

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения»

Институт аэрокосмических приборов и систем (институт №1)
Кафедра эксплуатации и управления аэрокосмическими системами (кафедра №13)

Тема дипломной работы:
**«Исследование пространственной траектории
беспилотного летательного аппарата»**

Выполнил: студент группы № 1832
Басаргина В.С.

Научный руководитель: профессор кафедры №13
Ковалев А.П., д.т.н., профессор

Санкт-Петербург 2023

Актуальность темы:

С развитием промышленности БПЛА в России, возникает большая потребность в программных комплексах, которые бы соответствовали параметрам создаваемых беспилотников, выполняли поставленные задачи и были удобны и просты в своем функционале.

Цель работы:

Создание простого в использовании приложения, которое определяет оптимальную по времени траекторию полета.

Задачи работы:

- 1) Описание математической модели движения БПЛА;
- 2) Поиск оптимальной траектории полета;
- 3) Создание приложения с современным удобным интерфейсом;
- 4) Тестирование программного комплекса.

БПЛА самолетного типа



Рисунок 1 – БПЛА
самолетного типа «Геоскан
101 Lite»

Преимущества:

- продолжительное время полета;
- высокая скорость полета;
- большая высота полета.

Математическая модель движения БПЛА

Условные обозначения в формуле (1):

\dot{V} – производная скорости БПЛА по времени;

$\dot{\vartheta}$ – угловая скорость наклона траектории;

$\dot{\psi}$ – угловая скорость по курсу;

$\dot{H}, \dot{L}, \dot{Z}$ – производные высоты полета, дальности полета и бокового отклонения по времени;

V – скорость полета БПЛА;

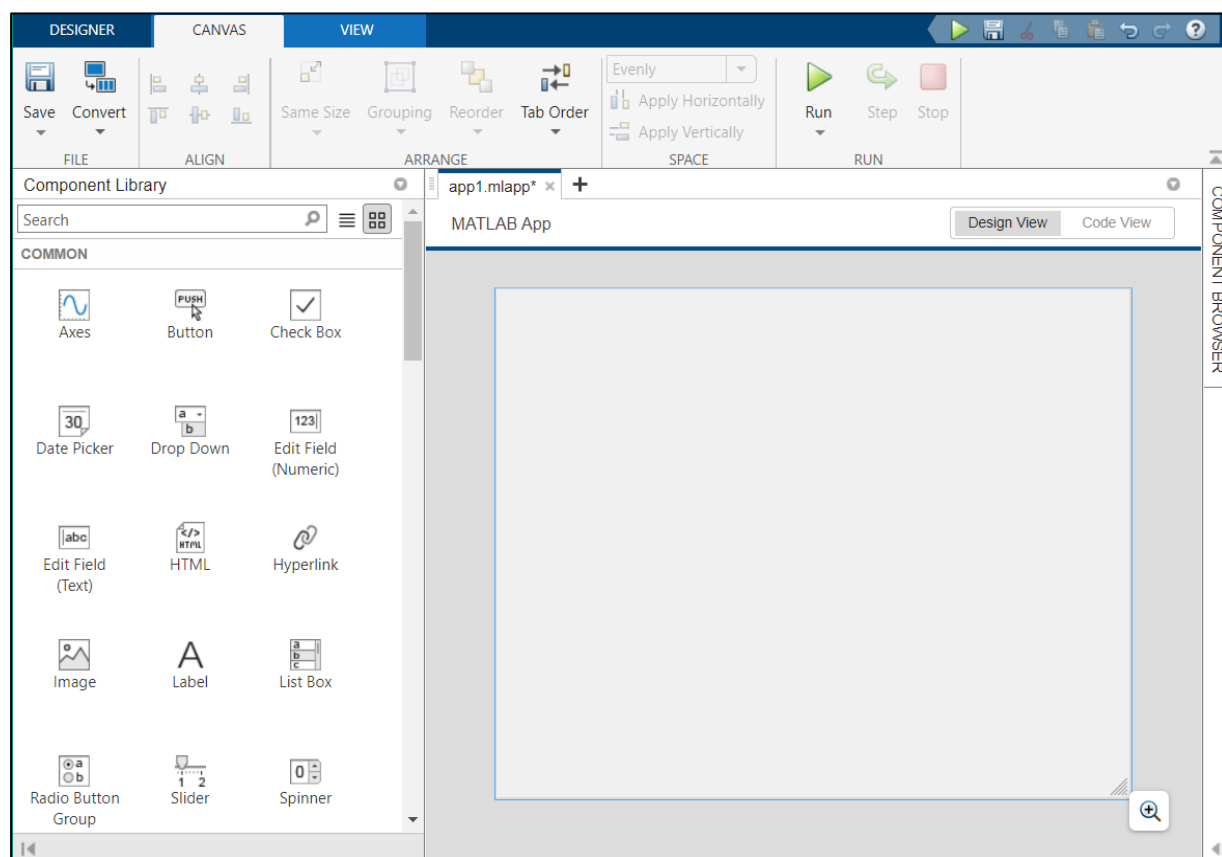
n_x, n_y – продольная и поперечная перегрузки;

γ, ϑ, ψ – углы крена, наклона траектории движения и курса.

$$\left\{ \begin{array}{l} \dot{V} = (n_x - \sin \vartheta)g; \\ \dot{\vartheta} = \frac{(n_y \cos \gamma - \cos \vartheta)g}{V}; \\ \dot{\psi} = \frac{n_y g \sin \gamma}{V \cos \vartheta}; \\ \dot{H} = V \sin \vartheta; \\ \dot{L} = V \cos \vartheta \cos \psi; \\ \dot{Z} = -V \cos \vartheta \sin \psi. \end{array} \right. \quad (1)$$

Реализация программы в App Designer MATLAB

MATLAB® App Designer



Ограничения для БПЛА

	MIN	MAX
v, км/ч	40	130
θ , град	-89	89
ψ , град	-179	179
H, м	100	4000
L, м	-70000	70000
Z, м	-20000	20000
Nx	-3	3
Ny	-18	18
γ , град	-60	60

Переменные состояния БПЛА

	В начальной точке	В конечной точке
v, км/ч	50	50
θ , град	0	0
ψ , град	0	-90
H, м	1200	1200
L, м	0	600
Z, м	0	250
Nx	0	0
Ny	1	1
γ , град	0	0

Показать график

Пространственная
траектория полета

График
скорости

График угла
наклона траектории

График
угла курса

Показать графики управлений

График
продольной перегрузки

График
угла крена

График
поперечной перегрузки

Узнать подробнее
про переменные состояния

Поиск оптимальной траектории

Оптимальная траектория найдена

Оптимальное время, с 27.9

Пространственная траектория полета

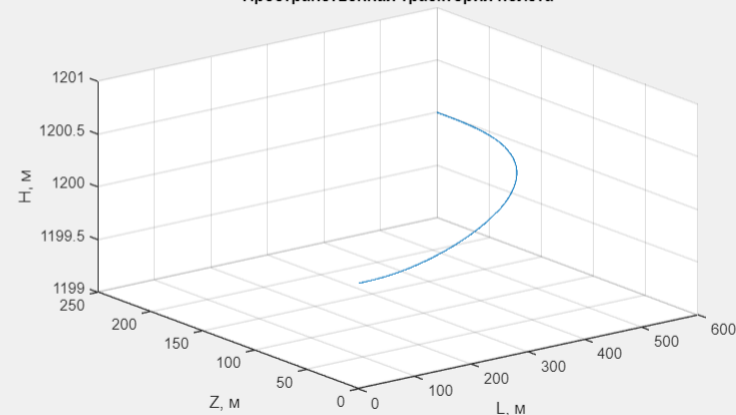


Рисунок 2 – Пользовательский интерфейс приложения для поиска оптимальной траектории

Результаты тестирования приложения

Пространственная траектория полета

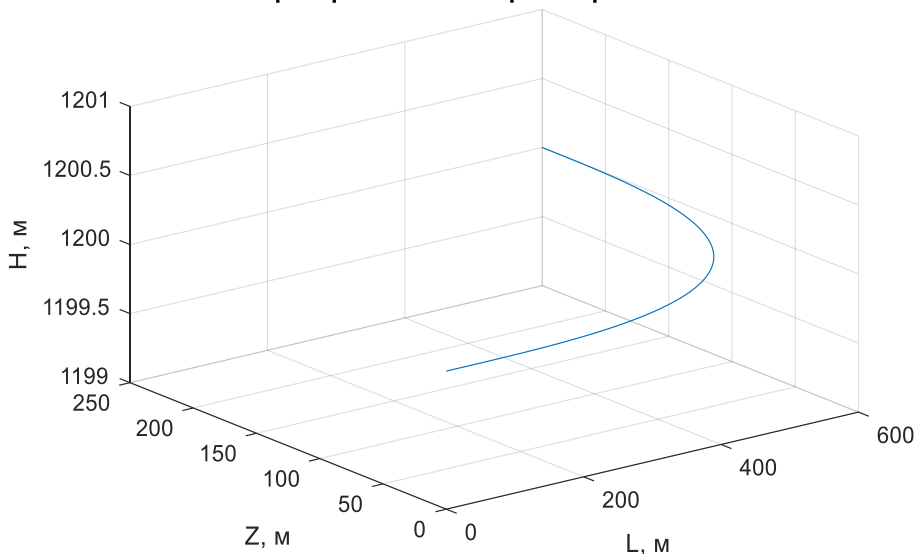


График угла курса

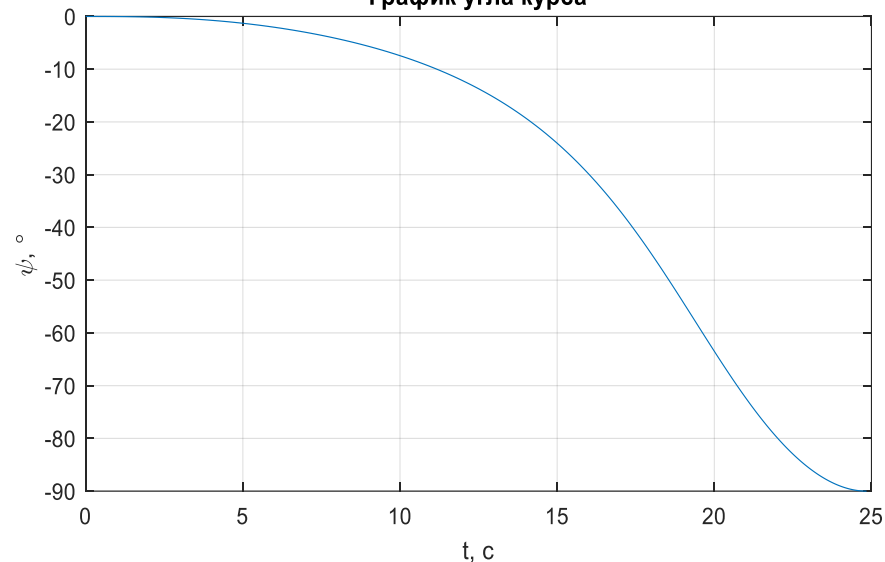


График угла крена

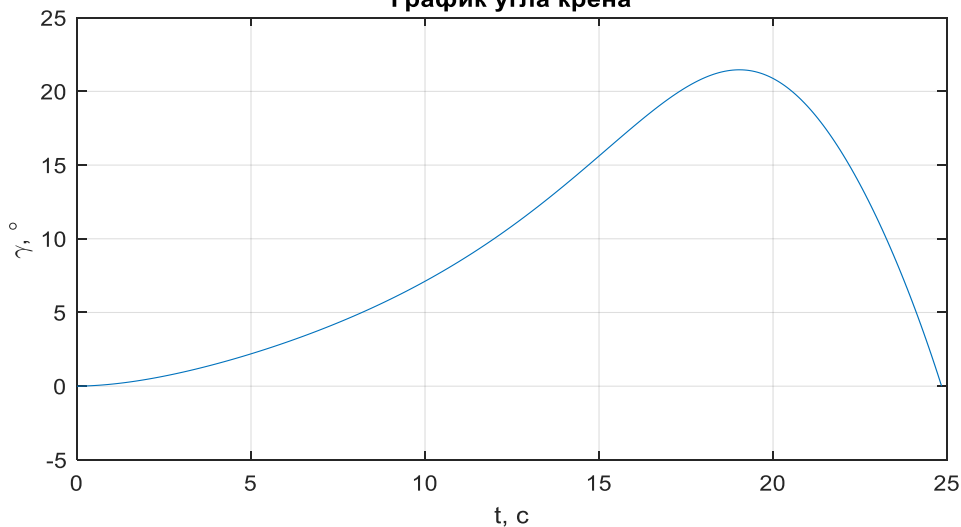
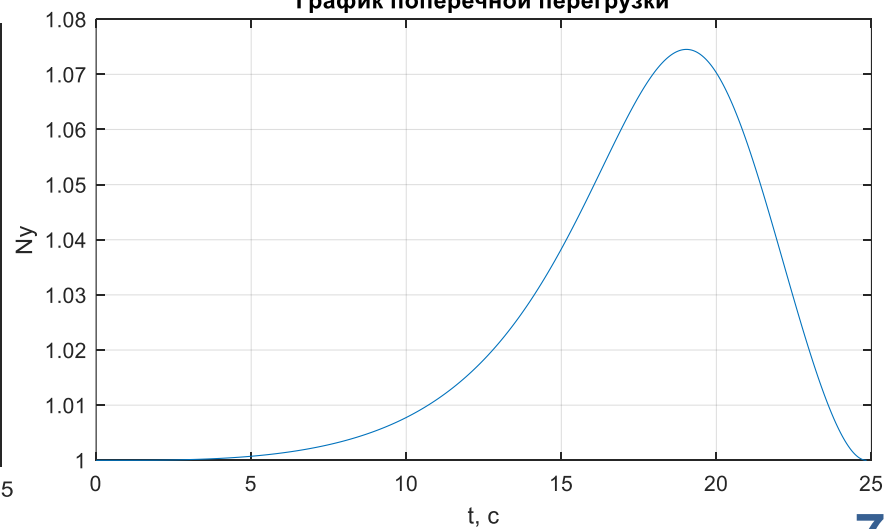


График поперечной перегрузки



Заключение



- 1) Охарактеризована математическая модель управляемого движения беспилотника.
- 2) Разработан программный комплекс для реализации оптимальной пространственной траектории БПЛА.
- 3) Проведено тестирование готового программного продукта.