

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ НАЗЕМНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ВЗЛЕТНОЙ МАССЫ

П. В. Шаршавин, И. В. Макаров, И. В. Нигруза

Сибирский федеральный университет

Россия, 660041, г. Красноярск, просп. Свободный, 79. E-mail: sharshavin@uav-siberia.com

*Описан подход к построению универсального наземного комплекса управления беспилотными летательными аппаратами, рассмотрены возможные варианты применения комплекса БПЛА, представлена реализация предложенного подхода в виде прототипа НКУ.*

*Ключевые слова:* наземный комплекс управления, БПЛА, канал связи, СРНС.

## PECULIARITIES OF DESIGN OF GROUND CONTROL UNIT FOR SMALL AND MEDIUM UNMANNED AERIAL VEHICLES

P. V. Sharshavin, I. V. Makarov, I. V. Nigrutsa

Siberian Federal University

79, Svobodnyi prosp., Krasnoyarsk, 660041, Russia. E-mail: sharshavin@uav-siberia.com

*The paper describes an approach for universal unmanned aerial vehicle ground control unit design. The possible scenarios of civil aviation application are considered. The implementation of proposed approach is presented.*

*Keywords:* ground control unit, UAV, communication channel, GNSS.

Наземный комплекс управления (НКУ) беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) решает задачи управления БПЛА, сбора телеметрической информации, управления, получения и накопления информации полезной нагрузки. Наземный комплекс управления должен иметь характеристики, соответствующие задаче, решаемой комплексом БПЛА. Построение универсального НКУ является нетривиальной задачей, требующей рассмотрения всех возможных вариантов использования гражданской беспилотной авиации.

Возможные варианты применения беспилотной авиации иллюстрирует рис. 1. Ниже перечислены данные варианты.

- Применение БПЛА для дистанционного зондирования Земли (БПЛА1) – предусматривает установку на борт летательного аппарата датчиков различных диапазонов длин волн (оптического, инфракрасного, радиодиапазона), радаров и другого оборудования в качестве полезной нагрузки. В случае необходимости получения данных полезной нагрузки в реальном времени данное оборудование требует канала связи с широкой полосой пропускания. Следовательно, канал связи с полезной нагрузкой должен выполняться отдельно от командно-телеметрического канала [1].

- Групповой полет нескольких БПЛА (БПЛА1, БПЛА2) – требует организации сетевой структуры для передачи данных нескольким бортам, разделения каналов связи.

- Полет БПЛА на большом удалении (БПЛА3 с прямой связью с НКУ) – требует применения повышенной энергетики канала. Увеличение мощности передатчика на борту малого ЛА невозможно в силу ограничений по габаритам и массе бортовой аппара-

туры, а также энергопотреблению. Решением данной задачи может быть установка направленных антенн на опорно-поворотном устройстве на наземном комплексе управления.

- Полет БПЛА на очень большом удалении (БПЛА3) – требует организации радиосвязи с ретрансляцией (через БПЛА2), следовательно, организации стека сетевых протоколов.

- Использование БПЛА для геологоразведки (БПЛА3) – требует сверхточной привязки координат БПЛА в месте проведения разведки. Спутниковая радионавигационная система (СРНС) в комплексе с инерциальной навигационной системой (ИНС) не могут обеспечить требуемую точность позиционирования. Одним из решений может быть передача дифференциальных поправок навигационных измерений. Следовательно, НКУ должен также являться опорной дифференциальной станцией СРНС.

Также наземный комплекс управления должен иметь удобный интерфейс пользователя с механизмами исключения вероятности ошибки оператора и максимальную автоматизацию работы. Для решения задач ручного взлета и посадки самолетного типа НКУ должен быть оснащен графическим дисплеем для воспроизведения видеоинформации фронтальных камер БПЛА. Ручной режим взлета и посадки также требует обеспечения гарантированной задержки передачи команд пилота на борт БПЛА.

Требования к эксплуатационным характеристикам включают широкий диапазон рабочих температур, устойчивость к жестким внешним условиям, механическим воздействиям, повышенную яркость экрана, портативное исполнение.

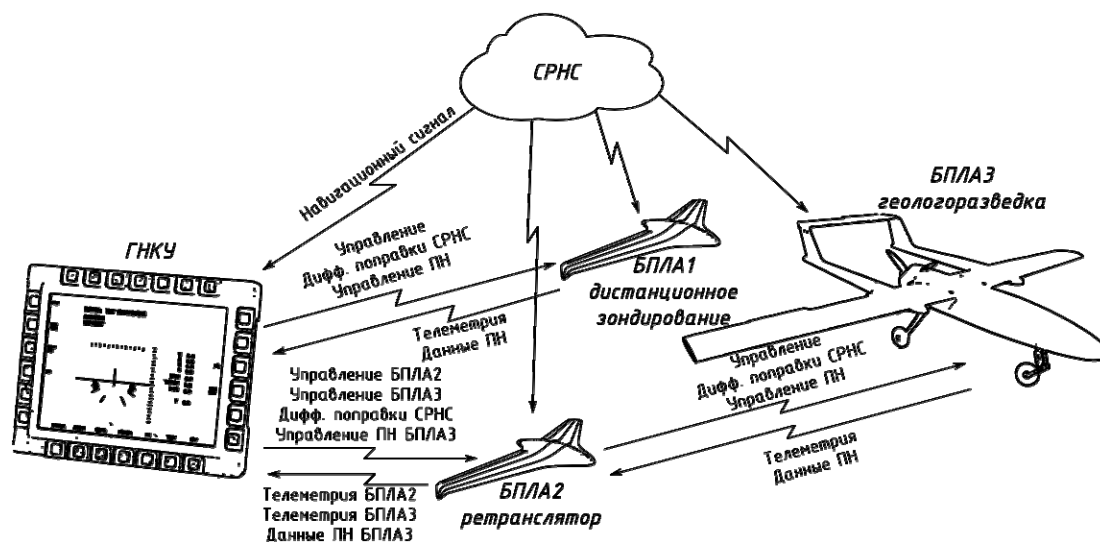


Рис. 1. Варианты системы управления БПЛА

Предложенный подход был реализован в виде прототипа устройства «ГНКУ-01» [2], внешний вид которого приведен на рис. 2.

Данный прототип имеет отдельные каналы связи с БПЛА: командно-телеметрический и канал полезной нагрузки. Командно-телеметрический канал реализован с фиксированной полосой пропускания и типом модуляции FSK. Канал полезной нагрузки выполнен программно-определяемым, что позволяет реализовать адаптивное изменение типа модуляции, полосы пропускания и адаптивное перераспределение энергетического ресурса между каналами передачи информации [3]. Задача организации сетевой структуры и сетевого стека решается с помощью интегрированных в радиомодули вычислительных устройств. Источником дифференциальных поправок является высокоточный навигационный приемник, интегрированный внутри корпуса НКУ. Наличие большого графического дисплея повышенной яркости и кнопок по периметру экрана позволяет реализовать удобный графический интерфейс пользователя. Обеспечение гарантированной задержки передачи команд, необходимой для ручного режима взлета и посадки, достигается с помощью операционной системы реального времени QNX Neutrino.



Рис. 2. Внешний вид прототипа «ГНКУ-01»

### Библиографические ссылки

1. Боев Н. М. Анализ командно-телеметрической радиолнии связи с беспилотными летательными аппаратами // Вестник СибГАУ. Вып. 2 (42) / гл. ред. И. В. Ковалев. Красноярск, 2012. С. 86–91.
2. Графический наземный комплекс управления БПЛА / ООО НПП «АВАКС-ГеоСервис» [Электронный ресурс]. URL: <http://uav-siberia.com/docs/gscu.pdf> (дата обращения: 09.09.2013).
3. Боев Н. М., Лебедев Ю. А. Управление энергетической эффективностью совмещенных каналов передачи данных единой системы связи // Вестник СибГАУ. Вып. 1 (47) / гл. ред. И. В. Ковалев. Красноярск, 2013. С. 11–15.

### References

1. Boev N. M. Analiz komandno-telemetricheskoy radiolinii svyazi s bespilotnymi letatel'nyimi apparatami // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo ajerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva. Vypusk 2 (42) / gl. red. I. V. Kovalev. Krasnojarsk: SibGAU. 2012. S. 86–91.
2. Graficheskij nazemnyj kompleks upravlenija BPLA / OOO NPP «AVAKS-GeoServis» [Elektronnyj resurs]. URL: <http://uav-siberia.com/docs/gscu.pdf> (data obrasheniya: 09.09.2013).
3. Boev N. M., Lebedev Ju. A. Upravlenie jenergeticheskoy jeffektivnost'ju sovmeshhennyh kanalov peredachi dannyh edinoj sistemy svyazi // Vestnik SibGAU. Vyp. 1 (47) / gl. red. I. V. Kovalev. Krasnojarsk: SibGAU. 2013. S. 11–15.

© Шаршавин П. В., Макаров И. В., Нигруца, И. В., 2013