



ОСНОВНЫЕ ИТОГИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦИАМ В 2016 ГОДУ И ЗАДАЧИ НА 2017 ГОД

ФГУП "ГНЦ ЦИАМ им. П.И. Баранова"; **Михаил Валерьевич Гордин**, генеральный директор,

Владимир Иванович Бабкин, к.т.н., первый заместитель генерального директора,

Александр Игоревич Ланшин, д.т.н., научный руководитель, заместитель генерального директора ЦИАМ

Авиадвигателестроение в высокоразвитых странах относится к одной из стратегически важных отраслей промышленности, обеспечивающей высокий уровень технологического развития государства. Авиационный двигатель создается в 1,5–2 раза дольше планера и определяет его летно-технические характеристики. Затраты на создание двигателя примерно равны стоимости создания планера. Для новых двигателей требуется опережающая отработка новейших критических технологий. Тематические работы ЦИАМ ориентированы на доведение работ в области разработки конкретных технических решений и критических технологий для двигателей до высокой степени зрелости.

The Aeroengine industry in developed countries, is one of the strategically important industries, providing a high level of technological development of the state. An aircraft engine is created in 1.5–2 times longer than the glider and determines its performance characteristics. The cost of creating the engine is approximately equal to the cost of the glider. New engines require priority development of modern critical technologies. Thematic work CIAM is focused on bringing investigations in the development of specific technical solutions and critical technologies for engines to a high degree of maturity.

Ключевые слова: авиадвигателестроение, финансирование, критические технологии, программы.

Keywords: the Aeroengine industry, funding, critical technology, programs.

С начала своей деятельности в 1930 году наш институт теснейшим образом связан с процессом проектирования, создания и научного сопровождения в эксплуатации отечественных авиационных двигателей. Не даром среди организаторов ЦИАМ им. П.И. Баранова были практически все работавшие в тот момент в нашей стране разработчики авиационных моторов и виднейшие деятели авиационной науки. С течением времени менялась применяемая в авиации техника, и вектор приложения сил коллектива также менялся в соответствии с изменением вызовов прогресса. Конкретное содержание нашей деятельности становилось иным, хотя суть её оставалась прежней.

В настоящее время научно-техническая деятельность Государственного научного центра Российской Федерации ФГУП "ЦИАМ им. П.И. Баранова" (с 2016 года он входит в ФГБУ "НИЦ "Институт имени Н.Е. Жуковского") осуществляется в следующих основных направлениях:

- прогнозирование основных направлений развития авиационных двигателей (АД) с учетом достижений и развития мировой авиационной науки и техники;
- совместная с заинтересованными НИИ, ОКБ и промышленными организациями разработка предложений в проекты государственных и федеральных целевых программ развития авиационной техники, а также планов разработки научных проблем на базе перспективных научных исследований;
- в интересах разработки и производства АД новых поколений, создание и накопление научно-технического задела на основе фундаментальных, системных и поисковых НИР, технологических и экспериментальных работ;
- научно-техническое сопровождение создания конкретных АД, их узлов и систем. Проведение научно-технических и технологических экспертиз разработок в области авиационных двигателей в соответствии с действующими нормативными правовыми актами Российской Федерации. Разработка заключений по техническим предложениям и проектам по созданию новых АД, оценка научно-технической реализуемости заявленных характеристик и технического уровня создаваемой техники, в том числе сравнение с существующей и разрабатываемой отечественной и зарубежной техникой.

Рассмотрим конкретное содержание практической деятельности ЦИАМ им. П.И. Баранова, наполнявшее эти основные направления в 2016 году.

Научно-техническое сопровождение создания новых и модификации существующих авиационных двигателей

В 2016 г. в числе приоритетных были сертификационные и инженерные испытания, целью которых являлось создание ТРДД нового поколения ПД-14. Они включали испытания двигателей ПД-14 № 100-08 и 100-10 в термобарокамере (ТБК) высотного стенда Ц-1А ЦИАМ, во время которых проводились:

- исследование высотно-скоростных характеристик двигателя,
- тензометрирование лопаток вентилятора с контролем отсутствия автоколебаний,
- проверка управляемости и качества регулирования САУ ТРДД на установившихся и медленно изменяющихся режимах,
- проверка работоспособности и предварительной оценки теплового состояния топливной системы;
- оценка теплового состояния элементов конструкции ТРДД,
- вибрографирование корпусов двигателя,
- оценка работы системы охлаждения двигателя в высотных условиях,
- оценка розжига камеры сгорания и процесса запуска двигателя в условиях, имитирующих высокогорный аэродром,
- проверка отсутствия виброгорения в камере сгорания на стационарных и квазипереходных режимах работы двигателя,
- оценка работоспособности и предварительной проверки тепло-



Рис. 1. Схема постановки двигателя ПД-14 на стенд Ц-1А ЦИАМ

вого состояния системы смазки и суфлирования в высотных условиях.

Параллельно на стендах института шла поузловая доводка двигателя. В частности, проведено уникальное прочностное испы-



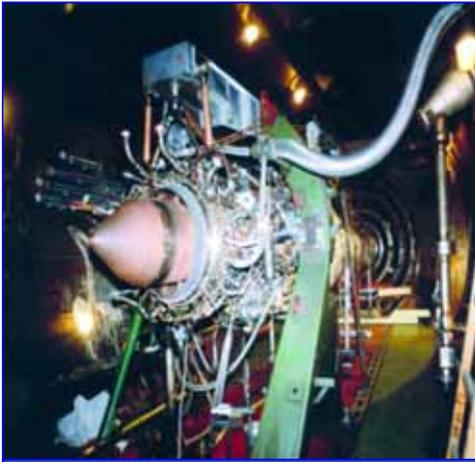


Рис. 2 Испытания экспериментального газогенератора на стенде Ц4-Н ЦИАМ

тание с обрывом лопатки вентилятора ПД-14 на специально модернизированном для этих целей разгонном стенде Т14-01. Выполнен комплекс экспериментальных работ по формированию банка данных по конструкционной прочности перспективных сплавов и композиционных материалов (КМ).

В обеспечение создания новых двигателей государственной

авиации на стендах ЦИАМ проведены испытания демонстраторов узлов - вентилятора, компрессора высокого давления, камеры сгорания, турбины, форсажной камеры - и газогенератора проектируемого двигателя, подготовлены заключения на эскизно-технические проекты для Государственной комиссии.

Отмеченные результаты испытаний стали возможны только благодаря проведенной в 2016 году реконструкции значительного числа стендов и испытательных установок института, включая высотные стенды Ц-1А и Ц-4Н, стенда Т14-01 для испытаний вентилятора на попадание крупной птицы (в декабре проведено наладочное испытание) и др. В 2017 г. завершение работ по модернизации указанных высотных стендов будет осложнено их большой испытательной нагрузкой.

Большой объем работ выполнен на высотных стендах московской площадки (УВ-ЗК, У-10М, У-9М, У-7М) при испытаниях двигателей разных типов: малоразмерных ГТД (МГТД), вспомогательных силовых установок (ВСУ), авиационных поршневых двигателей (АПД). Следует отметить, что наработка этих стендов составила более 800 газовых часов. Это почти в 1,5 раза превысило рекордную для постсоветского периода наработку 2015 года.

За прошедший год выполнены расчетно-экспериментальные работы, подготовлены заключения в обеспечение проведения летных испытаний, государственных испытаний и сертификации двигателей ПД-14, ТВ7-117С, ВК2500-ПС03, проектируемых изделий государственной авиации, в том числе новых вертолетов: Ка-62, Ми-28Н, Ми-38 и др. Прошел ряд важных работ по исследованию дефектов, разработке мероприятий по их предотвращению, увеличению ресурсов, эксплуатируемых двигателей ПС-90А, НК-12, РД-33, АЛ-31, а также импортозамещению двигателей зарубежного производства семейств Д18Т, АИ20ТЛ и некоторых других.

На уникальном для нашей страны гиперзвуковом стенде Ц-16ВК проведены исследования высокоскоростных двигателей в



Рис. 3 Испытания на стенде Ц-16ВК по теме ВГС в рамках проекта Hexafly-Int

рамках европейского проекта Hexafly-Int (число Маха: $M=7,4$, скоростной напор - 24 кПа) и масштабной индийской модели DRDL ($M = 6$, скоростной напор - 22 кПа). Работы по этим проектам будут продолжены в 2017 году.

Всего в 2016 г. выпол-



Рис. 4 Участие ЦИАМ в 7-й и 8-й рамочных программах ЕС

нено более 50 договоров по работам, связанным с научно-техническим сопровождением создания и модернизации отечественных и зарубежных авиационных двигателей.

Создание научно-технического задела в интересах разработки и производства авиационных двигателей новых поколений

К особенностям авиационных двигателей как технических объектов относится возможность "тройного" использования технологий, отдельных узлов и агрегатов, газогенераторов и в целом двигателей: в интересах гражданской и государственной авиации, а также для наземных газотурбинных установок (ГТУ) разного назначения (приводы электростанций, газоперекачивающих агрегатов и др.), что существенно повышает диверсификацию авиадвигателестроительной промышленности.

Поэтому опережающее создание научно-технического задела (НТЗ) для перспективных авиадвигателей и ГТУ, конструкционных материалов, электронных систем управления, диагностики и др., а также развитие средств и методов, повышающих характеристики двигателей на всех этапах их жизненного цикла, играет важнейшую роль для обеспечения стратегической и экономической безопасности России на государственном уровне.

С учетом длительных сроков создания АД (в 1,5...2 раза больше времени по сравнению с созданием планера и других составляющих ЛА) для авиационного двигателестроения формирование НТЗ по определению должно носить опережающий характер с достижением пятого и шестого уровней готовности технологий (УГТ) к

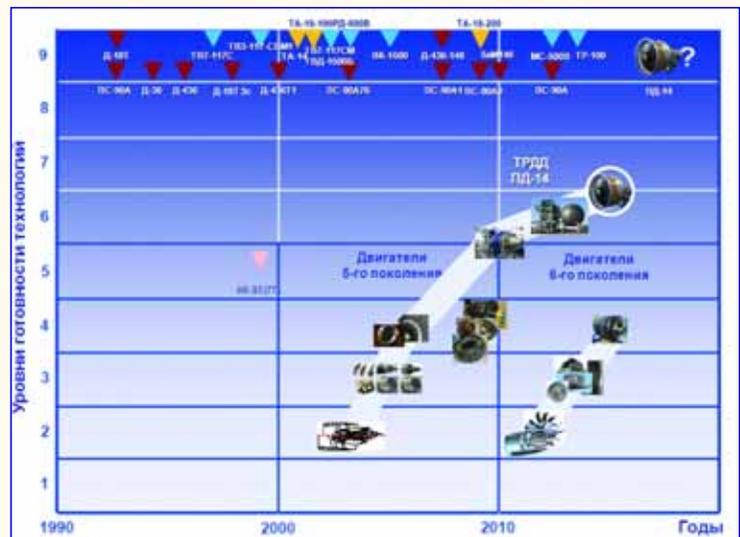


Рис. 5 Создание научно-технического задела для двигателей гражданского назначения

моменту закладки нового ЛА. Совершенно очевидно, что, не обладая необходимым уровнем технологической готовности к созданию современного авиационного двигателя, невозможно создать конкурентоспособные образцы. При высоком уровне технологической готовности разработанных перспективных технологий ведущие производители авиационных двигателей в состоянии создать конкурентоспособный двигатель для пассажирского самолета в относительно короткий промежуток времени: за 3...5 лет.

К моменту формирования ФЦП "Развитие гражданской авиационной техники России на 2002-2010 годы и на период до 2015 года" изменения в экономике России, произошедшие в начале 1990-х годов, привели отечественное авиадвигателестроение в состояние системного кризиса. С учетом того, что самолет Ту-154М, обеспечивавший самые массовые перевозки, к тому времени уже не мог конкурировать с западными аналогами В737 и А320, остро встала проблема скорейшего создания НТЗ для отечественного ближне-среднего магистрального самолета (БСМС) нового поколения. При этом главные преимущества ожидалось за счет применения ТРДД с высокой степенью двухконтурности нового поколения. Ретроспективно события выглядели следующим образом.

Разработка НТЗ в обеспечение создания такого конкурентоспособного двигателя для нового семейства БСМС началась в 1999 г. по инициативе руководства ЦИАМ (генеральный директор - д.т.н., проф. В.А. Скибин). 26 января 1999 г. решением совещания руководителей предприятий авиационного двигателестроения России по вопросам создания НТЗ в обеспечение разработок перспективных авиационных двигателей для повышения целенаправленности и комплексности работ в качестве базового объекта разработки НТЗ был выбран ТРДД нового поколения тягой около 12 тс для БСМС.

В 2000-2002 гг. ЦИАМ при постоянном контакте с ОКБ и заводами (СНТК им. Н.Д. Кузнецова, "Авиадвигатель", ММП "Салют", НПП "Мотор", ЗМКБ "Прогресс", "Мотор-Сич") провел работу по выявлению облика узлов и наиболее актуальных ключевых технологий. Основным результатом этой работы стало определение технических обликов двух вариантов ТРДД (с редукторным и с прямым приводом вентилятора), разработка проектов их основных узлов и выявление ключевых технологий создания перспективных конкурентоспособных двигателей.

В феврале 2002 г. Росавиакосмос утвердил "Программу создания научно-технического задела в обеспечение разработки ТРДД нового поколения (5 поколения) для магистральных самолетов гражданской авиации", основу которой составили предложения по изготовлению и экспериментальной отработке модельных узлов и элементов, разработанных ЦИАМ. Работы по этой Программе начали финансироваться с 2004 г. в рамках НИР "Программа НТЗ" (2004 - 2006 гг.) и затем НИР "Демонстраторы" (2006 - 2011 гг.). В результате их выполнения были созданы модели широкохордных вентиляторов (С178-1, С179-1/2), типовые высоконагруженные ступени КВД (К-11, Д-66М, Д-70), модельные шевронные сопла, реверсивные устройства и др. В рамках НИР "Демонстраторы" впервые совместно с ОАО "Авиадвигатель" вышли на 4 - 5 уровень технологической готовности в результате создания экспериментальных узлов: полноразмерной кольцевой камеры сгорания и сверхвысокоперепадной одноступенчатой ТВД.

Большая часть научно-технического задела, сформированного в указанных работах (при крайне ограниченном уровне финансирования) на 3 - 5 уровне технологической готовности, была использована при создании экспериментального газогенератора ПД-14 (2009 г.).

Значительное продвижение в плане создания НТЗ для перспективных отечественных двигателей было получено в 2009 - 2011 гг. при выполнении НИР "Технологии" и "Освоение" (головной исполнитель - ОАО "УК "ОДК" при активном участии "Авиадвигателя", ЦИАМ, ВИАМ, "УМПО", "ПМЗ", "НПЦ газотурбостроения "Салют" и др.). В 2012 г. созданный НТЗ реализован при создании в рекордные для нашей страны сроки (3 года) демонстрационно-го двигателя по программе ПД-14.

В 2011 г. ЦИАМ на конкурсной основе получил право на выполнение в период 2011-2012 гг. пяти новых НИР: "Топливная экономичность", "Надежность-ДГА", "Экология-ДГА", "Эксперимент-2015" и "Двигатель-2025", утвержденных Минпромторгом России. При этом, если первые четыре НИР были нацелены, главным образом, на научно-техническое обеспечение создания двигателей семейства 9...18 тс, то НИР "Двигатель-2025" впервые была направлена на формирование НТЗ для двигателей следующего (6-го) поколения, ввод в эксплуатацию которых ожидается после 2025 - 2030 гг.

Впервые с начала Программы в рамках НИР "Двигатели-2025" были предусмотрены работы по формированию НТЗ также для малых двигателей (МГТД), включая ВСУ разных типов, а также и АПД для малой авиации и беспилотных ЛА гражданского назначения.

Основные направления развития авиационных двигателей в предыдущие десятилетия были связаны с оптимизацией термодинамического цикла: повышением давления в цикле, температуры газа перед турбиной, коэффициентов полезного действия узлов, снижением потерь полного давления во входных и выходных устройствах. Актуальной тенденцией стало последовательное повышение степени двухконтурности двигателей. Важными резервами для улучшения топливной и весовой эффективности двигателей были и остаются улучшение свойств конструкционных материалов, совершенствование схем охлаждения, внедрение композиционных материалов. Перспективным направлением развития двигателей стало создание интеллектуальных узлов с активным управлением рабочим процессом. Однако дальнейшее совершенствование авиационных двигателей в рамках традиционных компоновок столкнулось с возрастающими трудностями при недоста-

Шифр НИР	Содержание работы
Двигатель 2016	разработка и экспериментальные исследования демонстраторов узлов двигателей 2020 - ТРДД, МГТД, АПД, ВСУ
Перспектива 2016	технологии двигателей 2030 годов (ТРДД, МГТД, АПД, ВСУ, САУ)
ТРДД 2016	облик и технологии узлов ТРДД большой тяги, новая экспериментальная база для этого двигателя
Здоровье 2016	задачи прочности, надежности, ресурса, диагностики, детали из КМ, НТД и др. для двигателей 2020 гг., НТД
Испытания 2016	развитие методов и средств экспериментальных исследований авиадвигателей, их узлов и систем
БСДВ	разработка бортовых систем диагностики вертолетов
СУ	разработка системы коллективного проектирования СУ в составе самолета
Кобра-2	разработка и испытания биротативного закапотированного винтовентилятора
НРУ-2	разработка и испытания надроторных устройств для вентиляторов ТРДД

Таблица 1

точно высоким относительном итоговом эффекте.

В 2013 - 2015 гг. выполнены НИР "Перспектива" (НТЗ для авиационных двигателей (ТРДД, МГТД, АПД) 2020-х годов), НИР "Концепт 2030" (НТЗ для самолетных силовых установок 2025 - 2030 гг.), НИР "Здоровье" (НТЗ в области прочности, надежности, безопасности, ресурса и эксплуатационной технологичности), НИР "Дыхание" (НТЗ в области снижения шума и эмиссии вредных веществ) и НИР "Испытания" (НТЗ в области методологии эксперимента и развития средств измерений, обоснования развития экспериментальной базы), продолжившие накопление НТЗ для двигателей 5-го и 6-го поколений (см. таблицу 1).

В 2014 - 2015 гг. была проведена НИР "ТРДД-30" - "Исследования в области создания ТРДД большой тяги на базе унифици-



рованного газогенератора для перспективных широкофюзеляжных пассажирских и транспортных самолетов гражданской авиации", в рамках которой сформированы два варианта демонстрационного ТРДД тягой 34...36 тонн: с прямым приводом вентилятора и с приводом вентилятора через редуктор. Максимальная температура газа у среднего нового двигателя 1825К; максимальная $\pi^*_{КС} \cong 60$ (на режиме в конце набора высоты). В первом случае степень двухконтурности на крейсерском режиме ($H = 11$ км, $M = 0,85$) равна $\cong 11,0$, во втором случае $\cong 13,5$. Выработаны рекомендации по модернизации отечественной экспериментальной базы для инженерных и сертификационных испытаний ТРДД большой тяги и их элементов, в том числе в климатических условиях.

Однако в начале 2016 г. Минпромторгом России были объявлены конкурсы только по части однолетних НИР (по авиационным двигателям - НИР "Перспектива 2016" и "ТРДД 2016"). По остальным работам государственные контракты были заключены только в начале сентября 2016 г.

Такое планирование крайне затруднило выполнение всей программы НИР ЦИАМ в 2016 году. Тем не менее, задачи всех НИР выполнены полностью. Основные результаты выполнения этих НИР будут прояснены при формулировании задач на перспективу.

В рамках ФЦП "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы" совместно с французским научным центром ONERA выполнена НИР "Совершенствование и валидация методов моделирования рабочего процесса в камерах сгорания перспективных газотурбинных двигателей".

В рамках ФЦП "Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2014-2020 годы" впервые разработан проект модели вентилятора с композиционными лопатками для двигателя ПАК ДА. Модель вентилятора в 2017 г. должна быть изготовлена и испытана на стенде Ц-ЗА ЦИАМ. Разработаны и изготовлены демонстраторы перспективных поршневых двигателей в классе мощности 50 (бензиновый АПД) и 300 л.с. (дизель), проведены их испытания, разработана и получила государственную регистрацию отечественная программа для расчета воздухозаборников сложных схем.

В 2016 г. ученые ЦИАМ провели работы по 18 научным грантам, включая грант Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ, а также гранты Российского Научного Фонда (РНФ), Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) и Фонда Перспективных Исследований (ФПИ).

Создание НТЗ шло также в рамках европейских проектов 7-ой Рамочной Программы ЕС: "LEMCOTEC", "ENOVAL", "ESPOSA", "COBRA", "HEXAFLY", проектов программы ЕС "Горизонт-2020": "AGILE", "MOSCO", "HPY" (часть из этих работ уже упоминалась, поскольку они ведутся в рамках мероприятия ГП РФ по международному сотрудничеству). Кроме того, выполнен ряд контрактов по заказам организаций стран Европы и Азии.

Работы по перспективным научным программам

В 2016 году за счет прибыли 2015 года в ЦИАМ образован Фонд приоритетных научных исследований, включающий четыре научных направления:

- Тонкий физический эксперимент (20 работ);
- Методы математического моделирования и развития информационных технологий (11 работ);
- Анализ мировых тенденций развития авиационного двигателестроения (16 работ);
- Фундаментальные и поисковые исследования в области газовой динамики, физической газовой динамики, горения и теплообмена, управления, твердого деформированного тела, прочности, надежности элементов в рамках авиационных и энергетических приложений (22 работы).

В работе Фонда в 2016 -2017 гг. принимают участие 320 специалистов из 18 подразделений института.



Сертификация системы менеджмента качества и аттестация лабораторий

В 2016 г. институт впервые получил сертификат соответствия № BP.04.1.10094-2016 о том, что система менеджмента качества ЦИАМ, распространяющаяся на разработку научно-технической продукции (проведение НИР и ОКР) и испытания вооружения и военной техники, соответствует требованиям ГОСТ РВ 0015-002-2012 и стандартов СРПП ВТ.

Были продлены:

- сертификат соответствия (регистрационный № РОСС RU.SK05.K00046) о том, что система менеджмента качества ЦИАМ применительно к научно-технической продукции, испытаниям и производственным услугам авиационной техники соответствует требованиям ГОСТ ISO 9001-2011 (ISO 9001-2008);
- аттестат аккредитации "Испытательной лаборатории конструкционной прочности сплавов и деталей авиационных двигателей (ИЛ КПСД АД)" для проведения сертификационных испытаний.

Результаты интеллектуальной деятельности ЦИАМ

В 2016 году:

- подано 42 заявки на получение патентов/свидетельств (на изобретения - 22; на полезные модели - 11; на программы для ЭВМ - 9);
- получено 30 патентов/свидетельств (на изобретения - 14; на полезные модели - 7; на программы для ЭВМ - 9);
- создано 12 "секретов производства" (ноу-хау);
- выпущено 9 отчетов о патентных исследованиях в рамках выполнения государственных контрактов.

В соответствии с Приказом Роспатента от 22.04.2016 №61 три изобретения сотрудников ЦИАМ вошли в "100 лучших изобретений России" за 2015 год:

- патент РФ №2573425 "Способ организации горения в гиперзвуковом воздушно-реактивном двигателе", авторы: Старик А.М., Кулешов П.С., Савельев А.М.;
- патент РФ №2573427 "Способ сжигания топливно-воздушной смеси и прямоточный воздушно-реактивный двигатель со спиновой



детонационной волной”, авторы: Крайко А.Н., Александров В.Ю., Александров В.Г., Баскаков А.А., Валиев Х.Ф., Егорян А.Д., Ильченко М.А., Крайко А.А., Крашенинников С.Ю., Кузьмичев Д.Н., Прохоров А.Н., Тилляева Н.И., Топорков М.Н., Яковлев Е.А.;

- патент РФ №2573438 “Способ форсирования авиационных двигателей”, авторы: Старик А.М., Кулешов П.С., Савельев А.М., Фаворский О.Н.

Ожидаемые показатели на 2017 год

- подача заявок на получение патентов/свидетельств - 45;
- получение патентов/свидетельств - 50;
- создание секретов производства (ноу-хау) - 15;
- выпуск отчетов о патентных исследованиях в рамках выполнения государственных контрактов - 10.

Индексные показатели научной деятельности

Число публикаций, индексируемых в российских и международных информационно-аналитических системах (МИАС) научно-

Таблица 2	Показатель	2014	2015	2016 (ожд.)
	Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	201	222	230
	в т.ч. в Перечне рецензируемых научных изданий ВАК	62	87	89
	в т.ч. в сборниках докладов российских и зарубежных конференций	70	69	65
	МИАС Web of Science	24	28	28
МИАС Scopus	30	31	30	

го цитирования (см. Таблицу 2).

Особо следует отметить проведение в начале октября 2016 г. в г. Сочи специалистами ЦИАМ (рук. - д.ф.м.н., проф. А.М. Старик) совместно с Российской Академией Наук 7-го Международного симпозиума по неравновесным процессам, плазме, горению и атмосферным явлениям - NEPCAR-2016. Симпозиум проходит раз в два года и собирает на своей площадке специалистов всего мира. В этом году участие в научном форуме приняли более 120 ученых из 14 стран мира, среди которых США, Великобритания, Италия, Франция, Германия, Швейцария, Китай, Индонезия, Египет, страны ближнего зарубежья и другие. В рамках тематических сессий было сделано более 90 докладов.

За последние 5 лет в ЦИАМ всего было проведено 26 защит, в том числе:

- 5 - на соискание ученой степени доктора технических наук;
- 21 - на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Выставочная деятельность ЦИАМ

В 2016 г. руководители и специалисты института приняли участие в важных международных выставках:

- II Международный Форум Двигателестроения-2016 (г. Москва, ВДНХ);
- 9-я Международная выставка вертолетной индустрии HeliRussia 2016 (г. Москва, Крокус-ЭКСПО);
- 8-я Международная специализированная выставка “Авиакосмические технологии, современные материалы и оборудование” (г. Казань);
- 11-я Международная выставка и научная конференция по гидроавиации “ГИДРОАВИАСАЛОН” (г. Геленджик);
- 11-й Международный аэрокосмический салон и выставка аэропортового оборудования International Airport Exhibition - AIR-SHOW CHINA 2016 (г. Чжухай, КНР);
- 11-й Европейская международная конференция и выставка композиционных материалов, технологий их производства и применения “Composites Europe 2016” (г. Дюссельдорф, Германия).



Рис. 6 В.В. Голованов со врученной министром Д.В. Мантуровым Почётной грамотой Президента

Награды

Проф. Л.С. Яновский, д.т.н., в 2016 г. удостоен медали Ордена “За заслуги перед Отечеством” I степени.

В.В. Голованов удостоен Почетной грамоты Президента РФ за заслуги в разработке, испытании и производстве новой специальной техники и многолетний добросовестный труд.

Два сотрудника института получили почетное звание “Почетный авиастроитель”, шесть удостоены Почетной грамоты и еще пять Благодарности Минпромторга России. Двадцать шесть сотрудников ЦИАМ в 2016 г. получали персональные Президентские стипендии за значительный вклад и выдающиеся достижения в создании прорывных технологий в интересах обеспечения обороны страны и безопасности государства.

Золотой медали имени профессора Н.Е. Жуковского и первой премии в конкурсе имени профессора Н.Е. Жуковского в 2016 г. удостоены сотрудники ЦИАМ В.А. Виноградов, И.В. Кукшинова, Д.А. Любимов и В.А. Степанов за комплекс работ “Выбор схемы и расчетно-экспериментальные исследования высокоэффективного пространственного воздухозаборника СУ для легкого сверхзвукового делового самолета”.

Золотая награда Королевского Авиационного Общества (Royal Aeronautical Society, RAeS) за лучшую статью, опубликованную в журнале Общества “The Aeronautical Journal” в течение предыдущего 2015 года, присуждена группе соавторов, среди которых два сотрудника ЦИАМ - А.М. Исянов и А.А. Мирзоян.



Рис. 7 Золотая награда Королевского Авиационного Общества _RoyalAeronauticalSociety- RAeS_ группе сотрудников ЦИАМ за лучшую статью опубликованную в журнале Общества

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ НА 2017 год

В 2017 г. должны получить развитие результаты работ 2016 г. Приоритетными остаются ОКР по ТРДД ПД-14 и двигателю II этапа для ПАК ФА. Получат развитие проектные работы и инженерные испытания в обеспечение создание новых отечественных ави-



ационных двигателей разных типов, работы по повышению надежности и ресурса эксплуатируемых АД. Будет начато финансирование работ АО "ОДК" совместно с ЦИАМ и ВИАМ по созданию перспективного ТРДД большой тяги ПД-35.

Ожидается заметное увеличение объемов работ по международному сотрудничеству, связанное, в первую очередь, с испытаниями зарубежных двигателей на высотных стендах НИЦ ЦИАМ и московской площадки.

В рамках ФЦП "Развитие оборонно-промышленного комплекса РФ на 2014-2020 годы" планируется выполнение как переходящих работ, так и новых работ по отработке ключевых технологий перспективных силовых установок для летательных аппаратов государственной авиации. Планируется также участие ЦИАМ в выполнении ОКР по техническому заданию Минобороны России.

Иная ситуация сложилась с работами по созданию НТЗ для перспективных двигателей для гражданской авиации в рамках ГП РФ "Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 го-

ды". С учетом объявленных Минпромторгом России в конце декабря 2016 г. конкурсов на получение государственных контрактов по указанному направлению объем научно-исследовательских работ, описанных выше, в целом сокращается на 40% по сравнению с 2016 г.

При формировании лотов на новые трехлетние работы (2017 - 2019) со стороны Заказчика было рекомендовано, чтобы все НИР по созданию НТЗ имели характер Комплексных научно-технологических проектов и завершались испытанными демонстраторами новых технологий. Очевидно, что трехлетнее планирование - это шаг вперед по сравнению с однолетними НИР 2016 года. Однако создание дорогостоящих демонстрационных образцов при указанном сокращении финансирования представляет собой крайне трудновыполнимую задачу.

В таблице 3 представлены основные данные о пяти новых НИР на 2017 - 2019 годы, (включая НИР в рамках международного сотрудничества), выполняемых в рамках мероприятия по созданию НТЗ.

№ пп	Наименование НИР	Задачи	Области использования результатов	Целевые показатели
1	Двигатель 2017-2019	Отработка новых технических решений и технологий в обеспечение создания новых и модернизируемых ТРДД для магистральных самолетов гражданской авиации 2020-х годов с учетом требований конкурентоспособности на мировом рынке	ТРДД семейств с тягой 10 - 20, 22-35 тонн	<ul style="list-style-type: none"> • снижение кр. уд. расхода топлива (к ПД-14) на 10-17%; • снижение шума по сравнению с Гл. 4 стандарта ИКАО на 20 - 25 EPN dB; • снижение эмиссии NOx к нормам 2008 г. на 45 - 55% • наработка на выключение в полете - не менее, 300 тыс. ч • ресурсы основных деталей "гор"/"хол" частей (полетный цикл - 2ч.) 25 / 50 тыс. п.ц. • повышение наработки двигателей до ремонта (к ПД-14) на 20-30 %
				<p>Основные ожидаемые результаты:</p> <p>Результаты исследований демонстрационных образцов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • рабочие лопатки вентилятора из ПКМ с металлической накладкой (УГТ = 3-4); • модельный корпус вентилятора из ПКМ (УГТ = 3-4); • модельная ступень двухконтурного вентилятора со сверхнизкой окружной скоростью (УГТ = 2-4); • экспериментальный редуктор для ТРДД (УГТ = 3-4); • экспериментальный 7-ступенчатый КВД (УГТ = 4); • экспериментальные КС с разными типами фронтных устройств и элементов конструкции (УГТ = 3-4); • экспериментальные образцы рабочих лопаток ТВД с перспективным охлаждением (УГТ = 3-4); • экспериментальные образцы компонентов систем автоматического управления, контроля и диагностики ТРДД (УГТ = 3-4).
2	Перспектива 2017-2019	Системная интеграция технологий, формирование ключевых технологий и конструктивно-схемных решений перспективных конкурентоспособных двигателей для магистральных дозвуковых и сверхзвуковых самолетов гражданской авиации 2030-х годов	перспективные ТРДД, ТВВД РСУ, ДИЦ	<ul style="list-style-type: none"> • снижение кр. уд. расхода топлива (к ПД-14) на 17-25 % • снижение шума по сравнению с Гл. 4 стандарта ИКАО на >30 EPN dB • снижение эмиссии NOx к нормам 2008 г. на 55...65% • повышение ресурсов основн. деталей (к ПД-14) на 50% • выполнение правил ETOPS на 330 мин. и наработка на выключение в полете - не менее 550 тыс. ч
				<p>Основные ожидаемые результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> • технические облики перспективных маршевых АД традиционных (ТРДД, ТВВД) и нетрадиционных (ДИЦ, РСУ) схем; • аэродинамический и прочностной проекты КВД перспективного ТРДД с мероприятиями по оптимальному согласованию высоконагруженных ступеней во всем диапазоне рабочих режимов; • проекты турбин с перспективными системами охлаждения и регулированием радиальных зазоров; • отсек камеры сгорания, обеспечивающей выполнение перспективных требований по снижению эмиссии вредных выбросов; • модельные агрессивные переходные каналы, входные и выходные устройства перспективных двигателей, в том числе для СПС; • технические требования к ГСМ нового поколения, в том числе альтернативным, с улучшенными физико-химическими и эксплуат. свойствами; • методы и конструкторско-технологические предложения по снижению шума на 30 EPN дБ и эмиссии NOx на 65% перспективных двигателей к нормам ИКАО (УГТ =2-4); • обоснование выбора характеристик демонстрационных систем управления, контроля и диагностики для перспект. СУ 2030-х годов.

Таблица 3

№ пп	Наименование НИР	Задачи	Области использования результатов	Целевые показатели
3	Перспективные МГТД и АПД	Системная интеграция и демонстрация новых технологий на экспериментальных образцах элементов, систем и узлов в обеспечение создания ГТД, ВСУ и АПД нового поколения для перспективных региональных и легких самолетов, винтокрылых летательных аппаратов и БЛА	<ul style="list-style-type: none"> • ПДВ, ВСУ • перспективные МГТД и АПД для самолетов АОН, МВЛ, РС и БЛА. 	<p>При достижении УГТ = 5-6 должна обеспечиваться реализация следующих показателей:</p> <p>Для малоразмерных ГТД:</p> <ul style="list-style-type: none"> • снижение удельного расхода топлива на 20-25 %; • уменьшение удельной массы на 25-30%; • уменьшение числа деталей в двигателе в 1,5...2 раза; • повышение доступности в 2...3 раза; <p>Для АПД:</p> <ul style="list-style-type: none"> • снижение удельного расхода топлива на 20-25 %; • уменьшение удельной массы на 25-30%; • увеличение надежности и ресурса в 3...4 раза.
		Основные ожидаемые результаты:		
<ul style="list-style-type: none"> • демонстрационные элементы перспективного "неметаллического", "сухого", "электрического" МГТД и перспективного МГТД "сложного" цикла; • модельные образцы элементов перспективных трансмиссий для вертолетных СУ; • демонстрационные элементы двухсекционного авиационного роторно-поршневого двигателя модульной схемы; • демонстрационные узлы и элементы турбокомпаундного АПД; • проекты НТД для создания и эксплуатации АПД нового поколения; • схемно-аппаратные решения "интеллектуальной" САУ перспективного вертолетного ГТД с использованием бортовой матмодели МГТД. 				
4	Гибридные СУ	Формирование концепций, системная интеграция ключевых технологий и новых конструктивно-схемных решений в обеспечение создания гибридных и электрических силовых установок для перспективных гражданских ЛА различного назначения.	Гибридные и электрические СУ перспективных ЛА гражданской авиации различного назначения.	<p>Полученные при выполнении НИР результаты должны в совокупности позволить в среднесрочной и дальней перспективе:</p> <ul style="list-style-type: none"> • увеличить эффективность использования энергии на борту (КПД до 50...60 %); • уменьшить расходы на обслуживание СУ на 30...70%. • выполнять наземные операции (подготовка к полету, руление) при минимальной эмиссии CO и NO_x; • сократить эмиссию NO_x в полетном цикле на 30 - 50%; • повысить топливную эффективность СУ и сократить эмиссию CO₂ на 20...35%
		Основные ожидаемые результаты:		
<ul style="list-style-type: none"> • Обоснование концепций гибридных и электрических СУ для перспективных гражданских ЛА различного назначения; • обоснование перечня критических технологий в области электрохимических генераторов энергии, систем конверсии керосина, электрогенераторов, электроприводов, силовой электроники, сверхпроводимости; • макетные и лабораторные демонстрационные образцы элементов гибридных и электрических СУ; • системная интеграция ключевых технологий гибридных и электрических СУ 				
5	Испытание 2017 - 2019	Комплексные исследования по расширению технологических возможностей и обоснованию технического перевооружения и модернизации уникальной государственной стендовой базы в обеспечение создания НТЗ при разработке перспективных авиационных двигателей, их узлов и систем	Стенды и установки, средства измерений и обработки экспериментальных данных при испытаниях ПД-14, ТРДД большой тяги, перспективного вертолетного МГТД и АПД.	
		Основные ожидаемые результаты:		
<ul style="list-style-type: none"> • Предложения по совершенствованию методов, средств измерений и метрологического обеспечения для повышения информативности экспериментальных исследований и отработки новых технических решений при создании АД, их узлов и систем; • предложения по расширению технологических возможностей гос. экспериментальной базы при воспроизведении эксплуатационных условий при испытаниях АД, их узлов и систем; • экономичные методы испытаний, повышение их надежности и безопасности с использованием нового и усовершенствованного экспериментального, технологического, инженерного оборудования и информационно-измерительных и управляющих систем, на базе современных аппаратно-программных средств и информационных технологий. • обоснование создания лабораторной и стендовой базы для экспериментальных исследований и испытаний демонстраторов технологий перспективных гибридных и электрических СУ. • Обоснование технич. перевооружения и модернизации гос. стендовой базы для проведения испытаний перспективных АД, их узлов и систем. 				

• Целевые показатели таблицы соответствуют индикаторам Плана деятельности ФГБУ "НИЦ "Институт имени Н.Е. Жуковского" по развитию науки и технологий в авиационной промышленности на 2016 - 2030 годы, утвержденному распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2016 г. № 1959-р

Для более полного представления о плане авиадвигателестроительных НИР в рамках ГП РФ "Развитие авиационной промышленности на 2013 - 2025 годы" необходимо пояснить следующее.

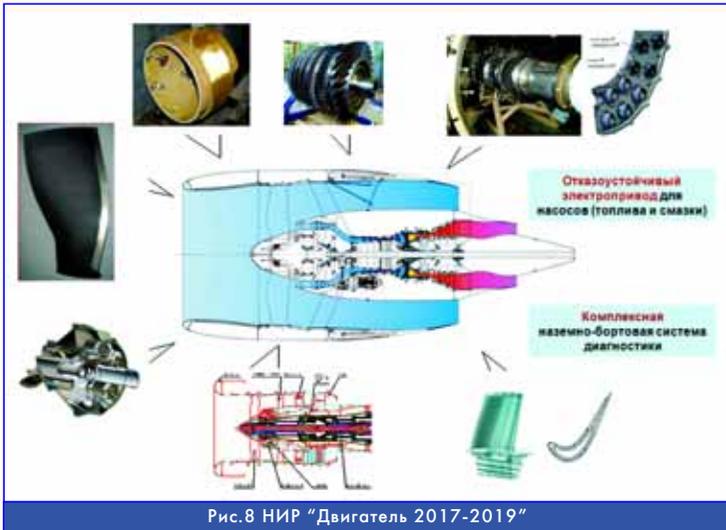


Рис.8 НИР "Двигатель 2017-2019"

для вентиляторов ТРДД), НИР "ПКС" (разработка и валидация методов математического моделирования процессов в камерах сгорания перспективных ГТД) выполняются в рамках мероприятия по международному сотрудничеству. Первые три работы развивают исследования, проведенные в 2016 г., а НИР "ПКС" является развитием работы, выполнявшейся в 2016 г. за счет субсидий Минобрнауки России.

В целом, есть уверенность, что решение поставленных задач будет способствовать развитию отечественного авиадвигателе-



Рис.10 Малоразмерный "сухой" ГТД

НИР "Здоровье 2016" (задачи прочности, надежности, ресурса, детали из КМ, НТД и др.), НИР "Испытания 2016" (развитие методов и средств экспериментальных исследований авиадвигателей) и НИР "БСДВ" (разработка бортовых систем диагностики вертолетов) в соответствии с заключенными государственными контрактами выполняются в 2016 - 2017 гг.

С 2018 г. решение задач прочности, надежности, ресурса, деталей из КМ, НТД и др. предусмотрено в рамках НИР "Двигатели 2017 - 2019", а решение задач по развитию методов и средств экспериментальных исследований авиадвигателей - в рамках НИР "Испытания 2017-2019" (на 2017 г. в рамках этой НИР предусмотрен небольшой объем работ по обоснованию необходимой экспериментальной базы для отработки и испытаний гибридных и электрических СУ, их узлов и систем).

НИР "СУ-2" (разработка системы коллективного проектирования СУ в составе самолета), НИР "Кобра-3" (разработка и испытания биротативного закапотированного винтовентилятора), НИР "НРУ-3" (разработка и испытания надроторных устройств

строения, росту его научно-технического и кадрового потенциала, повышению конкурентоспособности российской авиационной техники на внутреннем и мировом рынках.

Литература

1. Бабкин В.И., Цховребов М.М., Солонин В.И., Ланшин А.И. Развитие авиационных ГТД и создание уникальных технологий. Двигатель №2(86),2013, стр. 2-7
2. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний по созданию перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор). Под общей редакцией д.т.н. В.А. Скибина и к.т.н. В.И. Солонина М., ЦИАМ, 2004, с. 424.
3. В.А. Палкин, В.И. Солонин, В.А. Скибин. Работы ведущих авиадвигателестроительных компаний в обеспечение создания перспективных авиационных двигателей (аналитический обзор). ЦИАМ, 2010, с. 676.

Связь с автором: lanshin@ciam.ru

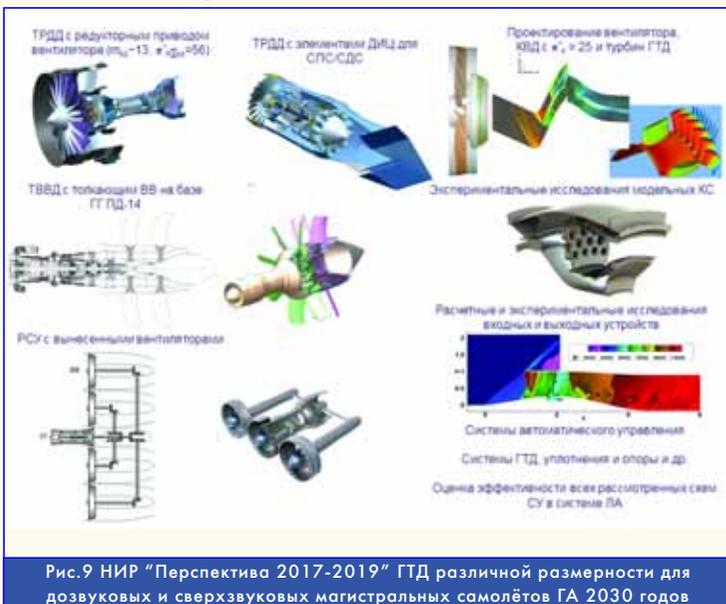


Рис.9 НИР "Перспектива 2017-2019" ГТД различной размерности для дозвуковых и сверхзвуковых магистральных самолётов ГА 2030 годов

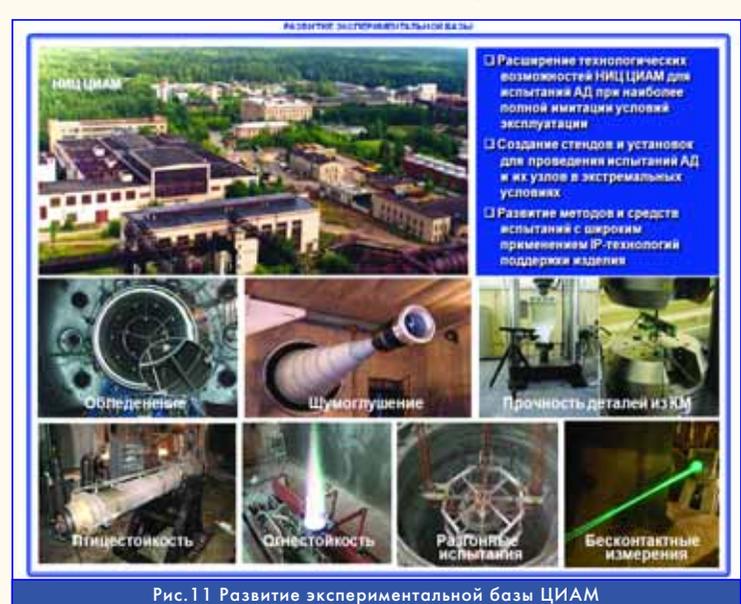


Рис.11 Развитие экспериментальной базы ЦИАМ