнут многие бюрократические препоны, рост полетов в этой области ожидается прямо-таки взрывной. Кроме того, в краткосрочной перспективе количество производимых беспилотных летательных аппаратов указанной специализации, очевидно, вырастет до нескольких десятков тысяч в год, поскольку их использование повышает эффективность работы сельхозпроизводителей на 5–10%.

Далее на повестке дня окажется аэрологистика. Сперва логистика

грузов и доставка их в труднодоступные районы, затем доставка «последней мили», затем межрегиональные и внутригородские перевозки дронами, а там недалеко и до аэротакси. Если размышлять в духе визионерства, то представляется, что со временем беспилотные воздушные перевозки людей выделятся в отдельный сегмент маркетплейса, превратившись в своеобразный воздушный аналог компании Uber.

Помимо прочего, в функционал платформы FlyMarket заложена возможность купить или продать дрон, застраховать его в ведущих страховых компаниях, быстро и удобно оформить все необходимые документы для получения разрешения на полет. Мы уверены, что маркетплейс — априори перспективное направление деятельности, а после того как ограничения на полеты беспилотников будут сняты (как бы «дронпессимисты» ни унывали на этот счет, рано или поздно это произойдет, причем для ряда секторов, включая аграрный, скорее рано), инвестиции в подобный проект будут окупаться довольно быстро.

При этом отрасли не требуется большое количество таких платформ, поскольку их «неконтролируемое размножение» приведет к невозможности корректно масштабировать рынок. На сегодняшний день хватит одной, но качественной, интегрированной с соответствующими государственными системами, дающей возможность верификации, контроля и подтверждения компетенций эксплуатантов. По итогу в выигрыше окажутся все, а российский беспилотие получит дополнительный драйвер развития.

В ноябре Государственная транспортная лизинговая компания выразила намерение создать собственный маркетплейс с функционалом, во многом аналогичным платформе FlyMarket, и это решение стало для нас мощным стимулом к сотрудничеству. Партнерство в этом случае может оказаться для всех игроков более полезным, чем традиционная конкуренция, и, возможно, камнем преткновения не станет — нарабатывая нами уникальные компетенции лягут в основу интеграции проектов на условиях взаимной выгоды, ведь сегодня на беспилотном российском рынке нет других действующих маркетплейсов, кроме FlyMarket. А в остальном дорогу осилит летящий.

## Для будущего отрасли и страны

### — импортозамещение —

Новая площадка разделена на зоны в соответствии с видами деятельности и типами обслуживаемых компонентов. Так, для осуществления стендовых проверок электронных компонентов систем летательного аппарата лаборатория оснащена наземной автоматизированной станцией контроля и диагностики ответственного производства. Это оборудование позволяет исследовать отказавшие блоки самолета с глубиной поиска до сменной сборочной единицы, например модуля или платы.

В отечественной практике подобные технологии осваиваются впервые: ранее такие работы проводились исключительно на зарубежных предприятиях. Это позволит укрепить импортозамещенность российской авиации и значительно расширить компетенции в эксплуатации современных самолетов.

### Уверенно смотрим в будущее

Одной из важных задач ЦАГИ является разработка новых решений и концепций для создания воздушного транспорта будущего. Так, вот уже несколько лет в рамках контрактов с Министерством промышленности и торговли Российской Федерации в институте ведутся исследования по формированию облика дальнего магистрального самолета в схеме «летающее крыло». Основное преимущество такого компоновки — возможность получить высокое аэродинамическое качество и кардинально уменьшить шум на местности. В ней

объединены функции крыла, оперения и фюзеляжа. Двигатели расположены над центропланом, благодаря чему происходит экранирование шума силовой установки планером. Предполагается, что пассажиры смогут летать с комфортом разместившись на двух палубах самолета.

ЦАГИ держит руку на пульсе и в работе над перспективными авиационными проектами, ориентированными на городскую среду. Один из них — демонстратор беспилотного летательного аппарата (БЛА) типа «конвертоплан» с винтолковыми двигателями вентиляторного типа. БЛА нацелен на решение самых разных задач: от транспортировки грузов до измерительных функций и экологического мониторинга. Главной его особенностью является способность изменять аэродинамическую конфигурацию: осуществлять полет в «вертолетном», «самолетном», а также переходных режимах. Исследования по данному проекту проводились институтом в рамках научно-исследовательских работ Минпромторга России «Робот» и «Робот-2».

Особое внимание ученые центра авиационной науки уделяют сегменту транспортной авиации. В институте на протяжении ряда лет разрабатывается концепция перспективного тяжелого транспортного самолета с условным обозначением «Слон». Воздушное судно призвано обеспечивать нужды гражданских грузовых авиаперевозчиков: оно будет обладать экономикой транспортировки генеральных грузов, сравнимой с грузовыми модификациями пассажирских авиалайнеров. В

то же время «Слон» сможет перевозить уникальные крупногабаритные грузы, заменив в данной роли устаревшие Ан-124.

Несколько слов хочется сказать и о концепции сверхзвукового гражданского самолета (СГС) с низким уровнем экологического воздействия. Комплексный научно-технологический проект «СГС» стартовал в этом году под управлением ФГБУ «НИЦ „Институт им. Н. Е. Жуковского“». Основные усилия ученые ЦАГИ направят на создание демонстратора комплекса технологий сверхзвукового гражданского самолета «Стриж», техническое предложение на который институт разработал в предыдущих государственных контрактах. Основная цель разработки демонстратора — подтвердить в натурных условиях эффективность и реализуемость комплекса технологий и технических решений для СГС нового поколения.

Среди других проектов на будущее — сверхкритические крылья и аэродинамические компоновки перспективных самолетов и вертолетов, методы вычислительной аэродинамики, повышение весового совершенства и увеличение ресурса за счет применения новых материалов и оптимизации конструктивно-силовых схем, принципиальные схемы, структура и алгоритмы управления самолетов и вертолетов нового поколения и многое другое. Таким образом, решая сегодня перспективные задачи в области авиационной науки, мы создаем фундамент для прорывных научных открытий, призванных обеспечить технологический суверенитет России.

## АвиAPERспективы сквозь призму цифровых технологий

### — мнение —

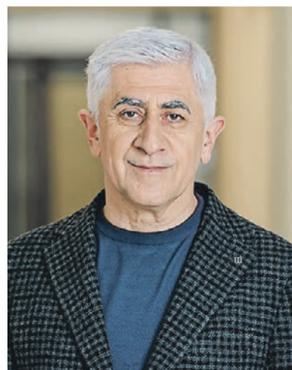
**Авиационную отрасль по праву можно назвать локомотивом развития экономики и технологий в самых разных промышленных областях. Цифровая трансформация, активное применение искусственного интеллекта при разработке новых материалов и технологических процессов, новации в области электродвижения и развитие индустрии беспилотной авиационной техники — те передовые подходы, которые во многом обеспечивают отрасли ее высокую конкурентоспособность.**

Развитие отрасли в современных условиях невозможно представить без цифровой трансформации, которая характеризуется рядом трендов: новыми методами проектирования летательных аппаратов, базировавшихся на использовании цифровых двойников, применением технологий математического моделирования для проектирования, оптимизации, сертификации авиационных конструкций, внедрением цифровых паспортов изделий. Технологии и искусственного интеллекта (ИИ) также играют важную роль в прогнозировании поведения различных элементов и систем летательного аппарата: предиктивная аналитика позволяет предвосхищать критические ситуации на борту, повышая уровень безопасности и сокращая время простоя авиационной техники.

Огромный вклад в обеспечение безопасности, надежности и функциональности воздушных судов также вносит бортовая электроника и интегрированная авионика, важность которых возрастает с каждым годом. Современный самолет — это глубоко компьютеризированная система, и с существенной частью работы, которую раньше делал экипаж, автоматика справляется сегодня быстрее и надежнее, облегчая человеку рабочую нагрузку.

Следующий отраслевой тренд — внедрение новых материалов: область применения композиционных конструкций и аддитивных технологий расширяется весьма быстрыми темпами.

Еще один тренд, который уже с полным правом можно назвать глобальным, — поворот транспортной отрасли в сторону развития беспилотия. И речь не только об аэротакси,



в гражданской авиации постепенно создаются предпосылки к тому, чтобы оставить в кабине воздушного судна одного пилота, а объем задач второго летчика передать автоматизированной системе с функциями ИИ.

Помимо этого, важными направлениями являются электрификация инженерных систем, создание электрических и гибридных силовых установок для самолетов малой размерности и беспилотных летательных аппаратов. Электродвижение и новые накопители энергии — это те технологии, которые в будущем обеспечат революционный скачок в развитии услуг использованием беспилотного транспорта. Все эти направления в значительной степени будут определять отраслевую конкурентоспособность, обеспечивая новые возможности как на традиционных, так и на перспективных рынках авиационной техники. Сверхзвуковой самолет, гиперзвуковые летательные аппараты, беспилотные авиационные системы — в основе всех этих проектов лежит большой набор новых технологий процессов.

На широком использовании перечисленных подходов сегодня базируются и все крупнейшие отечественные программы в области авиационной техники. Это касается и импортозамещенного SJ-100, и MS-21, и сверхзвукового самолета нового поколения. Московский авиационный институт (МАИ) активно участвует в этих проектах, решая вопросы, связанные с оптимизацией конструкций, использованием композиционных материалов, снижением уровня шума на местности и в пассажирском салоне, отработкой отдельных систем летательных аппаратов.

## Инвесторы идут навстречу технологиям

### — инвестиции —

Наш фонд видит это одной из ключевых своих ролей для компаний, особенно молодых: умение и возможность помочь с развитием бизнеса, способность подсказать и направить — наши портфельные компании ценят именно это.

Не погружаясь в операционную деятельность компаний, фонд участвует в стратегическом управлении через корпоративные инструменты, например имеет место в совете директоров. Вместе с фондером мы определяем стратегические цели, помогаем с привлечением дополнительного финансирования, в частности новых раундов, помогаем с получением и прохождением необходимой сертификации, бизнес-девелопментом и привлечением новых клиентов.

**А. Р.:** Все зависит от зрелости команды, с которой сталкивается инвестор. В любом случае по мере формирования корпоративной культуры технологической компании вовлечение инвестора в ее управление должна снижаться до околонулевых значений.

**П. Н.:** Со стороны ИИТП «Аэрокосмическая инновационная долина» компания может получить довольно обширный список услуг, начиная от поиска подходящих инвестиционных структур, организации и участия в переговорах и заканчивая консалтинговой поддержкой, юридическим, маркетинговым и PR-сопровождением. — **Какой срок инвестиций предпочтителен для фонда?**

**Е. Н.:** Фонд заходит в проект на три-четыре года, срок зависит от проекта и специфики технологии. Для технологических компаний характерно достаточно долгий цикл развития, мы планируем свои экзиты начиная с 2026 года; более дальний горизонт предусмотрен для проектов как раз по направлению «аэрокосмос». В качестве примера можно посмотреть на разработку ракеты-носителя сверхлегкого класса — это мероприятие растягивается на долгие го-

Такая ориентация на участие в реальных проектах через внедрение современных цифровых технологий является отличительной особенностью Московского авиационного института. Она позволяет нам на базе имеющихся знаний, с одной стороны, внедрять новые подходы для создания перспективных образцов авиационной техники, а с другой стороны — получать от индустрии обратную связь для включения в образовательные программы реальных кейсов в рамках дипломных проектов и курсовых работ. Таким образом мы обеспечиваем высокий уровень практической подготовки наших выпускников для решения реальных задач, стоящих сегодня перед авиационной промышленностью. И я могу гарантировать, что нет ни одного проекта в области авиационной техники, в котором не участвовали бы выпускники Московского авиационного института. Более того, в большинстве этих проектов маевцы являются лидерами.

МАИ взаимодействует не только с крупнейшими представителями индустрии, но и с новыми игроками рынка — особенно это касается области беспилотных авиационных систем, частной космонавтики и IT. МАИ совместно с правительством Рязанской области является инициатором создания и участником «Аэрокосмической инновационной долины» — новой среды для реализации перспективных проектов в области аэрокосмических систем, информационных и биомедицинских технологий, радиоэлектронного оборудования. Участие в этом проекте позволяет нам развивать сотрудничество с новыми профильными компаниями, появляющимися на рынке высокотехнологичной продукции.

Сегодня МАИ готовит комплексных инженеров по широкому спектру направлений, которые не только обладают теоретическими знаниями о современных технологиях, но и умело применяют их на практике. И основная задача института — на базе имеющегося у нас опыта и тесного взаимодействия с индустрией готовить команды лидеров, способных обеспечить конкурентоспособность российской авиационной техники на мировом рынке.

**Михаил Погосян,** академик РАН, ректор Московского авиационного института

ды, поскольку периоды R&D и выхода на рынок для компаний этого направления более длительны по сравнению с более простыми технологическими решениями.

**А. Р.:** В современном «быстром» мире технологический проект должен доказать свое верное понимание будущего в горизонте двух-трех лет, после чего инвестор либо остается с проектом, либо должен принять все возможные меры для минимизации потерь.

— **Опишите примерную «дорожную карту» работы с компанией: от питч-сессии до результата.**

**Е. Н.:** В среднем сделка фонда занимает четыре-пять месяцев и включает в себя подготовку развернутых материалов по компании, согласование основных условий сделки, проведение общего и технологического due diligence (при необходимости для авиационных проектов мы привлекаем профильных экспертов из ЦАГИ и МАИ), подписание документов, выделение финансирования. Также можем предоставить компании оперативный bridge-заям в сумме до 20–30 млн руб. после проведения due diligence и в случае, если компания остро нуждается в средствах.

Воронка фонда ежегодно превышает 1 тыс. проектов, из которых 8–10 конвертируются в портфельные компании. Воронка сформирована за счет личных контактов инвестиционной команды фонда, собственных закрытых мероприятий, в том числе питч-сессий, сторонних активностей, взаимодействия с ключевыми технопарками, акселераторами, профильными институтами развития, вузами и другими фондами. Здесь будет правильнее говорить о пути, который проект проходит от момента, когда фонд увидел его презентацию и взял проект в работу как потенциально интересный.

**А. Р.:** Важно понять ценность проекта: кто и почему ждет, когда такая команда? почему эта команда достигнет результата раньше, чем утратит к нему интерес. А дальше на-

чинается техника: технологическая экспертиза, финансовая модель, корпоративные интересы, сопровождение сделки.

**П. Н.:** Перед представлением проекта инвесторам мы проводим кропотливую подготовительную работу. Можно сказать, что питч-сессия — это последние метры марфонской дистанции и одновременно начало нового марафона. Работа включает в себя консалтинг по юридическим и управленческим вопросам, регуляторные вопросы, помощь в составлении финансовых планов и финансово-экономического обоснования проекта.

— **Приведите, если это возможно, одну историю успеха, когда технологический стартап благодаря инвестициям вырос в большую производящую компанию.**

**Е. Н.:** Думаю, что наиболее ярким и показательным примером является компания СПУТНИК («Спутниковые инновационные космические системы»), прошедшая путь от сколковского стартапа до серьезной частной космической компании в России.

**А. Р.:** Внутри национальной технологической инициативы наиболее вдохновляющими проектами нам представляются те, благодаря которым сформировались новые технологические рынки. Это были проекты, в результате которых из технологических команд сформировались мировой лидер в области глубоководной картографии, быстрорастущая компания — лидер в области обследования ЛЭП специализированными дронами и многие другие.

**П. Н.:** Не хотел бы раскрывать чувствительную информацию, но скажу так: мы ежеквартально проводим питч-сессии, и по итогам только одной из них предложения от инвестиционных структур получили сразу три наших ректората: это разработчик ИИ, производитель беспилотных авиационных систем и компания, создающая промышленные 3D-принтеры. Сделки должны завершиться до конца первого квартала 2024 года.