

УДК 621.45.02.024:05.054

В.В. Логинов<sup>1</sup>, Е.А. Українець<sup>1</sup>, А.В. Еланский<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Харківський університет Воздушних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

<sup>2</sup> Государственное предприятие “Ивченко-Прогресс”, Запорожье

## КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ПОКОЛЕНИЙ САМОЛЕТОВ-ИСТРЕБИТЕЛЕЙ

*Выделены классификационные признаки поколений самолетов-истребителей для обоснования параметрического облика маневренных военных летательных аппаратов. Разработанные классификационные признаки могут быть использованы при определении технического и экономического уровня перспективных и модернизируемых самолетов-истребителей, что позволит обоснованно выбрать вариант образца боевой авиационной техники. Показано, что качественные и количественные характеристики подсистем самолетов-истребителей играют существенную роль в оценке направлений их развития и требуемого уровня летно-технических, экономических и эксплуатационных характеристик.*

**Ключевые слова:** боевая авиационная техника, летательный аппарат, комплекс вооружения, авиационный двигатель, поколение самолетов, интеграция подсистем, самолет-истребитель.

### Введение

Современный этап развития боевой авиационной техники (АТ) характеризуется значительным ее усложнением и большими абсолютными затратами времени и ресурсов на создание, что предопределило происшедшие за последние 30 лет существенные качественные изменения в области проектирования ЛА. Эти изменения связаны с интенсивным использова-

нием вычислительной техники и современных методов исследования характеристик ЛА, применением эффективных методов математического моделирования и оптимизации сложных подсистем самолета. Цель разработки и содержание направлений развития боевой авиационной техники определили системный характер проводимых исследований, что предусматривает применение соответствующего научно-методического аппарата, учитывающего сложные систем-

ные связи при проектировании, создании и эксплуатации боевой АТ [1]. При проектировании военных ЛА в качестве важнейших рассматриваются вопросы прогноза направления их развития и требуемого уровня летно-технических, экономических и эксплуатационных характеристик [2 – 4].

**Постановка задачи.** Современный боевой самолет представляет собой сложную техническую систему, состоящую из множества разнородных подсистем, разработка которых требует огромных затрат интеллектуальных, материальных и временных ресурсов [1, 3]. Следует отметить, что затраты больших ресурсов не гарантируют удовлетворения перспективных тактико-технических требований [4].

Таким образом, создание ЛА нового поколения требует решения сложных комплексных научно-технических и экономических задач, поиска рациональных компромиссов. Поэтому, учитывая экономическое положение Украины, развитие ее военной авиации ограничивается модернизацией существующей боевой АТ и приданием ей некоторых свойств техники следующего поколения [5 – 8].

Однако обеспечение свойств нового поколения модернизированной АТ вызывает ряд вопросов. Например, каким образом изменяется поколение боевого самолета 3-го поколения в случае установки на него элементов прицельно-навигационной системы и комплекса вооружения 5-го поколения? На сколько способен модернизированный ЛА в этом случае выполнять задачи ЛА более высокого поколения и с каким качеством? Имеет ли смысл устанавливать двигатель 5-го поколения на самолет 3-го поколения при его модернизации, ожидая при этом высоких эксплуатационных показателей? Ответы на вопросы такого рода может дать только системное исследование ЛА как структурной единицы авиационного комплекса государства [7, 8]. Но для проведения таких исследований сначала необходимо определить понятие “поколение” АТ и соответствующие признаки, по которым можно было бы ее классифицировать.

Как известно, понятие “поколение” боевой авиационной техники отражает переломные изменения в применении и эффективности использования систем вооружений, связанные с научно-техническим развитием, возникновением и развитием новых технологий, появлением принципиально новых возможностей [9-12]. Характерным следствием перехода к новому поколению самолетов-истребителей является коренное изменение тактики боевого применения, обусловленное научно-техническим развитием подсистем ЛА, и, в частности, возникновением и развитием новых технологий в самолетостроении, двигателестроении и авионике.

В настоящее время четкая и всесторонняя классификация признаков для определения поколения военных ЛА в однозначном виде не определена. Поэтому актуальным научным направлением является разработка, формирование и обоснование клас-

сификационных признаков, по которым можно было бы проводить оценку принадлежности к тому или иному поколению маневренных ЛА.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Анализ существующих [3, 10 – 14] признаков поколений ЛА позволяет выделить 5 поколений реактивных самолетов-истребителей.

Для *1-го поколения реактивных самолетов-истребителей* характерно применение реактивного двигателя вместо поршневого при сохранении аэродинамических форм и вооружения самолетов-истребителей с винтомоторной группой. К этому поколению относятся немецкие Messerschmitt Me.262 (первый в мире серийный реактивный самолет), Messerschmitt Me.163, Heinkel He 162; советские МиГ-9, МиГ-15, МиГ-17, Як-25, Як-17, Су-10; американские F-3 Demon, F-86, F-100; британский Gloster Meteor Ouragan Mystere. В состав силовой установки этих самолетов-истребителей входили нерегулируемые дозвуковые воздухозаборники, турбореактивные двигатели с реактивными нерегулируемыми сужающимися соплами.

Для *2-го поколения реактивных самолетов-истребителей* характерны следующие признаки: сверхзвуковая скорость (число  $M \approx 2$ ); наличие бортовых радиолокационных станций, управляемые или самонаводящиеся ракеты в качестве основного оружия, новые формы крыла. К этому поколению относятся: советские МиГ-19, МиГ-21, Як-28, Су-15; американские F-102, F-104; французский Mirage III; шведский Saab 35 Draken.

В состав силовой установки самолетов-истребителей второго поколения входили регулируемые (ступенчато-регулируемые) сверхзвуковые воздухозаборники, турбореактивные двигатели с форсажными камерами, регулируемые эжекторными соплами.

Для *3-го поколения реактивных самолетов-истребителей* характерны следующие признаки: увеличение сверхзвуковой скорости (число  $M > 2$ ), наличие бортовых радиолокационных станций повышенной дальности действия, управляемые или самонаводящиеся ракеты большой и средней дальности в качестве основного оружия, в некоторых случаях – изменяемая геометрия крыла, вертикальный взлет и посадка. К третьему поколению относятся: советские МиГ-23, МиГ-27; американские F-111, F-4 Phantom II; французский Mirage F-1; шведский Saab 37 Viggen.

В состав силовой установки самолетов-истребителей третьего поколения входили регулируемые сверхзвуковые воздухозаборники, одно- и двухвальные турбореактивные двигатели с форсажными камерами, с развитой механизацией компрессоров, регулируемые эжекторными соплами. Следует отметить также, что четкая граница между вторым и третьим поколениями отсутствует, поскольку смена поколений произошла менее революционным путем – совершенствованием аэродинамики крыла и фюзеляжа в сочетании с увеличением тяги двигателей.

К моменту виникнення 4-го покоління реактивних самолетов-истребителей в СССР и США перешли на двухсоставную конфигурацию истребительной авиации Военно-Воздушных Сил, с делением истребителей на лёгкие и тяжёлые. Отличительными особенностями четвертого поколения считаются улучшенные маневренные характеристики (неустойчивая аэродинамическая схема), двухконтурные турбореактивные (турбовентиляторные) двигатели с пониженным расходом топлива. К этому поколению относятся: советские Су-27, МиГ-29, МиГ-31; американские F-16A, F-15A; французский Mirage 2000; шведский JAS 39 Gripen. К поколению 4+ некоторые исследователи относят такие самолеты МиГ-29СМТ, F-15C, F-16C Block 50, F/A-18E, Су-30, к поколению 4++ принято относить самолеты Су-35, Рафаль, иногда к этому поколению относят самолет F-35. Следует отметить, что само подразделение на поколения 4, 4+ и 4++ является весьма условным и требует уточнения классификационных признаков поколений самолетов-истребителей.

Новое 5-ое поколение реактивных самолетов-истребителей представлено единственным серийным самолетом-истребителем F-22A [12, 14, 15]. Этот самолет отличается от истребителей предыдущего поколения способностью к сверхзвуковому крейсерскому полету на бесфорсажном режиме, малой радиолокационной и тепловой заметностью, сверхманевренностью. Кроме того, отмечается значительное сокращение стоимости летного часа, количества обслуживающего технического состава, объема и веса нестандартного оборудования, которое требуется для обслуживания самолета, новая структура информационно-управляющего поля кабины, высокая степень интеграции всех подсистем самолета.

Как показано в [12], смене поколений ЛА предшествуют существенные улучшения в области аэродинамики, двигателестроения, авионики и бортового радиоэлектронного оборудования. Так, появлению самолета-истребителя пятого поколения предшествовало создание турбореактивных двухконтурных двигателей с форсажной камерой сгорания с малой степенью двухконтурности и удельной массой менее 10 %, интеграцией сопла с отклоняемым вектором тяги в контур управления самолета, достижение рационального компромисса между газодинамическим совершенством и малой радиолокационной заметностью нерегулируемого воздухозаборника. Однако по своему аэродинамическому совершенству и топливной экономичности двигателей самолет-истребитель 5-ого поколения может уступать самолету-истребителю предыдущих поколений, что объясняется выполнением для истребителя 5-го поколения концептуальных требований малой радиолокационной, инфракрасной заметности и сверхзвуковой крейсерской скорости на бесфорсажном режиме работы двигателей [16-19].

Необходимо подчеркнуть, что создание истре-

бителя нового поколения предполагает системный подход с новой концепцией и методологией на основе функционального свойства системной совместности [21 – 26]. Переход к новой концепции создания боевого самолета принципиально не изменил той технологии проектной разработки, которая существовала ранее – внешнего и внутреннего проектирования, основные принципы которого были хорошо известны и использовались при разработке истребителей 4-го поколения [3, 10, 14]. Наиболее существенной корректировке было подвергнуто проектное моделирование боевого самолета в задачах внешнего проектирования, осуществлено более глубокое и детализированное моделирование боевого самолета с различным набором параметров при выполнении полетного задания.

Такие изменения обусловлены обязательным проведением параметрических исследований на начальных этапах проектирования с целью поиска оптимального технического и параметрического облика разрабатываемого боевого самолета. При этом самолет рассматривается как боевой авиационный комплекс с детальным математическим моделированием всех функциональных и технических связей, которые существуют в рамках проектируемого самолета. Создаваемый самолет рассматривается как элемент более высокой иерархической системы – боевой авиационной системы, с определением условий рационального соответствия разработанной концепции назначения самолета.

Такая организация проектных работ встречается в европейской и американской практике создания авиатехники последних десятилетий. Так, в американской практике основными составляющими внешнего проектирования являются:

- широкомасштабные военные игры, где используется реальное применение боевой авиации;
- операционные исследования, которые основаны на методах математического моделирования самолетов-истребителей как элементов боевой системы;
- проектные исследования, основанные на методах математического моделирования самолета-истребителя как авиационного комплекса;
- натурное и полунатурное моделирование авиационного комплекса в целом.

Основным фактором в определении функциональной концепции и технического облика истребителя 5-го поколения являлось представление единой боевой системы в целом с итерационным процессом ее создания. Особое значение в реализации новой концепции имел подход к оценке разрабатываемого боевого самолета на основе критерия “доступность по средствам” (affordability). Данный подход проявился в середине 1990-х годов в программе JSF, а потом получил применение и в ряде других программ, в том числе и европейских, что связано с разработкой не только боевых самолетов. Критерии оценки боевого самолета по стоимости и эффектив-

ности рассматривались применительно не к изолированному самолету, а к самолету в конкретной боевой системе. При этом оценивание велось для всех составляющих его жизненного цикла, а не только частных задач при боевом применении самолета.

Так, оценка эффективности самолета проводится на основе такого функционального свойства как системная совместимость, что определяет тактические возможности истребителя. Данное свойство рассматривается как способность истребителя вести групповые действия во взаимодействии с аналогичными боевыми самолетами, авиационными информационными комплексами, а также наземными командными пунктами собственных и союзнических вооруженных сил (иногда это свойство называют интероперабельностью).

Указанному функциональному свойству системной совместимости придается такое же значение, как и свойствам живучести, собственной непоражаемости и большой вероятности поражения противника. Как и свойство ситуационной осведомленности, системная совместимость характеризует информационные возможности боевого самолета. Учет этих возможностей соответствует формированию параметрического и технического облика истребителя 5-го и последующего поколения.

*Боевые ЛА 6-го поколения* будут иметь новые тактические и эксплуатационные свойства в связи с широким внедрением беспилотной боевой авиации, причем не как результата развития технологий беспилотных авиационных систем, а как потребности развития самой боевой авиации с использованием всех имеющихся для этого научно-технических достижений для эффективного решения боевых задач. В начале 2008 года в интервью журналу *Aviation Week and Technology* вице-президент корпорации “Боинг” заявил: “Руководство Вооруженных сил США все чаще заводит речь об истребителе 6-го поколения, превосходящем по своим возможностям истребитель 5-го поколения F-35. И очевидно, что этот истребитель, соответствующий уровню угроз, которые будут существовать после 2024 года, будет беспилотным, а боевая авиация 6-го поколения в целом будет основываться на определенном сочетании пилотируемых и беспилотных самолетов”. Основным фактором, движущим развитие боевых самолетов нового поколения, в том числе и создание беспилотной боевой авиации как составляющей боевой авиации 6-го поколения, является стремление обеспечить боевое превосходство тактической авиации в условиях внешних угроз XXI века с наименьшей затратой ресурсных данных.

Учитывая тот факт, что боевой самолет является относительно малоресурсным изделием, так как создается для решения конкретных боевых задач в военное время с высоким уровнем выживаемости при ведении боевых действий, то существует противоречие, присущее только военной технике. Оно

заключается в том, что боевая авиационная техника должна иметь достаточный назначенный ресурс, чтобы снизить частоту обновления парка из-за его выработки в процессе боевой подготовки в мирное время и, в тоже время, нет никакого смысла иметь большой назначенный ресурс, который в военное время практически весь не расходуется из-за значительного превышения уровня выживаемости, а в мирное время не расходуется из-за морального старения техники.

Таким образом, стоимость боевого самолета, которая отражается на расходе его ресурса, расходуется летно-подъемным и инженерно-техническим составом боевых подразделений для увеличения уровня своей квалификации и боевой подготовки. Следовательно, та часть ресурса авиационной техники, которая не израсходована на полноценную летную подготовку (боевой ЛА не летал по различным причинам), должна рассматриваться как прямой экономический ущерб государству. Даже при принятии допущения, что эксплуатация боевой авиационной техники безаварийная и осуществляется без использования авиационных средств поражения для тренировки летного состава, можно убедиться, что стоимость летного часа с учетом поколений очень интенсивно возрастает. Этому способствует закономерность этапов развития боевой авиации современного авиационного государства. Таким образом, следует сделать вывод, что для определения поколения боевого самолета требуется знание количественных и качественных характеристик для прогнозирования всех видов затрат.

**Целью статьи** является начальное определение классификационных признаков поколений самолетов-истребителей для дальнейшего обоснования параметрического облика маневренных самолетов на этапах предварительного проектирования или модернизации.

## Основная часть исследований

Выбор для рассмотрения истребительной авиации обусловлен тем, что самолет-истребитель является не только одной из самых сложных технических систем в целом, но и наиболее ярким образцом рациональности сочетания основных параметров всех подсистем. При данном уровне развития боевой АТ различные типы ЛА имеют разные летно-технические характеристики, которые существенно зависят от уровня двигателестроения и аэродинамики летательных аппаратов. Как известно, существует взаимная связь между поколениями самолетов-истребителей и уровнем научно-технического развития авиационных силовых установок [7, 9, 17 – 19].

В [1, 3, 10 – 12, 26] показано, что боевые возможности и эффективность современных и перспективных истребителей определяются следующими факторами:

– маневренностью и летно-техническими характеристиками;

- информационным обеспечением (бортовым и внешним);
- вооружением;
- траекторным обеспечением и автоматизацией боевых режимов;
- тактикой и действиями летчика.

Доля каждого из этих факторов в уровне боевой эффективности ЛА примерно равнозначна [1]. Учитывая существующие признаки условного разделения ЛА по поколениям, авторами разработан и предложен набор классификационных признаков по факторам, изложенным в [1]. Представленный набор

классификационных признаков носит предварительный характер и должен быть уточнен по конкретному виду военной техники.

В табл. 1 представлены классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Кабина экипажа”, в табл. 2 – по фактору “Планер ЛА и его системы”, в табл. 3 – по фактору “Бортовой вычислительный комплекс”, в табл. 4 – “Летная и техническая эксплуатация ЛА”, в табл. 5 – “Комплекс вооружения”, в табл. 6 – “Прицельно-навигационный комплекс”, в табл. 7 – “Силовая установка”.

Таблица 1

Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Кабина экипажа”

Название фактора	Кабина экипажа			
	Название признаков, входящих в фактор			
<b>3-е поколение</b>	Наличие приборов индикации пеленга ЛА относительно наземных радиомаяков	Визуализация инструментальной посадки ЛА в сложных метеоусловиях	Визуализация ЛА при эшелонировании, группировке боевых порядков или дозаправке в воздухе	Директорное управление оружием по приборам
<b>4-ое поколение</b>	Наличие индикатора на лобовом стекле	Наличие индикатора прямой видимости	Наличие отдельных устройств системы автоматизированного управления наведением ЛА на цель и вывода его из-под удара	Возможность управления оружием с помощью наשלемного целеуказателя
<b>5-ое поколение</b>	Применение многофункционального индикатора для отображения необходимой летчику информации по этапам полета	Наличие индикаторов тактической обстановки на местности	Полностью автоматизированное наведение ЛА на цель с помощью спутниковых систем	Комбинированное управление оружием с помощью наשלемного целеуказателя

Таблица 2

Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Планер ЛА и его системы”

Название фактора	Планер ЛА и его системы				
	Название признаков, входящих в фактор				
<b>3-е поколение</b>	Классическая аэродинамическая компоновка ЛА с наличием изменяемой геометрии крыла и корневых наплывов крыла	Применение радиоэлектронного противодействия при выполнении боевых заданий	Применение композитных материалов (до 5 % веса ЛА)	Отсутствие требований по обеспечению высокой боевой живучести ЛА	Наличие отдельных систем автоматического управления (самолет, двигатель, вооружение, бортовое оборудование)
<b>4-ое поколение</b>	Интегральная или классическая аэродинамическая компоновка планера ЛА с интеграцией воздухозаборника и сопла двигателя, наличие корневых наплывов крыла	Применение радиоэлектронного противодействия и некоторых способов снижения заметности отдельных подсистем ЛА в радиолокационном, инфракрасном и акустическом диапазонах	Применение композитных материалов (до 20 % веса ЛА)	Наличие отдельных требований по обеспечению высокой боевой живучести ЛА (дублирование, резервирование систем)	Наличие элементов интегрированной системы автоматического управления (самолет + двигатель + вооружение + бортовое оборудование)
<b>5-ое поколение</b>	Интегральная аэродинамическая компоновка планера ЛА с соблюдением принципов малых квазиоптических эффективных площадей (малоотражающие формы)	Применение концептуального требования к низкой заметности ЛА в радиолокационном, инфракрасном и акустическом диапазонах	Применение композитных материалов – термостойкие полимеры, термопластичные углепластики (до 30 % веса ЛА)	Высокая боевая живучесть ЛА и его систем	Наличие интегрированной системы автоматического управления (самолет + двигатель + вооружение + бортовое оборудование + “бортовой интеллект”)

Таблица 3

## Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Бортовой вычислительный комплекс”

Название фактора	Бортовой вычислительный комплекс		
	Название признаков, входящих в фактор		
3-е поколение	Применяются арифметически-логические вычислители	Применяется автоматическая система управления на уровне выдачи сигнала на табло в критических ситуациях полета	Отсутствие возможности полета на малых высотах в автоматическом режиме прохождения рельефа земли
4-ое поколение	Применяются бортовые ЭВМ, обслуживающие только одну систему	Применяется автоматическая система управления на уровне выдачи сигнала на табло и речевого сигнала экипажу в критических ситуациях полета	Возможность полета на малых высотах в автоматическом режиме прохождения рельефа земли на отдельных этапах полета ЛА
5-ое поколение	Применяются бортовые вычислительные комплексы, объединяющие в себе все системы авионики	Применяется автоматизированная система управления на уровне решения тактических задач, имеется экспертный режим “в помощь летчику”	Возможность полета на малых и сверхмалых высотах в автоматическом режиме прохождения рельефа земли на всех этапах полета ЛА

Таблица 4

## Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Летная и техническая эксплуатация ЛА”

Название фактора	Летная и техническая эксплуатация ЛА					
	Название признаков, входящих в фактор					
3-е поколение	Техническое обслуживание по ресурсу	Наличие элементов встроенного самоконтроля отдельных систем	Способность выполнять одну боевую задачу по поражению цели (воздушной, наземной, надводной или подводной)	Ограниченная маневренность ЛА	В процессе подготовки летчика применяется процедурный тренажер	Доля тренажной подготовки летчика составляет до 30 % общего курса начальной подготовки
4-ое поколение	Техническое обслуживание по ресурсу и по состоянию с отработкой фиксированного ресурса	Наличие элементов системы встроенного самоконтроля всех систем	Высокая боевая эффективность при поражении воздушных, наземных, надводных и подводных целей (многофункциональность)	Высокая маневренность ЛА	В процессе подготовки летчика применяется процедурный тренажер и тренажер с неподвижной платформой	Доля тренажной подготовки летчика составляет до 60 % общего курса начальной подготовки
5-ое поколение	Техническое обслуживание по состоянию	Наличие полной системы встроенного самоконтроля всех систем	Выполнение боевых задач в едином информационном поле, формируемом автоматизированными системами управления боевых действий на всем театре военных действий (сетевцентризм)	Способность ЛА сохранять устойчивость и управляемость на закритических углах атаки с высокими перегрузками (“сверхманевренность”)	В процессе подготовки летчика применяется тренажер с подвижной платформой, имитатором акселерационных воздействий (система виртуальной реальности с наличием экспертной оценки действий летчика)	Доля тренажной подготовки летчика составляет свыше 60 % общего курса начальной подготовки

Таблица 5

## Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору “Комплекс вооружения”

Назв. фактора	Комплекс вооружения							
	Название признаков, входящих в фактор							
3-е поколение	Способность вести воздушный бой на малых дистанциях	Раздельное выполнение задачи прицеливания и навигации	Нерегулируемое артиллерийское оружие	Бортовое вооружение находится под фюзеляжем и крылом с возможностью размещения на узлах подвески до 3000 кг	Применение одного типа вооружения в одной атаке	Участие летчика в процессе наведения ракеты и наличие ограничений на маневры ЛА после пуска ракеты до момента поражения цели	Максимальная дальность пуска ракет типа “воздух - поверхность” до 20 км	Наличие бортового вооружения для атаки целей в передней полусфере
4-ое поколение	Способность вести воздушный бой на малых и средних дистанциях	Совмещенная прицельно-навигационная система	Стандартное артиллерийское оружие с элементарным регулированием	Бортовое вооружение находится под фюзеляжем и крылом с возможностью размещения на узлах подвески до 7000 кг	Применение одного типа вооружения в одной атаке по одной цели, но с возможностью грубого	Минимизация участия летчика в процессе наведения ракеты и снижение ограничений на маневры ЛА после пуска	Максимальная дальность пуска ракет типа “воздух - поверхность” до 100 км	Наличие отдельных типов всеракурсного бортового вооружения с углом визирования до 50 градусов

<b>5-ое поколение</b>	Способность вести воздушный бой на малых, средних и больших дистанциях	Интегрированная прицельно-навигационная система с автоматизированным захватом и сопровождением цели	Селективное питание артиллерийского оружия с автоматическим регулированием длины очереди	Бортовое вооружение находится внутри фюзеляжа с массой боевой нагрузки до 10000 кг	Возможность выбора приоритета цели и смешанное применение вооружения в одной атаке по нескольким целям	Максимальное обеспечение информацией ракеты до момента ее пуска с целью реализации принципа "пустил-забыл"	Максимальная дальность пуска ракет типа "воздух - поверхность" свыше 100 км	Наличие всеракурсного бортового вооружения с углом визирования более 90 градусов
-----------------------	--	---	--	--	--	--	---	--

Таблица 6

Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору "Прицельно-навигационный комплекс"

Назв. фактора	Прицельно-навигационный комплекс							
	Название признаков, входящих в фактор							
<b>3-е поколение</b>	Минимальная зона обнаружения цели вдоль строительной оси ЛА	Положение цели в пространстве определяется с низкой точностью, дальность обнаружения типовой цели до 50 км	РЛС не обнаруживает цель на фоне земной поверхности	Применение специализированной (однотипной) бортовой РЛС	Применение элементной базы на основе электровакуумных приборов (ламп)	Отсутствует режим распознавания класса (типа) цели	Малый ресурс, повышенное энергопотребление, большие массо-габаритные характеристики	Сопровождение в режиме непрерывной пеленгации одной цели
<b>4-ое поколение</b>	Обнаружение цели в передней и задней полусфере под углом $\pm 80^\circ$ в горизонтальной плоскости и $\pm 50^\circ$ в вертикальной плоскости относительно строительной оси ЛА	Дальность обнаружения типовой цели до 200 км	РЛС позволяет определять некоторые цели на фоне земной поверхности, не обнаруживает низколетящие и низкоскоростные цели (скорость меньше 200 км/ч)	Применение многофункциональной бортовой РЛС с комбинированными антенными системами	Применение транзисторной элементной базы на основе аналоговых систем	Наличие элементов распознавания класса (типа) цели	Увеличенный ресурс, уменьшенные энергопотребление и массо-габаритные характеристики	Способность сопровождать в режиме непрерывной пеленгации 1 цель, в режиме сопровождения на проходе до 10 целей
<b>5-ое поколение</b>	Всеракурсное обнаружение цели относительно строительной оси ЛА	Увеличенная разрешающая способность, дальность обнаружения типовой цели до 500 км	РЛС способна определять любые цели на разном фоне подстилающей поверхности	Применение многофункциональной бортовой РЛС с программным разделением по типам	Применение элементной базы на основе цифровых систем	Наличие системы автоматизированного распознавания класса (типа) цели	Большой ресурс, минимальные энергопотребление и массо-габаритные характеристики	Способность сопровождать в режиме непрерывной пеленгации не менее 2 целей, в режиме сопровождения на проходе 20 и более целей

Таблица 7

Классификационные признаки поколения самолета-истребителя по фактору "Силовая установка"

Назв. фактора	Силовая установка									
	Название признаков, входящих в фактор									
<b>3-е поколение</b>	Эксплуатация по ресурсу	Применение хромоникелевых сплавов с равноосной структурой и способов внутреннего охлаждения лопаток турбины	Не применяются материалы на основе органических и керамических матриц	Композитные материалы не применяются	Применение замковых соединений рабочих лопаток и диска	Применение элементов двигателя без 3D-проектирования	Применение всережимного сопла с регулированием критического сечения и площади среза без управления вектором тяги	Управление зазорами между статором и ротором элементов турбокомпрессора не применяется	Применение систем автоматического управления гидравлического типа	Применение схем ТРДФ с возможностью сверхзвукового полета на форсажном режиме работы двигателя

Окончание табл. 7

4-ое поколение	Эксплуатация по ресурсу и по техническому состоянию с отработкой фиксированного ресурса	Применение комбинированного конвективно-плочного охлаждения лопаток турбины, монокристаллических сплавов и сплавов с направленной кристаллизацией в турбине высокого давления	Применение материалов на основе органических и керамических матриц (от 0,1 % до 5 % массы двигателя)	Композитные материалы применяются в элементах низкотемпературных частей силовой установки	Применение колес типа "блиск" (blisk)	Начало применения элементов двигателя с 3D-проектированием	Применение всережимного сопла с регулированием критического сечения и площади среза с возможностью УВТ в ограниченном диапазоне	Применяется пассивное управление зазорами между статором и ротором элементов турбокомпрессора	Применение систем автоматического управления электронно-гидравлического типа и систем FADEC со значительным объемом гидромеханического резервирования	Применение схем ТРДДФ с возможностью сверхзвукового полета на форсажном режиме работы двигателя
5-ое поколение	Эксплуатация по техническому состоянию	Применение сплавов с рабочими температурами более 1150 °С и развитым конвективно-плочным охлаждением лопаток турбины с переходом на технологии транспирационного охлаждения	Применение материалов на основе органических и керамических матриц (от 5 % до 20 % массы двигателя)	Композитные материалы применяются в элементах низко- и высокотемпературных частей силовой установки	Широкое применение колес типа "блиск" (blisk) на основе сварки трением	Широкое применение элементов двигателя с 3D-проектированием	Применение всережимного сопла с возможностью всеракурсного отклонения вектора тяги и снижения заметности ЛА в инфракрасном диапазоне	Применяется активное управление зазорами между статором и ротором элементов турбокомпрессора	Применение систем автоматического управления типа FADEC с ограниченными функциями резервной гидромеханической системы	Возможность длительного сверхзвукового полета на бесфорсажном режиме работы двигателя

Таким образом, характеристика боевого ЛА, связанная с информационным обеспечением, включает факторы "Кабина экипажа", "Бортовой вычислительный комплекс", "Прицельно-навигационный комплекс". Свойство маневренности и летно-технических характеристик ЛА включает факторы "Планер ЛА и его системы", "Силовая установка", "Летная и техническая эксплуатация ЛА". Характеристика вооружения ЛА включает факторы "Комплекс вооружения", "Бортовой вычислительный комплекс", "Прицельно-навигационный комплекс". Характеристика траекторного обеспечения и автоматизации боевых режимов ЛА включает факторы "Бортовой вычислительный комплекс", "Прицельно-навигационный комплекс", "Планер ЛА и его системы". Свойство ЛА, определяемое тактикой и действиями летчика включает факторы "Летная и техническая эксплуатация ЛА", "Прицельно-навигационный комплекс", "Кабина экипажа", "Комплекс вооружения".

Анализ приведенных факторов показывает, что ключевым элементом, обеспечивающим создание истребителя пятого поколения с приведенными выше характеристиками, является двигатель в силовой установке, который по удельным параметрам и технологическому уровню будет очень близок к американским ТРДДФ типа F119 или F135. Причем такой двигатель должен быть не двигателем прошлого поколения, исчерпавший свой потенциал модернизации, а совершенно новым двигателем, способным обеспечить дальнейшее развитие истребителя пятого поколения на несколько десятилетий вперед [16, 17]. Наличие эффективной силовой установки обес-

печивает достижение высоких летно-технических характеристик боевого ЛА.

Представленные классификационные признаки могут быть использованы при формировании критериев технико-экономического уровня подсистем ЛА военного назначения, что позволит:

- обоснованно выбрать вариант конкретного воплощения образца боевой авиационной техники, проведя оценивание технического уровня на всех стадиях жизненного цикла;

- проследить тенденции в развитии боевой авиационной техники определенного класса и различных ее модификаций, выявить перспективные направления, определить сильные и слабые стороны боевого ЛА, как в техническом, так и тактическом плане.

### Выводы по исследованию

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- представлен набор классификационных признаков поколений самолетов-истребителей для обоснования параметрического облика маневренных самолетов на этапах предварительного проектирования и дальнейшей модернизации;

- разработанные классификационные признаки могут быть использованы при определении тактического и технического уровня самолетов-истребителей;

- на всех стадиях жизненного цикла боевых ЛА одними из важнейших являются вопросы прогноза направления их развития и требуемого уровня летно-технических, экономических и эксплуатационных характеристик;

– актуальним научним направлением является разработка, формирование и обоснование классификационных признаков для определения поколения боевых ЛА.

**Перспективой дальнейших исследований** является разработка методологии выбора рационального типажа боевой авиационной техники в условиях существенного ограничения затрат на проведение новых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

### Список литературы

1. Системы управления вооружением истребителей: Основы интеллекта многофункционального самолета [Текст] / Л.Е. Баханов, А.Н. Давыдов, В.Н. Корниенко и др.; под ред. Е.А. Федосова. – М.: Машиностроение, 2005. – 400 с.
2. Болховитинов В.Ф. Пути развития летательных аппаратов [Текст] / Болховитинов В.Ф. – М.: Машиностроение, 1962. – 132 с.
3. Семенов С.С. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники [Текст] / С.С. Семенов, В.Н. Харчев, А.И. Иоффин. – М.: Радио и связь, 2004. – 552 с.
4. Арепин Ю.Н. Военная экономика: управление, планирование, военно-экономическая безопасность [Текст] / Ю.Н. Арепин. – М.: Мысль, 1995. – 244 с.
5. Антоненко В.В. Методологічні аспекти формування вимог до систем озброєння Збройних Сил України [Текст] / В.В. Антоненко, В.М. Миронович, О.В. Сафронів, С.Л. Луцик // Наука і оборона. – 2002. – № 4. – С. 52-55.
6. Стеценко О.О. Методологічні аспекти формування оперативно-стратегічних та оперативно-тактичних вимог до перспективних систем озброєння Збройних Сил України [Текст] / О.О. Стеценко, О.П. Ковтуненко, І.С. Цибулько // Наука і оборона. – 2001. – № 4. – С. 46-54.
7. Демидов Б.А. Системная методология в разработке боевой авиационной техники нового поколения [Текст] / Б.А. Демидов, М.В. Науменко // Авиационно-космическая техника и технология. – 2010. – № 1(65). – С. 34-42.
8. Демидов Б.А. Элементы методологии обоснования направлений развития и формирования облика перспективной системы вооружения вида вооруженных сил государства [Текст] / Б.А. Демидов, А.Ф. Величко, О.А. Хмелевская // Системи управління, навігації та зв'язку. – К.: ЦНДІ НІУ, 2010. – Вип. 3(15). – С. 187-194.
9. Сегал В.В. Анализ и синтез сложных систем [Текст] / В.В. Сегал. – К.: ЦЭМИ "Тридента", 1994. – 369 с.
10. Мышкин Л.В. Прогнозирование развития авиационной техники. [Текст]. – М.: ВВИА имени Н.Е. Жуковского, 1998. – 267 с.
11. Федосов Е.А. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра [Текст] / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2001. – 816 с.
12. Федосов Е.А. Авиация ВВС России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра [Текст] / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2005. – 734 с.
13. Левицкий С.В. Чем защитит наше небо от «хищников»? [Текст] / С.В. Левицкий // Авианорама. – №1. – 2008. – С. 18-22.
14. Скопец Г. Многофункциональность: за все надо платить [Текст] / Г. Скопец // Авианорама. – №1. – 2008. – С. 14-17.
15. Аналитические материалы к выставке Aero India-2011. – Бенгалор, Индия, 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.armstrade.org>.
16. Луковников А.В. Авиадвигатель пятого поколения: как избежать ошибки [Текст] / А.В. Луковников, К.С. Федечкин // Авианорама. – №1. – 2008. – С. 24-27.
17. Кокорев В. Новые технологи в области силовых установок летательных аппаратов [Текст] / В. Кокорев, В. Антошин, П. Мельник // Авианорама. – №2. – 2008. – С. 48-51.
18. Фалалеев С.В. Современные проблемы создания двигателей летательных аппаратов [Электронный ресурс]: электрон. учебное пособие / С.В. Фалалеев; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (Нац. исслед. ун-т) – Электрон. тестовые и граф. дан. (5,15 Мбайт) – Самара, 2012.
19. Определение поколения авиационного двигателя семейства АИ-222 для легких боевых самолетов [Текст] / В.В. Логинов, И.Ф. Кравченко, И.И. Карпачев, А.В. Еланский // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – №2(8). – 2012. – С. 33-39.
20. Цапликов Д.Р. Мировой рынок многоцелевых истребителей: состояние и особенности развития [Текст] // Технологии гражданской безопасности. – Т. 8, №1 (27). – 2010. – С. 43-48.
21. Сокут С. Истребитель пятого поколения поступит в войска через 8-10 лет [Текст] // Независимое военное обозрение. – №1. – 2001.
22. Сокут С. Дорога к пятому поколению [Текст] // Авиация и космонавтика. – №2. – 2001.
23. Симаков, А.Н. Государственный посредник и мировой рынок вооружений (завоевание рынка или его формирование) [Текст] // Экспорт вооружений. – №3-5. – 1998.
24. Никишов, Д.Е. Россия на мировом рынке модернизации военно-авиационной техники. (На примере рынка боевых самолетов) [Текст] // Практический маркетинг. – М.: Агентство VCI Marketing, 2002.
25. Никишов, Д.Е. Китай как современный участник мирового рынка боевых самолетов [Текст] // Экономика и финансы. – № 3(5). – М.: ТЕЗАРУС. – 2002.
26. Омельченко Г. Пятое поколение по-китайски [Текст] / Г. Омельченко, А. Фомин // Взлет. – №3. – 2011.

Поступила в редколлегию 15.06.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Б. Леонтьев, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

### КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОЗНАКИ ПОКОЛІНЬ ЛІТАКІВ-ВИНИЩУВАЧІВ

В.В. Логінов, Є.О. Українець, О.В. Єланський

Виділені класифікаційні ознаки поколінь літаків-винищувачів для обґрунтування параметричного обрису маневрених військових літальних апаратів. Розроблені класифікаційні ознаки можуть бути використані при визначенні технічного і економічного рівня перспективних і модернізованих літаків-винищувачів, що дозволяє обґрунтовано вибрати варіант зразка бойової авіаційної техніки. Показано, що якісні і кількісні характеристики підсистем літаків-винищувачів відіграють важливу роль у оцінці напрямів їх розвитку і потрібного рівня льотно-технічних, економічних і експлуатаційних характеристик.

**Ключові слова:** бойова авіаційна техніка, літальний апарат, комплекс озброєння, авіаційний двигун, покоління літаків, інтеграція підсистем, літак-винищувач.

### CLASSIFICATION ATTRIBUTES OF FIGHTERS GENERATIONS

V.V. Loginov, E.A. Ukrainets, A.V. Yelanskiy

*In the article the classification attributes of fighters generations are selected for the validation of a parametric aspect of a maneuver combat aircrafts. The developed classification attributes can be used for determination of a technical and economic level of a perspective and modernized fighters, that allows reasonably to choose the variant of a military combat aviation model. It is shown that high-quality and quantitative descriptions of fighter airplanes subsystems play a substantial role in the estimation of directions of their development and required level of aircraft performance, economic and operating characteristics.*

**Keywords:** *military combat aviation equipment, aircraft, complex of armament, aviation engine, generation of airplanes, integration of subsystems, fighter airplane.*