



УДК 358.4 , 629.734

## РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

**К.П. Беляев**

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

*Создан проект информационного обеспечения для беспилотного летательного аппарата с организацией удаленного управления с Android смартфона. Представлен фрагмент кода и алгоритмы, отвечающие за управление беспилотным летательным аппаратом.*

*Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, Java-приложения, Arduino, мобильное приложение.*

### **Для цитирования:**

*Беляев К.П. «Разработка проекта информационного обеспечения интеллектуальной системы управления беспилотными летательными аппаратами» // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(16), ISSN 2007-5687. – СПб.: ГУАП., 2018 – с.26-31. РИНЦ.*

## DEVELOPMENT OF THE PROJECT OF INFORMATION SUPPORT OF THE INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

**K.P. Belyaev**

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

*Project of information support for an unmanned aerial vehicle with the organization of remote control from the Android smartphone was created. A fragment of the code and algorithms responsible for the management of an unmanned aerial vehicle are presented.*

*Key words: unmanned aerial vehicle, java applications, arduino, mobile application.*

### **For citation:**

*Belyaev A.V. « Development of the project of information support of the intelligent control system for unmanned aerial vehicles» // System analysis and logistics.: №1(16), ISSN 2007-5687. – Russia, Saint-Peterburg.: SUAI., 2018 – p.26-31.*

На сегодняшний день беспилотные системы управления транспортными средствами являются одним из приоритетных направлений в развитии автопромышленности и самолетостроения. Ведущие компании по всему миру заострили внимание на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА). Сами БПЛА используются как в мирных, так и в военных целях. Беспилотные летательные аппараты начали приобретать популярность в гражданских сферах с 2010 года. Например, компания «Amazon» уже осуществляет доставку маленьких заказов с помощью БПЛА на расстояния не более 10 километров. Компания «Alibaba Group» осуществляет доставку интернет заказов по регионам Пекина, Шанхая и Гуанчжоу. В Швейцарии запускают сеть медицинских БПЛА-курьеров, которые будут доставлять медикаменты, донорскую кровь и органы туда, где в них остро нуждаются. Дополнительно БПЛА выполняют функции слежения. Например, компания «Калашников» в 2018-м году начнет выпускать БПЛА, которые будут патрулировать трубопровод «Газпрома». Армии всего мира используют БПЛА для разведывательных целей. В Австралии БПЛА, патрулирующие побережье океана смогли спасти жизни двух человек, которые не справились с волнами и начали тонуть. БПЛА был оснащен надувным плотом, с помощью которого они смогли выплыть на берег[3,5]. Понятие «Беспилотного летательного аппарата» в Российской Федерации установлено Правилами использования воздушного пространства, согласно



которым данные технологии понимаются как летательный аппарат, осуществляющий полет без пилота или экипажа на борту и управляемый в полете либо автоматически, либо оператором с пункта управления, либо в сочетании указанных способов.

В настоящее время наблюдается существенный прогресс в области повышения производительности компактных, встраиваемых вычислительных систем. Это обстоятельство создает предпосылки для создания транспортных систем (средств) нового поколения, а именно, беспилотных транспортных средств (БТС), способных к автономному выполнению поставленных задач, в том числе при функционировании в динамической среде. К настоящему моменту в научной литературе описано множество подходов к построению систем управления беспилотными аппаратами [1,2]. Значительный интерес в этой связи представляет разработка систем управления для беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета и посадки, т.к. в отличие от других объектов управления (колесных БТС, БЛА самолетного типа) они одновременно обладают сложной нелинейной динамикой и функционируют в трехмерном пространстве. Именно с решением этой задачи – задачи автоматизации управления БЛА вертолетного типа связывают существенный прогресс в области создания новых методов и алгоритмов распознавания образов управления.

Целью исследования является разработка информационного и программного обеспечения для тестового БПЛА для организации управления с смартфона. Программной средой для запуска приложения является Android. На БПЛА установлено программное обеспечение Arduino Nano для считывания сигналов, отправляемых с телефона, и управления двигателями. На рис.1 представлена общая схема управления БПЛА. С Android смартфона по протоколу Bluetooth отправляются сигналы на Bluetooth-модуль HC-06, который передает их на плату Arduino, которая уже по соответствующим выходам передает сигналы на драйверы двигателей.

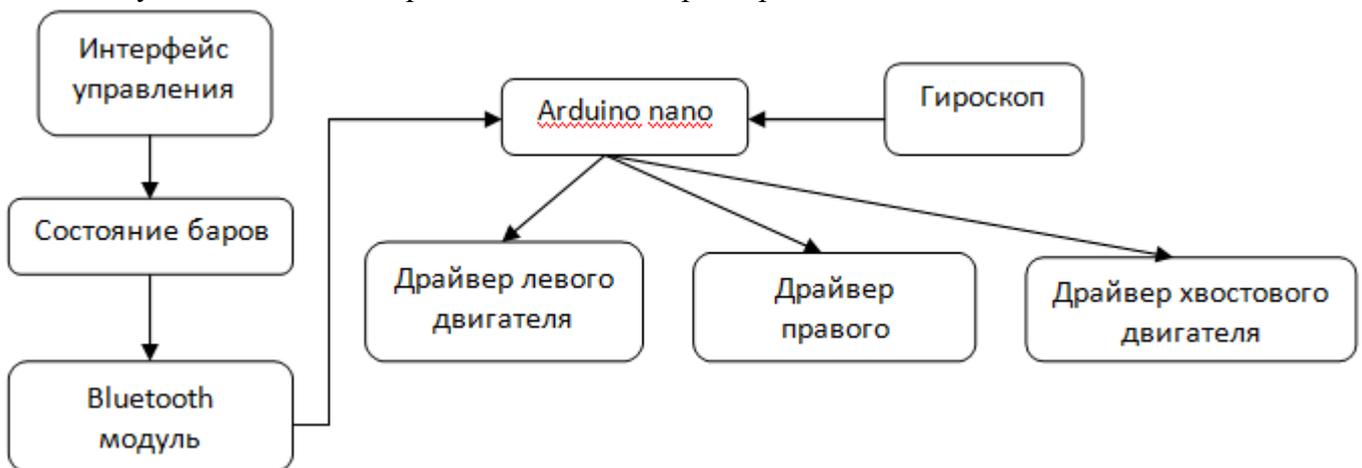


Рис.1. Общая схема управления БПЛА.

В разрабатываемом приложении на данный момент поддерживается два типа управления: управление с экрана смартфона и гибридное управление.

Управление с экрана смартфона осуществляется путем стандартного считывания состояния баров на экране смартфона и передачи данных на Arduino[3]. Данные с интерфейсов (баров) поступают на ШИМ (широтно-импульсную модуляцию). На рис. 2 представлена блок-схема по работе Android приложения.

Гибридное управление осуществляется путем считывания данных с вертикального бара и показаний с акселерометра смартфона[3,4]. Вертикальный бар отвечает за увеличение тока подаваемый на моторы, а акселерометр соответственно за повороты и движение вперед/назад. На рис. 3 представлена блок-схема работы Android приложения с гибридным управлением.

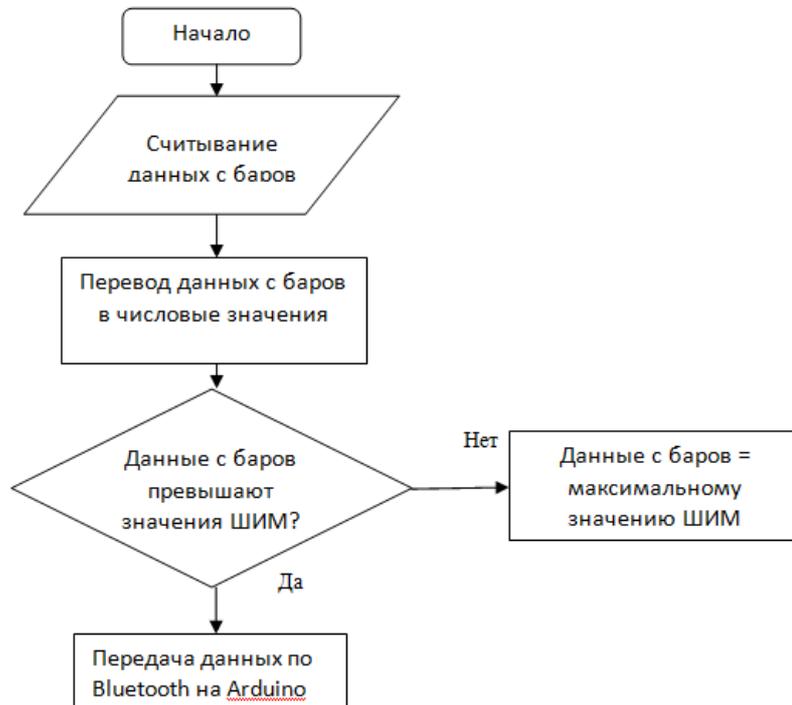


Рис.2. Блок схема работы приложения (управление с экрана смартфона)

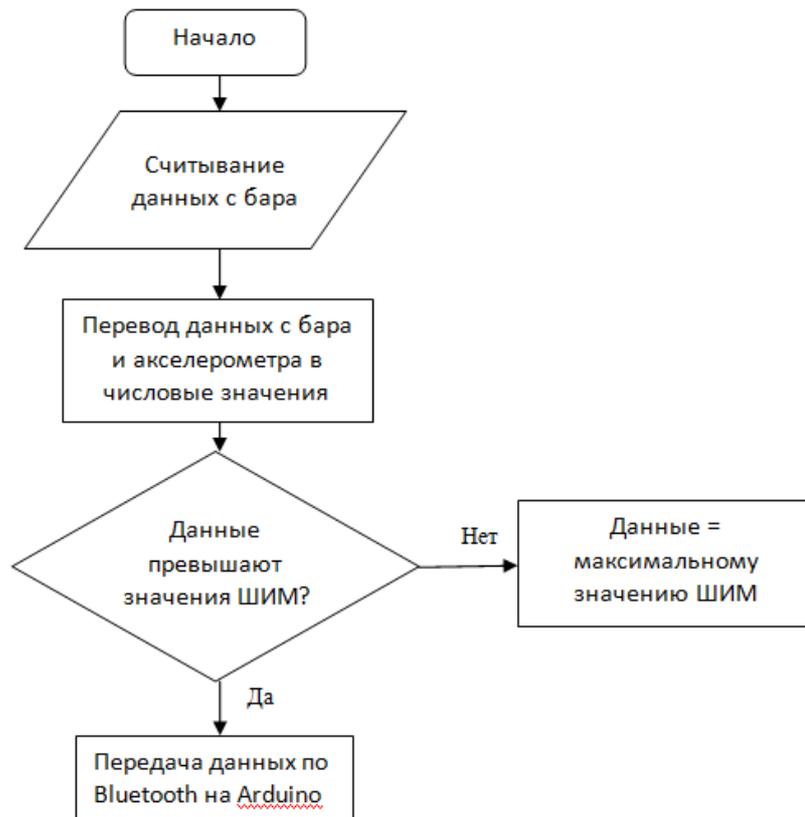


Рис.3. Блок-схема работы приложения. Гибридное управление.



Для разработки системы управления представлен фрагмент кода для Android приложения отвечающий за перевод данных с бара и акселерометра в числовые значения, для управления электромоторами.

```
xAxis = Math.round(x*pwmMax/xR);
if(isRear) yAxis = y;
else yAxis = -y;

if(xAxis > pwmMax) xAxis = pwmMax;
else if(xAxis < -pwmMax) xAxis = -pwmMax;
if(yAxis > pwmMax) yAxis = pwmMax;
else if(yAxis < -pwmMax) yAxis = -pwmMax;
else if(yAxis >= 0 && yAxis < yThreshold) yAxis = 0;
else if(yAxis < 0 && yAxis > -yThreshold) yAxis = 0;

if(xAxis > 0) { // Если влево, то замедляем левый мотор
    motorRight = yAxis;
    if(Math.abs(Math.round(x)) > xR){
        motorLeft = Math.round((x-xR)*pwmMax/(xMax-xR));
        motorLeft = Math.round(-motorLeft * yAxis/pwmMax);
        //if(motorLeft < -pwmMax) motorLeft = -pwmMax;
    }
    else motorLeft = yAxis - yAxis*xAxis/pwmMax;
}
else if(xAxis < 0) { // Наклон вправо
    motorLeft = yAxis;
    if(Math.abs(Math.round(x)) > xR){
        motorRight = Math.round((Math.abs(x)-xR)*pwmMax/(xMax-xR));
        motorRight = Math.round(-motorRight * yAxis/pwmMax);
        //if(motorRight > -pwmMax) motorRight = -pwmMax;
    }
    else motorRight = yAxis - yAxis*Math.abs(xAxis)/pwmMax;
}
else if(xAxis == 0) {
    motorLeft = yAxis;
    motorRight = yAxis;
}
    if(motorLeft > 0) { // Если наклон влево
        directionL = "-";
    }
if(motorRight > 0) { // Если наклон вправо
    directionR = "-";
}
if(motorBack < 0) { // Если наклон назад
    directionB = "-";
}
motorLeft = Math.abs(motorLeft);
motorRight = Math.abs(motorRight);
motorBack = Math.abs(motorBack);
```

Arduino принимает сигналы и посредством ШИМ управляет двигателями. Так же, при условии, если на хвостовой винт не поступают сигналы, а гироскоп показывает, что БПЛА наклонен – происходит коррекция движения. Блок схема работы коррекции движения представлена на рис. 4.

Практическая реализация тестовой сборки приведена на рис.5

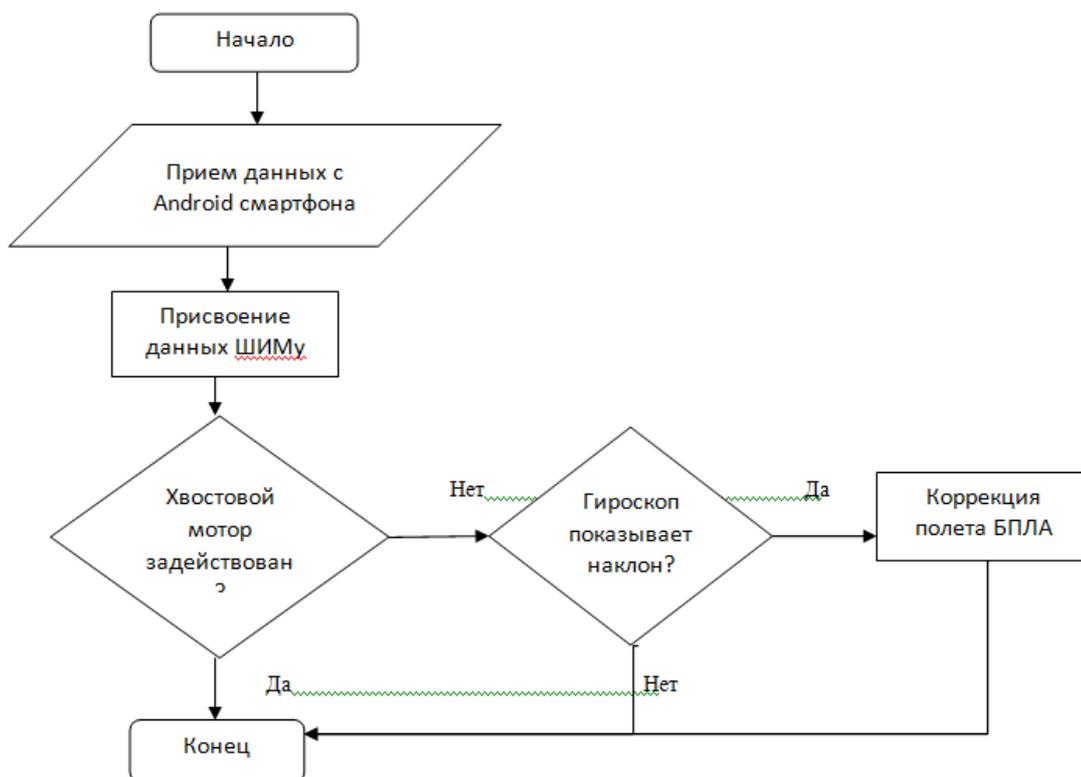


Рис.4. Блок схема коррекции движения.

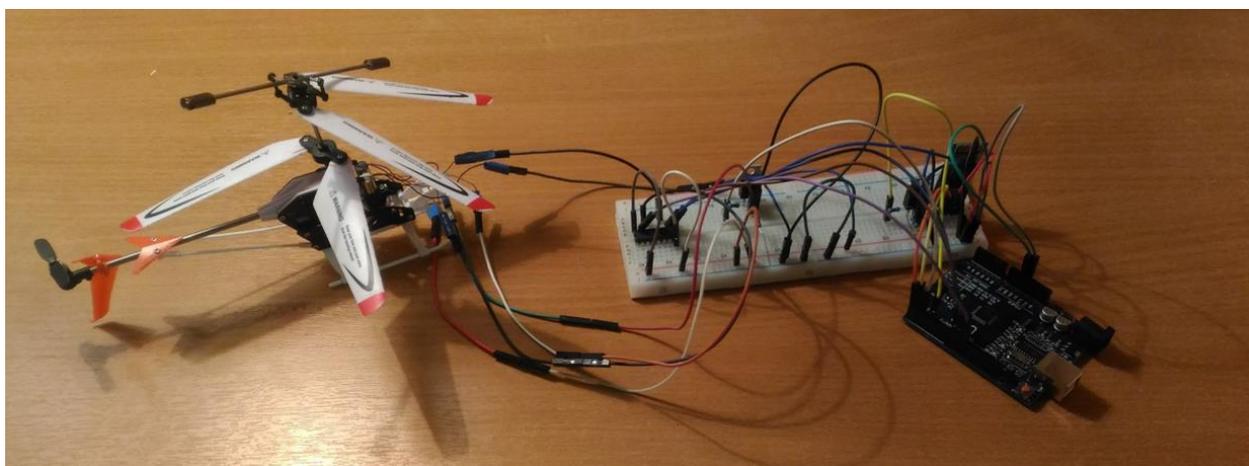


Рис.5. Сборка аппаратной части системы БЛА

На основании приведенных алгоритмов была реализован проект программного обеспечения для организации системы управления беспилотным летательным аппаратом, под управлением Android смартфона. Все вычисления и операции производятся на смартфоне, а на Arduino подаются готовые данные для управления моторами.

Создание систем управления БЛА подразумевает необходимость исследования методов и подходов к решению ряда вопросов связанных как с концептуальной организацией архитектуры таких систем, так и непосредственно с их программной реализацией. Именно вопросу разработки программного обеспечения посвящена данная работа. По результатам проведенного исследования в работе предложен способ программной реализации, основанный на использовании открытого программного обеспечения.



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Albus J. et al. 4D/Real-time Control System (4D/RCS): A Reference Model Architecture for Unmanned Vehicle Systems v2.0, NIST, NISTIR 6910, 2002
2. Jameson S., Franke J., Szczerba R., Stockdale S. Collaborative Autonomy for Manned/Unmanned Teams. AHS International Forum 61. Grapevine. TX. 2005
3. Montgomery J.F., Bekey G.A. «Learning helicopter control through “teaching by showing”». IEEE Conference on decision and Control, 1998
4. Осипов Г.С., Тихомиров И.А., Хачумов В.М., Яковлев К.С. «Интеллектуальное управление транспортными средствами: стандарты, проекты, реализации» // Авиакосмическое приборостроение. 2009. No 6. с. 34–43.
5. Hi-News [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://hi-news.ru/tag/bespilotnye-drony>

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Беляев Константин Павлович** –

магистр

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»  
190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А

E-mail: rakotwww@gmail.com

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Belyaev Konstantin Pavlovich** –

master

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation  
SUAI, 67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, RUSSIA

E-mail: rakotwww@gmail.com