

ГОРИЗОНТЫ

WWW.UACRUSSIA.RU

№1(25).2020



Горизонты испытаний

(с.8, 28, 42, 56)



OAK

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



SSJ 100

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru

Горизонты испытаний

В настоящее время предприятиями ОАК ведутся испытания сразу нескольких новых самолетов. Какие-то испытания уже завершаются, какие-то еще продлятся некоторое время, а какие-то только начались.

В начале 2020 года исполнилось 10 лет с момента первого полета истребителя пятого поколения Т-50, известного как ПАК ФА и получившего уже обозначение в войсках — Су-57. Самолет за это время уже выполнил программу двух этапов предварительных испытаний, первый этап государственных совместных испытаний, завершается второй этап, в рамках которого Су-57 проверили даже в реальных боевых условиях в Сирии. Уникальным возможностям этого истребителя посвящен материал, открывающий этот номер.

В Казани выполнил свой дебютный полет первый опытный глубоко модернизированный ракетноносец-бомбардировщик, созданный на базе строевого. При его производстве используются коботы — коллаборативные роботы. О них также рассказано в выпуске этого журнала.

Целью различных испытаний является обеспечение надежности и безопасности летательного аппарата, будь то военный самолет или гражданское воздушное судно. Своим опытом в этой области делится Александр Махоткин, заместитель главного конструктора ОКБ им. А. С. Яковлева по безопасности, надежности и сертификации. Он представляет уже третье поколение авиационной династии Махоткиных. Именем его дедушки, известного полярного летчика Василия Михайловича Махоткина даже назван остров в Карском море. А основная сегодняшняя работа Александра Махоткина, как и всей корпорации «Иркут», в которой он работает, — начальная сертификация самолета МС-21 в российских авиационных властях.

Конечно, ничто полностью не заменит натурные летные испытания самолета. Но разумно сократить их объем сегодня позволяют новые цифровые методы и программы. В этом номере «Горизонтов» рассказано о том, как с помощью 1D-моделирования в программной среде Simcenter Amesim инженерам корпорации «Иркут» удалось сократить сроки разработки систем самолета МС-21 и объем натурных испытаний.

Летные испытания проходят, конечно, не только опытные машины, но и серийные самолеты, выпускаемые предприятиями ОАК. Для их обеспечения на серийных заводах существуют специальные службы. О их работе в суровых зимних условиях рассказано в этом выпуске журнала на примере летно-испытательной станции предприятия в Комсомольске-на-Амуре. Для того, чтобы полоса аэродрома всегда была доступна, в автопарке аэродромных служб есть не только обычные бульдозеры и шнекороторные снегоочистители, но и мощный грейдер с отвалом 3 метра, и плужно-щеточно-продувочная машина.

Конечно, говоря об испытаниях, нельзя не отметить работу тех людей, кто сам поднимает новые машины в небо. Летчикам-испытателям ОАК посвящен фоторепортаж «Горизонтов».

Исторический раздел номера приурочен к 50-летию первого полета опытного самолета Т6-2И, с которого начались его летные испытания. Потом он стал известен как фронтовой бомбардировщик Су-24.

Есть в номере и материалы на другие темы. Например, рассказ о системе «встроенного качества» на таганрогском заводе, о внедрении системы поддержки производственного персонала в решении проблем на ульяновском заводе «Авиастар-СП», об использовании воздушно-космическими силами России фронтовых бомбардировщиков Су-34. Надеемся, они тоже заинтересуют наших читателей.



Корпоративное издание ПАО
«Объединенная авиастроительная
корпорация»

ГОРИЗОНТЫ

№ 1 (25) 2020

Редакционная коллегия:

Станислав Зуев
Константин Лантратов

Арт-директор:

Виктория Альникова

Фотографии:

Марина Лысцева,
Софья Демидова,
Константин Лантратов,
Светлана Умарова,
Михаил Поляков,
Армен Гаспарян,
Александр Мартынов,
Игорь Бубин (www.airliners.net),
Дмитрий Пичугин (www.airforce.ru),
Владимир Акимов (РИА «Новости»),
Антон Новодережкин (ТАСС),
Sebastian Sowa

В подготовке номера участвовали:
пресс-службы корпорации «Иркут»,
компаний «Сухой» и «Туполев»,
КНААЗ им. Ю. А. Гагарина, ТАНТК
им. Г. М. Бериева

Редакция благодарит за работу над номером:

Наталью Рыбакову,
Елену Борисову,
Викторию Патину,
Владимира Овчинникова,
Юрия Максимова,
Елену Федорову,
Андрея Милюкина,
Евгения Савельевских,
Алексея Повещенко,
Марию Бедашвили,
Юлию Куприну

Фото на обложке: Герои Российской
Федерации, заслуженные летчики-
испытатели РФ Олег Кононенко (справа)
и Роман Таскаев выполнили первый полет
на первом опытном самолете МС-21-300.
Фото Марины Лыцевой.

Фото справа: Летчик-испытатель корпорации
«Иркут» Евгений Аверьянов и Су-30СМ.
Фото корпорации «Иркут».

**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



08 Су-57 – 10 лет в небе



16 Су-34: настоящее и будущее



28 Тренды надежности



36 «Встроенное качество» в Таганроге

4 Новости ОАК

КОНТРОЛЬНАЯ МОДЕЛЬ CR929 ИСПЫТАНА В АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРУБАХ
Полномочия продлены
Илья Тарасенко возглавил «Сухой»
Первые 5 из 100
Европейские стандарты подтверждены
Космонавт прилетел на Ту-204
МС-21 под ПД-14
Лучшее «Будущего авиации»
«Сайберлет» сертифицирован
Ливрея для первого опытного
Отработки систем на Ил-112В
На испытаниях – четвертый
МС-21-300
Агрегаты для второго Ил-114-300
Ил-96-400М на окончательной
сборке
Будущие создатели CR929 защитили
дипломы
Отбор «промышленной элиты
2035»
Кадровые вопросы обсудили
в Ульяновске
Ту-142МЗ проходит испытания

12 Человек или робот?

В Казани стапели монтируют с помощью новейших технологий

22 Магия Simcenter Amesim

Математическое моделирование как ключ к успеху

42 Зима в Дзёмги

Зимние месяцы – особое время в жизни аэродромного комплекса

46 Со 140 дней до девяти

Цикл решения производственных вопросов на ульяновском заводе сократился на 93 %

50 Задача с несколькими переменными

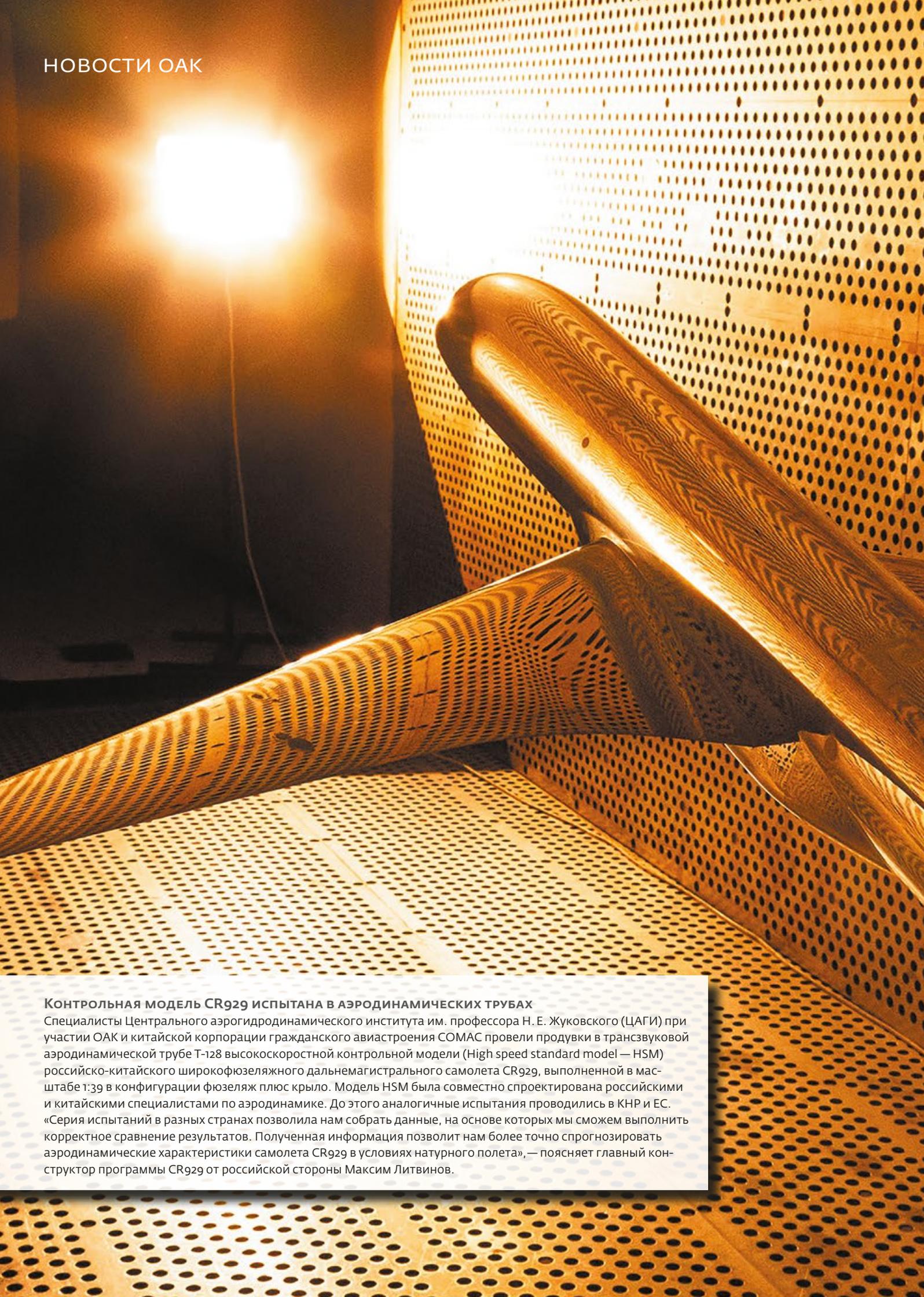
50 лет назад состоялся первый полет опытного фронтового бомбардировщика Су-24



56

Испытатели

Летчики ОАК проводят всесторонние испытания самолетов, демонстрируют их заказчикам и посетителям выставок



Контрольная модель CR929 испытана в аэродинамических трубах

Специалисты Центрального аэрогидродинамического института им. профессора Н. Е. Жуковского (ЦАГИ) при участии ОАК и китайской корпорации гражданского авиастроения COMAC провели продувки в трансзвуковой аэродинамической трубе Т-128 высокоскоростной контрольной модели (High speed standard model — HSM) российско-китайского широкофюзеляжного дальнемагистрального самолета CR929, выполненной в масштабе 1:39 в конфигурации фюзеляж плюс крыло. Модель HSM была совместно спроектирована российскими и китайскими специалистами по аэродинамике. До этого аналогичные испытания проводились в КНР и ЕС. «Серия испытаний в разных странах позволила нам собрать данные, на основе которых мы сможем выполнить корректное сравнение результатов. Полученная информация позволит нам более точно спрогнозировать аэродинамические характеристики самолета CR929 в условиях натурального полета», — поясняет главный конструктор программы CR929 от российской стороны Максим Литвинов.

Полномочия продлены

Совет директоров ОАК на очередном заседании переизбрал своим председателем индустриального директора авиационного кластера госкорпорации Ростех Анатолия Сердюкова. Генеральным директором ОАК до января 2025 года вновь избран Юрий Слюсарь, занимающий этот пост с 2015 года. Совет директоров также рассмотрел прогноз исполнения финансово-хозяйственного плана 2019 года и утвердил основные показатели плана на 2020 год. Также приняты решения по ряду других вопросов.

Илья Тарасенко возглавил «Сухой»

Генеральным директором компании «Сухой» избран Илья Тарасенко. Такое решение принял совет директоров компании. Илья Тарасенко также является заместителем генерального директора ОАК и генеральным директором Российской самолетостроительной корпорации (РСК) «МиГ». Он хорошо знаком с обеими компаниями формируемого военного дивизиона ОАК — с 2001 по 2009 год работал в компании «Сухой», с 2009 по 2014 год — в РСК «МиГ», а затем с 2016 года возглавил «МиГ». Илья Тарасенко сосредоточится на формировании на базе компании «Сухой» и РСК «МиГ» Дивизиона военной авиации ОАК. Эта структура будет заниматься разработкой, производством, продажей и обслуживанием всей линейки текущих и перспективных самолетов боевой авиации ОАК.

Первые 5 из 100

Началась реализация соглашения с авиакомпанией «Аэрофлот» о поставке 100 самолетов лайнеров SSJ100: первые 5 «суперджетов» поставлены ВЭБ.РФ для передачи в лизинг авиакомпании. Соглашение на 100 самолетов SSJ100 подписали «Аэрофлот» и «Гражданские самолеты Сухого». Поставку профинансировал ВЭБ.РФ после принятия Наблюдательным советом соответствующего решения. «Это первый шаг в реализации крупнейшего в истории российского авиастроения соглашения по поставке в "Аэрофлот" ста самолетов "Сухой Суперджет 100", которое обеспечит загрузку производственных мощностей российских авиастроительных предприятий по выпуску высокотехнологичной продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, а также даст импульс к развитию региональных аэропортов и повышению мобильности населения», — отметил министр промышленности и торговли Российской Федерации Денис Мантуров.

Европейские стандарты подтверждены

Самолет SSJ100 успешно выполнил испытания и подтвердил в реальных условиях эксплуатации в европейском воздушном пространстве работоспособность системы ATN (Aeronautical Telecommunication Network — автоматическая система обмена данными между самолетом и наземными службами управления воздушным движением). Установка этой системы сегодня актуальна в первую очередь для эксплуатантов, совершающих полеты в страны ЕС. Оснащение всех гражданских пассажирских судов системой ATN с февраля 2020 года — обязательное требование европейских авиационных властей для полетов в некоторые города Европы выше 285 эшелона. Она упрощает работу летного экипажа во время пилотирования воздушного судна, работает по защищенному каналу и обеспечивает коммуникацию между авиадиспетчером и конкретным воздушным судном.



КОСМОНАВТ ПРИТЕЛЕТ НА ТУ-204

Центр подготовки космонавтов (ЦПК) им. Ю. А. Гагарина впервые использовал новый спецборт Ту-204–300 для доставки космонавта после длительного космического полета домой. 6 февраля на подмосковном аэродроме Чкаловский приземлился самолет с командиром экипажа транспортного пилотируемого корабля «Союз МС-13» Александром Скворцовым, вернувшимся в тот день из 200-суточного полета на борту Международной космической станции. Домой в Звездный городок космонавт прилетел на новом самолете Ту-204–300, носящем имя Юрия Гагарина. «Оба новых самолета, полученных в прошлом году, осваиваются экипажами ЦПК, — отметил начальник центра, Герой РФ, заслуженный летчик-испытатель РФ Павел Власов. — Оперативная группа уже назвала Ту-204–300 более комфортными, удобными и продуманными для таких перелетов». (Подробнее об этих самолетах см. «Горизонты» № 2–3(22–23). 2019, с. 46–53)

МС-21 ПОД ПД-14

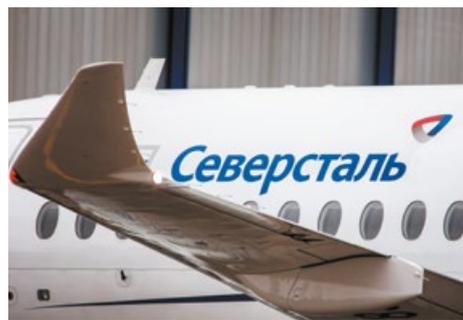
На Иркутском авиационном заводе (филиал корпорации «Иркут») завершена сборка фюзеляжа самолета МС-21–300. Этот самолет пройдет испытания с российским двигателем ПД-14. Стыковка полужузелей опытной машины была осуществлена на автоматизированной станции. Вслед за этим начался монтаж систем, стыковка консолей крыла и хвостового оперения самолета.



ЛУЧШЕЕ «БУДУЩЕГО АВИАЦИИ»

В ОАК подвели итоги и наградили победителей корпоративного конкурса инженерных работ студентов и молодых специалистов «Будущее авиации». Всего на конкурс было представлено более 200 проектов. Первое и третье место заняли проекты, связанные с применением математического моделирования при проектировании самолетных систем летательных аппаратов и создания цифрового двойника системы самолета для проведения исследований и испытаний. Оба проекта представлены участниками от компании «Сухой». Второе место отдано проекту по автоматизации анализа достоверности систем индикации перспективных гражданских самолетов, который представили сотрудники «ОАК-Центр комплексирования».

«САЙБЕРЛЕТ» СЕРТИФИЦИРОВАН



Самолет SSJ100 с горизонтальными законцовками крыла типа «сайберлет» успешно прошел цикл испытаний, по итогам которых компания «Гражданские самолеты Сухого» (ГСС) получила дополнение к сертификату типа. Первый самолет с законцовками крыла ГСС передала авиакомпании «Северсталь» (бортовой номер — RA89135). Главное преимущество самолета с законцовками в том, что эксплуатация воздушного судна становится более экономичной. «Авиакомпания-эксплуатанты SSJ100 смогут снизить свои расходы на авиакеросин не менее чем на 4%», — пояснил заместитель генерального директора по разработке Андрей Недосекин.

ЛИВРЕЯ ДЛЯ ПЕРВОГО ОПЫТНОГО



Специалисты авиационного комплекса им. С. В. Ильюшина провели окончательную окраску первого опытного образца Ил-114–300. Самолет получил уникальную ливрею для участия в будущих испытательных и сертификационных полетах. «Окраска самолета поможет нам определиться с обликом и составом лакокрасочных покрытий, которые будут применяться на серийных Ил-114–300. Нам крайне важно, чтобы покрытие обладало специальными защитными свойствами, высокой атмосферостойкостью, прочностью, эластичностью», — сообщил директор программы Ил-114 Максим Кузьменко. Ранее была проведена предварительная установка оборудования кабины экипажа и системы управления самолетом, которая подтвердила правильность выбранных конструктивных решений при проведении работ по модернизации воздушного судна.

ОТРАБОТКИ СИСТЕМ НА ИЛ-112В

На летно-испытательной станции воронежского завода ВАСО приступили к отработкам систем самолета в рамках заводских испытаний на новом перспективном легком транспортном самолете Ил-112В. После первого полета в рамках подготовки к предварительным испытаниям на воздушном судне была установлена система бортовых измерений, проведен ряд доработок, проработаны решения по оптимизации взлетной массы. «Проведение заводских испытаний на летно-испытательной станции ВАСО позволит провести работы по проверке ряда систем, которые невозможно выполнить в цеховых условиях. Это поможет сэкономить общее время, запланированное для наземных отработок самолета перед проведением предварительных испытаний», — сообщил директор программы легкого военно-транспортного самолета (ЛВТС) Сергей Кремер.



НА ИСПЫТАНИЯХ — ЧЕТВЕРТЫЙ МС-21-300

На аэродроме Иркутского авиационного завода (филиала корпорации «Иркут») состоялся первый полет четвертого самолета МС-21-300, предназначенного для летных испытаний. Продолжительность полета составила 1 час 40 минут, он проходил на высоте порядка 3 000 метров при скорости около 500 км/час. Самолет пилотировал экипаж в составе летчиков-испытателей, Героев России Романа Таскаева и Олега Мутвина. По докладу экипажа, задание выполнено полностью, полет прошел в штатном режиме. При постройке машины учтены результаты летных и наземных испытаний первых опытных самолетов МС-21-300.

АГРЕГАТЫ ДЛЯ ВТОРОГО ИЛ-114-300

На ульяновском самолетостроительном предприятии «Авиастар-СП» завершены работы по изготовлению панелей фюзеляжа на второй и третий отсеки для нового российского регионального турбовинтового пассажирского самолета Ил-114-300. Партия из пяти агрегатов отправлена на нижегородский авиастроительный завод «Сокол» (филиал ПСК «МиГ») для дальнейшей сборки. Панели, произведенные в Ульяновске, предназначены для второго экземпляра самолета Ил-114-300. Ульянов-

ское предприятие является одним из главных кооперантов по программе Ил-114-300. На заводе изготавливаются в сборе панели для отсеков фюзеляжа, люки и двери — всего порядка 48 наименований.



ИЛ-96-400М НА ОКОНЧАТЕЛЬНОЙ СБОРКЕ

Первый летный опытный образец самолета Ил-96-400М передан в цех окончательной сборки. В настоящее время завершена стыковка фюзеляжа и консолей крыла. На следующем этапе предстоит монтаж систем управления воздушным судном и установка интерьера. «Работы по программе создания нового пассажирского самолета Ил-96-400М идут по графику. Изготовление опытного образца планируется завершить к концу года. После этого он будет передан для наземных и летных испытаний. Первый полет Ил-96-400М намечен на 2021 год», — отметил руководитель Дивизиона транспортной авиации ОАК, генеральный директор компании «Ил» Юрий Грудинин.

БУДУЩИЕ СОЗДАТЕЛИ CR929 ЗАЩИТИЛИ ДИПЛОМЫ

Вузы России и Китая выпустили первую группу инженеров, которые займутся созданием перспективного российско-китайского самолета CR929. Дипломы совместной магистратуры Московского авиационного института и Шанхайского университета Цзяо Тун защитили 29 российских и 23 китайских студента. «Помимо инженерно-технических компетенций, подготовки в сфере цифровых технологий и применения современных материалов, от специалистов требуется взаимное понимание особенностей индустриальной культуры обеих стран, знание специфики рынков, эксплуатации на них самолетов для успешного продвижения новой техники», — объяснил важность проекта для корпорации генеральный директор ОАК, вице-президент ООПР «Союза Машиностроителей России» Юрий Слюсарь.



ОТБОР «ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛИТЫ 2035»

Стартовал отбор участников образовательной программы «Профильные техноотряды: промышленная элита 2035», которая пройдет с 31 мая по 19 июня 2020 года на базе всероссийского детского центра «Орленок». Программа реализуется при поддержке ОАК, союза «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia), Московского государственного образовательного комплекса. Для участия в программе будут отобраны 300 детей и подростков в возрасте от 12 до 16 лет. Конкурсный отбор состоит из двух этапов: оценка представленного кандидатом портфолио и выполненного конкурсного задания. По итогам смены участники сдадут демонстрационные экзамены, получат дипломы, сертификаты и Skills Passport.

КАДРОВЫЕ ВОПРОСЫ ОБСУДИЛИ В УЛЬЯНОВСКЕ

В компании «Авиастар-СП» состоялась встреча управляющего директора предприятия Василия Донцова и генерального директора компании «Ил» — руководителя Дивизиона транспортной авиации ОАК Юрия Грудинина с руководителями высших и средне-специальных учебных заведений Ульяновска и представителями городской администрации. «Перед предприятием «Авиастар-СП» стоит задача по увеличению темпов выпуска самолетов, и решить ее мы хотим за счет воспитания собственных ульяновских кадров», — отметил Юрий Грудинин. — Только для поточной линии сборки нам необходимо 230 высококвалифицированных слесарей-сборщиков и технологов».



ТУ-142МЗ ПРОХОДИТ ИСПЫТАНИЯ

В Таганроге совершил первый полет очередной отремонтированный на предприятии дальний противолодочный самолет Ту-142МЗ (бортовой «53 черный»). После прохождения всех необходимых испытаний, Ту-142МЗ будет передан морской авиации Военно-морского флота (ВМФ) России. Таганрогский авиационный научно-технический комплекс (ТАНТК) им. Г. М. Бериева продолжает работы по плановому ремонту дальних противолодочных самолетов семейства Ту-142 авиации ВМФ России. Проведение плановых ремонтов позволяет продлить сроки эксплуатации обновленных самолетов, благодаря чему они еще долго смогут оставаться в боевом строю. Серийное производство самолета Ту-142М и его модификаций осуществлялось в Таганроге в 1977–1994 годах.



1

Су-57 — 10 лет в небе

Истребитель пятого поколения обеспечит превосходство в воздухе ВКС России

В ближайшее время истребитель Су-57, созданный компанией «Сухой», начнет поступать на вооружение российских Воздушно-космических сил (ВКС). В его создании использованы самые передовые технологии. Самолету дают высокую оценку как заказчики в России, так и зарубежные эксперты.

В мае 2019 года президент России Владимир Путин, проводя совещание по оборонной тематике, заявил: «На завершающем этапе государственных испытаний находятся многоцелевые истребители Су-35С и Су-57. Эти машины обладают уникальными характеристиками и являются лучшими в мире. Необходимо к 2028 году полностью перевооружить три авиационных полка Воздушно-космических сил перспективными авиационными комплексами пятого поколения Су-57».

Лучший во всем

Первый полет прототипа Су-57 — первого опытного самолета Т-50-1 был осуществлен 29 января 2010 года в Комсомольске-на-Амуре. Его пилотировал заслуженный летчик-испытатель Российской Федерации, Герой России Сергей Богдан.

Этот истребитель пятого поколения имеет сразу несколько имен. Когда Минобороны России объявило тендер на его создание, он был назван как перспективный авиационный комплекс фронтовой авиации (ПАК ФА). Еще неофициально его тогда именовали И-21 — «истребитель XXI века». Столь громкое имя проекта вполне соответствовало целям программы: требовалось создать боевой летательный аппарат совершенного нового типа, с новым планером, новым двигателем, новой электронной начинкой и новым вооружением.

Предложенный на тот тендер проект ОКБ Сухого обозначался индексом Т-50. Буква «Т», по традиции ОКБ, присваивалась проектам с треугольным крылом (проекты со стреловидным крылом обозначались, соответственно, буквой «С»). За номер конструкторы неофициально прозвали самолет «полтинник».

Но лишь в августе 2017 года главком ВКС России официально присвоил самолету имя, под которым он теперь будет строиться и летать, — Су-57. «Су» взято, естественно, от разработчика и производителя — компании «Сухой». Номер 57 тоже носит свой скрытый смысл: 5 — это пятое поколение отечественных истребителей, а цифра 7, счастливая для «суховцев», демонстрировала связь с лучшим отечественным истребителем предыдущего, четвертого поколения — Су-27.

Су-57, созданный компанией «Сухой», входящей в ОАК, по сравнению с истребите-

лями предыдущих поколений обладает рядом уникальных особенностей, сочетая в себе функции ударного самолета и истребителя. «Отличительными признаками истребителя пятого поколения с точки зрения самолета является наличие характеристик, как, например, сверхзвуковой крейсерский полет, — говорит первый заместитель генерального директора компании «Сухой», директор ОКБ Сухого, главный конструктор Су-57 Михаил Стрелец. — Еще одним требованием к самолету была возможность без специальных средств совершать посадку на укороченную полосу. Это примерно в два раза меньше, чем у лучшего самолета четвертого поколения Су-35».

Су-57 предназначен для решения широкого спектра боевых задач при действии по воздушным, наземным и морским целям. Самолет может применяться круглосуточно, всепогод- но, в сложной помеховой обстановке.

Су-57 обладает рядом боевых свойств, которые отличают его от авиационных комплексов предыдущих поколений. Благодаря низкому уровню заметности в радиолокационном диапазоне длин волн он обладает скрытностью действий, в том числе при работе комплекса бортового обо- рудования и применении вооружения. Ком- плекс бортового оборудования и комплекс авиационного вооружения Су-57 отлича- ется высокой помехозащищенностью, в том числе при взаимодействии с автоматизиро- ванными системами управления различных родов войск.

Кроме реализации малой заметности обеспечивается превосходство Су-57 над самолетами поколения 4++ в части таких боевых свойств, как автоматизация и высо- кая интеллектуализация процессов боевого применения, многофункциональность, а также сверхманевренность и сверхзвуковая маневренность. Он обладает возможностью всенаправленного и многоканального при- менения оружия. Самолет также рассчитан на применение высокоточного оружия боль- шой дальности.

«Еще одно важное требование, которое предъявлял заказчик к нашему самолету, это отношение боевой нагрузки, которую спо- собен взять истребитель, к его массе, — рас- казывает Михаил Стрелец. — Чем больше это отношение, тем выше качество самолета как носителя. То же самое относится к объему, массе и номенклатуре авиационных средств поражения, размещаемых во внутрифюзеляжных отсеках. По этим показателям Су-57 не имеет аналогов среди всех самолетов пятого поколения в мире».

Основная силовая установка прототипов Су-57 состоит из двух турбореактивных двух- контурных двигателей с форсажной камерой и управляемым вектором тяги. Они и позво- ляют Су-57 развивать сверхзвуковую скорость без использования форсажа. Моторы имеют полностью цифровую систему управления.

«В отличии от истребителей четвертого поколения, которые 80 процентов полета проводили на дозвуковых скоростях, сверхзвук — основной режим самолета пятого поколения», — Михаил Стрелец, первый заместитель генерального директора компании «Сухой», директор ОКБ Сухого - главный конструктор Су-57.



1. ПАРА СУ-57 В ПОЛЕТЕ.
2-3. ПЕРВЫЙ ПОЕТ Т-50 29 ЯНВАРЯ 2010 ГОДА.



«Особые требования предъявлялись к комплексу бортового оборудования, — говорит Михаил Стрелец. — Принципиальным отличием пятого поколения является совершенно новый уровень автоматизации». Су-57 оснащен принципиально новым комплексом бортового оборудования, выполняющим функцию «электронного пилота». Этот комплекс построен с использованием самых современных информационных технологий, резервированных многопроцессорных вычислительных систем и высокоскоростных каналов информационного обмена. Он обеспечивает функцию, так называемой, гипотезной обработки информации обзорно-прицельных систем, обеспечивает интеллектуальную поддержку летчика при решении наиболее сложных задач боевого применения. Это в значительной степени снижает нагрузку на летчика и позволяет концентрироваться на выполнении тактических задач.

КОМПЛЕКСНАЯ ПОСТАВКА

На совещании в мае 2019 года Президент России Владимир Путин отметил: «В результате проделанной работы, в результате того, что мы договорились с промышленностью, — промышленность практически на 20 процентов снизила стоимость летательных аппаратов и вооружения, — у нас появились возможности закупить гораздо больше боевых машин этого класса, этого, по сути, нового поколения». Глава государства подчеркнул, что Су-57 — это первая новая авиационная платформа, созданная за последние 40 лет. «Надеюсь, что скорректированные планы будут исполнены. И уже в ближайшее время будет заключен контракт на комплексную поставку 76 таких истребителей, оснащенных современными авиационными средствами поражения и обеспеченных необходимой наземной инфраструктурой», — сказал Владимир Путин.

Генеральный директор ОАК Юрий Слюсарь отметил: «Самолет в процессе испытаний демонстрирует соответствие тем характеристикам, которые были изначально заявлены». Юрий Слюсарь заявил, что предприятия корпорации смогут произвести 76 Су-57 до 2028 года. «У нас подготовлено производство. Комсомольский-на-Амуре завод является одним из самых перевооруженных и оснащенных, с квалифицированным персоналом. Поэтому мы, безусловно, сделаем такое количество самолетов и с тем темпом, которые нам поставил президент», — подчеркнул глава ОАК.

Проинспектировали производство, оценили возможности авиастроителей и заказчики: в мае этого года, накануне подписания контракта на серийные поставки Су-57, заместитель Министра обороны Российской Федерации Алексей Криворучко посетил Комсомольский-на-Амуре авиационный завод. По итогам этой инспекции он заявил: «Основная цель этой поездки — понять готовность предприятия к серийному производству Су-57. Мы это подтвердили, поняли, что никаких проблем не будет».

Параллельно с подготовкой производства к серийным поставкам Су-57 шли и всесторонние испытания самолета: наземные и летные, автономные и комплексные. Отрабатывались все системы истребителя и его авиационных средств поражения. Важной проверкой для Су-57 стала передислокация на несколько дней в феврале 2018 года в Сирию двух истребителей. Их боевое применение в воздушном пространстве этой ближневосточной страны проходило в рамках проведения второго этапа государственных испытаний ПАК ФА. «Задача была показать самолет в деле с боевым применением новых видов оружия и новыми способами их применения, — рассказывает начальник летной службы ОКБ Сухого, заслуженный летчик-испытатель РФ, Герой Российской

Федерации Сергей Богдан. — Применение прошло достаточно удачно. Этому предшествовал подготовительный период в России, во время которого все было проверено здесь. Там все подтвердилось. Был показан высокий результат».

В итоге на прошедшем в 2018 году международном военно-техническом форуме «Армия-2018» был подписан контракт на поставку установочной партии Су-57. А в июне 2019 года в ходе форума «Армия-2019» между Министерством обороны Российской Федерации и компанией «Сухой» был заключен государственный контракт на поставку большой партии истребителей Су-57. В настоящее время компания «Сухой» приступила к выполнению контрактных обязательств. В результате исполнения контракта Минобороны России получит самый современный многофункциональный истребитель 5-го поколения, что поднимет боевые возможности отечественных ВКС.

ВСЕ САМОЕ СОВРЕМЕННОЕ

Су-57 является сегодня одним из самых современных и перспективных авиационных комплексов в мире. Во многом этого удалось достичь, используя при проектировании истребителя передовые разработки и технологии. В нем интегрированы лучшие продукты таких отечественных отраслей, как двиглестроение, приборостроение, радаростроение, материаловедение. Развитие систем и элементов самолета продолжается, что позволяет постоянно его совершенствовать.

В настоящее время Объединенная двиглестроительная корпорация (ОДК) взамен двигателя первого этапа для Су-57 создает основную силовую установку второго этапа. Первый полет Су-57 с новым двигателем состоялся 5 декабря 2017 года. При создании двигателя были применены новейшие технологии и материалы, использование которых позволило достичь технических требований,

предъявляемых к силовой установке пятого поколения. Увеличение удельной тяги силовой установки обеспечивает самолету сверхзвуковую крейсерскую скорость, а за счет уменьшения удельного расхода топлива улучшена экономичность двигателя. Силовая установка оснащена интегрированной интеллектуальной системой управления «самолет — двигатель», максимально информативной и удобной для летчика. Двигатель второго этапа для Су-57 создается в кооперации всех конструкторских бюро ОДК, головным разработчиком является Опытно-конструкторское бюро им. А. М. Люльки.

Главным предприятием по созданию радиоэлектронной системы для ПАК ФА является Научно-исследовательский институт приборостроения (НИИП) им. В. В. Тихомирова. Радары этого предприятия установлены на 70% закупаемых боевых истребителей. Генеральный директор НИИП им. В. В. Тихомирова Юрий Белый рассказал: «Для истребителя пятого поколения мы делаем довольно большой "кусок" — многофункциональную радиоэлектронную систему с активными фазированными антенными решетками (АФАР).

«Мы сделали акцент на разработке и выпуске современных летательных аппаратов, которые определяют боевой потенциал российской военной авиации на ближайшие десятилетия», — Владимир Путин, президент Российской Федерации.

«Для завоевания превосходства» Су-57 сразу создавался под требования многофункционального истребителя, — уточняет Михаил Стрелец. — F-22 изначально создавался как самолет завоевания превосходства в воздухе. Но только потом американцы, поняв, что принципиально неправильно было проектировать самолет только под размещение ракет класса «воздух-воздух», предприняли попытку в уже существующей конфигурации отсеков разместить авиационные средства поражения «воздух-поверхность». Но геометрия отсеков уже не позволяла разместить в них более крупные грузы, какими являются ракеты того класса. Появившийся вследствие этой проблемы проект еще одного американского самолета пятого поколения F-35, специализировавшийся на работе на земле, не



обладает возможностью эффективного решения истребительных задач. «Его характеристики как истребителя — разгонные и маневренные — уступают даже самолетам четвертого поколения, не говоря уже про Су-57», — резюмирует Михаил Стрелец.

Высоко оценили Су-57 американские военные эксперты. «Анализ характеристик ПАК ФА, с которыми я смог познакомиться, позволяет говорить о довольно сложном проекте, который, по крайней мере, такой же, а по некоторым показателям даже превосходит американские самолеты пятого поколения», — сказал бывший начальник разведки ВВС США генерал-лейтенант Дэйв Дептула (Dave Deptula) в интервью журналу The National Interest. — В сравнении с F-35 он, безусловно, имеет большую маневренность благодаря управляемому вектору тяги и полностью

подвижному хвостовому оперению, а также отличной аэродинамике». Другой высокопоставленный военный чиновник США заявил The National Interest: «По эффективности Су-57 выглядит вполне конкурентным в сравнении с истребителем F-35».

«На Западе сверхманевренность не является основополагающим требованием для истребителей пятого поколения, — замечает в свою очередь директор ОКБ Сухого Михаил Стрелец. — Они большую ставку делают на дальний бой, чем на ближний. Мы делаем ставку и на то, и на другое, чтобы наш самолет превосходил и в ближнем, и в дальнем бою.»

1-3. Идет подготовка к очередному испытательному полету Су-57.

4. Самолет Су-57 на авиасалоне МАКС-2019 осматривают президент России Владимир Путин и президент Турции Реджеп Эрдоган.

Человек или кобот?

В КАЗАНИ СТАПЕЛИ МОНТИРУЮТ С ПОМОЩЬЮ НОВЕЙШИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Масштабное техническое перевооружение Казанского авиационного завода им. С. П. Горбунова (филиал компании «Туполев»), связанное с возобновлением производства ракетно-бомбардировщика, требует от задействованных в проекте специалистов не только профессиональных компетенций, но и умения находить нестандартные, высокотехнологичные решения сложных задач. Одной из таких задач стал монтаж стапельной оснастки.

Стапели для сборки фюзеляжа и деталей этого самолета с девяностых годов на заводе сохранились, но в разукomплектованном виде, без ложементов и рубильников. Требовалось довести оснастку до рабочего состояния.

Старые методы монтажа стапельной оснастки предполагали наличие эталонов, полномасштабных макетов, шаблонов, специальных заливочных стенов. Эталонная

технология также требовала использования больших складских помещений, организации постоянного контроля геометрических характеристик эталонов, их отстыковки для проведения плано-проверочных работ. В современных условиях использовать данный метод для монтажа стапельной оснастки не имело смысла — требовался новый

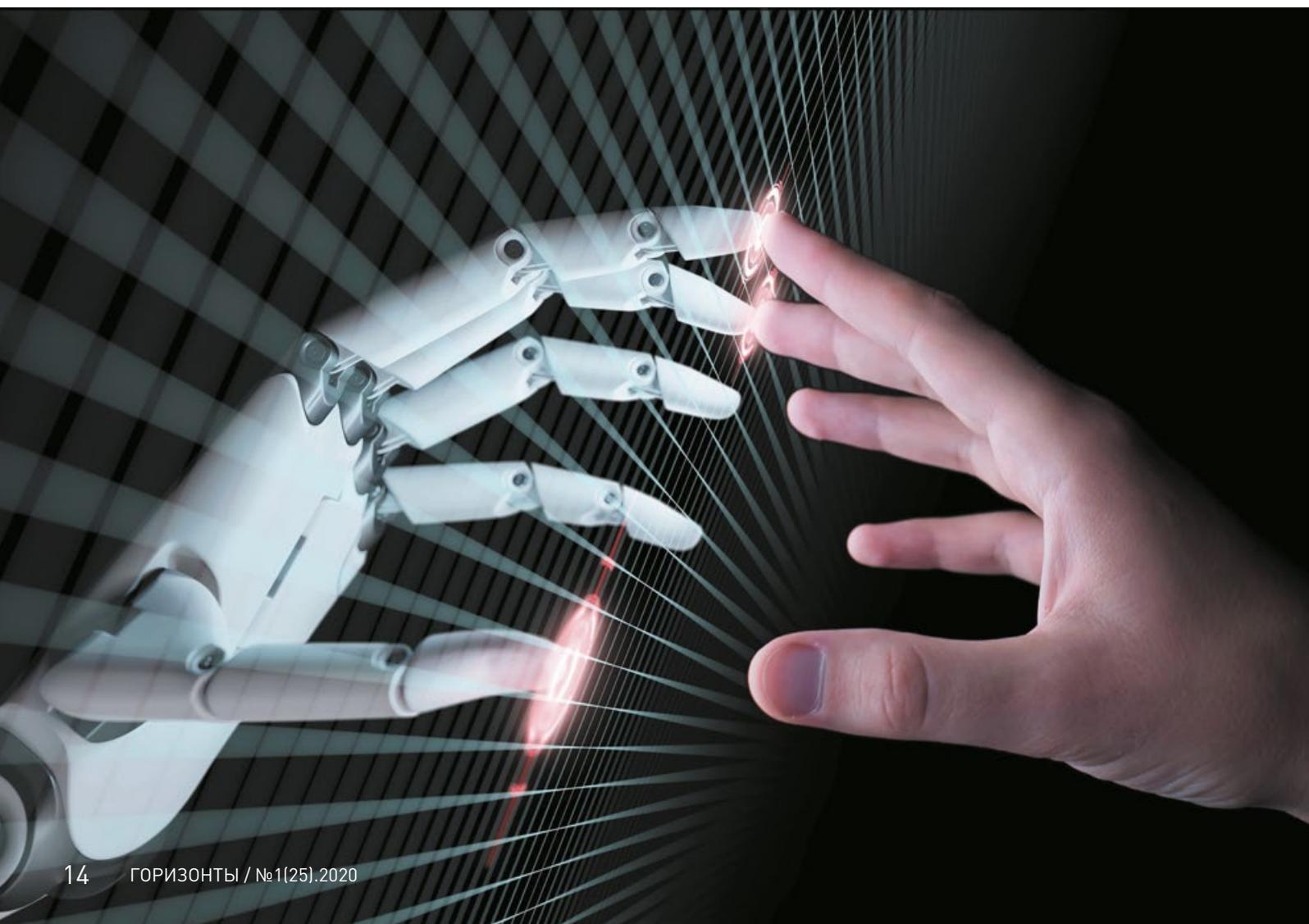
Безэталонная технология существенно ускоряет процесс монтажа, повышает его качество и требует меньшего числа задействованного персонала.

подход, эффективный, в сжатые сроки, не требующий больших площадей и громоздкого оборудования. Технический директор КАЗ им. С. П. Горбунова Сергей Епишев предложил полностью отказаться от эталонной технологии и вести монтаж с помощью лазерных трекеров.

БЕЗЭТАЛОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Когда для монтажа стапельной оснастки применяются лазерные трекеры, эталоном служит электронная модель стапеля — это позволяет экономить площади, не проводить трудоемкие процедуры ежегодного контроля и ремонта эталонов. Безэталонная технология существенно ускоряет процесс монтажа, повышает его качество и требует меньшего числа задействованного персонала. С использованием безэталонной технологии возрастает гибкость стапельной оснастки, изменения в конструкцию можно вносить оперативно и без существенных затрат.

1. ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ КОЛЛАБОРАТИВНЫМ РОБОТОМ.
2. АНДРЕЙ ЛЕВИН РАССКАЗЫВАЕТ О НОВЫХ МЕТОДАХ МОНТАЖА СТАПЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ.





КОБОТ, КАК ОН ЕСТЬ

Коботы состоят из манипулятора и перепрограммируемого устройства. С лазерным трекером они работают в единой системе координат, считывая ее с электронной модели. Кобот выставляет крепеж туда, куда указывает трекер, рабочим только остается залить раствором стакан, в котором установлен хвостовик крепежа. Кобот будет держать крепеж до момента застывания раствора.

Концепция коботов появилась в 1995 году в рамках исследовательского проекта, возглавляемого фондом General Motors. В основе проекта была идея — создать безопасных роботов, которые могли работать буквально рука об руку с людьми. Двадцать лет спустя коботы нашли место на многих предприятиях, а также в сознании общества. Тем не менее, не все могут назвать главные отличия роботов от коботов.

Классические промышленные роботы — это силовые станции, которые выполняют работу, прописанную в программе, не контактируя с людьми. Чтобы предотвратить случаи травмирования на производстве, вокруг роботов устанавливают оградительные заборы и клетки.

Но коботы специально разработаны для совместной

работы с людьми, и их нет необходимости закрывать в защитном ограждении. Основная задача коботов — помочь решить сложные задачи, которые нельзя полностью автоматизировать. К примеру, они могут передавать отдельные элементы человеку, который выполняет более точную сборку и контроль качества продукции.

Роботы выполняют задачи, которые могут быть опасными для людей, такие как: транспортировка острых или горячих деталей, опасные соединительные работы. Такое распределение работ приводит к меньшему числу аварий и освобождает работников, для менее травматических операций.

Коботы разработаны для совместной работы со своими коллегами-людьми. Они останавливаются при малейшем прикосновении к человеку, благодаря сложным датчикам, тем самым предотвращая несчастные случаи на предприятии. Закрытые области и ограждения безопасности больше не нужны!

Коботы очень просты в программировании. В отличие от традиционных промышленных роботов, для которых требуются специализированные навыки программирования, некоторые модели коботов даже самостоятельно учатся.

Например, от техника, выполняющего движение с манипулятором робота, которую кобот затем может автоматически воспроизводить.

Другим системам можно дать рабочие инструкции без кодирования, используя графический интерфейс пользователя. Таким образом, сотрудники могут легко перепрограммировать коботов и использовать их для решения разнообразных задач.

Мало того, что коботов легко перепрограммировать, их также относительно легко перемещать и использовать в других точках производственной цепочки. Большинство коботов может быть установлено на любой поверхности — горизонтальной, вертикальной, и даже на потолке. И они часто достаточно легки, чтобы их мог носить только один человек.





ТЕХПЕРЕВООРУЖЕНИЕ КАЗ

В рамках технического перевооружения предприятия по федеральной целевой программе было закуплено и поставлено оборудование:

- два гидроабразивных станка,
- пятикоординатный фрезерный обрабатывающий центр,
- программный координатно-расточной станок,
- печь для отжига.

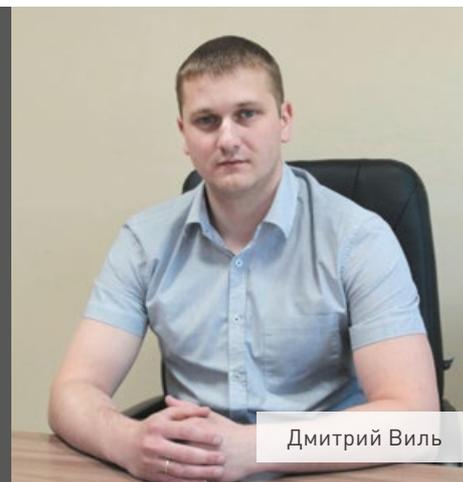
По инвестпроекту были приобретены:

- два координатно-расточных станка,
- плоскошлифовальный станок,
- круглошлифовальный станок,
- коллаборативные роботы.

«Мы хотим создать сильный мощный цех стпельный сборки, постоянно размышляем над новыми производственными идеями и возможностью их реализации», — Фархат Назипов, заместитель начальника цеха КАЗ им. С. П. Горбунова.

Люди — основная ценность

Дмитрий Виль, начальник цеха КАЗ им. С. П. Горбунова:
— Основная ценность нашего цеха — это люди, именно они обеспечивают предприятие оснасткой для сборки самолетов. За последний год наш коллектив увеличился вдвое, и это очень радует. Уверен, что для людей технического склада ума и характера преимущества работы у нас очевидны — здесь интересно и возможен профессиональный рост. Нам важно, чтобы наше предприятие стало по всем производственным направлениям и технологическим процессам лучшим в авиастроительной отрасли страны.



Дмитрий Виль

«Опыт монтажа ступельных и сборочных оснасток с помощью лазерных трекеров у нас уже был на Ил-76МД-90А, но там речь шла об оснастках, выполненных болтовым методом. В процессе монтажных работ, выполняемых заливным методом, мы поняли, что необходимо устройство для позиционирования деталей крепежа, — рассказывает начальник отдела технического обеспечения производства КАЗ Андрей Левин. — Мы защитили инвестиционный проект «Роботизированная система позиционирования деталей» по покупке роботов. Предпочтение отдали коллаборативным роботам, коботам — при монтаже ступелей кобот работает вместе с человеком. В отличие от промышленных роботов, коботы абсолютно безопасны для человека и применяются в решении производственных задач, которые нельзя полностью автоматизировать. Мы уже восстановили и смонтировали основные ступеля для ракетносца-бомбардировщика. В дальнейшем будем заниматься ступелями для самолета на базе Ту-214».

Модернизацией и восстановлением ступелей на заводе занимается цех ступельной оснастки и приспособлений.

«Мы хотим создать сильный мощный цех ступельной сборки, постоянно размышляем над новыми производственными идеями и возможностью их реализации», — говорит заместитель начальника цеха КАЗ им. С. П. Горбунова Фархат Назипов.

Технологическое перевооружение включает и капитальный ремонт помещений, и приобретение новых станков и оборудования. Так, в цехе установлены два гидроабразивных станка, создающих режущие струи из



смеси воды и абразива. Их принцип работы относится к изобретениям, созданным в соавторстве с природой — так горные реки, вымывая скальные породы, прокладывают с их помощью свое русло. Два гидроабразивных пятикоординатных станка способны резать сложноконтурные детали из стали толщиной 200 мм, титана, дюрали и других материалов. Оборудование отличается эффективностью, точностью и экономией ресурсов.

«Рабочие завода встретили новые станки с профессиональным интересом и азартом. Раньше приходилось газовой горелкой резать металл, потом проводить термическую обработку, затем фрезеровать. Сейчас прохождения двух дополнительных технологических этапов не требуется — станок

выдает готовую деталь. Это уменьшает срок изготовления изделий и улучшает их качество», — рассказывает Дмитрий Виль.

Новые высокие технологии и станки, новая команда профессионалов, нацеленных на результат, объединенных новыми задачами и целями, плюс колоссальный опыт предыдущих поколений казанских авиастроителей — все эти составляющие вселяют уверенность, что проект воспроизводства ракетносца-бомбардировщика в модернизированном облике будет успешным. ➔

1. Рука-робот монтирует ступельную оснастку.
2-3. Испытания коллаборативного робота.



Су-34: настоящее и будущее

СОВРЕМЕННЫЙ ФРОНТОВОЙ БОМБАРДИРОВЩИК ВОСТРЕБОВАН КАК НА РОДИНЕ, ТАК И ЗА РУБЕЖОМ

В 2020 году ОАК завершает выполнение контракта на поставку Воздушно-космическим силам (ВКС) России почти 100 фронтовых бомбардировщиков Су-34. Соглашение было подписано в феврале 2012 года. В современной России этот контракт не имеет аналогов как по объему, так и по сроку — на его реализацию отводилось 8 лет. Воздушно-космические силы России высоко оценили достоинства этой машины. Самолет летает во всех регионах нашей страны: от Крайнего Севера до Дальнего Востока и Южного военного округа. Вызывает Су-34 интерес и у зарубежных заказчиков.

Двухместный фронтовой бомбардировщик Су-34 способен эффективно поражать в любом географическом районе наземные, морские и воздушные цели (в том числе малоразмерные и подвижные) с применением всей номенклатуры авиационных боеприпасов, в том числе высокоточных. Он прекрасно справляется с задачами при ведении автономных и групповых действий днем и ночью, в простых и сложных метеоусловиях и в условиях воздействия помех, создаваемых противником, огневого и информационного противодействия, а также ведения воздушной разведки.

Самолет был разработан в ОКБ Сухого, а его серийную сборку осуществляет Новосибирский авиационный завод (НАЗ) им. В. П. Чкалова (оба предприятия — филиалы компании «Сухой»). Первый полет опытный Су-34 выполнил 13 апреля 1990 года. В марте 2006 года был подписан контракт на поставку Министерству обороны России первой, небольшой по численности, опытной партии фронтовых бомбардировщиков. Затем в ноябре 2008 года последовало соглашение на производство уже достаточно крупной серии из нескольких десятков Су-34. Наконец, 25 февраля 2012 года был заключен тот самый мега-контракт на почти сотню бомбардировщиков. Сроком его исполнения был определен 2020 год, с чем НАЗ им. В. П. Чкалова успешно справляется: в некоторые годы поставки Су-34 осуществлялись даже с превышением плана.

Су-34 сейчас уже составляет основу ударной мощи российской фронтовой авиации. Он стал достойной сменой всепогодного круглосуточного фронтового бомбардировщика Су-24М. По боевым возможностям он относится к поколению самолетов 4+++. Наличие на нем системы активной безопасности наряду с новейшими компьютерами позволило создать дополнительные возможности летчику и штурману вести при-

Доля современных вооружений в российской армии достигнет 70% в 2020 году, заявил министр обороны Российской Федерации Сергей Шойгу на селекторном совещании. Он отметил, что в 2020 году модернизация коснется в первую очередь стратегических ядерных сил и войск воздушно-космической обороны.

цельное бомбометание, маневрировать под огнем противника. Отличная аэродинамика, большая емкость внутренних топливных баков, высокоэкономичные двухконтурные турбореактивные двигатели, система дозаправки в воздухе, а также подвеска дополнительных топливных баков, наряду с комфортной кабиной экипажа, обеспечивают беспосадочный полет самолета продолжительностью до 10 часов без потери работоспособности экипажа. Цифровое радиоэлектронное бортовое оборудование самолета построено по принципу открытой

архитектуры, что позволяет достаточно просто проводить замену его комплексов и систем на вновь разработанные.

От Волги до Байкала
Войска объединения военно-воздушных сил (ВВС) и противовоздушной обороны (ПВО) Центрального военного округа (ЦВО) обеспечивают безопасность воздушного пространства на территории от Волги до Байкала. В зоне ответственности — административные, промышленные и экономические центры, группировки войск и ряд важнейших объектов 29 субъектов Российской Федерации. Это почти половина территории России.

Подводя итоги 2019 учебного года, заместитель командующего 14-й армией ВВС и ПВО генерал-майор Владимир Тихонов отметил, что летный состав армии принял участие в более чем 120 учениях различного уровня. «Любое из них — это, несомненно, опыт, — говорит генерал-майор. — Малый, большой — не столь важно. Главное, что происходит его наработка: методично, последовательно, с необходимым конечным результатом».

Надо отметить, что в 2019 году в ЦВО приступила к учебным полетам уже вторая эскадрилья Су-34: в октябре авиационный полк округа, дислоцированный в Челябинской области, завершил перевооружение на эти новейшие самолеты. «Во время полетов летчики изучают новейшую авиационную технику, отрабатывают взлет, посадку, ведение воздушной разведки, а также взаимодействие с группой руководства полетами», — уточнили в пресс-службе ЦВО.

Уже в декабре в небе над Челябинском разыгрался воздушный бой, конечно же — учебный. Командный состав смешанного авиационного полка ЦВО отработал сложные элементы боевой подготовки в небе над аэродромом Шагол. Мероприятия прошли в рамках программы командирских полетов. Летчики отработали различные задачи, в том числе уничтожение целей с помощью управляемых и неуправляемых боеприпасов, а также наведение и захват. Наиболее сложным элементом стало ведение группового воздушного боя против неманевренного





противника — для имитации такого столкновения в воздух одновременно поднялись десять экипажей Су-34 и Су-24МР. Также были отработаны полеты на предельно малых высотах, посадка по приборам и посадка на местности без ориентиров. Главными в учебном дне стали элементы пилотирования в сложных метеорологических условиях.

«Сама череда участия в маневрах была нацелена на углубленную работу по программе курса боевой подготовки, освоение поступивших на вооружение новых образцов авиационной техники, в частности самолетов Су-34, — считает Владимир Тихонов. — При повышении выучки летного состава более всего внимание уделялось обучению экипажей ведению воздушного боя в любых метеорологических днем и ночью. За счет этого мы в полном объеме выполнили планы полетов».

В масштабных стратегических командно-штабных учениях «Центр-2019» приняли участие две страны — Россия и Китай. Как рассказал заместитель командующего 14-й армией ВВС и ПВО, совместно с авиационными силами Народно-освободительной армии Китая российские экипажи Су-34 авиабомбами и неуправляемыми ракетами атаковали колонны бронетехники и огневые позиции условного противника. «Новые авиационные комплексы Су-34 ощутимо увеличили возможности по поражению наземных и воздушных целей», — отметил генерал-майор Владимир Тихонов.

«Самолет унаследовал превосходную аэродинамическую форму семейства истребителей Су-27, отличительной особенностью которого является плоская конструкция носовой части, получившая прозвище "Утконос", — говорится в публикации китайского издания People.cn. Обозреватель издания отмечает, что Су-34 известен на Западе под названием Fullback («Защитник»). Такое кодовое обозначение обусловлено боевыми способностями самолета, который может наносить удары по воздушным, наземным и морским целям. «Система вооружения считается отличительной чертой Су-34», — говорится в статье.

БОЕВАЯ «ТРИДЦАТЬЧЕТВЕРКА»

Также в конце 2019 года уже в Южном военном округе (ЮВО) прошли учения по дозаправке в воздухе фронтовых бомбардировщиков. Экипажи Су-34 в небе Ростовской области провели дозаправку на скорости 500 км/час от авиационного танкера Ил-78. Учения проводились в зенит и по одиночке в светлое и темное время суток. Кроме того, экипажи Су-34 ЮВО в ходе выполнения учебно-боевых задач отработали уничтожение замаскированных заглубленных объектов. На одном из авиационных полигонов ЮВО, дислоцированном в Ростовской области, летчики уничтожили командные пункты, огневые точки и колонну бронетехники «противника». В ходе выполнения летно-тактических заданий экипажи Су-34

Су-34 предназначен для поражения как наземных, так и надводных объектов противника, он способен поражать движущиеся цели даже малого размера. Также самолет имеет возможность уничтожать воздушные цели в любое время дня и ночи при любых метеорологических условиях.

сбросили на позиции условного противника осколочно-фугасные авиабомбы. «Выполнение учебно-боевых задач осуществлялось в сложной обстановке в условиях активного радиоэлектронного подавления. К учебно-тренировочным полетам было привлечено 100% летного состава бомбардировочного авиаполка», — сообщила пресс-служба ЮВО.

А Западном военном округе (ЗВО) фронтовые бомбардировщики Су-34 выступили уже в качестве целей в ходе испытаний зе-

нитной ракетной системы (ЗРС) С-300ПМ-2 «Фаворит», развернутой под Воронежем. Пресс-служба ЗВО сообщила: «Экипажи Су-34 испытали мобильный комплекс управления глубоко модернизированной ЗРС С-300ПМ-2 "Фаворит", создавая помехи, глуша работу радиотехнических систем и средств связи». В свою очередь, расчеты зенитных комплексов тренировались в наведении и сопровождении целей в условиях радиотехнических помех. Кроме того, были проверены настройки ЗРС и работа системы опознавания «свой-чужой». Испытания были признаны успешными.

В конце 2019 года бомбардировщики Су-34, базирующиеся на аэродроме Хурба рядом с Комсомольском-на-Амуре в Восточном военном округе (ВВО), были оснащены, по сообщениям газеты «Известия», новейшими универсальными ракетами. По данным издания, такие ракеты «могут незамеченными преодолеть системы ПВО и пустить на дно любой корабль противника, включая авианосец, а также «легко поразят и наземные цели, в том числе малые». Появление такого оружия в войсках, по мнению экспертов, радикально изменит боевые возможности российских ВМФ и ВКС в Азиатско-Тихоокеанском регионе. «Су-34 хоть и считается фронтовым бомбардировщиком, имеет большой радиус действия, — прокомментировал "Известиям" бывший командующий 4-й армией ВВС и ПВО, Герой России, генерал-лейтенант Валерий Горбенко. — Теперь он сможет гораздо эффективнее действовать по морским целям. Появление в его арсенале противокорабельных ракет даст возможность поражать корабли и подводные лодки вероятного противника, а также поддерживать свой флот. Причем вдали от российских берегов».

АРКТИЧЕСКАЯ МИССИЯ

«Защита национальных интересов России в Арктическом регионе и его активное развитие остаются приоритетами деятельности Вооруженных сил», — отметил министр обороны России Сергей Шойгу. По его словам, для того чтобы Россия могла защищать свои интересы в этом регионе, Северный флот реализует комплексный план Минобороны России по развитию возможностей группировок сил и войск в Арктике на период до 2020 года.

По сообщениям российского военного ведомства, за Полярным кругом планируется дислоцировать в том числе и фронтовые бомбардировщики Су-34. Минобороны России вкладывает средства в развитие авиационной инфраструктуры Заполярья. С 2014 года военные строят новые аэродромы и ремонтируют старые взлетно-посадочные полосы. Почти два



1, 2. ОТРАБОТКА БОЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ СУ-34.
3, 4. ПРИЕМКА ОЧЕРЕДНОГО СЕРИЙНОГО СУ-34 НА
ЗАВОДСКОМ АЭРОДРОМЕ В НОВОСИБИРСКЕ.



десятка аэродромов, заброшенных после распада СССР, уже отремонтированы, модернизированы и готовы к принятию в эксплуатацию.

Уже завершено строительство административно-жилищного комплекса «Арктический трилистник», возведенного в интересах развития военной инфраструктуры Северного флота РФ в Арктике на острове Земля Александры архипелага Земля Франца-Иосифа. А в 2017 году было объявлено о введении там в строй самого северного в мире военного аэродрома, который будет способен круглогодично принимать практически все типы военных самолетов. Были оборудованы самолетные стоянки. В том числе — крытые отапливаемые ангары для Су-34, которые будут здесь нести службу в составе дежурных сил.

«США и их союзники не хотят рассматривать арктический фарватер как маршрут для России и пытаются контролировать его, и в настоящее время НАТО усиливает военное развертывание в Арктике, — отмечается в публикации китайского издания People. sp. — На сегодняшний день Россия усиливает оборону Арктики, а появление бомбардировщиков Су-34 повысит возможности военно-морской авиации Северного флота по защите северного региона».

ЭКСПОРТНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

Одним из первых подтвержденных боевых применений бомбардировщика Су-34 стала операция российских ВКС по борьбе с международным терроризмом в Сирийской

Арабской Республике, которая началась 30 сентября 2015 года. Успешное применение самолетов Су-34 в Сирийской Арабской Республике послужило толчком к активизации переговоров по поставке данного самолета на внешний рынок: ряд стран выразили заинтересованность в покупке экспортной версии самолетов Су-34 для своих ВВС.

«Мы видим большой интерес к Су-35, МиГ-35, Су-32 — экспортной версии Су-34», — сообщил в ноябре 2019 года в интервью агентству «Интерфакс» индустриальный директор авиационного кластера госкорпорации Ростех, председатель совета директоров ОАК Анатолий Сердюков.

В свою очередь на международном авиасалоне в Дубае глава «Рособоронэкспорта» Александр Михеев рассказал о наличии заявок от иностранных заказчиков на приобретение фронтовых бомбардировщиков Су-34, сказав: «Работа у нас ведется. Несколько партнеров даже летали на этих самолетах. Так что ждем решений, проводим маркетинговую работу. Заявки есть».

ВИРТУАЛЬНЫЙ ДВОЙНИК

Тем временем специалисты создают для Су-34 интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР). Появление этой системы должно значительно ускорить процесс осмотра и ремонта самолетов. Работу ведут совместно сотрудники технополиса «Эра» и компании «Сухой». Эксплуатационная документация по Су-34 была переведена в цифру до конца 2019 года. Как полагают эксперты, инновация улучшит качество работы техников и повысит боеготовность ВКС.

Отечественная система состоит из электронной эксплуатационной документации, портативного компьютера или планшета и очков дополненной реальности. Как сообщили в «Эре», Минобороны России заинтересовано во внедрении практики использования ИЭТР в части материально-технического обеспечения ВКС. «На каждый самолет в России есть несколько томов руководства по технической эксплуатации, — рассказал в беседе с RT оператор научной роты Дмитрий Окуловский. — Естественно, все это в бумаге. Техник не в состоянии безукоризненно знать их и определять предназначение каждой детали. Поэтому ему постоянно приходится обращаться к документам, что объективно затягивает процесс осмотра и ремонта воздушного судна».

Перевод бумажного руководства на цифровые носители позволит значительно сократить время на мониторинг технического состояния и починку самолетов. С использованием ИЭТР инженер сможет оперативно обнаруживать дефект, находить по ключевым словам инструкцию по ремонту или замене поврежденного агрегата. Устранение неисправности техник будет осуществлять с применением очков дополненной реальности.

«В программное обеспечение “вшита” информация о характеристиках каждого изделия, способах ликвидации неисправности и инструментах, которые для этого понадобятся. Кроме того, специалист может отправить коллегам заказ, сообщив, что именно ему необходимо доставить на рабочее место. Мы считаем, что ИЭТР значительно повысит производительность труда. Условно говоря,

объем работы, на который сейчас уходит неделя, будет производиться за два дня», — отметил Окуловский.

Следующим шагом должно стать создание автоматизированного комплекса, который без участия человека практически в режиме реального времени будет определять возникшие дефекты и заказывать для техника необходимое оборудование и комплектующие.

В феврале 2018 года министр обороны России Сергей Шойгу, посещая НАЗ им. В. П. Чкалова, поручил как можно скорее внедрять в производство новых самолетов полученный ими в Сирии боевой опыт. Тогда же директор завода доложил министру о ведущихся на заводе опытно-конструкторских работах, которые существенно повысят боевой потенциал Су-34. По сообщению агентства «Интерфакс», летом 2019 года «подписан контракт между Минобороны России и «Сухим» на проведение опытно-конструкторских работ по созданию модернизированной версии Су-34». По данным агентства, обновленный бомбардировщик получит расширенные боевые возможности, в первую очередь за счет нового вооружения и усовершенствованной авионики. ➔



На Су-34 используется управляемое вооружение класса «воздух-поверхность» и «воздух-воздух» большой дальности с обеспечением многоканального применения. Он оборудован высокоинтеллектуальной системой радиолокационного противодействия и обороны.

1, 3. Сборка Су-34 на Новосибирском авиазаводе им. В. П. Чкалова.

2. Фронтальной бомбардировщик в полете.



Магия Simcenter Amesim

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК КЛЮЧ К УСПЕХУ



Уже четыре самолета МС-21-300 участвуют в программе летных испытаний. Этому событию предшествовала многолетняя серьезная работа: часы обсуждений, дни совершенствования и оптимизации, месяцы исследовательских изысканий. Значительное место в процессе разработки и комплексирования заняло применение современных методов 1D-моделирования, которые служат достойной альтернативой летному эксперименту. С помощью 1D-моделирования в программной среде Simcenter Amesim инженерам корпорации «Иркут» удалось сократить сроки разработки систем самолета МС-21 и объем натурных испытаний.

Требования к ускорению процесса выхода изделий на рынок и сокращению финансовых и материальных ресурсов на организацию натурных работ ужесточаются из года в год. Нередко случается, что только после разработки полного комплекта рабочих чертежей и изготовления натурального образца становятся очевидными конструкторские ошибки или несоответствия изделия техническому заданию. Это означает, что производители несут финансовые и временные потери, с опозданием выводят продукт на рынок, рискуют доверием партнеров и инвесторов. Эти причины во многом обуславливают необходимость использовать моделирование в качестве многофункционального источника необходимой разработчикам информации. Речь идет о получении данных для формирования аналитических отчетов, проверки сходимости параметров функционирования систем в одних и тех же условиях, развития инновационного проектирования и многого другого.

В ТЕОРИИ

Корпорация «Иркут» начала применять решение Simcenter Amesim компании Siemens Digital Industries Software (ранее LMS Imagine.Lab Amesim) для 1D-моделирования систем при разработке самолета МС-21 в 2010 году. К этому времени уже завершался этап эскизного проектирования, но при этом еще не существовало ни испытательных стендов, ни опытного образца авиалайнера. Сложные и комплексные вопросы обеспечения работоспособности и увязки систем на борту современного летательного аппарата традиционно решаются на этапе технического проектирования, а доводка и отладка систем производятся на этапе стендовых и летных испытаний.

При разработке систем на этапе проектирования необходимо было определить облик систем и основные параметры, принять ряд рациональных конструкторских решений, исследовать физические процессы, происходящие в системах — гидравлические, газодинамические, тепловые, механические, электрические и другие. Более того, нужно было провести анализ поведения комплексного взаимодействия систем до установки

на борту самолета, изучить влияние внешних воздействующих факторов на работу систем и отработать функционирование отдельных систем. Вместе с этим важно было учитывать особенности их оптимизации, а, следовательно, требовался многоцелевой технологический инструмент.

На этапе стендовых, наземных и летных испытаний перед специалистами были поставлены такие задачи, как выбор оптимальных параметров и режимов реальных испытаний, формирование программы испытаний и минимизация рисков выхода оборудования из строя при проведении реальных испытаний.

НА ПРАКТИКЕ

Для решения этих и других задач руководство корпорации «Иркут» приняло решение использовать продукт Simcenter Amesim. Фокус был направлен на комплексирование систем на агрегатном уровне физического

взаимодействия с использованием уже апробированных инструментов проектирования на базе технологии распределения энергии по системам — энергодбаланс систем.

Разработав многодисциплинарные 1D-модели самолетных систем и агрегатов, специалисты Инженерного центра им. А. С. Яковлева корпорации «Иркут» смогли провести анализ взаимодействия самолетных систем на уровне физических процессов. Анализ осуществлялся на этапе технического и в начале этапа рабочего проектирования.

«Simcenter Amesim позволяет легко разрабатывать модели систем либо из стандартных библиотечных элементов, либо путем создания своих собственных, — рассказывает Сергей Гусаркин, инженер-конструктор отдела инженерных расчетов корпорации «Иркут». — Затем выполняется анализ поведения системы. Стандартные библиотеки Simcenter Amesim, которые проверены на практике и регулярно об-

«Проектирование систем с помощью решения Simcenter Amesim помогло нам сократить число ошибок, выявляемых на этапе контроля проектных решений, и в кратчайшие сроки решать проектные и часть стендовых задач», — Юрий Логвин, заместитель директора ОКБ им. А. С. Яковлева по управлению проектными данными корпорации «Иркут».



Юрий Логвин



Работа в среде Simcenter Amesim

новляются, позволяют нашим инженерам разрабатывать самолетные системы, а не создавать библиотеки агрегатов».

ПРОЕКТИРОВАНИЕ В 1D

1D-модели были созданы при проектировании таких систем, как система уборки и выпуска шасси (СУВШ), топливная система (ТС), гидравлическая система (ГС), комплексная система кондиционирования воздуха (КСКВ), противообледенительная система (ПОС) и система электроснабжения (СЭС). Все модели перечисленных систем верифицировались, а, по мере получения данных, валидировались по результатам стендовых испытаний.

Как рассказали в «Иркуте», по мере освоения все большего числа инженерных дисциплин, в корпорации для разработки нескольких самолетных систем был создан отдел инженерных расчетов. Отдел решает задачи по многим направлениям. Например, когда отделу механизации крыла потребовалось проанализировать случай повреждения лонжерона, ситуация была исследована при

помощи имеющейся в Simcenter Amesim библиотеки планарной механики. Как результат, была получена информация, которая хорошо согласовывалась с данными, позднее предоставленными поставщиком.

Еще одной решенной задачей стал тепловой расчет пилона крепления двигателя. На самолете МС-21 в пилоне, в непосредственной близости от двигателя, размещается большое количество гидравлических узлов. Нижняя часть пилона подвержена воздействию потока горячих газов из сопла, а его внешняя поверхность охлаждается воздухом из компрессора. Специалисты отдела при помощи Simcenter Amesim смогли успешно выполнить анализ распределения температуры внутри пилона.

СУЩЕСТВЕННЫЕ ДЕТАЛИ

«Simcenter Amesim постоянно развивается, и работать с ним становится еще удобнее, — отмечает Марина Гришина, инженер отдела инженерных расчетов корпорации «Иркут». — Последняя версия Amesim содержит

новшества, благодаря которым комфортнее задавать параметры модели. Кроме того, реализована мгновенная визуализация результатов при изменении значений параметров. Казалось бы, такие улучшения не слишком важны с точки зрения процесса проектирования, но на самом деле они значительно облегчают моделирование и сокращают сроки анализа проектных данных. Мы легко получаем всю необходимую информацию и расширяем наш опыт благодаря учебным семинарам, на которых специалисты Siemens Digital Industries Software рассказывают об оптимальных приемах работы при моделировании систем».

Имитационное моделирование предоставило ясное представление поведения топливной системы во всех режимах полета, с учетом эволюции и перегрузок, как пояснили в инженерном центре. Результаты расчета модели были подтверждены стендовыми данными и позволили улучшить эксплуатационные показатели, уменьшить вес и количество покупных изделий системы.



Михаил Пильнев

«За счет проведения виртуальных испытаний на математических моделях было уменьшено число стендовых испытаний, например, для топливной системы — на 25%», — Михаил Пильнев, начальник отдела инженерных расчетов корпорации «Иркут».

Профиль полета и условия окружающей среды



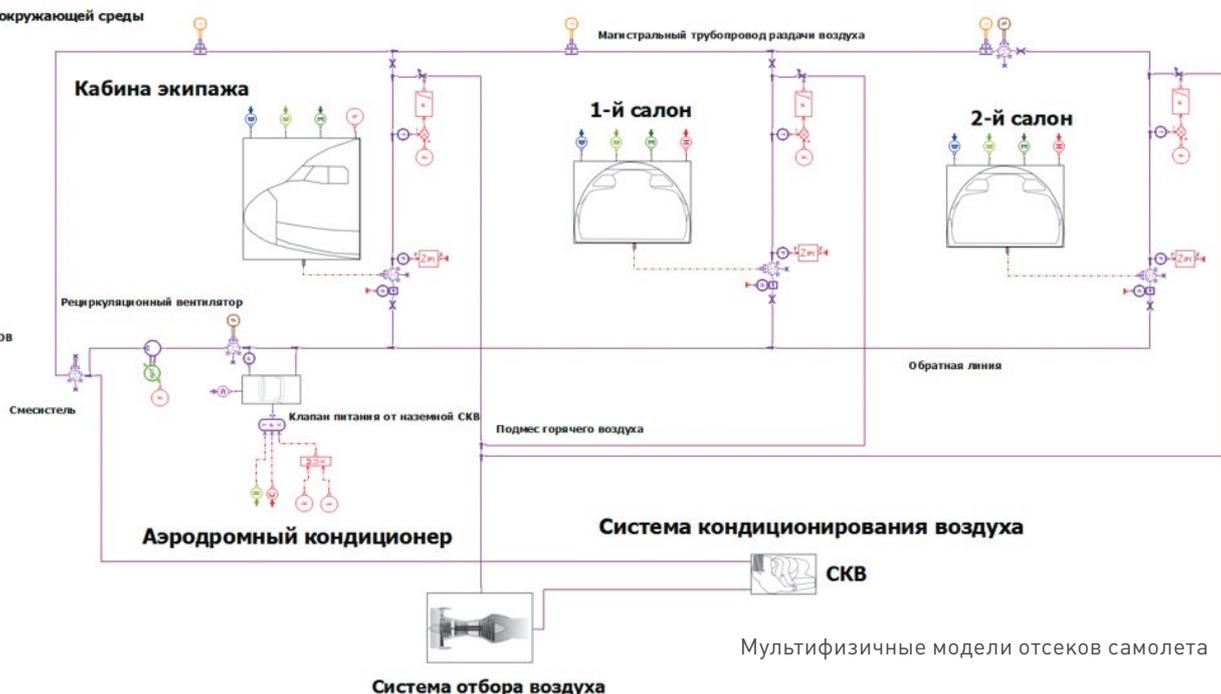
- Общие условия: Статические условия
- Воздушная скорость
- Высота
- Тепловыделение от пассажиров

ПАРАМЕТРЫ ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА

- 1 - Алюминий
- 2 - Glass phenolic
- 3 - Carbon phenolic
- 4 - Сотовые панели 1
- 5 - Сотовые панели 2
- 6 - Стекловолокну
- 7 - Стекло
- 8 - Кресло

ТИПЫ И СПОЛЗУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

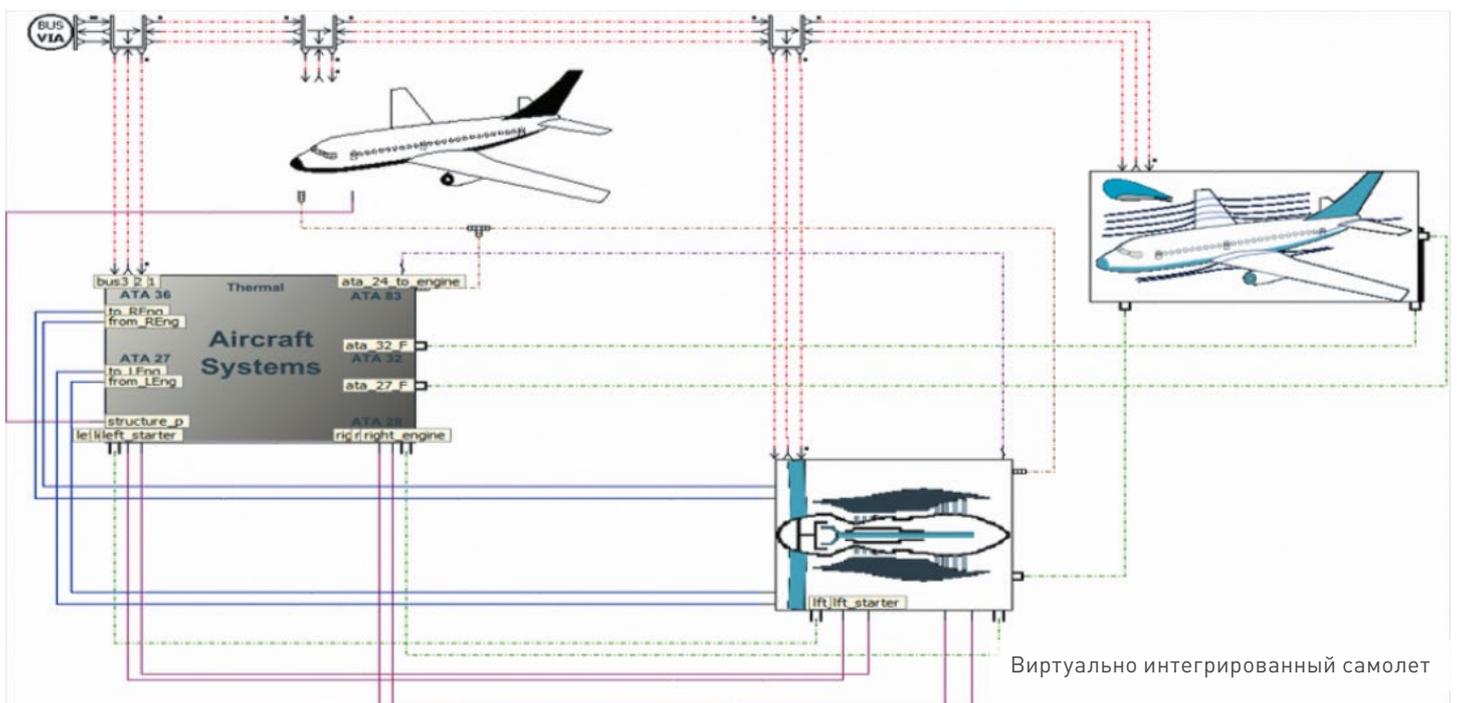
- 1 - Алюминий
- 2 - Glass phenolic
- 3 - Carbon phenolic
- 4 - Сотовые панели 1
- 5 - Сотовые панели 2
- 6 - Стекловолокну
- 7 - Стекло
- 8 - Кресло



Мультифизические модели отсеков самолета



Simcenter Amesim — интегрированная программная платформа компьютерного моделирования работы multidisciplinary мехатронных систем. Simcenter Amesim обеспечивает анализ и оптимизацию функциональных характеристик разрабатываемых изделий с использованием их достоверных расчетных моделей. Изделие при этом рассматривается как комплекс систем, собранных вместе для обеспечения требуемой функциональности. Системы могут быть как общеинженерными, так и индустриально специализированными. Преимущество данного решения — поддержка использования большего числа методик проектирования самолета, уже имеющихся на предприятии. Одновременно с этим функционально в нем заложена возможность применять современные мировые практики. За счет высокого качества верифицированных 1D-моделей Simcenter Amesim в ряде случаев результаты моделирования расходятся с результатами реальных испытаний не более чем на 1%.



РАБОТА СИСТЕМ В КОМПЛЕКСЕ

Как известно, важнейшей задачей разработки самолетных систем является комплексирование систем. В корпорации задачи комплексирования с использованием Simcenter Amesim решались для следующих систем: ГС и СУВШ; ГС и комплексная система управления полетом (КСУ); ГС и СЭС; ТС, маршевая силовая установка и КСКВ; СУВШ, ГС и системой управления общесамолетным оборудованием. Отдельным направлением стала отладка алгоритмов управления в части системы управления общесамолетным оборудованием.

При комплексировании систем и агрегатов самолета МС-21 анализировалась работа и комплексное взаимодействие систем на борту самолета в нештатных режимах, оценивалось влияние внешних воздействующих факторов на работу и параметры систем во всем диапазоне, поведение систем в отказных и аварийных ситуациях. Помимо этого, проводилась разработка программ и методик испытаний систем, сравнительные и параметрические расчетные исследования, а именно анализ альтернативных вариантов конструктивных решений.

Михаил Пыльнев, начальник отдела инженерных расчетов корпорации «Иркут», отмечает, что Simcenter Amesim позволяет

выполнять ко-симуляционные расчеты, в которых некоторые смежные подсистемы представлены расчетными моделями, созданными в другом ПО. Например, была выполнена интеграция модели гидросистемы самолета, разработанной в Simcenter Amesim, с моделью КСУ, выполненной в Matlab/Simulink. В задачах комплексирования удалось выявить и проанализировать большое количество сложных эффектов, принять обоснованные решения по работе систем и их взаимовлиянию. Были сокращены сроки проектирования систем для модификации самолета МС-21. Более того, математическое моделирование в Simcenter Amesim является действенным инструментом контроля и управления работой с исполнителями.

Полученные результаты подтвердили правильность принятого решения по внедрению технологии iD-моделирования на базе Simcenter Amesim для использования в процессе проектирования авиационной техники.

ВИРТУАЛЬНАЯ ИНТЕГРИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ

Для чего разрабатывают виртуальную интегрированную модель самолета? Ответ очевиден: чтобы получить возможность проанализировать работу систем самолета при выполнении полетного задания и, при необходи-

мости, оптимизировать ее. Simcenter Amesim позволяет смоделировать полный полетный цикл самолета: подготовку к вылету, выполнение полетного задания и посадку с учетом взаимодействия всех систем самолета. При этом можно моделировать как внешние условия, так и полетные задания.

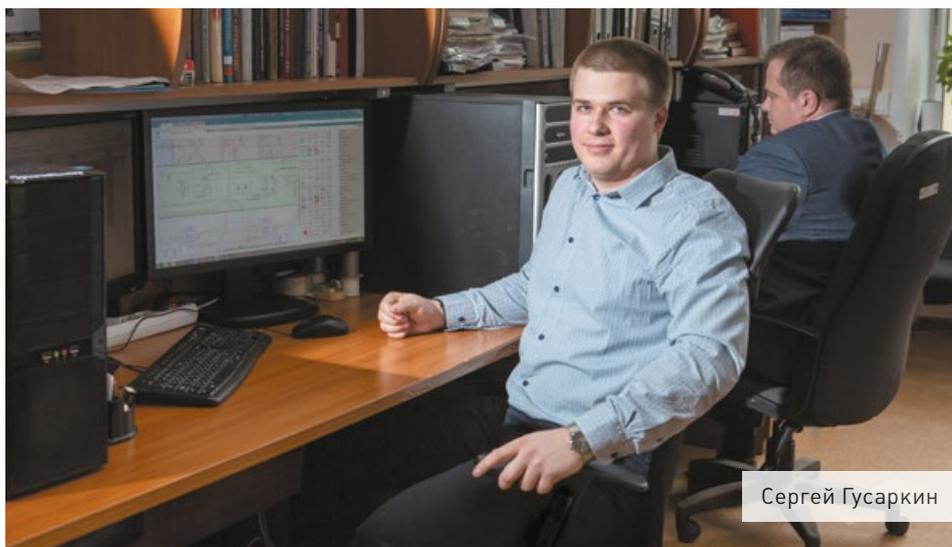
«По сравнению с ПО, которое мы применяли ранее, решение Simcenter Amesim в несколько раз сократило сроки создания сложных моделей», — Сергей Гусаркин, инженер-конструктор отдела инженерных расчетов корпорации «Иркут».

Другой важной задачей является комплексный анализ температурного баланса самолета. Традиционно за тепловое состояние систем на борту самолета отвечает отдел, выполняющий тепловые расчеты по запросам смежных подразделений. Расчеты выполняются выборочно, для характерных режимов работы систем. Такой подход не дает полной картины теплового состояния на протяжении всего полета самолета. Использование динамических моделей поведения дает возможность проанализировать тепловое состояние систем не только на выборочных режимах, но и на переходных. А, значит, можно более достоверно выявить дисбаланс по тепловой нагрузке на базе комплексной тепловой модели самолета.

Отдельным вопросом является обеспечение организации распределенной разработки систем самолета множеством специалистов инженерного центра на множестве рабочих мест. Хранение и доступ к моделям и данным обеспечивается средой SysDM от Siemens Digital Industries Software. Эта среда стала единой интеграционной платформой для разнородных средств моделирования. С ее помощью можно хранить и отслеживать версию математических моделей с разграничением прав доступа, осуществлять сборку комплексных математических моделей систем, обрабатывать технологию распределенного проектирования и контроля выполнения требований с исполнителями и системными отделами «Иркута».

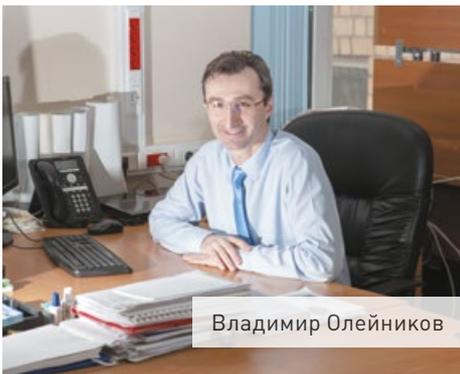
Для решения задач виртуального комплексирования систем на предприятии используется среда Simcenter System Synthesis, которая позволяет собрать комплексную модель самолета на базе моделей подсистем, разработанных в различных подразделениях инженерного центра, задать условия их работы и проанализировать результаты расчета.

Как отмечают в «Иркуте», внедрение процесса комплексирования на базе Simcenter System Synthesis потребовало новых подходов к организации процесса и требований



Сергей Гусаркин





Владимир Олейников

«Технология программного и аппаратно-программного моделирования помогла в кратчайшие сроки разработать имитатор для автоматизации тестирования программы функционирования системы управления общесамолетным оборудованием на всех режимах работы», — Владимир Олейников, заместитель начальника отдела методологии проектирования и обучения корпорации «Иркут».

к хранению моделей и вида представления в базе данных для дальнейшего их использования в задачах комплексирования или других задачах проектирования систем. Для этого потребовалось разработать собственную методику для применения данной технологии. Такой подход позволяет четко выстроить процесс проектирования систем самолета на каждом уровне, начиная от поставщиков оборудования и заканчивая анализом работы самолета в целом на всех режимах полета.

СТЕНДЫ И ИСПЫТАНИЯ

В корпорации «Иркут» создан и применен полунатурный имитатор системы уборки-выпуска шасси (СУВШ), на котором протестирована работа соответствующего алгоритма управления. После того как было подтверждено, что алгоритм не приводит к выходу из строя дорогостоящего оборудования, виртуальное оборудование заменили реальным для отработки программы испытаний. Для оптимизации работы алгоритма управления и последующей отработки режимов функционирования, имитатор стал мобильным ин-

струментом тестирования его новых версий.

На полунатурном стенде СУВШ были проведены испытания, после чего были выбраны оптимальные параметры и режимы для такого рода испытаний, а также минимизированы риски вывода оборудования из строя. Более того, удалось определить причины отказа или несоответствия требованиям, такие, как например, ошибка конструкции или обрыв кабеля, и отработать программы управления.

«Отладка алгоритмов систем управления осуществляется путем совместной работы моделей агрегатной части системы (объекта управления) и алгоритмов управления, — рассказывает Владимир Олейников, заместитель начальника отдела методологии проектирования и обучения корпорации «Иркут». — Это дает возможность на ранних стадиях проектирования усовершенствовать ряд конструктивных решений и оптимизировать алгоритмы управления систем».

МЕНЬШЕ ОШИБОК, БОЛЬШЕ РЕШЕНИЙ
«Мы можем численно оценивать последствия изменений практически любого параметра самолетной системы, не затрачивая на это

таких больших финансовых и человеческих ресурсов, какие требуются для проведения натуральных испытаний, — отмечает Юрий Логвин, заместитель директора ОКБ им. А. С. Яковлева по управлению проектными данными корпорации «Иркут». — Наша задача для развития данного подхода — иметь согласованную процедуру признания результатов численного моделирования сертификационными центрами».

По итогам проекта решение Simcenter Amesim получило высокую оценку в качестве стандарта при виртуальном моделировании систем самолета. Наиболее целесообразные из возможных проектных альтернатив систем были расчетно обоснованы. Была построена интегрированная математическая модель самолета с учетом взаимодействия с многочисленными внешними поставщиками систем и оборудования. Создан управляемый процесс разработки и управления расчетными моделями, архитектурой и исполнениями изделия. По ряду систем объемы стендовых испытаний были сокращены до 25%. 📌



Тренды надежности

ИСТОРИИ О БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И СЕРТИФИКАЦИИ,
А ТАКЖЕ ОБ АВИАЦИОННОЙ ДИНАСТИИ

Александр Глебович Махоткин принадлежит уже к третьему поколению авиационной династии Махоткиных. В Инженерном центре корпорации «Иркут» он занимает должность заместителя главного конструктора по безопасности, надежности и сертификации. За свою долгую трудовую деятельность

в ОКБ им. А. С. Яковлева Александр Глебович занимался вопросами надежности и безопасности многих самолетов. Основная задача на этот год для него, как и для всей корпорации «Иркут», — начальная сертификация самолета МС-21 в российских авиационных властях.

Мы встретились с Александром Глебовичем в стенах прославленного Яковлевского ОКБ, ныне — Инженерного центра им. А. С. Яковлева корпорации «Иркут». Здесь наш герой работает уже почти полвека. Как он сам рассказывает, его путь в авиацию был предопределен. Но чем заниматься и где работать



Александр Махоткин



1



2

«Я отношусь уже к третьему авиационному поколению Махоткиных. Мой сын Андрей тоже в авиации, правда, по экономической линии, работает в компании «Гражданские самолеты Сухого»», — Александр Махоткин.

Александр Махоткин выбирал сам. Дорога, которую он выбрал в жизни, плюс стечение обстоятельств и привели его к той важной работе, которую он сейчас выполняет. Она связана с обеспечением безопасности, надежности и сертификации новейшего российского пассажирского лайнера МС-21.

ЧЕТЫРЕ АВИАЦИОННЫХ ПОКОЛЕНИЯ МАХОТКИНЫХ

— *Как Вы пришли в авиацию. Это была мечта детства, цель юности, счастливое стечение обстоятельств?*

— Это обусловленная история. Я уже третье поколение Махоткиных в авиации. Первым был дед Василий Михайлович Махоткин — полярный летчик. Он из Копорья, что под Ленинградом. Дед начал летать еще до войны и чуть-чуть захватил войну. Возил

в блокадный Ленинград продовольствие и боеприпасы. Потом по независящим от него обстоятельствам перестал летать. Когда он вернулся в 1956 году, то был по здоровью «нелетногоден». Дед потом работал в Управлении полярной авиации Главсевморпути напротив палат Романовых недалеко от Кремля (тогда это была улица Разина, сейчас — улица Варварка, дом 9 — Ред.).

Второе поколение — отец: начал свою трудовую деятельность в СибНИА и затем с 1956 года до конца жизни проработал в ОКБ им. А. Н. Туполева. Он возглавлял отдел общих видов и был заместителем главного конструктора по семейству самолетов Ту-22. Работая в ОКБ им. А. Н. Туполева, отец также отдал много сил и энергии на проектирование, испытания и организацию серийного производства аэросаней-амфибий. Эти

уникальные машины могли передвигаться по воде, снегу, заболоченной тундре со скоростью более 100 км/ч. В 1960–70 годы они работали на Крайнем Севере, Дальнем Востоке, в Карелии: перевозили почту и служили на границе.

Отец родился в Ленинграде, а мама — в Красноярске. Волей судьбы отец со своей мамой — моей бабушкой оказались в Красноярске. Там он и познакомился с мамой. В результате у них образовалась крепкая счастливая семья, в которой в конце первой половины прошлого века я и родился.

Я отношусь уже к третьему авиационному поколению Махоткиных. Моя младшая

1. Дедушка Василий Михайлович Махоткин с внуком.

2. Саша Махоткин с мамой и папой.

Мой дедушка — остров

Василий Аксенов свою приключенческую повесть, написанную для детей в 1969 году, назвал «Мой дедушка — памятник». Александр Глебович Махоткин не стал подробно рассказывать в интервью про своего деда Василия Михайловича. Но, если бы он поведал эту историю, ее можно было бы назвать «Мой дедушка — остров».

Полярный летчик Василий Михайлович Махоткин — легендарный человек! Он родился 10 октября 1904 года в Копорье близ Санкт-Петербурга. В 1922 году поступил в Ленинградскую военно-теоретическую школу Военно-воздушных сил Красной армии. Дальше была Севастопольская военная летная школа, по окончании которой в 1931 году Махоткина направили в Ейск, в Военную школу морских летчиков. Параллельно он освоил транспортные самолеты, работал на пассажирских авиалиниях.

В 1934 году после эпопеи по спасению экипажа ледокола «Челюскин», Василий решил отправиться на работу в Заполярье. Вскоре Махоткин стал известен благодаря дальнему перелету в 1200 км на гидросамолете СССН-Н-26, специально оборудованном для работы в Арктике. На Крайнем Севере летчик выполнял полеты для ледовой разведки, доставлял людей и грузы по всему советскому побережью Северного Ледовитого океана. Летом 1935 года Махоткин доставил в Норильск знаменитого советского полярника, ученого и государственного деятеля Отто Шмидта. В 1936 году Василий Михайлович совершил свой знаменитый полет на архипелаг Земля Франца-Иосифа вместе с Героем Советского Союза Михаилом Водопьяновым.

Никто не мог и предположить, что прославленного летчика, награжденного орденами Красной Звезды и Красного Знамени, в самом начале Великой Отечественной войны осудят на 10 лет за антисоветскую агитацию. Как-то в разговоре Махоткин слишком хорошо отозвался о самолете иностранного производства, не зная, что эта случайная фраза перечеркнет всю его дальнейшую судьбу. Попав в ГУЛАГовскую рыбинскую авиационную шарашку, Махоткин познакомился с талантливыми и интересными людьми — учеными, конструкторами, деятелями отечественного самолетостроения, специалистами высшей квалификации. Среди них оказался и разжалованный капитан Красной армии будущий знаменитый писатель Александр Солженицын. В своем романе «Архипелаг ГУЛАГ» он упомянул и летчика Василия Махоткина.

Василий Михайлович еще долго работал в Норильске, однако летать не разрешали. Полностью реабилитироваться летчику удалось только в 1956 году, когда суд Красноярского края вынес постановление: невиновен «за отсутствием состава преступления». Имя Василия Махоткина чтят и помнят в Норильске. В Карском море восточнее острова Таймыр расположен остров, названный в его честь, — остров Пилота Махоткина. Координаты его центра 76°15' северной широты 96°48' восточной долготы.



сестра сначала работала в фирме Челомея, а сейчас — в компании «Туполев», тоже занимается вопросами сертификации. Сейчас она заместитель главного конструктора Ту-204.

Мой сын Андрей тоже в авиации, правда, по экономической линии, работает в компании «Гражданские самолеты Сухого», занимается маркетингом. Мои внук и внучка пока еще не работают, они еще совсем маленькие.

— **Расскажите, пожалуйста, о Вашей работе в ОКБ.**

— В такой авиационной семье, слушая рассказы деда, я, конечно же, хотел стать летчиком. Как и многие мальчишки и тогда, и сейчас. Но потом из-за близорукости (очки я носил с 3-го класса), дед сказал, что летная профессия мне «не светит». Тогда было очень строго с приемом в летные училища. Тогда я поступил в МАИ на 1-й факультет. По распределению в 1973 году я попал ОКБ Александра Сергеевича Яковлева: сначала в нем проходил практику, потом защитил диплом, а с 1974 года работал в должности инженера. Попросился я в ОКБ в бригаду усталостной прочности.

В 1987 году меня командировали от ОКБ в ЦАГИ ведущим инженером по испытаниям самолета Як-42 на ресурс и живучесть. Кроме

«Тематика бригады, которая занимается эксплуатационной безопасностью, была мне особенно близка, потому что ее деятельность непосредственно связана с жизнью и с событиями, которые возникали в ходе эксплуатации», — Александр Махоткин.

проведения испытаний мне было поручено провести расчетную оценку живучести крыла и фюзеляжа самолета. Работал я под руководством специалистов ЦАГИ. Очень благодарен им всем за мое 7-летнее образование в стенах ЦАГИ.

В 1985 году руководитель ОКБ Александр Александрович Левинский провел большую реорганизацию. К тому времени тематика ОКБ сильно расширилась. Были созданы новые отделения и отделы. Был организован отдел, объединивший вопросы безопасности, надежности и сертификации. Левинский назначил меня начальником этого отдела. Тогда шла массовая эксплуатация самолетов Як-40, рос парк самолетов Як-42. Эксплуатировался большой парк легкомоторных самолетов Як-18Т,



Як-52, Як-50, Як-55. Конечно, нельзя не сказать о самолетах вертикального взлета и посадки Як-38, Як-38М и первом в мире сверхзвуковом Як-141, на котором пилот Андрей Александрович Синицын установил 12 мировых рекордов. К большому сожалению, в 1991–1992 годы работы по уникальному по многим параметрам самолету были прекращены.

В конце 80-х был разработан эскизный проект и построен макет самолета радиолокационного дозора и наведения Як-44Э с базированием на сухопутных аэродромах и на кораблях. Рабочее проектирование было прекращено в 1992 году. В начале 90-х были спроектированы и построены опытные легкомоторные самолеты Як-58, Як-112. Самолет Як-54 успешно прошел сертификационные испытания и получил сертификат типа в АР МАК по авиационным правилам АП-23.

Анализ авиационных происшествий со спортивными и учебными самолетами обусловил необходимость установки катапультируемых кресел на новый учебно-тренировочный Як-152. Это позволит при массовой эксплуатации самолета спасать как молодых курсантов летных училищ, так и пилотов, оттачивающих мастерство высшего пилотажа.

В середине 90-х в ОКБ родился очень интересный самолет Як-130. Его рождение было в тяжелые годы, но хорошие гены его родителей привели к тому, что он вырос в серийный учебный самолет, а затем — в учебно-боевой.

«ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР» + ЭРГОНОМИКА
— **В каких работах Вам удалось поучаствовать?**
Какие наиболее понравились?

— Тематика бригады, которая занимается эксплуатационной безопасностью, была мне

особенно близка, потому что ее деятельность непосредственно связана с жизнью и с событиями, которые возникали в ходе эксплуатации. Анализ материалов расследования позволяет предотвратить повтор событий. За время моей работы было расследовано и проанализировано большинство событий по Як-42 и Як-40. Некоторые события запомнились на всю жизнь.

1. 1936 год: летчик Василий Махоткин на мысе Стерлегова (фото из архива П. В. Виттенбурга).
2. Остров Пилота Махоткина на карте.
3. Экипаж первого прототипа Як-42 после первого полета: слева направо летчики-испытатели Ю. В. Петров и А. Л. Колосов, механик самолета Е. И. Кирилин, бортинженер Ю. Б. Висковский.
- 4–5. Интерьер кабины самолетов Як-40 (слева) и Як-42 (справа).





— **Могли бы Вы привести пример таких событий?**

— Это было в начале 1990-х годов. Началось все с события с самолетом Як-42. Самолет взлетает, набирает высоту. На высоте 6,5 тыс. метров начинает работать с перебоями левый двигатель и останавливается. Экипаж в полном соответствии с летным руководством разворачивается и садится. Все хорошо, все живы-здоровы. При расследовании все проверили. Все исправно. Тогда написали 11.2. Это означает, что произошел отказ техники, причина не выяснена. Написали какие-то предположительные причины: «Возможно недостаточный запас газодинамической устойчивости двигателя».

Проходит время. Происходит второй случай. Самолет Як-42 взлетает, выключается один двигатель. Экипаж пытается разобраться в чем дело. Тут выключается второй двигатель. Самолет разворачивается и благополучно садится на третьем двигателе.



«От ошибок никто не застрахован. Но любой отказ должен быть информативен для летчика», — Александр Махоткин.

Происходит третий случай, совсем уже нехороший. Як-42 взлетел, выключился один двигатель, потом второй и третий. К этому моменту они забрались уже на высоту почти 7 тыс. метров. В соответствии с летным руководством экипаж запускает на высоте 5,5 тыс. ВСУ (вспомогательную силовую установку — Ред.), хотя по документации ее надежный запуск обеспечивается только на 3 тыс. Просто повезло. С работающей ВСУ экипаж хладнокровно запускает все двигатели. Но инцидент есть инцидент: рейс прерывают, они приземляются. Началось расследование. Оказалось, что экипаж забыл включить подкачивающие насосы. И тогда становятся ясны причины и первых двух случаев. Мы поправили документы, написали: учитывая то-то и то-то наиболее вероятной причиной стало не включение подкачивающих насосов. Эти насосы подкачивают топливо из кессонов, предотвращая кавитацию (образование в жидкости пузырьков, происходящий при местном понижении давления — Ред.) на насосах двигателей.

Но это еще не все. Через некоторое время происходит событие с Як-40. Самолет набирает высоту, экипаж передает на землю, что идет «раскачка» оборотов одного бокового двигателя. Потом передают: «Двигатель выключился». Началась «раскачка» второго двигателя. Но тут экипаж замолкает на некоторое время и затем передает: «Все нормально, запустили двигатель». Все двигатели работают устойчиво. Они продолжили полет, рейс был



выполнен. Но инцидент все равно зафиксирован. Мы лично связались с экипажем, стали разбираться. Они говорят: «Забыли включить подкачивающие насосы».

Летчики всех самолетов по налету были примерно одинаковые, примерно одного возраста, старой закалки, хорошо обученные. Самолеты Як-40 и Як-42 тоже похожие, одна фирма делала. Мы стали думать почему на Як-42 было три подобных случая, а на Як-40 — только один, хотя налет на парке Як-42 тогда был 2,5 млн. часов, а на Як-40 — более 15 млн? Оказалось, что индикаторы работы подкачивающих насосов в Як-42 расположены на верхнем козырьке, а на Як-40 на главной панели под тахометрами. Причины были в сочетании человеческого фактора — экипаж забыл включить подкачивающие насосы, и эргономики — расположении индикаторов. Хотя и то, и другое их расположение соответствовало нормам.

САМОЛЕТ С РОССИЙСКИМ ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ

— После Як-42 у ОКБ был проект МС-21?
С большим перерывом в несколько десятков лет в области пассажирских самолетов?

— В 1990-е годы в ОКБ разрабатывался проект Як-42М. В качестве силовой установки вместо трех 6-тонников Д-36 планировались три двигателя Д-436 с тягой 7 тонн. За счет этого можно было увеличить взлетный вес на 15–20%, сделать большую пассажировместимость. Но в те годы пошла тенденция, что



для топливной экономичности три двигателя не оптимально, лучше — два. К тому моменту в СССР существенно повысилась надежность двигателей, поэтому переход с трехдвигательной схемы на двухдвигательную не приводил к снижению безопасности. У нас в ОКБ заместителем главного конструктора по аэродинамике и прочности, впоследствии зам. генерального конструктора, работал Владимир Григорьевич Дмитриев. Он предложил повесить два двигателя на основе ПС-90 под крыло. Так в начале 1990-х

появился проект Як-242. Был сделан его макет, прошла макетная комиссия. Но проект Як-242 попал в сложное время для запуска нового самолета.

1. Первые опытные образцы Як-40.
2. Один из самых первых рейсов Як-42 в Краснодар.
3. Сборка Як-42 на Саратовском авиационном заводе.
4. Модель одного из вариантов проекта самолета Як-242, оснащенный толкающими двигателями.
5. Александр Махоткин в кабине полноразмерного макета МС-21.



Когда в 2009 году был организован Инженерный центр корпорации «Иркут», коллектив ОКБ им. А. С. Яковлева в основном весь перешел туда. Здесь и началось проектирование МС-21. Это, конечно, был уже самолет совсем другого уровня, чем Як-42, Як-42М и Як-242.

— **В чем это проявилось?**

— Различий много. Прежде всего, изменилась концепция самолета. МС-21 должен задать новый стандарт в своем классе за счет повышенного комфорта и хороших экономических характеристик.

Отсюда — высокие требования к уровню аэродинамического совершенства, для выполнения которых разработано композитное крыло. Также в рамках новой концепции было решено использовать двигатели нового поколения и самолетные системы от лучших отечественных и зарубежных производителей.

Многие процессы на самолете, в том числе связанные с парированием отказов и внешних воздействий, осуществляются на основании осмысливания ситуации специальными программами по информации, получаемой различными датчиками и автоматическим формированием команд органам управления. Но здесь главное не перестараться: если летчик не распознает отказ по поведению самолета, то дальше он может усугубить ситуацию. Например, отказ двигателя на взлете, появляется разворачивающий момент, автоматика тут же парирует его рулем направления, но не 100%, а примерно на 70%. Кроме имеющейся сигнализации летчик чувствует, куда его потащило и легко добавляет руля. А если сделать на 100%, то можно спровоцировать ошибку экипажа.

«Мы должны завершить сертификационные заводские испытания и получить сертификат типа в наших российских авиационных властях», — Александр Махоткин.

ОТКАЗЫ — ЭТО ОЖИДАЕМЫЕ УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

— **То есть МС-21 сможет преодолеть любой отказ?**

— От ошибок никто не застрахован. Но любой отказ должен быть информативен для летчика. Это достигается тем или иным способом: либо сигнализация, либо пилот должен чувствовать по поведению самолета — что-то не так. Но скоротечные и критичные режимы, которые могут привести к нехорошим последствиям, автоматика должна принимать на себя 100-процентную ответственность. Она будет их парировать, информируя летчика, а он уже будет продолжать полет в соответствии с летным руководством.

Если же полагаться только на автоматику, без учета действий летчика, то нужно менять нормы летной годности. В действующих нормах записано, что безопасность обеспечивается при пилотировании самолета надлежащим образом обученным экипажем.

— **Как обученность экипажа учитывается при определении безопасности?**

— Для сертификации помимо норм летной годности часть 25 необходимо показать со-

ответствие требованиям «Эксплуатационной безопасности». Их называют OSD: Operation Safety Date, то есть данные эксплуатационной безопасности. Это касается летного и кабинного экипажей, специалистов наземного обслуживания и полетов с отключенным или отказавшим оборудованием.

Смысл этих требований заключается в том, чтобы оценить, насколько надежна система обучения экипажей в ожидаемых условиях эксплуатации, включая отказы, и наземного обслуживающего персонала.

— **Что еще предстоит сделать, прежде чем начнется эксплуатация МС-21 у эксплуатантов?**

— Мы должны завершить сертификационные испытания и получить сертификат типа в наших российских авиационных властях.

Это будет сертификат с двигателем PW1400C американской компании Pratt & Whitney. Такие моторы стоят сейчас на всех четырех наших летных самолетах. На них мы должны завершить весь комплекс испытаний и показать, что МС-21 абсолютно соответствует требованиям с тем уровнем безопасности, который заложен в государственных нормах. Затем самолет будет сертифицирован с российскими двигателями ПД-14.

Главное, чтобы в тех рамках, в каких самолет сертифицирован, он был безопасен. Наш отдел эксплуатационной безопасности работает по теме МС-21. Выискивают возможные аварийные факторы, чтобы их можно было предотвратить. Наш лозунг: отказы — это ожидаемые условия эксплуатации.

10⁻⁹ — ЗНАЧИТ НЕВЕРОЯТНО

— **Как определить, какой отказ можно считать ожидаемым, а какой — нет?**





— Еще в 50-е годы в авиационных нормах появилась цифра 10^{-9} . Это вероятность события на один час полета. Если событие может происходить реже этой величины, то оно считается практически невероятным. По современным нормам любой вид отказа, который может привести к катастрофе, должен быть практически невероятным.

Все, что практически вероятно — это ожидаемые условия эксплуатации. Расследуемые в эксплуатации события, классифицируемые как инциденты, имеют частоту примерно 10^{-3} на час полета. Это значит, что на каждом самолете за его ресурс может произойти несколько десятков инцидентов. Сложные ситуации в полете случаются раз в 50 реже, не каждый летчик за всю свою жизнь попадает в такую ситуацию. Но летчики должны быть натренированы и готовы к любым практически вероятным событиям и парировать отказ — не дать ситуации перерасти в авиационное происшествие.

— **Как еще решаются вопросы надежности и безопасности самолета МС-21?**

— Это процесс итерационный. Сначала закладывается уровень дублирования различных систем на основании опыта создания предыдущих самолетов и знания надежности компонентов. Сейчас уровень дублирования порой даже умышленно завышают. Это защита от ошибки. В случае если установлено, что уровень дублирования системы избыточен, можно разрешить вылетать самолету с как их называют «отключенными» агрегатами. При этом полностью выполняются требования норм летной годности. Если есть избыточное резервирование, то можно безопасно, по всем правилам выполнять рейс. За счет того, что современные системы существенно зарезервированы, и отработаны методы, позволяющие осуществить безопасный полет с отключенным оборудованием, регулярность вылета за последние 20 лет выросла в 5–6 раз. 📌

Велосипед, лыжи и автотуризм

Конечно, основное время Александр Махоткин отдает любимой работе. Но бывают моменты и для отдыха. Лучшим его вариантом Александр Глебович считает активный отдых:

— Не могу сказать, что у нас очень спортивная семья, но всю жизнь катались на велосипедах и лыжах. Когда был помоложе, я и на коньках катался. С дедом на лыжах мы объехали все Подмосковье. Эти лыжные походы с ним очень вспоминаются. И сейчас люблю лыжные прогулки. Если в выходные покатаюсь, то приходишь на работу и совсем по-другому себя чувствуешь.

Когда появилась машина, стали любить и дальние путешествия. Тогда сын еще был маленький, в школу ходил. Отдыхали на верхней Волге, потом на Дону, не доезжая 100 километров до Волгограда. Дон там прекрасный — быстрый, чистый, полно рыбы.

Брали с собой самодельную лодку, построенную по проекту отца. Его искусство аэродинамики и гидродинамики позволило создать глиссирующую лодку под двухсильным мотором «Салют». Другая лодка под 12-сильным «Ветерком» на мерной миле показала скорость 62 км/ч.



1–2. Ресурсные испытания фюзеляжа самолета МС-21–300 в ЦАГИ.

3. Лодка конструкции Глеба Васильевича Махоткина.

«Встроенное качество» в Таганроге

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ПРИНЦИПОВ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА В АГРЕГАТНО-СБОРОЧНЫХ ЦЕХАХ ТАНТК ИМ. Г. М. БЕРИЕВА

Производство в Таганроге имело свою специфику. Цикл сборки агрегатов был достаточно длительным из-за необходимости подгонки дефектных деталей и сборочных единиц. Возникали ошибки при сборке из-за несвоевременной подготовки стальной оснастки к работе. Были

и другие проблемы. Решить их позволила оригинальная таганрогская система «встроенного качества». Она не только сократила на 96% количество деталей с несоответствиями, поступающими на сборку, и ускорила на 25% цикл сборочных работ, но и позволила вовлечь персонал в процессы бережливого производства.

Объектами улучшения стали производственная система и система управления контролем качества на заводе. Однако, по сравнению с прошлым проектом, новый проект вышел за рамки цехов, в которых он начинался. На данный момент проект охватывает четыре производственных участка в цехах агрегатно-сборочного производства



(АСП) Таганрогского авиационного научно-технического комплекса (ТАНТК) им. Г. М. Бериева. Одновременное внедрение инструментов «встроенного качества» происходит в цехах заготовительно-штамповочного производства, в цехе покрытий, в цехе механо-сборочного производства, в отделе кооперации и в заготовительном производстве.

ВЕРНУТЬ ДЕТАЛЬ — НЕ ВЫХОД

«Когда мы начинали наш проект, мы убедились, что одним блокирующим инструментом, таким как визуализация брака, в сборочных цехах не обойтись, — рассказывает ведущий специалист отдела развития ТАНТК им. Г. М. Бериева Алексей Грибачев. — Дело в том, что при реализации поточного производства наиболее трудоемкие детали не залеживаются партиями в цехах, а поступают в сборку сразу после изготовления. Поэтому мы имеем одну такую деталь под один конкретный самолет. Запасных деталей у нас, практически, нет. Поэтому, просто вернуть деталь — не выход: получаются большие про-

«Мы смогли подтвердить на практике в условиях завода работоспособность этой методики. Самое главное — мы убедились в том, что наш рабочий персонал заинтересован в изменениях», — Алексей Грибачев, ведущий специалист отдела развития ТАНТК им. Г. М. Бериева.

стои, есть вероятность неправильной сборки из-за нарушения технологической последовательности. Зачастую происходит длительная подгонка деталей, имеющих дефекты».



Алексей Грибачев





Напрашивался вывод: необходимо в принципе не допускать детали с отклонениями в сборочное производство. Поэтому основные усилия были сконцентрированы на цехах-поставщиках. Однако там существовала своя проблема — огромная номенклатура деталей. И не всегда рабочие группы, которые были сформированы в рамках проекта, в состоянии оперативно осуществлять поиск корневых причин в цехах-поставщиках и устранять их. Поэтому детали из цехов-поставщиков были разбиты на группы в зависимости от используемых при их производстве техпроцессов. И далее работа велась уже с деталями-представителями этих групп процессов.

Еще одной проблемой оказалась не вовлеченность рабочего персонала в процессы бережливого производства. Каскадное обучение, реализованное на таганрогском заводе, не было еще встроено в производственный процесс.

Отсюда появилась главная цель проекта: сократить количество поставляемых в цеха АСП деталей и сборочных единиц (ДСЕ) с отклонениями на 100%. Цель весьма амбициозная, рассчитанная не на один год. Из нее вытекала вторая цель: сократить цикл сборочных работ в цехах АСП на 25%. Это была эмпирическая величина, подтвержденная выборочными хронометражами подгонки дефектных деталей. И еще одна цель — встраивание процесса обучения персонала цехов в производственный процесс для быстрого вовлечения всех служб подразделений.

Система контроля качества завода до начала проекта имела ряд недостатков. «Утвержденный стандарт предприятия

подразумевал трехступенчатый контроль, — рассказывает Алексей Грибачев. — Однако зачастую контроль продукции, в нашем понимании, заключавшийся в фиксации результатов и анализе дефектов, осуществлялся только при предъявлении продукции контролерам БТК — бюро технического контроля. В большинстве случаев рабочие старались исправлять дефекты на месте без

Необходимо в принципе не допускать детали с отклонениями в сборочное производство. Поэтому основные усилия системы «встроенного качества» были сконцентрированы на цехах-поставщиках.

оформления ведомости осмотра. Зачастую отсутствовал анализ дефектной продукции и возврат информации в цех-поставщик. Дело в том, что при обнаружении в сборочных цехах каких-либо дефектов ДСЕ, вызывался мастер, либо рабочий, который допустил этот дефект, и на месте они сами принимали решение об его устранении. Как правило, это была подгонка на стапельной оснастке. Именно на этом этапе информация

“умирала”, не возвращаясь в цех-поставщик. Соответственно, не всегда осуществлялся поиск корневых причин появления дефектов».

Целевое состояние «после» подразумевает такое управление процессом, при котором дефектные ДСЕ вообще не выходят за рамки процессов цехов-поставщиков, а в цеха АСП поставляются только качественные детали. Поэтому все усилия при реализации проекта были сконцентрированы на основном и вспомогательном производствах, чтобы не допустить дефекты на сборку. Там и велся поиск и устранение корневых причин в процессе обучения на производственных площадках, внедрялись инструменты «встроенного качества». В агрегатно-сборочных цехах усилия были направлены на оптимизацию техпроцессов, улучшении стапельной оснастки, внедрении «защиты от ошибок», а также визуализации процессов.

Внедрение системы «встроенного качества» было разбито на два больших этапа. На первом велась работа с наиболее дорогими дефектами, которые проявлялись уже после сборки агрегатов. На втором этапе шло накопление статистики путем внедрения журналов дефектной продукции, которые заполняли непосредственно мастера и рабочие. Оба этапа подчинялись циклу PDCA (Plan—Do—Check—Act — «планирование—действие—проверка—корректировка» — Ред.), то есть циклически повторяющемуся процессу принятия решения, используемому в управлении качеством. Использовались также ранее разработанные методики, включавшие в себя обучение персонала, работу с источниками информации, анализ дефектов, выделение топ-дефектов,

разработку и реализацию мероприятий, а также их контроль и корректировку.

Понимая, что проект достаточно масштабный, была разработана структура поддержки, которую утвердил своим приказом генеральный директор предприятия. Согласно нему, в цехах АСП были сформированы две рабочие группы, которые, получая информацию о дефектах от производства, анализировали ее, выявляли топ-дефекты, а результаты анализа вместе с предлагаемыми первичными мероприятиями предоставляли координационной группе во главе с заместителем директора по качеству и сертификации. Координационная группа дополняла эти мероприятия и ставила задачи цехам и отделам, осуществляя координацию между подразделениями завода, а также осуществляла контроль выполнения мероприятий.

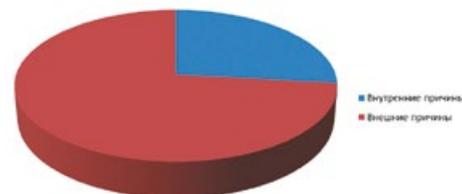
ЗНАНИЕ — СИЛА

На первом этапе реализации проекта сначала проводилось обучение персонала без отрыва от производства. В сборочных цехах обучение рабочих групп принципам «встроенного качества» производилось лекционно непосредственно отделом развития. Рабочих обучали путем проведения совещаний координационной группы совместно с рабочей группой непосредственно на стапельной оснастке при анализе топ-дефектов на производственной площадке с привлечением специалистов по направлениям и представителями цехов-поставщиков. При этом совместно вырабатывались первичные мероприятия по коренным причинам возникновения дефектов.

На механосборочном и заготовительном-штамповочном производствах был выбран метод проведения аудитов техпроцессов по производимым деталям-представителям, которые приводят к топ-дефектам в АСП. При этом привлекалось руководство цехов, основные службы цехов-поставщиков, мастера и рабочие. С ними совместно определялись корневые причины появления дефектов, на производственных совещаниях совместно с координационной группой обсуждались результаты и вырабатывались мероприятия, а также контролировались результаты в цехах АСП.

ВНУТРЕННИЕ ПРИЧИНЫ, ВНЕШНИЕ ПРИЧИНЫ

Следующей задачей стал сбор и анализ информации. Основными источниками для этого были карточки разрешения, которые выписывались на агрегаты. В них описывались дефекты, выявленные уже после сборки агрегатов. Также среди источников



1. Сборка самолета-амфибии Бе-200.

2-3. Оснастка в цехах агрегатно-сборочного производства ТАНТК им. Г. М. Бериева.

4. Пример иллюстрации из альбома 3D-моделей шпангоутов.

5. Внешние причины составляли 1/3 от общего количества дефектов в цехах агрегатно-сборочного производства.

4

5

информации были ведомости и журналы учета дефектов. На основе информации были определены топ-дефекты, проведен их анализ во время совместных совещаний с координационной и рабочими группами на площадках. В результате были разработаны и реализованы мероприятия.

После определения топ-дефектов на пилотных участках в АСП, они были разделены на два больших блока. В первый вошли дефекты, вызванные внутренними проблемами сборочных цехов: в основном это были техпроцессы и стапельная оснастка. Второй большой блок — это дефекты, обусловленные внешними причинами, в первую очередь поставка некачественной продукции в сборочные цеха. При этом внешние причины составляли 2/3 от общего количества дефектов в цехах АСП.

РЕШЕНИЯ С ОСНАСТКОЙ

При реализации мероприятий внедрения принципов «встроенного качества» были выделены несколько основных направлений работ. В сборочном производстве это, прежде всего, оптимизация стапельной оснастки. Она, например, заключалась в использовании журналов ежедневного технического осмотра (ЕТО). Чтобы не дожидаться планово-предупредительного ремонта по регламенту, рабочие самостоятельно могут теперь оценивать состояние стапельной оснастки и готовности ее к укладке агрегата. Решать, например, нужна ли дополнительная смазка механизму отката лекал или прижимным механизмам, какой смазкой их смазывать, хватает ли фиксаторов для фиксирующих отверстий.

«Стапельная оснастка содержит большое количество фиксирующих отверстий под различные серии самолета Бе-200 и под фиксацию макетов агрегатов при юстировке стапеля, — поясняет Алексей Грибачев. — Чтобы избежать ошибок при использовании этих фиксирующих отверстий, была внедрена «защита от ошибок» — маркирование фиксирующих отверстий».

На оснастке были также введены новые технологические решения, кондукторы и шаблоны. Например, раньше на стапеле сборки стабилизатора разметку под сверление для клепки делали по открытым отверстиям в нервюрах, перенося ее на наружную поверхность панели обшивки. Это занимало большое количество времени и иногда приводило к ошибкам. Сейчас применяются кондукторы, по которым можно производить разметку сразу на панели, не ориентируясь на нервюры.

ТЕХПРОЦЕСС — «ЗАЩИТА ОТ ОШИБОК»

Кроме того, в сборочном производстве прошли оптимизацию техпроцессы. При проведении аудитов рабочие группы выяснили, что слишком кратко написанный техпроцесс порождал у рабочих много вариантов его выполнения. Парадокс заключался в том, что чем выше был разряд у рабочего, тем больше вариантов техпроцесса он может предопределить. Грамотно

разработанный техпроцесс, при условии ознакомления с ним рабочего, сам по себе уже является «защитой от ошибок».

Были также реализованы мероприятия по техническому оснащению рабочих мест. В основном оно заключалось в переходе на светодиодное освещение стапельной оснастки, дополнительное оснащение необходимым инструментом, обеспечение удобства работы оснастки (полы, механизмы отката лекал и пр.).

Была проведена и работа с персоналом. На предприятии возродили институт «отличников качества». Они получают личные клейма БТК. И, кроме того, самими рабочими велось накопление статистики в журналах учета дефектов для реализации второго этапа проекта.

На основном производстве (заготовительно-штамповочном и механосборочном) прошла отладка механизмов обратной связи между цехами АСП и цехами-поставщиками, чтобы информация не «умирала» в сборочных цехах. На первом этапе этот механизм работал посредством рабочих групп: они сами анализировали информацию и предоставляли ее в цеха-поставщики.

«Если необходимо, мы ведем фотофиксацию с визуализацией ошибок, показывая рабочим, как эти ошибки могут привести к дальнейшим дефектам», — Алексей Грибачев, ведущий специалист отдела развития ТАНТК им. Г. М. Бериева.

На втором этапе это будет делаться с помощью журналов и аналитики с привлечением БТК. На третьем этапе весь этот процесс полностью будет выполняться БТК.

ЖУРНАЛЫ, АЛЬБОМЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ
Результатами реализации мероприятий в АСП стало, прежде всего, внедрение журналов ежедневного техосмотра стапельной оснастки. К сожалению, этот процесс идет медленнее, чем хотелось бы, из-за отсутствия 3D-моделей оснастки. Поэтому приходится подбирать ракурсы самих стапелей и их узлов, и с чертежей переносить спецификацию и технические указания по смазке лекал, механизмов и так далее.

Внедрены также альбомы 3D-моделей шпангоутов (с 1-го по 60-й). По отзывам самих рабочих это сильно упрощает сборку. Внедрены журналы учета дефектов, заполняемые самими рабочими.

Другими конкретными результатами реализации мероприятий по внедрению принципов «встроенного качества» на АСП стало оснащение стапелей светодиодными светильниками с углом поворота 360°, изготовление дополнительных приспособлений

для самой стапельной оснастки, приспособлений для установки шайб запорных устройств, приспособлений для внестапельной прессовки клепки.

ПОДСКАЗКИ РАБОЧИХ

Примером результатов по внедрению «встроенного качества» на основном производстве может служить аудит детали обшивки А200.3301.001.003, изготавливаемой на заготовительно-штамповочном производстве. Это достаточно сложная деталь трапециевидной формы, химически фрезерованная и формованная. Рабочая группа, в которую привлекли основных специалистов цехов, провела аудит по каждой операции. При этом велся протокол, в который записывалась каждая операция техпроцесса. При обнаружении любой ошибки производство этой детали останавливалось, рабочим объяснялось почему произошла ошибка и к какому дефекту она может привести. Определялось, какой инструмент «встроенного качества» или бережливого производства здесь можно применить, чтобы защитить данный процесс от ошибок.

Вот лишь один пример: рабочие, при выполнении заготовительной операции были сильно удивлены, когда поняли, что если неправильно отрезать деталь, не согласовав ее с направлением волокон, то все усилия на всех последующих операциях пойдут насмарку. Дело в том, что от направления волокон очень сильно зависит жесткость всей конструкции после химфрезеровки. Когда рабочие узнали, что от них зависит конечное качество продукта, они всерьез зауважали свой процесс.

Второй тоже яркий пример, о котором поведал Алексей Грибачев, — формообразование. В техпроцессе было записано: «Завести деталь в копировально-гибочную машину» и использовать при этом трех рабочих. Каким образом завести, как ее позиционировать, было непонятно. Согласно техпроцессу, рабочим оставалось лишь ориентироваться по базовым отверстиям, сделанным ими для разметки шаблона развертки детали. Но деталь прямоугольная, ее можно завести любым концом. Когда рабочего спросили: «Как ты сам думаешь, здесь можно защитить этот процесс?», он сказал: «Элементарно, просто переставьте операцию обрезки по контуру перед копировально-гибочной машиной. Тогда, после обрезки, у меня не останется вариантов по ее заводке в машину». Рабочие сами стали подсказывать, как сделать проще их техпроцесс.

«Мы вовлекаем рабочий персонал в решение вопросов на их участках, — говорит Алексей. — Составленный протокол ложится в основу плаката. Это визуализация, которую мы размещаем в цехах соответствующего производства, чтобы рабочие видели, как повлияют их возможные ошибки на дальнейшие дефекты. Если необходимо, мы ведем фотофиксацию с визуализацией ошибок, показывая рабочим, как эти ошибки могут привести к дальнейшим дефектам».

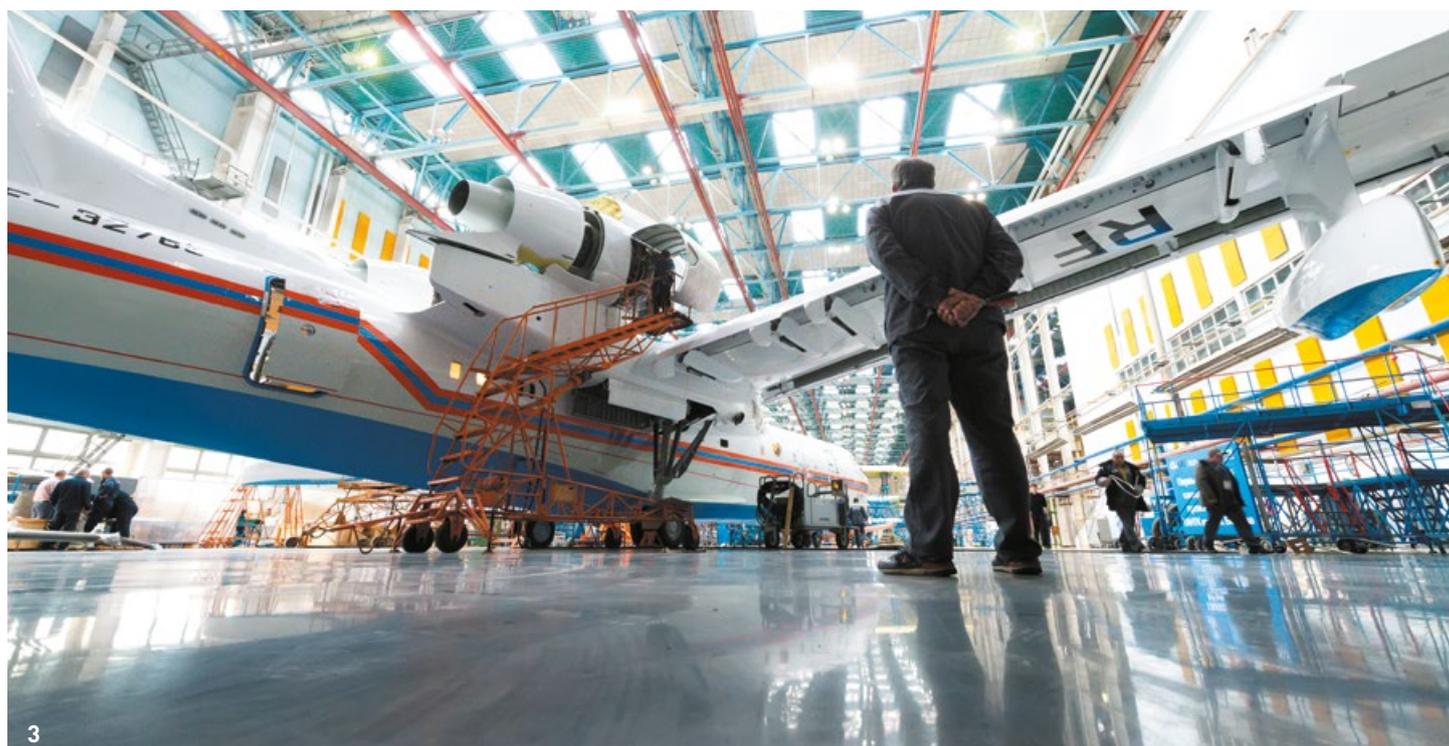
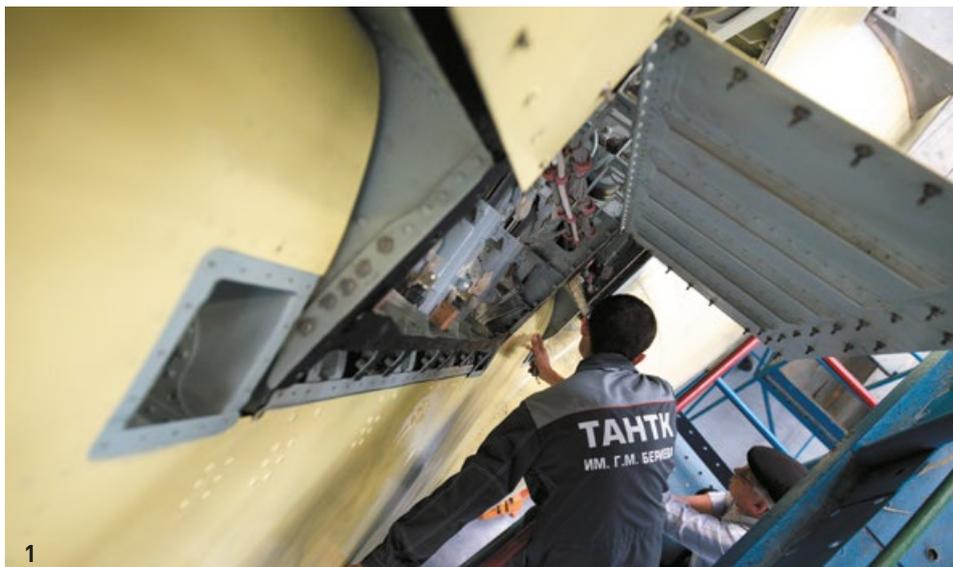
Надо заметить, что не всегда нужны такие подробные аудиты. Например, когда разбирали дефект при сборке шпангоутов с номерами 24, 30 и 31 выяснилось, что сборки для них — фрезерованные панели — поставляются с деформациями. Хотя они и претерпевают дальнейшую рихтовку, деформация остается, и их приходится подгонять в стапельной оснастке. При разборке техпроцесса выяснилось, что деталь изготавливается из поковки, в которой большие напряжения, освобождающиеся потом при фрезеровке. Заготовку просто заменили на плиту. Задача была 100-процентно решена. Обошлись лишь изменениями в конструкторской документации и извещением.

ГЛАВНОЕ — ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТЬ

В результате первого этапа внедрения системы «встроенного качества» количество деталей-представителей с несоответствиями, поступающих в цеха АСП, сократилось на 96%. Сократился более чем на 25% цикл сборочных работ в цехах АСП по деталям-представителям. По некоторым позициям (сборка шпангоутов 24, 30, 31) цикл сократился в 2–3 раза. Был реализован метод обучения персонала на производственных площадках без отрыва от производства. В процесс вовлекаются не только руководство цехов и основные производственные рабочие, но и специалисты основных служб цехов (ТБ, ПДБ, БТК, службы механика).

«Мы смогли подтвердить на практике в условиях завода работоспособность этой методики. Самое главное — мы убедились в том, что наш рабочий персонал заинтересован в изменениях», — говорит Алексей Грибачев. ➔

1-3. Сборка самолетов-амфибий Бе-200 в ТАНТК им. Г. М. Бериева.



Зима в Дзёмги

ЗИМНИЕ МЕСЯЦЫ — ОСОБОЕ ВРЕМЯ В ЖИЗНИ АЭРОДРОМНОГО КОМПЛЕКСА

Расположенный на территории Комсомольского-на-Амуре авиационного завода (КнААЗ) им. Ю. А. Гагарина аэродром Дзёмги в любое время года обеспечивает взлет и посадку любых самолетов — от истребителей до тяжелых «Русланов». Для того, чтобы его полоса всегда была доступна даже в самые снежные зимы, в автопарке аэродромных служб есть не только обычные бульдозеры и шнекороторные снегоочистители, но и мощный грейдер с отвалом 3 метра, и плужно-щеточно-продувочная машина. Действие романа Артура Хейли «Аэропорт» разворачивается на фоне мощнейшего снежного бурана. Именно такие экстремальные погодные условия позволили автору показать работу администрации аэропорта, наземных служб и летного персонала в условиях запредельных нагрузок. Все силы были направлены на то, чтобы аэропорт продолжал функционировать.

Дзёмги в Комсомольске-на-Амуре также готов противостоять любым натискам погодной стихии. И это неизбежно вытекает из его двойного назначения: аэродром используется для испытания выпускаемой заводом продукции, а также играет большую роль в обеспечении обороноспособности нашей страны.

СНЕЖНЫЙ ФРОНТ

Пограничное состояние между ночью и утром. Это время, когда ночь по часам уже формально закончилась, но зимняя темнота не отпускает город из своих объятий. Валит крупный снег. В безветренных местах высота сугробов подбирается к полуметровой отметке. Комсомольск-на-Амуре просыпается медленно и неохотно, а на аэродроме Дзёмги уже несколько часов кипит работа. Рычат мощные бульдозеры, натужно воют снегоочистительные машины.

Совместную битву со стихией за взлетную полосу ведут бойцы снежной группы

специализированного гаража Летно-испытательной станции КнААЗ им. Ю. А. Гагарина и военные Таллинского истребительного полка. Задача — в кратчайшее время подготовить аэродром к приему и отправке самолетов. Одновременно гагаринцы освобождают от снега подъезды к цеху № 21, приангарную территорию, площадки для слива керосина и вообще всю инфраструктуру Летно-испытательной станции.

«В обычное время бригада трактористов и аэродромных машин успевает подготовить аэродром к началу полетов к 10 часам, — объясняет заместитель начальника станции по обеспечению полетов Владислав Клименко. — Когда снега много или обледенение, тогда чуть пораньше выходим, в 5–6 утра, чтобы к началу дневной смены цех мог спокойно начать работу».

К приходу снежного сезона здесь готовы всегда. В арсенале есть вся необходимая техника. Особая гордость — мощный



грейдер с отвалом 3 метра, оснащенный специальным трехметровым навесным «снежным крылом».

Это оборудование, которое используется в таких северных странах, как Канада, Швеция, Норвегия, завод приобрел несколько лет назад. На тот момент оно было единственным в России в такой комплектации. Грейдер способен сдвигать, или, как говорят на испытательной станции, «нарезать» огромные снежные массы, которые потом остается только убрать бульдозером.

Другое новое, не менее эффективное оборудование, — плужно-щеточно-продувочная машина, которая позволяет толкать гораздо большее количество снега, чем комбинированная поливомоечная машина, сократить время на уборку полосы и уменьшить вероятность образования наката на полосе за счет одновременной «холодной» продувки.

Зима 2019 года уже проэкзаменовала аэродромные службы в первых числах декабря, но эталоном разгула снежной стихии здесь считают тайфун начала декабря 2014 года. Это был ценнейший опыт.

«Три дня валил снег с сильнейшим ветром, — рассказывает Владислав Клименко. — Аэродром был покрыт снегом от 0,5 до 1,5 метров в районе полосы. В одном месте южной части он был даже выше человеческого роста. В голове мелькнула мысль — как же мы это убирать-то будем?»

Гагаринцы справились. Сначала пустили по территории бульдозер и вышли к полосе. Шнекороторным снегоочистителем расчистили место для аэродромной плужно-щеточно-парковочной машины, которая предназначена для скоростной уборки снега, и приступили непосредственно к подготовке полосы к полетам.

«Машина пошла с напрягом, тяжело, раз за разом, но справилась, — рассказывает Владислав Клименко. — Уже на следующий день после тайфуна мы смогли принять тяжелый «Руслан». Вся светотехника оказалась засыпана. Пришлось вводить временное ограничение на прием самолетов только в дневное время».

Как и пять лет назад, в этом году стихия смогла приостановить полеты лишь на недолгое время расчистки полосы и прилегающих территорий.

Аэродром с железной дорогой
Аэродром Дзёмги, который находится в ведении КНААЗ им. Ю. А. Гагарина, сложен в эксплуатации, а по некоторым позициям уникален.

Это единственный аэродром в стране, который пересекает железная дорога. Причем, не только территорию аэродрома, но и саму взлетно-посадочную полосу! Необычный участок полосы находится в зоне особого внимания аэродромных служб.

«Особенность здесь такова, что покрытие состоит из нескольких слоев, и толщина их небольшая, — объясняет Владислав Клименко. — Со временем могут образовываться



Владислав Клименко

«Случайные люди у нас не задерживаются. Работать здесь могут только технически образованные сотрудники с соответствующими навыками, обладающие большим чувством ответственности», — Владислав Клименко, заместитель начальника Летно-испытательной станции по обеспечению полетов.

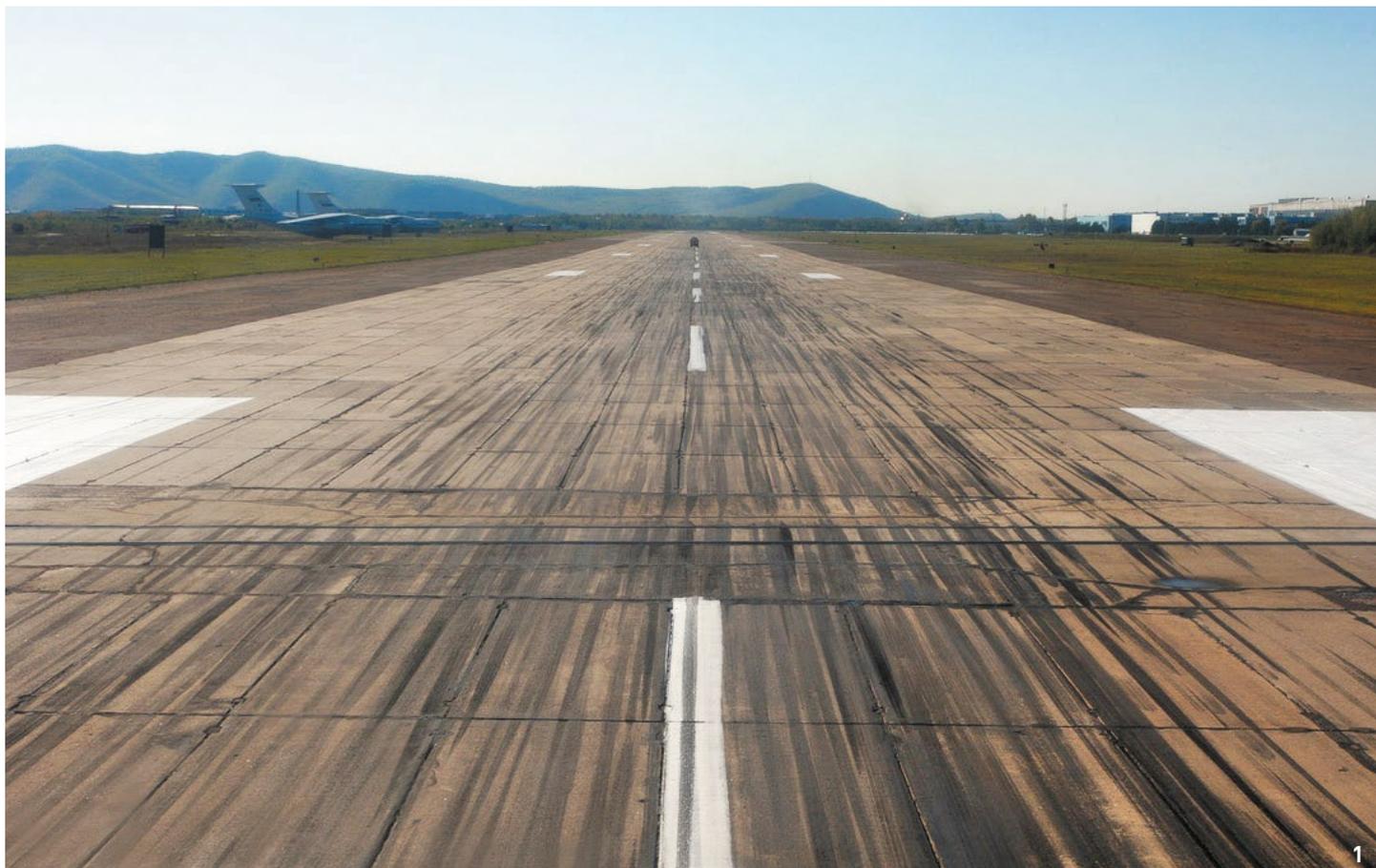
Аэродром Дзёмги

Аэродром совместного базирования государственной и экспериментальной авиации Дзёмги расположен на северо-востоке города Комсомольск-на-Амуре. Взлетно-посадочная полоса (ВПП) аэродрома имеет длину 2,5 км, ширину 80 м, покрытие — бетон.

Слово «дзёмги» произошло от нанайского словосочетания «деревянный дом». Стойбище с таким названием находилось на берегу реки Амур. Вблизи этого стойбища в 1932 году было начато строительство авиационного завода № 126, который позже стал носить имя Юрия Гагарина.

Первоначально взлетную полосу строили заключенные Нижне-Амурского исправительно-трудового лагеря, после их сменили военные строители. В процессе строительства длина полосы была увеличена почти на 1 км по настоянию командующего Особой дальневосточной армией Василия Блюхера.

Дзёмги примечателен тем, что является одним из немногих аэродромов в мире, главную взлетно-посадочную полосу которого пересекает железнодорожная линия. Подобное соседство самолетов и грузовых поездов есть сегодня еще в аэропорту новозеландского города Гисборн. Раньше железная дорога пересекала также полосу аэродрома в пакистанском Пешаваре.



сколы, расхождение твердых участков покрытия и так далее. Приходится ремонтировать монолитным материалом, полировать. Сложный участок».

Дзёмги — это полноценный аэродром совместного базирования с Таллинским авиаполком. С него совершаются полеты по учебно-тренировочной и боевой программе, на нем проводятся учения с привлечением средств ВКС России. Взлетно-посадочная полоса используется полноценно и транспортной авиацией, в том числе тяжелыми самолетами: Ил-76, Ан-124, топливозаправщиками Ил-78, а также вертолетами-гигантами, такими, как Ми-26.

Особые люди уникального аэродрома
За четкой и слаженной работой этого комплекса стоит труд многих специалистов.

«На аэродроме важен перехлест компетенций, нужно, чтобы человек не замыкался в своих должностных обязанностях, а нерешенный вопрос не зависал между инструкциями, — рассказывает Владислав Клименко. — Нельзя допускать ситуацию, когда самолет в воздухе, а здесь на земле какие-то неувязки».

Каждый, кто работает в службе обеспечения полетов — специалист высокого класса не только в своем деле, но и в других смежных областях. Сам Владислав Клименко в свое время окончил Томский институт автоматизированных систем радиоэлектроники. Его сокурсник и товарищ по студенческому строительству Сергей Строганов командует на

аэродроме объектами радиолокационной станции дальней зоны «Ландыш».

Таких асов радиоэлектроники и подобных сложных систем здесь большинство: начальник службы радиосветотехнического оборудования Дмитрий Швецов, начальник группы радиосвязи Сергей Щербаков, Андрей Николаев (выпускник Технического университета Комсомольска-на-Амуре) — всех не перечислить. Есть и династии. Руко-

Воздушное судно может взлететь или приземлиться лишь тогда, когда аэродром очищен, проверен и принят к эксплуатации.

водитель группы навигации Константин Чеботарь — сын Юрия Геннадьевича Чеботаря, от отца перенял дотошность и профессионализм. Всех работников аэродрома отличает активная жизненная позиция.

«Вот смотрите, — Владислав Клименко показывает на экраны видеонаблюдения, на которых, как на ладони, виден каждый уголок аэродрома. — В свое время вопрос создания системы объективного видеоконтроля витал в воздухе. Это была инициатива руководителя Летно-испытательной

станции Михаила Юрьевича Чипизубова. Он спросил — справится? Посоветовались и сказали — справимся. Поддержал и директор завода Александр Иванович Пекарш. То, что вы сейчас видите, сделано не сторонней организацией, а руками наших ребят: начальника группы радиосвязи Сергея Щербакова и инженера по радиолокации Юрия Гордиенко. Оптические линии связи у нас уже проведены, аэродромная кабельная сеть есть. Ребята выбрали оборудование, завод приобрел. Мы его получили, смонтировали, подключили пять камер, которые позволяют всю полосу просматривать, во время взлета и посадки. Такая система стоит у руководителя полетов и у меня».

Гараж аэродромно-технической службы оснащен по всем современным требованиям. Есть все необходимое, даже специальная тележка для измерения сцепления с грунтом.

Здесь все специалисты-практики. Регулярно проходят обучение в Санкт-Петербурге. Аэродромные рабочие — это боевые единицы, от которых безопасность и качество полетов зависит не меньше, чем от летчика. Взлетная полоса должна быть сухой и чистой, а коэффициент сцепления самолета с бетоном — не отклоняться от нормативов. В обычные дни аэродром проверяется ежедневно, в случае ухудшения погодных условий — каждые два часа.

А еще на аэродроме есть группа светотехнического обеспечения полетов, сокращенно, «СТОП». Она ухаживает за «светлячками», то есть обслуживает светосигнальные огни

малой интенсивности. Зимой это очень уязвимое оборудование, его легко повредить при очистке полосы после сильного снегопада. За каждым «светлячком» — особый надзор. Без него в темное время суток самолету не приземлиться.

Аэродром — это сложный механизм, каждая часть которого незаменима. При этом принципы его работы остаются простыми: техника всегда должна быть исправной и заправленной топливом, связь — четкой, аэротехнические средства — готовыми принять любой самолет. ➔

1. Тот самый железнодорожный переезд через ВПП аэродрома Дзёмги.
- 2-3. Снегоуборочная техника КНААЗ им. Ю. А. Гагарина.
4. Зимние полеты.





Со 140 дней до девяти

Цикл решения производственных вопросов на ульяновском заводе сократился на 93 %

Как сократить потери рабочего времени персонала завода на перемещение для решения проблемы на 80%? И как при этом сократить сразу на треть и время на устранение проблем на производственном участке, и время на проработку и передачу вопроса исполнителю, и время на исправление ошибок в содержании вопроса? Именно такие цели поставили сотрудники ульяновского завода «Авиастар-СП». Оказалось, все это возможно путем внедрения системы

поддержки производственного персонала в решении проблем. А результаты такого проекта даже превзошли ожидания.

Вся проблема оказалась в схеме реагирования при возникновении проблем на производственном участке от рабочих и бригадира до начальника цеха. На «Авиастаре» ранее использовалась схема передачи информации о проблемах «на словах» и «на бумажках». Рабочие передавали вопросы бригадиру в устной форме. Бригадир записывал вопрос на «Лист проблем и решений», размещенный

на бригадной доске. В случае отсутствия решения в установленный срок вопрос переносился бригадиром в лист проблем и решений мастера и далее — начальника цеха. При таком подходе бригадир терял значительное время на перемещения и перенос вопроса с одного листа на другой.

«Для дальнейшей работы был произведен анализ текущего состояния работы производственных участков, — рассказывает руководитель проекта, ведущий инженер «Авиастар-СП» Эльмира Шакирова. — При



Все важные операции проходят под контролем



В каждом цехе «Авиастар-СП» назначены ответственные для внесения возникающих проблем в автоматизированную систему поддержки персонала в решении проблем.



выполнении сменно-суточных заданий рабочий начинает задавать вопросы мастеру об отсутствии инструментов, заготовок, материалов или о наличии какой-либо проблемы, мешающей выполнению сменно-суточного задания. Мастер начинает решать вопросы каждого работника индивидуально. В данной ситуации отсутствует цепочка помощи решения проблемы на производственном участке. Тем самым цикл решения вопроса достигал до 140 дней!»

БРИГАДИРСКИЕ 5,5 КМ В ДЕНЬ

При пересмотре нормативной документации была разработана процедура реагирования при возникновении проблем на производственном участке. На первом этапе внедрения структуры поддержки производственного персонала в решении проблем бригада задавала вопросы в устной форме бригадиру, который записывал вопросы на «Лист проблем и решений», размещенный на бригадной доске. Далее вопрос передавался мастеру. О принятом решении мастер

информировал бригадира. В случае, если проблема не решена в установленные сроки, то вопрос передается начальнику цеха, который также при решении проблемы оповещал о принятом решении бригадира, или передавал вопрос в службы цеха. Эти службы также о принятом решении информировали начальника цеха и бригадира, либо передавали вопрос выше — в службы предприятия. Если проблема не решалась и там, то на этом этапе вопрос оставался нерешенным. При такой схеме передачи цикл решения проблемы достигал уже 80 дней. Это тоже не было решением проблемы.

Построенная диаграмма «спагетти» передвижения бригадира производственного участка выявила поразительный факт: расстояние, пройденное бригадиром за день для решения производственных проблем, могло достигать 5,5 км! В течение рабочего дня ему приходилось перемещаться от мастера до начальника цеха, ходить по службам цеха — в технологическое бюро, бюро технического контроля, планово-диспетчерское

бюро, бюро инструментального хозяйства и так далее.

Передача проблем по таким цепочкам сопровождалась колоссальным документооборотом. «Выяснилось, что у бригадиров и звеньевых в цехах основного производства размещено 310 «Листов проблем и решений», в которых значилось 1840 вопросов, у мастеров — 199 листов с 1370 вопросами, а у начальников цехов — на 25 листах 720 вопросов и проблем, требующих решений», — делится Эльмира Шакирова.

Разобраться с этой кипой бумаг можно было только перейдя на электронные методы и внедрив автоматизацию контроля выполнения заданий на месте. Было предложено сменно-суточные задания выдавать бригаде в электронном виде. При их выполнении возникшие проблемы должны автоматически переходить от рабочих бригадиру, от него, в случае невозможности решения, выше — к мастеру, начальнику цеха, начальнику производства, директору по функционалу и так до управляющего директора. Причем время



решения проблемы должно было составлять не более 24 часов.

Реализация проекта началась на «Авиастар-СП» в 2016 году. На этапе разработки нормативной документации были изучены инструкции и положения, действующие на предприятии. Рассмотрев всю нормативную документацию, были внесены изменения в положение. Кроме того, была разработана процедура назначения ответственных по подразделениям для внесения возникающих проблем в автоматизированную систему. Всего по подразделениям, в каждом цехе было назначено 25 таких ответственных. Появилась и система их мотивации в зависимости от количества внесенных в автоматическую систему проблем.

Вот «дом», который построил «Авиастар-СП»

Есть известное английское народное детское стихотворение «Дом, который построил Джек». Это, так называемая кумулятивная, или рекурсивная сказка. При всей ее комичности она отличается четкой структурой и показывает, как разные предметы и люди косвенно связаны с другими вещами и людьми, показывает все компоненты во взаимосвязи. Примерно такую же кумулятивную, хорошо структурированную и логичную цепочку было решено построить и на ульяновском заводе.

Теперь схема поддержки производственного персонала в решении проблем работает на «Авиастар-СП» так. Бригада задает вопросы в устной форме бригадиру, который заносит их в «Лист проблем и решений», размещенный на бригадной доске, установленной на участке. Далее диспетчер в базе данных электронного определения изделия выбирает раздел «Лист проблем и решений». В перечне листов он находит по номеру цеха и фамилии бригадира необходимый лист,

в котором возникла проблема. В случае, если такого листа на данного бригадира еще не существует, он создает его заново. Далее диспетчер вносит информацию с бумажного «Листа проблем и решений» в электронную форму. При внесении вопросов диспетчер по классификатору проблем определяет ее тип для дальнейшего определения пути передачи проблемы.

В зависимости от типа проблемы она передается мастеру цеха, в технологическое бюро, планово-диспетчерское бюро, бюро технического контроля, бюро инструмен-

В результате реализации проекта время цикла на устранение проблем в цехах основного производства «Авиастар-СП» сократилось на 93%.

тального хозяйства, заместителю начальника цеха или в иные службы цеха. О принятом решении служба информирует бригадира.

В случае, если проблема не решена в установленные сроки, то вопрос передается начальнику цеха. Начальник цеха ежедневно получает на электронную почту письма с нерешенными вопросами. О принятии решения начальник цеха также информирует бригадира. Если в установленные сроки проблема не решена и им, то вопрос передается начальнику производства. Он передает вопрос службам предприятия, которые в случае решения проблемы информируют началь-

ника производства, который в свою очередь информирует начальника цеха, а тот — бригадира. В этой цепочке передачи вопрос, не решаемый службами предприятия, остается без решения.

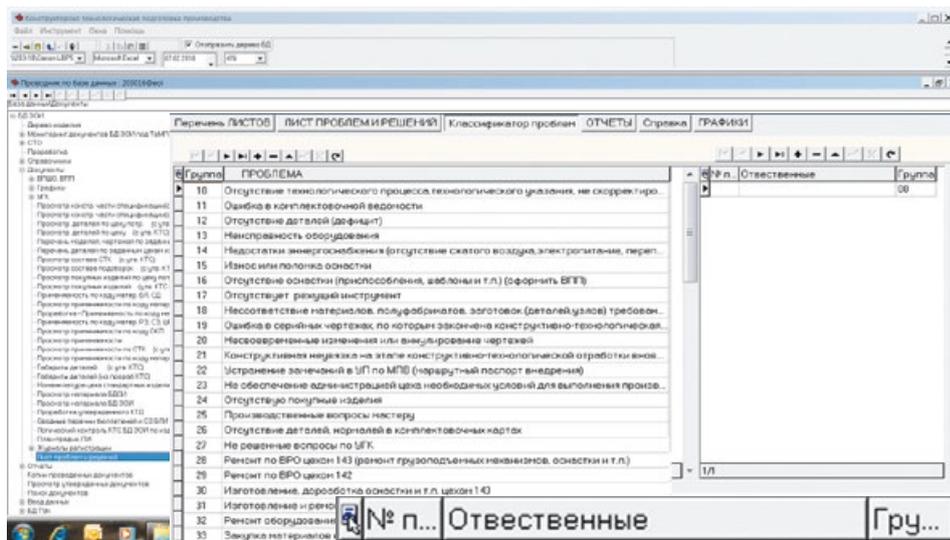
НОВЫЕ ЭТАПЫ И ПУНКТЫ

На третьем этапе в цепочку принятия решения были включены директора по направлениям. Теперь они передают вопрос службам предприятия, которые в свою очередь о принятом решении информируют всех заинтересованных лиц по цепочке. Но и на уровне директоров есть вопросы, которые требуют решения на вышестоящем уровне.

Тогда на четвертом этапе в цепочку принятия решения был включен управляющий директор. О принятом решении он информирует директоров по направлениям, которые в свою очередь информируют всех остальных заинтересованных лиц по цепочке.

Управляющий директор на первом этапе внедрения автоматизированной системы мог рассматривать отчеты только в табличном виде и только по конкретным ответственным, за которыми числились вопросы. В дальнейшем были разработаны графические отчеты. Среди них — отчет о количестве внесенных вопросов по месяцам, отчет о количестве внесенных вопросов по цехам, отчет о количестве вопросов за каждым ответственным на текущий день, отчет по нерешенным вопросам по исполнителю на текущий день, а также отчет о количестве закрытых вопросов по месяцам.

Также в ходе внедрения автоматизированной системы был дополнен классификатор проблем с учетом невозможности корректно классифицировать ряд вопро-



Классификатор проблем, возникающих в производстве, был дополнен

№ п...	Ответственные	Гру...
1	ТБ цеха	16
2	Зам. нач. цеха по п/п	16
3	Нач. цеха	16
4	Нач. производства	16
5	Гл.технолог	16
6	Технический директор	16



сов, возникающих в производстве. К уже существовавшим 14 пунктам добавились еще 19. И сегодня классификатор пополняется постоянно.

Кроме того, была рассмотрена и оптимизирована цепочка передачи проблем с учетом процедуры обращения. Разработана инструкция по процедуре реагирования при возникновении проблем на производственном участке. Эта инструкция включает:

- порядок работы процедуры реагирования при возникновении проблем на производственном участке;
- организация работ в автоматизированной системе реагирования при возникновении проблем на производственном участке (мотивация ответственных за работу в автоматизированной системе);
- организация контроля решения проблем (наказание ответственных за непринятие мер по устранению проблемы).

9 ДНЕЙ НА ВСЕ

Сначала такая система была внедрена на основном производстве «Авиастар-СП», кроме производства технологической оснастки.

Подводя итоги, можно сказать, что в результате реализации проекта время цикла на устранение проблем сократилось на 93%: со 140 дней в 2016 году и 80 дней в 2017-м до 9 дней в 2018 году. Повысилась эффективность работы персонала: сократились расстояния

на перемещения по предприятию на 55% — с 5 394 м в 2016 году до 2 373 м в 2018-м. Время на проработку и передачу вопроса снизилось на 41%: с 22 мин. при работе с бумажными носителями до 13 мин. при электронном документообороте. Время на исправление ошибки в содержании вопроса снизилось на 30% — с 16 мин. на бумажных носителях до 11 мин. при электронном документообороте.

«Чтобы не останавливаться на достигнутом, нами были разработаны дальнейшие шаги реализации проекта, — говорит Эльмира Шакирова. — Это совершенствова-

ние системы поддержки процедуры реагирования при возникновении проблем на производственном участке. Также распространение данной системы на производство технологической оснастки». Кроме того, планируется организовать взаимосвязь системы поддержки процедуры реагирования при возникновении проблем с невыполнением сменно-суточного задания. Еще одна цель — утверждение инструкции по процедуре реагирования при возникновении проблем на производственном участке. ➔



Проблемы на производственном участке теперь решаются быстрее

Задача с несколькими переменными

50 ЛЕТ НАЗАД СОСТОЯЛСЯ ПЕРВЫЙ ПОЛЕТ ОПЫТНОГО ФРОНТОВОГО БОМБАРДИРОВЩИКА СУ-24

Фронтовой бомбардировщик Су-24 прошел тернистый путь вместе со своими создателями: исходно задуманный как модификация истребителя-бомбардировщика Су-7Б, он сперва превратился во всепогодный штурмовик укороченного взлета и посадки, а позднее — во фронтовой бомбардировщик с крылом изменяемой стреловидности.

Один из первых в Советском Союзе авиационных комплексов, он увязывал в себе значительную боевую нагрузку и широкий радиус действия, способность проникать на территорию противника на сверхмалых высотах в режиме обигания рельефа местности и наносить удары по различным наземным и надводным целям. Значительный модернизационный потенциал обеспечил самолетам Су-24 долгую прописку в составе российских военно-воздушных сил.

«Фехтовальщики» (Су-24 по кодификации НАТО обозначаются Fencer) до сих пор используются российскими Воздушно-космическими силами. Базируются они и на территории российской авиабазы Хмеймим, успешно справляясь с поставленными боевыми задачами. А ведь с момента первого полета опытного самолета прошло уже полвека.

КОРОТКИЙ ВЗЛЕТ

«Тема получила индекс Т-58М, ставший вскоре совершенно секретным. Нам надо было срочно придумать заводское обозначение (помните: Т-3, Т-4, Т-5), и я счел естественным присвоить самолету индекс Т-6, — писал в своих воспоминаниях авиаконструктор ОКБ Сухого Олег Сергеевич Самойлович. — Ирония заключалась в том, что делать новый

самолет мы не имели права (в стране царила ракетная истерия), мы могли создавать только модификации».

На самом деле это была совершенно новая машина, у которой, дабы отстоять эту тему под флагом модификации, были сохранены конфигурации крыла, горизонтального и вертикального оперения от перехватчика Т-58 (Су-15). Кроме того, требовалось завязать в единый авиационный комплекс большое количество разнородных систем. Сделать ударный самолет, способный летать на сверхзвуке у самой земли оказалось весьма непростой технической задачей.

Много было сломано копий при создании самолета, который помимо всего прочего должен был осуществлять короткий взлет и посадку с длиной разбега до 400 м, в том числе, на грунтовые полосы. Для этого

Су-24





T6-1 на летно-испытательной станции ОКБ Сухого

«Ирония заключалась в том, что делать новый самолет мы не имели права (в стране царил ракетная истерия), мы могли создавать только модификации», — Олег Сергеевич Самойлович, авиаконструктор ОКБ Сухого.

рекомендовалось применение вертикально-подъемных двигателей. В итоге первый опытный образец Т6-1 оснастили двумя двигателями АЛ-21 и четырьмя вертикально-подъемными двигателями РД-36-35.

Т6-1 был облетан 2 июля 1967 года. Однако опыт, полученный по результатам его испытаний, показал, что включение вертикально-подъемных двигателей резко изменяло балансировку самолета вблизи земли, что делало посадку очень затруднительной, что называется — на грани «циркового номера». В связи с этим Павел Осипович принял решение о проработке варианта самолета с крылом изменяемой геометрии.

Учим матчасть

Правильным решением стало использование крыла изменяемой стреловидности (КИС). Будущий Су-24 проектировался «с оглядкой» на американский бомбардировщик F-111, хотя говорить о копировании было бы неправильно. Проработки варианта Т-6 с крылом изменяемой стреловидности начались в 1967 году под руководством ведущего конструктора Самойловича, который начал работу с изучения зарубежного опыта в рамках своей командировки на международную авиационную выставку в Ле Бурже. Там за ограждением с охраной был выставлен натурный образец F-111.

«В первый день я фотографировал F-111 издали. Но меня интересовали прежде всего детали: конструкция воздухозаборника и сопла, подвеска горизонтального оперения, количество и размер эксплуатационных люков и т.д. Поэтому на второй день я набрался храбрости, чтобы фотографировать машину уже вблизи, — рассказывает Самойлович в своей книге «Рядом с Сухим. Воспоминания авиаконструктора». — На третий день я уже обнагел до того, что стал снимать самолет «в упор», сопровождая каждый кадр подробным комментарием в записной книжке. Мое пристальное внимание к F-111 не осталось незамеченным: на четвертый день, как только я приготовился



T-6-2И



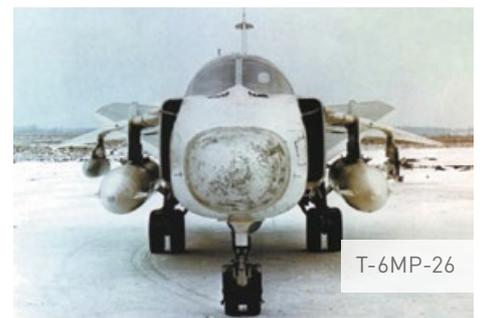
T-6-3И



T-6-4И



T-6-8М



T-6MP-26

к съемке, внезапно двое из охраны самолета начали фотографировать с обеих сторон уже меня. Вот так я в первый раз «засветился». К F-111 я, разумеется, уже не подходил. Впрочем, это было и не нужно. За первые три дня мне удалось сделать более сотни уникальных подетальных кадров, которые потом очень помогли нам при создании самолета Су-24».

На всех стадиях работы самое непосредственное участие в проектировании принимал сам Павел Осипович Сухой. Впервые в СССР предусмотрели установку пилонов для подвески внешней нагрузки на подвижных частях крыла.



Евгений Сергеевич Фельснер

«Неумолимый» Фельснер

Интересный эпизод описывает в своей книге «Рядом с Сухим. Воспоминания авиаконструктора» авиаконструктор ОКБ Сухого Олег Сергеевич Самойлович:

«Я обязан отдать должное Главному конструктору Евгению Сергеевичу Фельснеру. Когда максимальный взлетный вес самолета достиг 39,7 тонн, Фельснер взорвался: «Хватит, это предел, и я больше никому не дам ни килограмма». И когда к нему приходили с каким-либо предложением по улучшению конструкции, систем или состава бортового оборудования, Фельснер был непреклонен, если при этом не было встречных предложений по снижению веса. Вот этот предельный взлетный вес он сумел удержать и на модификациях Су-24М, Су-24МП и Су-24МП. В этом огромная заслуга Фельснера. Он был настоящим Главным конструктором, который умел держать разработчиков в руках. В начале 1975 года самолет закончил совместные Государственные испытания и был принят на вооружение ВВС, но уже в качестве фронтового бомбардировщика, а не штурмовика».

Самолет спроектировали и построили всего за 26 месяцев: его первый вылет состоялся в январе 1970 года, а уже в 1971 году самолет был запущен в серию. По уровню секретности создание Су-24 можно сравнить разве что с МиГ-31 и Ту-22МЗ. В СССР Су-24 впервые публично показали только в 1989 году.

Все дальнейшее развитие проекта шло в очень непростых условиях. Можно отметить, например, что с момента выдачи тактико-технического задания военные постоянно меняли свои требования к самолету, наращивали номенклатуру средств подвески, максимальную боевую нагрузку, которая выросла с 5-ти до 8 тонн, что, естественно, отражалось на размерности машины, тяге двигателей, аэродинамике.

Новизна и принципиальная сложность решаемых задач стали причиной удлинения

сроков создания самолета. В полном объеме программу госиспытаний Т-6 удалось завершить только летом 1974-го. Однако полученный результат полностью оправдывал затраченные усилия: принятый на вооружение в феврале 1975-го под обозначением Су-24,

Военные заказчики в ходе создания самолета постоянно меняли свои требования к нему: максимальная боевая нагрузка выросла с 3-х до 8 тонн!

он стал первым в СССР ударным самолетом тактической авиации, обеспечивающим круглосуточное и всепогодное применение. Это было достигнуто благодаря установке прицельно-навигационной системы (ПНС), в состав которой входила двухдиапазонная прицельная РЛС и специализированный радиолокатор, предназначенный для обеспечения автоматизации полета с облетом рельефа местности на малых и сверхмалых высотах. Последнее было жизненно необходимо для снижения уровня потерь от средств ПВО противника. В состав ПНС в качестве вычислителей (кстати, впервые в отечественной практике) входила БЦВМ, а в состав вооружения — управляемые ракеты класса «воздух-земля» и «воздух-воздух». Су-24 предназначались, в том числе и для нанесения ударов ядерными боеприпасами, а потому



все эти самолеты в ВВС СССР получили «противоатомную» окраску светло-серого цвета с белыми передними кромками крыла и оперения, белыми нижними поверхностями.

Первый полет опытный образец Су-24 (Т6-2И) выполнил 50 лет назад — 17 января 1970 года. Пилотировал самолет летчик-испытатель Владимир Сергеевич Ильющин. Именно на этой машине появилось стилизованное изображение лучника. Позднее эта эмблема стала неотъемлемым атрибутом самолетов ОКБ Сухого.

Летчикам, которые получили в строевые части первые фронтальные бомбардировщики Су-24, приходилось нелегко — при пилотировании требовались хорошие знания «анатомии» самолета, его особенностей. А их у Су-24 хватало.

Пожалуй, самым важным в его конструкции стало применение крыла изменяемой стреловидности в диапазоне от 16 до 69 градусов. Минимальная стреловидность обеспечивала хорошие взлетно-посадочные характеристики. Максимальная применялась для полетов на больших дозвуковых скоростях и сверхзвуковых скоростях. Существовало также два промежуточных положения. Угол 35 градусов обеспечивал крейсерский дозвуковой режим, а угол в 45 градусов — боевое маневрирование.

«НЕ УСПЕЛ ОПОМНИТЬСЯ — ОПУСКАЮСЬ НА ПАРАШЮТЕ»

Впервые в отечественной практике для двухместных самолетов такого класса была применена схема расположения экипажа «рядом» и новые катапультные кресла К-36, обеспечивающие спасение во всем диапазоне высот и скоростей полета.

С этими креслами связан один интересный случай. В качестве предистории стоит отметить, что по настоянию военных для штурмана ввели свою ручку управления. Ручка стандартной длины перекрывала индикатор электронно-оптического визира, поэтому ее укоротили, но, несмотря на протесты со стороны специалистов из ОКБ, оставили в кабине.

Началось освоение самолета. И тут из первой дивизии самолетов Су-24, дислоцировавшихся в городе Шяуляе на севере Литвы, пришло сообщение — произошло самопроизвольное катапультное штурмана из самолета, находящегося на стоянке. В рапортах это происшествие излагалось примерно так:

Летчик: «Сел в кресло, пристегнулся, запустил двигатели, вдруг справа оранжевое пламя. Посмотрел направо — штурмана нет, посмотрел вверх — он опускается на парашюте».

Штурман: «Сел в кресло, пристегнулся, летчик запустил двигатели, вдруг меня притянуло к креслу и выбросило из самолета. Не успел опомниться — опускаюсь на парашюте».



1, 3-4. Подготовка к полетам.
2. ПАРА Су-24 в воздухе.



То есть произошло катапультирование на режиме высота «0» и скорость «0», хотя кресло К-36 проектировалось на режим высота «0» и скорость «70 км/ч». Как потом выяснилось, это непроизвольное катапультирование произошло именно из-за короткой ручки управления. После запуска двигателей в гидросистеме появилось давление, горизонтальное оперение стало отклоняться вверх, в нейтральное положение, ручка управления пошла вперед и потянула держки катапультирования сидения, то есть привела в действие систему катапультирования. Созданная конструктором Гаем Ильичом Севериным система аварийного покидания спасла жизнь штурмана, и это стало первым в СССР прецедентом успешного катапультирования на нулевой скорости. На основании полученного опыта была доработана конструкция держек — они стали более плотно прилегать к внутренней стороне ног летчика, а под горизонтальное оперение, находящееся в нейтральном положении, стали устанавливать упор с красным флажком.

О МОДЕРНИЗАЦИИ И НЕ ТОЛЬКО

В 1983 году на вооружение ВВС СССР был принят модернизированный вариант самолета — Су-24М. Обновленные фронтовые бомбардировщики получили усовершенствованную прицельно-навигационную систему с возможностью применения управляемых ракет и авиационных бомб с лазерным и телевизионным наведением. Примером может

В ходе перелета в рамках учений «Восток 2010» с аэродрома Джидда (Бурятия) в Воронеж дозаправка Су-24М впервые осуществлялась целых три раза, а экипаж в общей сложности провел в воздухе 7 часов.

служить ракета Х-59М «Овод», дальность действия которой составляет более 100 км. Могут они нести и тактические атомные бомбы. Для защиты от излучения на самолете существуют светозащитные шторки, которые также используются и для тренировочных полетов (так называемые полеты «под шторкой»). Вообще, по количеству и номенклатуре вооружения Су-24 не имел аналогов во фронтовой авиации — до 8 тонн боеприпасов на восьми точках подвески.

Также на Су-24М установили улучшенный бортовой комплекс обороны, который предупреждает экипаж о радиолокационном облучении, своевременно определит пуски ракет противника и защитит самолет. Су-24М, как и его предшественник, умеет ориентироваться и применять оружие в любую погоду

и в любое время суток, что крайне необходимо в условиях реальных боевых действий.

Боевой радиус действия самолета был существенно увеличен за счет установки системы дозаправки топливом в воздухе. Вообще Су-24М стал первым в нашей стране фронтовым самолетом, оснащенным системой дозаправки в воздухе. Для этого машину оборудовали выдвигной штангой. Дозаправка осуществляется как от воздушного танкера Ил-78, так и от другого самолета Су-24М, оборудованного соответствующим образом. Дальность полета с дозаправкой увеличивается почти вдвое и составляет более 4000 км. Развернутое серийное производство самолетов типа Су-24 продолжалось вплоть до 1991 года, за это время было выпущено почти 1500 самолетов в пяти основных модификациях, в том числе для поставок на экспорт.

Постепенно на смену бомбардировщикам Су-24М в ВКС России приходят самолеты поколения 4++ Су-34, тем не менее, списывать «фехтовальщика» со счетов пока рано. Карьера этого без преувеличения этапного для ОКБ Сухого самолета еще не завершена. До сих пор они остаются основным типом самолетов фронтовой бомбардировочной авиации наших ВВС, в том числе, благодаря тому, что постоянно модернизируются и совершенствуются.

Благодаря очередной такой модернизации на свет появился Су-24М2, в рамках трехлетнего гособоронзаказа заключительная партия обновленных фронтовых

бомбардировщиков поступила в части в 2009 году. На самолетах было установлено новое оборудование, узлы и агрегаты, в результате чего значительно увеличилась их боевая эффективность.

Пройдя значительный «апгрейд», обновленные Су-24М исключительно хорошо проявили себя в ходе боевых операций в Сирийской Арабской Республике. ➔

1. Перед полетом.

2-4. Ремонт Су-24 на 514 АРЗ во Ржеве.

5. Самолет-памятник Су-15 на территории 514 АРЗ.



Испытатели

Летчики ОАК проводят всесторонние испытания самолетов, демонстрируют их заказчикам и посетителям выставок

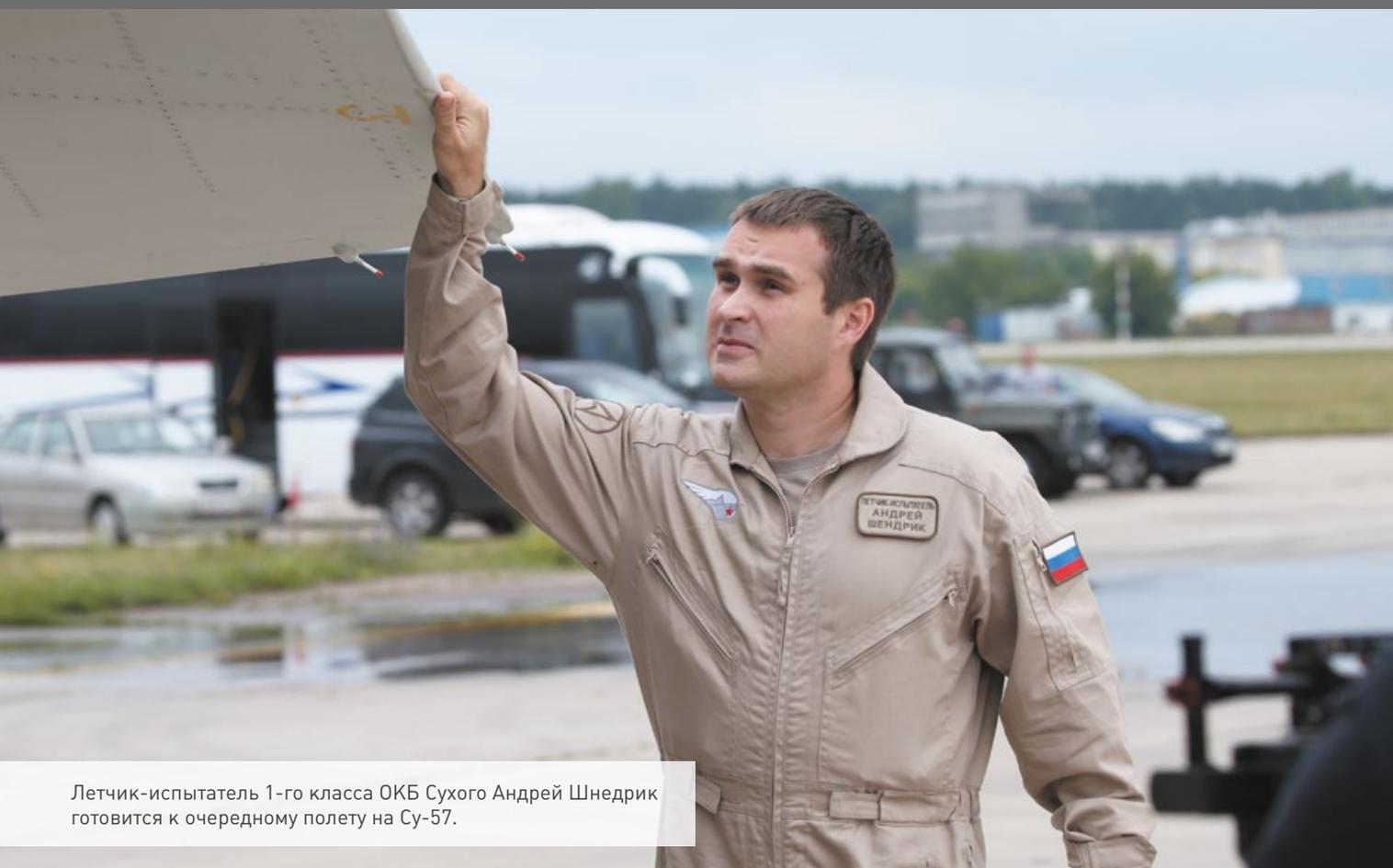




Василий Севастьянов (слева) и Андрей Воропаев – летчики-испытатели 1-го класса ОКБ им. А. С. Яковлева (корпорация «Иркут») представляют учебно-боевой самолет Як-130.



Шеф-пилот компании «Сухой», Герой Российской Федерации, заслуженный летчик-испытатель РФ Сергей Богдан в кабине Су-35.



Летчик-испытатель 1-го класса ОКБ Сухого Андрей Шендрик готовится к очередному полету на Су-57.



Летчик-испытатель 1-го класса ОКБ Сухого Тарас Арцебарский рассказывает тележурналистам о Су-57.



Герой Российской Федерации, заслуженный летчик-испытатель РФ Вячеслав Аверьянов (корпорация «Иркут») готовится к полету на экспортном Су-30МКИ.



Летчик-испытатель корпорации «Иркут» Евгений Аверьянов испытывает истребители Су-30СМ производства Иркутского авиазавода.



Шеф-пилот РСК «МиГ», Герой Российской Федерации, заслуженный летчик-испытатель РФ Михаил Беляев после демонстрационного полета на МиГ-35.



Ведущий летчик-испытатель РСК «МиГ» Дмитрий Селиванов на полях МАКС-2019 рассказывает о новом МиГе-35.



Начальник летной службы компании «Гражданские самолеты Сухого», заслуженный летчик-испытатель РФ Сергей Коростиев пригнал SSJ100 для показа в аэропорт Внуково.



Летчики-испытатели ОКБ им. А. С. Яковлева (корпорация «Иркут») Василий Севастьянов и Олег Мутовин, штурман-испытатель Сергей Кудряшов и ведущий инженер по летным испытаниям Николай Фонулин выполнили первый зарубежный полет самолета МС-21-300, прилетев на нем в Стамбул для участия в фестивале авиации, космоса и технологий Teknofest 2019.



Шеф-пилот Авиационного комплекса им. С. В. Ильюшина, Герой Российской Федерации, заслуженный летчик-испытатель РФ Николай Куимов после первого полета Ил-112.



ОАК

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



MC-21

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru



OAK

ОБЪЕДИНЕННАЯ
АВИАСТРОИТЕЛЬНАЯ
КОРПОРАЦИЯ

НОВАЯ АВИАЦИЯ РОССИИ



Su-57

www.uacrussia.ru
office@uacrussia.ru