

Применение БПЛА* в ледовой разведке

* В данном материале рассматривается использование БПЛА с взлетным весом до 30 кг.

Ледовая разведка (ЛР) — инструментальное и визуальное наблюдение за ледовой обстановкой.

Ледовая обстановка — состояние ледового покрова на морях и внутренних водных путях (реках, озерах, водохранилищах), влияющее на условия и безопасность плавания кораблей (судов).

Характеризуется:

- количеством льда;
- толщиной льда, уровнем его деформированности;
- сплоченностью (оценивается по 10 балльной системе: каждые 10% водной поверхности, покрытые льдом, один балл).

Ледовая разведка проводит сбор и изучение данных о характере и состоянии ледового покрова в полностью или частично замерзающих морях с целью обеспечить безопасность плавания судов и другие виды хозяйственной и научной деятельности.



Ледовая разведка проводится:

- летательными аппаратами,
- метеорологическими искусственными спутниками Земли,
- кораблями и судами,
- наземными и дрейфующими гидрометеостанциями,
- дрейфующими автоматическими радиометеостанциями.

Задачи ледовой разведки:

- всестороннее изучение ледового покрова:
 - границ его распространения, толщины, сплоченности;
 - наличия трещин, полыней и разводий в нем;
 - положения и состояния кромки льда;
 - прочности и грузоподъемности льда;
 - направления и скорости его дрейфа;
 - возраста льда;
 - торосистости льда;
- поиск ледяных островов;
- определение других характеристик ледяного покрова.



Требования к ледовой разведке:

- оперативность;
- непрерывность;
- своевременность;
- достоверность;
- точность.



Методы ледовой разведки:

- водная;
- авиационная (воздушная);
- космическая (спутниковая).



Водная ледовая разведка ведется:

- береговыми гидрометеорологическими постами и станциями;
- наземными и дрейфующими на льду гидрометеостанциями и автоматическими радиометеостанциями;
- судами (особенно ледокольного типа).



Применение морской авиации судового базирования (вертолеты, БПЛА).

Воздушная ледовая разведка ведется с помощью специально оборудованного самолета. Лаборатория оснащена цифровым пилотажно-навигационным комплексом, бортовым радиоэлектронным оборудованием различного назначения, которое обеспечивает решение мониторинговых (в том числе ведение ледовой разведки) и поисково-спасательных задач.



Летающая лаборатория на базе самолета ИЛ-114

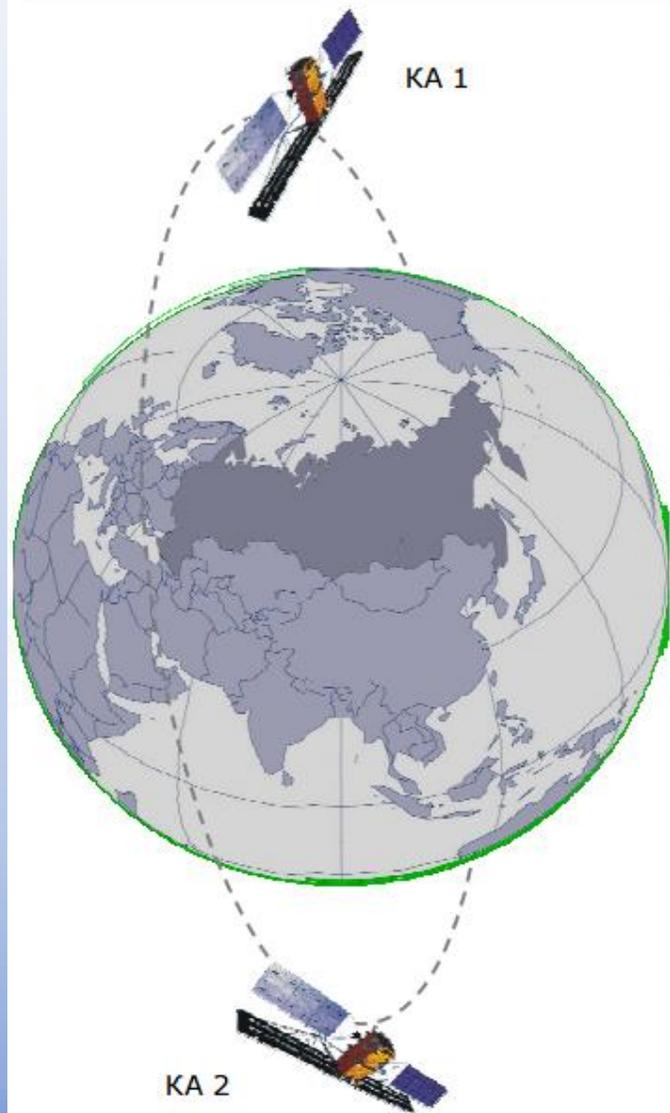
Космическая (спутниковая) ЛР

Данные метеорологических и других искусственных спутников Земли используются для определения динамики границ ледового покрова, его толщины и сплоченности.

Непрерывность получаемых данных сможет обеспечить многофункциональная космическая система «Арктика», в частности подсистема «Арктика-Р». Радиолокационный спутник «Арктика-Р» сможет определять точное состояние ледовой обстановки и обеспечивать проводку судов по Северному морскому пути.



ПОДСИСТЕМА «АРКТИКА-Р» (КС ДЗЗ «СМОТР»)



НАЗНАЧЕНИЕ

Подсистема «Арктика-Р» предназначена для обеспечения с высокой периодичностью круглосуточного всепогодного мониторинга арктического региона

РЕАЛИЗАЦИЯ

Подсистема «Арктика-Р» строится на базе радиолокационного сегмента КС ДЗЗ «СМОТР». Создается на внебюджетные средства в рамках государственно-частного партнерства

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Круговые солнечно-синхронные орбиты высотой 550...750 км

Частотный диапазон X (9,5 – 9,8 ГГц)

Основные режимы радиолокационной съёмки:

детальный, обзорный, маршрутный, интерферометрический (включая дифференциальный)

Режимы передачи информации

непосредственная передача, запись в БЗУ для последующей передачи на ЗС

Поляриметрические режимы:
Ширина полосы обзора на местности не менее:

полная поляриметрическая матрица

Пространственное разрешение:

450 км – детальные режимы
600 км – обзорные режимы
не хуже 1 м (детальный режим)
не хуже 10 м (маршрутный режим)
не хуже 100 м (обзорный режим)

Производительность:

не менее 60 млн. кв. км. в год

Оперативность наблюдений:

до 10 раз в сутки для объектов в арктическом регионе

Ввод в эксплуатацию двух КА «Арктика-Р» ожидается в 2021-2023гг.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Визуальная авиационная разведка льдов.

Исторически для проведения воздушной ЛР применялись исключительно визуальные методы – осмотр ледовых полей с борта самолета. В состав экипажа самолета включался специалист «ледовый разведчик».



Осуществлялась стратегическая разведка - полет на большие районы и расстояния прямыми галсами по 500-700 километров.

Тактическая разведка охватывала небольшие площади и предполагала выполнение коротких галсов с привязкой к побережью материка и островам, в основном, вдоль трассы Северного морского пути.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Радиолокационная съемка для измерения толщины льда.

Радиолокационная съемка активно применяется в гражданской авиации и обеспечивает получение изображений земной поверхности и объектов, расположенных на ней, независимо от погодных условий, в дневное и ночное время благодаря принципу активной радиолокации: отправление зондирующих сигналов излучающей антенной и прием отраженных сигналов с последующим преобразованием их в изображения или извлечением информации о разности фаз посланного и отраженного сигнала.

Проведение радиолокационной съемки дает возможность установить примерную толщину льда – однолетний лед на снимках более темный, нежели многолетний.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

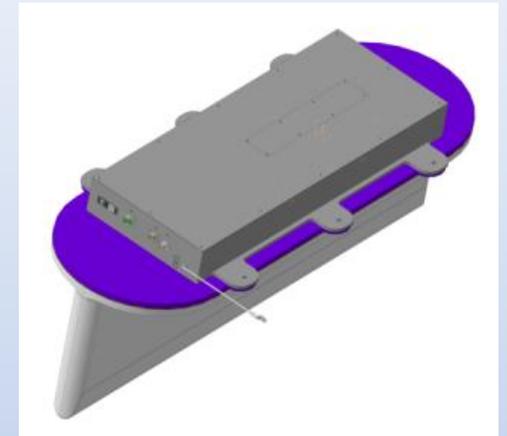
Преимущество радиолокационной ледовой съемки - возможность использования метода даже в плохих погодных условиях: туман, облака, независимость от освещенности.

Недостаток – метод неэффективен для теплой погоды: при таянии льдов на поверхности появляется много воды, которая активно поглощает радиоволны, что исключает возможность определения толщины льда.

В таких случаях можно использовать другие диапазоны — видимый и инфракрасный (ИК), более толстые многолетние льды на ИК-снимках выглядят более светлыми, чем однолетние.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

В «УПКБ «Деталь» разрабатывается **Радиолокационный измеритель льда «Радар»**, предназначенный для дистанционного измерения толщины морского и пресного льда с борта летательного аппарата гражданской авиации в целях ледовой разведки. Разработку планируется завершить в течение года.



Разработка
АО «Уральское
проектно-
конструкторское
бюро «Деталь»

Основные тактико-технические характеристики	
Измеряемая толщина льда, м	0,5 – 3,0
Погрешность измерения толщины льда с вероятностью 0,95, м	$\pm (0,1 + 0,15 \cdot h_l)$,
	где h_l – толщина льда
Диапазон высот при измерении толщины льда, м	200 – 1000
Горизонтальная скорость ЛА при измерении толщины льда, м/с	0 – 150

Измерение осуществляется в низком диапазоне частот. Расчетный вес пакета электроники и антенны составляет около 50 кг, что делает невозможным применение на БПЛА*.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Георадарная съемка.

Георадиолокация (георадарное обследование) основано на излучении и приеме электромагнитных волн. Для зондирования исследуемой среды используется Георадар - прибор радиолокационного зондирования (GPR - Ground Penetrating Radar). Георадар состоит из 3-х частей:

- блок управления;
- блок регистрации (ноутбук);
- антенна.

Высокочастотная антенна (свыше 700 МГц) осуществляет зондирование на незначительную глубину (не более 2м) и выявляет элементы до 10 см. Среднечастотные (ок. 500 МГц) и низкочастотные антенны (менее 100 МГц) проникают на глубину 5-40 метров и могут применяться для измерения толщин льда.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Георадарная съемка с БПЛА.



Георадар

Zond-12e Drone 500A

установлен на коптер

DJI M600 Pro.

Частота антенны 500 МГц.

Производитель

SPH Engineering.

Опыт измерения толщины
льда в Гренландии.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Георадарная съемка с БПЛА.



Интегрированная система георадар-дрон.
DJI M600 Pro и антенна Cobra SUB ECHO-150
(SE-150).

SE-150 имеет среднюю частоту 124 МГц и
может зондировать грунт до глубины 15-20 м.
(с уровня земли) и 7-10 м. с дрона.

Рекомендуемая для АФС высота 2,5м.

Производитель RADARTEAM SWEDEN AB.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Георадарная съемка с БПЛА.



Ледомер ЛД-400. Измеряемая толщина льда и снега в режиме зависания на высоте 5-10 м. – не менее 2 м. Частота антенны 400 МГц.

Производитель ООО «Логические системы». Применение МЧС России на реках Сибири при формировании ледовых переправ.

Георадарная съемка с БПЛА

Преимущества использования георадара на БПЛА:

- БПЛА обеспечивает большую точность съемки, способен выдерживать скорость и курс полета, благодаря встроенному GPS и автоматизации полета;
- способность выдерживать высоту полета относительно рельефа местности в случае применения высотомера (алгоритм следования рельефу);
- высокая производительность (относительно применения наземных георадаров);
- нулевой риск для персонала – проведение работ без входа в зону обследования (относительно применения наземных георадаров);
- экономичность в сравнении с пилотируемой авиацией;
- возможность передачи данных с БПЛА в режиме реального времени;
- быстрая разворачиваемость и возможность выполнения взлета / посадки с ограниченной площадки, в случае применения коптера или конвертоплана;
- малые размеры и вес комплекса, позволяющие располагать оборудование даже на маленьких судах.

Георадарная съемка с БПЛА

Недостатки использования георадара на БПЛА:

- влияние погодных условий;
- ограничение веса применяемой на БПЛА полезной нагрузки;
- выполнения полета на минимальных высотах (рекомендация применения радара частотой 500 МГц на высоте не более 1 метра над поверхностью);
- продолжительность полета БПЛА ограничена запасом применяемых аккумуляторов;
- георадар неэффективен для применения в соленой воде (как природной, так и химически насыщенной) – в ней происходит быстрое затухание сигнала, что может снижать глубину зондирования до нуля. Несмотря на меньшее чем у воды затухание радиосигнала в соленом льду, использование георадаров для зондирования льда может быть осложнено наличием трещин и полостей с соленой водой что негативно влияет на качество получаемых данных.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Ледовый мониторинг.

Дрейфующие льды, айсберги, отколовшиеся ледники представляют угрозу для судоходства, эксплуатации морских сооружений, иногда даже поселений (айсберг у берегов Гренландии в 2018 году).



Потепление климата, изменение ледового покрова Арктики, освоение нефтяных и газовых месторождений в Арктике способствуют увеличению объемов перевозок через Севморпуть. В целях минимизации угроз при использовании судами Северного морского пути, целесообразно проводить фоновый мониторинг (построение обзорных ледовых карт) на регулярной основе. В т.ч. можно использовать данные, полученные с БПЛА.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Аэрофотосъемка (АФС) с БПЛА.

БПЛА повышенной дальности (6-14 часов полета) могут проводить фотосъемку морских участков в автоматическом режиме.

Полученные данные будут обрабатываться в общем информационном центре.

В случае обнаружения айсберга, ледника, на основании полученных данных можно сформировать его 3D-модель, рассчитать габариты, оценить угрозу для объектов морской инфраструктуры. Если обнаруженный айсберг будет признан потенциальной угрозой, возможно провести его маркировку путем сброса радиомаяка, с последующим отслеживанием его перемещений, наблюдением за изменениями габаритов.



Инструменты для проведения воздушной ЛР

Аэрофотосъемка (АФС) с БПЛА.

Для проведение мониторинга морских территорий в целях обеспечения проводки судов эффективно применять БПЛА судового размещения, типа конвертоплан.

Преимущества применения конвертоплана:

- взлет и посадка с палубы судна (вертолетной площадки); при необходимости можно осуществить посадку БПЛА на ледовую площадку без риска повреждения полезной нагрузки
- планирование автоматического полета в зависимости от локации самого судна и предполагаемого курса следования;
- оперативное развертывание;
- бóльшая энергоэффективность чем у мультикоптеров.



Инструменты для проведения воздушной ЛР

Видеомониторинг с БПЛА.

Для получения информации о состоянии ледового покрова в непосредственной близости от судна можно проводить видеомониторинг с БПЛА, для поиска разрывов ледяного покрова, полыней и разводий для безопасного прохода судов, определять скорость перемещения льда.



Управление БПЛА возможно по радиосигналу, повторный облет и дополнительный осмотр участка.

Передача данных оператору осуществляется в режиме онлайн на удалении до 100-150 км. В случае ухудшения погодных условий и снижения качества передачи сигнала, или для увеличения дальности передачи сигнала, возможно применение одновременно второго БПЛА, используемого в качестве ретранслятора.

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Требования к БПЛА для применения в условиях Арктики в целях ЛР:

- влагозащищенность по стандарту не ниже IP-67;
- навигационное оборудование, обеспечивающее точность позиционирования БПЛА, для приземления на палубу судна;
- повышенная энергоэффективность, рекомендовано применение гибридной установки или ДВС;
- работоспособность при температурах до -40° и порывах ветра 15-20 м/с;
- грузоподъемность не менее 3-5 кг. для различной полезной нагрузки;

Инструменты для проведения воздушной ЛР

Вывод: Эффективное применение БПЛА для воздушной ледовой разведки возможно в случае создания и применения специализированного комплекса, в состав которого может входить:

- средства визуального мониторинга в видимом и ИК диапазонах;
- высокочастотный сканирующий радар, для выявления радиофизических свойств поверхности и установления нижней границы снежного покрова;
- лазерный дальномер, который будет использоваться с целью снятия рельефа зондируемой поверхности либо верхней части снежного покрова;
- георадар для изучения структуры грунта и нахождения в нем неоднородностей (инородные объекты, водоносные слои и т. п.).

Сканирующий лазер измеряет дальность до поверхности и определяет рельеф, а высокочастотный радар подтверждает эти данные.

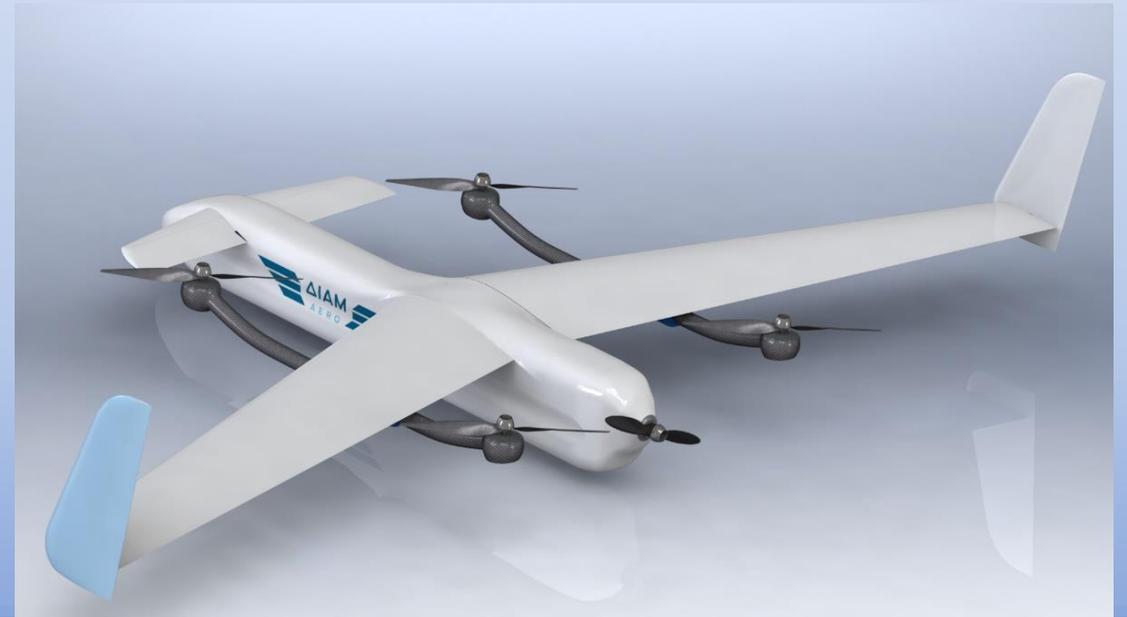
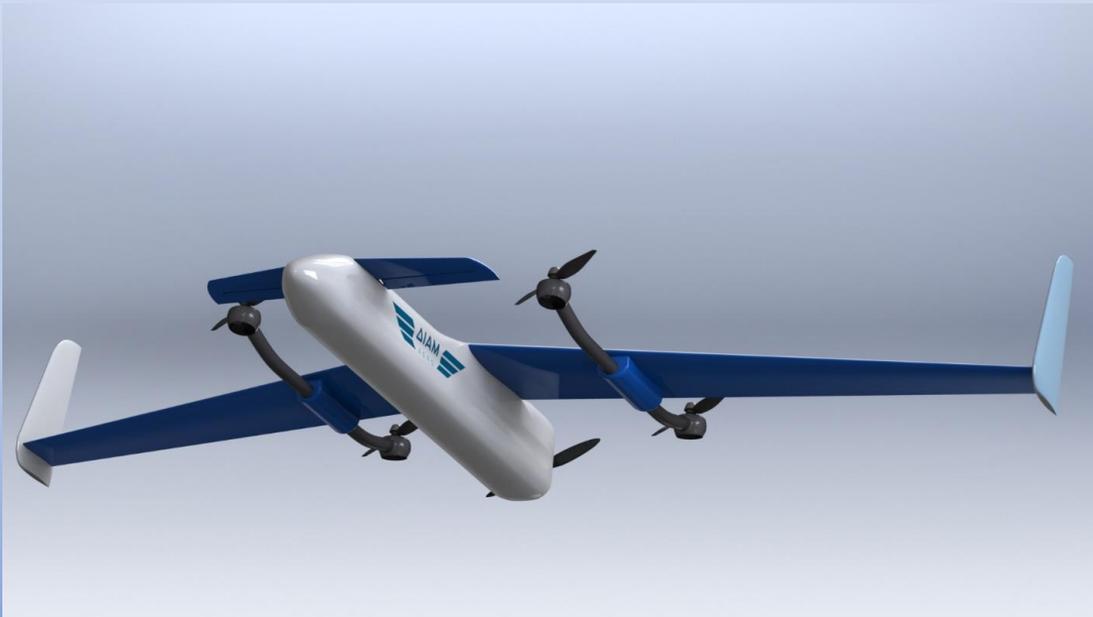
Инструменты для проведения воздушной ЛР

По оценкам специалистов, современное развитие технологий, минимизирование используемых элементов, возможность применения нескольких технологий одновременно позволит в ближайшие несколько лет реализовать этот инструмент и внедрить его использование в целях обеспечения безопасности морского судоходства и эксплуатации морских арктических месторождений.

Размещение БПЛА на морском судне позволит осуществлять тактическую разведку и на основании полученных данных обеспечивать проводку одиночного корабля или каравана судов.

БПЛА для воздушной ледовой разведки

Компания ДИАМ-АЭРО заканчивает разработку конвертоплана «ДИАМ 20К» с двигателем внутреннего сгорания и рассматривает его применение для ЛР. Основные параметры - дальность 800 км за 10 часов полета, способность выполнить вертикальный взлет и посадку на ограниченной площадке.



«ДИАМ 20К» / Тактико-технические характеристики

Масса-габаритные характеристики:	
Максимальная взлетная масса, кг	до 29
Размах крыла, мм	4000
Длина, мм	2000
Масса полезной нагрузки, кг	до 3,5
Скоростные характеристики:	
Максимальная скорость полета м/с (км/ч)	40 (144)
Крейсерская скорость полета м/с (км/ч)	22-24 (80-90)
Тактические характеристики:	
Максимальная продолжительность полета, часов	10
Максимальная дальность полета, км	800
Максимальная высота полета, м	4000
Режим взлета	вертикальный
Режим посадки	вертикальный
Ограничения по скорости ветра, не более, м/с (взлет и посадка / полет)	15 / 20
Температурный диапазон окружающей среды, С	от -40 до +40

«ДИАМ 20К» / БПЛА для воздушной ЛР

«ДИАМ 20К» будет оснащен в соответствии с требованиями к БПЛА для применения в районах Арктики. При полном запасе топлива для полета может взять до 3,5 кг полезной нагрузкой. На борту установлен генератор питания электросистемы. В конструкции корпуса предусмотрено два отсека для размещения полезных нагрузок, что делает возможным применение нескольких нагрузок одновременно. Возможность размещения груза в корпусе БПЛА.

Варианты полезной нагрузки:

- фотоаппараты высокого разрешения;
- система видеонаблюдения;
- мультиспектральная камера;
- тепловизионная камера;
- бокс для доставки грузов;



Благодарим за внимание!

ООО «ДИАМ-АЭРО»

- г. Санкт-Петербург, пр. Обуховской Обороны, д.86 лит. М, БЦ «Квартал» офис 453
- тел. +7-812-676-53-30, 676-13-82
- info@diam-aero.ru
- www.diam-aero.ru