

УДК 621.45.02.024

В. В. ЛОГИНОВ*Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков***ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ФОРМИРОВАНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ САМОЛЕТА**

В статье проведено обоснование разработанного модульного программного комплекса и показана его структурная схема работы. Программный комплекс логически построен на основе методики расчета стоимости часа жизненного цикла авиационного двигателя в системе пассажирского, транспортного или военного самолета с учетом особенностей полетного цикла. Показана необходимость проведения математического моделирования эксплуатационных характеристик самолета на основе единого методического подхода с учетом новых интеграционных свойств подсистем силовой установки и элементов планера.

Ключевые слова: модульный программный комплекс, параметрический облик, самолет, авиационный газотурбинный двигатель, силовая установка, технико-экономические характеристики, эксплуатационные характеристики, летно-технические характеристики.

Введение

Важность проблемы исследования эксплуатационных характеристик ЛА обусловлена актуальностью задачи улучшения топливной эффективности и, как следствие, уменьшения стоимости жизненного цикла двигателя в системе самолета.

Высокая стоимость экспериментальных исследований характеристик самолета затрудняет этапы его проектирования и производства. Проблема выбора оптимальных режимов работы основных подсистем требует решения взаимосвязанных задач математического моделирования рабочего процесса силовой установки и полета самолета, оптимизации параметров и состава оборудования. Качество моделирования летно-технических и технико-экономических характеристик на основе разных математических моделей зависит от того, насколько адекватно модель отражает физический процесс, который постоянно изменяется в процессе эксплуатации. Построение математических моделей таких систем – сложная задача, успешное решение которой возможно с использованием современных компьютерных технологий. Это обуславливает актуальность задачи по созданию современных программных комплексов, которые реализуют методы математического моделирования.

Постановка задачи. Учитывая многолетний опыт создания программного обеспечения, новые программные комплексы должны сочетать в себе свойства программного обеспечения современного уровня с возможностью использования разработанных ранее алгоритмов и программных модулей.

Целью статьи является разработка модульного программного комплекса для обеспечения моделирования летно-технических и технико-экономических характеристик самолета с учетом особенностей полетного цикла.

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время интенсивно проводятся исследования перспективных двигателей и планеров самолетов с помощью программных продуктов, например, FLUENT, ANSYS, CFX, FlowVision HPC, IOSO NM, CAMCTO, ECOM, Piano-X, APP, CASE, CAD/CAM/CAE, PDM, STEP и других [1-3]. Однако расчет и обоснование величины стоимости часа жизненного цикла двигателя или планера самолета не всегда проводится совместно и с учетом особенностей полетного цикла самолета, что затрудняет анализ влияния одной подсистемы на другую при заданном полетном цикле. Исследование интегративных свойств самолета предполагает оценку взаимовлияния характеристик двигателя силовой установке и элементов планера при определенном полетном цикле.

Известно, что ведущие двигателестроительные фирмы вкладывают большие средства на разработку и внедрение адаптированных к своим условиям автоматизированных систем на основе универсальных инструментальных средств типа Unigraphics, Euclid, Cimatron, CATIA, CADD5, Pro/Engineer. Однако исследования эксплуатационных характеристик двигателя нового поколения без совместного исследования характеристик объекта, на который он будет установлен, оказываются неэффективными [4]. Данный вопрос особенно актуален применительно к обоснованию перспектив развития военной авиационной техники.

Основная часть исследований

Следует отметить, что по сравнению с достаточно развитым методическим аппаратом определения прироста целевой эффективности ЛА, экономические аспекты при проведении исследований по обоснованию перспектив развития военной авиационной техники сводятся, в основном, к рассмотрению стоимостных показателей стадий научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также серийных закупок образцов вооружения и военной техники.

Анализ экономической эффективности ЛА показал, что стоимость жизненного цикла является суммарным параметром полных затрат, осуществляемых при проектировании, производстве и в период эксплуатации самолета. Численно эти затраты на весь жизненный цикл в несколько раз превосходят стоимость самолета. Данное обстоятельство обосновывает необходимость расширения структуры экономических показателей, используемых при обосновании долгосрочных планов развития вооружения и военной техники. Учитывая, что срок эксплуатации образца вооружения и военной техники может достигать нескольких десятков лет, то необходимо понимать, что речь идет не столько о стоимости проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и организации серийных закупок, а скорее о расходах, обеспечивающих достижение войсками определенного уровня боевых возможностей и поддержания его на всем планируемом периоде эксплуатации.

Для проведения параметрических исследований эксплуатационных характеристик двигателя силовой установки ЛА на этапах его модернизации или предварительного проектирования разработан модульный программный комплекс (рис. 1). Разработанный модульный программный комплекс логически построен на основе методики оценки жизненного цикла авиационного двигателя в системе самолета. Модульный комплекс включает следующие вычислительные программные блоки [5]:

- исходные технические и экономические данные по маршевому двигателю силовой установки и его возможному прототипу;
- исходные данные по летно-техническим и экономическим характеристикам ЛА;
- исходные геометрические данные по двигателю с мотогондолой и элементам планера самолета;
- согласование весового баланса ЛА;
- исходные данные по типовому профилю полета самолета;

- расчет аэродинамических характеристик ЛА;
- расчет летно-технических, весовых и полетных характеристик ЛА;
- расчет цены маршевого двигателя и вспомогательной силовой установки;
- расчет потребности в двигателях, капитальных и текущих ремонтах при выбранной стратегии технического обслуживания и ремонта;
- расчет стоимости жизненного цикла планера самолета;
- расчет стоимости жизненного цикла двигателя силовой установки;
- расчет показателей экономической эффективности ЛА;
- отчетный материал по исследованию проекта ЛА с выбранным двигателем.

Все расчетные блоки взаимосвязаны между собой и позволяют проводить исследования характеристик самолетов как с дозвуковой, так и со сверхзвуковой скоростями полета.

При системном проектировании и доводке авиационных двигателей целесообразно использовать единый алгоритм исследования, в основе которого лежит подход с формированием многоуровневой модели системы “самолет-силовая установка”. Первоначальный проект самолета и двигателя силовой установки либо формируются из базы данных, которая построена на статистической информации, либо подгружаются как готовый объект. После окончания исследования проекта каждый объект формируется, структурируется и заносится в библиотеку объектов отдельно по плану самолета и двигателя.

Модуль исходных данных по плану ЛА, двигателю силовой установки, авиационным средствам поражения (геометрия, масса, ресурс и техническое обслуживание, стоимость) формируется пользователем на основе целевых задач самолета. Здесь могут задаваться и прогнозные значения параметров и характеристик, которые имеют объекты исследования мировых компаний.

Большим преимуществом данного программного комплекса есть возможность задания пользователем профиля полета самолета. Для ЛА военного назначения это необходимый этап для исследования новых тактических приемов с существующим вооружением и оборудованием.

К интегральной оценке летно-технических и технико-экономических характеристик ЛА может быть подключен модуль экспертной оценки, если это необходимо для организации.

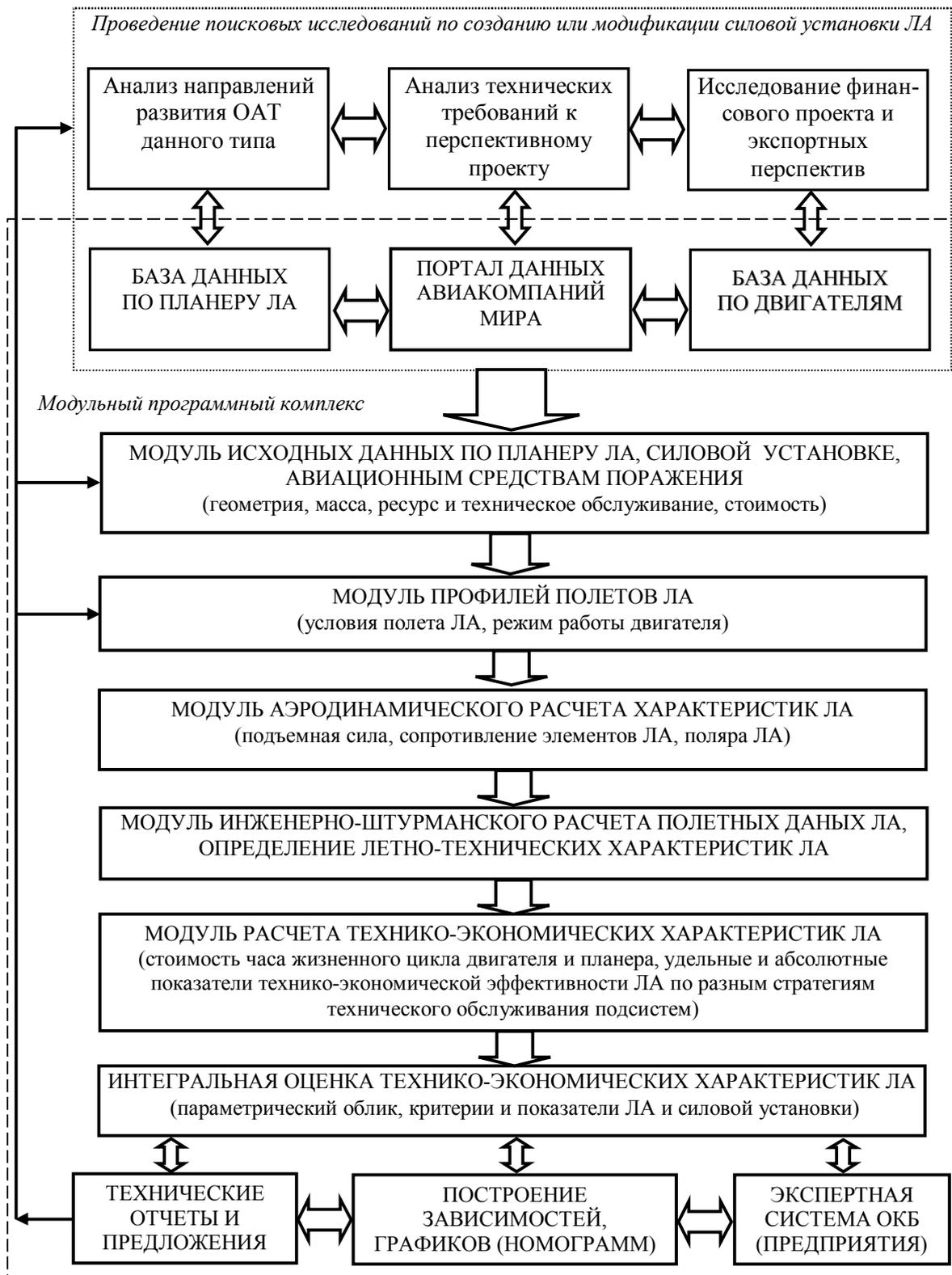


Рис. 1. Структура модульного программного комплекса.

Выводы по исследованию

Представленный программный комплекс позволяет на предварительных этапах проектирования нового двигателя или дальнейшей модернизации

существующего изделия проводить исследования жизненного цикла двигателя силовой установки в системе самолета.

В дальнейших исследованиях предполагается расширить возможности комплекса с учетом выбора

новых конструктивно-компоновочных схем самолетов и двигателей из наполненной базы данных.

Литература

1. Салтыков, А. С. Применение программного комплекса ANSYS CFX для расчета характеристик авиационных силовых установок боевых самолетов в целях повышения безопасности полета [Текст] / А. С. Салтыков // *Механика и машиностроение. Изв. Самарского научного центра РАН.* – 2012. – Т. 14, № 4(2). – С. 751-757.

2. Клочков, В. В. Методы и программное обеспечение экономико-математического моделирования и оптимизации технического обслуживания и ремонта авиадвигателей [Текст] / В. В. Клочков. – М. : МФТИ, 2005. – 167 с.

3. Теория, расчет и проектирование авиационных двигателей и энергетических установок. Кн. 3: Основные проблемы: Начальный уровень проектирования, газодинамическая доводка, специальные характеристики и конверсия авиационных ГТД [Текст] / В. В. Кулагин, С. К. Бочкарев, И. М. Горюнов [и др.] / под общ. ред. Кулагина. – М. : Машиностроение, 2005. – 464 с.

4. Кривошеев, И. А. Поддержка принятия проектных решений при структурном синтезе в САПР двигателей [Текст] / И. А. Кривошеев, С. В. Жернаков // *Информационные технологии.* – 2000. – № 2. – С. 17-30.

5. Методика оценки технико-экономических характеристик турбовинтового двигателя в системе легкого регионального пассажирского самолета / В. В. Логинов, Е. А. Украинец, И. Ф. Кравченко [и др.] // *Системи озброєння і військова техніка.* – 2014. – № 1(37). – С. 150-160.

Поступила в редакцию 3.06.2015, рассмотрена на редколлегии 22.06.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Д. Ф. Симбирский, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ПО ФОРМУВАННЮ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНА СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЛІТАКА

В. В. Логінов

У статті проведено обґрунтування розробленого модульного програмного комплексу та показано його структурну схему роботи. Програмний комплекс логічно побудований на основі методики розрахунку вартості години життєвого циклу авіаційного двигуна в системі пасажирського, транспортного чи військового літака з урахуванням особливостей польотного циклу. Показано необхідність проведення математичного моделювання експлуатаційних характеристик літака на основі єдиного методичного підходу з урахуванням нових інтеграційних властивостей підсистем силової установки та елементів планера.

Ключові слова: модульний програмний комплекс, параметричний обрис, літак, авіаційний газотурбінний двигун, силова установка, техніко-економічні характеристики, експлуатаційні характеристики, льотно-технічні характеристики.

SOFTWARE FOR FORMING OF OPERATIONAL PERFORMANCE OF ENGINE AIRCRAFT POWER PLANT

V. V. Loginov

In the article study developed a modular software system and it shows a block diagram of work. The software is based on a logical methodology for calculating the cost of an hour the life cycle of an aircraft engine in system of the passenger, cargo or military aircraft taking into account the characteristics of the flight cycle. It shows the need for mathematical modeling of the operational performance of the aircraft on the basis of a common methodological approach, taking into account the integration of new features subsystems of power plant and airframe components.

Keywords: modular software, a parametric form, aircraft, aviation gas turbine engine, power plant, technical and economic characteristics, operational characteristics, flight and technical characteristics.

Логінов Васильй Васильевич – д-р техн. наук, ст. науч. сотр., нач. каф. инженерно-авиационного факультета, Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков, e-mail : login_w@ukr.net.