

УДК 629.07.001

И.Б. Ковтонюк

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

## ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА МАНЕВРЕННОГО САМОЛЕТА ПРИ СБЛИЖЕНИИ С МАЛОСКОРОСТНОЙ ВОЗДУШНОЙ ЦЕЛЮ

Определены потребные траектории полета и нормальные скоростные перегрузки маневренного самолета при сближении с малоскоростной воздушной целью при различных начальных условиях.

**Ключевые слова:** траектория полета, маневренные самолеты, нормальная скоростная перегрузка, воздушная цель, начальные условия.

### Введение

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция ко все более широкому применению беспилотных авиационных комплексов (БпАК) во время вооруженных конфликтов, что вызывает необходимость организации и ведения противодействия БпАК [1].

Одним из способов борьбы с БпАК является уничтожение беспилотных летательных аппаратов (БпЛА) истребительной авиацией. С учетом масштабов использования БпАК объем боевых заданий по уничтожению БпАК истребителями будет увеличиваться. В перспективе увеличение объема этих заданий будет вызвано необходимостью уничтожения истребительных беспилотных летательных аппаратов противника, которые будут входить в структуру смешанных сил тактической авиации и будут применяться совместно с пилотируемыми летательными аппаратами [2–3]. Большинство БпЛА имеют крейсерскую скорость 140–170 км/ч и являются малоскоростными. Поэтому при разработке и модернизации маневренных самолетов должны быть учтены особенности, которые обеспечивают успешное выполнение задачи уничтожения малоскоростных воздушных целей.

Разработка и модернизация истребителей является сложной научно-прикладной проблемой, в процессе решения которой происходит синтез аэродинамической компоновки маневренного самолета, включающий формирование формы и взаимного расположения его отдельных частей, в том числе органов управления [4–7].

Процедура синтеза аэродинамической компоновки органов управления креном маневренного самолета предполагает этап формирования потребного управления летательным аппаратом (ЛА), которое должно обеспечивать полет по заданной траектории при решении поставленной боевой задачи [8–9]. Для определения потребного управления заданная траектория полета ЛА должна быть известна.

Таким образом, определение заданных траекторий полета маневренного самолета при уничтожении малоскоростных БпАК представляет практический интерес и является актуальным.

**Целью работы,** результаты которой представлены в данной статье, является определение потребных траекторий полета маневренного самолета при сближении с малоскоростной воздушной целью.

### Основной материал

Для определения траекторий полета маневренного самолета при сближении с малоскоростной воздушной целью использовалась математическая модель, изложенная в [8, 9]. При проведении исследований рассматривалась малоскоростная воздушная цель, совершающая прямолинейный полет в горизонтальной плоскости на высоте  $H$  с постоянной скоростью  $V_{ц}$ . Истребитель также совершал полет с постоянной скоростью  $V$  в горизонтальной плоскости на высоте  $H$  и в начальный момент времени  $t_0$  находился на некотором известном удалении от цели  $D_0$  с известными начальными значениями угла пути  $\Psi_0$  и угла визирования  $\varepsilon_0$ .

На рис. 1–3 представлены полученные в результате вычислительного эксперимента траектории полета маневренного самолета при сближении с малоскоростной воздушной целью в нормальной земной системе координат  $O_0X_gY_gZ_g$ . Скорость истребителя составляла  $V = 235$  м/с, скорость цели  $V = 40$  м/с, начальное значение угла пути  $\Psi_0 = 90^\circ$ , угла визирования  $\varepsilon_0 = 0^\circ$ . Во всех рассмотренных случаях траектория истребителя искривляется в сторону цели, угол пути увеличивается и происходит сближение истребителя с целью. При начальной дальности до цели  $D_0 = 4\,250$  м истребитель сближается с целью за 15 секунд (рис. 1), и максимальная потребная нормальная скоростная перегрузка не превышает  $n_{y_a} = 2,33$  (рис. 4).

При исходной дальности до цели  $D_0 = 2000$  м истребитель сближается с целью за 5,5 с (рис. 2), и максимальная потребная нормальная скоростная перегрузка не превышает  $n_{y_a} = 3,5$  (рис. 4).

При начальной дальности до цели  $D_0 = 711$  м истребитель сближается с целью за 2,5 с (рис. 3), и максимальная потребная нормальная скоростная перегрузка не превышает  $n_{y_a} = 4,2$  (рис. 4).

Характер изменения нормальных скоростных перегрузок по времени при разных начальных дальностях до цели приведен на рис. 4. Уменьшение начальной дальности до цели  $D_0$  приводит к увеличению потребной нормальной скоростной перегрузки (рис. 4).

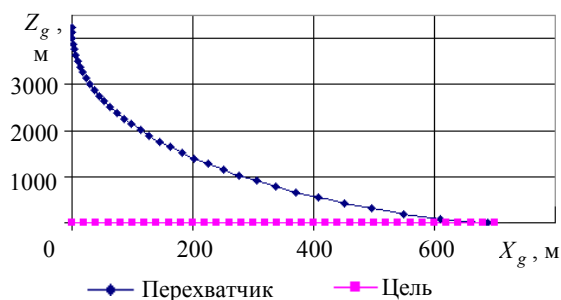


Рис. 1. Траектории истребителя и цели при начальной дальности до цели  $D_0 = 4\ 250$  м

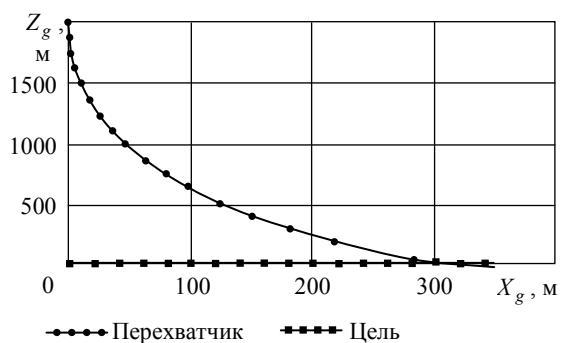


Рис. 2. Траектории цели и перехватчика при начальной дальности до цели  $D_0 = 2\ 000$  м

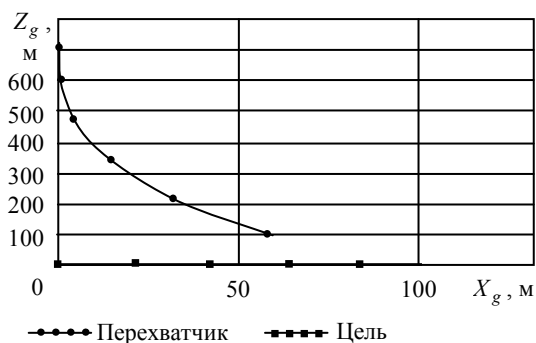


Рис. 3. Траектории цели и перехватчика при начальной дальности до цели  $D_0 = 711$  м

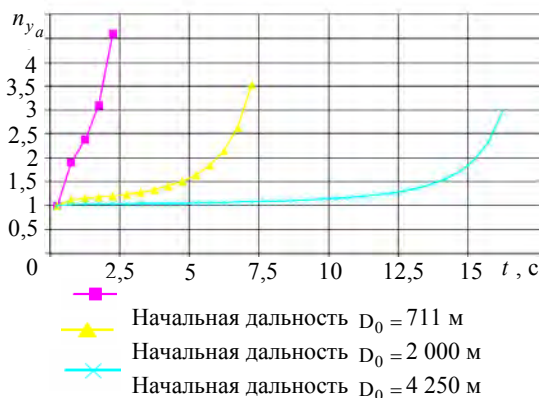


Рис. 4. Значения нормальных скоростных перегрузок в зависимости от начальной дальности до цели  $D_0$

## Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований определены заданные траектории и требуемые нормальные скоростные перегрузки маневренного самолета при сближении с малоскоростной целью при различных начальных условиях. Полученные заданные траектории не зависят от высоты полета, а зависят только от начальных условий. Показано, что при уменьшении начальной дальности до цели требуемая нормальная скоростная перегрузка увеличивается.

Полученные результаты могут быть использованы для определения требуемого управления при синтезе аэродинамической компоновки органов управления истребителя на этапе концептуального проектирования.

Перспектива дальнейших исследований в данном направлении состоит в определении заданных траекторий полета при сближении истребителя с маневрирующей воздушной целью при различных начальных условиях.

## Список литературы

1. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / [В.М. Илюшко, М.М. Митрахович и др.]. – К.: ЦНИИ ВВТ ВВС Украины, 2009. – 302 с.
2. Булат П. В. На пути к пятому и шестому поколению. Часть I. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://paralay.com/>.
3. Булат П. В. На пути к пятому и шестому поколению. Часть II. Десять лет спустя. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://paralay.com/>.
4. Основы синтеза систем летательных аппаратов / [А.А. Лебедев, В.Н. Баранов, В.Т. Бобронников и др.]. – М.: Машиностроение, 1987. – 224 с.
5. Куприков М.Ю. Структурно-параметрический синтез геометрического облика самолета при "жестких" ограничениях / М.Ю. Куприков. – М.: МАИ, 2003. – 64 с.
6. Гребеников А.Г. Разработка аванпроекта самолета / А.Г. Гребеников, А.К. Мяслица, В.Н. Клименко. – Х.: НАУ им. Н. Е. Жуковского "ХАИ", 2010. – 233 с.
7. Ковтонюк И.Б. Рациональный синтез аэродинамической компоновки органов управления креном маневренного самолета / И.Б. Ковтонюк // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Х.: Національний технічний університет «ХПІ», 2012. – №2. – С. 32–34.
8. Ковтонюк И.Б. Потребное управление при синтезе средств обеспечения устойчивости и управляемости летательного аппарата / О. Б. Анишко, И.Б. Ковтонюк // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Х.: Національний технічний університет «ХПІ», 2009. – №2. – С. 153–158.
9. Ковтонюк И.Б. Потребное управление летательным аппаратом с учетом отклонения траектории полета от заданной / И.Б. Ковтонюк, О.Б. Анишко // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Х.: Національний технічний університет «ХПІ», 2009. – №3. – С. 58–63.

Поступила в редколлегию 20.11.2012

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

**ТРАЄКТОРІЇ ПОЛЬОТУ МАНЕВРЕНОГО ЛІТАКА  
ПРИ ЗБЛИЖЕННІ З МАЛОШВИДКІСНОЮ ПОВІТРЯНОЮ ЦІЛЛЮ**

І.Б. КЛВТОНЮК

*Визначені задані траєкторії польоту і потрібні нормальні швидкісні перевантаження маневреного літака при зближенні з малошвидкісною повітряною ціллю за різних початкових умов.*

**Ключові слова:** траєкторія польоту, маневрені літаки, нормальне швидкісне перевантаження, повітряна ціль, початкові умови.

**TRAJECTORIES OF FLIGHT OF MANOEUVRE AIRPLANE AT RAPPROCHEMENT  
WITH A LITTLESPEED AIR PURPOSE**

I.B. Kovtonyuk

*The set trajectories of flight and required normal speed overloads of manoeuvre airplane are certain at rapprochement with littlespeed by an air purpose at different initial conditions.*

**Keywords:** trajectory of flight, manoeuvre airplanes, normal speed overload, air purpose, initial conditions.