

Национальный исследовательский университет «МИЭТ»

Военный учебный центр

### МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для учителей по способам решения заданий демонстрационного варианта  
практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и  
знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Кадетский  
класс» по направлению «Современное вооружение и техника  
Вооруженных Сил Российской Федерации (ПВО)»

г. Москва  
2024 г.

Материалы практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня практической подготовки участников Конкурса в номинации «Кадетский класс» по направлению «Современное вооружение и техника Вооруженных Сил Российской Федерации (ПВО)».

Методические рекомендации для учителей по способам решения заданий демонстрационного варианта содержат:

- формы и методы, используемые для достижения эффективного участия в практическом этапе Конкурса;
- рекомендации по решению организационных вопросов;
- методика оценки заданий;
- описание возможных трудностей при подготовке;
- разбор типичных ошибок.

### **Формы и методы, используемые для достижения эффективного участия в практическом этапе Конкурса**

В целях достижения эффективного участия в Конкурсе рекомендуется применять как очную, так и дистанционную форму подготовки участников. Следует отметить необходимость самостоятельной работы участников при подготовке к Конкурсу. Для эффективной работы участников учитель должен дифференцированно и последовательно предоставлять участникам задания для самостоятельной подготовки и контролировать ее результаты.

В качестве основных форм, используемых для достижения эффективного участия в Конкурсе, можно применять методы обучения:

- словесные (рассказ, объяснение, инструктаж);
- наглядные (иллюстрация и демонстрация);
- практические (решение задач, выполнение упражнений, практические занятия, тренировки).

Так как данный этап Конкурса имеет практическую направленность, наиболее часто следует применять практические формы обучения.

### **Рекомендации по решению организационных вопросов**

Для разбора демонстрационного варианта Конкурса, подготовки и последующего участия в Конкурсе участники должны иметь доступ к персональному компьютеру с выходом в Интернет; программное обеспечение, позволяющее просматривать видеоматериалы; дополнительные инструменты и принадлежности (калькулятор); рабочую тетрадь для записей. Если предполагается, что участники будут заниматься в одной аудитории, рекомендуется использование индивидуальных устройств для прослушивания аудиоинформации.

### **Методика оценки заданий**

Индивидуальный вариант каждого участника Конкурса включает 10 заданий, базирующихся на циклах мероприятий профориентационной направленности для обучающихся кадетских классов «Робототехника для

кадетских классов» и «Управление БПЛА». На выполнение всех заданий Конкурса отводится не более 45 минут. План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса приведен в таблице №1.

Таблица №1

**План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса**

| № задания            | Уровень сложности | Уникальные кодификаторы Конкурса                      | Контролируемые требования к проверяемым умениям  | Балл                |
|----------------------|-------------------|---|--|---------------------|
| 1                    | базовый           | Базовые знания робототехники                          | Знать основные понятия и определения в области робототехнических комплексов, классификацию роботов           | 3 балла за задание  |
| 2-3                  | базовый           | Основы электроники                                    | Знать базовые электронные компоненты   | 6 баллов за задание |
| 4                    | базовый           | Знакомство с платой Arduino                           | Иметь представление о модулях, работающих на базе Arduino  | 6 баллов за задание |
| 5.1                  | повышенны<br>й    | Основы языка программирования Си                      | Уметь «читать» и анализировать программный код   | 9 баллов за задание |
| 5.2                  |                   | Алгоритмы в робототехнике                             | Знать базовые алгоритмы обработки радиолокационной информации  |                     |
| 6.1                  | базовый           | Беспилотный летательный аппарат, основные определения | Знать основные определения и понятия о БПЛА  | 3 балла за задание  |
| 6.2                  |                   | Классификация БПЛА по принципу полёта                 | Знать классификацию БПЛА   |                     |
| 7                    | базовый           | Обязательный состав компонентов квадрокоптера         | Знать обязательный набор комплектующих для сборки БПЛА   | 6 баллов за задание |
| 8                    | базовый           | Пилотирование на компьютерных симуляторах             | Знать основные органы управления квадрокоптером и иметь представление о режимах работы аппаратуры управления | 6 баллов за задание |
| 9                    | базовый           | Пилотирование на компьютерных симуляторах             | Иметь представление об особенностях пилотирования квадрокоптера в различных режимах                          | 6 баллов за задание |
| 10                   | повышенны<br>й    | Настройка БПЛА  | Уметь рассчитать параметры для заряда аккумулятора БПЛА  | 9 баллов за задание |
| <b>Сумма баллов:</b> |                   |   |  | <b>60</b>           |

Каждое задание конкурса имеет четыре варианта ответа, из которых участник должен выбрать только один вариант ответа или установить соответствие, например между изображением устройства и функцией, которую это устройство выполняет. Задания не предусматривают ответа в формате ввода участником каких-либо данных.

Первый блок заданий каждого варианта базируется на темах из курса занятий «Робототехника для кадетских классов», в том числе осуществляется проверка базовых знаний в области робототехники, основ электроники, платформы Arduino, алгоритмов и языков программирования.

Второй блок заданий базируется на темах из курса занятий «Управление БПЛА», в том числе осуществляется проверка базовых знаний в области беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), узлов БПЛА, управления БПЛА в различных режимах, расчетов количественных показателей надежности, безопасности и живучести БПЛА.

Каждый блок содержит задание, которое оценивается в 3 балла, задания, которые оцениваются в 6 баллов, и задание, которое оценивается в 9 баллов, в зависимости от сложности.

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания и не превысить временной лимит, предусмотренный организатором для выполнения индивидуального варианта практического этапа Конкурса.

### **Описание возможных трудностей при подготовке**

Задания 1-5 каждого варианта предназначены для проверки знаний участников Конкурса в области робототехники.

В настоящее время роботы используются во многих сферах жизни каждого человека, например, в производстве, медицине, образовании, науке, в военной сфере и в социальной деятельности. Базис знаний, содержащийся в разделах курса «Робототехника для кадетских классов» (схемотехника, механика, инженерия, 3D-моделирование, программирование), полученный участниками в процессе подготовки к Конкурсу, будет необходим при освоении любой специальности технической направленности на следующей ступени системы образования.

В 1 задании требуется установить соответствие между классом робота и функцией, которую выполняет робот.

В современном мире в связи с применением роботов во многих сферах жизни классификация роботов постоянно дополняется. При подготовке к Конкурсу следует рассмотреть основные классы роботов.

Промышленные роботы можно описать следующим образом – «автоматическая машина, стационарная или передвижная, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора, имеющего несколько степеней подвижности, и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и

управляющих функций». В зависимости от рода выполняемой роботами промышленные роботы можно разделить на классы.

Литейные роботы – предназначены для отливки изделий из расплавленного материала, в том числе и 3D принтеры. Главной технологической сложностью при разработке являются высокие температуры при плавлении.

Роботы для механических обработок – используются при обработке изделий с помощью механического воздействия с применением режущего инструмента, кузнечных работах, а также прессовке и штамповке.

Сборочные роботы – в большинстве случаев это манипуляторы использующие различные инструменты как для механического соединения, так и для пайки электронных компонентов.

Окрасочные роботы – используются при автоматическом нанесении лакокрасочного покрытия, а также последующей полировки изделия.

Фасовочно-сортировальные роботы – используются для проверки качества продукта, его сортировки и фасовки в упаковку, в большинстве случаев это последний этап автоматизации на конвейерах, не считая средств доставки изделий потребителям.

Транспортные роботы – к этому классу относятся любые роботизированные средства доставки грузов, наиболее распространенными среди них являются конвейерные.

Строительные роботы – предназначены для автоматизации строительства, а также добычи ресурсов, сюда входят и роботизированные средства доставки строительных материалов, и машины для постройки различных объектов.

Сельское хозяйство быстро становится высокотехнологичной отраслью, которая привлекает новых специалистов, новые компании и новых инвесторов. Технология быстро развивается, не только способствуя увеличению производственных возможностей фермерских хозяйств, но и продвигая робототехнику и технологии автоматизации в сфере сельского хозяйства. Еще недавно использование роботов в сельском хозяйстве, оставалось скорее, в области разработок и казалась делом если и не слишком далекого, но будущего – как беспилотные такси или роботы-хирурги. Однако уже сейчас такие роботы применяются на практике – и в первую очередь для борьбы с сорняками. Это может стать перспективным решением в сельском хозяйстве, позволяющим уменьшить использование гербицидов и ухудшение качества почв. А в будущем роботы смогут массово собирать фрукты и овощи, перевозить их на пункты упаковки, сеять, находить заболевания культурных растений и уничтожать вредителей. Основной задачей сельскохозяйственных роботов является автоматизация сельскохозяйственного производства, например, роботы-оросители, роботы для прополки полей и транспортировки урожая и др.

Исследовательские роботы – это устройства для проведения различных исследований, в том числе и возможности использования роботов для выполнения различных функций. Они служат для поиска, сбора, переработки и передачи информации об исследуемых объектах. В этом классе стоит

выделить космические роботы, которые используются для проведения исследований в условиях космоса, к ним можно отнести различные исследовательские спутники.

Боевые роботы – это многофункциональные технические устройства частично или полностью выполняющие функции человека при решении определенных боевых задач. Позволяют заменить человека при выполнении боевых задач, сохранить ему жизнь, а также выполнить задачи, несовместимые с возможностями человека. По средам использования различают.

Воздушные БПЛА – предназначены для выполнения задач в воздушном пространстве, таких как наблюдение и разведка, координация нанесения ударов по противнику, создание рядом с собой беспроводных сетей связи.

К классу сухопутных роботов относятся наземные боевые машины – это беспилотные военные автомобили, системы разведки, охранные системы, роботы-сапёры, а также полноценные боевые комплексы.

Класс морских роботов объединяет роботизированные устройства надводного и подводного типа, основными задачами которых является разведка, сопровождение, патрулирование и поиск мин.

Социальные роботы – это современные автоматические устройства, которые могут быть запрограммированы для общения с людьми в различных общественных местах. Эти роботы могут выполнять множество функций, таких как обеспечение безопасности, оказание помощи в повседневных задачах, обучение и развлечение. Социальные роботы способны в автономном или полуавтономном режиме взаимодействовать и общаться с людьми в общественных местах и используются в широком спектре сфер, включая здравоохранение, образование, туризм, развлечения и многие другие функции. Они могут быть полезны для старшего поколения, для людей с ограниченными возможностями, а также для детей и молодежи. Они могут быть использованы как персональные помощники, гиды, преподаватели, врачи и даже друзья. Кроме того, социальные роботы могут улучшить качество жизни людей, уменьшить социальную изоляцию и повысить уровень коммуникации и взаимодействия в обществе.

Медицинские роботы – это роботы, созданные для выполнения медицинских манипуляций под управлением человека. Существуют роботы-хирурги, способные выполнять высокоточные операции, роботы-фармацевты, разносящие медицинские препараты пациентам в больницах, а также большое количество узкоспециализированных роботов.

Роботизированные протезы предназначены для замены утраченных или необратимо повреждённых частей тела искусственными роботизированными устройствами.

Роботизированные трансплантаты используются для замены поврежденных или не функционирующих органов и тканей на роботизированные устройства.

Роботы-сиделки способны заменить работников младшего медицинского персонала при уходе за больными.

Роботизированные симуляторы пациентов предназначены для практического обучения и отработки навыков медицинских специалистов.

Роботы-диагносты способны на основе данных анамнеза поставить диагноз и назначить лечение.

Современная жизнь постоянно предлагает все новые возможности по применению роботов, в том числе и в повседневной жизни людей. Например, умный дом – это интеллектуальная, роботизированная система, главной задачей которой является автоматизация и согласование всех систем жизнеобеспечения и безопасности дома или квартиры. Робот-помощник – универсальный класс роботов способных на физическую и интеллектуальную помощь человеку. Робот-домохозяйка – класс роботов, выполняющих повседневную работу в доме, к нему относятся роботы-повара, пылесосы, мойщики окон, посудомойки, очистители воздуха, автокормушки, уборщики бассейнов и др. Роботы-животные – это устройства, заменяющие домашних животных, способны копировать их движения и звуки. Роботы-игрушки – это средства развлечения детей, способствующие их обучению различным знаниям и навыкам.

Задание 1 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 3 балла.

В задании 2 каждого варианта участникам необходимо найти соответствие между названием предложенных электронных компонентов и заявленным функционалом.

При подготовке участники Конкурса должны изучить базовые электронные компоненты функции, которые они выполняют.

Для качественного усвоения информации следует рассматривать базовые электронные компоненты по группам. Деление на группы осуществляется, исходя из принципов применения компонентов и их строения.

Например, блок электронных компонентов, включающий в себя переключатели и кнопки.

Кнопка – компонент, в основе того лежит принцип размыкания и замыкания электрической цепи при ее нажатии. После нажатия кнопка возвращается в исходное положение.

Выключатель – отличается от кнопки главным образом тем, что при одном нажатии фиксирует свое положение, а не возвращается в исходное положение.

Переключатель работает так же, как выключатель, но может фиксироваться в нескольких положениях.

Участники Конкурса должны изучить резистивные компоненты, основной задачей которых является контроль электрического тока, протекающего в цепи (резистор, потенциометр, реостат, фоторезистор, термистор), компоненты, предназначенные для световой индикации (светодиод, RGB-светодиод, семисегментный индикатор) и др. Функции некоторых электронных компонентов, которые могут встречаться в вариантах Конкурса, рассмотрим в ходе описания особенностей подготовки к 3 заданию.

Задание 2 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

В 3 задании каждого варианта участникам необходимо найти соответствие между предложенными изображениями электронных компонентов и названиями изображенных компонентов.

Рассмотрим базовые электронные компоненты: внешний вид, основные функции.

Фоторезистор меняет сопротивление в зависимости от количества света, падающего на него.



Фоторезистор

Кнопка при нажатии замыкает электрическую цепь.



Кнопка

Потенциометр (переменный резистор) предназначен для изменения силы тока или напряжения в электрических цепях посредством получения требуемых величин сопротивления.



Потенциометр

Датчик расстояния измеряет расстояние до объекта и возвращает его значение.



Ультразвуковой датчик расстояния

LCD дисплей отображает текстовую информацию и графические элементы.



LCD дисплей

Сервопривод управляет положением оси в разных направлениях.



Сервопривод

RGB светодиод создает свет в различных цветах (красный, зеленый, синий) путем комбинации интенсивностей света от 3-х источников различного цвета.



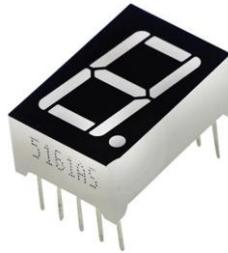
RGB светодиод

Инфракрасный датчик посылает и обрабатывает инфракрасное излучение.



Инфракрасный датчик

Семисегментный индикатор отображает текст, числа и графику на экране с помощью светодиодов.



Семисегментный индикатор

Мотор вращает моторные оси на определенный угол или количество шагов с высокой точностью.



Мотор

Датчик температуры измеряет температуру окружающей среды, предоставляя точные показания.



Датчик температуры

Светодиод преобразует электрическую энергию в видимый свет определенного цвета.



Светодиод

Bluetooth модуль позволяет устройству обмениваться данными, включая текст, файлы и команды, по беспроводному каналу связи.



Bluetooth модуль

Микрофон (звуковой датчик) преобразует акустические волны в электрические сигналы.



Микрофон (звуковой датчик)

Задание 3 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

4 задание каждого варианта Конкурса предполагает оценку знаний участников платформы Arduino. В данном задании участники должны ответить на вопрос о количестве аналоговых и цифровых контактов (пинов) модулей, работающих на базе Arduino.

На платах Arduino есть несколько видов пинов (с английского pin – контакт, вывод). Их количество может отличаться на разных платах, но всегда присутствуют следующие типы: пины питания, цифровые пины, аналоговые пины.

Для подготовки к ответу на 4 задание участнику Конкурса следует ознакомиться с техническими возможностями платы, расположением основных элементов на ней и с описанием пинов. Рассмотрим, например, базовое и одно из самых популярных устройств, работающих на базе Arduino – Arduino UNO.



Расположение основных элементов на плате Arduino UNO

| Обозначение на плате | Обозначение в прошивке | Возможности пина                          |
|----------------------|------------------------|---|
| RX ◀ 0               | 0                      | Цифровой ввод/вывод, Serial RX            |
| TX ▶ 1               | 1                      | Цифровой ввод/вывод, Serial TX            |
| 2                    | 2                      | Цифровой ввод/вывод                       |
| ~3                   | 3                      | Цифровой ввод/вывод, ШИМ                  |
| 4                    | 4                      | Цифровой ввод/вывод                       |
| ~5                   | 5                      | Цифровой ввод/вывод, ШИМ                  |
| ~6                   | 6                      | Цифровой ввод/вывод, ШИМ                  |
| 7                    | 7                      | Цифровой ввод/вывод                       |
| 8                    | 8                      | Цифровой ввод/вывод                       |
| ~9                   | 9                      | Цифровой ввод/вывод, ШИМ                  |
| ~10                  | 10                     | Цифровой ввод/вывод, ШИМ, SPI SS          |
| ~11                  | 11                     | Цифровой ввод/вывод, ШИМ, SPI MOSI        |
| 12                   | 12                     | Цифровой ввод/вывод, SPI MISO             |
| 13                   | 13                     | Цифровой ввод/вывод, SPI SCK              |
| GND                  |                        | Земля или V-                              |
| AREF                 |                        | Пин опорного напряжения                   |
| SDA                  | A4 или 18              | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП, I2C SDA |
| SCL                  | A5 или 19              | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП, I2C SCL |
|                      |                        | Зарезервированный пин                     |
| 5V                   |                        | 5 В или V+                                |
| RES                  |                        | Пин перезагрузки                          |
| 3.3V                 |                        | 3.3 В                                     |
| 5V                   |                        | 5 В или V+                                |
| GND                  |                        | Земля или V-                              |

|     |           |   |
|-----|-----------|---|
| GND |           | Земля или V-                              |
| VIN |           | Пин питания соединен с + разъема питания  |
| A0  | A0 или 14 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП          |
| A1  | A1 или 15 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП          |
| A2  | A2 или 16 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП          |
| A3  | A3 или 17 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП          |
| A4  | A4 или 18 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП, I2C SDA |
| A5  | A5 или 19 | Аналоговый пин с 8-ми битным АЦП, I2C SCL |

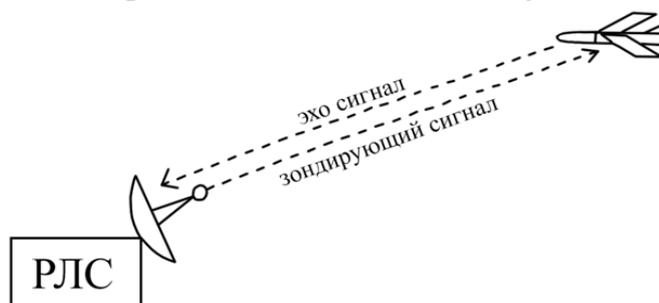
Распиновка Arduino UNO с описанием пинов

Таким образом, на плате Arduino UNO доступно для подключения устройств 14 цифровых и 6 аналоговых контактов.

Следует обратить участников Конкурса на изучение информации о модулях Arduino Mega, Arduino Nano, Arduino Micro, Arduino Mini, Arduino Leonardo, Arduino Due, Arduino Zero, Arduino Fio.

Задание 4 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

В 5 задании участники Конкурса должны проанализировать программный код, в результате выполнения которого определяется дальность до цели, и выбрать из предложенных 4-х вариантов ответа тот, который соответствует дальности до цели, рассчитанной в результате выполнения предложенного фрагмента программного кода, написанного на языке программирования C++. Расчет дальности до цели является одним из базовых алгоритмов первичной обработки радиолокационной информации (РЛИ). Работа радиолокационной станции (РЛС) основана на приеме собственных сигналов, отраженных от цели в воздушном пространстве.



Общий принцип радиолокации

Определение дальности до цели основано на оценке времени запаздывания отраженного сигнала по отношению к излучаемому:

$$D = \frac{ct_3}{2},$$

где  $D$  – дальность до цели;  
 $c$  – скорость света;

$t_3$  – время запаздывания.

Деление на два обусловлено тем фактом, что сигнал проходит расстояние от РЛС до цели дважды (зондирующий сигнал, эхо-сигнал).

Переменными в предложенном программном коде задаются те или иные значения времени запаздывания сигнала и скорость света, по вышеуказанной формуле производится расчет.

Из предложенных вариантов ответа участник Конкурса должен выбрать значение дальности, которое определяется в результате выполнения фрагмента программы.

Задание 5 относится к повышенному уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 9 баллов.

В 6 задании на рисунках представлены различные типы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Участникам Конкурса необходимо установить соответствие между номером рисунка и изображенного на нем типом БПЛА.

С учетом особенностей конструкции следует выделить 6 основных типов БПЛА: аэростатические БПЛА, реактивные БПЛА, БПЛА самолетного типа, БПЛА вертолетного типа, мультироторные (мультикоптерные) БПЛА, гибридные БПЛА.

Аэростатические БПЛА имеют оболочку, заполненную газом или нагретым воздухом. Используются для долгосрочного наблюдения, связи, метеорологии и других задач. В военной сфере применяются, в основном, для установки на них ретрансляторов, реже – аппаратуры наблюдения и разведки.



Аэростатический БПЛА

Основными преимуществами данного типа БПЛА являются продолжительность полета на протяжении нескольких дней или недель, большая грузоподъемность. К недостаткам следует отнести ограниченная маневренность и скорость, зависимость от погодных условий, значительные размеры и масса.

Реактивные БПЛА (управляемые ракеты) передвигаются в пространстве за счёт действия реактивной тяги двигателей автономно или под внешним управлением. Используются, в основном, как средства поражения наземных и воздушных целей.



Реактивный БПЛА

К преимуществам реактивных БПЛА относится большая скорость, дальность и высота полета и независимость от погодных условий. Основными недостатками являются значительные габариты и вес, высокая стоимость, сложность обслуживания и управления.

БПЛА самолетного типа с фиксированным крылом способны летать благодаря подъемной силе, создаваемой аэродинамической формой крыла при движении вперед с определенной скоростью, развитие которой достигается различными способами. БПЛА данного типа применяются для разведки, наблюдения, нанесения ударов по наземным и воздушным целям.



БПЛА самолетного типа

Основными преимуществами БПЛА самолетного типа являются большая высота и продолжительность полета, простота в обслуживании и ремонте, относительно невысокая стоимость. К недостаткам следует отнести сложность управления и посадки, зависимость от погодных условий, наличие стартовой площадки, отвечающей определенным требованиям.

У БПЛА вертолетного типа подъемная сила и тяга для поступательного движения создается с помощью двух несущих винтов или пары несущего и рулевого. Из-за дороговизны и сложности в управлении используются только в качестве малогабаритных средств ближней разведки.



БПЛА вертолетного типа

Неоспоримыми преимуществами БПЛА вертолетного типа являются вертикальный взлет и посадка, высокая маневренность и малые габариты, возможность зависнуть на месте. Недостатками данного типа БПЛА являются высокая стоимость, сложность обслуживания и ремонта, малая продолжительность полета, зависимость от погодных условий.

К мультикоптерным относятся БПЛА, имеющие независимые 2 и более несущих винта. Самая распространенная конфигурация имеет 4 винта и

называется квадрокоптер. Реактивные моменты уравниваются за счет вращения винтов попарно в разные стороны. Используются для разведки, корректировки, ретрансляции и нанесения ударов по наземным целям.



Квадрокоптер

Преимуществами мультикоптерных БПЛА являются вертикальный взлет и посадка, возможность зависания, высокая маневренность и малые габариты. В отличие от БПЛА вертолетного типа мультикоптерные БПЛА простоты в обслуживании и ремонте. К недостаткам БПЛА данного типа следует отнести малую продолжительность полета, зависимость от погодных условий, сложность управления, высокий уровень шума.

Гибридный БПЛА – летательный аппарат с поворотными (или фиксированными) винтами, которые при взлете и посадке работают как подъемные, а при горизонтальном полете – как тянущие, в полете подъемная сила обеспечивается фиксированным крылом. Сочетают преимущества БПЛА самолётного и мультикоптерного типа, что дает гибкость при выполнении различных задач.



Гибридный БПЛА

Преимуществами гибридных БПЛА являются вертикальный взлет и посадка, возможность зависания, высокая скорость и маневренность, в отличие от мультикоптерных БПЛА – более длительное время полета и увеличенная полезная нагрузка. Основными недостатками БПЛА данного типа являются высокая стоимость производства, обслуживания и ремонта, сложность управления, зависимость от погодных условий.

Задание 6 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 3 балла.

В задании 7 участники Конкурса должны установить соответствие между номером рисунка и названием изображенного на нем электронного компонента БПЛА.

БПЛА является сложным техническим устройством, которое способно выполнять ряд задач в воздухе. Для каждой задачи можно подобрать наиболее подходящую модель. 7 задание каждого варианта Конкурса ориентировано на знание участниками основных электронных компонентов квадрокоптера FPV, что расшифровывается как First Person View – вид от первого лица. Квадрокоптеры FPV представляют собой БПЛА, позволяющие

пилоту погрузиться в состояние полета, не отрываясь от земли. Перечислим основные электронные компоненты квадрокоптера FPV.

Рама – основа, на которой собираются все компоненты квадрокоптера.



Рама квадрокоптера FPV

Полётный контроллер – устройство для управления полётом квадрокоптера FPV.



Полётный контроллер квадрокоптера FPV

Бесколлекторные моторы – создают подъёмную силу, необходимую для полёта.



Бесколлекторный мотор квадрокоптера FPV

Пропеллеры – отвечают за направление движения в воздухе и обеспечивают движение квадрокоптера.



Пропеллеры квадрокоптера FPV

Электронные регуляторы скорости – отвечают за регулировку скорости вращения моторов и, следовательно, за управление движением квадрокоптера FPV.



Регулятор скорости квадрокоптера FPV

FPV камера – записывает видеосигнал с борта квадрокоптера для передачи в реальном времени.



FPV камера квадрокоптера

Передатчик видеосигнала – передаёт видеосигнал с камеры на землю или в FPV очки пилота.



Передатчик видеосигнала квадрокоптера FPV

Приёмник радиосигнала – принимает сигналы управления от пульта дистанционного управления.



Приёмник радиосигнала квадрокоптера FPV

Антенны – используются для передачи и приёма радиосигналов между квадрокоптером и пультом управления или FPV очками.



Антенна квадрокоптера FPV

GPS модуль – служит для определения местоположения квадрокоптера и предоставления информации о координатах полёта.



GPS модуль квадрокоптера FPV

Задание 7 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

В задании 8 участникам Конкурса необходимо установить соответствие между движением джойстика аппаратуры управления квадрокоптером и движением квадрокоптера в заданном режиме работы аппаратуры управления квадрокоптером.

Пульт управления квадрокоптером имеет правый и левый стики (джойстики), которые используются для управления положением беспилотника и ряд дополнительных кнопок и переключателей, которые используются для переключения режимов полета, включения и выключения моторов и других функций, которые настраиваются индивидуально для каждого квадрокоптера.

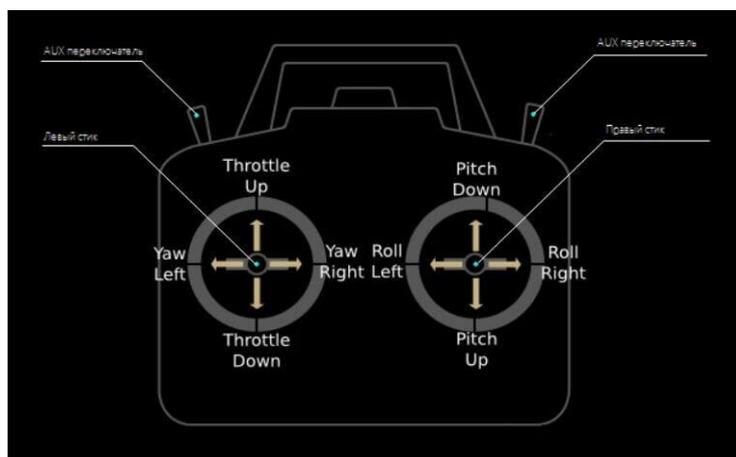


Схема классической аппаратуры управления БПЛА

Существует 4 основных режима управления квадрокоптером: Mode 1, Mode 2, Mode 3 и Mode 4. Режимы задают, каким образом джойстики управления отвечают за перемещение БПЛА.

Прежде, чем приступить к изучению режимов управления квадрокоптером необходимо до участников Конкурса довести информацию о составляющих управления квадрокоптера:

- газ (throttle) – регулирует скорость вращения моторов квадрокоптера;
- рысканье (yaw) – поворачивает квадрокоптер влево или вправо вокруг его центральной оси;
- крен (roll) – отвечает за наклон влево или вправо;
- тангаж (pitch) – отвечает за наклон квадрокоптера вперед и назад.

Одним из наиболее распространённых режимов аппаратуры радиоуправления является режим Mode 1.

Mode 1 – это режим управления, при котором левый джойстик управляет тангажом по вертикали, левый джойстик управляет рысканьем по горизонтали, правый джойстик управляет газом по вертикали, а правый джойстик управляет креном по горизонтали.

Еще одним распространенным режимом аппаратуры радиоуправления является режим Mode 2.

Mode 2 – это режим управления, при котором левый джойстик управляет газом по вертикали, левый джойстик управляет рысканьем по горизонтали, правый джойстик управляет тангажом по вертикали, а правый джойстик управляет креном по горизонтали.

Реже используются режимы Mode 3 и Mode 4.

Mode 3 – это режим управления, при котором левый джойстик управляет тангажом по вертикали, левый джойстик управляет креном по горизонтали, правый джойстик управляет газом по вертикали, а правый джойстик управляет рысканьем по горизонтали. Этот режим является симметричным режиму Mode 2.

Mode 4 – это режим управления, при котором левый джойстик управляет газом по вертикали, левый джойстик управляет креном по горизонтали, правый джойстик управляет тангажом по вертикали, а правый джойстик управляет рысканьем по горизонтали. Этот режим является симметричным режиму Mode 1.

Для выполнения задания участники Конкурса должны знать особенности управления квадрокоптером в основных режимах Mode 1 и Mode 2 и иметь представление об особенностях управления квадрокоптером в режимах Mode 3 и Mode 4.

Задание 8 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

Знания участников Конкурса особенностей режимов пилотирования квадрокоптера оценивается результатами выполнения задания 9.

Для выполнения данного задания участники Конкурса должны знать особенности нижеперечисленных режимов пилотирования.

Режим Angle (режим самовыравнивания) характеризуется автоматическим возвратом квадрокоптера в горизонтальное положение и ограничением угла тангажа и крена, что позволяет квадрокоптеру в полете не переворачиваться.

Режим Horizon (режим самовыравнивания) характеризуется автоматическим возвратом квадрокоптера в горизонтальное положение, а тангаж и крен не ограничены полностью, и, соответственно, квадрокоптер способен делать переворот.

В режимах самовыравнивания управление тангажом и креном определяет величину угла наклона квадрокоптера. Когда пилот убирает руку с джойстика пульта дистанционного управления, полетный контроллер будет пытаться выровнять квадрокоптер в горизонтальной плоскости.

Режим Асго требует ручного возврата квадрокоптера в горизонтальное положение, а управление тангажом и креном в этом режиме определяет скорость вращения квадрокоптера вокруг оси.

Для повышения уровня восприятия учебного материала о режимах пилотирования квадрокоптера участникам Конкурса желательно получить навыки управления беспилотником в различных режимах, например, с помощью симуляторов.

Задание 9 относится к базовому уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 6 баллов.

В задании 10 участникам Конкурса необходимо вычислить время, которое квадрокоптер сможет находиться в воздухе при заданном потреблении тока и емкости аккумулятора, и необходимую допустимую скорость разряда аккумулятора, т.е. токоотдачу аккумулятора.

Токоотдача – это показатель, который определяет допустимую скорость разряда аккумулятора, обозначается числом и символом «С». Данный показатель указывает на то, что батарея может полностью разрядиться за время, которое определяется как один час, делённый на число перед символом «С».

Зная емкость и токоотдачу аккумулятора, можно вычислить несколько параметров. Для того чтобы узнать максимальную силу тока, которую выдает аккумулятор необходимо умножить емкость аккумулятора на токоотдачу.

Рассмотрим пример.

| Емкость аккумулятора, Ач | Токоотдача | Максимальная сила тока для аккумулятора, А |
|--------------------------|------------|--|
| 3                        | 30С        | $3 \cdot 30 = 90$                          |

Для того чтобы вычислить время, которое квадрокоптер сможет находиться в воздухе при заданном потреблении тока необходимо разделить емкость аккумулятора на силу тока.

Рассмотрим пример.

| Ток потребления, А | Емкость аккумулятора, мАч                 | Время, которое квадрокоптер может находиться в воздухе, мин |
|--------------------|---|---|
| 30                 | 3000<br>$3000 \text{ мАч} = 3 \text{ Ач}$ | $3 / 30 = 0,1 \text{ ч}$<br>$0,1 \text{ ч} = 6 \text{ мин}$ |

Для вычисления необходимой токоотдачи аккумулятора необходимо разделить 1 час на время, которое квадрокоптер может находиться в воздухе.

Рассмотрим пример.

| Время, которое квадрокоптер может находиться в воздухе, мин | Токоотдача   |
|---|--|
| 6   | $1 \text{ ч} = 60 \text{ минут}$<br>$60 \text{ минут} / 6 \text{ минут} = 10С$ |

Задание 10 относится к повышенному уровню сложности, правильное выполнение данного задания оценивается в 9 баллов.

## **Разбор типичных ошибок**

В связи с тем, что ни одно из заданий не предусматривает ответа в формате ввода участником каких-либо данных, только выбор одного варианта ответа, количество ошибок, связанных с вводом ответа, сводится к минимуму.

При выполнении 4 задания участники Конкурса должны обратить внимание на то, что у всех заявленных модулей, работающих на базе ARDUINO, помимо цифровых контактов (пинов) есть аналоговые контакты (пины), которые могут использоваться как цифровые. На это стоит обратить внимание при подготовке к Конкурсу.

При выполнении 5 задания участники Конкурса должны внимательно изучить фрагмент программного кода, так как он может содержать переменные, которые не задействованы при выполнении предложенного фрагмента программного кода, что может привести к ошибочному выбору варианта ответа.

При выполнении задания 10 участники Конкурса должны обращать внимание на единицы измерения того или иного параметра и, при необходимости, провести их преобразование.