

# Алгоритм автоматической подстройки параметров управления исполнительными механизмами для автопилота БПЛА самолетного типа различных размеров и схем с дополнительным бортовым микрокомпьютером

*Выступающий:* Валерия Назаренко

*Руководитель:* проф., д.ф.-м.н. А.Н. Терехов

*Рецензент:* к.ф.-м.н. К.С. Амелин

Санкт-Петербургский государственный университет

Санкт-Петербург, 2017

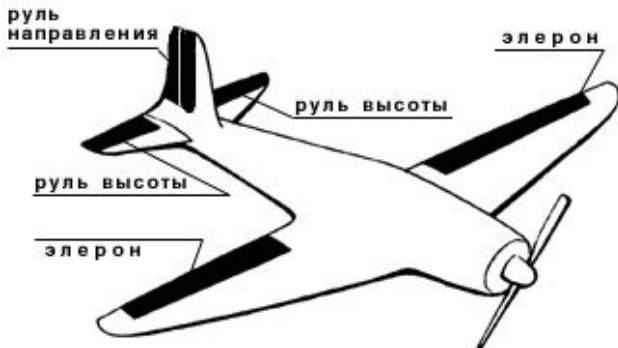
- БПЛА различны по архитектуре и размерам
- Автопилот - устройство или программно-аппаратный комплекс для автоматического управления летательным аппаратом
- Оптимизация работы автопилота с исполнительными механизмами для увеличения запаса энергии полета

Цель работы – разработка алгоритма автоподстройки автопилота беспилотного летательного аппарата.

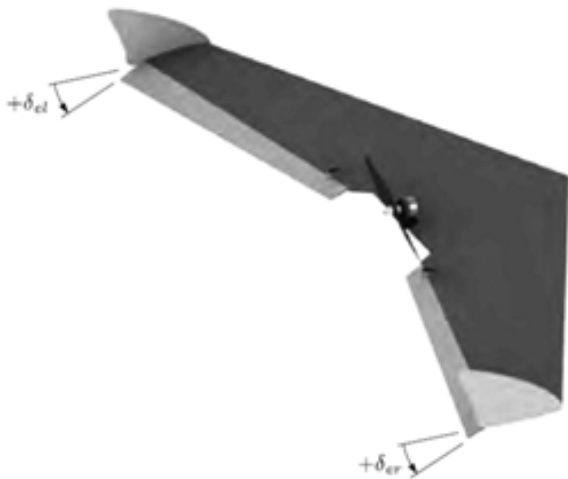
- Изучить существующие методы автоматической подстройки
- Изучить кинематику и динамику движения самолета
- Разработать алгоритм автоматической подстройки параметров управления
- Вычислить максимальные и оптимальные значения управляющих сигналов
- Провести ряд тестов на различных данных

- Ориентировочный сценарий реализации бортового алгоритма
- ПИД закон для стабилизации и управления БПЛА

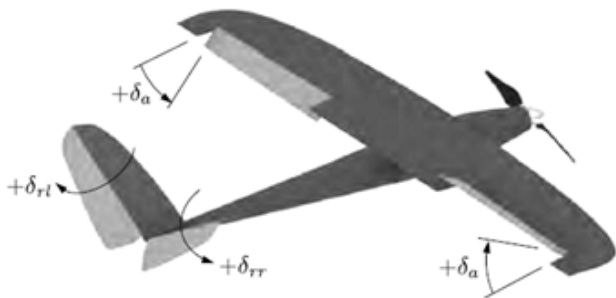
# Управляющие поверхности БПЛА



# Тип "летающее крыло"



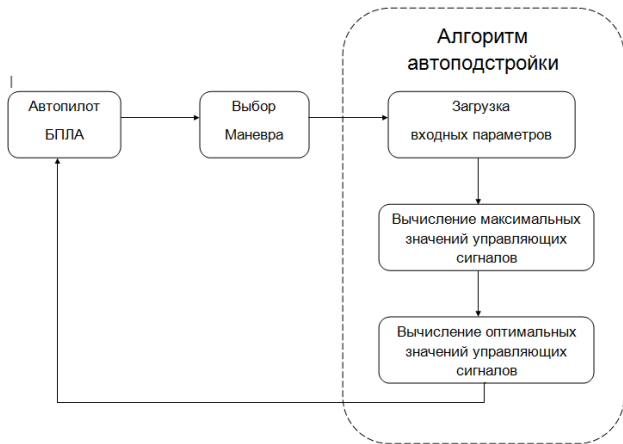
# БПЛА с V-образным хвостовым оперением





- **Зона взлета**
  - ✓ Выставление тангажа на фиксированное значение  $\Theta$
- **Зона набора высоты**
  - ✓ Регулировка воздушной скорости по углу тангажа
- **Зона удержания высоты**
  - ✓ Регулировка высоты по углу тангажа
  - ✓ Регулировка воздушной скорости по открываю заслонки
- **Зона снижения**
  - ✓ Регулировка воздушной скорости по углу тангажа

# Структура взаимодействия



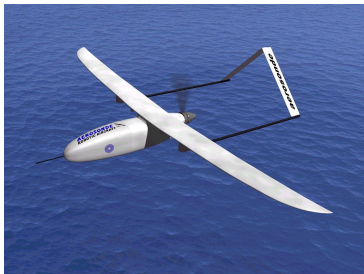
# Алгоритм автоподстройки: поиск экстремумов

- ✓ Нахождение максимальных значений сигналов при взлете
- ✓ Нахождение максимальных значений сигналов при заданных углах поворота
- ✓ Нахождение минимальных значений сигналов при большой круговой траектории полета

# Алгоритм автоподстройки: поиск оптимальных решений

- ✓ Нахождение оптимального угла подъема при взлете
- ✓ Нахождение оптимального значения сигналов для маневра "поворот" и необходимого радиуса
- ✓ Нахождение сбалансированных переменных при удержании высоты

# Тестирование алгоритма



# Входные параметры тестирования

Параметр	Значение	Продольный коэфф.	Значение	Боковой коэфф.	Значение
$m$	13,5 кг	$C_{L_0}$	0,8	$C_{Y_0}$	0
$J_x$	0,8244 кг-м <sup>2</sup>	$C_{D_x}$	0,03	$C_{L_x}$	0
$J_y$	1,135 кг-м <sup>2</sup>	$C_{m_0}$	-0,02338	$C_{n_x}$	0
$J_z$	1,759 кг-м <sup>2</sup>	$C_{L_z}$	3,45	$C_{Y_z}$	-0,98
$J_{xz}$	0,1204 кг-м <sup>2</sup>	$C_{D_z}$	0,30	$C_{L_p}$	-0,12
$S$	0,55 м <sup>2</sup>	$C_{m_x}$	-0,38	$C_{n_y}$	0,25
$b$	2,8956 м	$C_{L_y}$	0	$C_{Y_p}$	0
$c$	0,18994 м	$C_{D_y}$	0	$C_{L_r}$	-0,26
$S_{Проп.}$	0.2027 м <sup>2</sup>	$C_{m_z}$	-3,6	$C_{n_z}$	0,022
$\rho$	1,2682 кг/м <sup>3</sup>	$C_{L_{z_0}}$	-0,36	$C_{Y_r}$	0
$k_{Двиг.}$	80	$C_{D_{z_0}}$	0	$C_{L_r}$	0,14
$k_{Y_r}$	0	$C_{m_{y_0}}$	-0,5	$C_{n_r}$	-0,35
$k_{\Omega}$	0	$C_{Проп.}$	1,0	$C_{Y_{s_0}}$	0
$e$	0,9	$M$	50	$C_{L_{s_0}}$	0,08
		$\alpha_0$	0,4712	$C_{n_{s_0}}$	0,06
		$\varepsilon$	0,1592	$C_{Y_{s_0}}$	-0,17
		$C_{D_p}$	0,0437	$C_{L_{s_0}}$	0,105
		$C_{m_{s_0}}$	-0,032		

- **Модель Aerosonde**
  - ✓ Тест маневра "взлет"
  - ✓ Тест маневра "поворот"
- **Модель Zagi**
  - ✓ Тест маневра "взлет"
  - ✓ Тест маневра "поворот"

- Изучены существующие методы подстройки, динамика движения полета БПЛА и работа автопилота продольного и бокового движения
- Разработан алгоритм подстройки автопилота с использованием входных физических параметров и коэффициентов движения БПЛА



- Получены максимальные и оптимальные значения управляющих сигналов для различных типов беспилотных летательных аппаратов
- Проведены тесты на имитационной модели в среде Simulink по параметрам самолетов "Aerosonde" и "Zagi"

Спасибо за внимание!