

УДК 621.45.02.024

В.В. Логинов

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УЧЕБНО-БОЕВОГО САМОЛЁТА

В статье приведены результаты сравнения расчетных аэродинамических характеристик учебно-боевого самолета Як-130 с экспериментальными данными. Показано удовлетворительное согласование расчетных и экспериментальных данных аэродинамических характеристик исследуемого самолета. С помощью разработанного модульного программного комплекса возможно проводить исследования эксплуатационных характеристик учебно-боевого самолета нового поколения.

**Ключевые слова:** модульный программный комплекс, учебно-тренировочный самолёт, учебно-боевой самолёт, силовая установка, эксплуатационные характеристики, летно-технические характеристики.

### Введение

При модификации, а также при создании новых летательных аппаратов (ЛА), важное место занимает математическое моделирование процессов на всех этапах разработки и доводки его подсистем [1 – 4], в том числе и силовой установки, для которой необходимо дополнительное программное обеспечение. Построение математических моделей таких систем на основе детальных моделей отдельных элементов – сложная задача, успешное решение которой возможно с использованием современных прикладных компьютерных технологий [5].

Это обуславливает актуальность проблемы создания современных программных комплексов, реализующих методы математического моделирования.

В связи с этим существует объективная потребность в развитии методики обоснования параметрического облика силовой установки ЛА и поддерживающих инструментальных средств, позволяющих осуществить единое информационное пространство для лица, принимающего окончательное решение касательно технико-экономического проекта ЛА и его силовой установки.

**Постановка задачи.** Данная статья посвящена решению комплекса задач, связанных с разработкой моделей и инструментальных средств для создания единого информационного пространства, обеспечивающего рациональный выбор эксплуатационных характеристик учебно-боевого самолета. С этой целью необходимо провести расчет аэродинамических и летно-технических характеристик учебно-боевого самолета с помощью разработанного модульного программного комплекса [6].

**Целью статьи** является сравнительный анализ расчетных и экспериментальных данных современного учебно-боевого самолёта.

### Основная часть исследований

В качестве исследуемого объекта выбран учебно-боевой самолет Як-130 [7], основные характеристики которого показаны в табл. 1. Самолет Як-130 является монопланом классической схемы со среднерасположенным стреловидным крылом (рис. 1), двухместной tandemной кабиной экипажа и комплексной электродистанционной системой управления, выполняющей функции системы автоматического управления и активной системы безопасности полета.

Таблица 1

Основные характеристики  
самолета Як-130

Параметр	Значение
Площадь крыла, м <sup>2</sup>	23,522
Масса самолета, кг:	
- максимальная взлетная масса	9000
- максимальная масса боевой нагрузки	1635
- масса снаряженного самолета	6100
Масса топлива, кг:	
- во внутренних баках	1750
- в подвесных топливных баках	900
Максимальная скорость, км/ч	1060
Практический потолок, м	12500
Практическая дальность полета (без подвесных топливных баков), км	2000
Максимальная эксплуатационная перегрузка	+8/-3

Самолет оснащен двумя турбореактивными двухконтурными двигателями АИ-225-25 с тягой по 2500 кгс [8, 9].

Конструкция воздухозаборников позволяет эксплуатировать самолет с бетонных и грунтовых взлетно-посадочных полос. Девять точек подвески позволяют нести до 3000 кг полезной нагрузки.

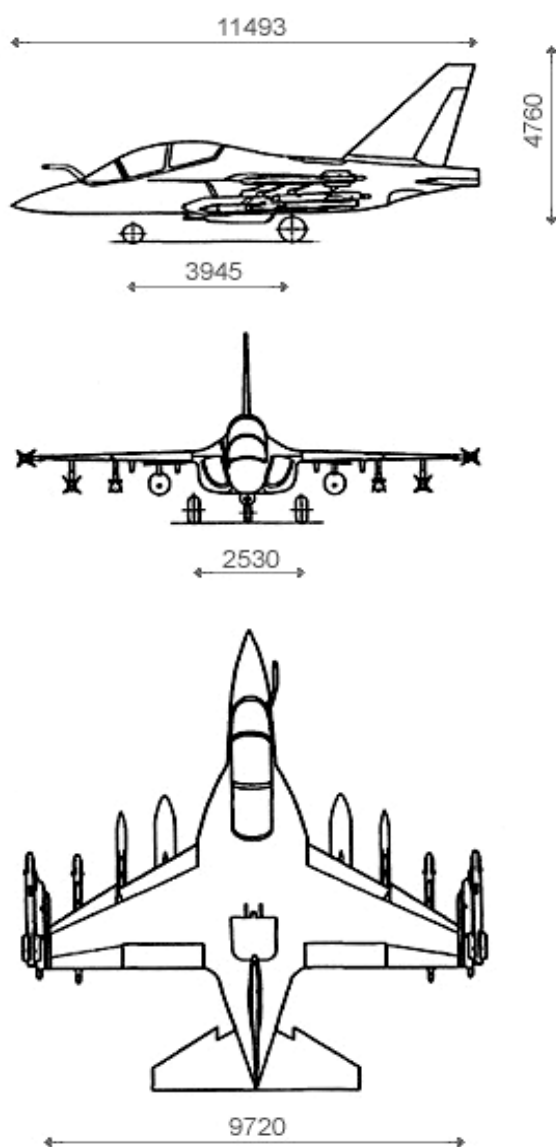


Рис. 1. Проекция самолета Як-130

Для верификации разработанной методики для данного типа ЛА проведено сравнение расчетных данных аэродинамических характеристик самолета Як-130 с экспериментальными данными, полученными в летном эксперименте и представленными в [7]. Геометрические и весовые данные ЛА взяты из работ [7 8]. Геометрические и весовые данные силовой установки, высотно-скоростные и дроссельные характеристики авиационного двигателя АИ-222-25 взяты из работы [9]. На рис. 2 представлены расчетная зависимость и экспериментальные точки коэффициента подъемной силы самолета Як-130 от угла атаки для числа Маха полета  $M = 0,6$ .

На рис. 3 представлены расчетная зависимость и экспериментальные точки аэродинамического качества самолета Як-130 от коэффициента подъемной силы  $C_{ya}$ .

Анализ расчетных результатов и экспериментальных данных, полученных в лётном эксперименте, позволяет сделать следующие выводы: относительная погрешность определения максимального качества самолета при убранных шасси и закрылках на исследуемом участке составляет не более 7 %, а коэффициента подъемной силы – не более 10 %. С увеличением угла атаки точность определения величины коэффициента подъемной силы  $C_{ya}$  несколько снижается.

### Выводы по исследованию

Таким образом, анализ представленных результатов позволяет сделать вывод об удовлетворительном согласовании известных экспериментальных и расчетных данных, полученных на основе разработанной методики определения основных аэродинамических и летно-технических характеристик учебно-боевого самолета типа Як-130.

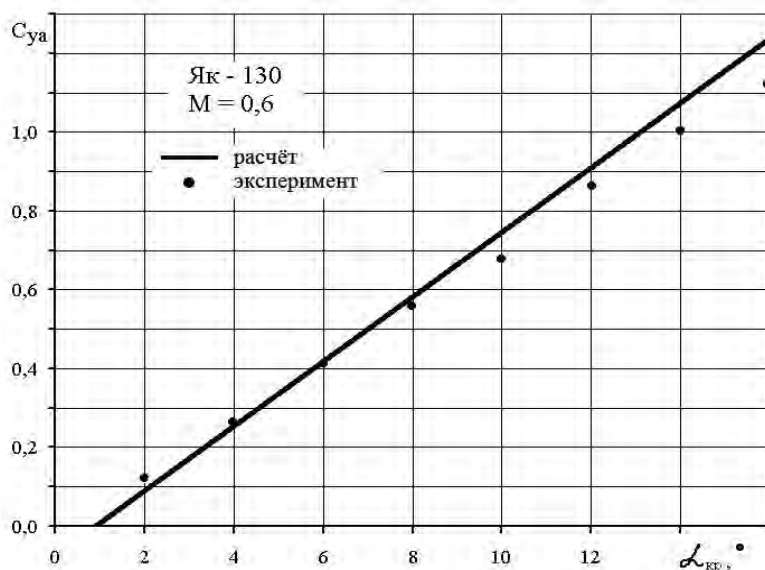
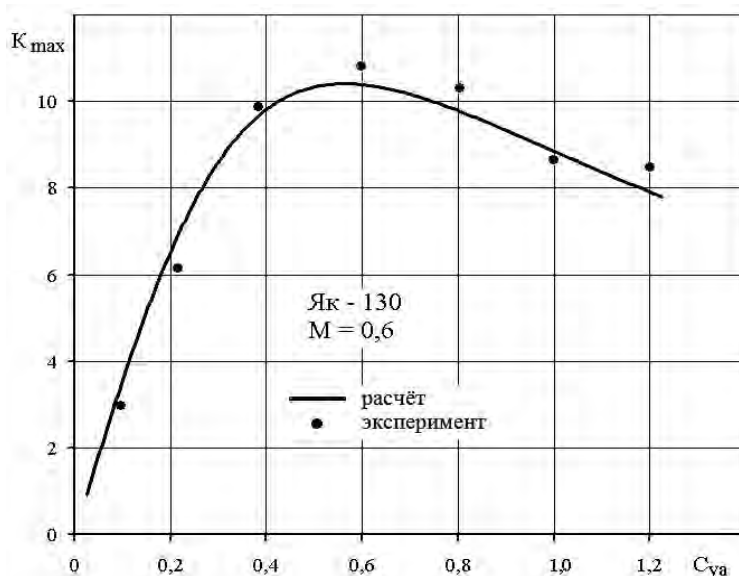


Рис. 2. Зависимости балансирующих значений  $C_{ya}$  самолета Як-130 от угла атаки

Рис. 3. Зависимости балансировочных значений  $K_{max}$  самолета Як-130 от  $C_{ya}$ 

С помощью разработанного программного комплекса планируется провести исследования летно-технических и технико-экономических характеристик существующих и перспективных учебно-боевых самолетов.

### Список литературы

1. Проектирование самолетов [Текст] / С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др.; под ред. С.М. Егера. – М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
2. Торенбик Э. Проектирование дозвуковых самолетов [Текст] / Э. Торенбик. – М.: Машиностроение, 1983. – 648 с.
3. Оболенский Ю.Г. Управление полетом маневренных самолетов [Текст] / Ю.Г. Оболенский. – М: Воениздат, 2007. – 480 с.
4. Особенности проектирования легких боевых и учебно-тренировочных самолетов [Текст] / А.Н. Акимов, В.В. Воробьев и др.; под ред. Н.Н. Долженкова и В.А. Подобедова. – М.: Машиностроение-Полет, 2005. – 368 с.
5. Костин П.С. Программно-моделирующий комплекс для полунатурного моделирования динамики маневренного самолета [Электронный ресурс] / П.С. Костин,

Ю.О. Верецагин, В.А. Волошин // Труды МАИ : журнал. – Вып. 81. – 2015. – Режим доступа к тексту статьи: - <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=57735>.

6. Логинов В.В. Программный комплекс по формированию эксплуатационных характеристик двигателя силовой установки самолета [Текст] / В.В. Логинов // *Авіаційно-космічна техніка та технологія*. – № 9 (126). – 2015. – С. 149-152.

7. Самолет Як-130. Руководство по летной эксплуатации [Текст]. – М.: Атмосфера, 2007. – 197 с.

8. Юргенсон А.А. Учебно-боевой самолет Як-130 [Текст] / А.А. Юргенсон. – М.: Атмосфера. – 2006. – 35 с.

9. Таблицы параметров турбореактивного двухконтурного двигателя АИ-222-25. Техн. отчет / [Батурин Я.Н., Тертышный О.С., Крицын Г.Р., Колесников В.И.]. – № 27/2009-222-25. – Запорожье: ГП “Ивченко-Прогресс”, 2009. – 102 с.

Поступила в редколлегию 15.01.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, с.н.с. Е.А. Украинец, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАВЧАЛЬНО-БОЙОВОГО ЛІТАКА

В.В. Логінов

У статті наведено результати порівняння розрахункових аеродинамічних характеристик навчально-бойового літака Як-130 з його експериментальними даними. Показано задовільне узгодження розрахункових і експериментальних даних аеродинамічних характеристик досліджуваного літака. За допомогою розробленого модульного програмного комплексу можливо проводити дослідження експлуатаційних характеристик навчально-бойового літака нового покоління.

**Ключові слова:** модульний програмний комплекс, навчально-тренувальний літак, навчально-бойовий літак, силова установка, експлуатаційні характеристики, льотно-технічні характеристики.

### COMPARATIVE ANALYSIS AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF COMBAT TRAINING AIRCRAFT

V.V. Loginov

In the article to show the results of comparing the calculated aerodynamic characteristics of combat training aircraft Yak-130 with its experimental data. To show satisfactory matching between the calculated and experimental data of aerodynamic characteristics of the test aircraft. With the help of the developed modular software system to conduct research performance training and combat training aircraft of the new generation.

**Keywords:** modular software suite, training aircraft, combat training aircraft, power plant, operational performance, aircraft performance.