

Инверсная кинематика в задаче
управления сверхлёгким БПЛА с
дополнительным бортовым
управляющим микрокомпьютером

Калитеевский В.Н.

Научный руководитель:
Д.ф.-м.н., проф. Терехов А.Н.

Рецензент:
К.ф.-м.н. Амелин К.С.

Санкт-Петербургский Государственный Университет

2017

Задачи решаемые БПЛА

- Военные
 - Разведка
 - Наблюдение
 - Коммуникация
- Гражданские
 - Мониторинг
 - Картография
 - Спасательные операции
 - Фото и видеосъемка



Постановка задачи

Цель: спроектировать и реализовать часть функций автопилота сверхлёгкого БПЛА на дополнительный микрокомпьютер

- Изучить процесс полёта БПЛА
- Спроектировать модель полёта
- Спроектировать программно-аппаратное решение
- Реализовать решение

Физика процесса полета

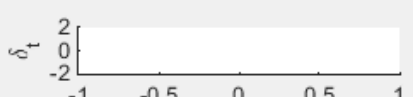
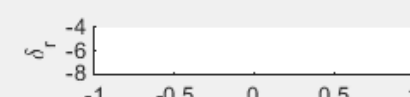
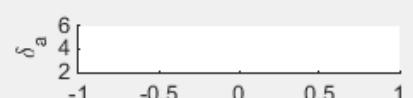
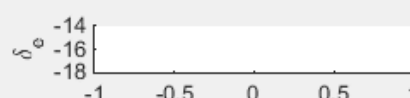
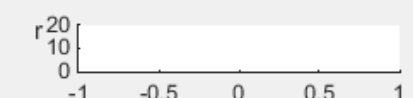
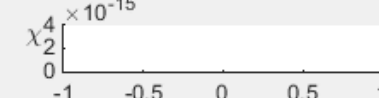
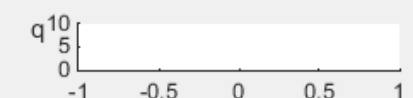
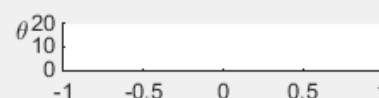
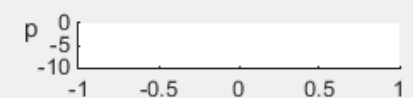
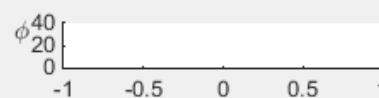
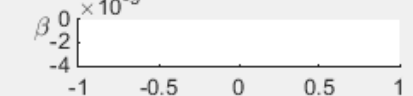
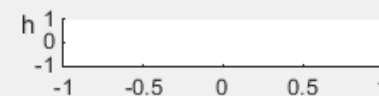
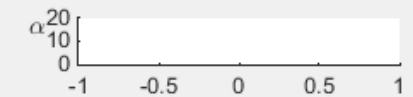
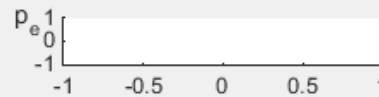
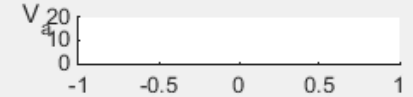
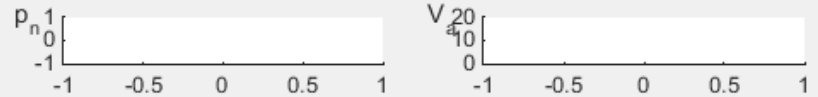
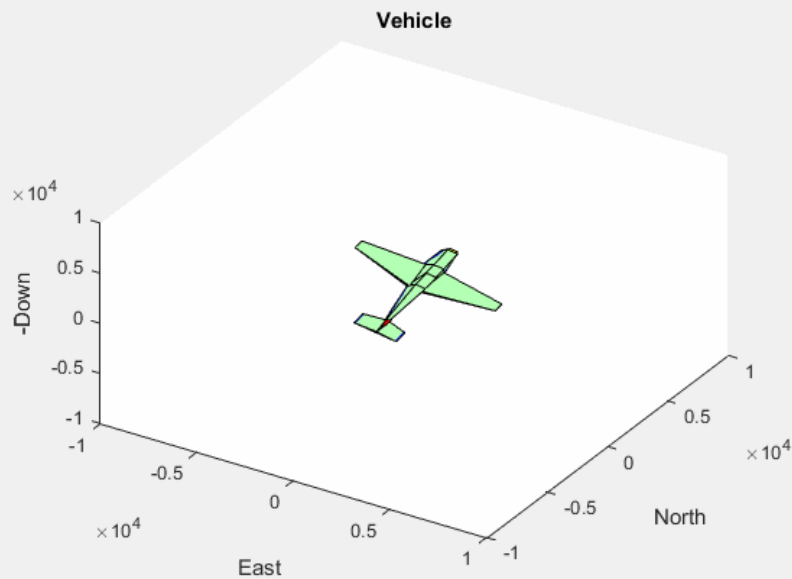
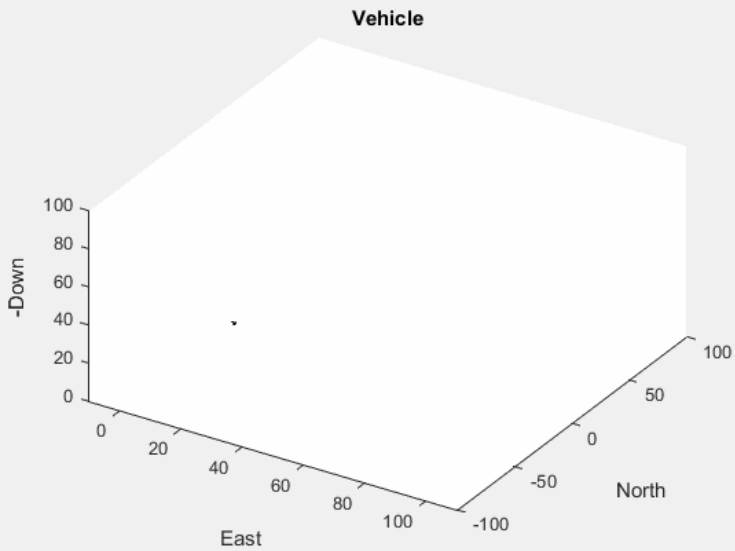
$$\begin{pmatrix} \dot{p}_n \\ \dot{p}_e \\ \dot{p}_d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C(\theta)C(\psi) & S(\phi)S(\theta)C(\psi) - C(\phi)S(\psi) & C(\phi)S(\theta)C(\psi) + S(\phi)S(\psi) \\ C(\theta)S(\psi) & S(\phi)S(\theta)S(\psi) + C(\phi)C(\psi) & C(\phi)S(\theta)S(\psi) - S(\phi)C(\psi) \\ -S(\theta) & S(\phi)C(\theta) & C(\phi)C(\theta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u \\ v \\ w \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \dot{u}_n \\ \dot{v}_e \\ \dot{w}_d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} rv - qw \\ pw - ru \\ qu - pv \end{pmatrix} + \frac{1}{m} \begin{pmatrix} f_x \\ f_y \\ f_z \end{pmatrix}$$

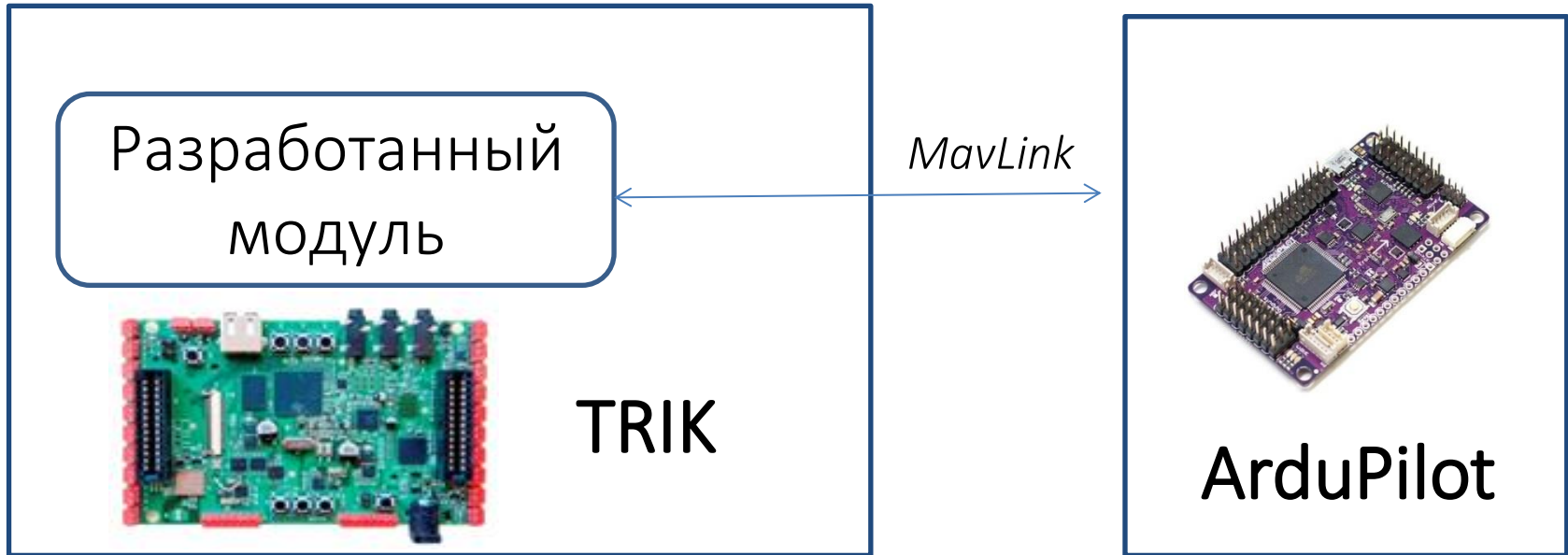
$$\begin{pmatrix} \dot{\phi} \\ \dot{\theta} \\ \dot{\psi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \sin(\phi)\tan(\theta) & \cos(\phi)\tan(\theta) \\ 0 & \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ 0 & \frac{\sin(\phi)}{\cos(\theta)} & \frac{\cos(\phi)}{\cos(\theta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p \\ q \\ r \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \dot{p} \\ \dot{q} \\ \dot{r} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \Gamma_1 pq - \Gamma_2 qr \\ \Gamma_5 pr - \Gamma_6 (p^2 - r^2) \\ \Gamma_7 pq - \Gamma_1 qr \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Gamma_3 l + \Gamma_4 n \\ \frac{1}{J_y} m \\ \Gamma_4 l + \Gamma_8 n \end{pmatrix}$$

Моделирование



Программно-аппаратное решение



Маршрут по точкам

2



3



1



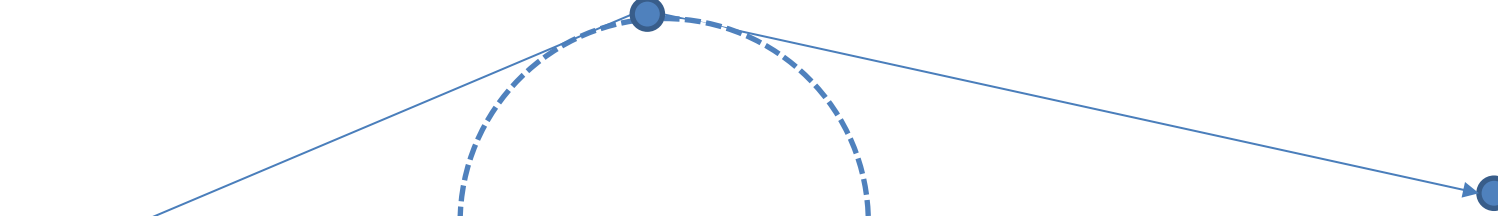
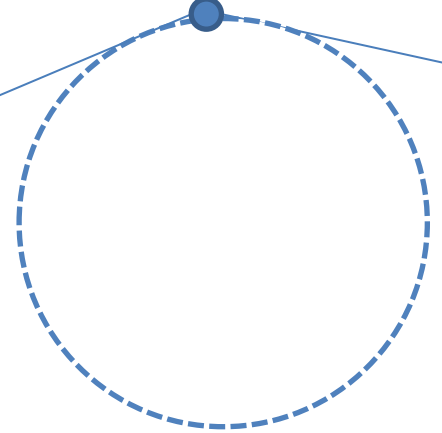
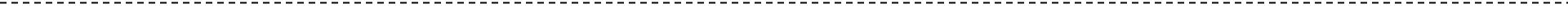
2



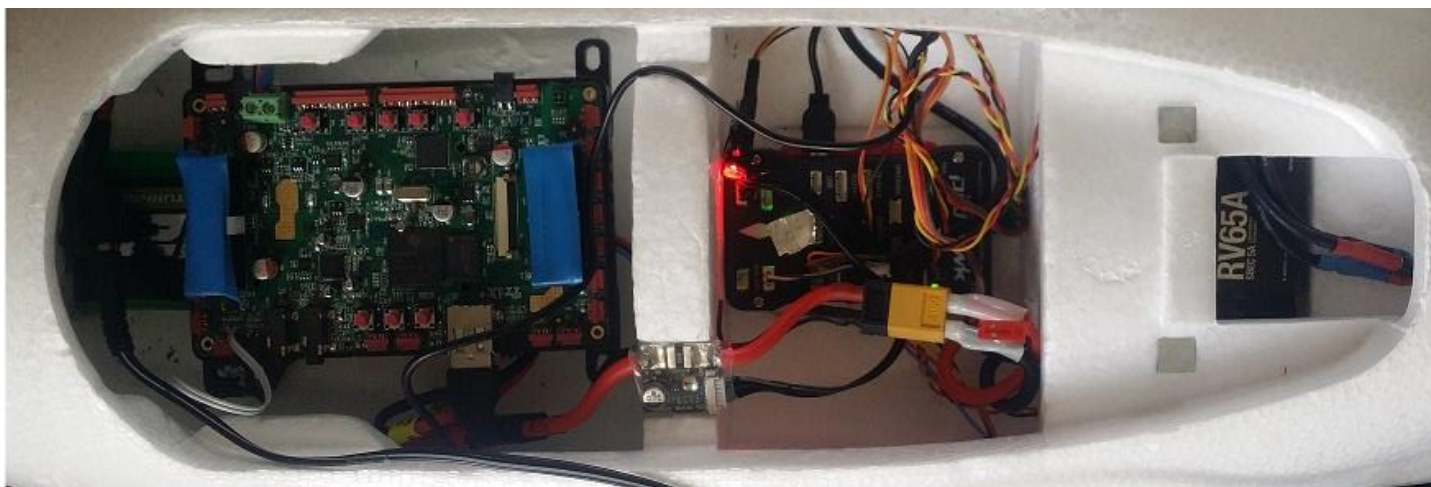
3



1



БПЛА



Результаты

- Изучены алгоритмы описывающие физику полёта БПЛА
- Разработано решение для дополнительного бортового микрокомпьютера
- Модель отображающая физику полёта создана
- Создано программно-аппаратное решение

- Опубликованы статьи в сборниках работ конференций SYRCoSE, IEEE CoDIT, IFAC PHYSCON (ожидается 07.17)