

---

---

# МОНИТОРИНГ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ

---

---

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ В АРКТИКЕ

**Д.В. Косенко, кандидат технических наук;**  
**А.Л. Шидловский, кандидат технических наук, доцент;**  
**Н.С. Юнаковский.**  
**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены возможности беспилотных летательных аппаратов при применении их в условиях низких температур. Предложена система построения беспилотных летательных аппаратов вертикального взлета с наземным комплексом дистанционного управления для мониторинга опасных явлений в Арктике.

*Ключевые слова:* беспилотный летательный аппарат, Арктика, опасные явления

## THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR MONITORING OF DANGEROUS PHENOMENA IN THE ARCTIC

D.V. Kosenko; A.L. Shidlovsky; N.S. Yunakovsky.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

The possibilities of unmanned aerial vehicles in their application at low temperatures are considered. The system of construction of unmanned aerial vehicles of vertical take-off with a ground remote control system for monitoring of dangerous phenomena in the Arctic is proposed.

*Keywords:* unmanned aerial vehicle, Arctic, dangerous phenomenon

В современном мире в эпоху постоянного технологического прогресса человек имеет огромное поле для своих возможностей. Новые технологии способствуют появлению новых технологических аппаратов и средств. К одному из таких технологических новшеств можно отнести беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Они различаются по назначению, размерам, возможностям. К основным областям использования БПЛА можно отнести:

- производственный, природный и экологический мониторинг;
- наблюдение;
- охрана;
- дистанционное зондирование земли.

БПЛА наиболее востребованы в труднодоступных для человека местах, в особенности при условии низких температур. Для России такой территорией безусловно является Арктика. Особенностью российской Арктики являются, прежде всего, экстремальные условия жизнедеятельности (максимально суровые природно-климатические условия: низкие в течение всего года температуры, сильные ветры и метели, плотные туманы, вечная мерзлота, продолжительная полярная ночь и полярный день, ледяной покров морей и устьев

рек в течение более полугода и т.д.), максимальная площадь, широтная протяженность, хрупкость и уязвимость природного баланса экосистем [1].

Большая территория и низкие температуры приводят к необходимости применения БПЛА. К задачам МЧС России в арктическом регионе, решение которых невозможно без применения БПЛА, можно отнести:

- поиск и спасание людей, терпящих бедствие на суше и на море;
- разведку предполагаемых районов стихийных бедствий;
- разведку пожарной обстановки в лесных массивах и лесотундре, определение границ очагов пожара;
- разведку ледовой обстановки на морях и реках, контроль зон образования и передвижения айсбергов;
- мониторинг наличия и динамики состояния трещин в ледовых полях в районах полярных станций;
- разведку завалов, районов наводнений, состояния плотин;
- ледовую и метеорологическую разведку на путях движения судов;
- мониторинг транспортных магистралей и узлов;
- мониторинг состояния береговых технических сооружений;
- разведку маршрутов санно-тракторных поездов;
- оценку радиационной обстановки, экологического состояния рек, внутренних водоемов, морей и океанов;
- участие в мониторинге транспортных магистралей, нефте- и газопроводов, теплотрасс, линий электропередач;
- проведение экологического мониторинга, метеорологических и геологических исследований, картографирование местности;
- обеспечение рыбного промысла, защита морских и речных заповедников от браконьеров и другие;
- доставку срочных малогабаритных грузов в труднодоступные районы (медикаменты, спасательные средства, радиостанции, продукты питания и т.п.) [2].

Применение БПЛА в арктических широтах имеет целый ряд технических сложностей, к которым можно отнести:

- сложные метеоусловия;
- влияние внешних помех на радионавигационное обеспечение;
- отсутствие наземной инфраструктуры.

Надежность резко падает при низких температурах, так как часто наступают отказы электронных компонентов. Низкая температура отрицательно влияет не только на микросхемы и системы связи, но и на аккумуляторы (основной автономный источник питания агрегатов).

При температуре ниже минус 15 °С аккумуляторы меньше отдают ток, и снижается их номинальная емкость [3].

Таким образом, проблема надежности и живучести БПЛА требует поиска новых конструктивных решений и перехода на новую элементную базу.

Также к беспилотным и дистанционно пилотируемым аппаратам выдвигаются первоочередные требования по массогабаритным характеристикам, автономности функционирования, минимальному энергопотреблению и стоимости.

Эксплуатационные характеристики БПЛА серьезно зависят от совершенства бортового оборудования, в частности от качества информационно-измерительных сигналов, которые используются в управлении. Источником данных сигналов о параметрах движения, таких как местоположение, ориентация, скорость и другие, являются различные измерительные системы и навигационные комплексы. В арктических широтах условия окружающей среды сложны для функционирования БПЛА из-за пассивных и активных помех, в связи с чем их системы управления должны обеспечивать высокую точность движения, эффективное маневрирование и др.

Сегодня производить легкие БПЛА в состоянии многие страны, в том числе и Россия. Большое число российских компаний выпускает достаточно качественные образцы небольших БПЛА малого радиуса действия, способных совершать полеты на малых высотах.

Серьезные проблемы связаны с использованием воздушного пространства, выделением частотного диапазона для управления БПЛА и передачей информации с борта на землю и наоборот.

Основным недостатком существующих систем классификации БПЛА является то, что они не учитывают характеристики наземной инфраструктуры: пункта управления, системы жизнеобеспечения, транспортировки и предполетной подготовки, стартовых и посадочных площадок, а также наличие сети наземных станций и линий их наземной связи.

Также очевидно, что не все БПЛА из-за ограничений по полезной нагрузке, дальности и высоте полета имеют возможность использовать аппаратуру для выполнения ряда функциональных задач, задач по управлению и навигации. Поэтому имеет смысл произвести отбор БПЛА, которые можно эксплуатировать в арктических широтах в настоящее время.

Исходя из вышеизложенного, предлагается следующая классификация БПЛА:

- класс 1. По полезной нагрузке не соответствуют требованиям к установке аппаратуры навигации и управления БПЛА. Практически, это радиоуправляемые БПЛА, которые могут эксплуатироваться только в выделенном воздушном пространстве;

- класс 2. По полезной нагрузке 100–120 кг соответствуют требованиям к установке аппаратуры навигации и управления БПЛА. Дальность и высота полета обеспечивают выполнение основных задач в гражданском секторе экономики;

- класс 3. По полезной нагрузке 150–200 кг соответствуют требованиям к установке аппаратуры навигации и управления БПЛА, а также дополнительного оборудования. Дальность полета обеспечивает выполнение основных задач, но требуется развитая структура наземных станций наблюдения, управления и связи, которая пока недостаточно развита в арктических широтах.

Таким образом, имеет смысл рассматривать вопросы обеспечения безопасности полета в общем воздушном пространстве БПЛА класса 2: взлетная масса 500–600 кг, крейсерская скорость 130–150 км/ч, дальность полета равна прямой радиовидимости; а также перспективы создания инфраструктуры для применения БПЛА класса 3.

Для обеспечения задач наблюдения в реальном времени, включая труднодоступные участки местности, а также определения координат исследуемых участков, полезная нагрузка БПЛА должна содержать:

- устройства получения видовой информации;
- устройство информационного обмена;
- бортовую цифровую вычислительную машину (БЦВМ);
- спутниковую навигационную систему (ГЛОНАСС/GPS);
- устройство обмена командной информацией;
- устройства командно-навигационной радиолинии;
- устройства радиолинии видовой и телеметрической информации;
- устройство хранения видовой информации.

Современные ТВ-камеры обеспечивают оператору представление в реальном времени картины наблюдаемой местности в формате, наиболее близком к характеристикам зрительного аппарата человека, что позволяет ему свободно ориентироваться на местности и при необходимости выполнять пилотирование БПЛА. Возможности по обнаружению и распознаванию объектов определяются характеристиками фотоприемника и оптической системы телекамеры.

Применение радиолокационной станции (РЛС) позволяет получать информацию круглосуточно и при неблагоприятных метеоусловиях. А сменные модули помогают снизить стоимость и реконфигурировать состав бортового оборудования для решения поставленной задачи в конкретных условиях применения.

Так, обзорное курсовое устройство закрепляется неподвижно под некоторым углом к строевой оси летательного аппарата, обеспечивающим необходимую зону захвата на местности. В состав обзорного курсового устройства может входить телевизионная камера с широкопольным объективом. В зависимости от решаемых задач она может быть оперативно заменена или дополнена тепловизионной камерой, цифровым фотоаппаратом или РЛС.

Также для мониторинга опасных явлений в арктических широтах необходимо рассмотреть применение такого типа БПЛА, как привязной, который отличается рядом уникальных эксплуатационных свойств, обеспечивающих существенные преимущества в сравнении с другими беспилотными аппаратами. По существу, это летающий вентилятор, для старта которого не требуется дополнительных пусковых устройств, так как он может взлетать с ограниченных площадок, транспортных средств и контейнеров. Защищенность вентилятора корпусом существенно уменьшает вероятность повреждения аппарата при соприкосновении с окружающими предметами, упрощает посадку и делает его более безопасным. Передача электропитания и сигналов управления с земли по кабелю повышает длительность полета, грузоподъемность, надежность и помехозащищенность системы управления БПЛА.

Отсутствие необходимости в специальной транспортно-пусковой машине обеспечивает его высокую мобильность и автономность при значительном сокращении стоимости обеспечивающего и наземного оборудования, а также эксплуатационных затрат.

Привязные БПЛА с подъемно-маршевыми вентиляторами можно применять для:

- доставки средств жизнеобеспечения и спасательного оборудования группам спасателей и потерпевшим в высотных зданиях, в зонах со сплошными завалами и сплошных разрушений, сильного химического и радиационного заражения;
- точечного дистанционного применения средств пожаротушения.

Применение унифицированных малошумных подъёмно-двигательных модулей, объединяемых общей платформой с расположенными на ней двигателями, обеспечивает высокую гибкость и приспособляемость системы к широкому спектру задач.

Модульный принцип построения системы обеспечивает удобство её транспортировки к месту применения. При использовании ограниченного числа типоразмеров (2–3), варьируя число подъемных вентиляторов, можно покрыть диапазон грузоподъемностей от 50 до 600 кг.

Защищенность рабочего колеса обеспечивает безопасную и безаварийную эксплуатацию агрегатов.

На базе привязных систем такого типа может быть создана платформа для тушения пожаров и доставки средств спасения при пожарах на высотных зданиях и сооружениях с большой весовой эффективностью и большим (до суток) временем нахождения в воздухе за счет электроснабжения с земли по кабелю питания и управления.

Внешний вид одного из возможных вариантов привязной многовентиляторной платформы представлен на рисунке.



**Рис. Общий вид привязной четырех вентиляторной платформы**

Создание БПЛА вертикального взлета с наземным комплексом дистанционного управления, с учетом новых подходов к разработке средств экстренной разведки, является весьма актуальным и перспективным направлением в области мониторинга опасных явлений.

#### **Литература:**

1. Нестеренко А.Г., Кораев К.В., Сидоренко Е.А. Особенности развития системы комплексной безопасности в Арктической зоне Российской Федерации в вопросах управления и взаимодействия с использованием специализированного Арктического класса Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы // Науч.-аналит. журнал «Вестник Санкт-Петербургского ун-та ГПС МЧС России». 2016. № 3.

2. Картеничев А., Иванов А., Сукочев А. Задачи беспилотной авиации МЧС России в Арктической зоне // Каталог «Пожарная безопасность–2017». 2017.

3. Проведение аварийно-спасательных работ, тушение пожаров и применение пожарной и аварийно-спасательной техники в условиях крайнего севера: учеб. пособие / В.Н. Ложкин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Ложкина. СПб.: С.-Петербург. ун-т ГПС МЧС России, 2015.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ**

**А.Ю. Лабинский, кандидат технических наук, доцент;  
Т.Н. Антошина, кандидат педагогических наук, доцент.  
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Рассмотрены особенности моделирования процессов и систем с помощью сетей Петри. Приведены примеры моделирования вычислительных систем и процессов эвакуации людей при пожаре.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, математическая модель, сети Петри.

## **SIMULATE THE PROCESS AND SYSTEM WITH THE AID OF PETRI NETWORK**

A.Yu. Labinskiy; T.N. Antoshina.  
Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia.

This article presents the speciality of simulate the process and system with the aid of Petri network. Presents the examples of simulate the computing system and process the evacuation peoples in the time of fire.

*Keywords:* fire safety, mathematical model, Petri network

Сети Петри – это графическое и математическое средство моделирования систем и процессов. Как правило, сетями Петри моделируют параллельные (синхронные и асинхронные) системы и процессы [1]. Области применения сетей Петри включают исследование телекоммуникационных сетей, сетевых протоколов, вычислительных систем и вычислительных процессов, производственных и организационных систем [2].

Сети Петри впервые описаны немецким математиком Карлом Петри в 1962 г. Сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный мультиграф, состоящий из вершин двух типов – позиций и переходов, соединенных между собой дугами. Вершины одного типа