

ГОРИЗОНТЫ

WWW.UACRUSSIA.RU

№4(24).2019



Горизонты производства

(с.8, 26, 32, 36)



ОАК

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



SSJ 100

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru

Горизонты производства

Дорогие читатели!

Главной темой очередного выпуска журнала стали вопросы организации серийного производства самолетов. Ведь производство авиационной техники – это одна из основных задач ОАК. Рассказ в этом номере как о военном производстве, так и о гражданском.

В филиалах компании «Сухой» в Комсомольске-на-Амуре и Новосибирске был реализован проект «Организация поточного производства в цехах окончательной сборки». Благодаря этому удалось сократить цикл сборки боевых машин сразу на треть. На Казанском авиазаводе реализуется проект возобновления серийного производства сверхзвуковых стратегических ракетносцев-бомбардировщиков Ту-160М. В его рамках прошло техпереворужение завода, благодаря чему предприятие получило самые передовые технологии в сфере проектирования, производства и испытания современной техники.

Серийное производство новейшего российского пассажирского ближне-среднемагистрального лайнера МС-21 только начинается в Иркутске. Но и там уже задумались о более широком внедрении на агрегатно-сборочном производстве автоматизации и роботизации. Благодаря созданию и обучению группы специалистов, усовершенствованию процесса измерения и позиционирования отсеков и агрегатов, адаптации методической документации и разработке методических указаний по устранению ошибок удалось сократить время измерения и позиционирования на 50 %, а также повысить качество стыковки и сборки агрегатов.

Мы продолжаем рассказывать о ходе работ над совместным российско-китайским проектом широкофюзеляжного самолета CRJ929. Начальник научно-исследовательского отделения аэродинамики компании «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) – заместитель главного конструктора по аэродинамике Александр Долотовский в большом и интересном интервью рассказал о том, как будет обеспечиваться повышение налета нового воздушного

судна, какими методами сегодня доводится до совершенства аэродинамика лайнера, как выбиралась размерность CRJ929. А также о том, какие новые тренды появились в системах ручного и автоматического управления самолетов, и когда в летных экипажах вместо двух пилотов останется лишь один.

Развитие инновационной индустриальной модели, повышение темпов серийного производства коммерческих широкофюзеляжных и магистральных самолетов создают предпосылки для формирования новых подходов при сегментации мирового авиарынка. Изменившиеся условия конкурентной борьбы ведут к необходимости оптимизации парка воздушных судов, корректировке моделей авиаперевозок и в целом спроса на гражданскую авиационную технику. В журнале представлен прогноз ОАК развития мирового рынка коммерческих самолетов до 2037 года.

Одна из историй о нестандартных подходах к решению стандартных задач – из Нижнего Новгорода. Там молодые инженеры использовали 3D-принтер для печати прототипов деталей при ремонте истребителей МиГ-31. Эффект от проекта превзошел ожидания даже своих разработчиков: благодаря использованию прототипов удалось снизить стоимость возможных ошибок в 75 раз.

Кроме того, в этом номере «Горизонтов» речь идет о системе постоянного совершенствования в Комсомольском-на-Амуре филиале «Гражданских самолетов Сухого», благодаря которой удалось увеличить выработку на 200 %, при этом себестоимость сборки самолетов снизилась на 60 %.

О спортивных самолетах, воздушных кульбитов и проблемах современной малой авиации рассказывают члены пилотажной группы «Первый полет», недавно отметившей свое десятилетие.

Исторический раздел журнала посвящен 60-летию первого полета уникального сверхзвукового стратегического бомбардировщика М-50, созданного под руководством Владимира Михайловича Мяснищева.

Фоторепортаж номера посвящен некоторым ярким событиям 2019 года из жизни корпорации.



Корпоративное издание ПАО
«Объединенная авиастроительная
корпорация»

ГОРИЗОНТЫ

№ 4 (24) 2019

Редакционная коллегия:

Станислав Зуев
Константин Лантратов

Арт-директор:

Виктория Альникова

Фотографии:

Марина Лысцева,
Николай Краснов,
Юрий Харитонович,
Михаил Поляков,
Елена Елисеева,
Армен Гаспарян,
Вадим Савицкий,
Владимир Песня

В подготовке номера

участвовали:

пресс-службы компаний
«Сухой», «Гражданские самолеты
Сухого», «Ильюшин» и «Туполев»,
корпорации «Иркут», РСК «МиГ»,
ЗЭМ им. В. М. Мясищева

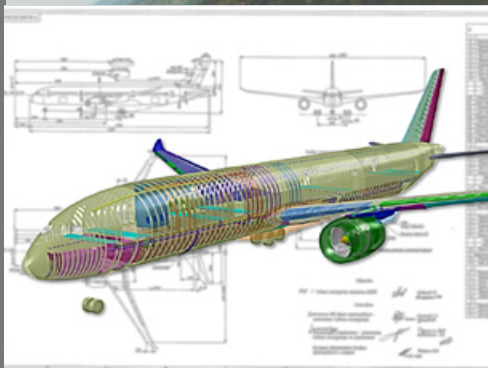
Редакция благодарит за работу

над номером:

Владимира Овчинникова,
Юрия Максимова,
Наталию Иванову,
Илью Березина,
Елену Федорову,
Сергея Сокута,
Александра Брука,
Андрея Сдатчикова,
Ирину Маркову,
Дмитрия Самохвалова,
Романа Овчинникова

**По вопросам размещения
материалов и рекламы
обращаться** в департамент
корпоративных коммуникаций
ПАО «ОАК»

тел. (495) 926-14-20
e-mail: press@uacrussia.ru
s.zuev@uacrussia.ru
k.lantratov@uacrussia.ru



12 Оптимизация полной компоновки



20 Кому сколько самолетов?



26 «Сушки» на потоке



36 Постоянное совершенствование

4 Новости ОАК

Модернизация Як-130 представлена в Дубае
Новые самолеты Су-34 переданы заказчику
Влияние обледенения на сайберлеты
Конференция по качеству ГСС
Монумент корабельному Су-33
На «Ильюшине» без турникетов
Вклад в нацпроекты
Из Новосибирска в Казань
Первый полет Ил-78-2
Третья сессия EASA
SSJ100 и МиГ-35 для Африки
Сборка первого опытного Ил-96-400М
5 медалей в 9 компетенциях
Мастер-класс по управлению идеями
Центр на острове Русский
Новый «Ил» для ВКС
«Авиаклассы» набирают высоту
Осенний донорский марафон
Школьники и студенты на КНААЗ

8 Задача с 10 трекерами

На Иркутском авиационном заводе оптимизирован процесс стыковки агрегатов самолета МС-21

32 3D-прототип для «МиГа»

При ремонте и модернизации самолетов в Нижнем Новгороде применен нестандартный, но эффективный метод

40 Операторы беспилотников

На корпоративном чемпионате ОАК по стандартам WorldSkills появилась новая компетенция

44 Обеспечивая летные испытания

Виктор Минашкин: «В детстве твердо решил стать летчиком и своего добился»

52 Чудо конструкторской мысли Мясищева

60 лет назад совершил первый полет дальний сверхзвуковой бомбардировщик М-50

56 Итоги года



48

Большие мастера малой авиации

О СПОРТИВНЫХ САМОЛЕТАХ, ВОЗДУШНЫХ КУЛЬБИТАХ И ПРОБЛЕМАХ
СОВРЕМЕННОЙ МАЛОЙ АВИАЦИИ – ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

Модернизация Як-130 представлена в Дубае

На Dubai Airshow-2019 (Дубай, ОАЭ) ОАК впервые на этой выставке представила на статической стоянке и в летной программе учебно-боевой самолет Як-130. Комментируя журналистам участие корпорации в авиасалоне, генеральный директор ОАК Юрий Слюсарь сказал: «Мы представляем начало проекта глубокой модернизации Як-130: расширяем его боевые возможности, самолет становится не просто учебно-боевым, а в значительной степени боевым. Мы можем кастомизировать увеличенные боевые возможности под заказчиков на Ближнем Востоке с учетом тех задач, которые здесь предстоит решать. Самолет способен обеспечить подготовку пилотов для самолетов четвертого и пятого поколений, и мы продолжим совершенствовать его учебные функции».





Новые самолеты Су-34 переданы заказчику

НАЗ им. В. П. Чкалова передал Министерству обороны Российской Федерации новые фронтовые бомбардировщики Су-34. «Выполнение обязательств перед Минобороны России – одна из ключевых задач ОАК. Серийное производство и поставки новейших авиационных комплексов – это не только наш вклад в укрепление ВКС России, но и обеспечение загрузки высокотехнологичных предприятий корпорации», – отметил генеральный директор ОАК Юрий Слюсарь.

Влияние обледенения на сайберлеты

На аэродроме в городе Жуковский завершилась летная программа испытаний SSJ100 с горизонтальными законцовками крыла в виде сабли (называемые также сайберлетами). В испытаниях было задействовано два самолета с такими законцовками, один из которых имел на передних кромках крыла и оперения имитаторы ледяных наростов специальной формы. В соответствии с программой испытаний было выполнено более 140 полетов на прочность, большие скорости, критические углы атаки, а также полеты по категориям I, II, IIIa и режимах по определению расходов топлива на различных этапах. Результатом испытаний станет сертификация SSJ100 с горизонтальными законцовками крыла, которые будут предлагаться заказчиком и эксплуатантам как опциональное предложение.

Конференция по качеству ГСС

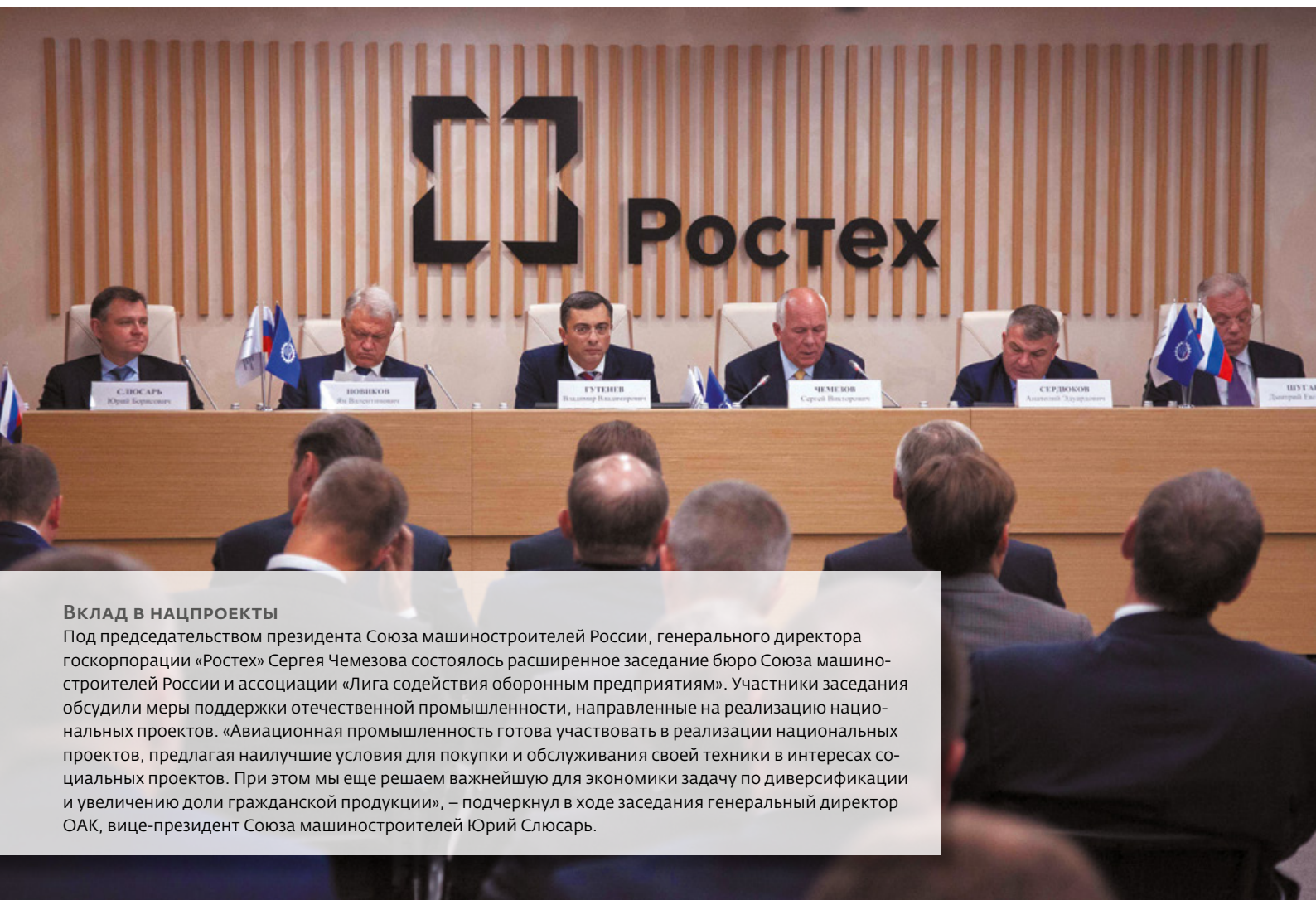
Производитель самолетов SSJ100 провел в Москве конференцию по качеству с участниками кооперации из Комсомольска-на-Амуре, Воронежа, Новосибирска, Ульяновска и Москвы. Со стороны компании «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) участвовали представители филиала в Комсомольске-на-Амуре, где производят SSJ100, конструкторы компании, разработчики, ответственные за качество, работу с поставщиками и послепродажное обслуживание самолета. Участники конференции проанализировали замечания, выявленные при эксплуатации самолета SSJ100 в этом и прошлом году, установили их происхождение, наметили, как их можно устранить на конструкторском или технологическом этапе.

Монумент корабельному Су-33

В ОКБ Сухого состоялся торжественный митинг, посвященный установке на постамент серийного самолета Су-33. Мероприятие было приурочено к 30-летию со дня первой в истории отечественной авиации посадки истребителя марки «Су» на палубу тяжелого авианесущего крейсера, выполненной 1 ноября 1989 года Героем Советского Союза заслуженным летчиком-испытателем Виктором Пугачевым. «Мы будем каждый день, приходя на работу, видеть это творение ваших рук и сердец, гордиться и надеяться на то, что наша дружба с морской авиацией будет продолжаться долгие годы», – отметил Виктор Пугачев.

На «Ильюшине» без турникетов

Компания «Ил» приняла участие во всероссийской профориентационной акции «Неделя без турникетов». В течение этого масштабного мероприятия экскурсии на «Ильюшине» проводились практически ежедневно. Школьники старших классов и студенты посетили музей предприятия, памятник самолету Ил-2, побывали в лаборатории комплексных прочностных испытаний, узнали об истории и современном дне Авиационного комплекса им. С. В. Ильюшина, получили ответы на интересующие их вопросы, а также исчерпывающую информацию по целевому набору.



Вклад в нацпроекты

Под председательством президента Союза машиностроителей России, генерального директора госкорпорации «Ростех» Сергея Чемезова состоялась расширенная заседание бюро Союза машиностроителей России и ассоциации «Лига содействия оборонным предприятиям». Участники заседания обсудили меры поддержки отечественной промышленности, направленные на реализацию национальных проектов. «Авиационная промышленность готова участвовать в реализации национальных проектов, предлагая наилучшие условия для покупки и обслуживания своей техники в интересах социальных проектов. При этом мы еще решаем важнейшую для экономики задачу по диверсификации и увеличению доли гражданской продукции», – подчеркнул в ходе заседания генеральный директор ОАК, вице-президент Союза машиностроителей Юрий Слюсарь.

Из Новосибирска в Казань

Новосибирский авиационный завод (НАЗ) им. В. П. Чкалова (филиал компании «Сухой») отправил два первых мотоотсека для нового стратегического бомбардировщика Ту-160М на Казанский авиационный завод им. С. П. Горбунова (филиал компании «Туполев»). Впервые участвуя в создании таких крупногабаритных изделий, новосибирское предприятие успешно освоило их производство. Мотоотсеки для самого крупного в мире сверхзвукового самолета создавались по электронной модели. Производственный участок, который работал над Ту-160, был оснащен современной мощной компьютерной техникой, а сотрудники предприятия прошли специальное обучение.



Первый полет Ил-78-2



Модернизированный самолет-топливозаправщик Ил-78-2 совершил первый полет. В настоящее время воздушное судно готовится к выполнению программы предварительных испытаний. «По проекту модернизации на воздушном судне установлен новый пилотажно-навигационный комплекс, средства обороны и связи. При работах применялись унифицированные с перспективным военно-транспортным самолетом Ил-76МД-90А и топливозаправщиком Ил-78М-90А агрегаты. Срок службы Ил-78-2 увеличен», – сообщил руководитель дивизиона транспортной авиации ОАК, генеральный директор компании «Ил» Юрий Грудинин.

Третья сессия EASA

Испытатели Европейского агентства по безопасности полетов (European Union Aviation Safety Agency, EASA) завершили третью сессию испытаний в рамках программы сертификации самолета MC-21-300. На первом этапе сессии специалисты EASA работали на авиационном тренажере. На втором этапе испытатели EASA и ОКБ им. А. С. Яковлева (в составе корпорации «Иркут») совместно выполнили серию полетов на MC-21-300. Корпорация «Иркут» ведет испытания самолета MC-21-300 в целях получения российского и европейского сертификатов типа.



SSJ100 и МиГ-35 для Африки



В рамках саммита и экономического форума Россия-Африка в Сочи ОАК представил образцы гражданской и военной продукции, обладающие потенциалом для продвижения на рынке стран Африканского континента. Два самолета SSJ100 в базовой пассажирской и бизнес-версиях можно было осмотреть на стоянке в международном аэропорту Сочи (Адлер). Экспортный вариант многофункционального авиационного комплекса МиГ-35 был продемонстрирован на территории проведения саммита в парке науки и искусства «Сириус». «Страны Африканского континента привлекательны для продвижения всей линейки самолетов ОАК. Мы готовы предложить нашим потенциальным заказчикам различные варианты сотрудничества», – заявил генеральный директор ОАК Юрий Слюсарь.

Сборка первого опытного Ил-96-400М

На воронежском заводе ВАСО завершилась стапельная сборка первого опытного образца широкофюзеляжного дальнемагистрального пассажирского самолета Ил-96-400М. Это один из значимых технологических этапов создания нового авиалайнера, после которого агрегаты планера будут перемещены в цех окончательной сборки. Строительство воздушного судна планируется завершить к концу 2020 года. После этого оно будет передано для наземных и летных испытаний специалистам компании «Ил». Первый полет опытного образца намечен на 2021 год.



5 МЕДАЛЕЙ В 9 КОМПЕТЕНЦИЯХ

Представители ОАК по итогам VI национального чемпионата сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности WorldSkills Hi-Tech завоевали четыре золотых и одну бронзовую медали в основном зачете по девяти компетенциям и одну золо-

тую медаль в евразийском зачете. На площадке WorldSkills Hi-Tech 2019 соревновались 738 конкурсантов из 53 регионов России, представив 39 крупнейших российских корпораций, холдингов и предприятий. «Наши золотые медали доказательство того, что специалисты ОАК не только демонстрируют свой уровень владения передовыми технологиями, но становятся лучшими среди таких же профессионалов из других высокотехнологичных отраслей промышленности», – сказал генеральный директор ОАК Юрий Слюсарь.

МАСТЕР-КЛАСС ПО УПРАВЛЕНИЮ ИДЕЯМИ

На авиационном комплексе им. С. В. Ильюшина прошла сессия «Генерация и управление идеями», организованная ОАК и национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики». Мероприятие было посвящено вопросам участия молодых специалистов предприятия в конкурсе инженерных работ «Будущее авиации». На практической интерактивной части мероприятия преподаватели кафедры менеджмента инноваций Высшей школы экономики в формате командной работы провели мастер-класс по управлению идеями и инновациями. «Конкурс „Будущее авиации“ – отличная идея для обмена опытом и получения новых компетенций», – отметила инженер-конструктор «Ил» Анна Снегарь.

ЦЕНТР НА ОСТРОВЕ РУССКИЙ



В рамках Восточного экономического форума – 2019 ОАК и компания «Вертолеты России» представили объединенный авиационный инжиниринговый центр на острове Русский. Цель формирования центра – повышение уровня технологического и цифрового развития производственных процессов авиационных предприятий за счет активизации исследований и разработки авиационных промышленных технологий. А также создание условий для привлечения молодых специалистов, инженеров и ученых, сохранения кадрового потенциала дальневосточного региона.

Новый «Ил» для ВКС

На ульяновском самолетостроительном предприятии «Авиастар-СП» (входит в дивизион транспортной авиации ОАК) завершено строительство нового тяжелого транспортного самолета Ил-76МД-90А. Воздушное судно

построено в рамках контракта с Минобороны России. Вскоре оно пополнит авиаполк, базирующийся в Ульяновске. Это уже четвертый самолет данной модификации по производственной программе 2019 года.

«АВИАКЛАССЫ» НАБИРАЮТ ВЫСОТУ



В Комсомольске-на-Амуре состоялась церемония посвящения десятиклассников Инженерной школы и школы №16 в ученики «Авиационных классов». Мероприятие было организовано учебным центром и советом молодых специалистов КНААЗ им. Ю. А. Гагарина. Авиационные классы – совместный проект КНААЗ, КНАГУ и Управления образования Комсомольска-на-Амуре. «Авиаклассы открывают больше возможностей для нас всех», – рассказал ученик авиакласса инженерной школы Юрий Щербина. – Мы можем, если, конечно, будем стараться, поступить в самые лучшие вузы страны, получить интересную, востребованную профессию и работать в авиационной отрасли».

ОСЕННИЙ ДОНОРСКИЙ МАРАФОН

Сотрудники предприятий ОАК в 13 городах приняли участие в акции «День донора», направленной на помощь пациентам, остро нуждающимся в донорской крови и ее компонентах. Значимое социальное мероприятие проводится на предприятиях ОАК в рамках программы по развитию массового добровольного донорства совместно с Союзом машиностроителей России и Федеральным медико-биологическим агентством. По всей стране к донорскому марафону присоединяются представители более тысячи промышленных предприятий.

ШКОЛЬНИКИ И СТУДЕНТЫ НА КНААЗ

416 юных комсомольчан посетили Комсомольский-на-Амуре авиационный завод (КНААЗ) им. Ю. А. Гагарина. Работники знакомили ребят с историей предприятия, проводили экскурсии по производственным цехам. Школьники своими глазами могли наблюдать за ходом строительства современной авиационной техники, знакомиться с новейшими технологиями, используемыми на производстве. Особый интерес учащихся вызвали такие, еще вчера бывшие фантастической разработки, как технологии дополненной реальности, в настоящее время внедряемые в производство на заводе.



Задача с 10 трекерами

На Иркутском авиационном заводе оптимизирован процесс стыковки агрегатов самолета MC-21

В современном мире новые технологии в самолетостроении развиваются ускоренными темпами. Агрегатно-сборочное производство является основным ответственным этапом сборки самолета. На данный момент во всем мире активно внедряется автоматизация и роботизация в производстве, что напрямую влияет на основные экономические показатели предприятий. По тому же пути идет и российский проект создания семейства ближне-среднемагистральных самолетов MC-21. «На Иркутском авиационном заводе стыковка агрегатов самолета MC-21 выполняется в станциях линии сборки, состоящих из позиционирующих колонн, фиксирующих устройств, компонентов модулей управления, программного обеспечения для визуализации, лазерных трекеров, – говорит ведущий инженер, руководитель группы

Иркутского авиационного завода (ИАЗ) – филиала корпорации «Иркут» Виктор Назаров. – Управление лазерными трекерами интегрировано в систему управления станцией».

Поточная линия сборки самолета MC-21 на ИАЗ состоит из нескольких станций по сборке и стыковке отсеков. На станции СО30 производится стыковка и сборка носового отсека фюзеляжа Ф1. Стыковка и сборка отсеков Ф2, Ф4 и Ф4а идет на станции S20, отсека Ф3 на станции S30, хвостового отсека Ф5 – на станции S40. После изготовления всех отсеков на станции PF10 осуществляется стыковка и сборка передней части фюзеляжа, а также хвостовой части фюзеляжа. Наконец, станция F10 предназначена для стыковки и сборки всего фюзеляжа и крыла. За 2018–2019 годы добавились станции F5 и S20.2. Стыковка всех отсеков между собой

происходит в автоматическом режиме. При этом стыковка агрегатов осуществляется с высокой точностью благодаря расчету траектории движения отсека на основании измерений при помощи лазерного трекера.

НЕ ДАСТ ПРОМАХНУТСЯ

Лазерный трекер – это измерительный прибор, в основе которого лежит принцип слежения за отражателем с помощью луча лазера. Сам термин «трекер» произошел от английского глагола to track – то есть «следить». При попадании испускаемого прибором лазерного луча в угловой отражатель, луч возвращается через объектив прибора в приемный датчик. Благодаря этому можно проводить измерения пространственных координат углового отражателя в статическом (неподвижном) и динамическом (в движении) режимах. Вычисление координат производится с учетом двух углов и расстояния.

В ходе внедрения систем измерения и позиционирования агрегатов с использованием трекеров на ИАЗ был выполнен большой объем работы. Специалисты завода разработали проект, целью которого было сокращение времени измерения и позиционирования агрегатов в станциях линии сборки MC-21 на 50 %, а также повышение качества стыковки и сборки агрегатов.

«Мы поставили перед проектом четыре задачи, которые решали комплексно, – делится Виктор Назаров. – Первая – создание и обучение группы специалистов по измерению и позиционированию отсеков и агрегатов на станциях линии сборки. Следующая – усовершенствование процесса измерения и позиционирования отсеков и агрегатов в станциях. Кроме того, предстояло адаптировать методическую документацию по измерению и позиционированию агрегатов под производство MC-21. Нако-

«В качестве критериев оценки мы выбрали сокращение времени измерения и позиционирования агрегатов, а также сокращение времени простоя станций линии сборки из-за ошибок в работе позиционеров и программного обеспечения в два раза», – Виктор Назаров, ведущий инженер, руководитель группы ИАЗ.



Виктор Назаров



нец, четвертая задача – разработка методических указаний по устранению ошибок в работе программного управления, в работе позиционеров. В качестве критериев оценки мы выбрали сокращение времени измерения и позиционирования агрегатов, а также сокращение времени простоя станций линии сборки из-за ошибок в работе позиционеров и программного обеспечения в два раза. Еще одним критерием стало уменьшение значений отклонений фактических размеров от номинальных в зоне стыка агрегатов».

Была поставлена цель – сократить суммарное время измерения и позиционирования агрегатов в станциях линии сборки в расчете на один самолет МС-21 с 391 до 195,5 часа, а суммарное время простоя станций линии сборки из-за ошибок в работе позиционеров и ПО – со 144 до 72 часов в год. И этого удалось достигнуть всего за полгода – с марта по сентябрь 2018 года.

Группа по измерению и позиционированию агрегатов была создана в марте. В следующем месяце прошло обучение трех специалистов группы работе с программным обеспечением, визуализацией, лазерными трекерами и позиционерами. В мае выполнен анализ процесса измерения и позиционирования, а в июне – анализ и классификация основных причин ошибок в работе программного обеспечения и позиционеров. Усовершенствование процесса измерения и позиционирования отсеков и агрегатов в станциях линии сборки завершилось в июле. Уже в августе прошла адаптация методической документации по измерению и позиционированию агрегатов под производство МС-21. Наконец, в сентябре завершилась разработка методических указаний как по устранению ошибок в работе программного обеспечения и позиционеров.

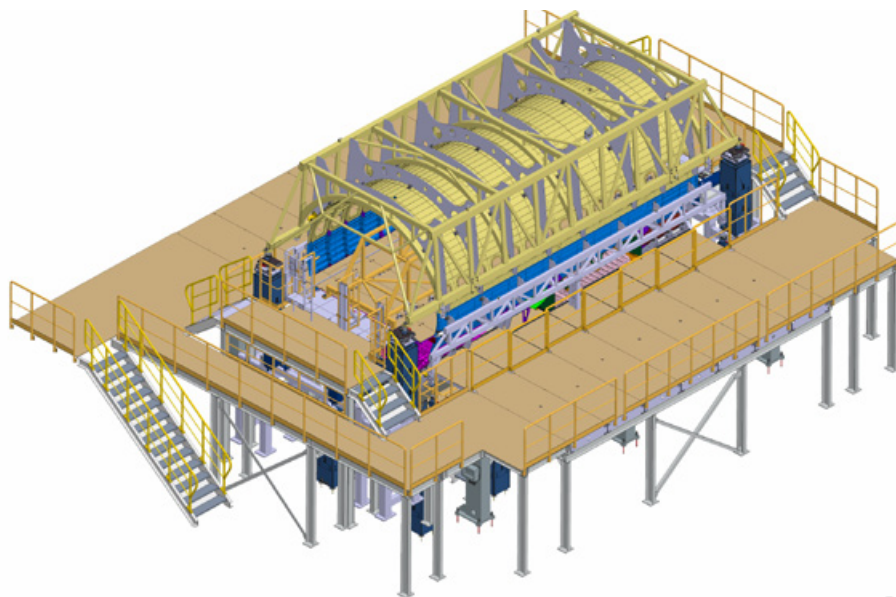
СОКРАТИТЬ ВРЕМЯ

Каких же улучшений удалось достичь в результате реализации программы по оптимизации стыковки агрегатов МС-21? «Была создана группа по измерению и позиционированию отсеков и агрегатов, проведено обучение специалистов группы измерению компонентов самолета с помощью лазерного трекера, работе с метрологическим программным обеспечением, – рассказывает Виктор Назаров. – Были назначены ответственный за выполнение метрологического надзора измерительного оборудования, ответственные за эксплуатацию и хранение измерительного оборудования и оснаст-

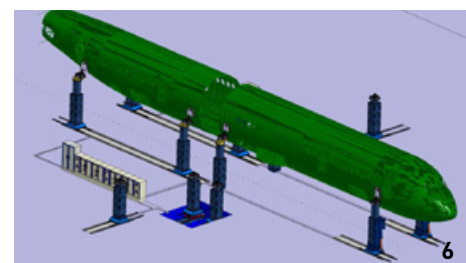
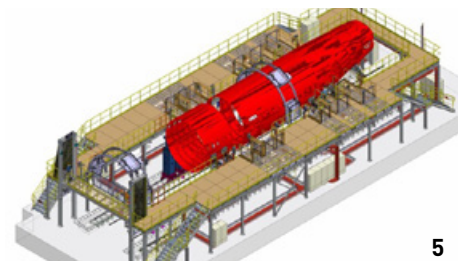
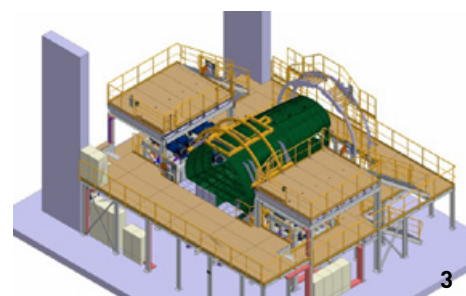
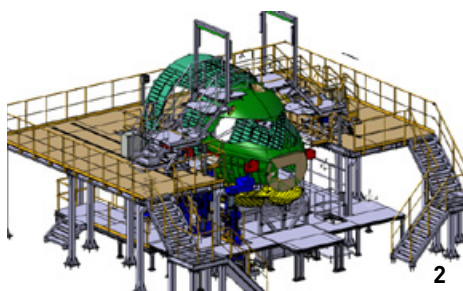
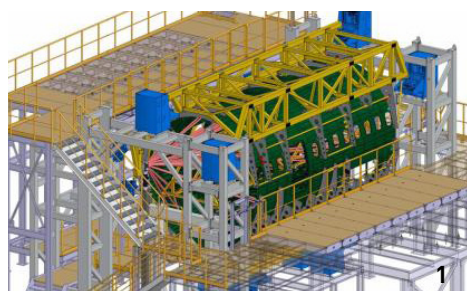
1. Второй и третий МС-21 в цехе окончательной сборки.
2. Позиционирующая колонна вертикального типа.
3. Станция S30 (стыковка и сборка отсека Ф3).



2



3



ки». На ИАЗ были организованы процедуры и методические указания по поверкам и калибровкам лазерных трекеров станций сборки и проверке отражателей трекеров на работоспособность.

Кроме того, в рамках проекта разработали электронную систему учета средств измерений и измерительной оснастки. Сам процесс измерения и позиционирования отсеков и агрегатов тоже был усовершенствован. В качестве примера Виктор Назаров рассказал о измерении подкилевого отсека в станции S40 при сборке отсека Ф5. «Раньше было большое количество измерений адаптеров на обресе отсека, увеличивающее время измерения, – пояснил он. – Мы исключили из процесса эти адаптеры и ввели измерения адаптеров на узлах навески стабилизатора. Это повысило точность сведения агрегатов и уменьшило время измерения в два раза».

Были также разработаны рекомендации в виде визуализированных альбомов по измерению, позиционированию и сборке отсеков и агрегатов в станциях линии сборки. «До этого у нас была методическая документация фирмы-поставщика. Нами были разработана документация в виде визуализированных альбомов», – говорит ведущий инженер, руководитель группы.

Вместе с этими были реализованные еще несколько мероприятий. В частности, проведен анализ и составлена классификация основных причин ошибок в работе программного обеспечения и позиционеров, разработаны методические указания по устранению ошибок в их работе. В процесс сборки были введены карты измерения с

«На сегодняшний день суммарное время измерения и позиционирования сократилось в два раза — с 391 часа до 195 часов. Суммарное время простоя станций линии сборки из-за ошибок в работе позиционеров и программного обеспечения сократилось в четыре раза», — Виктор Назаров, ведущий инженер, руководитель группы ИАЗ.

предварительным и окончательным контролем стыковки агрегатов, контролем геометрических параметров деталей с помощью лазерных трекеров.

За полгода иркутянам удалось достичь существенных результатов. «На сегодняшний день суммарное время измерения и позиционирования сократилось в два раза – с 391 часов до 195», – рассказал руководитель проекта на ИАЗ. Если брать достижения по отдельным станциям сборки линии, то наиболее заметный эффект был получен на

станции СО30 при сборке отсека Ф1 (вместо 30,5 часа сегодня на это уходит всего 11 часов при изначальной цели разработчиков проекта в 15 часов), а также на станции РF10 при сборке хвостовой части фюзеляжа (там тоже изначально тратилось 30,5 часа, сегодня 12 часов при цели 15).

«Суммарное время сборки из-за ошибок в работе позиционеров и программного обеспечения сократилось в четыре раза», – сообщил Виктор Назаров. Если до реализации проекта этот показатель составлял 144 часа в год, то теперь – лишь 34 при изначальной цели 72 часа. В результате оптимизации процесса измерения и позиционирования агрегатов были созданы условия для сокращения цикла агрегатной сборки самолета MC-21 на 3,5%. Повышено также качество сборки, уменьшены значения отклонений фактических значений от номинальных в зоне стыка агрегатов. Кроме того, созданы условия для сокращения общего цикла сборки самолета MC-21 при выходе на серийное производство. В настоящее время на линии сборки ИАЗ используется 11 лазерных трекеров вместо 10 в начале проекта. Эта программа рассчитана на производство 18 самолетов в год на одной линии, но таких линий в Иркутске должно быть несколько.

Иркутский проект был высоко оценен на конкурсе проектов по совершенствованию производственной системы ОАК в 2019 году: он стал одним из победителей секции «Производство». ➔

1-3. Станции по сборке и стыковке отсеков S20, C030 и S40.
4. Работа специалиста группы измерения компонентов ЛА с помощью лазерного трекера.
5-6. Станции стыковки и сборки частей фюзеляжа PF10 и F10.
7-11. Транспортировка отсеков фюзеляжа и сборка фюзеляжа самолета МС-21.

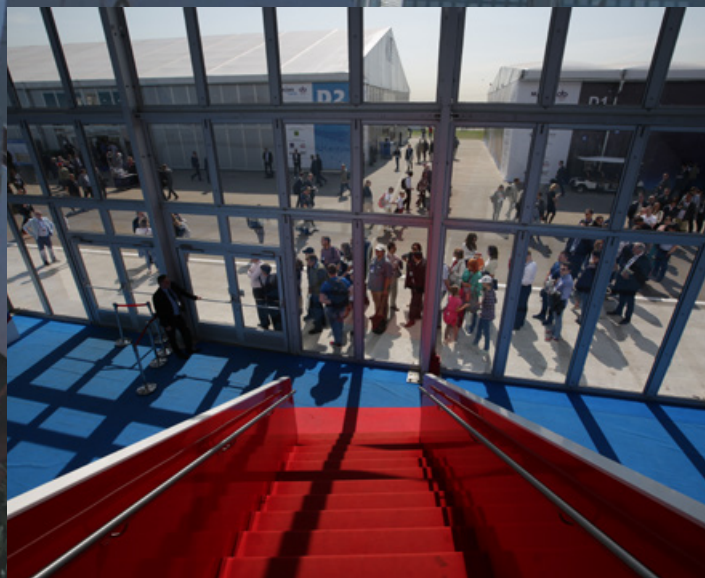


CR929



Оптимизация полной компоновки

РОССИЙСКО-КИТАЙСКИЙ ПРОЕКТ ОПРЕДЕЛЯЕТ НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К АЭРОДИНАМИКЕ, НАВИГАЦИИ, УПРАВЛЕНИЮ И БЕЗОПАСНОСТИ



Макет CRJ929 на авиасалоне МАКС-2019

Как определялась аэродинамическая схема российско-китайского широкофюзеляжного самолета CRJ929? Как будет обеспечиваться повышение налета нового воздушного судна? Какими методами сегодня доводится до совершенства аэродинамика лайнера? Как выбиралась размерность CRJ929? Что нового предлагается в его системах ручного и автоматического управления? Об этом и многом другом в интервью «Горизонтам» рассказал начальник научно-исследовательского отделения (НИО) аэродинамики компании «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) — заместитель главного конструктора по аэродинамике Александр Долотовский.

АЭРОДИНАМИКА В ОЧЕНЬ ШИРОКОМ СПЕКТРЕ

— За какие направления работ проекта CRJ929 отвечает Ваше подразделение?

— НИО аэродинамики состоит из трех подразделений — департамент аэродинамических характеристик, департамент механики полета и департамент летной документации. Нашим подразделением мы закрываем аэродинамику в очень широком спектре понимания этого вопроса. Это и проектирование аэродинамической компоновки самолета, определение его аэродинамических характеристик. Это и исследования по устойчивости управляемости, взлетно-посадочные и летно-технические характеристики самолета. Поскольку современный самолет не может

«Мы собрали под одну крышу все вопросы, которые относятся к выполнению полета современного гражданского самолета», — Александр Долотовский.

существовать без высокоавтоматизированной системы управления, соответственно алгоритм этой системы управления тоже разрабатывается здесь. Если для проекта Sukhoi Superjet 100 мы разрабатывали только

контур ручного управления, то сейчас для CR929 мы делаем алгоритмы обоих контуров, ручного и автоматического управления.

Плюс на этом проекте мы беремся за не совсем типичную для аэродинамиков задачу, как алгоритмы управления системы торможения колес и системы поворота передней опоры на земле, потому что эти задачи оказались очень переплетены с задачами автоматического управления. Мы собрали все эти задачи в один кластер. По факту, мы несем полную ответственность за движение самолета на земле и в воздухе. Это соответствует формату изложения требований. Этот замечательный документ у меня является настольной книгой (смеется). Авиационные правила АП25, нормы летной годности. Если открыть раздел Б, называемый «Полет», он как раз полностью описывает вопросы, связанные с движением самолета в воздухе и на земле.

Департамент летной документации образовался в НИО аэродинамики несколько лет назад. Летная документация, через процедуры летной эксплуатации самолета, неразрывно связана с характеристиками устойчивости управляемости самолета и с характеристиками самолета. В соответ-

ствии с теми же АП25 мы не можем продемонстрировать какие-либо характеристики самолета без учета действий экипажа.

Таким образом мы собрали под одну крышу все вопросы, которые относятся к выполнению полета современного гражданского самолета. Это и средства создания подъемной силы, то есть аэродинамическая компоновка. Это и средства управления движением самолета в воздухе, то есть вопросы динамики полета. И летные характеристики самолета. И процедуры взаимодействия экипажа с самолетом при выполнении полета, то есть летная документация.

— У Ваших партнеров по проекту CR929 такая же структурная организация этих направлений работ?

— У наших китайских партнеров не так. У них своя структура. Но я могу сказать, что последнее время у них наблюдается очень серьезный дрейф в сторону нашей структуры. Дело в том, что наша структура во многом сформировалась в ответ на вопросы, возникавшие в ходе сертификации нашего самолета. Заявка на сертификацию RRJ95 (сертификационное наименование самолета Sukhoi Superjet 100 — Ред.) была подана в 2004 году — 15 лет назад. За это время мы прошли сертификацию

в российских авиационных властях, в европейских авиационных властях, властях Индонезии, Лаоса, Египта, Мексики. Сертификация и валидация — это вопросы близкие, особенно с европейским агентством по безопасности полетов (EASA), которое по сути провело теневую сертификацию нашего самолета, производства и учебного центра. Очень серьезно к вопросу валидации относились индонезийские власти. У них были свои локальные требования, связанные с особенностями эксплуатации в этом приморском тропическом государстве, которые потребовали внедрения некоторых изменений в типовую конструкцию нашего самолета. Был накоплен очень серьезный международный опыт, который наши китайские партнеры, конечно же, учитывают.

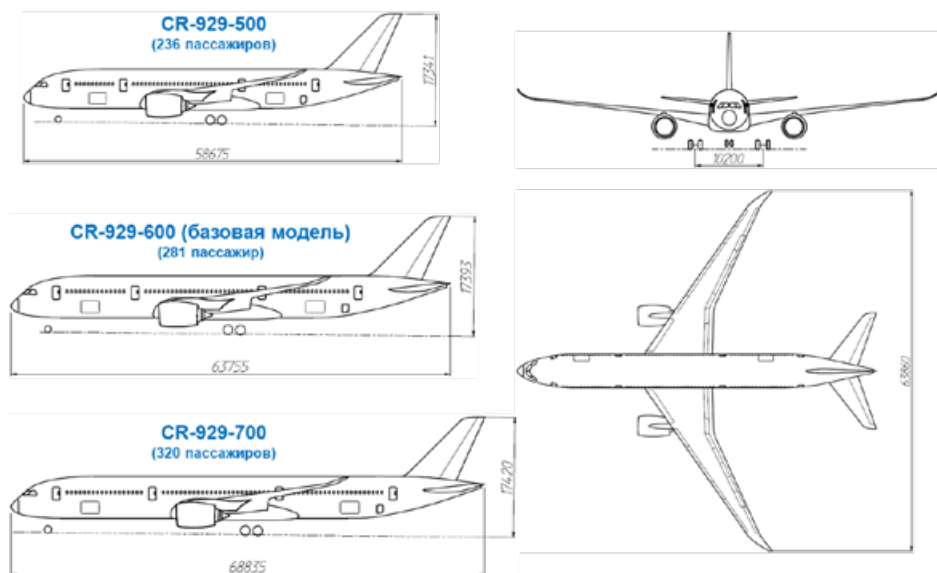
— Какие из трех направлений Вашего НИО сейчас в приоритете?

— Мы стараемся балансировать приоритеты, чтобы работы по всем направлениям двигались одновременно. По программе CR929, сейчас мы находимся на этапе Контрольного рубежа 3 (Gate3), что эквивалентно этапу Эскизное проектирование, поэтому работой по этой программе загружены специалисты всех департаментов НИО. Соответственно это работы по разработке аэродинамической компоновки, исследования характеристик устойчивости и управляемости, выдача исходных данных нашим коллегам из департаментов по проектированию систем по аэродинамическим и летным характеристикам самолета. Разработка алгоритмов систем управления полетом и движением самолета по земле. Расчеты ЛТХ и ВПХ для нужд маркетинга и продаж. Сравнение ожидаемых характеристик с конкурентами. Отдельным направлением обозначу работы по Flight Operations Support — поддержка летной эксплуатации. В нем есть огромный раздел, посвященный летной документации, который тесно увязан с вопросами обучения летного состава и процедурами эксплуатации самолета. Новое направление, которое сейчас массово внедряется в гражданской авиации, т.н. «бесбумажная кабина», требует работ по созданию комплекта интерактивной летной документации, которая будет использоваться на EFB — Electronic Flight Bag, планшетный компьютер вместо бумажной документации, наличие которой в кабине сейчас обязательно для эксплуатации самолета. Новая тема, которую мы сейчас активно осваиваем и внедряем, это разработка программных инструментов поддержки эксплуатации с точки зрения обеспечения летчиков автоматизированными расчетами взлетно-посадочных характеристик самолета. Мы уже сейчас поставляем для компаний, эксплуатирующих «Сухой Суперджет», нашу программу «Runwayanalysis-95» для персональных компьютеров и ноутбуков, ведем тестирование версии для использования на планшетах (EFB). Для CR929 мы планируем расширить этот сервис: это будут не только расчеты

Технологии достижения высокого уровня топливной эффективности:

- Поиск баланса удлинения, сужения, стреловидности и веса конструкции крыла;
- 3D оптимизация профилировки полной компоновки для полета на $M=0.85$;
- Адаптация формы крыла к условиям полета;
- Устранение источников вредного сопротивления;
- Применение технологии естественной ламинаризации потока на элементах планера.

Основные геометрические характеристики



взлетно-посадочных, но и программы для расчетов летно-технических характеристик, построения плана полета, расчеты загрузки и центровки ВС.

— **С кем Вы в своей работе еще взаимодействуете по программе CR929?**

— С китайской стороны мы взаимодействуем с СОМАС. С российской стороны у нас традиционными партнерами еще с проекта RRJ95 являются отраслевые институты: в первую очередь это ЦАГИ, СибНИА, МФТИ. Здесь есть четкое распределение работ: ЦАГИ отвечает за аэродинамику высоких скоростей, а СибНИА — низких. Достаточно активно сейчас подключается МАИ. Кроме того, по линии защиты самолета от обледенения мы работаем еще и с ЦИАМ. Как видите, организована широкая кооперация с отраслевой наукой, которая позволяет поддерживать нашу продукцию на высоком уровне летных характеристик.

«ТРУБА С КРЫЛЬЯМИ» VS «ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО»

— **В одной из публичных лекции о перспективах авиастроения научный руководитель ЦАГИ, академик РАН Сергей Леонидович Чернышев говорил, что компоновка «труба с крылом» с висящими на нем двигателями себя**

«Сейчас коммерческая авиация больше движется не столько в направлении снижения расходной части своей экономики, сколько в сторону увеличения доходной», — Александр Долотовский.

практически изжила. Больше из нее «выжать» для улучшения характеристик самолетов вряд ли что удастся. Единственный оставшийся почти нетронутым резерв улучшения — снижение интегральной силы трения. Альтернативой должна стать интегральная компоновка или, как ее еще называют, «летающее крыло». Почему проект CR929, который будет летать во второй половине 2020-х и далее в 2030–2040–2050-х годах, пошел по классической схеме?

— Если мы заглянем в прошлое техники, то ситуация достижения какой-либо технологией своего потолка является вполне стандартной. Но если посмотреть, например, историю парусного кораблестроения, то его вершина — чайный клипер, который по сей день остается самым быстроходным парусным кораблем. Но дальнейшее совершенствование парусного движителя было совершенно бессмысленным. Кораблестроители перешли к другим силовым установкам: сначала к паровым двигателям, потом к тепловым машинам внутреннего сгорания. Но



Александр Долотовский

что характерно, законы гидродинамики для оптимизации обводов корпуса изменились мало. Если посмотреть на обводы чайного клипера и современного быстроходного корабля, то мы увидим массу общего: соотношения длины и ширины корпуса, наклоны обводов и так далее. То есть, если мы имеем технологию, давшую высокий уровень характеристик, выше которых на базе существующих физических принципов прыгнуть нельзя, то нужно этот уровень заморозить и поддерживать. При этом нужно искать другие пути повышения эффективности.

Аэродинамические компоновки современных коммерческих самолетов достигли своего определенного предела по возможности существующих материалов, существующих силовых установок, а также «уперлись» в ограничения атмосферы. Дальнейшее увеличение скорости полета становится однозначно нерентабельным.

Вариант «летающее крыло» — это продолжение поисковых работ по снижению сопротивления компоновки за счет умень-

шения омываемой поверхности планера. Но, с нашей точки зрения, этот путь не обеспечивает соответствия другому важному требованию к коммерческому самолету — безопасной регулярной эксплуатации с высокой частотой. Сейчас коммерческая авиация больше движется не столько в направлении снижения расходной части своей экономики, сколько в сторону увеличения доходной. Здесь критическими становятся вопросы обеспечения устойчивости и управляемости при широком диапазоне центровки, с учетом обледенения, ветра и турбулентности атмосферы. Нормальная компоновка, та самая «труба с крыльями» — обеспечивает баланс между высоким аэродинамическим качеством и характеристиками устойчивости и маневренности самолета.

Пока никто из исследователей, работающих в направлении поиска новых компоновок коммерческого дозвукового самолета, не смогли существенно превзойти уровень аэродинамического совершенства для самолета классической на сегодня компоновки.



Китайский COMAC рассматривает различные аэродинамические компоновки своих перспективных лайнеров

— Каковы с Вашей точки зрения перспективы использования интегральной компоновки в коммерческой авиации?

— Компоновка «летающее крыло» не нова. Уже в 1930-х годах по ней создавались самолеты. В середине 1940-х фирма Northrop построила с такой компоновкой гигантский четырехмоторный экспериментальный бомбардировщик XB-35 с размахом крыла более 52 метров. Но уже тогда стало понятно, что у компоновки «летающее крыло» есть один существенный недостаток, который полностью нивелирует все преимущества по аэродинамике, — очень узкий диапазон центровок, из-за чего возникают серьезные ограничения по управляемости. Грубо говоря, убирая с самолета горизонтальное и вертикальное оперение, как источники сопротивления, получается летательный аппарат, который может летать только по прямой. У самолета исчезает возможность выполнять полет в реалистичной атмосфере по реалистичному профилю, возникают проблемы с маневренностью, всепогодностью, то есть возможностью полета в условиях обледенения и сильных порывистых ветров.

Главная функция для коммерческого самолета — его максимально регулярная эксплуатация. Без учета этого аэродинамическая эффективность превращается в фетиш, поскольку улучшение аэродинамического качества на 15% может быть «съедено» банальным неоптимальным маршрутом, с обходом всех зон обледенения.

Что касается компоновки «труба с крыльями», она появилась не просто так. Это был результат «генетического отбора» при развитии авиационной техники. На заре авиации была масса различных схем, но уже с середины 1960-х годов все авиастроители мира пришли к классической компоновке — самолет с цилиндрическим или квази-цилиндрическим фюзеляжем, низкоплан, с нормальным палубным оперением и с двигателем под крылом. Несколько лет назад один из немецких университетов провел программу, посвященную анализу наиболее оптимальной компоновки для коммерческих воздушных судов. Использовались самые современные цифровые методы, дающие достаточно высокую достоверность результатов оценки аэродинамических характеристик. За основу был взят Airbus 310. Студентам предложили улучшить его. В отчете по этой теме рассматривалось множество самых экзотических компоновок, вплоть до тандемного фюзеляжа. Но анализ показал, что все они проигрывают классической.

ЧЕТЫРЕХМЕРНОСТЬ В НАВИГАЦИИ

— Какие пути повышения дохода коммерческой авиации?

— С нашей точки зрения, логичнее сейчас вести работы по повышению налета воздушных судов, спрямлению маршрутов. Сейчас они строятся не по оптимальной кратчайшей траектории, а по траектории, вынужденной учитывать пересечения с маршрутами других самолетов, которые возникают уже в про-

цессе полета. Сокращение времени полета лайнеров в зоне ожидания. Для этого стоит работать над увеличением устойчивости самолетов к воздействию внешних факторов, росту автоматизации полета. Все это очень серьезный резерв для роста экономической эффективности воздушных перевозок.

— Что делается для этого в мире и у нас?

— В этом направлении сейчас идет международная организация гражданской авиации ICAO. Есть глобальный аэронавигационный план, который утвержден в ICAO уже больше 10 лет назад. Согласно нему, в мире сейчас активно внедряются средства так называемой четырехмерной навигации на базе уже существующей и внедренной технологии PBN (Performance-based Navigation). Суть этой четырехмерности: в традиционную трехмерную геометрическую навигацию добавляется четвертое измерение — время. При этом планирование полетов становится сквозным и сетевориентированным. В завершеном виде внедрение этих технологий приведет к тому, что самолеты будут обмениваться друг с другом своими позициями в режиме реального времени, за счет чего будет достигаться оптимизация маршрута.

Мы провели анализ и выяснили, что даже для регионального самолета, летающего на коротких «плечах», переход от обычных маршрутов, которые являются следствием взаимодействия воздушного судна со службами планирования полетов, к такой четырехмерной навигации дает эффект в топливной эффективности больше 15%. Это

эквивалентно переходу на новое поколение маршевых силовых установок. Ограничениями в использовании этих технологий пока являются готовности технологии — средств обмена информацией и анализа этого большого массива данных. Кроме того, для этого не готово оборудование с точки зрения обеспечения потребной надежности и безопасности, поскольку эти технологии приведут к еще большему уплотнению потоков, уменьшению зазоров между эшелонами и зазоров по времени. Но это уже чисто статистическая задача. Данные накопятся. Думаю, за горизонтом 2025 года начнется активное внедрение таких технологий. Это и есть BigData в авиации

Задачи для аэродинамиков

— *Получается, идеальная аэродинамическая схема для коммерческого самолета уже существует. В чем же тогда заключалась работа департамента аэродинамических характеристик по проекту CR929?*

— Схема — это взаимное положение основных элементов планера друг относительно друга и их основные геометрические параметры. Главная задача, которую мы сейчас ставим перед авиационной наукой, — фиксация методологии, которая была использована при разработке Ту-204, Ил-96, «Суперджета», МС-21 и используется теперь для CR929. Технология эта родилась еще в 1970-е годы, но ее возможности по оптимизации постоянно росли с ростом вычислительных возможностей. Все начиналось с решения оптимизации плоского двухмерного профиля в широком диапазоне скоростей. Потом перешли на трехмерную оптимизацию для изолированного крыла. Дальше появилась возможность добавлять к изолированному крылу дополнительные элементы — фюзеляж, мотогондолы. Сейчас мы оптимизируем полную компоновку. Вычислительные мощности растут и в эту сетку можно поставить больше элементов, чтобы все просчитать в разумное время.

Классическая схема с правильно подобранными геометрическими параметрами крыла и оперения, гарантирует, что такой самолет будет летать устойчиво, хорошо управляться в требуемом диапазоне скоростей и, скорее всего, у него не будет проблем в ожидаемых условиях эксплуатации. Но для того, чтобы у него было высокое аэродинамическое качество и хорошие характеристики сваливания, необходимо проводить серьезную, итерационную работу по оптимизации профилировки с учетом реальных элементов, навешанных на крыло — фюзеляж, пилон, мотогондолы, подфюзеляжный обтекатель. Эта оптимизация дает очень серьезный выигрыш — десятки процентов. Правильно выбранное соотношение омываемых несущей и ненесущей поверхностей может нам дать существенную разницу по максимальному качеству.

В этом же заключается и наша работа по CR929. Простой путь был просто в выборе

правильного соотношения площади крыла и удлинения крыла к омываемой поверхности фюзеляжа. Но без применения методов оптимизации, особенно для высокоскоростных трансзвуковых скоростей, можно упустить большую часть выигрыша от компоновки. Поэтому работы для аэродинамиков по-прежнему много, и она еще не завершена.

РАЗУМНЫЙ КОМПРОМИСС

— *Кто имел последнее слово в определении параметров воздушного судна: аэродинамики, технологи, маркетологи?*

— Наибольшее влияние на характеристики самолета оказывают маркетинговые требования. Маркетологи определяют бизнес-задачу: количество пассажиров и грузов, перевозимых на заданное расстояние за заданное время и за заданную стоимость. А мы уже на ее основе даем свои предложения.

«Предлагаемый нами проект – разумный компромисс: CR929 более комфортный, чем 787, но более экономически эффективный, чем А350», – Александр Долотовский.

Принципиальный момент, который оказал влияние на компоновку CR929: мы выступаем в роли догоняющих двух основных конкурентов — Boeing и Airbus, у которых уже есть самолеты нового поколения — 787 и А350. Минус в этом: нам нужно предложить что-то, серьезно отличающееся в лучшую сторону от этих уже существующих самолетов. Но есть и плюс: мы точно знаем недостатки компоновок конкурентов. Поэтому предлагаемый нами проект — разумный ком-

промисс: CR929 более комфортный, чем 787, но более экономически эффективный, чем А350. Именно исходя из этих соображений было выбрано поперечное сечение фюзеляжа. CR929 по габаритам и массе располагается как раз между 787 и А350.

А350 получился очень большой, из-за чего Airbus пришлось ограничить удлинение крыла, чтобы соответствовать габаритам по категориям ICAO для больших самолетов. Boeing на программе 777MAX для преодоления этого лимита пошел на необычное для коммерческого самолета решение — складные законцовки крыла. У проекта же CR929 размах крыла имеет запас к ограничению ICAO.

Boeing с 787 был пионером в композитном самолетостроении в этой размерности. Очевидно, что они тоже себе ограничили удлинение потому, что опасались проблем с прочностью. На опыте этих двух лайнеров мы поняли, что можно сделать композитное крыло с оптимальными параметрами, получив гарантированное преимущество не менее 5% по аэродинамическому качеству. В коммерческой авиации это очень большое преимущество, особенно исходя из того, что силовая установка у нас будет с близкими им параметрами: в ближайшие 20 лет не придется ждать появления двигателя, который «порвет» рынок существенным улучшением характеристик. Интересные работы ведет General Electric в области применения в двигателях нового поколения керамических материалов, но пока они их внедряют лишь на военные моторы. До прихода этих технологий в коммерческую авиацию пройдет еще не менее 10-ти лет.

КОНТРОЛЬНАЯ ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ МОДЕЛЬ

— *Как участвовала в Ваших работах китайская сторона?*

— В части аэродинамического проектирования, пока у нас, по сути, идет два параллельных проекта. С самого начала, учитывая наш



Макет кабины CR929 на МАКС-2019 посетил даже лидер КПРФ Геннадий Зюганов

разный опыт и то, что вопрос интеграции двух коллективов в единую команду — очень серьезный дипломатический вызов, мы предлагали организовать конкурс проектов. Старт программы в соответствии с гейтовой системой — это 4-е ворота, когда подписываются твердые контракты на поставку основных комплектующих и самых дорогих систем, в первую очередь — основной силовой установки, и появляется первый стартовый заказчик. До 4-х ворот, как и было у нас с «Суперджетом», проект остается достаточно пластичным, есть возможность проведения конкурсной работы. Это хороший подход, создающий определенный тонус.

Пока у нас согласован общий вид самолета и основные геометрические параметры, необходимые для работы команды разработчиков и маркетинга. По согласованию сторон, для проведения независимой оценки результатов аэродинамической оптимизации разработана контрольная высокоротная аэродинамическая модель, которая будет использоваться нами как определенный инструмент защиты интеллектуальной собственности для обеих сторон. Чтобы не передавать предлагаемую геометрию друг другу до утверждения, для проведения этих испытаний мы договорились, что сделаем некую модель, которая будет обладать обобщенной геометрией, которой мы можем доверять. Продувки этой модели мы проведем в трех разных трубах: китайской, российской и в качестве промежуточного рефери — в европейской криогенной трубе ETW. Обменявшись результатами испытаний этой контрольной модели, каждый сможет построить банк поправок, который позволит провести объективное сравнение результатов продувок моделей каждой стороны. Таким образом программа CR929 уже приносит прибыль, так как дает уникальную возможность дополнить базу знаний российской авиационной науки испытаниями в криогенной аэродинамической трубе с высокими числами Рейнольдса — очень важная информация для повышения достоверности экспериментов в аэродинамических трубах и верификации расчетных методов.

— **Насколько важны сейчас такие продувки?**

Ведь вычислительные мощности растут, моделирование становится все более точным.

— Они очень важны. Колоссальное заблуждение будто компьютерные технологии — это последний, самый опорный метод получения результатов. У разработчиков программного обеспечения есть такая поговорка «Garbage in-garbage out». Насколько программа точно описывает процесс зависит от разработчика, написавшего ее. Аэродинамические трубы с появлением методом численного моделирования динамики течения жидкостей и газа (CFD) нисколько не утратили своей ценности. Наоборот, они повысили свою ценность, как инструмента, поскольку появилась возможность использовать методы CFD для повышения

точности эксперимента в трубе: с помощью CFD сейчас производится приведение трубного эксперимента к натурным условиям. Но CFD-методы смогут абсолютно точно описать физику течения газа или жидкости, когда мы сможем увеличить количество ячеек хотя бы до уровня группы молекул. Сейчас ячейка, которую мы делаем, — это отрезок газа, достаточно большой по своим физическим размерам. Поэтому, например, учет вязкости, который на больших скоростях и особенно на отрывных режимах оказывает колоссальное влияние на результаты расчетов, по-прежнему ведется по согласованным, полуэмпирическим моделям. Поэтому эксперимент в аэродинамической трубе остается основным методом определения и подтверждения аэродинамических характеристик летательного аппарата с высокой степенью достоверности, особенно в части характеристик на больших углах атаки и в условиях обледенения.

«Мы активно думаем над концепцией однопилотной кабины экипажа. Думаем также над концепцией “пилот, как навигатор”, когда полет выполняется полностью в автоматическом режиме, а пилот выполняет только планирование полета», — Александр Долотовский.

СТАНДАРТ УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ

— **Какие особенности у CR929 будут в области системы ручного управления полетом самолета?**

— Система управления — это наш конек. Работа над RRJ95 только начиналась, самый первый вариант имел кабину со штурвалом. Идеологически кабина была максимально приближена к Boeing 737. Он на тот момент был самым массовым самолетом, а А320 был в положении догоняющего. С самого начала программы велось активное взаимодействие с пулом потенциальных заказчиков, так называемый консультативный совет с авиакомпаниями. В 2004 году состоялось историческое совещание этого совета, на котором представители авиакомпаний, что интересно и европейских, и американских настоятельно рекомендовали ГСС делать кабину по образу и подобию А320 и обратить внимание на увеличение уровня автоматиза-

ции по сравнению с В737. Мы приветствовали это предложение, так как были уверены, что в России к этому моменту времени уже был хороший опыт в этой области и по боевым машинам, и по гражданским самолетам. Достаточно напомнить про Су-27, Ту-204, Ил-96 и ВКС «Буран», самолеты с электродистанционными системами управления, с высоким уровнем автоматизации.

Мы стараемся поддерживать и развивать это направление, работая совместно с ЦАГИ. Без ложной скромности скажу, что на сегодняшний день «Суперджет 100» с точки зрения ручного управления, один из лучших самолетов в мире в классе коммерческих лайнеров. Имеющиеся у нас наработки устанавливают определенный стандарт уровня автоматизации для систем ручного управления современных самолетов. Все, кто идет за нами, идет в эту же сторону, но пока, мы остаемся в числе лидеров. Bombardier сделал на CSeries кабину с боковой ручкой, но их система ручного управления имеет автоматизацию на уровне конца 1990-х годов. У них отсутствует большая часть алгоритмов, которые уже реализованы на «Суперджете», включая алгоритм автоматического триммирования. Эта операция у них выполняется вручную клавишами на боковой ручке. Когда в Москву прилетел А350, было очень приятно узнать, что на А350 в составе алгоритмов системы управления появились функции, которые впервые были разработаны нами и внедрены для «Суперджета».

Все наши наработки применимы и для больших коммерческих самолетов, включая CR929. И это еще одно наше преимущество перед китайскими партнерами. У нас уже можно полетать на пилотажном стенде на модели широкофюзеляжного самолета с работающими алгоритмами ручного и автоматического контуров. Мы планируем перенести этот опыт в части ручного управления с «Суперджета» на CR929 практически без изменений.

— **А что в области автоматического управления у CR929?**

— Здесь мы берем в качестве основного тренда глобальный аэронавигационный план. Мы готовим автопилот к тому, чтобы он мог взаимодействовать с системой планирования полета FMS (Flight Management System) с учетом построения сложного четырехмерного профиля полета. Поэтому у нас в контуре автоматического управления сразу будет реализована функция вертикальной навигации от взлета до посадки: автопилот будет реализовывать и отслеживать не только горизонтальный профиль полета, но и вертикальный. Также у нас будет реализована функция автоматической посадки по категории IIIb, которая потом легко пролонгируется до категории IIIc.

Мы подумываем и о функции автоматического взлета, но эта задача сложнее. Эта процедура включает в себя, в частности, принятие решения на прекращение



Макет кабины CR929

или продолжение взлета. Поэтому нужен алгоритм, который может с необходимой достоверностью оценивать возможность безопасного прекращения или продолжения взлета при различных возможных угрозах, возникающих на полосе: отказы систем, предупреждение о сдвиге ветра, внешние угрозы — другие самолеты или птицы. Поэтому, как ни странно, алгоритм автоматического взлета сделать сложнее, чем алгоритм автоматической посадки.

ВТОРОЙ ПИЛОТ НЕ НУЖЕН

— Ваши коллеги говорили, что в идеале у пилота должна быть одна кнопка «Пуск», а остальное сделает система автоматического управления.

— Я не открою тайны, если скажу, что мы активно думаем над концепцией однопилотной кабины экипажа. Думаем также над концепцией «пилот, как навигатор», когда полет выполняется полностью в автоматическом режиме, а пилот выполняет только наиболее трудоемкую задачу, стоящую сейчас перед летным экипажем, — планирование полета. По мере аппаратной и законодательной готовности мы вполне можем перейти на эту концепцию. По крайней мере базис мы закладываем для перехода на нее с минимальными техническими изменениями.

— Когда, по Вашим прогнозам, такой переход станет возможен?

— Это реалистично к 2030 году. Сейчас взят очень серьезный тренд на роботизацию процессов управления. Во главу угла здесь ставится безопасность полетов при все более уплотняющемся трафике. Маркетологи здесь



Павильон CR929 на МАКС-2019 вызвал большой интерес у посетителей выставки

ставят во главу угла экономику: затраты на зарплату экипажа составляют сегодня около 16% от стоимости летного часа, что сопоставимо с затратами на техническое обслуживание и ремонт; дороже только топливо. Исключение из экипажа одного дорогостоящего пилота примерно эквивалентно увеличению аэродинамического качества самолета на 8%. Вторая сторона вопроса — подавляющее большинство летных происшествий происходит по причине ошибок или неправильных действий экипажа. Повышение уровня автоматизации — это путь к повышению безопасности полетов.

Цель нашей работы по CR929 в этой части — сделать наш продукт наиболее подготовленным к переходу на такую кон-

цепцию по сравнению с нашими конкурентами. Пока, конечно, самолет делается под двухчленный экипаж, но закладываются проектные резервы. 2030 год очень близко. И надо быть готовым, чтобы через 5–7 лет не переделывать половину систем самолета. Внешне, конечно, самолет останется прежним. А вот информационное поле кабины будет серьезно изменено. Рычаги управления из такой кабины исчезнут, но не сразу. Естественно какое-то время должны оставаться средства ручной коррекции полета. Но при этом сами пилотажные характеристики будут настолько простыми, что человек с минимальной подготовкой сможет управлять самолетом. Кстати, на «Суперджете» уже так и есть: пилотировать его очень просто. ➔



Кому сколько самолетов?

Прогноз ОАК развития мирового рынка коммерческих самолетов до 2037 года

Ежегодно специалисты аналитического департамента корпорации проводят анализ мировой экономической ситуации, оценивают варианты ее дальнейшего развития и на этой основе проводят математическое моделирование развития авиаперевозок и спроса на авиатехнику. На базе результатов моделирования составляется обзор мирового рынка гражданской коммерческой авиатехники на ближайшие 20 лет. Представленный на МАКСе-2019 и опубликованный на сайте «Обзор рынка 2019–2038» содержит 70 страниц графиков и пояснений. Здесь мы приводим наиболее значимые части — прогноз рынка пассажирских самолетов по миру в целом и по ряду значимых для нас стран: Россия, Китай и Индия.

Доля пассажирских самолетов в мировом коммерческом парке составляет 92%. Далее речь пойдет только про пассажирские самолеты вместимостью от 30 кресел в типовой компоновке, ведь производство воздушных судов (ВС) меньшей вместимости пока не входит в зону интересов ОАК.

Главными факторами, определяющим на спрос на новые самолеты, являются развитие авиаперевозок и выбытие или замена имеющегося парка. Спрос на пассажирские авиаперевозки, в свою очередь, зависит от многих факторов, но, в первую очередь, от величины и темпов развития валового внутреннего продукта (ВВП), численности населения и уровня развития отрасли авиаперевозок и альтернативных видов транспорта.

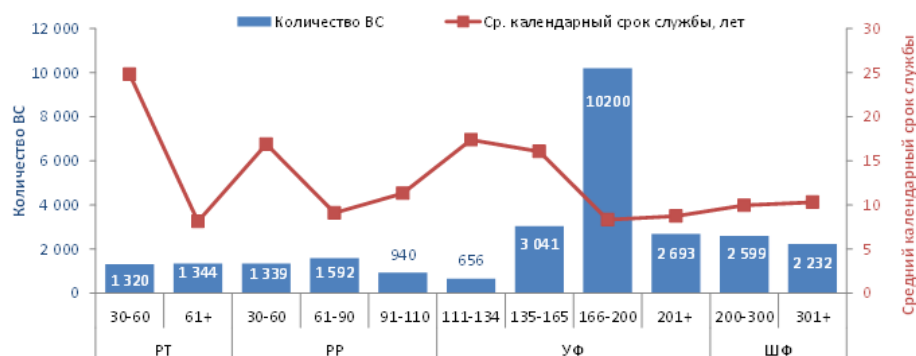
В период с 2001 до 2018 года среднегодовые темпы роста мирового ВВП составляли 3,0%. Ожидается, что в первом десятилетии прогнозного периода ВВП будет расти в среднем на 2,9%, а во втором на 2,7% в год. Рост за 20 лет в 1,7 раза.

При этом необходимо учесть, что темп роста численности населения в мире замедляется. В ретроспективном периоде (2001–2018) он составил 1,2%. Сейчас население Земли 7,6 млрд, в 2038 году будет 9,1 млрд. Пассажиров в 2018 году было перевезено примерно 4,3 млрд, в 2038 году будет перевезено примерно 10,4 млрд.

Основной мерой работы при пассажирских перевозках является величина пассажирооборота, измеряемая в пассажирокилометрах (пкм). Как связаны между собой

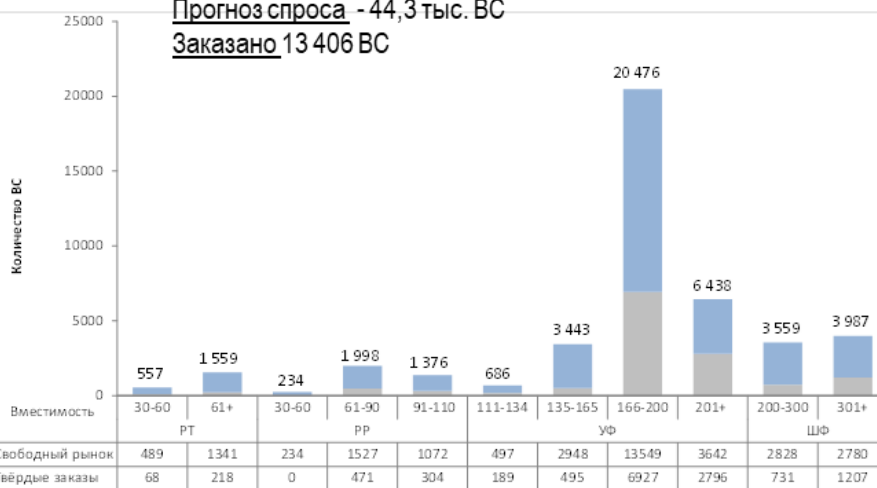
Мировой парк пассажирских самолетов на начало 2019 г.

Всего в парке 27 956 ВС
Средний возраст 11,1 лет



Спрос на новые пассажирские ВС

Прогноз спроса - 44,3 тыс. ВС
Заказано 13 406 ВС



пассажирооборот и ВВП? Зависит от региона, однако везде пассажирооборот растет опережающими темпами по отношению к ВВП. По мере развития авиаперевозок это «опережение» сокращается. В ретроспективном периоде соотношение между темпами мирового пассажирооборота и ВВП было 1,9, в первом десятилетии сократится до 1,6, а во втором — 1,5. При этом в целом пассажирооборот за 20 лет увеличится в 2,4 раза (с 8,3 до 19,5 трлн пкм).

Авиамобильность (пкм/чел) все время увеличивается, но темпы ее роста сокращаются. В период 2001–2018—4,5%. В первое десятилетие прогнозного периода они уменьшатся до 3,7% в год, а во второе десятилетие — до 3,3%.

Узкофюзеляжные самолеты (УФ) остаются со значительным отрывом самыми востребованными на рынке авиаперевозок, поскольку на них в настоящее время выполняется 52% пассажирооборота. На долю широкофюзеляжных (ШФ) ВС приходится 44%. Важная особенность развития мировых перевозок — тенденция роста доли УФ и сокращение доли

Суммарный спрос в 2019-2038 годах на коммерческие пассажирские ВС оценивается нами в 44,3 тыс. или \$6 351 млрд в каталожных ценах 2019 года. Из них уже заказано 13,4 тыс. ВС (30 % от предполагаемого спроса).

ШФ-самолетов (в 2038 году ожидается 59% и 38% соответственно).

Суммарная доля перевозок на региональных ВС в мире сократилась с 8,3% в 2001 году до 4,4% в 2018 и продолжит сокращаться до 3,0% к 2038 году. Сокращение доли региональных перевозок и перевозок на ШФ ни в коей мере не эквивалентно сокращению объемов этих перевозок.

В распределении перевозок по диапазонам дальности больших изменений не ожидается. Единственная характерная для всех регионов деталь — это сокращение доли перевозок на самых коротких дальностях.

Всего в коммерческом пассажирском парке сейчас насчитывается примерно

28 тыс. ВС. Наибольшую долю имеют УФ самолеты (однопроходные ВС вместимостью более 110 кресел) — 59%. Затем идут ШФ ВС, их доля 17%. Региональных самолетов в мире 23% (9,5% региональных турбовинтовых (РТ) и 13,8% региональных реактивных (РР) ВС).

Средний календарный срок службы самолетов пассажирского коммерческого парка на начало 2019 года составлял 11,1 года.

По среднему календарному сроку службы (КСС) самыми «пожилыми» являются региональные турбовинтовые самолеты (16,4 года), за ними идут региональные реактивные (12,3), затем узкофюзеляжные (10,2) и самыми «молодыми» оказались широкофюзеляжные самолеты (10,1).

Распределение самолетного парка по КСС внутри отдельных классов ВС показывает, что для магистральных самолетов характерно сокращение доли по мере увеличения возраста группы.

Ожидается, что в 2038 году в мировом парке сохранится примерно 10,5 тыс. ВС современного пассажирского парка, то есть 38%. Больше всего останется УФ ВС — примерно 7 тыс. (42% от нынешних), меньше всего — РР и РТ, по 1 тыс. (27% и 39%), из нынешних ШФ в строю будут 1,5 тыс. (32%).

Влияние вторичного рынка разнится от региона к региону. В современном парке 18% самолетов сменило регион приписки по отношению к первоначальной поставке. Влияние вторичного рынка больше сказывается на рынке РТ, 37% которых поменяло регион, меньше всего на рынке меняют регион ШФ — 10%, для РР и УФ этот показатель, соответственно, 19% и 14%. Принадлежность региона к числу доноров или потребителей

вторичного рынка можно охарактеризовать посредством коэффициента K_d , который численно равен отношению количества новых самолетов, приобретенных авиакомпаниями региона, к количеству самолетов современного парка региона. Регионы доноры ($K_d > 1$): Европа 1,18, Северная Америка 1,11, Китай 1,04, Индия 1,03. Регионы-потребители ($K_d < 1$): СНГ 0,39, Африка 0,53, Россия 0,77, Латинская Америка 0,85, Ближний Восток 0,88, АТР без Индии и Китая=0,93.

Суммарный спрос в 2019–2038 годах на коммерческие пассажирские ВС оценивается нами в 44,3 тыс. или \$6351 млрд в каталожных ценах 2019 года. Из них уже заказано 13,4 тыс. ВС (30% от предполагаемого спроса).

Из прогнозов распределения работы между классами ВС следует, что самыми востребованными будут узкофюзеляжные магистральные самолеты. Ожидается, что мировой спрос на них составит примерно 31 тыс. единиц в количественном и \$3736

млрд в стоимостном выражении, что эквивалентно долям 70% и 59% соответственно. На 34% спрос на УФ ВС уже покрыт имеющимися заказами. Таким образом, свободный рынок оценивается примерно в 20640 единиц.

Если говорить о распределении спроса на новые УФ ВС по группам вместимости, то явным лидером здесь является группа 166–200 кресел (20,5 тыс. ВС), на которую приходится 66% от спроса в сегменте УФ ВС. На 34% спрос в группе будет удовлетворен уже имеющимися заказами, свободный рынок — 13550 ВС или \$1625 млрд.

В группе вместимости 201+ кресел заказами покрыто 43% предполагаемого спроса, а сам спрос в 3 раз меньше, чем в группе 166–200 (23% от всех УФ). Свободный рынок этой группы оценивается в 3640 ВС.

Спрос на самолеты младших групп вместимости (135–165 и 111–134) заметно ниже, чем в группах, перечисленных выше.

В классе ШФ-самолетов суммарный мировой спрос оценивается в примерно 7550 ВС, а свободный рынок — в примерно в 5610 ВС (74%). Общий спрос в группе вместимости до 300 кресел (в эту группу попадают CR929–500/600) — 3560 ВС, не занятый заказами — 2830 ВС (покрытие 21%). В старшей группе вместимости 301+ (сюда попадает CR929–700) общий спрос немного выше — 3990, однако незаказанный спрос меньше — 2780 (покрытие 30%).

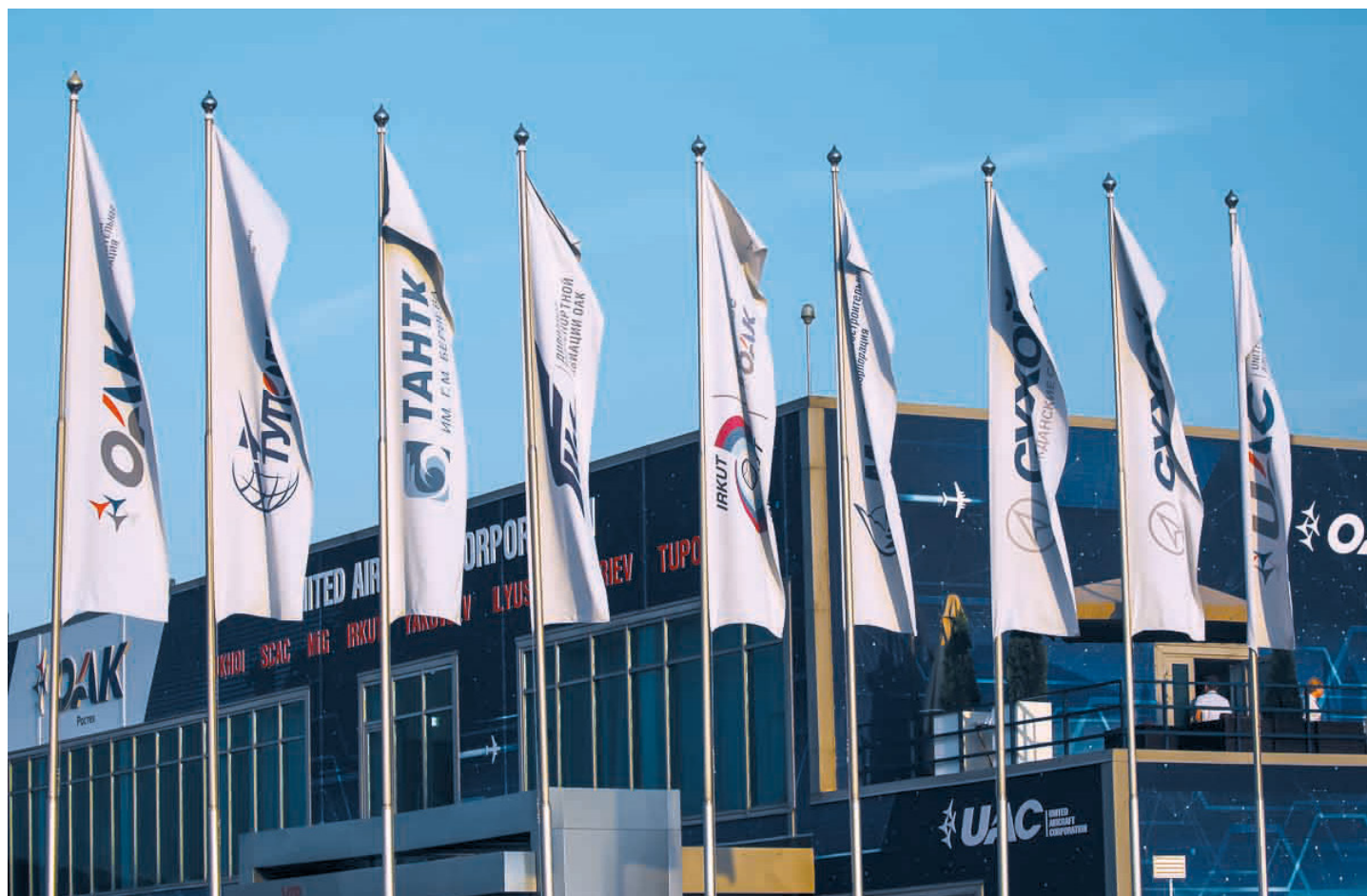
Общий спрос на региональные реактивные самолеты составляет 3610 ВС, свободный рынок — 2830 (79%). Наибольший спрос будет в группе вместимости 61–90 мест (2000 ВС), но из них 1370 (68%) приходится на Северную Америку. В группе 91–110 (к которой относится Superjet 100) суммарный спрос меньше (1380 ВС), но и сама группа меньше по диапазону вместимости (дельта в 20 кресел, а в группе 61–90 она 30 кресел). В младшей группе вместимости (30–60) кресел спрос крайне мал (примерно 230 ВС).

Общий спрос на региональные турбовинтовые самолеты на 20 лет составит 2120 ВС, из которых заказами покрыто 14%. Группа вместимости 61+ более привлекательна, поскольку на нее приходится 74% ожидаемого спроса в количественном и 80% в стоимостном выражении.

Россия

Гражданская авиация России уже добилась очень неплохих результатов и при этом демонстрирует двузначные темпы роста перевозок. Наша доля в мировом пассажирообороте 3,5%, а в мировой численности населения 1,9%. Авиамобильность в РФ составляет 1,8 к среднемировой. Выше только у Ближнего Востока (2,7), Европы (2,8) и Северной Америки (4,7). Отметим, что и эти результаты не представляются необычными на фоне исторических фактов. На момент развала СССР в 1991 году «Аэрофлот» был крупнейшей авиакомпанией в мире. В том же году доля РФ по численности населения составляла 2,7%, а по авиаперевозкам





8,1%, авиамобильность была в 3 раза выше среднемировой! Но затем разразился кризис. К 2000 году пассажирооборот авиакомпаний РФ сократился в 2,8 раза по отношению к 1991 году, а мировая доля уменьшилась до 1,8% (доля в численности населения уменьшилась до 2,4%, авиамобильность скатилась до 0,7 от среднемировой). Однако с 2001 года перевозки российских авиакомпаний вновь стали расти и рост сохранялся вплоть до 2014 года со среднегодовыми темпами 11,4%. Затем в 2015 и 2016 годах был спад (на 6% и 5% соответственно), но уже в 2017 произошел новый компенсирующий скачок роста на 20,3%. В 2018 году тенденция к росту сохранилась, но темпы снизились до 10,6%. За первые 9 месяцев 2019 года темпы роста опять возросли до 13,1% по пкм.

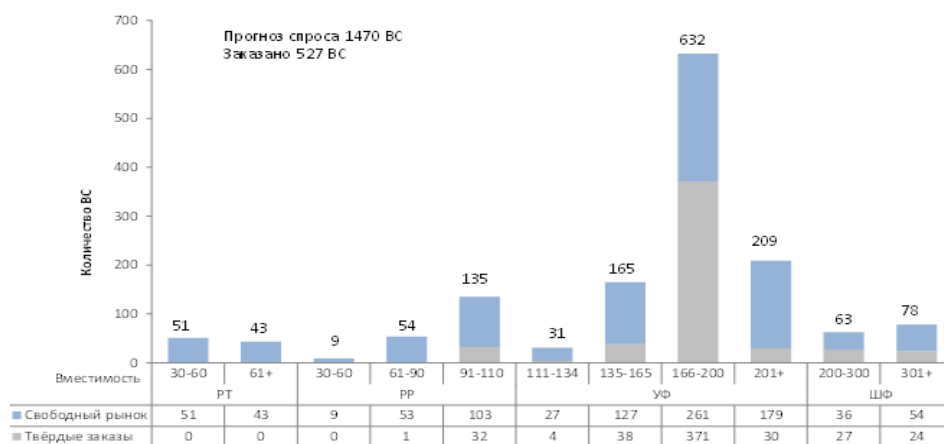
В рейтинге ICAO по выполненному в 2018 году пассажирообороту авиакомпании РФ заняли 7-ю позицию (вслед за США, Китаем, ОАЭ, Великобританией, Германией и Канадой). По грузообороту — также 7-е место.

Темпы роста ВВП в РФ в ближайшие 20 лет прогнозируются на уровне 1,7%. Темпы роста пассажирооборота в прогнозном периоде составят 4,7% и будут выше среднемировых (4,4%). К концу прогнозного периода расчетная авиамобильность населения по отношению к среднемировой увеличится до 2,3, поскольку здесь, вдобавок, скажется рост численности населения в мире и сокращение в РФ.

Всего в коммерческом пассажирском парке России сейчас 1026 ВС, средний календар-

Индикатором развитости отрасли авиаперевозок в той или иной стране или регионе может служить соотношение доли этой страны в мировом пассажирообороте к доле этой же страны в мировой численности населения. Этот показатель фактически равен соотношению авиамобильности страны к среднемировой авиамобильности.

Спрос авиакомпаний РФ на новые пассажирские ВС в период 2019-2038 годов





ный срок службы самолетов парка на начало 2019 года составлял 14,3, что заметно выше среднемирового уровня (11,1). Самой «пожилой» является класс РТ (33,5 года) и его группа 30–60 кресел (96 ВС средний возраст 39,4 года), так как в ней 76 Ан-24, с КСС от 40 до 48 лет. При этом 60 из них имеют статус «In Service». В 2038 году на крыле останется 326 ВС.

Спрос на новые ВС мы оцениваем примерно в 1470 ВС на сумму \$182 млрд, что эквивалентно доле 3,3% мирового спроса в количественном и 2,9% в стоимостном выражении. Заказано 527 ВС (36% количественного спроса). В классе УФ ВС ожидаемый спрос составит 1040 ВС, из которых уже заказаны 43%. При этом в группе УФ166–200 уже заказано 59% от прогнозируемого спроса, но и в ней еще сохранился потенциал спроса на 260 ВС. Второй по популярности станет группа УФ 201+. Здесь возможно приобретение 210 лайнеров, не охвачено твердыми заказами 180 (86%). В сегменте региональных реактивных самолетов ожидается поставка примерно 200 ВС, 135 из которых приходится на группу вместимости 91–110 кресел. Отметим, что это 10% мирового количественного спроса. Из 135 ВС 32 уже заказаны. Спрос на ШФ ВС прогнозируется в количестве 140 ВС, 45% из них (63 шт.) относится к группе до 300 кресел. Заказами покрыто 36% предполагаемого спроса на ШФ ВС. Спрос на турбовинтовые самолеты мы оцениваем

Опережающие темпы роста перевозок китайских авиакомпаний (5,9 %) приведут к тому, что примерно в 2024 году КНР станет лидером мирового рейтинга среди стран.

в 94 борта. Твердых заказов пока нет. Соотношение между «младшей» и «старшей» группами вместимости 51:43, то есть 51 борт на замену списываемых Ан-24.

КИТАЙ

Сейчас Китай располагается на второй строчке мирового рейтинга перевозок вслед за США (данные ICAO за 2018 год), но опережающие темпы роста перевозок китайских авиакомпаний (5,9%) приведут к тому, что примерно в 2024 году КНР станет лидером мирового рейтинга среди стран.

Авиамобильность населения в течение прогнозного периода также заметно увеличится. Если в 2018 году она на 25% отставала от среднемирового значения, то к концу прогнозного периода превзойдет его на те же 25%.

Начиная с 2004 года доля перевозок на УФ ВС преобладает над перевозками на ШФ.

В 2018 году доля перевозок на УФ составляла 63%, а на ШФ 36%. К 2038 году доля перевозок на УФ увеличится до 69%, а на ШФ снизится до 29%. За этот же период доля перевозок на региональных ВС увеличится с 1,2% до 1,9% главным образом за счет РР самолетов, поскольку доля перевозок турбовинтовых самолетах во всем прогнозируемом периоде не превышает 0,1%.

Самолетный парк китайских авиакомпаний насчитывает 3805 бортов, из которых 79% относятся к классу УФ ВС, 16% ШФ ВС. Парк рекордно «молод». Средний возраст самолетов составляет 6,0 лет (в среднем по миру 11,1). Ожидается, что в 2038 году в мировом парке сохранится 2180 самолетов нынешнего китайского парка или 57% (всего по миру 38%).

В соответствии со структурой нынешнего парка ВС, в распределении перевозок по дальности преобладают относительно короткие маршруты до 4 тыс. км, на которых выполняется 76% пассажирооборота (в среднем по миру 62%). В структуре перевозок на ШФ ВС, напротив, преобладают маршруты самой большой дальности (более 10 тыс. км).

Суммарный спрос на новые ВС ожидается на уровне 9080 ВС и это абсолютный максимум в нашем рейтинге (20% мирового спроса). В стоимостном выражении спрос китайских авиакомпаний оценивается в \$1248 млрд (тоже 20%) и это только второй результат после АТР (без Индии и КНР).

Дело в том, что Китай станет лидером только в спросе на УФ ВС, при этом в спросе на более дорогие ШФ ВС Китай уступит АТР (без Индии и Китая) и Ближнему Востоку. Большую часть спроса китайских авиакомпаний составляют УФ ВС — 6 990 (77% от общего количества и 66% от суммарной стоимости). Следующими по популярности будут ШФ ВС — 1 260, затем РР ВС — 690 и РТ — 130 ВС. Спрос китайских авиакомпаний на УФ самолеты в 7 раз больше, чем у авиакомпаний РФ, на ШФ самолеты — в 9 раз больше. На 18% предполагаемый спрос будет удовлетворен уже имеющимися заказами. Наиболее перспективными группами вместимости, в которых прогнозируется самый большой количественный спрос станут: УФ 166–200 примерно 5 005 ВС (заказано 19%) и УФ 201+ 1 035 ВС (21%). Наибольшие доходы от продаж новых самолетов ожидаются в группах УФ 166–200 \$597 млрд и ШФ до 300 кресел \$194 млрд.

Индия

По среднегодовым темпам роста пассажирооборота (5,8%) Индия немного отстает от Китая (5,9%). Мировая доля по пассажирообороту мала: 2,4% в 2018. К 2038 году эта доля увеличится до 3,2%. Малый объем перевозок и большая численность населения обуславливают большое отставание Индии по авиамобильности населения по сравнению со среднемировым уровнем: 7,3 раза в 2018 году. К 2038 году отставание сокра-

тится до 5,5 раз. Всего за прогнозный период пассажирооборот увеличится в 3,1 раза (из-за эффекта низкой базы).

Три четверти пассажирооборота выполняется на маршрутах до 3 тыс. км (по миру таких 52%). Медиана распределения перевозок по дальности — всего 1723 км (самое низкое значение в рейтинге). К 2038 году картина не изменится (76% и 1711 км).

Несмотря на то, что перевозки сосредоточены на небольших дальностях, доля использования региональных самолетов мала 1,8% (а РР нет вообще, в среднем по миру «регионалы» имеют 4,4%). До 2005 года был примерный паритет перевозок между ШФ и УФ. Затем доля УФ стала расти, а ШФ сокращаться. Сейчас в их парке 75% УФ и 23% ШФ. К концу прогнозного периода доля УФ увеличится до 84%, а доля ШФ сократится до 14%. Доля регионалов останется на уровне 1,9%.

Самолетный парк состоит из 683 ВС. Средний возраст парка мал — 6,7 лет. Больше двух третей самолетного парка сосредоточено в группе вместимости УФ 166–200, средний возраст этих самолетов 6,1 года. Отметим отсутствие самолетов в группах вместимости 61–90 РР, 91–110 РР и 111–135 УФ. В 2038 году в парке останется 370 нынешних ВС или 54% индийского парка ВС начала 2019 года.

Суммарный спрос на новые ВС ожидается на уровне 1710 ВС. Это больше чем у РФ (1 470), но в 5 раз меньше, чем у Китая. Мировая доля Индии составит 3,9% в количественном вы-

ражении. В стоимостном выражении рынок Индии оценивается в \$217 млрд, что соответствует доле 3,4%.

Большую часть спроса составляют, как и в большинстве других регионов, УФ ВС — примерно 1 410 (82% от общего количества и 81% от суммарной стоимости). Следующими по популярности будут РТ ВС — около 170 (10% и 2%), затем ШФ ВС — 120 (7% и 16% соответственно). Спрос на РР самолеты ожидается крайне незначительным (6 ВС). Примерно половина ожидаемого спроса будет удовлетворена уже имеющимися заказами. В классах ШФ и РТ ВС степень покрытия ниже: 11% и 36% соответственно. В классе УФ ВС — 56%.

Также как в современном парке, больше всего будет продано УФ самолетов на 166–200 мест — примерно 1 000 ВС (подтверждено заказами 60%). Их доля в суммарном спросе 58%, что меньше, чем в нынешнем парке (68%). Второй по популярности станет группа УФ ВС 201+. Отметим, что в современном парке используются 30 ВС, в заказах таких самолетов уже примерно 200 шт., а всего прогнозируется приобретение 380 ВС этой вместимости. ➔

Познакомьтесь с прогнозами рынка по другим регионам, а также с расчетами потребности в бизнес-самолетах и коммерческих грузовых самолетах можно, скачав «Обзор рынка» на сайте ОАК в разделе «ИНВЕСТИЦИИ И АКЦИОНЕРАМ», подраздел «ПРЕЗЕНТАЦИИ».





«Сушки» на потоке

Совместный проект заводов в Комсомольске-на-Амуре и Новосибирске позволил оптимизировать работу цехов окончательной сборки

Благодаря проекту «Организация поточного производства в цехах окончательной сборки» в филиалах компании «Сухой» — Комсомольского-на-Амуре авиационного завода (КНААЗ) им. Ю. А. Гагарина и Новосибирского авиационного завода (НАЗ) им. В. П. Чкалова цикл сборки изделий сократился примерно на 30%. Достижения «суховцев» решено тиражировать на других предприятиях ОАК, где готовится крупносерийный выпуск продукции — в Ульяновске и Иркутске.

«Деятельность по внедрению элементов бережливого производства на предприятии ОАК уже давно из “движения производственных энтузиастов” превратилась в системную работу, — отметил заместитель генерального директора ОАК по производству и техническому развитию Сергей Смирнов. — Одна из важнейших задач, стоящих перед авиастроительной отраслью, с учетом вызовов глобальной конкуренции, — повышение производительности труда. Внедрение lean-технологий является одним из значимых факторов, влияющих на

повышение эффективности производственной системы».

Для стимулирования деятельности по внедрению и развитию элементов «бережливого производства», обмену опытом, тиражированию наиболее успешных практик и производственных решений на всех предприятиях корпорации и проводится ежегодный конкурс проектов по совершенствованию производственной системы ОАК. В 2019 году переходящий кубок победителя конкурса получили рабочие команды КНААЗ им. Ю. А. Гагарина и НАЗ им. В. П. Чкалова



Очередной самолет выходит из цеха КнААЗ

«Одна из важнейших задач, стоящих перед авиастроительной отраслью, с учетом вызовов глобальной конкуренции, — повышение производительности труда. Внедрение lean-технологий является одним из значимых факторов, влияющих на повышение эффективности производственной системы», — Сергей Смирнов, заместитель генерального директора ОАК по производству и техническому развитию.

за проект «Организация поточного производства в цехах окончательной сборки». Эти предприятия стали пионерами освоения нового подхода к организации рабочего пространства, когда все операции работника, расположение деталей и инструментов максимально оптимизированы. За счет этого происходит значительная экономия рабочего времени и повышается эффективность труда. Кроме того, комсомольчане и новосибирцы стали одними из победителей конкурса в секции «Производство».

Цикл — КОРОЧЕ, ТАКТ — ОПТИМАЛЬНЕЙ

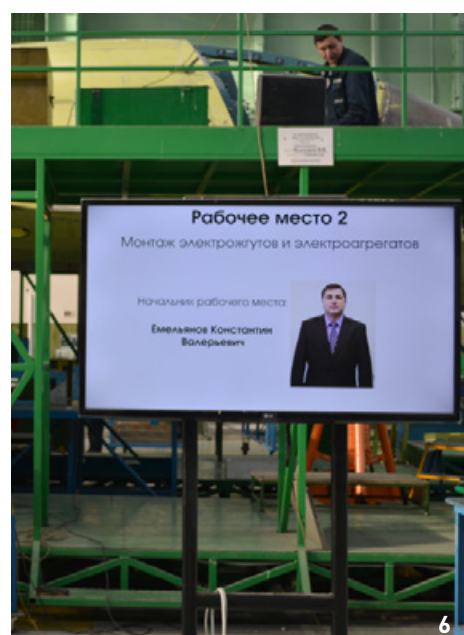
В планировке цехов заводов в Комсомольске-на-Амуре и Новосибирске были выявлены недостатки: собираемые там изделия не имели жесткой привязки к рабочим местам, размещавшимся в двух пролетах. Сборка самолетов производилась в больших стационарных эстакадах. Рабочие сами переходили с одного рабочего места на другое. Кроме того, комплектация изделий занимала очень длительное время.

Хотя продукция КнААЗ им. Ю. А. Гагарина и НАЗ им. В. П. Чкалова разная, на обоих заводах была реализована одинаковая процедура проведения мероприятий для внедрения улучшений. Были выпущены приказы о создании рабочих групп, в которые вошли представители цехов окончательной сборки заводов и ИТ-служб предприятий. Следующим шагом стало проведение анализа потерь. «Благодаря ему мы увидели, что полезное производительное время у нас составляет всего 55%, — рассказывает Денис Гарифуллин. — Остальное время тратилось на ожидание, непроизводственные потери и перемещения для получения сменных заданий и комплектацию ДСЕ (деталей и сборочных единиц — Ред.)».

При получении сменного задания основные потери приходились на ожидание доставки деталей с мест хранения, на разгрузку деталей из ячеек, сверку всех номеров по комплекточным картам, что включало в себя поиск номенклатуры по изделию, сверку чертежных номеров, и отметку работников. После получения деталей по сменному заданию они транспортировались персоналом на рабочее место. Все это в целом занимало около 40 мин. рабочего времени, а пройденное расстояние составляло около 310 м для каждого работника.

Дополнительно в рамках проекта был изучен процесс получения лакокрасочных материалов. Например, пункт их выдачи в Комсомольске-на-Амуре находился в конце другого цеха. Чтобы дойти до него, работник затрачивал ежедневно порядка 24 мин., преодолевая около 1200 м. При этом он должен был сходить за материалами, вернуться на свое рабочее место, взять инструменты, и только после этого направиться непосредственно для работы на изделии.

«Целью проекта являлась организация производственных процессов в цехах окончательной сборки филиалов компании "Сухой"



Рабочее место 2
Монтаж электрожгутов и электроагрегатов

Начальник рабочего места:
Емельянов Константин
Валерьевич



в Комсомольске-на-Амуре и в Новосибирске с применением инструментов “бережливого производства”, — рассказывает один из его авторов начальник цеха окончательной сборки КнААЗ им. Ю. А. Гагарина Денис Гарифуллин. — Критериями оценки результатов проекта явились организация поточной линии, сокращение цикла сборки, определение и обеспечение оптимального такта сборки самолетов на обоих заводах».

Для сокращения этих потерь были выбраны следующие области улучшения:

- организация модели движения изделий по цехам,
- организация комплектации сменных заданий,
- прослеживаемость всего производственного цикла в целом.

Для формирования мероприятий проектов были проработаны целевые состояния цехов заводов: для Комсомольского-на-Амуре — поточной линии сборки самолетов Су-35, для Новосибирского — поточной линии сборки Су-34.

ПРАКТИКА — КРИТЕРИЙ ИСТИНЫ

О конкретных шагах по улучшению поточного производства на предприятиях рассказывает заместитель начальника цеха окончательной сборки НАЗ им. В. П. Чкалова Юрий Горбунов: «На начальном этапе был разработан цикловой график, проведено распределение сменных заданий, произведено закрепление персонала. После окончания работ по организации поточной линии в цехах окончательной сборки была произведена контрольная сборка изделия для подтверждения такта сборки на рабочих местах. Рассчитанный в теории такт был подтвержден на практике».

Для мобильности на заводах были спроектированы и изготовлены комплекты подвижных стремяночных эстакад. Они были закреплены за рабочими местами и покрашены в определенную цветовую гамму. Дополнительно была нанесена напольная разметка под всю оснастку, имеющуюся на рабочих местах.

Для реализации решений по компонентам лакобрасочных материалов было разработано техническое указание для определения порядка действий, распределению их по такту сборки и по рабочим местам, организацию шкафов для хранения материалов. «Получение материалов производится в момент закатки изделия на первое рабочее место ответственными лицами, — уточняет Юрий Горбунов. — Таким образом было обеспечено постоянное наличие необходимого количества материалов на рабочих местах. Затраты на перемещения для получения и доставки лакобрасочных материалов в масштабах всего цеха удалось снизить на 75% — с 384 до 96 мин., а проходимые для этого расстояния на 85% — с 19200 до 2940 м».

ВЕРТИКАЛЬНО — КОМПАКТНЕЕ

На предприятиях также провели работу по

оснащению организационно-технической оснасткой для хранения люков. Раньше при заходе изделия на первое рабочее место люки снимались люки и укладывались по определенным объемам. Применение простого решения — не раскладывать люки самолетов в горизонтальном положении, а хранить их вертикально, сразу дало ощутимый эффект: занимаемая площадь под хранение люков в Комсомольске-на-Амуре, например, сократилась на 37,5% — с 85,1 до 53,2 м². Кроме того, после оснащения цеха мобильными стеллажами для хранения люков в вертикальном положении сократилось время на поиск и транспортировку комплектов.

«Целью проекта являлась организация производственных процессов в цехах окончательной сборки филиалов компании “Сухой” в Комсомольске-на-Амуре и в Новосибирске с применением инструментов “бережливого производства”», — Денис Гарифуллин, начальник цеха окончательной сборки КнААЗ им. Ю.А. Гагарина.

Следующим этапом стало проведение работ по комплектации сменных заданий. Были разработаны и введены в работу доски управления на комплектацию сменных заданий и для распределения объемов работ между исполнителями. Преимуществами такой доски стали простота заполнения бланков, равномерное распределение объемов работ, а также мгновенное отображение статуса заявки.

В помещениях комплектовочных складов была произведена рациональная расстановка оборудования. Были организованы и визуализированы зоны выдачи сменных заданий и приемки готовой продукции, а также зона выдачи и сдачи технологических заглушек. Кроме того, был отработан процесс комплектации нормалей в сортовики. В результате реализации этого проекта время на оформление заявки, подбор и доставку комплектующих сократилось на 48% — со 178 до 92 мин., а время на подбор нормалей уменьшилось на 54% — с 28 до 13 мин. Повторный хронометраж времени показал, что перемещения при получении монтажей сократилось на 62% по времени (в расчете на всех сотрудников цеха — с 29400 до 10980 мин.), а по расстоя-

нию — на 76% (суммарный пройденный путь с 227850 м сократился до 55125).

«КИОСКИ» И ЭКРАНЫ

Следующим этапом проекта стало прослеживание производственного цикла. Для ускорения решения вопросов на рабочих местах была нанесена напольная разметка для проведения ежедневных совещаний, в ходе которых проводилась расстановка задач по исполнителям с фиксацией на доску управления. Теперь стало наглядно видно состояние выполнения задания на текущий момент.

Оба филиала «Сухого» — и Комсомольский-на-Амуре, и Новосибирский — уже приступили к опытной эксплуатации системы «Киоски АСП» (см. «Горизонты», № 3(15), 2017, с. 44–45). Эта программа позволяет производственным мастерам оперативно вести работу по закрытию выполненных монтажей, по учету отработанного персоналом времени, количеству отклонений по дефектам и простоям. Для регулирования производственного процесса была запущена система речевого оповещения с временным регламентом, определенным в соответствии с режимом труда и отдыха. В целях дальнейшего развития было введено в эксплуатацию автоматизированное рабочее место контрольного работника, адаптированное к работе в условиях поточной линии с применением планшета и эндоскопа. В планшете также была установлена программа «Киоск АСП», которая помогает оперативно формировать ведомости общетехнического осмотра с фотоматериалами. Эндоскоп позволяет осматривать труднодоступные места и фиксировать отклонения.

Результатами внедрения этой системы стало снижение уровня дефектности на одно изделие на общетехническом осмотре бюро технического контроля (ОТО БТК) на 20,5%, а на общетехническом осмотре военной приемки (ОТО ВП) — еще на 59,7%. Количество отклонений продукции заказчиком снизилось на 56,0%.

Следующим этапом проекта было внедрение прослеживаемости производственного цикла методом размещения информационных экранов на каждом рабочем месте. На этих экранах отображается основная информация: общая характеристика рабочего места, объем и характер выполняемых работ, дефицит деталей и процент выполнения сборки изделия с распределением и закреплением по бригадам и производственным мастерам.

РАБОТА ПО-НОВОМУ

«Мы выполнили поставленные перед нами цели по организации поточных линий, сокращению цикла сборки и обеспечению

1-2, 4-5. В цехах окончательной сборки КнААЗ и НАЗ.

3. Организация комплектации сменных заданий.

6. Размещение информационного экрана на рабочем месте.



Юрий Горбунов, Денис Гарифуллин и Сергей Смирнов (слева направо)

оптимального такта, — говорит Юрий Горбунов. — На новосибирском заводе мы создали поточную линию, состоящую из пяти рабочих мест, которые разделяются по спецификации, характеру и объемам работ». На первом рабочем месте производится монтаж и проверка на герметичность трубопроводных систем самолета. Монтаж электрожгутов и электроагрегатов выполняется на втором рабочем месте. На треть-

ем ведется установка электрооборудования в отсеках самолета, а также механическая регулировка, отработка систем управления самолета, монтаж двигателей и установка опор шасси. Контрольно-сдаточные испытания и отработка под током систем самолета проходят на четвертом рабочем месте. Наконец, пятое место служит для нивелировки самолета, общетехнического осмотра самолета.

В Комсомольске-на-Амуре было решено, что оптимальное для цеха окончательной сборки количество рабочих мест — семь. «Сам проект был организован в теперь уже далеком 2011 году, — вспоминает Денис Гарифуллин. — Но сама реализация проекта в производстве началась только в 2017 году. Нам удалось сократить производственный такт на треть».

Теперь работа цеха окончательной сборки КНААЗ им. Ю. А. Гагарина организована по новой схеме. Цех-поставщик передает в цех окончательной сборки фюзеляж самолета. Для проведения работ производится «разлючивание» — с машины снимаются все люки. В начале рабочей смены руководители платформ проводят совещание с расстановкой задач на текущую смену. Для обеспечения платформ комплектующими точно вовремя руководители платформ заранее формируют заявку в комплектовочном складе. Получив заявку мастер склада назначает ответственных исполнителей. Комплектовщики подбирают детали и нормы, расположенных в стеллажах с адресным хранением. Подбранное сменное задание укладывается в транспортировочную тележку. Доставка готового комплекта по заявке осуществляется точно в срок на указанное рабочее место.



«Мы выполнили поставленные перед нами цели по организации поточных линий, сокращению цикла сборки и обеспечению оптимального такта», —

Юрий Горбунов, заместитель начальника цеха окончательной сборки НАЗ им. В. П. Чкалова.

Работа на платформах разделена по объемам. На первом рабочем месте производится монтаж закладного трубопровода, монтаж и отработка опор шасси. На втором рабочем месте идет монтаж электрожгутов, на третьем — пайка электросоединителей, на четвертом — навеска съемного оперения, стыковка крыла, навеска стабилизаторов изделий. На пятом рабочем месте проводится регулировка, отработка систем управления, на шестом — монтаж покупных комплектующих изделий (ПКИ), отработка средств аварий-

ного покидания самолета (САПС) и монтаж двигателей. На седьмом рабочем месте производится общетехнический осмотр и «залючивание» изделия. По окончании смены руководители платформ отмечают на доске выполненные задания. По истечении определенного времени линию подготавливают к перестановке. Движение изделия с одной платформы на другую производится на опорах шасси с помощью приспособления для перекачки. На крайней платформе изделие передается в цех потребителя.

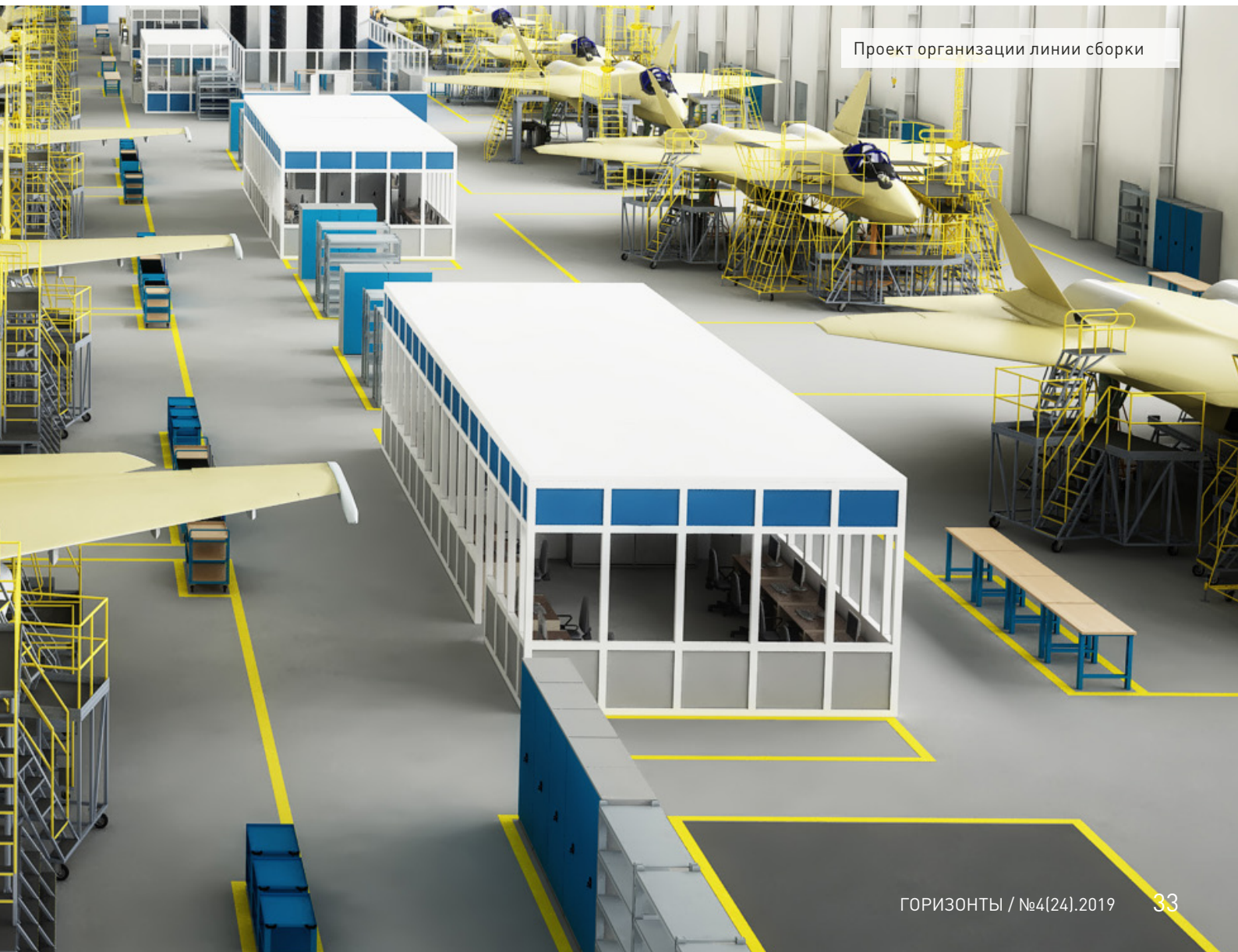
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

Итоговые показатели реализации проекта «Организация поточного производства в цехах окончательной сборки» доказала правильность возлагавшихся на него ожиданий. Цикл сборки изделий за счет внедренных улучшений сократился на 30%. Перемещения для получения и доставки расходных материалов уменьшились примерно на 3/4. При этом трудоемкость также сократилась на 37,6%. Экономический эффект от реализации проекта только за 2019 год составит по расчетам более 51 млн. руб.

«Этот проект мы рассматриваем как фундаментальный для всей корпорации, — сказал заместитель генерального дирек-

тора ОАК по производству и техническому развитию Сергей Смирнов, подводя итоги конкурса проектов по совершенствованию производственной системы корпорации. — Получен хороший, осязаемый, фактический результат. Возможно тиражирование этих практик на новые перспективные проекты. У нас есть стратегические проекты, прежде всего — МС-21. Нам предстоит выйти на объем производства 72 самолета МС-21 в год с участием трех автоматизированных линий в Иркутске. Поэтому проект Комсомольска-на-Амуре и Новосибирска мы рассматриваем как переходный этап к новым целям».

По словам замгендиректора корпорации, Комсомольскому-на-Амуре авиазаводу «еще предстоит совершить подвиг в части заказа большой партии Су-57». Однако предприятие к этому уже готовится. В связи с предстоящим запуском в серийное производство самолетов Су-57 в цехе окончательной сборки КНААЗ им. Ю. А. Гагарина ведется работа по организации поточной линии сборки этого изделия, аналогичной линии самолета Су-35. В настоящее время в Комсомольске-на-Амуре производится контрольная сборка первого изделия установочной партии. ➔



Проект организации линии сборки

3D-прототип для «МиГа»

ПРИ РЕМОНТЕ И МОДЕРНИЗАЦИИ САМОЛЕТОВ В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ ПРИМЕНЕН НЕСТАНДАРТНЫЙ, НО ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕТОД

На ежегодном конкурсе проектов по совершенствованию производственной системы ОАК в 2019 году один из его участников — ведущий инженер-конструктор ОКБ нижегородского авиационного завода «Сокол» (филиал корпорации «МиГ») Алексей Ленкин

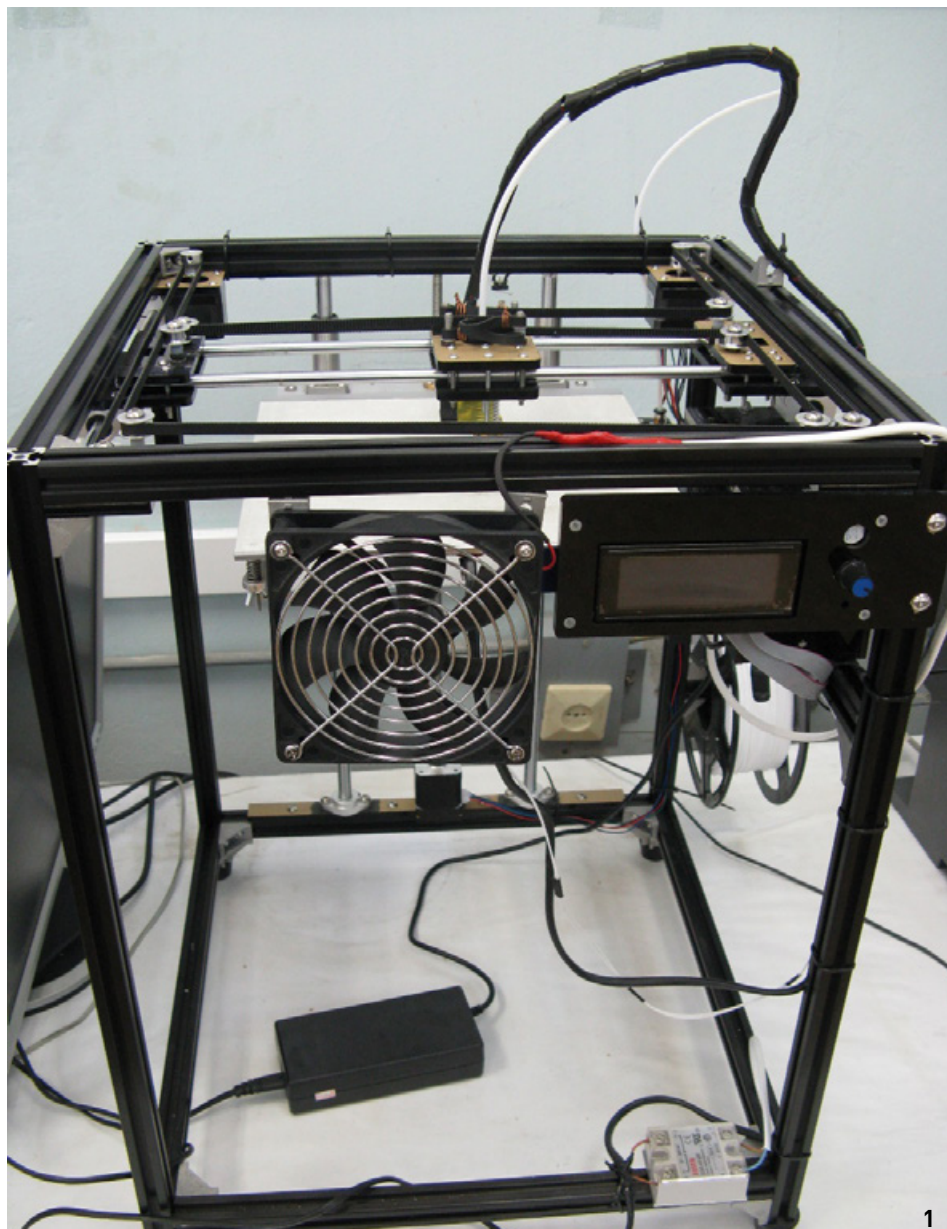
получил сразу два приза — победитель секции «Проектирование, конструкторское сопровождение, летные испытания» и «Быстрый эффект». По оценкам жюри конкурса, проект «Внедрение 3D-прототипирования на НАЗ “Сокол”», выполненное группой из инженеров ОКБ

под руководством Алексея, отличалось большой оригинальностью, изяществом решения и нестандартностью в поиске путей его реализации. А результат — выявление и исправление ошибки, допущенной при проектировании, — обходится теперь дешевле на 98,7%!

«Это один из проектов, который дает каждому из нас возможность подтвердить тот факт, что и “один в поле воин” в части, касающейся приложения своего интеллекта для решения конкретной задачи, — сказал, подводя итоги конкурса, председатель конкурсной комиссии, заместитель генерального директора ОАК по производству и техническому развитию Сергей Смирнов. — В данном случае, это была интересная инженерная задача. Пусть — это частная задача, и ее решение, к сожалению, не может быть применено в крупносерийном производстве. Но, вместе с тем, это было блестящее решение узконаправленной задачи. И из решения таких узконаправленных задач и получается в целом большой успех».

«УСТАНОВИТЬ НЕТ ВОЗМОЖНОСТИ»
В ходе ремонта и модернизации самолетов МиГ-31 на заводе «Сокол» выявилась проблема: вновь изготовленные детали не всегда соответствовали требуемым параметрам. Бывало, что не тот оказывался зазор со смежными конструкциями, бывало они не прилегали к поверхности, не совпадали крепежные отверстия. При всем том, что все эти детали были разработаны в соответствии с серийной конструкторской документацией.

Причина быстро обнаружилась: по результатам замеров оказалось, что сами самолеты, поступающие на «Сокол», не вполне соответствуют серийной конструкторской документации. Возможно, это произошло из-за погрешностей при первоначальной сборке. Кроме того, не могли не сказаться 30 и более лет эксплуатации «МиГов». За это время машины пережили уже не один ремонт. Ремонтировали их не только на «Соколе», но и на авиаремонтных заводах, и в строевых частях. И не всегда результаты этого ремонта достаточно точно документировались. Где-то на детали самолетов



установили усиливающие накладки, где-то изменили прокладку трубопровода, где-то перенесли крепежные отверстия.

«Получалось, что мы детали разработали, изготовили, время и деньги потратили, а установить их нет возможности», — делился проблемой Алексей Ленкин. По статистике при ремонте и модернизации МиГ-31 на «Соколе» получилось, что примерно каждая пятая вновь разработанная в ОКБ и изготовленная на заводе деталь требовала переделки заново. Анализ проблемы определил цель будущего проекта: снизить сразу на порядок время и финансовые затраты на выявление и исправление несоответствий при разработке новой конструкции.

РЕШЕНИЕ ЗА 88 ДНЕЙ

В ходе реализации проекта был произведен производственный анализ, разработаны текущая и целевая карты процесса, внедрены улучшения и проведен анализ полученных результатов.

До проекта работа шла по следующей схеме:

- выдавалось задание на проектирование;
- конструктор производил проектирование в электронном виде и оформлял конструкторскую документацию;
- проходило ее утверждение и согласование;
- затем разрабатывалась технология и изготавливалась нужная оснастка;
- наконец, изготавливался первый опытный образец;
- и проходила его пробная установка на изделие.

Вот тут-то и могло выясниться, что деталь невозможно установить. Вины конструктора в этом не было: при разработке новой детали он пользовался полноценной документацией на МиГ. Не было вины и производства: рабочие в точном соответствии с полученными чертежами изготавливали деталь. Но в итоге страдало дело. Когда выяснялось, что деталь «не лезет ни в какие рамки», конструкторская документация дорабатывалась, и весь цикл повторялся заново.

Возникали сразу несколько проблем. На этапе проектирования не было гарантии, что будущая конструкция будет соответствовать требуемым параметрам. Выявление несоответствия уже первого образца обходилось слишком дорого. И, наконец, возникал слишком длительный временной интервал между разработкой конструкции и выявлением несоответствия: от выдачи задания на проектирование до обнаружения «трабла» в среднем проходило 340 часов.

Средняя себестоимость изготовления деталей, ошибки в конструкции которых были выявлены только после изготовления и испытания первых образцов, составляла от 2 тыс. до 78,5 тыс. руб. При этом, большинство деталей для устранения всех несоответствий переделывались один, некоторые — два и даже три раза.

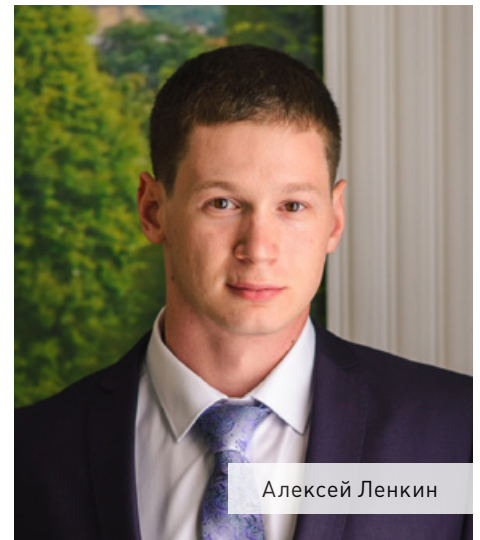
«Я стал искать способ, как можно решить проблему выявления несоответствия еще на этапе проектирования, — рассказывает



Алексей Ленкин. — Пришел к выводу, что помочь здесь может 3D-прототипирование». Инженер понял, что еще до оформления конструкторской документации можно напечатать прототип будущего изделия на 3D-принтере. Рабочая конструкторская документация на МиГ-31 не оцифрована. Чтобы сделать 3D-модель надо было бы сначала оцифровать деталь. Но после модернизации в ОКБ «Сокола» разработка новых деталей идет в цифровом виде, поскольку их дальнейшее изготовление происходит на станках с числовым программным управлением. Тем самым, 3D-модели детали делаются в ОКБ по любому. Почему бы их не использовать и для печати на 3D-принтере?

Проект «Внедрение 3D-прототипирования на НАЗ «Сокол»» получил на ежегодном конкурсе проектов по совершенствованию производственной системы ОАК в 2019 году сразу два приза — в номинации «Быстрый эффект» и как победитель секции «Проектирование, конструкторское сопровождение, летные испытания».

Тогда станет возможным провести пробную установку 3D-прототипа и сразу



Алексей Ленкин

понять — подходит он или нет. Если выявилось бы несоответствие, то сразу можно было доработать конструкторскую документацию и еще раз напечатать прототип для примерки. Когда прототип подходил для предназначенного ему места, деталь можно было запускать в производство. То есть, в реальное, дорогостоящее производство будут допускаться только те детали, которые прошли проверку на прототипе.

Первоначально целью проекта нижегородцев стало, ни много ни мало, снизить стоимость ошибки в 11 раз! Именно столько в среднем получалась по их прикидкам себестоимость печати прототипа на 3D-принтере. Старт проекту был дан 3 сентября 2018 года, а завершился он уже 30 ноября. На все ушло 88 дней!

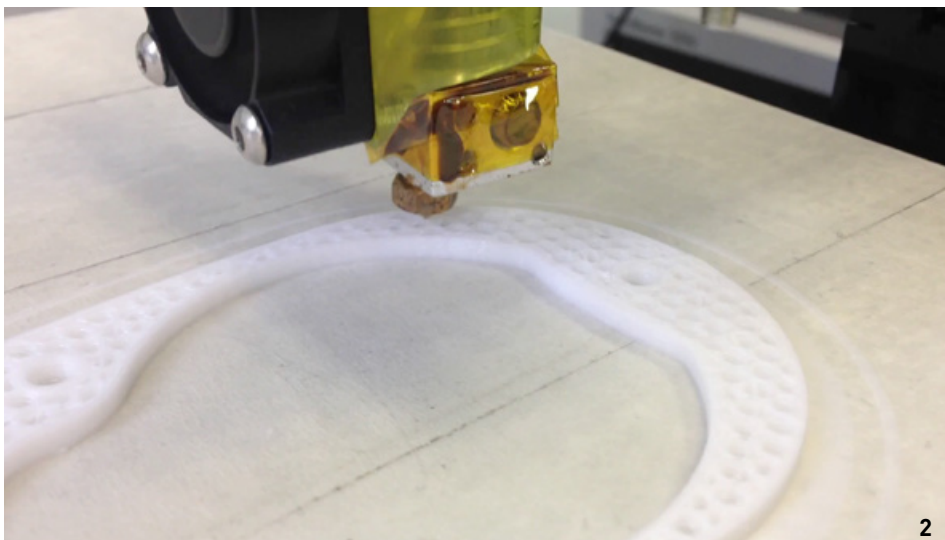
ALiEXPRESS В ПОМОЩЬ

3D-печать представляет собой технологию быстрого макетирования, позволяющую создать пластиковый прототип будущего изделия в короткий срок с минимальными затратами. Для ее внедрения нижегородцы приобрели комплектующие для 3D-принтера.

Проект Алексея вызвал бурное обсуждение на ОАКовском конкурсе проектов по совершенствованию производственной системы корпорации, а история с принтером оказалась особенно пикантной. «Вы покупали готовый принтер или собирали из отдельных частей?» — интересовались коллеги Ленкина из других компаний. «Покупали по частям». — «А где?» — «В Китае». — «Адрес в Китае уточнить можете?» — «Сайт AliExpress.com», — с улыбкой ответил Алексей, вызвав фурор в зале.

Покупка принтера, похоже, была основная сложность в реализации проекта 3D-прототипирования. «Теперь примерку деталей производит сам конструктор с помощью цеховых рабочих, — рассказывает

1. Тот самый 3D-принтер, используемый в ОКБ НАЗ «Сокол» для печати прототипов.
2. Рычаг (справа) и его прототип, напечатанный на 3D-принтере (слева).



Еще одним направлением использования 3D-прототипирования может стать создание функциональных макетов. Например, было задание разработать новую кинематическую схему выпуска и уборки удлиненной основной стойки шасси для МиГ-31. Благодаря использованию 3D-принтера появилась возможность напечатать детали и собрать макет, на котором можно наглядно убедиться, что разработанная конструкция реализуема и работоспособна. Себестоимость печати деталей для этого макета составила всего 500 руб.



Алексей Ленкин. — Это удобно, поскольку сам конструктор сразу видит несоответствия, если такие выявляются при просмотре напечатанного прототипа. Конструктор сразу может замерить отклонения и решить, что нужно поправить».

После внедрения 3D-проектирования детали и еще до оформления конструкторской документации появились этапы печати 3D-прототипа и его пробной установки на изделие. В отличие от предыдущего процесса, новый цикл не требует задействования производства, включает всего лишь четыре этапа, а не то, и длится он в 11 раз меньше, чем до внедрения улучшений, — всего в среднем 29 часов.

Затраты на приобретение комплектующих — сиречь 3D-принтера и расходных материалов для него, составили 16 тыс. руб. Себестоимость печати, например, прототипа фигурной прокладки более чем в 70 раз ниже изготовления «боевой» детали. Себестоимость печати прототипа кронштейна для сигнализатора замка основной опоры шасси дешевле почти в 200 раз самой детали. Разлет себестоимости изготовления оригинальных деталей и печати прототипов достаточно большой: например, труба трубопровода примерно в 50 раз дороже ее прототипа, а специ-

альный рычаг обойдется в 550 раз дороже печати его прототипа.

Есть при 3D-печати и свои «тонкие» места. Например, возможно отклонение размеров прототипа от размеров электронной модели. Для компенсации этого пришлось своевременно калибровать принтер, а при подготовке модели к печати делать поправку

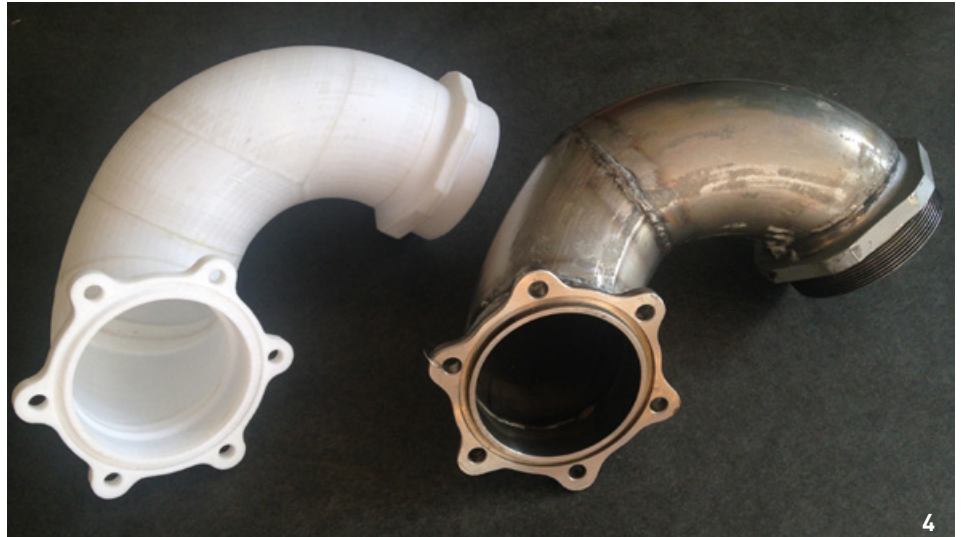
«Из решения таких узконаправленных задач и получается в целом большой успех», — Сергей Смирнов, заместитель генерального директора ОАК по производству и техническому развитию.

на усадку пластика. Кроме того, на печать большой детали не всегда хватает продолжительности рабочего дня. Временной мерой для компенсации этого стала печать детали по частям с последующей склейкой. Но это потребовало дополнительного времени, возможно было также появление отклонений из-за неточной склейки. «Следовательно, при полноценном внедрении 3D-печати на предприятии нужно организовать кругло-

суточную лабораторию прототипирования, для эффективной загрузки оборудования и возможности печати деталей без швов, с более высокой точностью», — считает Алексей Ленкин.

ЭФФЕКТ, ПРЕВЗОШЕДШИЙ ОЖИДАНИЯ
Средняя себестоимость прототипирования, которая была достигнута при реальном использовании такого метода для тех же самых деталей, по которым велся расчет средних затрат на изготовление, при изначальной цели в 2000 руб. составила 300 руб. При том, что средняя себестоимость изготовления «боевой» детали осталась той же, что и до введения улучшения, — более 22 тыс. руб. Тем самым, стоимость конструкторской ошибки при 3D-прототипировании снизилась не в расчетные 11, а в реальные 75 раз! Эффект от проекта превзошел ожидания даже своих разработчиков.

И еще немного экономики. Количество деталей, разработанных в течение одного года, ошибки в конструкции которых были выявлены только после изготовления первых образцов, составило 42 штуки. Суммарные затраты на их изготовление составили почти 1 млн. руб. Суммарные затраты на прототипирование тех же деталей составляют чуть более 12 тыс. руб. Требуемый объем инве-



стиций — те самые 16000 руб. на принтер через AliExpress. При этом, срок окупаемости проекта составил менее месяца, а фактически — с первого напечатанного прототипа. Тем самым, благодаря 3D-прототипированию, выявление и исправление ошибки, допущенной при проектировании, обходится теперь дешевле на 98,7%.

Конечно, разработка новых самолетов в цифре предполагает целую группу проверок, когда автоматически определяются пересечения плоскостей, зазоры, стыкуемость отдельных деталей. Вряд ли для этого потребуется еще и 3D-прототипирование. Но для модернизации 30-летних самолетов, документация на которых не была оцифрована, предложенный метод стал насто-

ящей находкой. «Действительно, быстрое решение, великопленные цели, хорошее исполнение. И главное — желание. Да к тому же — и международный проект, ведь здесь был задействован AliExpress», — с улыбкой сказал на подведении результатов конкурса заместитель генерального директора компании «Сухой» по гражданской авиационной технике Владимир Присяжнюк. ➔

1, 2. Прототип фигурной прокладки и процесс ее печати.

3. Пробная установка прототипа на агрегат.

4. Прототип трубы для трубопровода и сама «боевая деталь».

5, 6. Ремонт и модернизация самолетов МиГ-31 на НАЗ «Сокол».





Постоянное совершенствование

Конечная цель производителей «СУПЕРДЖЕТОВ» – УДОВЛЕТВОРЕНИЕ И ПРЕДВОСХИЩЕНИЕ ОЖИДАНИЙ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Внешне достаточно простой проект позволил Комсомольскому-на-Амуре филиалу (КНАФ) компании «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) увеличить выработку на 200%, при этом себестоимость сборки самолёта в КНАФ была снижена на 60%, и созданы инструменты, благодаря которым более 50% сотрудников предприятия вовлечены в постоянное совершенствование процессов.

«До этого проекта для КНАФ, как и для многих других предприятий, была характерна ситуация, когда при реализации целей компании первое лицо предприятия сталкивалось с проблемой: низкая вовлеченность персонала, сопротивление изменениям, а также сильное искажение первоначальной идеи, — рассказывает помощник директора по развитию КНАФ ГСС Илья Березин. — Часто это объяснялось низкой квалификацией сотрудников либо нехваткой денежных средств на предприятии. Однако недавно нам на глаза попала интересная статистика, предостав-

ленная группой компаний «Ростеха», которая, по нашему мнению, абсолютно точно объясняет истинные причины провала стратегии. Самая главная причина — непрозрачность цели, дальше идет низкая вовлеченность персонала, саботаж и неудовлетворительные коммуникации. Проблема с финансированием занимает самое последнее место.

Главную задачу, которую решает проект «Система постоянного совершенствования» — создание условий, при которых реализация стратегии компании является просто стандартной работой, а внедрение инструментов «бережливого производства» является основным способом решения проблемы. В рамках проекта на КНАФ было реализовано два инструмента совершенствования: проектное управление построено на принципах хосин канри и решение небольших проблем с помощью вовлечения персонала в кайдзен.

Первым шагом для реализации проекта стало создание постоянства цели. С 2012 года на КНАФ действуют три простые

Главную задачу, которую решает проект «Система постоянного совершенствования» — создание условий, при которых реализация стратегии компании является просто стандартной работой, а внедрение инструментов «бережливого производства» является основным способом решения проблемы.

цели: повышение качества изготавливаемой продукции, снижение затрат и стабилизация производственных процессов. Каждый год по каждому из этих направлений головная организация — ГСС устанавливает своему комсомольскому филиалу задачи, утверждает документ «Приоритетные направления развития филиала». За достижение этих целей отвечает директор предприятия.

Следующим шагом в реализации системы постоянного совершенствования стало

«Поймай мяч»

Прием кэтч бол (catch ball), в буквальном переводе с английского «поймай мяч», является одним из ключевых элементов стратегии хосин канри. Он представляет собой способ интерактивного построения плана. Смысл метода в том, что стратегия компании как мяч перекидывается между различными уровнями до тех пор, пока не будет достигнуто окончательное ее понимание и согласование. Выгоды этого метода в том, что обсуждение планов компании ее работниками углубляет понимание процессов преобразования и позволяет им думать одновременно о «необходимости» и о «возможности» реализации этих преобразований и включиться в процесс совершенствования.

внедрение процесса декомпозиции целей. Декомпозиция — это разделение целого на части. Этот метод позволяет заменить решение одной большой задачи работой над серией меньших задач, пусть и взаимосвязанных, но более простых. Заместители директора КНАФ по качеству, производству и экономике — это руководители, которые наравне с директором филиала отвечают за достижение поставленных целей. Их условно называют «руководителями первого уровня». Заместители директора по персоналу, закупкам, логистике, главный инженер — это заместители, которые помогают «руководителям первого уровня» достигнуть поставленных целей.

«Когда мы получаем от головной организации задачи, "руководители первого уровня" проводят анализ текущего состояния, выявляют препятствия, которые мешают добиться поставленных целей, — делится Илья Березин. — После этого каждый "руководитель первого уровня" задачи, которые находятся не в его зоне ответственности, передает "руководителям второго уровня". Те, в свою очередь, также определяют препятствия и причины, которые мешают добиться поставленных целей. После этого и первый, и второй уровень передают выявленные

препятствия руководителям проектов, которые разрабатывают проекты по развитию, призванные устранить выявленные препятствия и тем самым достигнуть поставленных целей. В год таких проектов бывает до 60. Таким образом, у каждого заместителя директора формируется портфель проектов по развитию для достижения общих целей по предприятию».

Кэтч бол в действии

Но лишь спустя несколько лет после старта проекта «Система постоянного совершенствования» в процесс декомпозиции целей был добавлен очень важный элемент — кэтч бол.

Три самых важных элемента приема кэтч бол — эффективная коммуникация, методы анализа и балансировка. До начала проекта «Система постоянного совершенствования» постановка задач на КНАФ осуществлялась следующим образом: руководителю проекта давался перечень того, что нужно сделать, назначались сроки и определялся перечень

1. Очередной SSJ100 выкатывают из цеха окончательной сборки.
2. В сборочном цехе КНАФ ГСС.



«Реализация политики» и «улучшение»

Хосин канри (方針管理, hoshin kanri) — буквально с японского можно перевести, как «взятый курс руководства» или «контролируемое направление организации». Для описания хосин канри часто используется метафора корабля, идущего по согласованному курсу. Также это словосочетание означает «управление политикой» или «реализация политики». Хосин канри подразумевает доведение до всех сотрудников компании понимания ее целей и стратегии их достижения. Только так компания может прийти к успеху. Стратегические цели должны быть четко определены и понятны всем. Причем, цели должны быть не ближайшие, а нацеленные на промежуток от одного года до пяти лет. Кайдзен (改善, kaizen) в переводе с японского означает «улучшение». Это практика, которая предусматривает непрерывное совершенствование процессов производства на всех уровнях — начиная с простых работников и заканчивая высшим руководством. Улучшая стандартизированные действия и процессы, цель кайдзен — производство без потерь. Впервые философия кайдзен была применена в ряде японских компаний (в первую очередь — на фирме Toyota) в период восстановления после Второй мировой войны. Сегодня она распространилась по всему миру. Философия кайдзен предполагает, что наша жизнь в целом должна быть ориентирована на постоянное улучшение.



шагов для реализации. Сейчас это выглядит иначе: руководителю проекта объясняется проблема, которую он должен решить и ее связь с целями предприятия, после чего руководитель проекта проводит подробный анализ коренных причин выявленной проблемы, определяет способ устранения выявленных причин и разрабатывает отчет по формату Аз. После чего разрабатывает проект план перехода к будущему состоянию и защищает результаты этого анализа перед руководителем, который поставил задачу. На данном этапе заказчику (заместителю директора) важно убедиться, что анализ построен на основе фактов, а не мнений, а предлагаемые решения не противоречат принципам бережливого производства. Если всё сделано правильно, то разрабатывается проект по развитию. Этот проект выглядит достаточно просто: обычная диаграмма Гантта со сроками и ответственными. Но после этого происходит еще один очень важный шаг — балансировка трудовых ресурсов. Человеческие ресурсы на предприятии имеют естественные ограничения, поэтому необходимо убедиться, что всех их хватит для реализации каждой задачи по каждому проекту развития. Таким образом, Комсомольский филиал гарантирует себе и головной компа-

нии, что поставленные цели будут выполнены в установленные сроки.

Теперь с использованием приема кэтч бол КНАФ работает по следующей схеме. Ежегодно с мая по июнь на филиал приходят задачи из головного офиса ГСС в Москве. С июня по сентябрь проходит декомпозиция поставленных целей и разрабатываются проекты по развитию, в сентябре утверждается проект бюджета филиала. Он состоит в первую очередь из затрат, которые определены проектом по развитию и направлены на достижение поставленных целей. С сентября по май проходит активная часть реализации проекта: за этот период проект должен быть либо выполнен, либо по нему должны быть найдены все творческие решения.

LEAN-ГРУППЫ

Самой главной «изюминкой» реализации проектов по развитию на КНАФ стало создание условий, при которых проблемы по проекту решаются исключительно с помощью инструментов «бережливого производства». Для этого на КНАФ используются lean-группы — это кросс-функциональные команды, которые состоят из сотрудников разных подразделений предприятия и методиста отдела производ-

ственной системы. Группы работают по определенной методике: сначала они достаточно подробно описывают саму проблему, после чего также подробно изучают текущее состояние, определяют ключевые препятствия на рассматриваемом этапе, а затем разрабатывают будущее состояние.

Важно отметить роль методиста отдела производственной системы. Его задача не давать готовые решения, а рассказать, научить и помочь разобраться, как именно работают инструменты «бережливого производства» и какие проблемы они решают. С помощью модерирования создать условия, при которых Lean-группа разработает будущее состояние, отвечающее принципам «бережливого производства».

Затем происходит защита будущего процесса, разработанного lean-группой, перед топ-менеджером компании. Если предлагаемый результат соответствует принципам «бережливого производства», он принимается дипломами, а руководитель получает книгу по бережливому производству, подписанную директором или помощником по развитию.

Все, кто был на КНАФ, мог лично познакомиться с тем, как филиал решает проблемы с помощью инструментов бережливого производства. Это и система визуального управления по всему потоку создания ценностей, которая в течение 5 секунд позволяет увидеть проблему и принять управленческое решение, и система канбан в службе закупки и логистики, которая позволяет покупать ровно столько сколько необходимо, и система FIFO на складском хозяйстве, защищающая производство от выдачи неликвидной продукции, и система 5С на производстве, в целом создающая высокоэффективные рабочие места.

ИДИ И СМОТРИ

Однако проектное управление, основанное на хосин канри, решает только крупные системные проблемы. Но у каждого сотрудника каждый день появляется множество мелких проблем, которые его руководитель, скорее всего, просто не видит. Хотя эти мелкие проблемы отнимают порой очень много времени. Для их решения необходимо, конечно же, в процесс постоянного совершенствования вовлечь весь персонал предприятия. Для этого на КНАФ проводится постоянное обучение сотрудников: в год его проходит более 60% персонала филиала по темам «Основы бережливого производства», «Инструменты анализа решения проблем» и «Инструменты бережливого производства».

Неактивный персонал и те, кто выступают против «бережливого производства», включают в состав lean-группы, так как данный инструмент является великолепным способом изменить сознание сотрудников, переманить их на «светлую сторону силы».

Для создания постоянного потока кайдзен-предложений в производстве была реализована система PDCA. Ее название произошло от английских слов «plan — do — check — act» — то есть «планирование — действие — проверка — корректировка». Главным принципом

работы с данным инструментом является принцип «иди и смотри» — это значит, что все решения должны быть приняты только на основе фактов, которые были подтверждены. PDCA — циклически повторяющийся процесс принятия решения, используемый в управлении качеством. Эта система позволила создать на КНАФ условия, при которых производственный руководитель идет к рабочему, наблюдает в течение смены за тем, как выполняется работа, какие существуют потери времени, выявляет самые весомые из них, после чего реализует кайдзен-предложение, устраняющее их. Самые главные критерии для этого кайдзен-предложения — быстро и без денег: быстро — это к следующему такту, без денег — значит из имеющегося на предприятии расходного материала.

Главной «изюминкой» реализации проектов по развитию на КНАФ стало создание условий, при которых проблемы по проекту решаются исключительно с помощью инструментов «бережливого производства».

Примером действия системы PDCA стало кресло для выполнения работ под фюзеляжем при монтаже панелей обтекателя крыло-фюзеляж. Оно было сделано из обыкновенного сломанного вращающегося стула. На нем была закреплена паллета с крепежом, материалами и инструментом. Благодаря этому простому кайдзену, реализованному за менее чем 3 дня, удалось по сменному заданию сократить потери на 35 минут.

Lean-лидеры КНАФ — мастера, обученные по методике PDCA, — ежегодно приносят более тысячи подобных кайдзен-предложений. Каждое из них направлено на повышение качества, снижение затрат и стабилизацию производственных процессов.

Возможность самореализоваться
Кроме того, на КНАФ была организована система нематериальной мотивации, которая поддерживает процесс вовлечения персонала. Ее основой стал конкурс по развитию производственной системы. Сотрудники предприятия соревнуются по семи номинациям. Самые важные из них — «самый бережливый кайдзен» (кайдзен, который устраняет максимальное количество потерь) и подразделение, которое больше всего внедрило изменений в рамках совершенствования по системе 5С. Директор КНАФ и комиссия конкурса посещают каждого участника, разговаривают с ними, смотрят его предложения. Руководители подразделений демонстрируют реализованные за отчетный квартал изменения на своих

участках и в офисах. После этого происходит награждение победителей на ежеквартальном торжественном собрании, вручение им дипломов, памятных призов и сувениров. Обязательно проходит фотографирование, снимки размещаются во внутренних социальных сетях и печатных изданиях.

В такой атмосфере сотрудники с удовольствием дают свои кайдзен-предложения. Это, как правило, простые предложения, реализованные либо силами самого сотрудника, либо с помощью кайдзен-мастерской. Но каждое из них направлено на достижение целей предприятия.

В результате в 2018 году 547 человек подали 2151 кайдзен-предложение. Если пересчитывать на количество персонала, то это в среднем по 2 кайдзена на сотрудника КНАФ. Сегодня на предприятии полностью отсутствуют проблемы неприятия целей, сопротивления изменениям, искажения первоначальной идеи. Ежедневно 57% руководителей и служащих совершенствуют процессы в компании для того, чтобы она достигала стоящих перед ней целей. Для сотрудников — это великолепная возможность заявить о себе, самореализоваться, достичь карьерного роста. Для руководителя — это отличный инструмент изучения возможностей своих сотрудников, их развития. «Самое интересное, за счет того, что сотрудники сами реализуют изменения и трансформируют предприятие, достигая поставленных перед филиалом целей — это отличная возможность научить их гордиться тем, что они делают, и компанией, в которой они работают», — считает Илья Березин.

Синергетический эффект от реализации проекта «Система постоянного совершенствования», предусматривавшего построение управления на принципах хосин канри, а решение проблем на основе вовлечения персонала по системе кайдзен, оказался впечатляющим. Выработка на одного работающего увеличилась на 200%, время цикла сократилось на 67%, перечень незавершенных работ (ПНР) уменьшился на 91%, трудозатраты снизились на 67%. Вовлечение персонала в кайдзен-процесс выросло на 140%. Годовой экономический эффект за 2018 год составил 187,5 млн. руб.

В самом названии проекта, в котором есть слова «постоянное совершенствование», заложено его дальнейшее развитие. «У этого проекта есть только начало, — улыбается Илья Березин. — Пока существует предприятие, пока мы производим самолеты, у этого проекта не будет завершения. Он будет развиваться каждый год. Наш вызов — это, конечно, 100-процентное вовлечение персонала в процесс совершенствования. Мы должны каждый день приходить на завод и что-то изменять, что-то улучшать для того, чтобы соответствовать тем целям, которые стоят перед нами, чтобы догнать и стать лучше наших конкурентов ради нашего потребителя.»

1. Цех сборки фюзеляжа.
2. Участок входного контроля.

Канбан (看板, kanban) в буквальном переводе с японского означает «рекламный щит» или «вывеска». Это система организации конвейерного производства и его снабжения, позволяющая реализовать поставки комплектующих и материалов по принципу «точно в срок». FIFO (от first in, first out), система «первым получен, первым отдан». Это способ организации и управления приходящими и отдаваемыми данными или ресурсами с точки зрения времени. Конкретно для складской системы принцип FIFO заключается в том, что материалы, полученные раньше, стоят первыми в очереди на выдачу. 5С или 5S — это система организации и рационализации рабочего места и пространства. Название произошло от английского 5 steps — «5 шагов». Эти шаги: 1) «сортировка» — четкое разделение вещей на нужные и ненужные; 2) «свои места для всего» — определение места где именно используется оборудование в процессе для создания планировки «без потерь»; 3) «содержание в чистоте» — создание визуальных стандартов чистоты и наведения порядка; 4) «стандартизация» — создание стандарта для выполнения первых трех правил; и 5) «совершенствование» — воспитание привычки при выявлении отклонения от стандарта определить причины отклонения и с помощью Kaizen их устранить.



Операторы беспилотников

На корпоративном чемпионате ОАК по стандартам WorldSkills появилась новая компетенция

В этом году на VI Национальном чемпионате сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности WorldSkills Hi-Tech, который прошел в Екатеринбурге, Объединенная авиастроительная корпорация впервые представила новую компетенцию «Внешнее пилотирование и эксплуатация беспилотных воздушных судов», в которой приняли участие 5 экипажей из Москвы, Новосибирска, Самары и Комсомольска-на-Амуре. Среди участников работники авиационных КБ и студенты профильных учебных заведений.

В ходе соревнований участники работали в составе экипажа: оператор наземных средств управления беспилотным летательным аппаратом (БЛА) и техник-оператор полезной нагрузки, то есть оборудования, которое установлено на борту БЛА. Экипаж

должен был продемонстрировать навыки и умения в эксплуатации дистанционно-пилотируемых воздушных судов самолетного типа: по схеме «высокоплан» с двигателем внутреннего сгорания и «летающее крыло», а также вертолетного типа.

Задание включало в себя авиационный мониторинг, составление геодезического плана участка местности, создание ортофотоплана промышленного объекта. В соревнованиях участвовали малые беспилотные воздушные суда дальнего действия взлетной массой 30 кг, способные преодолеть расстояния до 200 км с полезной нагрузкой до 8 кг.

В данной компетенции большое внимание уделяется именно навыкам управления беспилотным воздушным судном, поскольку это относительно новое направление развития авиационной техники и перспективная компетенция для студентов и молодых специалистов.

Первопроходцы беспилотья

Впервые компетенция по беспилотникам появилась на корпоративном чемпионате ОАК по стандартам WorldSkills в 2018 году. А готовить студентов по специальности «эксплуатация беспилотных транспортных систем» учебные заведения стали немногим ранее — в 2017 году, после того как был введен новый Федеральный государственный образовательный стандарт по данному направлению. Об этом нам рассказал главный эксперт WorldSkills Hi-Tech 2019 по компетенции «Внешнее пилотирование и эксплуатация беспилотных воздушных судов», руководитель направления по инновациям Политехнического колледжа им. Н. Н. Годовикова Павел Отто. «Сейчас возникает большая потребность именно в эксплуатантах беспилотных авиационных систем. Конструкторы, разработчики есть. Беспилотная авиация немногим отличается от пилотируемых систем. Разработки есть, и их много. Современные



реалии диктуют. Заводы в опытном производстве этим занимаются. Лет через пять мы увидим мелкосерийное и серийное производство. И нам надо быть готовыми к этим вызовам, поэтому специалистов мы должны готовить уже сейчас», — говорит Павел Отто.

К примеру, в московском колледже им. Н. Н. Годовикова на новую специальность конкурс 4 человека на место и балл для поступления не менее 4,5. То есть берут в основном хорошистов и отличников. Новой профессии начинают обучать в Комсомольске-на-Амуре, Ульяновске и Новосибирске. Профильные учебные заведения осваивают специальность.

«Два первых года преподаются общеобразовательные дисциплины. Потом вводим цикл профессиональных дисциплин и междисциплинарные курсы. Мы даем очень большие курсы аэродинамики, навигации, метеорологии. Вводим дисциплину «авиационная психология». Так как ребятам придется работать в составе экипажа, нужно иметь

представление о процедуре согласования полета. Но самое важное, что на протяжении всего курса мы очень строго следим за дисциплиной на лекциях и практических занятиях. У наших студентов должно сформироваться чувство ответственности, — говорит Павел Отто. — Пока в беспилотной авиации сложно с законодательной базой. Но уже сейчас идут очень большие подвижки. У нас внешний пилот сейчас приравнен к авиационному персоналу приказом Минтруда, но законодательно в Федеральных авиационных правилах и Воздушном кодексе изменения еще не произошли — там нет такого понятия, как внешний пилот. А соответственно, как законодательно получать документы по управлению? Сейчас над этим идет большая работа. Я думаю, что к тому моменту, когда транспортные беспилотные системы, тем более большой взлетной массы, будут производить серийно и потребуется большое количество операторов по управлению, законодательная база будет урегулирована».

«Я думаю, что самое важное в этой профессии — быть ответственным, стрессоустойчивым, наблюдательным. Надо уметь обращать внимание на детали и иметь аналитический склад ума», — Петр Орлов, студент Ульяновского авиационного колледжа.

1-2, 4. Составление инженерно-штурманского маршрута для БЛА и перенос его в программу.
3. Главный эксперт WorldSkills Hi-Tech 2019 по компетенции «Внешнее пилотирование и эксплуатация беспилотных воздушных судов» Павел Отто (в центре).

ВЫСОКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА МАЛОЙ ВЬСОТЕ

Новая профессия диктует и особые требования, а в будущем, возможно, и более строгие профессиональные стандарты — наравне с летчиками, авиадиспетчерами и руководителями полетов. Пока абитуриенты, поступающие на новую специальность, не проходят строгую медицинскую комиссию, ограничиваясь обычной справкой, но в будущем, предполагает Павел Отто, нужна будет медицинская комиссия и психологическая проверка, может, менее строгая, чем у летчиков. Потому что ребята должны быть психологически устойчивы, поскольку летательный аппарат, пусть и без пилота внутри, находится в воздухе и является участником воздушного движения.

Сами ребята к своей профессии будущего относятся очень серьезно. «Я думаю, что самое важное в этой профессии — быть ответственным, стрессоустойчивым, наблюдательным. Надо уметь обращать внимание на детали и иметь аналитический склад ума», — рассказал один из участников соревнований Петр Орлов. — Сегодня я являюсь студентом 3-го курса Ульяновского авиационного колледжа — Межрегионального центра компетенций и обучаюсь на оператора беспилотных летательных аппаратов. В будущем эта компетенция будет очень актуальной и нужной, так как беспилотные летательные аппараты начинают широко применяться по всему миру в разных сферах деятельности. В связи с этим востребованность специалистов в области авиасистем с каждым годом растет. И хотя сейчас вакансий не очень много, но в дальнейшем оператор БЛА без труда будет находить работу на военной

службе и в коммерческих компаниях. Я хочу окончить обучение в колледже, поступить в высшее учебное заведение, набрать больше опыта в пилотировании, приобрести беспилотник и заниматься профессиональной аэросъемкой».

«Купить дрон и полетать на нем неделю — не значит стать специалистом в этой компетенции.

Нужно уметь обслуживать, ремонтировать и решать целый комплекс задач, тесно завязанный вокруг

БЛА», — Алексей Лагунов, инженер-конструктор компании «Ил».

Впрочем, некоторые сегодняшние студенты, которые уже попробовали на соревнованиях освоить навыки управления беспилотниками, все же грезят о небе. Рудольф Брыксин из Новосибирского авиационно-технического колледжа им. Б. С. Галуцака мечтает после окончания своего учебного заведения поступить в Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации и стать летчиком.

БЛА — ЭТО ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В чемпионате WorldSkills Hi-Tech соревновались не только студенты, но действующие сотрудники предприятий ОАК. Инженеры-конструкторы компании «Ил» Артем Зубков и Алексей Лагунов непосредственно принимали участие в соревнованиях, а их коллега инженер-конструктор Александр Боярский и модельщик аэрогидродинамических моделей из неметаллов ТАНТК им. Г. М. Бериева Дмитрий Павлов присутствовали на площадке в качестве экспертов-наставников. Собственно «боевой экипаж» чемпионата в родном КБ свел вместе кружок авиамоделирования.

«На третьем курсе института попал в авиамоделный кружок. Там мы собирали различные виды моделей, в основном копии реактивных самолетов. Оттачивали навыки по сборке, настройке моделей самолетов, управлению, — рассказывает Артем Зубков. — Продолжил развиваться уже на «Ильюшине». Случайно узнал, что Алексей Лагунов открыл авиамоделный кружок, и сразу же записался. Алексей проводит очень увлекательные занятия».

«Мы всю жизнь в авиации. С десяти лет занимаюсь в авиамоделном кружке, потом в институте. Для меня управление и работа с БЛА не представляет сложностей, только удовольствие, — поделился, в свою очередь, Алексей Лагунов. — Самое главное — это не спешить, даже когда ставятся задачи на время. Если экипажи начинают торопиться, они могут пропустить очень важные мелочи. Что касается будущего — я бы сказал, что будущее уже наступило. Уже сейчас мы наблюдаем невероятный рост беспилотной техники, а вот людей, которые могут грамотно ее эксплуатировать, пока еще мало. Тут нужно понимать, что купить дрон и полетать на нем неделю — не значит стать



специалистом в этой компетенции. Нужно уметь обслуживать, ремонтировать и решать целый комплекс задач, тесно завязанный вокруг БЛА».

Дистанционно-пилотируемые аппараты могут использоваться для различных целей — к примеру, мониторинга местности, исследования состояния газо-, трубопроводов, электросетей, обнаружения локализации лесных пожаров или мониторинга разлива озер. Огромная ниша — транспортная система для доставки грузов в труднодоступные районы, что особенно актуально для регионов Дальнего Востока, Сибири и Арктики. БЛА могут найти применение в сельском хозяйстве как помощники в мониторинге сельхозугодий и удобрения полей.

ОБОГНАЛИ МЕЖДУНАРОДНЫЙ WORLD SKILLS

Конкурсное задание для новой компетенции эксперты и судьи решили слишком не усложнять, с точки зрения его выполнения. Но сама цель полета, будь то исследование разлива озер или исправность газопровода, осталась в секрете для участников до самого начала соревнований. И это был первый экзамен на стрессоустойчивость. «Первым заданием было составить инженерно-штурманский маршрут, по которому должен лететь БЛА, — рассказывает участник Рудольф Брыксин. — Затем эту информацию надо перенести в программу, которая делает симуляцию полета, а также включает запуск беспилотного судна, его сборку и разборку. Третье задание — сделать снимки с беспилотного воздушного судна. Четвертое — обработать фотографии и составить геодезический план. И наконец — создать ортофотоплан объекта. Задание я бы не сказал, что сложные, просто очень много факторов, которые влияют на исход».

К слову, компетенции по внешнему пилотированию и эксплуатации беспилотных летательных аппаратов не было даже на международном чемпионате WorldSkills, который прошел в Казани. «Большое спасибо ОАК и Ростеху, что наши крупнейшие корпорации поддержали компетенцию. Потому что они видят, что она востребована и специалисты востребованы, — сказал Павел Отто. — В рамках соревнований мы провели реальные полеты. До этого никто ничего подобного не делал. Даже на международном "Вордскиллс", где было 63 страны, такой компетенции не было. Мы согласовали полеты, смогли вывести системы на аэродром и провести запуски. Ребята показали хороший уровень умений и навыков управления разными типами беспилотных авиационных систем».

А у сегодняшних участников чемпионата в планах поехать на следующий WorldSkills и взять долгожданное золото! 🏆

1. Подготовка к запуску беспилотника.

2-3. «Боевой экипаж» из компании «Ил» и их коллеги, присутствовавшие в качестве экспертов-наставников.



«Даже на международном "Вордскиллс", где было 63 страны, такой компетенции не было. Мы согласовали полеты, смогли вывести системы на аэродром и провести запуски. Ребята показали хороший уровень умений и навыков управления разными типами беспилотных авиационных систем», — Павел Отто, руководитель направления по инновациям Политехнического колледжа им. Н. Н. Годовикова.





Виктор Минашкин

Обеспечивая летные испытания

Виктор Минашкин: «В детстве твердо решил стать летчиком и своего добился»

Заслуженный летчик-испытатель России Виктор Минашкин внес значимый вклад в испытания самолетов военного и гражданского назначения, созданных КБ Туполева. Его общий налет составляет более семи тысяч часов, в его профессиональной биографии — испытательные полеты высшей категории сложности.

В их числе — полеты на стратегическом бомбардировщике Ту-95МС на предельно малых высотах, испытания самолетов Ту-22М3, Ту-95ЛЛ с новым двигателем, Ту-95 с максимальной внешней подвеской высокоточного оружия, цикл испытаний Ту-334 на сваливание, цикл испытаний двигателя ПС-90А2 на базе летающей лаборатории Ту-204, полный цикл от первого вылета до сертификации самолета Ту-204СМ. В 2015 году за мужество и самоотверженность, проявленные при испытании авиационной техники в условиях, сопряженных с риском для жизни, летчик-испытатель Жуковской летно-испытательной и доводочной базы (ЖЛИИДБ) — филиала компании «Туполев» Виктор Алексеевич Минашкин был награжден Орденом мужества. В этом году шеф-пилот предприятия отмечает тройной юбилей: свое 60-летие, 30 лет работы в «Туполеве» и 70-летие ставшей ему вторым домом ЖЛИИДБ.

— **Виктор Алексеевич, как Вы пришли в авиацию? Многие в детстве хотят стать летчиками, но лишь немногим удается реализовать это желание во взрослой жизни. Стала ли эта профессия Вашей сбывшейся детской мечтой?**

— Можно сказать и так. В детстве мне довелось вместе с родителями лететь из Свердловска в Москву, и этот опыт произвел на меня большое впечатление. Помню, очень заложило уши, но несмотря на это, я еще тогда твердо решил стать летчиком и своего добился.

— **Вы 40 лет испытываете самолеты «Ту». В 2019 году исполняется 30 лет с начала Вашей работы в компании «Туполев». Поделитесь, в чем причина такого постоянства?**

— Я думаю, профессиональный подход к делу — одна из причин. Чтобы в какой-то области достичь результата, нужно узнать ее специфику, а для этого требуется достаточно длительное время. Мы работаем не для того, чтобы просто продемонстрировать полет машины. Венцом нашей работы является готовность машины

к эксплуатации, ее выход в серию. Даже если это не всегда удается, полученные нами наработки важны для создания других самолетов и комплексов. Поэтому переходить с одной фирмы на другую для летчика-испытателя — недальновидно и непрофессионально, с моей точки зрения. Вы не будете знать деталей, историю создания того или иного комплекса, каждого его элемента, его «детские болезни», которые вычищались и устранялись. Все эти знания помогают в нашей работе избежать многих ошибок. Я бы так косвенно ответил на Ваш вопрос. Простого ответа на него нет. Тем более, что я перешел в тяжелую авиацию с истребительной — что за этим стоит, летчики поймут.

— **Вы испытали более 40 типов и модификаций самолетов. Какие из них больше всего запомнились?**

— Запоминаются, прежде всего, те самолеты, которые требовали творческого подхода, например, Ту-204СМ. К сожалению, эта машина не пошла в серию. Хотя многие наработки по Ту-204СМ наши смежные организации сейчас используют и вкладывают в другие машины, в тот же МС-21. Это прекрасно, если твой труд все-таки не пропадает даром. Но когда самолет сделан, когда получен сертификат, а машина в полет не выпущена — это обидно.

«Мы работаем не для того, чтобы просто продемонстрировать полет машины. Венцом нашей работы является готовность машины к эксплуатации, ее выход в серию», — Виктор Минашкин

— **В 2005-м году Владимир Путин совершил 5-часовой полет на стратегическом бомбардировщике Ту-160. Свою оценку машины он выразил фразой: «Так летают только во сне!» В мае 2019 года после посещения КАЗ Президент заявил, что сверхзвуковой ракетносец Ту-160 становится совсем новой машиной, с новыми возможностями. Вы можете рассказать, какие изменения претерпел этот самолет 14 лет спустя?**

— Базовый самолет Ту-160 — это авиационный комплекс с большими, заложенными еще при конструировании, характеристиками, которые соответствуют современным требованиям. Самолет создавался не для парадов, а для участия в боевых действиях. За это время менялась не только концепция ведения боевых действий, но и требования к самой машине, к его комплексу бортового оборудования. Основное требование относится к системе информационного обмена.



Новый Ту-160 готовится к первому полету



Объем необходимой информации, которую должен переработать комплекс Ту-160 возрос в разы. На старом оборудовании принимать и обрабатывать поступающую информацию уже, в принципе, было невозможно. Есть предел и у приборов, которые работают на старой элементной базе, есть предел человеческих возможностей по анализу поступающей информации. Новый комплекс, который был представлен президенту на Казанском авиационном заводе, позволяет получать необходимый объем информации, делать его первичную обработку, в частности, по взаимодействию человек-машина, выдавать эту информацию в интегральной форме для того, чтобы экипаж смог оценивать возросший уровень поступающей информации быстрее и с наименьшей вероятностью ошибок. Еще один важный момент — это связь. Во время боевых действий, в первую очередь, пытаются вывести из строя именно коммуникации. Модернизированные Ту-160 будут оснащены новыми системами связи, закрытыми, имеющими большую степень резервирования, с лучшими возможностями. Средства радиоэлектронной борьбы, комплекс обороны на самолете тоже будут новые. Кроме этого, самолет делается с учетом перспективных разработок средств поражения, которые будут предназначены для выполнения боевых задач. То есть начинка у Ту-160 стала совершенно другой, сравнивать машины — нынешнюю и ту нельзя. Модернизация коснулась всего, в том числе и базовой платформы, которая претерпела изменения с учетом ее эксплуатации. Это сделало машину более надежной и технологичной. Ведущим летчиком на самолете Ту-160 был Александр Журавлев, он много сил и труда вложил в эту машину, участвовал в формировании ее модернизированного

облика. К сожалению, летный век летчика-испытателя не бесконечен и поднимать модернизированный комплекс Ту-160 будут другие, но это жизнь.

— **В декабре 2018 года первый полет совершил модернизированный Ту-22МЗМ. Вы принимали участие в испытаниях этой машины?**

— Да. Эта машина модернизирована по тому же принципу, что и Ту-160. Хочу подчеркнуть, что замена бортового оборудования, замена старой элементной базы на новую — это не просто технические измене-

«Были тяжелые времена, но мы выстояли.

Сейчас у нас появилась перспективная работа, новая очень интересная тематика, к нам потянулась молодежь, потому что когда есть работа и перспектива, приходят молодые кадры», — Виктор Минашкин.

ния. Поменялась идеология, она нацелена на то, чтобы комплекс (самолет, оборудование, вооружение, экипаж) мог работать в современных условиях.

— **Если говорить о гражданской авиации, можете рассказать об испытаниях Ту-204? На базе этого самолета также создано более 20 модификаций различного назначения — пассажирские, грузовые, специализированные, VIP-модификации.**

— Самолеты семейства Ту-204/214 создавались как многоцелевые для замены самолетов Ту-154 и Ил-62. С этой целью созданы и испытаны машины с различной дальностью полета и с разным запасом топлива. Эти самолеты прошли весь цикл сертификационных испытаний. На их базе в настоящее время создаются модификации для специальных задач. На базе «короткой» машины созданы самолеты бизнес-класса, а на базе самолета Ту-214 созданы модификации для нужд оборонного ведомства нашей страны. По запросу авиаперевозчиков был сконструирован и прошел сертификацию самолет Ту-204СМ с улучшенными эксплуатационными характеристиками. Этот самолет получил кабину для экипажа из двух пилотов с улучшенной эргономикой, были значительно модернизированы все системы самолета, повышены их надежность, ресурс, снижены затраты на обслуживание. От прежнего самолета остался только фюзеляж и крыло, причем предкрылки и закрылки, их управление также значительно поменялись. По сути, это новый самолет, на котором применена система контроля и управления, базирующаяся на интеллектуальной схеме. Летчик общается с самолетом через компьютер. Эта сложная задача была успешно выполнена, она позволила значительно уменьшить риск непреднамеренных ошибок пилотов, свести к минимуму так называемый человеческий фактор. Хотя самолет Ту-204СМ не пошел в серию, технические решения, выработанные при его конструировании и доводке, вошли в архитектуру авиационных комплексов современных самолетов нашего КБ. Останавливаться на всех этапах летных испытаний самолета Ту-214/204, наверное, нет смысла, так как испытания —

процесс долгий и трудный. Пока самолет живет, постоянно идут работы по его модернизации. Это процесс, необходимый для того, чтобы самолет безопасно эксплуатировался и соответствовал растущим требованиям к авиационной технике.

— **Наше предприятие ведет разработки в области создания сверхзвукового пассажирского самолета нового поколения, а также среднего военно-транспортного самолета. Вы бы хотели оказаться за штурвалом этих машин в роли испытателя?**

— Этого хочет любой летчик. В то же время я понимаю, что к моменту выхода новых самолетов мой возраст будет критическим, скорее всего, летную деятельность я завершу. Но у меня есть время применить свои знания и опыт при проектировании этих комплексов. Для меня это так же важно, как и самому поднимать самолет в небо.

— **Вы руководите летной службой ЖЛИИДБ с 2001 года, в этом году база отметила 70 лет со дня основания. Считаете ли Вы эту дату своим личным праздником?**

— Безусловно. 70-летие — это очень серьезный срок, и без труда всех, кто работал и работает на ЖЛИИДБ, этого праздника бы не было. Были тяжелые времена, но мы выстояли. Сейчас у нас появилась перспективная работа, новая очень интересная тематика, к нам потянулась молодежь, потому что когда есть работа и перспектива, приходят молодые кадры. Наша летная служба подхватила эстафету наших ветеранов и продолжает выполнять все задачи, которые перед нами ставят. Мы обеспечиваем летные испытания самолетов, продление их жизненного цикла, модернизацию, а также разработку новых перспективных проектов, которые открывают будущее для нашего предприятия и укрепляют обороноспособность нашей страны. ➔



Во время встречи президента России Владимира Путина с летчиками компании «Туполев»



Tu-160 в полете



Tu-22M3M

Большие мастера малой авиации

О спортивных самолетах, воздушных кульбитах и проблемах современной малой авиации – от первого лица

В октябре 2019 года пилотажной группе «Первый полет» исполнилось 10 лет. Ее история тесно связана с легкой авиацией, авиационным спортом и людьми, влюбленными в небо. Сегодня мы расскажем про учебные и спортивные самолеты, про легкую авиацию в России и о том, как стать пилотом.

Пилотажная группа «Первый полет» основана в 2009 году на базе одноименного аэроклуба, который базируется на аэродроме Большое Грызлово на юге Московской области в 100 км от МКАДа. Как рассказал один из основателей группы, мастер спорта международного класса, абсолютный чемпион мира 2018 года по высшему пилотажу в классе Advanced Роман

Овчинников: «Все начиналось с обычных полетов. Когда-то в 2002 году пришел на аэродром. В сентябре 2003 года выполнил свой первый полет и понял, что небо — это моя стихия. Познакомился с Дмитрием Самохваловым, и мы с ним решили организовать свой клуб и пилотажную группу. В 2007 году планомерно пошли к этой цели. Приобрели два первых самолета Як-52 и стали выступать на соревнованиях по высшему пилотажу в России. В 2009 году создали свой аэроклуб и начали выполнять групповые полеты. А 19 октября 2009 года состоялось первое публичное выступление и рождение пилотажной группы».

Сейчас парк аэроклуба насчитывает пару иностранных самолетов SportStar

SW и Piper PA-23-250, но основу группы составляют отечественные машины: учебно-тренировочные Як-52, Як-54, Як-18Т и пилотажные Су-31МХ. «Первый полет» — единственная пилотажная группа в России, выступающая на поршневых самолетах.

В мире понятия легкая, учебная и спортивная авиация очень тесно связаны. Явным представителем этих трех терминов является самолет Як-52. Это легкий двухместный летательный аппарат, который для многих стал «воздушной партией». Один из основателей аэроклуба «Первый полет» Дмитрий Самохвалов вспоминает: «Для меня все началось с Як-52. Первый в жизни полет состоялся, когда мне было 13 лет». Як-52 являлся



«Все начиналось с обычных полетов. Когда-то в 2002 году пришел на аэродром. В сентябре 2003 года выполнил свой первый полет и понял, что небо – это моя стихия», – Роман Овчинников,

мастер спорта международного класса, абсолютный чемпион мира 2018 года по высшему пилотажу в классе Advanced.

одним из основных учебно-тренировочных самолетов СССР для первоначальной подготовки летного состава. Он был создан на базе одноместного спортивно-пилотажного самолета Як-50, который строился на два года раньше и был рассчитан на дальнейшую переделку в двухместный вариант. Однако конструкторам предстояло решить сложную задачу: создать машину, которая одновременно удовлетворяла как требованиям спортивно-пилотажного самолета с минимальными запасами устойчивости, так и требованиям самолета для первоначального обучения с повышенной устойчивостью и более тяжелым управлением. Несмотря на трудности, задачи были решены, и 8 августа



1974 года первый опытный образец Як-52 поднялся в воздух. Его серийное производство было налажено в Социалистической Республике Румыния и велось с 1979 по 1998 год. Участники пилотажной группы высоко оценивают эту машину. По словам Романа Овчинникова: «Это уникальный самолет, у него нет аналогов в мире. Он позволяет научиться всему, от простых полетов по кругу и маршрутных полетов, до всего спектра фигур высшего пилотажа».

Другим представителем ОКБ им. А. С. Яковлева в пилотажной группе «Первый полет» является двухместный учебно-тренировочный самолет для подготовки летчиков-спортсменов — Як-54. Эта машина создавалась в 1993 году на базе одноместного пилотажного самолета Як-55М. Кроме обучения высшему пилотажу, самолет может сам участвовать в соревнованиях по самолетному спорту. Кропотливая работа над этим проектом Главного конструктора Дмитрия Драча и ведущего инженера Владимира Попова привела к созданию спортивной машины по самым строгим требованиям сертификации. Впервые опытный Як-54 поднялся в воздух 23 декабря 1993 года. В пилотажной группе на нем летает Ирина Маркова. Он ее слушается беспрекословно. Остальные пилоты отмечают, что этот самолет требует мужского характера и хороших навыков пилотирования. И они конечно же удивляются, как такая хрупкая девушка может выполнять такие штопорные фигуры. Сама Ирина о Як-54

Несмотря на то, что производство спортивных самолетов марки «Су» приостановлено, до сих пор в мире эксплуатируются десятки самолетов этого семейства. Более 60 % комплектов медалей, разыгранных на Чемпионатах мира и Европы по высшему пилотажу, как российскими, так и иностранными спортсменами, были завоеваны именно на самолетах Су-26, Су-31.

отзывается так: «Конечно, я люблю этот самолет. Он достаточно строгий в управлении, но пилотажные возможности его гораздо лучше, чем у других пилотажных самолетов семейства «Як». Он прекрасно выполняет штопорные вращения, хорошо держит высоту при выполнении пилотажа, а внешне немного похож на истребитель второй мировой. Когда в него садишься, понимаешь, что это самолет, а не современная пластиковая моделька. Особый нрав у него на посадке, так как нет никаких посадочных устройств и очень эффективные педали».

Огромного внимания заслуживает и самолет ОКБ им. Сухого — Су-31МХ. Его история создания уходит в 1983 год, когда в ОКБ началась разработка нового спортивно-пилотажного самолета, получившего заводской шифр С-42, и пошедшего в серийное производство под обозначением

Су-26. Работы велись под руководством В. П. Кондратьева, а в 1984 году руководителем тематики спортивных самолетов в ОКБ был назначен Б. В. Ракитин. Основной отличительной особенностью нового самолета стало использование композиционных материалов на основе углеорганоластиков в силовых элементах лонжеронов и панелях обшивки крыла. Также применение стальной силовой фермы в конструкции фюзеляжа, трехслойной обшивки из органоластиков и сварных рессор опор шасси из титановых сплавов позволило достичь минимальной массы конструкции самолета при высоких значениях эксплуатационных перегрузок. Все это дало спортсменам возможность выполнять любой комплекс фигур прямого и обратного пилотажа без ограничений по перегрузке.

Первый опытный Су-26 поднялся в небо 30 июня 1984 года, а 27 июля 1985 года свой

первый полет выполнил модифицированный Су-26М, отличавшийся улучшенной аэродинамикой, меньшим весом конструкции планера и увеличенным ресурсом. В 1988 году в ОКБ приступили к созданию двухместного спортивно-пилотажного самолета Су-29 и его одноместного варианта Су-29Т, получившего позднее обозначение Су-31. Из этой пары первым поднялся в небо Су-31. Это произошло 22 июня 1991 года. Су-29 совершил первый полет 9 августа того же года. В 1991 году по заданию ОКБ Сухого предприятие «Звезда» начало разработку сверхлегкой системы спасения летчиков спортивных самолетов, получившей обозначение СКС-94. Ее испытания проводились в 1995 году на модернизированном самолете Су-29КС с катапультированием манекенов и инженеров-испытателей. После завершения всех тестов этой системой оснастили первый опытный Су-31, сменив его обозначение на Су-31М. Первый полет модернизированная машина выполнила 25 мая 1995 года, став первым в мире серийным спортивным самолетом, оборудованным системой спасения пилота, обеспечивающей безопасное его покидание на всех режимах полета и во всем диапазоне скоростей. Эта система спасения используется и сегодня. Ее модификация СКС-94М2-152 устанавливается на новом поршневом учебно-тренировочном самолете Як-152. Дмитрий Самохвалов во время авиационных соревнований летает на Су-31МХ. Ему нравятся его маневренные характеристики. Благо-

даря современным технологиям и широкому применению композиционных материалов Су-31 позволяет пилотам выполнять программы соревнований с перегрузками $\pm 12 g$ и по праву считается одним из лучших пилотажных самолетов в мире.

МАСТЕРАМИ КУНГ-ФУ НЕ РОЖДАЮТСЯ... Самую важную роль в небе, по-прежнему, играет мастерство пилота. Он является вершиной этой сложносочиненной цепи. Человеком, в руках которого труд тысяч конструкторов, рабочих, испытателей, техников обретает смысл. Именно от его

«До 30-ти лет я думал, что летчиков готовят из специальных пробирок, и для простых смертных это недостижимо», – Александр Михайлов, член пилотажной группы «Первый полет».

навыков и умения зависит чистота выполнения маневров и фигур, безопасность полетов и благополучие пассажиров. Однако существует стереотип, что пилотами могут стать только избранные, а авиационный спорт это

элитное хобби для богатых. Как отметил член пилотажной группы Александр Михайлов: «До 30-ти лет я думал, что летчиков готовят из специальных пробирок, и для простых смертных это недостижимо». Конечно же это не так. И главной проблемой является недостаток знаний о том, что научиться летать может каждый. Дмитрий Самохвалов рассказал: «У нас была девушка, медсестра. Она очень хотела получить лицензию частного пилота (PPL — Private Pilot License). И она ее получила. Может быть не так быстро, в течение двух лет. Но тем не менее. Я хочу сказать, что преграда в виде стоимости обучения (от 400 до 800 тыс. руб. в разных регионах России — Ред.) не является настолько критичной, как могло бы казаться». Сегодня для получения лицензии частного пилота и права управлять самолетом определенного класса требуется, во-первых, пройти врачебно-летную экспертную комиссию (ВЛЭК). Затем изучить теорию и получить налет с инструктором. А после просто постоянная практика, и чем чаще, тем основательнее становятся навыки. Иногда будущие пилоты предпочитают приобретать собственные воздушные суда. Стоимость самолета сегодня сравнима со стоимостью некоторых автомобилей. После получения PPL можно получить европейское свидетельство пилота, позволяющее перевозить пассажиров. Или, как Роман с Дмитрием, создать свою пилотажную группу. Дмитрий Самохвалов добавил: «К сожалению, существует своеобразный вакуум в вопросах – как можно летать туда или сюда? Нужно относиться к полетам на самолетах проще, как к средству передвижения. А спорт и демонстрационные полеты — это все дополнительное развитие».

Другой проблемой является нехватка авиационных училищ в стране. Когда существовали школы ДОСААФ (Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту), легкая авиация была более востребована, чем сейчас. И хотя сегодня интерес к спортивному пилотажу постепенно возобновляется, этот темп остается очень низким в мировом масштабе. Александр Михайлов заметил: «Количество пилотов в нашей стране одно из самых минимальных. В условиях тяжелой транспортной доступности у такой большой страны, как наша, крайне важно чтобы умели летать и спасатели, и даже рыбаки с охотниками. Нужно, чтобы летных школ было столько же, сколько автошкол».

Еще одной проблемой является неразвитая инфраструктура для легкой авиации. Хотя в этом направлении за последнее десятилетие произошло много изменений. Сейчас пилот может со своего телефона подать план полета и вылететь по нему. Но во многих странах для совершения полета на маленьком двухмоторном самолете не нужно ничего подавать. А у нас есть штраф за нарушение правил подачи плана полета.

Конечно, жизнь не стоит на месте и проблемы постепенно решаются. Если еще 3–4 года назад существовала проблема



с авиационным бензином, то сейчас появилось производство авиационного топлива и компании, которые поставляют его владельцам легких самолетов.

ЯРКИЕ ГОРИЗОНТЫ

Пилотажная группа «Первый полет» выполняет такие фигуры, как «веер», «косичка», «ромашка», «фонтан», «сердце», «пропеллер», встречный пилотаж и классические: петли и повороты на вертикалях. Сольный пилотаж содержит как классические фигуры, так и фристайл (свободный стиль). Использование поршневых самолетов дает ряд преимуществ на выступлениях. Небольшие скорости и малые радиусы разворотов позволяют зрителям не терять их из виду. Вся зона показательной программы группы уместается в квадрат полтора на полтора километра. Пилоты не дают зрителям отвлечься от неба ни на минуту. Реактивные самолеты при полете группой такого себе позволить не могут. Выступление — это отлаженный сценарий. Как сказал Константин Боровик: «У нас достаточно слетанная группа и нам хватает встретиться за 2–3 дня до выступления, чтобы подготовиться». Константин прошел обучение по обращению с пиротехникой, и в группе надеются это все как-то совместить. Они смотрят в сторону визуальных эффектов. Константин Боровик добавил: «Мы постоянно экспериментируем, пытаемся сделать комбинации фигур. Планируем в будущем показать новые фигуры группового пилотажа». Совместная часть выступления является самой сложной. Ведь технически летать в группе сложнее, чем в одиночку. Поэтому групповые полеты лежат на мужских плечах, а одиночный пилотаж выполняет Ирина Маркова. Она призналась, что любит выступать на маленьких домашних аэродромах, когда виден каждый зритель.

Кроме этого группа освоила так называемый «Воздушный 3D-принтер». Программное обеспечение позволяет пятерке самолетов с помощью спецоборудования «печатать» в воздухе любую надпись при помощи разогретого масла, которое в воздухе охлаждается и превращается в белые «пиксели».

Конечно есть огромная разница между соревнованиями и авиашоу. На соревнованиях больше драматизма. Ведь победителем может быть только один. 8–9 судей оценивают способности пилотов. Это стимулирует небесных спортсменов развиваться и совершенствоваться. Авиашоу — это всегда позитив и восхищенная публика.

В группе с большим интересом относятся к новому поршневому учебно-тренировочному самолету компании «Иркут» — Як-152, который в данный момент находится на стадии государственных испытаний. Дмитрий Самохвалов надеется, что в будущем эта машина сможет пополнить парк пилотажной группы.

Пилоты аэроклуба готовы делиться своими знаниями с новичками, передавать свой опыт. В будущем команда планирует набрать в пилотажную группу новых людей. Бывает,



что в аэроклуб приходят курсанты из авиационных училищ и просят полетать на «срывные» режимы и штопор. В училищах они этих вещей не видят, а будущим пилотам хочется знать и понимать, как это происходит. Если в советских авиационных училищах давали попробовать такие элементы пилотажа, то сейчас дают только парашютирование.

Исторически сложилось, что высший пилотаж родился именно в нашей стране. 9 сентября 1913 года русский военный летчик Петр Нестеров впервые в истории выполнил «мертвую петлю» на французском самолете Nieuport-4. И до сих пор наша школа воздушного пилотажа является одной из лучших в мире. ➔



Талантливый ученик Николая Егоровича Жуковского и Андрея Николаевича Туполева Владимир Михайлович Мясичев всегда тянулся к созданию перспективных летательных аппаратов. Взять хотя бы его проекты самолетов с атомной силовой установкой или воздушно-космических самолетов по типу «Бурана».

Холодная война породила гонку вооружений, в которой основную роль играли атомное оружие и средства его быстрой доставки к цели на расстояния вплоть до межконтинентальных. К началу 1950-х таким средством могли быть только самолеты. К этому времени была достигнута возможность создания турбореактивных двигателей и дальних самолетов. В США фирмой Boeing велась разработка стратегического бомбардировщика B-52 Stratofortress. Аналогичная задача остро стояла и перед нашей авиационной промышленностью.

Один из наиболее значительных периодов конструкторской работы Владимира Михайловича Мясичева пришелся на 1950-е годы в Филевском ОКБ-23. Оно было образовано Постановлением Правительства СССР от 24 марта 1951 года на территории завода № 23 в Филях во главе с Мясичевым. В эти годы им были созданы стратегические бомбардировщики М-4 и 3М, которые обеспечили паритет СССР и США в межконтинентальных средствах доставки атомного оружия.

Вершина его работы — первый сверхзвуковой стратегический бомбардировщик М-50, впервые поднявшийся в воздух 60 лет назад, в 1959 году.

Три самолета: М-4, 3М и М-50, во многом опередившие время, были настоящим триумфом советского самолетостроения тех лет.

В РЕКОРДНЫЕ СРОКИ

В середине 1950-х годов Мясичеву дали задачу: разработать стратегический самолет со сверхзвуковой скоростью полета.

Владимир Михайлович предложил создать качественно новый турбореактивный бомбардировщик. К сожалению, в то время экономичность наших турбореактивных двигателей еще не обеспечивала достижения требуемой дальности полета. Однако, Мясичев правильно спрогнозировал их совершенствование, необходимое для выполнения задачи. Накопленный опыт создал научно-техническую базу для следующего большого шага — создания стратегического двухсоттонного бомбардировщика, который впервые в мире достиг сверхзвуковой крейсерской скорости полета.

Вот что пишет об этом периоде деятельности Мясичева писатель Давид Гай: «Созданию дальнего сверхзвукового самолета М-50 предшествовала необычная по ширине и глубине подготовительная исследовательская работа. Проектирование и постройка ракетноносца стали крупным шагом в развитии авиационной техники. Этому способствовали прежде всего прозрачность Мясичева, его настойчивость и энер-



гия. Весомым оказался вклад сотрудников ЦАГИ, которые глубоко проанализировали новую проблему и дали ОКБ ряд полезных рекомендаций при использовании дельта-видного крыла».

Проектирование самолета М-50 сопровождалось выполнением еще большего, чем при проектировании самолетов 3М и М-4 объема стендовых отработок, модельных и расчетных исследований. Существовавшими методиками при расчетах на прочность и аэроупругость пользоваться было нельзя. Новый алгоритм расчета, разработанный в ОКБ, явился, по существу, началом применения в самолетостроении метода конечных элементов. С помощью этого метода крыло и фюзеляж были рассчитаны на все виды нагрузок, что позволило существенно снизить вес силовых элементов. Снижению веса М-52 (модификации М-50) способствовал длительный анализ его конструкции, в частности конструктивные изменения формы крыла М-52 в сочетании с уточненными расчетами нагрузок привели к уменьшению динамических перегрузок и позволили существенно

Проектирование самолета М-50 сопровождалось выполнением еще большего, чем при проектировании самолетов 3М и М-4 объема стендовых отработок, модельных и расчетных исследований.

снизить вес конструкции. Это был достигнутый компромисс между требованиями прочности и аэродинамики.

Самолет М-50 был создан в рекордно малые сроки. Ничего подобного в мире не было и не ожидалось. Успешные результаты создания таких сложных летательных аппаратов были невозможны без широкого использования аналоговых моделей и цифровых вычислительных машин. В ОКБ

Чудо конструкторской мысли Мясищева



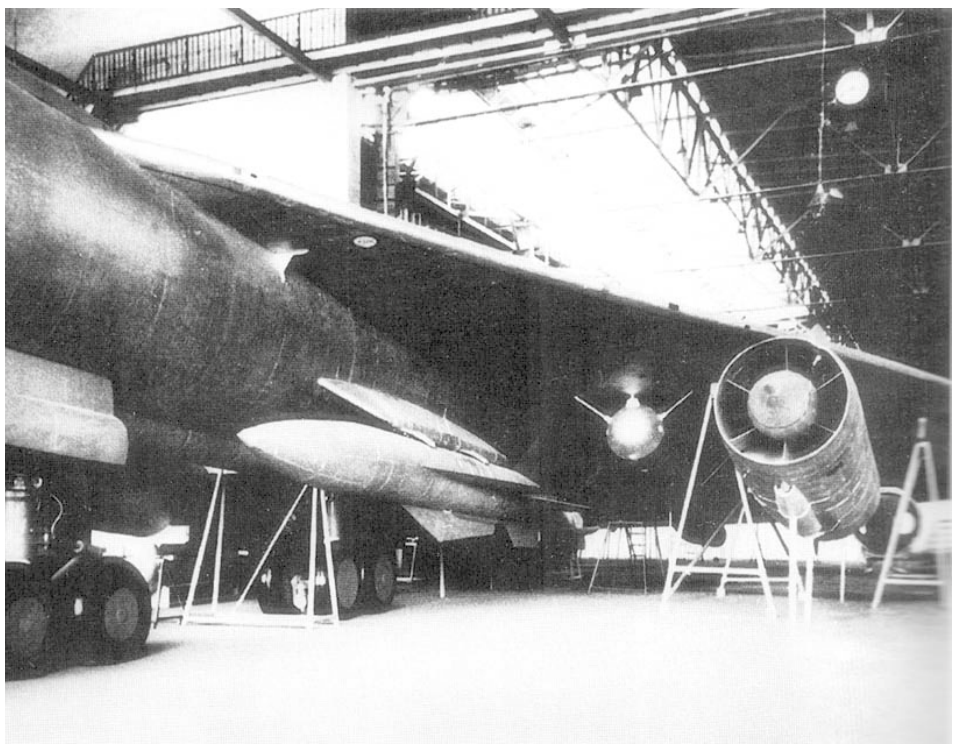
60 ЛЕТ НАЗАД СОВЕРШИЛ ПЕРВЫЙ ПОЛЕТ ДАЛЬНИЙ СВЕРХЗВУКОВОЙ БОМБАРДИРОВЩИК М-50

Мясищева был создан первый в отрасли вычислительный центр.

Трудно переоценить тот вклад, который произвела в свое время разработка самолета М-50 для дальнейшего подъема культуры проектных работ в отрасли. Самолет имел классическую аэродинамическую схему с треугольным крылом, под которым на пилонах устанавливались два двигателя. Еще два размещались на концевых частях крыла. Тяга каждого двигателя составляла 17 тыс. кгс.

На М-50 были реализованы оригинальные решения:

- смещение центровки в зависимости от режимов полета путем перекачки топлива в отсеках фюзеляжа;
- цельноповоротные аэродинамические органы управления с оригинальными электрогидравлическими приводами,
- электродистанционное управление этими приводами и двигателями;
- высокая степень автоматизации, позволяющая сократить экипаж до двух человек;
- новая конструкция планера с использованием прессованных панелей и герметичных соединений с заливкой



Другой М-60: СТАРОЕ ИМЯ ДЛЯ НОВОГО ПРОЕКТА

В конце 1970-х по инициативе ведущих конструкторов Максима Гурьянова и Бориса Морковкина в ЭМЗ им. В. М. Мясищева была открыта тема 60 «Исследования схемы многоцелевого высотного дозвукового самолета (МВДС) короткого взлета и посадки с несущим фюзеляжем».

Официальный статус работы по теме получили в 1986 году: 11 мая вышел приказ № 1114 Министра авиационной промышленности о проведении научно-исследовательских работ по «теме 60».

В июле 1991 года материалы аванпроекта, подкрепленные положительными заключениями головных институтов отрасли и Минобороны, были представлены комиссии заказчика, которая одобрила проделанную работу и рекомендовала разработать эскизный проект. Через три месяца был подписан соответствующий договор. Но последующий распад СССР прервал работы по теме. Исследования семейства самолетов «тема 60» продолжились с 2002 года в рамках совместных НИР с ЦАГИ (авторы проекта — Александр Архипов (ЭМЗ им. В. М. Мясищева), Евгений Визель (ЦАГИ)). Это был проект транспортного самолета с несущим фюзеляжем, прямым крылом большого удлинения и расположением двигателей над хвостовой частью фюзеляжа. Впрочем, этот проект уже не имел никакого отношения к предыдущему М-60.



топлива непосредственно в фюзеляж и крылья.

На переходных режимах для балансировки использовалось цельноповоротное горизонтальное оперение. Из-за большой насыщенности самолета энергопотребляющими системами в отличие от классических систем с размещением электрогенераторов на двигателях, было установлено два мощных энергоузла. Конструкция самолета была выполнена из высокопрочных алюминиевых сплавов.

Первый полет самолета состоялся 28 октября 1959 года. Его первый экипаж: Николай Иосифович Горяйнов и Анатолий Семенович Липко. «Владимир Михайлович Мясищев и ведущий аэродинамик Леонид Фролов о чем-то негромко разговаривали, пока не показался снижающийся М-50. Летчики посадили самолет идеально, буквально притерли к полосе. Как только М-50 выпустил тормозные парашюты, Мясищев и Фролов заторопились к машине», — рассказывает А. А. Поляков, работавший на лётно-испытательной и доводочной базе ОКБ-23, начиная с 1954 года.

К слову, знаменитый сверхзвуковой стратегический бомбардировщик ХВ-70 фирмы North American, совершил первый полет только в 1964 году, спустя пять лет после первого полета М-50. В 1959 году опытный самолет М-50 пролетел над Тушинским аэродромом в качестве «флагманского корабля для устрашения всех и вся», а в 1961 году демонстрировался на Тушинском параде, как образец достижений Советского Союза в тяжелой авиации.

Увидеть М-50 сегодня можно на территории музея ВВС в Монино.

РАЗВИТИЕ ПРОЕКТОВ

В середине 1956 года ОКБ Мясищева получило задание на проработку самолета с двигателями, использующими ядерную энергию.

Развитие работ по ядерной энергетике привело к появлению нового проекта самолета М-60 с ядерной силовой установкой, где нагрев рабочего тела осуществлялся с помощью промежуточного контура с жидкоме-

таллическим теплоносителем. Двигательная установка состояла как бы из нескольких турбореактивных двигателей, расположенных по окружности вокруг общего реактора, заменяющего их камеры сгорания. Хотя проекты «атомных» самолетов и остались на бумаге, работа над ними дала крайне важный материал для работы в этой области в перспективе.

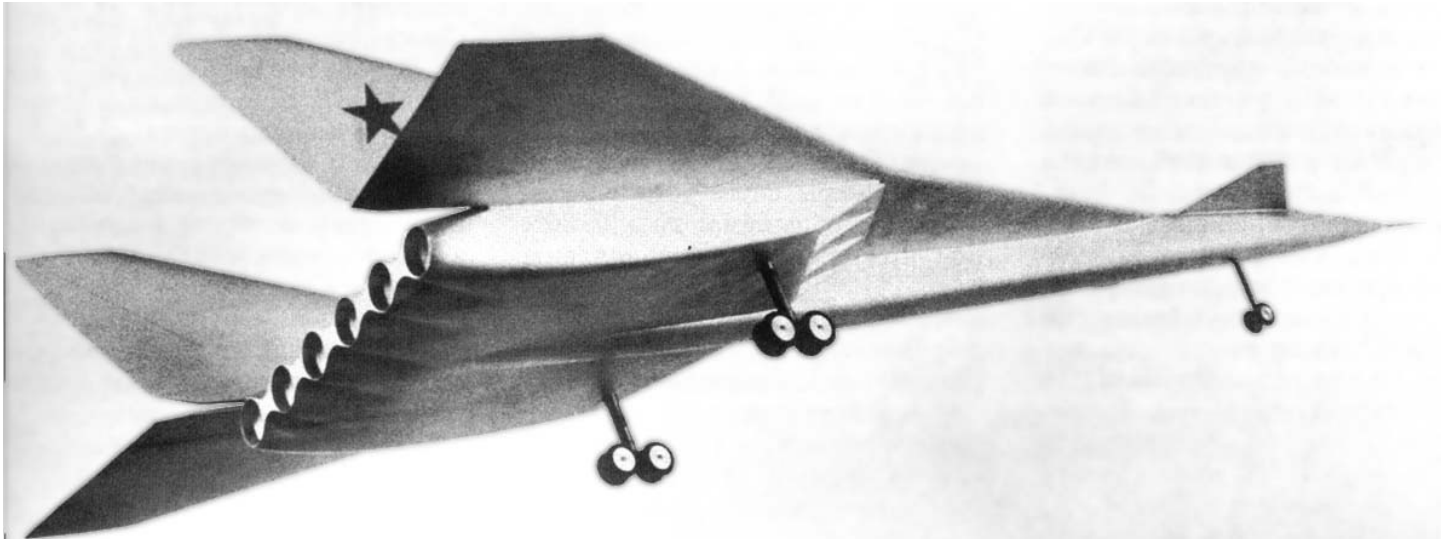
Достигнутый научно-технический уровень позволил ОКБ Мясищева приступить к созданию беспилотного сверхзвукового аппарата (проект «40» или «Буран») с ракетными ускорителями первой ступени с жидкостным ракетным двигателем, имевшим турбонасосную подачу компонентов топлива. Этот аппарат был близок к летным испытаниям, но с изменением военной доктрины в пользу баллистических ракет работа была закрыта.

По следам М-50 в 1958–1960 годах коллективом ОКБ Мясищева совместно с ЦАГИ и другими институтами впервые в нашей стране был разработан эскизный проект и произведено частичное макетирование сверхзвукового стратегического бомбардировщика М-56. Его скорость полета была предельной из условий аэродинамического нагрева для конструкций из алюминиевых сплавов и соответствовала М-2,3. Проект «56» по своим техническим решениям опережал аналогичные разработки в США, однако он так и остался на бумаге, как и ряд других проектов, в результате наметившейся стратегической переориентации на баллистические ракеты.

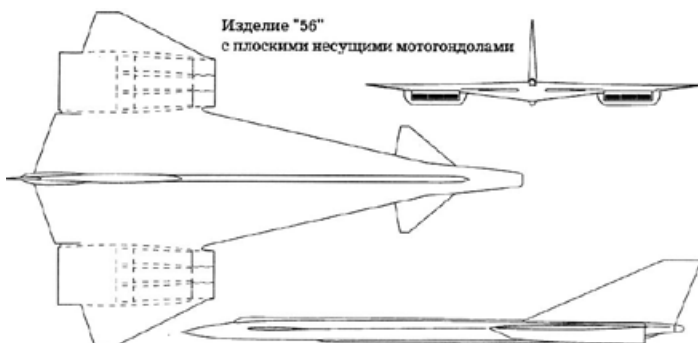
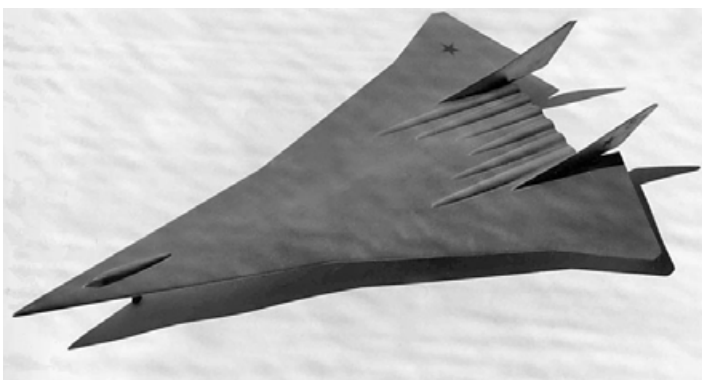
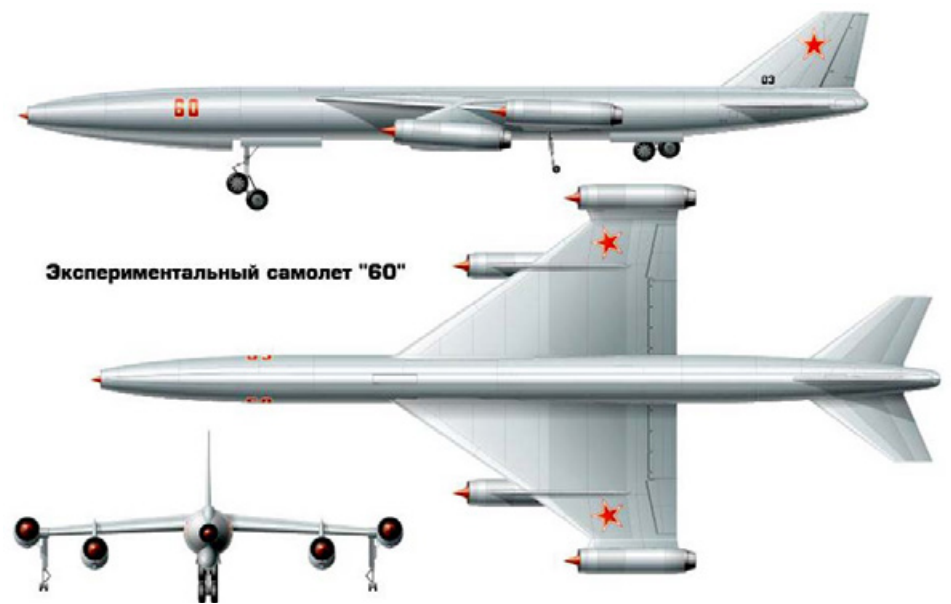
В 1960 году Владимира Михайловича Мясищева назначили начальником ЦАГИ, и постройка этого самолета осуществлена не была.

Тем не менее, опыт, накопленный при разработке многочисленных проектов ОКБ-23, был использован позднее при создании сверхзвуковых самолетов других ОКБ. ➔

В СТАТЬЕ ИСПОЛЬЗОВАНЫ РАБОТЫ АВТОРОВ: А. А. БРУК, Г. Д. ДЕРМИЧЕВ, В. К. КАРРАСК, В. А. ФЕДОТОВ, В. А. ВЫРОВОД, И. С. РАДУГИН, В. А. ЗАХАРОВ И ДР.



Развитие работ по ядерной энергетике привело к появлению нового проекта самолета М-60 с ядерной силовой установкой, где нагрев рабочего тела осуществлялся с помощью промежуточного контура с жидкометаллическим теплоносителем.





Итоги года





На МАКС-2019 состоялась мировая премьера новейшего пассажирского ближне-среднемагистрального самолета MC-21 с демонстрацией трех опытных образцов.



Первый глубоко модернизированный строевой стратегический ракетоносец-бомбардировщик Ту-160М передан на испытания.



Новый легкий военно-транспортный самолет Ил-112В совершил первый полет.



Обновленный центр поддержки заказчика SSJ100 начал функционировать в Москве.



В ходе поездки в Татарстан президент России Владимир Путин посетил Казанский авиавод им. С. П. Горбунова, где ознакомился с образцами современной авиатехники и пообщался с работниками предприятия.



Российский самолет-амфибия Бе-200ЧС принял участие в летной программе авиасалона в Ле Бурже. К самолету проявляют активный интерес зарубежные заказчики.



Запущена новая автоматизированная линия для окончательной сборки транспортных самолетов типа Ил-76МД-90А. Линия позволит снизить трудоемкость сборки и выпускать до 20 самолетов в год.



Новые самолеты Су-35С переданы авиационной группе высшего пилотажа «Русские Витязи».



Состоялся первый полет новейшего беспилотного летательного аппарата «Охотник».



ОАК приняла участие в выставке Aero India 2019, представив на рынке своего ключевого зарубежного промышленного партнера новую продукцию, в том числе, легкий истребитель МиГ-35.



Принято решение о создании на территории России инженерного центра по программе российского-китайского самолета CRJ929 с филиалом в Шанхае.



На форуме «АРМИЯ-2019» подписан контракт между Минобороны России и компанией «Сухой» на поставку крупной партии истребителей 5-го поколения Су-57.



ОАК

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



МС-21

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru



ОАК

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



Су-57

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru