

УДК 62-529

## **ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ БПЛА ПРИ МОНИТОРИНГЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

**К.И. Бескровный**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»,  
г. Донецк

*В работе рассматривается возможность реализации проекта беспилотного летательного аппарата с установленным на борту комплексом оборудования, состоящего из фото- и ИК-камеры, тепловизора, блока памяти, процессорного блока, системы связи, навигации и управления. Комплекс объединён программным обеспечением для доставки оперативной информации в пункт управления (стационарный или мобильный) о состоянии и местоположении БПЛА, фактах обнаружения неисправностей на объекте, фактах нарушения периметра объекта мониторинга, пожарах и т.д.*

В последние годы беспилотные летательные аппараты (БПЛА) набирают стремительную популярность. В след за военными, давно успешно использующими очевидные преимущества БПЛА в разведке и в нанесении точечных ударов, то теперь это – универсальные и незаменимые помощники, отлично проявившие себя во многих сферах человеческой деятельности. В том числе, в плановом и оперативном инспектировании состояния объектов промышленной инфраструктуры: появление БПЛА позволило вывести промышленный мониторинг на новый уровень. Еще недавно для визуального контроля и проверки технического состояния промышленных объектов использовались человеческие ресурсы, что отнимало много времени, требовало частичной или полной остановки работы оборудования, и не всегда было безопасно для жизни и здоровья сотрудников. Играл свою негативную роль и пресловутый человеческий фактор. Сегодня для решения прикладных задач в промышленном мониторинге все чаще используются всевидящие, беспристрастные и вездесущие дроны. Это может показаться фантастикой, но это – реальность, которая порой удивляет больше, чем любой вымысел [1].

Ускоренное реагирование на пожарную ситуацию является залогом быстрого тушения пожара и ликвидации его последствий.

Исходя из возникающих пожароопасных ситуаций по причине изменения климатических условий, необходимости оперативного реагирования и адекватной оценки пожара, а также экономической целесообразности применения технических средств, оптимальными являются беспилотные летательные аппараты. Использование БПЛА обеспечивает оперативный и всесторонний контроль состояния горнодобывающего оборудования, линий электропередач, нефтяных платформ и нефтеперерабатывающих заводов, трубопроводов, автодорог и железнодорожного полотна, строительных площадок и береговых сооружений. Дроны осуществляют непрерывное наблюдение в труднодоступных и опасных местах, где это сопряжено с риском для жизни и здоровья людей. Дроны, оснащенные тепловизорами, используются для инфракрасной аэрофотосъемки объектов городского хозяйства, диагностики состояния ЛЭП, подземных тепловых сетей, нефте- и газопроводов. Обычная и тепловая инфракрасная аэросъемка промышленных объектов позволяет своевременно обнаружить дефекты и неисправности оборудования, наличие протечек, вредных выбросов, нефтяных пятен в районах добычи и транспортировки нефти, и другие проблемы на начальной стадии их возникновения, причем без остановки производства. БПЛА оперативно предоставляет информацию о виде пожара, участках его локализации, скорости огня, возможных направлениях распространения, в том числе в направлении населённых пунктов, производственных объектов и мест с повышенными характеристиками пожароопасности (торфяники, лесозаготовочные и деревообрабатывающие пункты). Это позволяет руководителю тушения пожара направлять в наиболее опасные места возгорания технические средства, пожарную технику и боевой расчёт. Оценивая финансовые аспекты использования БПЛА, можно отметить, что цена часа эксплуатации в разы ниже в сравнении с традиционными средствами авиационной охраны лесов (вертолёты и самолёты) [2, 3].

Задачами БПЛА при решении задач пожарной охраны являются:

- Патрулирование определённых территорий с целью обнаружения пожаров;
- Информационное обеспечение наземных команд пожаротушения;
- Противодействие незаконной деятельности [4].

Современный БПЛА по уровню технического оснащения зачастую превосходит пилотируемый самолет. Безусловно, успех миссии БПЛА зависит от бесперебойной работы всех бортовых

систем. Почему же уделяется такое внимание именно бортовому комплексу управления? Потому, что автономность, независимость от человеческого фактора и устойчивость к внешним воздействиям являются решающими факторами успешности выполнения миссий БПЛА. Наличие полноценной системы автоматического управления — этим по существу и отличается Беспилотный Летательный Аппарат (именно, с Большой буквы) от дистанционно управляемой модели. Если посмотреть любой номер журнала «Unmanned systems», издаваемого Международной Ассоциацией Беспилотных Систем (AUVSI), то более 60% публикуемой рекламы в той или иной степени относится к системам управления и датчикам движения. Почему так? А потому, что любая из подсистем БПЛА (наблюдение, связь, электропитание, энергообеспечение) является производной, заимствованной из смежной отрасли техники, в той или иной степени адаптированной к применению [5].

Что же понимается под термином «полноценный автопилот БПЛА»?

В основе работы любой системы автоматического управления лежит цепочка:

- измерение состояния системы
- сравнение текущего состояния с желаемым
- выработка воздействия для компенсации отклонения текущего состояния от желаемого [5].

Ключевым моментом в упомянутой цепочке является «измерение состояния системы». То есть координат местоположения, скорости, высоты, вертикальной скорости, углов ориентации, а также угловых скоростей и ускорений. Бортовой комплекс навигации и управления, разрабатываемый в дипломном проекте, имеет в своем составе инерциальные датчиков (гироскопы и акселерометры), а также барометрический высотомер и трехосный магнитометр, и объединяя данные этих датчиков с данными приемника GPS, система вырабатывает полное навигационное решение по координатам и углам ориентации [5].

Разрабатываемый бортовой комплекс навигации и управления предназначен для:

- решения навигационных задач;
- вождение БПЛА по заданному алгоритму или маршруту с автоматическим регулированием каналов тангажа, крена, курса, высоты и скорости;
- осуществления информационного взаимодействия с оператором стационарной или мобильной станции управления;

- управления полезной нагрузкой;
- управления внешними вспомогательными и исполнительными устройствами;
- самодиагностики системы.

Данный комплекс разрабатывается с возможностью установки на любой тип БПЛА без особых доработок в аппаратной части.

Основой для разработки является микрокомпьютер Raspberry Pi любой модификации в зависимости от поставленных задач. Технические характеристики представлены в таблице 1 [6].

Таблица 1. Технические характеристики Raspberry Pi

Технические характеристики	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi 2 Model B	Raspberry Pi Model B+	Raspberry Pi Model B
<b>Процессор</b>	Broadcom 2837 quad-core ARM Cortex-A53 64bit (1,2GHz)	Broadcom BCM2836 quad-core ARMv7 (900MHz)	Broadcom BCM2835, ARMv6 (700MHz)	Broadcom BCM2835, ARMv6 (700MHz)
<b>Оперативная память</b>	1Gb	1Gb	512Mb	512Mb
<b>Видеовыход</b>	HDMI	HDMI	HDMI	HDMI
<b>A/V выход</b>	A/V выход 3.5мм jack 4 pin	A/V выход 3.5мм jack 4 pin	A/V выход 3.5мм jack 4 pin	Аудиовыход 3,5мм stereo jack; Композитный видеовыход RCA
<b>USB порты</b>	USB 2.0 x 4	USB 2.0 x 4	USB 2.0 x 4	USB 2.0 x 2
<b>Сеть</b>	WiFi 802.11n, 10/100Mb RJ45 Ethernet	10/100Mb RJ45 Ethernet	10/100Mb RJ45 Ethernet	10/100Mb RJ45 Ethernet
<b>Bluetooth</b>	Bluetooth 4.1, Bluetooth Low Energy	--	--	--
<b>Слот для карты памяти</b>	Micro SD	Micro SD	Micro SD	SD
<b>GPIO</b>	40	40	40	26

Данный микрокомпьютер оснащён 2-мя или 4-мя USB портами, интерфейсные разъёмы DSI (Display Serial Interface) и CSI (Camera Serial Interface), 26 или 40 портами ввода/вывода, среди которых

имеются I2C, SPI, UART, что даёт возможность подключать к нему различные устройства, будь то камеры, запоминающие устройства, различные датчики, ШИМ-регуляторы, приёмо-передающие устройства и т.д. Также на его базе можно построить наземную станцию управления с одним или несколькими мониторами, устройствами ввода и приёмо-передающим устройством [6].

#### Выводы

В настоящее время на кафедре радиотехники и защиты информации ведутся работы по исследованию и разработке систем управления и связи с БПЛА при мониторинге промышленных объектов.

#### Библиографический список

1. Iot.ru – Новости интернета вещей — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://iot.ru/gorodskaya-sreda/bespilotniki-na-sluzhbe-spasateley>
2. Пожарная безопасность | требования, правила, каталог организаций, форум, статьи, документы — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://pojarunet.ru/bespilotnye-letatelnye-apparaty-razvedka-pozharov>
3. Дронариум - Промышленный мониторинг — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dronarium.com.ua/uslugi/promyshlennyj-monitoring/>
4. ООО Беспилотные системы Ижевск - Беспилотные летательные аппараты России — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://unmanned.ru/>
5. О.С. Салычев, Автопилот БПЛА с Инерциальной Интегрированной Системой — основа безопасной эксплуатации беспилотных комплексов — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://teknol.ru/trash/uav\\_autopilot\\_salychev\\_2602182965.pdf](http://teknol.ru/trash/uav_autopilot_salychev_2602182965.pdf)
6. Raspberry Pi — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.raspberrypi.org/>