

КОНКУРСНАЯ РАБОТА

на участие в конкурсе «Авиастроитель года»  
по итогам 2023 года

в номинации «За успехи в создании систем и агрегатов для авиастроения»

по теме «Модернизация систем силовой  
установки самолета Ту-160 с целью существенного увеличения  
возможностей дальней авиации»

Коллектив авторов:

Начальник ПКЦ «Силовые установки», к.т.н., Олишевский Дмитрий Александрович

Начальник отдела, Жданов Анатолий Вадимович

Начальник бригады, к.т.н., Агеев Артём Геннадьевич

Москва, 2024

## **Введение**

Модернизация систем силовой установки самолета Ту-160 с целью существенного увеличения возможностей дальней авиации в интересах повышения обороноспособности Российской Федерации проведена для ряда систем, а именно:

- комплекса управления топливом и центровкой;
- электронной системы управления и контроля двигателями;
- резервного индикатора параметров двигателя;
- системы управления воздухозаборными устройствами;
- оборудования пожарной сигнализации и пожаротушения;
- контрольно-проверочной аппаратуры для системы управления и контроля силовой установки.

## **Описание выполненной работы**

Основная концепция, принятая за основу при модернизации систем силовой установки сверхзвукового самолета дальней авиации, заключается в сочетании современных апробированных конструкторских и технических решений с применением не только передовых технологий и методов проектирования и достижений промышленности, но и новых, вновь разработанных и обобщенных схемных решений, конструкций и комплектующих изделий.

Оригинальные технические решения, реализованные в рамках модернизации систем силовой установки, позволили:

- Расширить возможность контроля и диагностики технического состояния двигателя и системы автоматического управления двигателями за счет применение в электронных блоках современной элементной базы и резервирования функций контроля;
- Разработать спецстойкий резервный индикатор параметров двигателя и воздухозаборника на основе плазменного видеомодуля отечественного производства;
- Разработать современную контрольно-проверочную аппаратуру на базе всепогодного портативного компьютера в спец. варианте с сертифицированной

ФСТЭК операционной системой с встроенными верификационными средствами защиты информации и специального программного обеспечения для осуществления эксплуатации сверхзвукового самолёта, оборудованного двигателями новой серии и цифровыми электронными системами управления и контроля двигателя и воздухозаборника;

- Объединить в единую цифровую электронную систему управления и контроля силовой установки, используя современные аппаратные решения и отечественные комплектующие в спецстойком варианте, функции систем базового самолета: электронной систему управления двигателем, системы управления сверхзвуковым воздухозаборником, системы контроля силовой установки, системы наработки и числа запусков двигателей, аппаратуры контроля вибрации, системы управления маслопитанием, системы запуска двигателя на земле и в полете;

- Объединить функции отдельных аналоговых систем: системы управления расходом топлива, системы управления балансировочной перекачкой, системы измерения топлива, системы управления заправкой и дозаправкой топлива – в едином цифровом комплексе управления топливом и центровкой;

- Снизить массу самолета и освободить пространство в технических отсеках за счет демонтажа устаревших аналоговых систем и применения взамен их современных цифровых систем значительно меньшей массы, габарита и состава;

- Реализовать ввод и изменение информации о параметрах заправляемого топлива и характеристиках «сухого» самолета с пульта контроля и управления топливной автоматикой;

- Реализовать дополнительные режимы заправки топлива по заданным программам в ручном и автоматическом режимах для полного охвата и увеличения диапазонов загрузки и центровки самолета;

- Реализовать вывод информации о работоспособности и функционировании систем и состоянии агрегатов на полноценные цифровые кадры отображения информации для топливной системы, двигателя и воздухозаборника;

- Увеличить полноту встроенного контроля исправности электронных систем в фоновом и расширенном режимах с выдачей результатов самоконтроля в бортовые системы регистрации и индикации;
- Аналитически доказать влияние прогиба крыла самолета на показания массы топлива в крыльевых баках;
- Уточнить математическую модель комплекса управления топливом и центровкой для расчета массы топлива в баках в результате перетекания топлива при эволюциях самолета, а именно с учетом динамически изменяющихся показателей;
- Разработать конструкцию топливного крыльевого кессон-бака для исключения негативных последствий перетекания невырабатываемого остатка топлива при маневрировании самолета за счет предотвращения возникновения скачкообразных изменений показаний уровня топлива и центровки на приборной панели летчиков;
- Разработать дополнительные методы улучшения схемы протектирования топливных баков для повышения эффективности адсорбирующих и десорбирующих свойств наполнителя;
- Внедрить мероприятия по устранению неравномерности выработки топлива на опытных самолетах с двигателями разных серий;
- Парировать неравномерности выработки топлива перекрестным питанием двигателей вручную при работе автомата расхода в автоматическом режиме без перехода в ручной режим работы;
- Разработать новый комбинаторно-адаптивный подход к проектированию системы пожарной защиты и выбору очередей пожаротушения;
- Повысить эффективность работы централизованной системы пожаротушения благодаря аналитической системе контроля за техническим состоянием магистральных трубопроводов и распылительных коллекторов;
- Оптимизировать составную конструкцию РУД с изменяемой длиной рычага, отвечающую требованиям соблюдения безопасного зазора при

протаскивании катапультного кресла и требованиям эргономики для удобства работы.

### **Вывод**

В рамках глубокой модернизации сверхзвукового самолета Ту-160 решена задача создания современных цифровых систем силовой установки, в частности комплекса управления топливом и центровкой, электронной системы управления и контроля двигателями и воздухозаборными устройствами, системы пожарной защиты, резервного индикатора параметров двигателя, а также контрольно-проверочной аппаратуры для их последующей эксплуатации. Для решения задачи определен облик цифровых систем, разработаны, обобщены и внедрены новейшие методы по управлению и контролю за средствами пожаротушения и комбинаторно-адаптивному проектированию централизованной системы пожарной защиты, реализованы мероприятия по оптимизации и повышению эффективности топливной системы, устранению неравномерности выработки топлива на опытных самолетах с двигателями разных серий и исключению перетекания невырабатываемого остатка топлива в крыльевых баках при маневрировании самолета, разработана и испытана цифровая электронная система управления силовой установкой, объединяющая в себе функции ряда систем базового объекта (контроль и управление двигателем, контроль и управление сверхзвуковым воздухозаборником, контроль маслосистемы, управления всеми видами запуска, защиту силовой установки на опасных режимах работы) что стало залогом выполнения программ модернизации и возобновления производства сверхзвуковых самолетов дальней авиации.

### **Заключение**

Важным итогом создания современных цифровых систем силовой установки сверхзвуковых самолетов стал пилотируемый полет в феврале 2024 года на модернизированном самолёте Ту-160М президента Российской Федерации, отметившего хорошую управляемость и высокую надежность нового изделия, в том числе благодаря существенному повышению отказобезопасности и

контролепригодности систем маршевых двигателей по сравнению с системами базового самолета. За успехи в создании модернизированных систем силовых установок изделий авиационной техники коллектив авторов отмечен стипендиями Министерства промышленности и торговли Российской Федерации за выдающийся и значительный вклад в создание прорывных технологий и разработку современных образцов вооружения, военной и специальной техники в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

### **Основные публикации по результатам выполненной работы**

1. Пат. на изобретение. Топливный бак в консоли крыла самолета / Агеев А.Г., Жданов А.В., Галанова А.П. – RU 2815125 С1 от 11.03.2024;

2. Агеев А.Г., Галанова А.П. Повышение эффективности централизованных систем пожаротушения самолета // Вестник Московского авиационного института. 2023. Т. 30. № 1. С. 98-106. DOI: 10.34759/vst-2023-1-98-106;

3. Агеев А.Г., Галанова А.П. Аналитическая система контроля системы пожаротушения самолета // Сборник аннотаций конкурсных работ XV Всероссийского межотраслевого молодежного конкурса научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (Москва, МАИ, 20-24 ноября 2023 г.). - М.: Издательство Перо, 2023. С. 17;

4. Агеев А.Г., Жданов А.В., Галанова А.П. Аналитическое исследование влияния прогиба крыла самолета на показания массы топлива в крыльевых баках // Сборник аннотаций конкурсных работ «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (Москва, МАИ, 22-26 ноября 2021 г.). - М.: Издательство Перо, 2021. С. 161-163;

5. Агеев А.Г., Жданов А.В., Галанова А.П. Перетекание невырабатываемого остатка топлива в крыльевых баках при маневрировании самолета // Вестник Московского авиационного института. 2022. Т. 29. № 1. С. 48-56. DOI: 10.34759/vst-2022-1-48-56;

6. Агеев А.Г., Жданов А.В., Цуканов И.Р. Мероприятия по устранению неравномерности выработки топлива на опытных самолетах с двигателями разных

серий // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства (Москва, 25–28 января 2022 г.): сборник тезисов в 4 томах: Т.1 - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. С. 40-43;

7. Агеев А.Г., Галанова А.П. Комбинаторно-адаптивный подход к выбору очередей пожаротушения // Сборник аннотаций конкурсных работ XIV Всероссийского межотраслевого молодежного конкурса научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (Москва, МАИ, 21-25 ноября 2022 г.). - М.: Издательство Перо, 2022. С. 159;

8. Агеев А.Г., Галанова А.П. Способ защиты бака от перетекания остатков топлива // Сборник аннотаций конкурсных работ XIV Всероссийского межотраслевого молодежного конкурса научно-технических работ и проектов «Молодёжь и будущее авиации и космонавтики» (Москва, МАИ, 21-25 ноября 2022 г.). - М.: Издательство Перо, 2022. С. 22;

9. Олишевский Д.А., Бакланов В.С. Виброакустика самолетов с двигателями нового поколения // Сборник тезисов Всероссийского Аэроакустического форума (Геленджик, 20-25 сентября 2021 г.) - Жуковский: Издательский отдел ЦАГИ, 2021. С.130-131;

10. Олишевский Д.А., Быков А.П., Лаврухин Г.Н., Чевагин А.Ф., Шевельков С.Г. и др. Комплексный анализ результатов исследований аэродинамических характеристик и демаскирующих признаков плоских сопел с S-образными каналами // Труды ЦАГИ. 2021. Спецвыпуск №10. С. 3-14.

11. Олишевский Д.А., Аюгина А.В., Челебян О.Г. Оценка эмиссии CO<sub>2</sub> дальнего административного самолета и обеспечение требований перспективных норм ИКАО // Сборник тезисов 22-й Международной конференции «Авиация и космонавтика» (Москва, МАИ, 20-24 ноября 2023 г.) - М.: Издательство Перо, 2023. С. 65-66;

12. Олишевский Д.А., Бакланов В.С., Челебян О.Г. Роль структурного шума при контроле виброакустического состояния самолета с двигателями нового

поколения // Тезисы докладов XX Научно-технической конференции по Аэроакустике (Суздаль, 24-29 сентября 2023 г.). - Жуковский: Издательский отдел ЦАГИ, 2023. С.245-246;

13. Пат. на изобретение. Выходное устройство турбореактивного двигателя / Лещенко И.А., Олишевский Д.А., Галимов Р.А., Токтосинов Т.Я. – RU 2807307 С1 от 14.11.2023.