

Алабердин Р.Р., Лагунов А.Ю., Федин Д.А.
alaberdin.rin@yandex.ru

МОБИЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ ПРИ ПОЖАРЕ В АРКТИКЕ

Аннотация. Каждый день в мире происходит множество пожаров, в тушении которых принимают участие пожарные службы, и в большинстве своём разведка горящего здания представляет большую опасность для пожарных и занимает много времени. Мы предлагаем новый способ разведывания как визуального, так и графического, а также анализировать содержания вредных газов в помещении. Разведка производится с помощью дрона, наш прототип включает в себя визуальный способ с помощью камеры, а также анализатор в виде датчиков. Также можно использовать и графический метод с помощью бесконтактных 3D-сканеров.

Ключевые слова: пожар, вредные газы, измерения, мобильный прибор, концентрация, анализатор, дрон, Арктика.

Annotation. Every day there are many fires in the world, in which firefighting services take part, and for the most part, reconnaissance of a burning building poses a great danger to firefighters and takes a long time. We propose a new way of exploring both visual and graphic, as well as analyze the content of harmful gases in the room. Exploration is performed using a drone, our prototype includes a visual method using a camera, as well as an analyzer in the form of sensors. You can also use the graphical method using 3D contactless scanners.

Keywords: fire, harmful gases, measurements, mobile device, concentration, analyzer, drone, Arctic.

Введение

Первостепенной задачей при начале пожара служит оценка возгорания, и поиск людей. В большинстве случаев чтобы быстро среагировать нужно иметь представление о том, что происходит внутри помещения, в котором произошло возгорание. Дрон имеет большую скорость и мобильность, чем человек и намного быстрее, и безопаснее для жизни пожарных сможет провести разведку внутри горящего помещения. В случае мало задымлённых помещений можно использовать дрон с камерой, в ином дрон с бесконтактным 3D-сканером, для составления графической 3D модели помещения. Датчик вредных газов и температуры в нашем случае помогает анализировать ситуации такие как, какая температура в комнате; сколько ещё в ней можно находиться; насколько сильное задымление; если в ней имеется человек, то на сколько долго он в ней ещё продержится. Это может помочь в грамотном распределении времени и ресурсов

для реагирования пожарных и спасательных служб. Также дрон можно снабдить и другими разными датчиками, что предаёт ему большую универсальность для разного рода ситуаций. Его можно использовать, как и для малых помещений таких как квартиры и дома, так и для больших, всяческих ангаров, самоподъемных буровых установок и многом другом. Также мы рассматривали работу дрона в условиях радиации и пожаров на морских платформах.

Увеличенный риск возгорания морских платформ характеризуется рядом особых факторов и особенностей. первым из таких отличительных особенностей является изолированность (расположение в море на больших расстояниях от берега) и при этом имеют очень большое количество персонала. По этой причине создаются большие трудности в обеспечении своевременной и беспрепятственной эвакуации людей при возникновении сильных возгораний на таких платформах, их защита и сопровождение по путям эвакуации от воздействия опасных факторов пожара и безопасный вывоз как персонала платформы, так и спасательных служб в случае критической аварийной ситуации. Как пример таких ситуаций можно рассмотреть пару техногенных и разрушительных катастроф:

- 1) 23 июля 2013 г. в Мексиканском заливе недалеко от побережья Луизианы произошел выброс газа с конденсатом на самоподъемной буровой установке «Hercules 265», за которым последовали возгорание и взрыв, платформа почти полностью сгорела [11].
- 2) 6 сентября 2014 г. в восточной части Ямала в 500 м от акватории Обской губы на ЮжноТамбейском месторождении ООО «Ямал СПГ» на кустовой площадке № 47 произошло аварийное фонтанирование с возгоранием газа, которое удалось остановить только спустя 10 дней [15].

Каким требованиям должно соответствовать мобильное устройство, в нашем случае дрон:

Требования по безопасности для мобильного устройства [1-7]. Ознакомившись с ними, мы понимаем, что они в той или иной степени имеют одинаковую структуру. Все они классифицируют среды на уровни риска. В своей модели я буду ориентироваться на максимально достигаемых уровень требований по этим документам.

Выделим дополнительные технические требования:

- 1) Требования назначения:

- обеспечение возможности управления оператором с пульта дистанционно;
 - передача видео в режиме реального времени;
 - возможность автоматического взлёта и посадки;
 - возможность автоматического удержания заданной высоты полёта;
 - возможность программируемого полёта по точкам;
 - дальность полёта не менее 100 м;
 - время непрерывной работы системы не менее 20 минут;
 - возможность измерения концентрации CO₂;
 - возможность измерения температуры и влажности.
- 2) Требования стойкости и живучести к внешним факторам воздействия:
- Температурные колебания окружающей среды варьируются от -35°C до +40°C;
 - сохранение работоспособности системы при отказе одного из двигателей;
- 3) Требования технической эстетики и эргономики:
- конструкция устройства, а также кодирование его индикаторов, приборов управления для их совместной эксплуатации должны учитывать сложившиеся стереотипные поведения человека-оператора (скорость реагирования на принимаемую информацию и сигналы);
 - элементы и устройство информационной модели должны быть построены адекватно, чтобы обеспечивать оптимальное восприятие оператором отображение состояния систем управления и аварийной среды и соответствовать уровню сложности опытного образца системы управления приспособлением или же комплексом.

Можно сделать вывод исходя из перечисленных и предъявленных требований и результатов анализа построения существующих систем, мы выдвинули следующие задачи исследования:

- 1) Разработать структуру мобильного устройство согласно предъявленным требованиям.
- 2) Проанализировать и выбрать дрон для размещения мобильного устройства.
- 3) Разработать структуру системы управления мобильным устройством и дроном.

- 4) Разместить мобильное устройство на базе дрона и провести его первичное экспериментальное исследование.

Описание конструкции мобильного анализатора и дрона

Основной точкой, так сказать базой является Commander Execution Module на платформе Arduino (рисунок 1). В связке с базой идут датчики такие как, Module: Nondispersive Infrared Sensor Z19B NDIR CO₂, Temperature and Humidity Sensor DHT22, Air quality sensor CCS811.

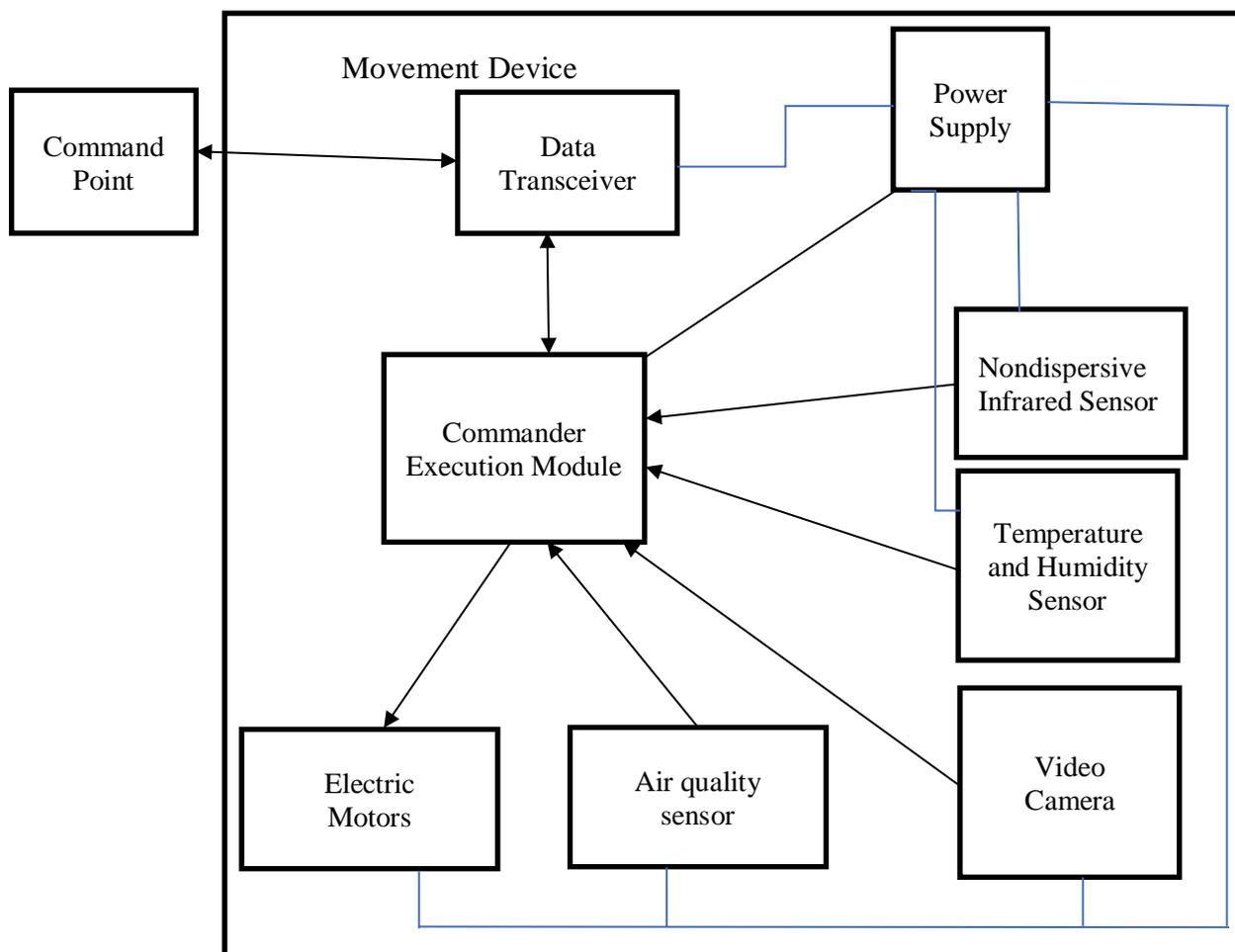


Рисунок 1 – Функциональная схема мобильного устройства

Почему мы выбрали Nondispersive Infrared Sensor Z19B NDIR CO₂. Он в свою очередь является датчиком для автомобильной техники, для промышленного направления, от компании Winsen, а также не затратный относительно его рыночной стоимости. Этот датчик можно использовать как в составе бортового, стационарного оборудования так и в портативных передвижных лабораториях и мобильных устройствах позиционирования

вредных веществ. Он работает в пределах от 0 до 5000ppm, также есть его модификация, которая работает от 0 до 10000ppm. Оптимальная норма содержания допустимого углекислого газа в помещении для человека по ГОСТу 30494-2011 под названием «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» варьируется от 800 до 1000ppm [13]. Ниже я приведу таблицу с тем, как влияет уровень CO₂ на организм человека (таблица 1).

Таблица 1 – Влияния CO₂ на организм человека

Уровень CO₂ (ppm)	Качество воздуха и его влияние на человека
Атмосферный воздух 300- 400 ppm	Идеальный для здоровья человека
400-600 ppm	Нормальное качество воздуха
До 600 ppm	Уровень, рекомендованный для спален, детских садов и школ
600-800 ppm	Появляются единичные жалобы на качество воздуха
800-1000 ppm	Более частые жалобы на качество воздуха.
Выше 1000 ppm	Общий дискомфорт, слабость, головная боль, проблемы с концентрацией внимания. Растет число ошибок в работе. Начинаются негативные изменения в ДНК.
Выше 2000 ppm	Может вызвать серьезные отклонения в здоровье людей. Количество ошибок в работе сильно возрастает. 70% сотрудников не могут сосредоточиться на работе

При пожаре этот уровень значительно выше, от 5000ppm и выше. Безусловно такую концентрацию можно считать смертельно опасной для человеческого организма [13-14]. Именно поэтому мы считаем, что данного датчика для измерения углекислого газа должно хватить для измерений, т.к. всё что выше 5000ppm в считанные часы, а то и минуты становится смертельно опасным уровнем.

В комплект прибора включена видеокамера с источниками видимого и инфракрасного излучения, также можно использовать разные вариации видеокамер, основной параметр – это скорость передачи данных, что

обеспечивает Data Transceiver, также он обеспечивает и обратную связь. Также можно видеть на рисунке 1 Power Supply, что является питанием всей системы, как датчиков, камеры и базы, так и самого дрона.

Управление ведётся через Command point – оператором, через телефон на платформе android. Также возможны и более продуктивные подходы, через компьютер, ноутбук и т.п.

Результаты и обсуждение

Мобильное устройство размещено в дроне (Рисунок 2-4). На дроне находится мобильное устройство и емкость для аккумуляторов. Учитывая назначение и сферу деятельности мобильного устройства, а также вес системы, мы пришли к выводу, что оптимальным вариантом будет гексакоптер с шестью моторами (Рисунок 4). Два дополнительных двигателя обеспечивают ему относительно высокую скорость и отличную мощность. Предельная высота полета таких шестироторных систем может значительно превышать потолок большинства квадрокоптеров с четырьмя моторами. Хорошая грузоподъемность, высокая стабильность и повышенная живучесть при отказе одного из двигателей позволяют использовать гексакоптеры для переноски очень дорогих видеокамер, рассчитанных на профессиональную воздушную съемку.

Беспилотный летательный комплекс имеет у себя на борту три независимых друг от друга радиоканала позиционирования и телеметрии. Один из трех каналов выведен на компьютер или мобильный командный пункт, другой же подключен в свою очередь к автономному модулю индикации, который находится непосредственно у оператора. Третий же канал встроен в радиоаппаратуру, отвечающую за управления. Телеметрия обеспечивает непрерывный и постоянный мониторинг всех важнейших при полете параметров и режимов работы систем беспилотного летательного комплекса. Управление также дублировано вторым постом, подключенным к компьютеру или мобильному командному пункту через персональный радиоканал. Ведется запись всех полётных параметров на карту памяти, что даёт возможность по завершении контролируемого полета произвести его «детальный разбор». Бортовой передатчик видеосигнала обуславливает транслирование высококачественного изображения на наземный монитор или дисплей в режиме реального времени чтобы обеспечить точные наведения для видео- и фотоаппаратуры. Комплекс включает в себя гироскопическую систему стабилизации камеры с режимом слежения в реальном времени. Это сделано с

целью обеспечения стабильность изображения и отсутствие вибраций даже при сложных условиях воздушной или же аэросъемки. Видео с борта транслируется на монитор или же дисплей оператора, который управляет в свою очередь положением камеры во время воздушной или же аэросъемки.



Рисунок 2 – Расположение мобильного устройства в дроне



Рисунок 3 – Дрон для мобильного устройства



Рисунок 4 – Вид наземных объектов во время контрольного полёта

Опытный образец мобильного прибора показал хорошую устойчивость при работе, в том числе при наличии турбулентности (Рисунок 4). В перспективе мы планируем полевые испытания с реальными измерениями концентрации вредных газов с верификацией промышленными датчиками.

Заключение

В опасных условиях, созданных природными явлениями или же человеческим фактором, существует реальная угроза жизни человека. Для своевременного реагирования и предотвращения лишних жертв можно использовать мобильные устройства, такие как наше или подобное. Нами был создан опытный образец, который выдал хорошие результаты при первичных испытаниях, в перспективе мы рассматриваем вариант проведения полевых испытаний. Наша цель сделать работу пожарных и спасательных служб более быстрой, точной, а также понизить риски для их жизней.

А также мы обезопасить Арктику с помощью мобильных устройств, т.к. в ней находятся множество богатых залежей и полезных ископаемых, но и в то же время она является невероятно опасным регионом для жизнедеятельности человека, за счёт не только повышенных факторов природных и техногенных, а так и из-за постоянной низкой температуры.

Библиографический список

1. EUR-Lex : Directive 2014/34/EU of the European Parliament and of the Council. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/En/TXT/?uri=CELEX:32014L0034> (date of access: 09.07.2018).

2. ČSN EN 60079-0 ed. 4. Explosive atmospheres. Part 0: Equipment. General Requirement / Czech Office for Standards, Metrology and Testing. – Prague, 2013. – 100 p.
3. CNEX-Global. Chinese Ex Product Certification. – URL: <http://www.cnex-global.com/services/chinese-ex-product-certification.html> (date of access: 03.07.2018).
4. Petzl. Explosive Environments: HAZLOC Standard. – URL: <https://www.petzl.com/BE/en/Professional/Explosive-environments--HAZLOC-standard> (date of access: 03.07.2018).
5. CU TR 012/2011. Safety of Equipment in Explosion Hazardous Environments – Certification and Declaration of Conformity : Certification of Conformity & Industrial Safety : Technical Regulations . – URL: <http://www.ccis-expertise.com/en/technical-regulations-cu-tr-012-2011-on-safety-of-equipment-in-explosion-hazardous-environments> (date of access: 03.07.2018).
6. Coal Mine Health and Safety Act 2002 № 129. – New South Wales Government. – URL: <https://legislation.nsw.gov.au/#/view/act/2002/129> (date of access: 11.07.2018).
7. Compilation of Regulatory Approaches Used in Various Countries. – URL: <https://www.unece.org/fileadmin/DAM/trade/wp6/SectoralInitiatives/EquipmentForExplosiveEnvironment/SIEEE-QuestionsRepliesE.pdf> (date of access: 11.07.2018).
8. Ingimundarson V. The geopolitics of the ‘future return’: Britain’s century-long challenges to Norway’s control over the spitsbergen archipelago / V. Ingimundarson. – DOI 10.1080/07075332.2017.1345773 // International History Review. – 2018. – Vol. 40, Is. 4. – P. 893–915.
9. The increase in geopolitical competition as a challenge (threat) to Russia's national security / V. V. Kovalev, V. V. Kasyanov, Y. S. Bortsov [et all.] // European Research Studies Journal. – 2017. – Vol. 20, Is. 4. – P. 499–508.
10. Kolokolov Yu. Multidimensional analysis of dynamics of annual warming-cooling cycles on the basis of index model of temperature observations / Yu. Kolokolov, A. Monovskaya // 8th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (Warsaw, 24–26 Sept. 2015). – Warsaw, 2016. – Vol. 2. – P. 631–637.
11. Kolokolov Y. Guess-work and reasonings on centennial evolution of surface air temperature in Russia. Part 2. Is it possible to research both local peculiarities and regional tendencies from the bifurcation analysis viewpoint? / Y. Kolokolov, A. Monovskaya // Bifurcation and Chaos. – 2016. – Vol. 26. – P. 1650071.
12. Motomura M. Perspectives on oil and gas development in the Russian Arctic / M. Motomura. – DOI 10.4324/9781315121772 // Russia's Far North: The Contested Energy Frontier. – [S. l.], 2018. – P. 27–42.
13. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : дата введ. 2013–01–01. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011> (дата обращения: 12.07.2018).

14. Допустимое содержание CO₂ в помещениях. – URL: <http://izmerkon.ru/podderzhka/publikaczii/normy-so2.html> (дата обращения: 13.07.2018).
15. Hays K. Gulf rig partially collapses in fire off Louisiana: U.S. government, Reuters (July 24, 2013) / К. Hays. – URL: <https://www.reuters.com/article/us-usa-gulfof-mexico-well/gulf-rig-partially-collapses-in-fire-off-louisiana-u-s-government-idUSBRE96N0SU20130724> (date of access: 13.11.2019).