

УДК 629.7.067.8

Маловысотный контур для полетов на малых и предельно малых высотах в вертикальной плоскости

Ржанов Егор Алексеевич^(*)

egor.rzhanov@okb.yakovlev.ru

ПАО «Яковлев», Москва, Россия

Аннотация. Полеты на малых и предельно малых высотах занимают значительное место в практике применения боевых самолетов. Рассмотрена необходимость в создании и применении маловысотного контура (МВК) для подобных типов полетов; разрабатываются соответствующие алгоритмы для управления в вертикальной плоскости, и методика моделирования маловысотных полетов. Также приводятся результаты моделирования полетов на высотах до 400 м над различными рельефами земной поверхности.

Ключевые слова: маловысотный полет, маловысотный контур, безопасность маловысотных полетов, системы управления, математическое моделирование

Введение. Одним из основных тактических приемов преодоления противовоздушной обороны противника являются полеты на малых и предельно малых высотах. Для обеспечения безопасности маловысотных полетов (МВП) необходимо реализовать МВК на базе комплексной системы управления. В зависимости от рельефа местности, высоты полета от радиовысотомера ($H_{РВ}$) и по данным от бортовой радиолокационной станции (БРЛС) МВК должен вырабатывать управляющий сигнал, обеспечивающий полет над реальным рельефом земной поверхности на заранее заданной высоте ($H_{зад}$) от 50 до 400 м.

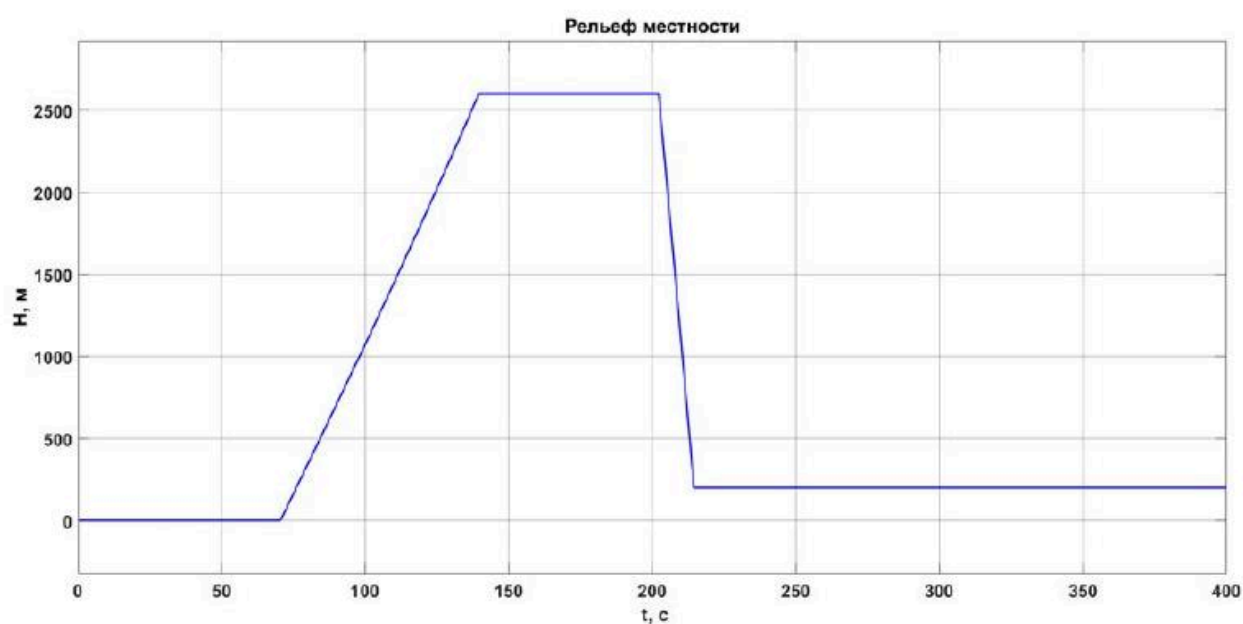
Материалы и методы; результаты. Описываемые исследования проводились с использованием моделирующего комплекса для математического моделирования динамики полета в режиме реального времени [1]. Для имитации процессов расчетов дальностей до земных объектов были сформированы наборы рельефов местности. Рельефы задавались с помощью функций, не зависящих от времени моделирования.

В качестве примеров рельефа были рассмотрены следующие участки: равнина, горы с восходящими/ нисходящими наклонами и здания высотой до 200 м.

Для более детального исследования разрабатываемых алгоритмов [2] для МВП все вышеописанные участки были скомбинированы в виде нескольких полноценных рельефов (рисунков), чтобы можно было оценить реакцию самолета на изменение профиля земной поверхности.

Основной алгоритм работы МВК для режима МВП заключается в расчете заданного значения приращения высоты полета (ΔH), которое в последующем используется для формирования управляющего сигнала ($\Delta \alpha_y$). Информация о впередилежащем рельефе местности поступает от БРЛС. Равносиг-

нальное направление антенны непрерывно отслеживает в полете точку земной поверхности, рассчитывая дальность до нее ($D_{\text{тек}}$) и сравнивая ее с требуемой упрежденной дальностью ($D_{\text{зад}}$). Так как на момент разработки МВК необходимых записей полетных данных от БРЛС не имелось, то на моделирующем комплексе процесс расчета $D_{\text{тек}}$ производился путем вычисления длины вектора от центра масс самолета до предполагаемой точки земной поверхности, отслеживаемой антенной. На основе рассчитываемого на каждом шаге моделирования значения $D_{\text{тек}}$ и сравнения его с $D_{\text{зад}}$, $H_{\text{рв}}$ и $H_{\text{зад}}$ формировался необходимый сигнал приращения высоты полета ΔH .



Пример рельефа местности

Заключение. Разработаны алгоритмы управления в вертикальной плоскости для МВП, синтезирована методика моделирования работы МВК без полетных данных от БРЛС и с возможностью формирования различных рельефов местности. Получены результаты моделирования процесса полета самолета на малых и предельно малых высотах, из которых видно, что исследуемый объект успешно облетает все заданные виды рельефов, выдерживая при этом требуемую заданную высоту $H_{\text{зад}}$.

Список источников

- [1] Бокарев М.А., Братчиков А.И. Применение средств математического моделирования при сопровождении процесса проведения летных испытаний. *Гагаринские чтения. XLIV Междунар. молодежная науч. конф.: сб. тез.* Москва, НИУ МАИ, 2018, т. 1, с. 89–90.
- [2] Гайдук А.Р. и др. *Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB.* Санкт-Петербург, Лань, 2011, 464 с.