

Система автоматического управления квадрокоптером

Студентка: Ли Сыци
Группа: ПОД-171Т
Кафедра: ИУ-1

Научный руководитель:
Карпунин Александр Алексеевич

Актуальность темы



позиция



скорость



траектория


Система автоматического управления
квадрокоптером

Цель

Разработка и
исследование системы
управления
квадрокоптером.



Задачи



Дать определение квадрокоптера, рассмотреть классификацию, описать устройство квадрокоптера, указать какие задачи он выполняет.




Исследовать поведение системы по полученной модели.



Разработать математические модели динамики квадрокоптера.



Обработать реальные экспериментальные данные.



Рассмотреть и создать систему управления квадрокоптером в MATLAB, указать её особенности.



Сделать выводы.

Методы исследования

1

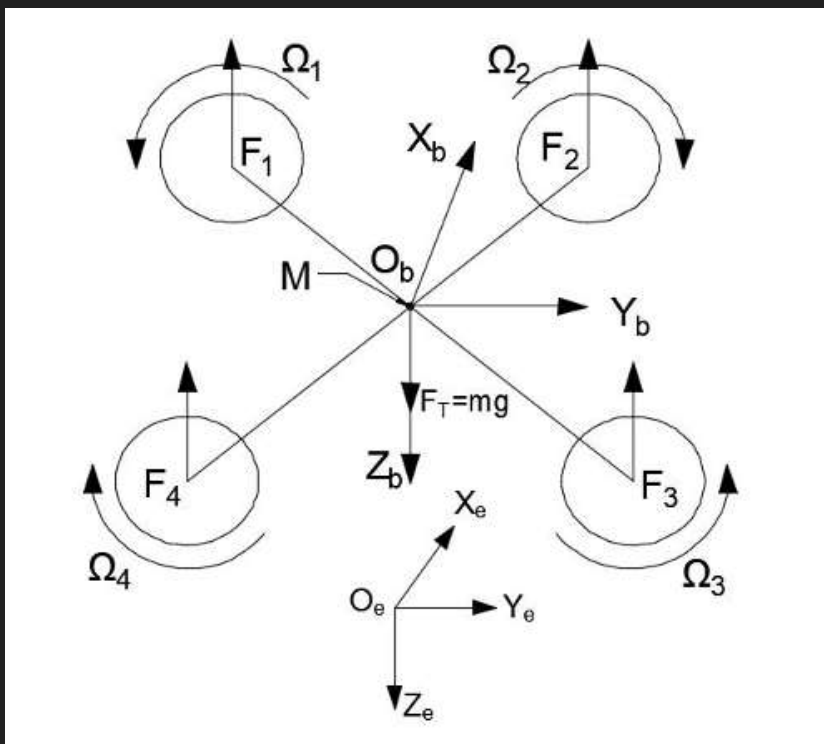
математическое моделирование

2

теория автоматического управления

В работе используется
экспериментальное подтверждение.

О работе



X_e Y_e Z_e

X_b Y_b Z_b

ψ θ φ

Система координат квадрокоптера

Параметры квадрокоптера

Параметр	Обозначение	Значение	Единица измерения
Масса квадрокоптера	m	1	кг
Длина рамы	L	0.225	м
Момент инерции вокруг оси X	I_{xx}	$1.466 * 10^{-2}$	кгм ²
Момент инерции вокруг оси Y	I_{yy}	$1.466 * 10^{-2}$	кгм ²
Момент инерции вокруг оси Z	I_{zz}	$2.848 * 10^{-2}$	кгм ²
Коэффициент осевой нагрузки	C_T	$1.201 * 10^{-5}$	Н/(рад/с) ²
Коэффициент крутящего момента	C_Q	$1.606 * 10^{-7}$	Нм/(рад/с) ²
Коэффициент сопротивления воздуха	C_D	$6.579 * 10^{-2}$	Н/(м/с) ²

Математическая модель динамики квадрокоптера

$$\begin{bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \\ \ddot{z} \\ \ddot{\phi} \\ \ddot{\theta} \\ \ddot{\psi} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{U_1}{m} (\cos\psi \sin\theta \cos\varphi + \sin\psi \sin\varphi) \\ \frac{U_1}{m} (\sin\psi \sin\theta \cos\varphi - \cos\psi \sin\varphi) \\ -\frac{U_1}{m} \cos\varphi \cos\theta + g \\ \frac{[\frac{\sqrt{2}}{2}LU_2 + (I_{yy} - I_{zz})\dot{\theta}\dot{\psi}]}{I_{xx}} \\ \frac{[\frac{\sqrt{2}}{2}LU_3 + (I_{zz} - I_{xx})\dot{\phi}\dot{\psi}]}{I_{yy}} \\ \frac{[U_4 + (I_{xx} - I_{yy})\dot{\theta}\dot{\phi}]}{I_{zz}} \end{bmatrix}$$

$$\sin\theta \approx \theta, \sin\varphi \approx \varphi, \cos\theta \approx 1, \cos\varphi \approx 1$$

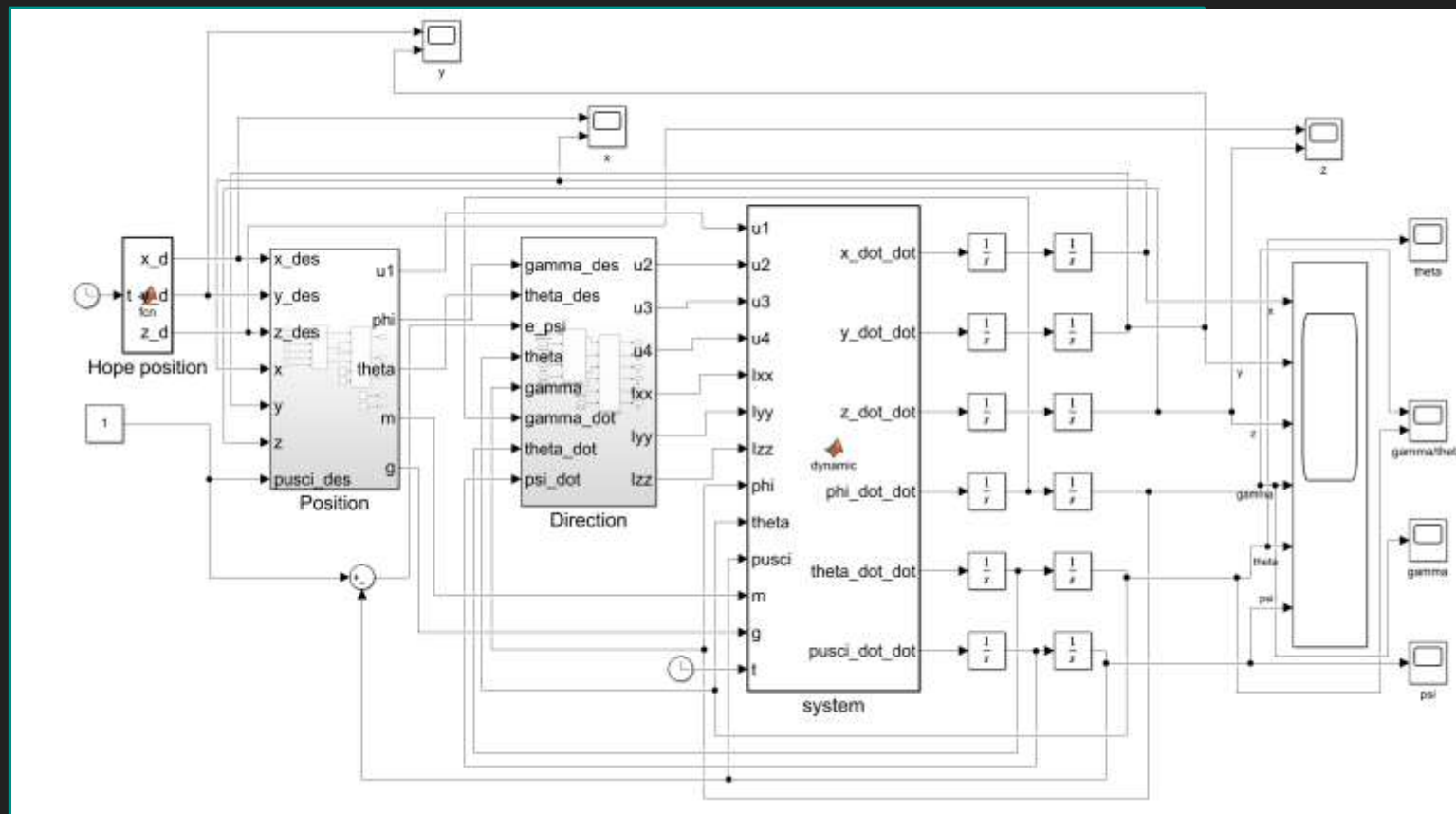
$\psi = \psi_{ж}$, где $\psi_{ж}$ – желаемый угол рысканья.

$$\sum_{i=1}^4 C_T \Omega_i^2 = mg$$

$$\begin{cases} \ddot{x}_{ж} = g(\theta \cos\psi_{ж} + \varphi \sin\psi_{ж}) \\ \ddot{y}_{ж} = g(\theta \sin\psi_{ж} - \varphi \cos\psi_{ж}) \\ \ddot{z}_{ж} = \frac{-8C_T \Omega_h}{m} \Delta\Omega_F \end{cases}$$

Модель движения квадрокоптера в MATLAB Simulink

Вход системы – блок
«Hope position»;
Внешний контур –
блок «Position»;
Внутренний контур –
блок «Direction»;
Модель кинематики и
динамики квадрокоптера
– блок «System».



Модель квадрокоптера в MATLAB Simulink

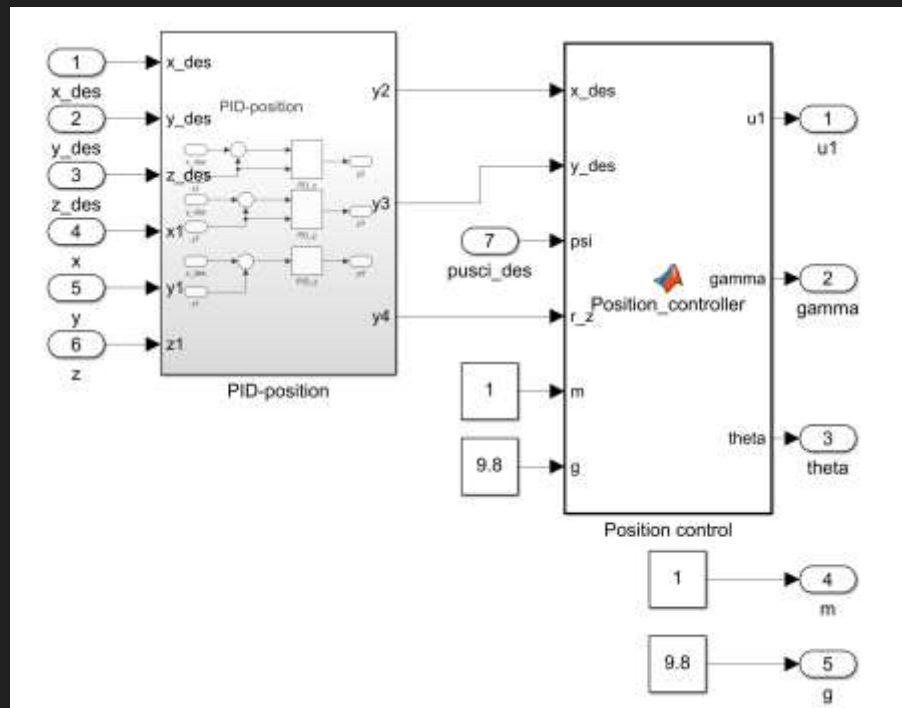


Рис. 2. Контур управления положением квадрокоптера

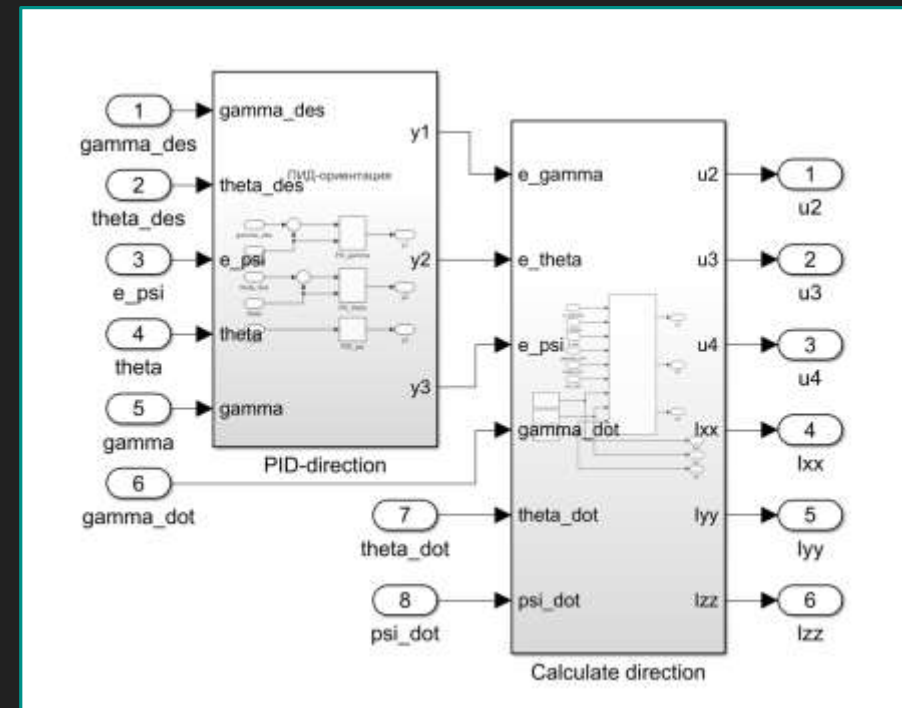


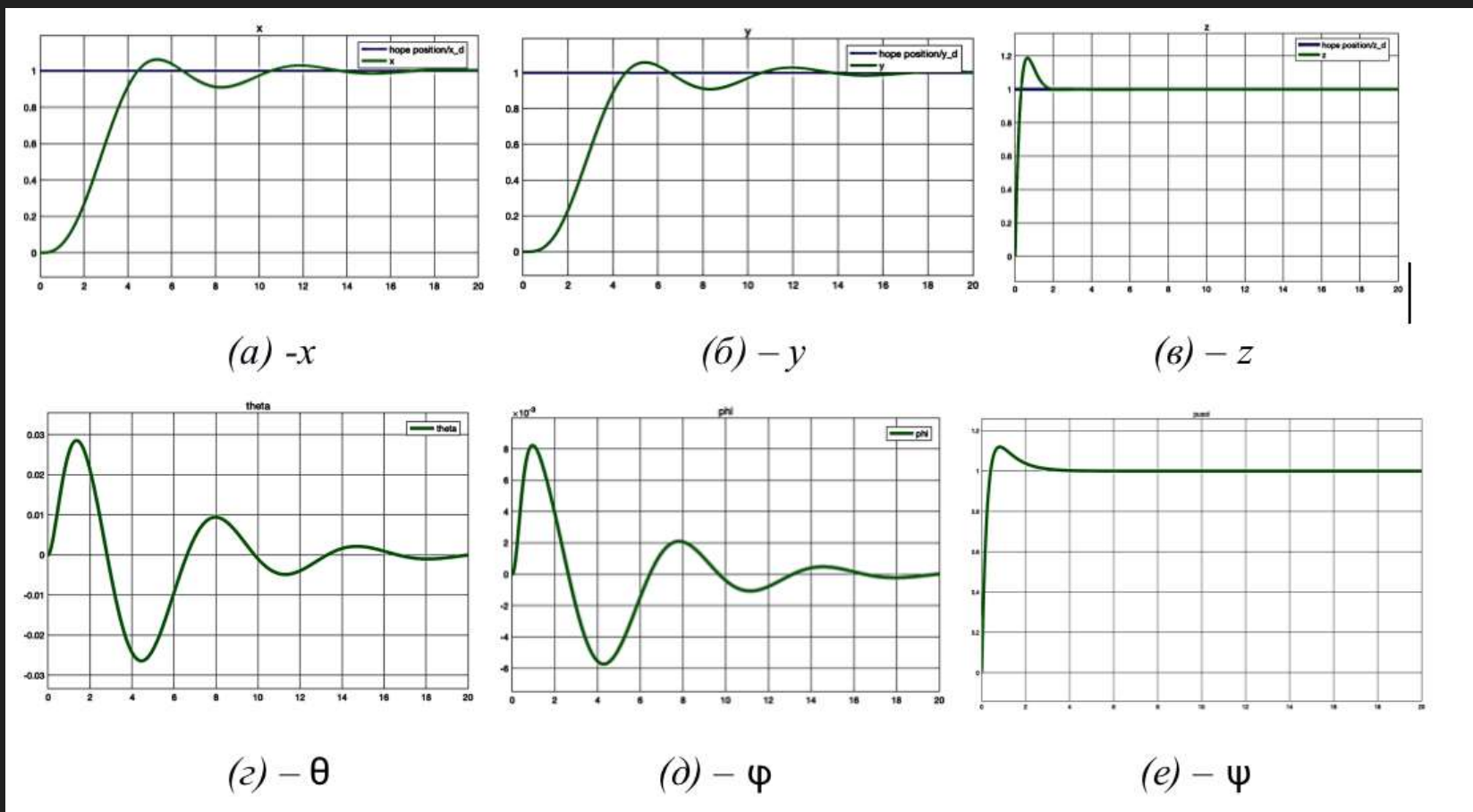
Рис. 3. Контур управления ориентацией квадрокоптера

Коэффициенты ПИД- регуляторов

Коэффициенты ПИД-регуляторов

Регулятор	K_P	K_I	K_D
X	0.35	0	1
Y	0.35	0	1
Z	10	0.1	5
θ	4.5	0	4.5
φ	4.5	0	4.5
ψ	5	0.1	5

Результаты



Результаты

Квадрокоптер с синтезированными ПИД-регуляторами может точно достичь желаемого положения и стабильно зависать в этом положении. Таким образом, цель данной работы достигнута.

Программа

```
function [u2,u3,u4] = attitude_controller(e_phi,e_theta...  
    ,e_pusci,phi_dot,theta_dot,pusci_dot,Ixx,Iyy,Izz)
```

```
l=0.225
```

```
u2=2^0.5/l*(Ixx*e_phi-(Iyy-Izz)*theta_dot*pusci_dot);
```

```
u3=2^0.5/l*(Iyy*e_theta-(Izz-Ixx)*phi_dot*pusci_dot);
```

```
u4=Izz*e_pusci;
```

```
end
```

```
function [x_dot_dot,y_dot_dot,z_dot_dot,phi_dot_dot...  
    ,theta_dot_dot,pusci_dot_dot]=dynamic(u1,u2,u3,u4...  
    ,Ixx,Iyy,Izz,phi,theta,pusci,m,g,t)
```

```
l=0.225
```

```
x_dot_dot=u1/m*(sin(pusci)*phi+cos(pusci)*theta);
```

```
y_dot_dot=u1/m*(-cos(pusci)*phi+theta*sin(pusci));
```

```
z_dot_dot=g-u1/m*cos(theta)*cos(phi);
```

```
phi_dot_dot=2^(-0.5)*l*u2/Ixx;
```

```
theta_dot_dot=2^(-0.5)*l*u3/Iyy;
```

```
pusci_dot_dot=u4/Izz;
```

```
end
```


Практическое использование результатов работы

Изучение пространственного
и автономного управления и
группового поведения
квадрокоптера.



Литература

1. Костюк А.С. Особенности аэрофотосъемки со сверхлегких беспилотных летательных аппаратов // Омский научный вестник. — 2011. — № 1. — С. 236-240.
2. Chen Tingyu. Modeling and control of quadrangular mirror and PID controller // Electronic world.—2018.— №21— С. 5-7

Спасибо за внимание!

—МГТУ им.Н.Э.Баумана—

—