

# ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРАЖДАНСКИХ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РФ



Координационный совет РСПП по  
развитию Северных территорий и  
Арктики

# 90 ЛЕТ ПОЛЯРНОЙ АВИАЦИИ

1931-2021

1 марта 1931 создано первое авиационное подразделение общества «Комсеверпуть» - Служба связи

Более 60% территории РФ относится к регионам Арктики, Крайнего Севера и местностям, приравненным к ним



# АВИАЦИЯ В СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ АРКТИКИ 2035

Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года принята в 2020 году

II. Оценка состояния развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности

7. Основными проблемами, вызовами и угрозами, формирующими риски развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности, остаются:

**ж) низкий уровень развития и высокая стоимость создания транспортной инфраструктуры, в том числе необходимой для развития малоавиации и обеспечения круглогодичных авиaperевозок по доступным ценам**

III. Цель Стратегии, основные направления, задачи и меры по развитию Арктической зоны и обеспечению национальной безопасности

11. Основные задачи в сфере социального развития Арктической зоны достигаются посредством следующего комплекса мер:

**б) оснащение автомобильным и авиационным транспортом медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь для доставки пациентов в медицинские организации, медицинских работников до места жительства пациентов, а также для доставки лекарственных препаратов в отдаленные территории, в том числе места традиционного проживания малочисленных народов;**

**х) совершенствование механизмов субсидирования магистральных, межрегиональных и местных (внутрирегиональных) авиaperевозок**

14. Основные задачи в сфере развития науки и технологий в интересах освоения Арктики достигаются посредством следующего комплекса мер:

**а) разработка и реализация комплексной программы фундаментальных и прикладных исследований в интересах развития Арктики, в том числе в области промышленной робототехники, суперкомпьютерного моделирования, геокриологии (мерзлотоведения), гляциологии, геологии, геоморфологии, минералогии, океанологии, геофизики, беспилотных транспортных систем, дистанционного зондирования Земли, возобновляемых и портативных источников энергии, оказания медицинской помощи и методов ускоренной адаптации к арктическим условиям, промышленной гигиены и медицины труда, арктической биологии и биотехнологии, арктической экологии, гидрометеорологии, строительства на многолетнемерзлых грунтах, интегрированных средств навигации и связи**

17. Основные задачи в сфере обеспечения защиты населения и территорий Арктической зоны от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера достигаются посредством следующего комплекса мер:

**б) разработка технических средств, технологий и экипировки для проведения аварийно-спасательных работ и тушения пожаров, развитие парка авиации, авиационной инфраструктуры и авиационно-спасательных технологий в целях обеспечения защиты населения и территорий, сокращения сроков реагирования на чрезвычайные ситуации с учетом решаемых задач и природно-климатических условий Арктической зоны**

12. Основные задачи в сфере экономического развития Арктической зоны достигаются посредством следующего комплекса мер:

**н) разработка механизма государственной поддержки интенсификации лесовосстановления, развития лесной инфраструктуры и глубокой переработки лесных ресурсов, развитие системы авиационной охраны лесов от пожаров**

Мониторинг открытых источников (СМИ)  
Научные статьи, патенты, практическое использование  
Экспертный опрос (более 120 адресатов)

# 252

источника информации

# 12

разработчиков  
и производителей

# 26

потребителей /  
в т.ч. потенциальных



# ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАС

**Сложности эксплуатации, навигации и управления воздушными судами в Арктике и на Севере обусловлены:**

- Экстремальными климатическими условиями (сложными метеоусловиями в течение 8-9 месяцев)
- Отсутствием стационарной наземной инфраструктуры
- Нехваткой естественных и искусственных ориентиров
- Долгой продолжительностью полярной ночи
- Неустойчивостью работы магнитных компасов и средств связи, в т.ч. спутниковой системы навигации GPS/ГЛОНАСС
- Дрейфом ледяного покрова и его состоянием
- Другими особенностями полярных широт

# ПРОБЛЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ БАС В АРКТИКЕ



**1** Недостаточные летно-технические характеристики современных БВС / не учтены сложные климатические и метеорологические условия Арктики



**2** До 10% из представленных на российском рынке компаний конструируют и производят БВС для особенных условий эксплуатации, в т.ч. для Арктики и Крайнего Севера



**3** Конструкторы БАС не всегда учитывают аспекты деятельности в условиях Заполярья, как экономические, так и эксплуатационные



**4** Отсутствие у потенциальных конечных эксплуатантов техники или потребителей сервисных услуг практического опыта использования БВС



**5** Отсутствие стационарной наземной инфраструктуры



**6** Отсутствие эффективной рыночной нормативно-правовой базы и противоречивые действия регулирующих органов и операторов рынка

# ТРЕБОВАНИЯ К БАС ДЛЯ СЕВЕРА И АРКТИКИ



**1** Производство и эксплуатация БВС на основе доступных технологий / стоимость



**2** Расширение пределов климатической эксплуатации



**3** Увеличение энерговооруженности, дальности и скорости полета



**4** Увеличение грузоподъемности



**5** Точность навигации и безопасное пилотирование



**6** Создание многоцелевых и модульных БВС



**7** Автономность / использование технологий ИИ

Применение БВС в коммерческих целях, требует автономного полета без ручного управления внешним оператором. Такой полет возможен только при точном определении БВС собственных координат и при самостоятельной реакции на внешние условия (метеорологические, климатические, технические, топографические, биологические и т.д.)

# НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ «ПОЛЯРНЫХ» БВС

ИСТОЧНИКИ СИГНАЛОВ

## Входные параметры

воздушная и путевая скорость
высота полета (давление) ориентация планера в пространстве (курс, крен)
заряд батареи (напряжение и сила тока)
степень обледенения (температура наружного воздуха, влажность воздуха)
качество сигнала с камеры
движение (датчик движения круговой)
количество топлива в баке (ДВС)
иной сигнал 1
иной сигнал 2

## Нейронные сети



## Выходные сигналы

увеличение или уменьшение скорости
снижение или набор высоты
изменение курса или крена в градусах
изменение энергопараметров (уменьшение тяги двигателей, отключение источников и т.д.)
команда на снижение или посадку, изменение оборотов двигателей
команда на снижение или посадку
изменение крена или курса
поиск возможностей для дозаправки или смена курса
иной сигнал 1
иной сигнал 2

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Соответствие входных и выходных параметров ИНС БВС

Примеры ИНС прямого распространения на основе библиотеки Keras

```

1 | df = pd.read_csv('train_uav_dataset.csv')
2 | x_train=df[['current speed', 'pressure change', 'wind speed']] #включение данных для обучения
3 | y_train=df[['fuel speed']]
4 | df = pd.read_csv('test_uav_dataset.csv')
5 | x_test=df[['current speed', 'pressure change', 'wind speed']] #включение данных для проверки качества модели
6 |
7 |
8 | |
9 | |
10 | |
11 | |
12 | |
13 | |
14 | |
15 | |
16 | |
17 | |
18 | |
19 | |
20 | |
21 | |
22 | |
23 | |
24 | |
25 | |
26 | |
27 | |
28 | |
29 | |
30 | |
31 | |
32 | |
33 | |
34 | |
35 | |
36 | |
37 | |
38 | |
39 | |
40 | |
41 | |
42 | |
43 | |
44 | |
45 | |
46 | |
47 | |
48 | |
49 | |
50 | |
51 | |
52 | |
53 | |
54 | |
55 | |
56 | |
57 | |
58 | |
59 | |
60 | |
61 | |
62 | |
63 | |
64 | |
65 | |
66 | |
67 | |
68 | |
69 | |
70 | |
71 | |
72 | |
73 | |
74 | |
75 | |
76 | |
77 | |
78 | |
79 | |
80 | |
81 | |
82 | |
83 | |
84 | |
85 | |
86 | |
87 | |
88 | |
89 | |
90 | |
91 | |
92 | |
93 | |
94 | |
95 | |
96 | |
97 | |
98 | |
99 | |
100 | |
    
```

Предотвращение сноса ветра от заданной траектории полета (и облет препятствий)

```

1 | df = pd.read_csv('train_uav_dataset.csv')
2 | x_train=df[['temperature', 'humidity', 'wind speed']] #включение данных для обучения
3 | y_train=df[['icing intensity']]
4 | df = pd.read_csv('test_uav_dataset.csv')
5 | x_test=df[['temperature', 'humidity', 'wind speed']] #включение данных для проверки качества модели
6 |
7 |
8 |
9 |
10 |
11 |
12 |
13 |
14 |
15 |
16 |
17 |
18 |
19 |
20 |
21 |
22 |
23 |
24 |
25 |
26 |
27 |
28 |
29 |
30 |
31 |
32 |
33 |
34 |
35 |
36 |
37 |
38 |
39 |
40 |
41 |
42 |
43 |
44 |
45 |
46 |
47 |
48 |
49 |
50 |
51 |
52 |
53 |
54 |
55 |
56 |
57 |
58 |
59 |
60 |
61 |
62 |
63 |
64 |
65 |
66 |
67 |
68 |
69 |
70 |
71 |
72 |
73 |
74 |
75 |
76 |
77 |
78 |
79 |
80 |
81 |
82 |
83 |
84 |
85 |
86 |
87 |
88 |
89 |
90 |
91 |
92 |
93 |
94 |
95 |
96 |
97 |
98 |
99 |
100 |
    
```

Предсказание интенсивности обледенения БВС

```

1 | def SensorRemainingTimeFunction:
2 |     prediction_remainingflighttime = model.predict(standardized_x_test) #предсказание для оставшегося времени полета
3 |     SensorValue_RemainingFlightTime = returnSensorValue() #получение значения остатков топлива полета с датчика
4 |     a = prediction_remainingflighttime * SensorValue_RemainingFlightTime * 100
5 |     if (0<a<100): #если значение меньше и предсказание времени меньше, чем на 100%
6 |         return (a-100) #то функция возвращает это значение в градусах
    
```

Предсказание оставшегося времени полета БВС с электродвигателями



# ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ИНС

**1** Способность БВС облетать препятствия при отсутствии известных наземных ориентиров и устойчивого сигнала со спутниковых навигационных систем

**2** Создание модификаций ИНС, когда ПО решает специфические задачи:

- парирование сноса ветра при посадке БВС на площадку; ИНС «осваивает» основные пилотажные навыки, включающие в себя быстрое вращение вокруг трёх главных осей и различные последовательности манёвров;
- прогнозирование энергозатрат силовых установок и аппаратуры БВС в непредвиденных условиях полета с более высокой точностью, чем без систем с ИНС;
- моделирование множества сценариев полета для понимания того, что происходит с БВС во время полета и предугадывания возможных неисправностей заранее;
- просчет вариантов ремонта БВС при обнаружении неполадки на борту.

**3** Повышение безопасности полетов БВС в долгосрочной перспективе и снижение вероятности рискованных событий в полете в условиях АЗ РФ

**4** Повышение экономической эффективности БВС, а также эксплуатационных компаний, с учетом более высокой себестоимости производства и оказания услуг в АЗ РФ

# СТАНДАРТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КВАЛИФИКАЦИЙ



- Разработка профессиональных стандартов в рамках системы профессиональных квалификаций
- Создание Центров профессиональной компетенции Полярной авиации, в т.ч. для эксплуатации БАС

# ДОРОЖНАЯ КАРТА



## 2021-2022



Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

- Предложение о создании пилотных полигонов в Арктике и ДФО.  
- Обоснование создания нормативно-регуляторных «песочниц» для активизации эксплуатации гражданских БВС в Арктике.

**Февраль 2021**

**Февраль 2021**



Федеральное агентство по туризму

Предложение о применении БВС для туристической отрасли направлено в Федеральное агентство по туризму в марте 2021 г. для включения в Дорожную карту по развитию туризма в Арктической зоне РФ



Подана заявка на грант

**Март 2021**

Работа в экспертной группе РВК по ТЗ для Ur Great 2021 в области беспилотных авиационных грузоперевозок

**Июнь-август 2021**



Предложение о формировании зон свободного полета в Арктике

**Май 2021**



Отработка модели нейросети и проведение серии экспериментов на Таймыре по эталонному прибору для набора экспериментальных данных

**Октябрь 2021**



Разработка профессиональных квалификаций профессий будущего Атласа новых профессий

**Январь-декабрь 2021**



6 мероприятий по популяризации БАС для Арктики и ДФО



**ДОБРО  
ПОЖАЛОВАТЬ  
В АРКТИКУ!**

**[www.rspp-arctic.ru](http://www.rspp-arctic.ru)  
[fav@rspp-arctic.ru](mailto:fav@rspp-arctic.ru)**