

УДК 623.746.7

П.И. Нор

Центральный НИИ вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Киев

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ САМОЛЕТОВ С ТУРБОРЕАКТИВНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

В статье на основе ретроспективного анализа основных летно-технических характеристик серийных учебно-тренировочных самолетов с турбореактивными двигателями предлагается их классификация по поколениям развития. Приведены основные характерные признаки рассмотренных поколений самолетов.

Ключевые слова: учебно-тренировочные самолеты, турбореактивные двигатели, летно-технические характеристики.

Введение

Вопросы развития боевой авиационной техники достаточно широко освещены в отечественной и зарубежной специальной и научно-популярной литературе. Это касается, в первую очередь, самолетов истребительной авиации с реактивными двигателями, где сейчас различают уже 5 поколений их развития. Не обделены вниманием и вопросы развития самолетов бомбардировочной, штурмовой и военно-транспортной авиации. В то же время, одному из наиболее массовых классов авиационной техники учебно-тренировочным самолетам (УТС), уделено недостаточно внимания.

Целью статьи является анализ развития самолетов данного класса, начиная с момента их появления по настоящее время. При этом ограничимся летательными аппаратами, сопоставимыми по техническим решениям с современными самолетами данного класса, т. е. УТС, оснащенными турбореактивными двигателями (ТРД) и созданными, в первую очередь, в интересах вооруженных сил. Вопросы развития существующих и перспективных УТС с турбовинтовыми двигателями требуют, несомненно, отдельного рассмотрения.

Основной материал

Для анализа летно-технических характеристик (ЛТХ) учебно-тренировочных самолетов с турбореактивными двигателями были использованы основные, доступные из открытых печатных и электронных источников [1-11], характеристики:

- массогабаритные;
 - основные ЛТХ;
 - взлетно-посадочные характеристики (ВПХ);
 - тяговые характеристики силовой установки (СУ).
- На их основе определялись также общепринятые относительные характеристики:
- тяговооруженность самолета;
 - удельная нагрузка на крыло;
 - относительная масса боевой и полезной нагрузки.

Информация относительно других ЛТХ, которая характеризует техническое совершенство и возможности самолетов данного класса, является, как правило, закрытой или носит откровенно рекламный характер, поэтому, по причине ее неполноты и не-

достоверности, не использовалась в данном обзоре.

Первые учебно-тренировочные самолеты с турбореактивными двигателями начали разрабатываться в начале 50-х годов прошлого века. Анализируя изменение ЛТХ самолетов данного класса со времени их создания (отсчет берется со времени вылета первого серийного образца) и по настоящее время, условно разделим все самолеты на три основные группы. Первая – это УТС, созданные с середины 50-х до середины 60-х годов прошлого столетия, вторая группа – самолеты, время создания которых лежит в пределах середины 60-х – середины первого десятилетия нашего столетия и третья группа – самолеты, созданные после 2005 года.

Типы серийных учебно-тренировочных самолетов с ТРД, двухконтурными турбореактивными двигателями (ТРДД) и их форсированными вариантами, страна - разработчик, сроки разработки и производства, а также его объемы приведены в табл. 1.

В таблицу не включены самолеты, которые создавались как истребители или легкие штурмовики, но на определенном этапе стали использоваться как учебно-тренировочные или учебно-боевые самолеты

Характер изменения основных геометрических характеристик рассмотренных групп УТС показан на рис. 1. Видно, что размах крыла практически не менялся и остается на протяжении последних более 50 лет на уровне приблизительно 10 м. Площадь крыла рассмотренных самолетов хотя и имеет большой разброс относительно среднего значения (приблизительно 20 м²), но также практически не изменилась. Это объясняется наличием оптимального соотношения этих параметров для самолетов данного целевого назначения. Можно отметить лишь некоторое увеличение площади крыла у самолетов третьей группы, которое можно объяснить стремлением удержать значения удельной нагрузки на крыло в оптимальных пределах при увеличении массы этих самолетов, что видно из рис. 2.

Изменение массовых характеристик рассмотренных групп УТС за данный период очень существенное. Отмечается рост как массы пустого самолета и нормальной взлетной массы, так и более существенный рост максимальной взлетной массы. Четко прослеживается разница средней массы самолетов в рассмотренных группах

Серийные учебно-тренировочные самолеты

№ п/п	Тип УТС	Страна (страны) - разработчики	Год начала разработки	1-й вылет серийного образца	Конец производства с-тов	Колич. выпущенных с-тов
Первая группа УТС						
1	СМ-170 "Мажистер"	Франция	1950	1954	1970	921
2	T-37B (C)	США	1952	1955	1965	990
3	MS.760 "Пари"	Франция, Аргентина	1952	1955	1960	100
4	"Джек Пров" Мк.4	В/Британия	1953	1958	1970	500
5	T1	Япония	1955	1960	1964	70
6	МВ-326G(GB)	Италия	1954	1962	1983	761
7	Л-29 "Дельфин"	Чехословакия	1957	1961	1974	3600
8	TS-11 "Искра"	Польша	1957	1962	1979	500
9	CL-41 (СТ-114)	Канада	1957	1963	1967	190
10	T-2A (B,C) "Бокай"	США	1956	1962	1973	530
11	Сааб-105	Швеция	1960	1965	1974	150
Вторая группа УТС						
12	T-38 "Телон"	США	1957	1960	1975	1139
13	G-2A "Галеб"	Югославия	1959	1965	1985	240
14	ВАС.167	В/Британия	1965	1968	1984	100
15	Л-39С (ZO) "Альбатрос"	Чехословакия	1965	1972	1996	2800
16	"Хок" Мк.1	В/Британия	1968	1972	1986	450
17	"Альфа-Джет"	Франция, ФРГ	1969	1977	1984	376
18	"Киран II"	Индия	1972	1979	1989	61
19	С.101 "Авиаджет"	Испания	1975	1979	1985	100
20	МВ-339А	Италия	1974	1981	1993	161
21	АТ-3А(В)	Тайвань	1975	1984	1990	60
22	S.211	Италия и др..	1977	1985	1990	60
23	T-4	Япония	1981	1987	1992	126
24	"Хок-100"	В/Британия	1984	1988	2005	120*
25	T-22 "Ирида"	Польша	1981	1991	2000	50
26	JAR-99	Румыния	1980	1989	1994	50
27	IA-63	Аргентина, ФРГ	1981	1989	1991	70
28	L-59 (L-39MS)	Чехия	1983	1989	1995	150*
29	T-45 "Госхок"	В/Британия	1984	1991	1996	268
30	JL-8	Китай	1987	1993	2006	600
31	К-8 "Каракорум"	Китай	1995	1999	2010	200*
Третья группа УТС						
32	T-50	Корея	1998	2007	2010	100*
33	МВ-346	Италия	1998	2008	2010	30*
34	Як-130	Россия	1993	2009	2010	200*
35	JL-15 (L-15)	Китай	2003	2010	2010	300*

* неокончательное или предполагаемое количества выпущенных самолетов

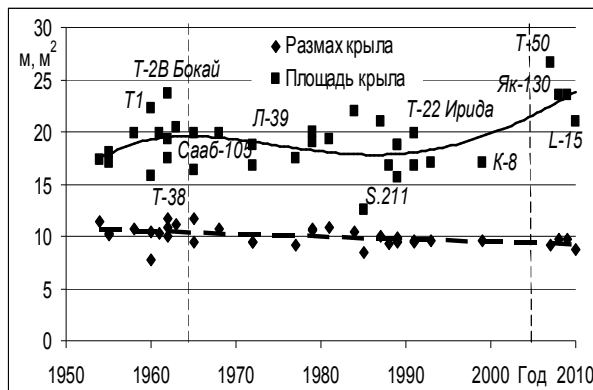


Рис. 1. Изменение размаха и площади крыла УТС

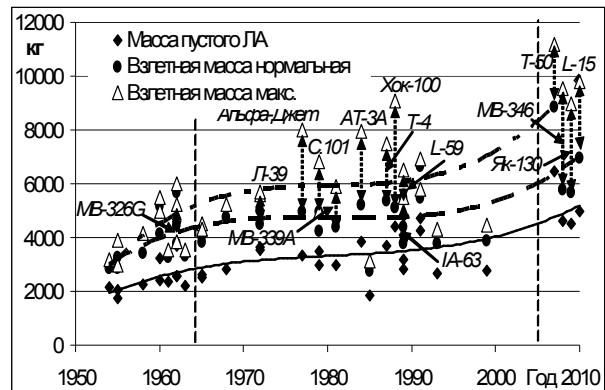


Рис. 2. Изменение массы УТС

По сравнению с наиболее многочисленной второй группой, включающей 20 самолетов, значения рассмотренных масс самолетов первой группы на 20...30% меньше, а третьей группы – на 45...67% больше.

Причина этого – стремление к улучшению ЛТХ самолетов и, как следствие, усложнение и утяжеление их конструкции (применение более мощных и тяжелых ТРД, увеличение их количества, переход к необратимым гидравлическим системам управления, увеличение массы бортового оборудования и подвесного вооружения для расширения функциональных возможностей самолетов).

Наиболее интересной особенностью, которая массово начала проявляться именно на самолетах второй группы, является расширение их функциональных возможностей, т. е. придание им функций легкого штурмовика. Это выражается в существенной разнице между нормальной (для выполнения учебных задач) и максимальной (для действий по наземным целям) взлетной массой (на рис. 2 это отображено стрелочками, а сами самолеты, наделенные такими возможностями, подписаны). Такая трансформация УТС была обусловлена потребностью, в первую очередь, развивающихся стран иметь на вооружении необходимый парк достаточно дорогих новых летательных аппаратов за минимальные средства и, во-вторых, желанием фирм производителей авиационной техники расширить свой экспортный потенциал.

Данная тенденции прослеживается и относительно самолетов третьей группы (рис. 2), причем расширение функциональных возможностей проявилось здесь не только в расширении задач по поражению наземных целей, но и в придании им возможностей по поражению воздушных целей.

На рис. 3 изображены значения относительной массы полезной нагрузки определенной как разницы между максимальной взлетной массой и массой пустого самолета, отнесенной к первой, и относительной массой боевой нагрузки.

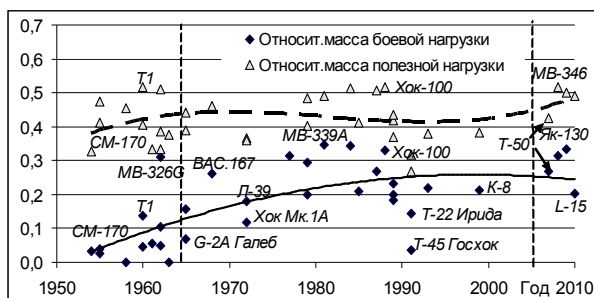


Рис. 3. Изменение относительной массы УТС

И если относительная масса полезной нагрузки, несмотря на существенный разброс значений, является приблизительно постоянной величиной, то относительная масса боевой нагрузки значительно возросла при переходе к самолетам с расширенными функциональными возможностями. То

есть произошло увеличение средних значений относительной массы боевой нагрузки приблизительно в 5 раз для УТС второй группы по сравнению с первой и в 2 раза для самолетов третьей группы по сравнению со второй.

Как отмечено выше, максимальная скорость и практический потолок самолета при приблизительно одинаковых геометрических параметрах определяются в основном максимальным значением тяги его СУ [12]. Это подтверждается сравнением зависимостей изменения максимальной скорости (рис. 4) и высоты полета (рис. 5) с изменением максимальной тяги СУ (рис. 7). Естественно, последовательное увеличение от первой до третьей группы тяги СУ самолетов привело к росту их максимальной скорости и практического потолка. Наиболее существенный рост (около 60%) максимальной скорости полета отмечен у УТС третьей группы.

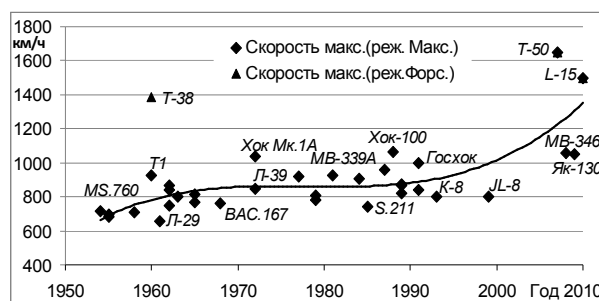


Рис. 4. Изменение максимальной скорости УТС

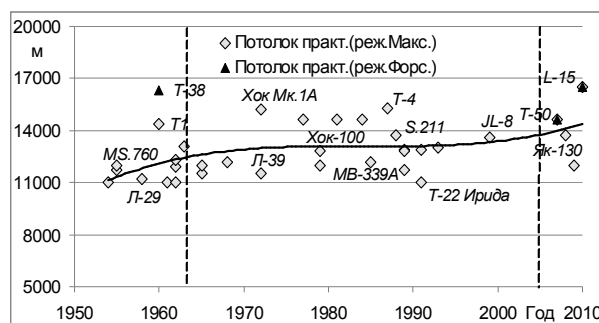


Рис. 5. Изменение практического потолка УТС

Одной из важнейших характеристик УТС является его маневренность, которая определяется несущими свойствами крыла и тяговыми характеристиками СУ. Достоверно оценить несущие свойства рассмотренных летательных аппаратов не представляется возможным из-за отсутствия информации о максимально допустимых значениях коэффициентов подъемной силы, хотя косвенной характеристикой маневренности может быть удельная нагрузка на крыло. Тяга СУ определяет характеристики установившихся маневров, маневров в вертикальной плоскости, характеристики разгона и скороподъемности самолета [12].

На рис. 6 показаны значения максимальной скороподъемности самолетов рассмотренных групп, по которым можно оценить и тенденции их изменения. Наблюдается увеличение скороподъемности

приблизительно на 40% у УТС второй группы и существенное (более чем в 4 раза) у самолетов третьей группы, что приблизительно соответствует тенденции изменения тяги СУ, показанной на рис. 7.

При анализе изменения максимальной скорости, практического потолка и скороподъемности рассмотренных самолетов четко видны явно выпадающие из линий их аппроксимации характеристики самолетов Т-38, Т-50 и L-15. Причина здесь вполне очевидная: они, в отличие от всех других самолетов, оборудованы силовыми установками с ТРДФ (ТРДДФ), т. е. турбореактивными двигателями с форсажными камерами сгорания.

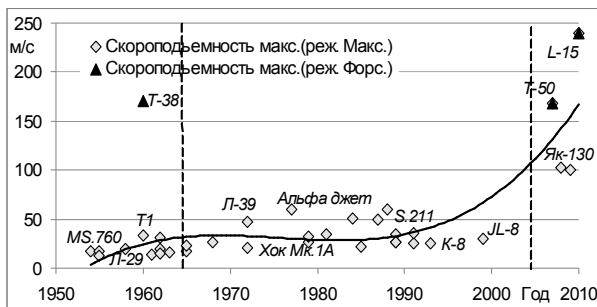


Рис. 6. Изменение максимальной скороподъемности УТС

Анализ изменения тяги СУ (рис. 7) и тяговооруженности самолетов (рис. 8) дает возможность подтвердить ранее сделанные выводы относительно изменения их ЛПХ, а также отметить еще одну особенность, характерную для рассмотренных групп УТС. Некоторые самолеты первой и второй группы имеют двухдвигательную СУ (на рис. 7 они выделены более крупными значками и подписаны). УТС третьей группы, как правило, оснащены двухдвигательной СУ, что позволяет увеличить их тяговооруженность и, что более важно, повысить безопасность полетов.

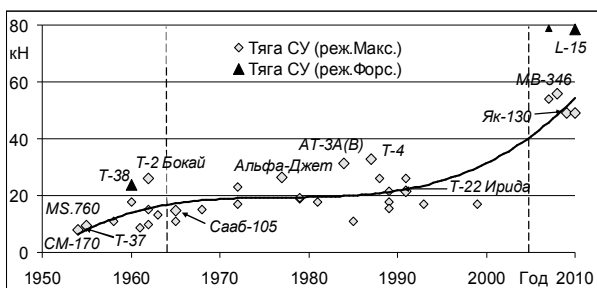


Рис. 7. Изменение тяги силовой установки УТС

Это позволяет получить кратковременное увеличение тяги и улучшение маневренных характеристик, но такие УТС, как видно из рис. 7, являются исключением из правила. Получая определенные преимущества, они имеют и целый ряд недостатков, в первую очередь экономического характера. Использование их в качестве УТС могут позволить себе только наиболее развитые в экономическом и военном отношении страны. В среднем тяговоору-

женность самолетов при переходе от первой ко второй группе возросла приблизительно на 20%, а от второй к третьей – на 60%.

На рис. 9 показаны значения удельной нагрузки на крыло. Видно, что несмотря на некоторое ее увеличение при переходе от самолетов первой группы ко второй и третьей, в общем, удельная нагрузка на крыло за рассмотренный период времени изменилась незначительно. Как следствие, улучшение маневренных и взлетно-посадочных характеристик самолетов было незначительным (рис. 11) и достигалось, в основном, за счет улучшения механизации крыла.

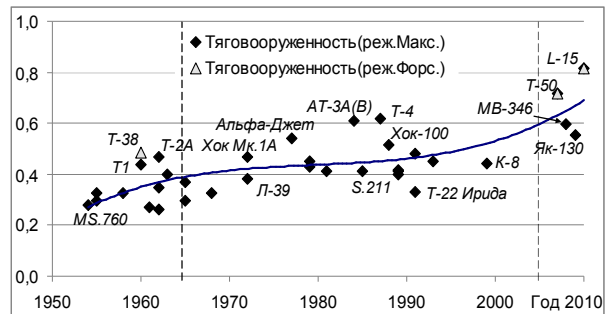


Рис. 8. Изменение тяговооруженности УТС

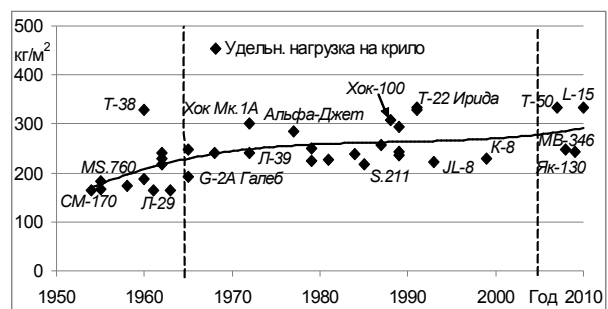


Рис. 9. Изменение удельной нагрузки на крыло

Изменение дальности полета УТС за рассматриваемый период изображено на рис. 10. Средняя дальность полета с внутренним запасом топлива у самолетов первой и второй группы практически не изменилась, хотя разброс этих значений довольно существенный. У самолетов третьей группы отмечается увеличение дальности полета приблизительно на 50% за счет улучшения экономичности двигателей, а также увеличения внутреннего запаса топлива. Характер изменения перегоночной дальности полета (с учетом применения дополнительных подвесных топливных баков) аналогичен предыдущему случаю, хотя разброс значений еще больше. Некоторые производители (УТС "Альфа-Джет", С.101 "Авиаджет", S.211, "Хок-100") существенно, в несколько раз, увеличивали по сравнению с обычной перегоночную дальность полета, хотя необходимость этого для выполнения основного целевого назначения самолета представляется сомнительной.

Основные взлетно-посадочные характеристики УТС, длина разбега и длина пробега несколько улучшились (рис. 11), благодаря отмеченному увеличе-

нию тяговооруженности (рис. 8) и применению более эффективной механизации крыла. Наличие приемлемых ВПХ является одним из основных требований к УТС, поэтому эти характеристики у данного класса самолетов всегда были лучше, чем у других.

Значения максимальной эксплуатационной перегрузки на рис. 12 показывают, что еще в первые годы их создания она достигла предельных величин и зафиксировалась на уровне 7–8 единиц, что характерно для маневренных истребителей, и ограничивается физиологическими возможностями летчика. Показанные на этом же рисунке количество внешних узлов подвески УТС также имеет устойчивую тенденцию к росту, от 1...3 у самолетов первой группы, до 4...6 – у второй и 6...9 у третьей группы. Объяснение этому факту, отмеченное выше, – расширение функциональных возможностей УТС.

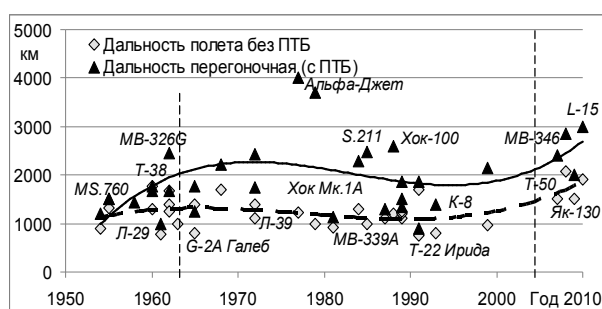


Рис. 10. Изменения максимальной дальности полета УТС

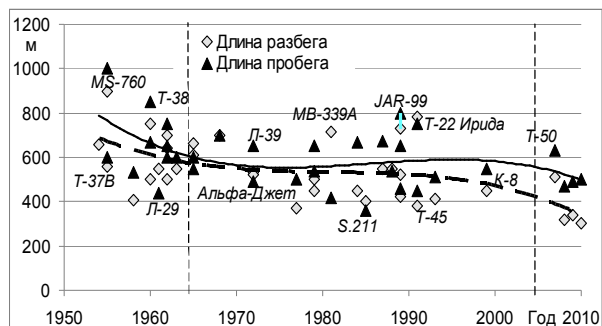


Рис. 11. Изменения длины разбега и пробега УТС

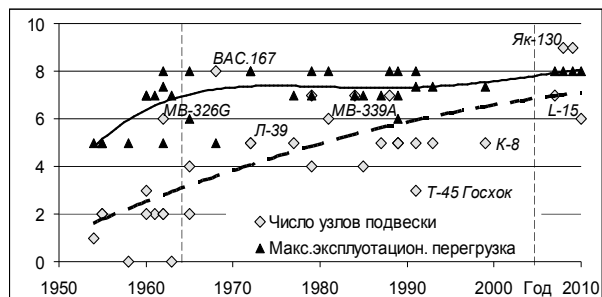


Рис. 12. Изменения числа узлов подвески и максимальной эксплуатационной перегрузки УТС

Таким образом, рассмотренные летно-технические характеристики 35 учебно-тренировочных (учебно-боевых) самолетов дают возможность выделить отличительные признаки, характерные для трех отмеченных групп этих самолетов. Для первой

группы реактивных УТС, которую можно назвать по аналогии с самолетами истребительной авиации УТС первого поколения, характерны:

простота конструкции (простейшая безбустерная система управления, минимальный состав пилотажного и навигационного оборудования) и небольшая масса самолета;

оптимальные, ставшие классическими для самолетов данного класса, геометрические параметры; силовая установка, состоящая из одного или двух ТРД (впервые на УТС) с относительно небольшой тягой, а следовательно с низкой тяговооруженностью самолета;

оснащение УТС катапультными креслами и герметичной кабиной;

однофункциональность (за редким исключением, например, MB-326G) самолетов, основное назначение которых – первоначальный и основной этап летной подготовки.

К УТС первого поколения можно отнести первые 11 самолетов, приведенных в табл.1. Время создания их (по первому вылету серийного самолета) – с середины 50-х до середины 60-х годов прошлого столетия. Как исключение следует рассматривать американский УТС Т-38, первый вылет которого состоялся в 1960 году, но по своим ЛТХ он, несомненно, не относится к самолетам первого поколения.

Отличительными признаками УТС второго поколения являются:

увеличение массы пустого самолета за счет усложнения его конструкции, а также взлетной массы (в среднем на 20...30%);

переход к применению более экономичных двухконтурных турбореактивных двигателей, увеличение их тяги (в среднем на 36%) и, соответственно, тяговооруженности УТС;

некоторое улучшение основных ЛТХ (максимальной скорости, скороподъемности, маневренности) и ВПХ;

расширение функциональных возможностей УТС за счет увеличения массы и номенклатуры боевой нагрузки и количества узлов подвески, т. е. придание им функций легкого штурмовика.

Следует отметить, что последний признак относится не ко всем самолетам этого поколения. Узкоспециализированные УТС также создавались и эксплуатировались в это время в разных странах (Т-45 "Госхок", Т-22 "Ирида"). Задачи самолетов второго поколения в варианте УТС остались практически аналогичными УТС первого поколения. УТС (УБС) с расширенными функциональными возможностями за счет действий по наземным целям можно классифицировать как поколение "2+".

К УТС (УБС) второго поколения на основании отмеченных характерных признаков можно отнести 20 летательных аппаратов, расположенных в табл. 1 под номерами 12...31 и выделенных ранее в статье как вторая группа УТС.

Анализ ЛТХ всей выборки учебно-тренировочных (учебно-боевых) самолетов (рис. 1-12) дает основания для классификации самолетов, созданных в последнее десятилетие, как УТС (УБС) нового, третьего поколения. Их характерными признаками являются:

значительное, на 45...65%, увеличение массы по сравнению с предыдущим поколением УТС ($m_{пуст} = 4000...6000$ кг, $m_{взл.норм} = 6000...8000$ кг) из-за усложнения конструкции, увеличения внутреннего запаса топлива и номенклатуры подвесного вооружения;

применение СУ на основе, как правило, двух ТРДД или ТРДДФ нового поколения, что существенно увеличивает тяговооруженность (до уровня $R_{maxc}/G_{взл} = 0,6...0,8$) и повышает безопасность полета;

улучшение ЛТХ за счет увеличения тяговооруженности и совершенствования аэродинамической компоновки (максимальная скорость самолетов – околосвуковая или небольшая сверхзвуковая, максимальная скороподъемность – 100 м/с и выше, максимальная дальность на уровне 1500...2000 км и до 3000 км при наличии подвесных топливных баков);

хорошие маневренные (на уровне истребителей 4-го поколения) и взлетно-посадочные характеристики;

расширение функциональных возможностей самолетов, которые могут действовать не только по наземным, но и по воздушным целям, что обеспечивается большим числом узлов подвески вооружения (6...9 точек) и значениями относительной массы боевой нагрузки на уровне 0,25...0,35 (прирост средних значений этих параметров по сравнению со вторым поколением УТС на 50...100%).

Эргономика кабины экипажа самолетов третьего поколения максимально приближена к эргономике кабин современных многоцелевых истребителей поколения "4+", "4++", "5". Но, несомненно, главным отличием УТС этого поколения является применение электродистанционной системы управления с возможностью перепрограммирования характеристик их управляемости под соответствующие характеристики боевых самолетов. Это позволяет реализовать на них полную программу летной подготовки без необходимости дополнительного переучивания на существующие типы боевых летательных аппаратов.

В то же время, существенное усложнение конструкции самолетов этого поколения повлекло значительный рост их стоимости (в несколько раз), естественно возросла и стоимость летного часа, поэтому на УТС третьего поколения проводят, как правило, только часть курса основной летной подготовки и повышенную подготовку. Для первоначальной летной подготовки используются более простые и дешевые УТС.

Как видно из табл. 1, к УТС третьего поколения относятся 4 типа самолетов (под номерами 32...35):

УБС Т-50 совместной разработки и производства фирм Южной Кореи и США, созданный в интересах ВВС Южной Кореи с перспективой возможной поставки его в качестве нового УТС (УБС) в ВВС США;

созданные из российско-итальянского опытного прототипа Як-130Д российский УТС (УБС) Як-130 и итальянский МВ-346. Они очень близки по конструкции и аэродинамической схеме, но изготавливаются разными производителями;

созданный при техническом содействии российских специалистов ОКБ им. А.С. Яковлева китайский УТС (УБС) JL-15 (экспортное обозначение L-15), который только готовится к серийному производству.

Последние три самолета очень близки по аэродинамической схеме и массогабаритным показателям, оснащены приблизительно одинаковой СУ, поэтому имеют близкие ЛТХ. Самолет Як-130 оснащен двумя ТРДД АИ-222, а L-15 – двумя ТРДДФ АИ-222-25Ф разработки украинского ЗМКБ "Ивченко-Прогресс" и производства запорожского ОАО "Мотор – Сич" [13].

К самолетам третьего поколения следует отнести также новый российский УТС МиГ-АТ, созданный в ОКБ им. А.И. Микояна при техническом содействии ведущих французских фирм-производителей авиационной техники.

В данном исследовании он не рассматривался ввиду отсутствия на данное время заказов на серийный самолет, хотя перспективы его производства еще имеются.

Других известных разработок самолетов рассматриваемого класса практически нет [14].

Выводы

Таким образом, проведенный анализ летно-технических характеристик практически всех серийных УТС с реактивными двигателями (без учета ТВД), созданных в разных странах за последние 65 лет, дает основание по приведенным в статье характерным признакам выделить три поколения самолетов данного класса.

Первое поколение – это УТС созданные в 50-х – начале 60-х годов прошлого столетия, – было, пожалуй, несмотря на небольшой типаж (немногим более 10 типов, не считая модификаций), самым массовым и эксплуатировалось вплоть до конца прошлого столетия.

Второе поколение – это УТС (УБС), созданные в основном в 70-е, 80-е годы прошлого столетия, составляют на данное время основу мирового парка УТС. Оно состоит из 20 основных типов ЛА и приблизительно столько же их модификаций, разработанных и изготовленных в 15 странах. Эти самолеты эксплуатируются в более чем 100 странах мира. УТС (УБС) второго поколения серийно изготавливались, в основном, до середины 90-х годов и позже, имеют, как правило, достаточно

большие запасы ресурса и будут эксплуатироваться еще более 10 лет.

Третье поколение – это новые УТС (УБС), которые позволяют проводить повышенную летную подготовку на новом качественном уровне применительно к стоящим на вооружении боевым самолетам, а также выполнять некоторые боевые задачи.

Список литературы:

1. Энциклопедия военной авиации / под ред. Д. Дональда и Д. Лейка. – М.: Омега, 2003. – 457 с.
2. Современная военная авиация: Пер. с англ. А.А. Жербилова – Смоленск: Русич, 2000. – 128 с.
3. Котловский А. и др. «Альбатрос» - птица Пражской весны // *Авиация и время*–2005.– № 6.– С. 4–34.
4. Фомин А. и др. Многоликий Як-130 // *Авиация и время* – 2007.– № 1. – С. 22–33.
5. Сovenko A. МиГ-АТ: Ищу место под солнцем! // *Авиация и Время* – 2007.– № 2. с. 35–41.
6. Быков А. Прогноз объемов мирового рынка УТС // *Зарубежное военное обозрение* – 2005.– № 11. – С. 41–43.
7. Княжук И. Учебно-боевой самолет L-159T1 ВВС Чехии // *Зарубежное военное обозрение* – 2008. – № 11. – С. 61.
8. Нейвинский В. Итальянский учебно-тренировочный самолет М-346 // *Зарубежное военное обозрение* – 2009.– № 10. – С. 59–62.

9. Моисеев С. УТС основной и повышенной подготовки Китая // *Аэрокосмическое обозрение* – 2009.– № 4. с. 32–37.

10. АТС М-346. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aeromacchi.it/commercial/m-346>.

11. ЛТХ Як-130. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.yak.ru/PROD/new_130.php.

12. Пахненко В.Л. Динамика полета и боевого маневрирования летательных аппаратов. Ч. I. – К.: КВВАИУ, 1986. – 264с.

13. Курченко Ю. Сотрудничество моторостроителей Украины // *Defense express* – 2009.– № 11. – С. 26–31.

14. Нейвинский В. Перспективы производства за рубежом учебно-тренировочных самолетов // *Зарубежное военное обозрение* – 2009.– № 12. – С. 61–65.

Поступила в редакцию 26.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Н. Котельников, Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Киев.

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ УЧБОВО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЛІТАКІВ З ТУРБОРЕАКТИВНИМИ ДВИГУНАМИ

П.І. Нор

В статті на основі ретроспективного аналізу основних льотно-технічних характеристик серійних учбово-тренувальних літаків з турбореактивними двигунами пропонується їх класифікація за поколіннями розвитку. Приведені основні характерні ознаки літаків різних поколінь, що розглядаються в публікації.

Ключові слова: учбово-тренувальні літаки, турбореактивні двигуни, льотно-технічні характеристики.

ANALYSIS OF DEVELOPMENT TRAINING AIRCRAFT TURBOJET

P.I. Nor

The article proposes the classification of evolution generation of serial aircraft turbojet training on base retrospective, analysis of fundamental air technique characteristic.

Keywords: training aircraft turbojet, turbojet engines, air technique characteristic.