

Беспилотная геофизика в Арктике

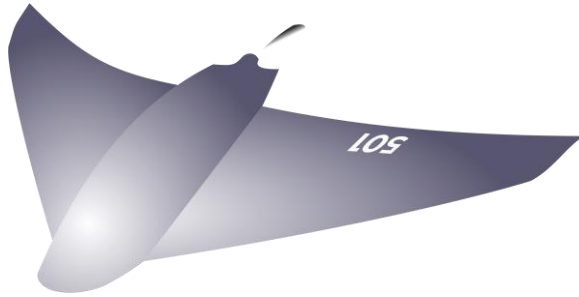
Игорь Михайлович
Алёшин

*гнс, зав. лаб. Геоинформатики, ИФЗ РАН,
внс, ГЦ РАН*



РНФ
Российский
научный фонд

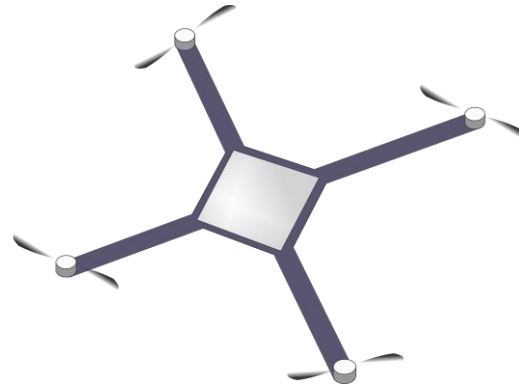




Фиксированное крыло

Высокая скорость, большая дальность
и высота полёта
Аварийная посадка, как правило, не
вызывает серьёзных разрушений

Сложности при взлёте и посадке
Более жесткие требования
к ветру и высоте полёта
Сложность размещения полезной
нагрузки
Низкая маневренность

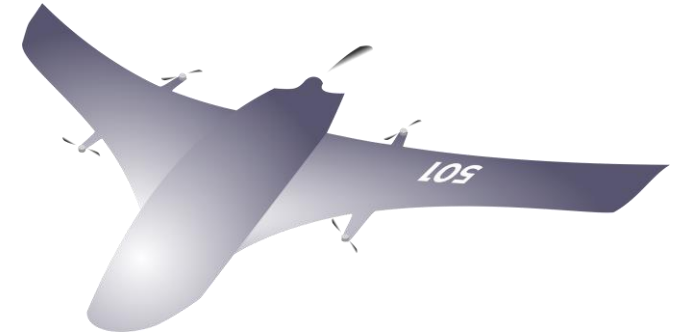


Мультиротор

Простота взлёта-посадки
Маневренность (компенсация ветра,
возможность “зависать”)
Простота монтажа доп. оборудования

Небольшая скорость перемещения
Ограничение дальности полёта
Аварийная посадка приводит к
серьёзным повреждениям

Виды БВС



VTOL

(vertical take off and landing)

Простота взлёта-посадки
Маневренность (компенсация ветра,
возможность “зависать”)
Высокая скорость, большая дальность
и высота полёта

Сложность размещения полезной
нагрузки
Требования к ветру и высоте полёта



Проведение полётов в РФ

Порядок работы — разрешительный:

Представление на «режим», установление режима, подача плана, оперативная работа и полёт

От 3 до 60 дней

Предварительно:

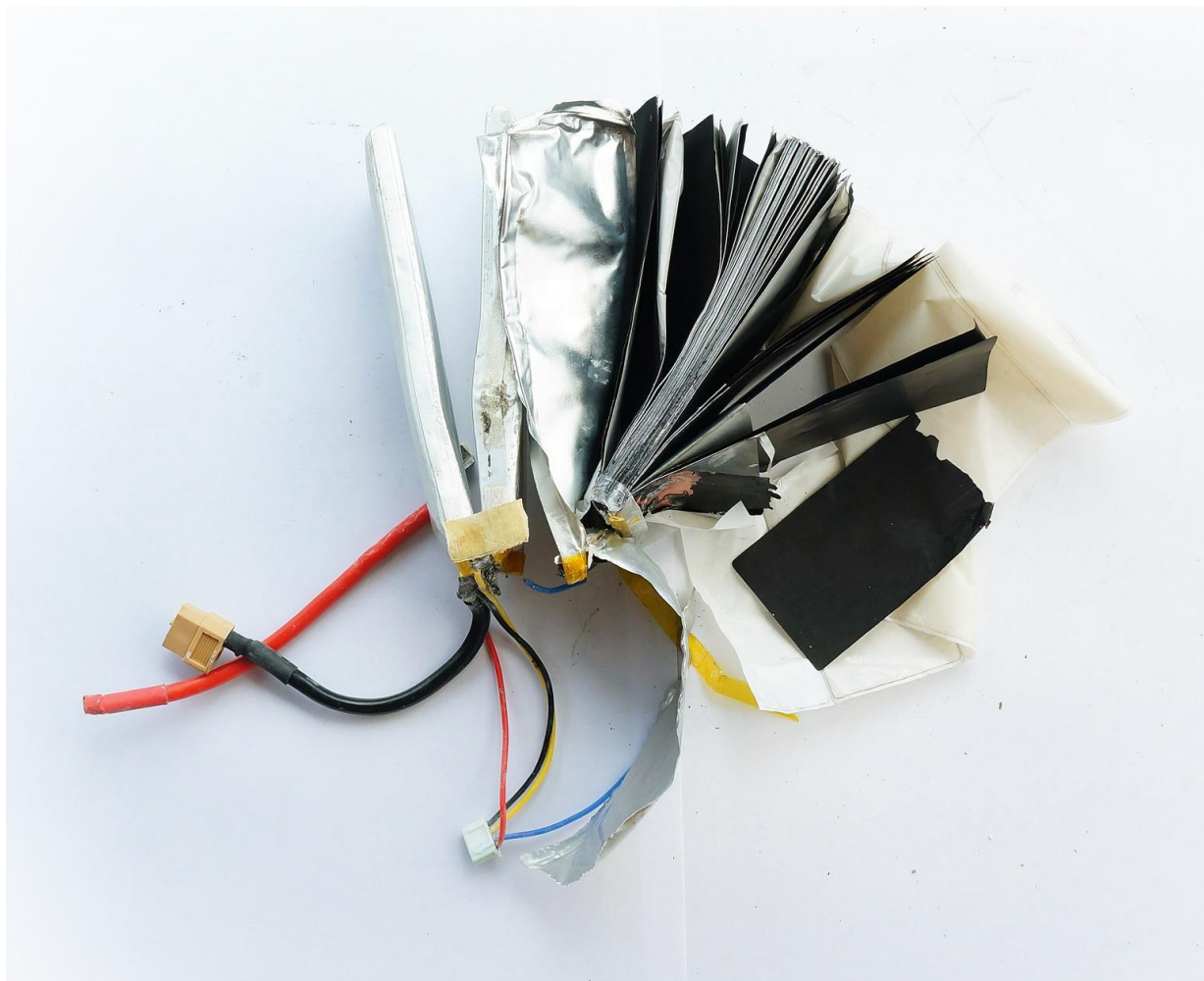
- Учётные номера на БВС
- Страховка
- Сертификат лётной годности (в некоторых случаях)

Проведение полётов в РФ

Исключение (все условия должны выполняться):

1. Вне населённых пунктов
2. Вдали от массового скопления людей
3. Не выше 150 метров
4. В прямой видимости (ОрВД считает, что это не дальше 2 км)
5. Далее 5 км от аэродромов и вертодромов
6. Вне диспетчерских зон, запретных зон, зон ограничений

Батареи



Распространение и удешевление легких и мощных батарей — одна из причин роста сегмента БВС.



Винтомоторные группы

Ещё одной предпосылкой является развитие точной механической обработки для производства электромоторов.



Авионика

Распространение недорогих,
но мощных процессоров

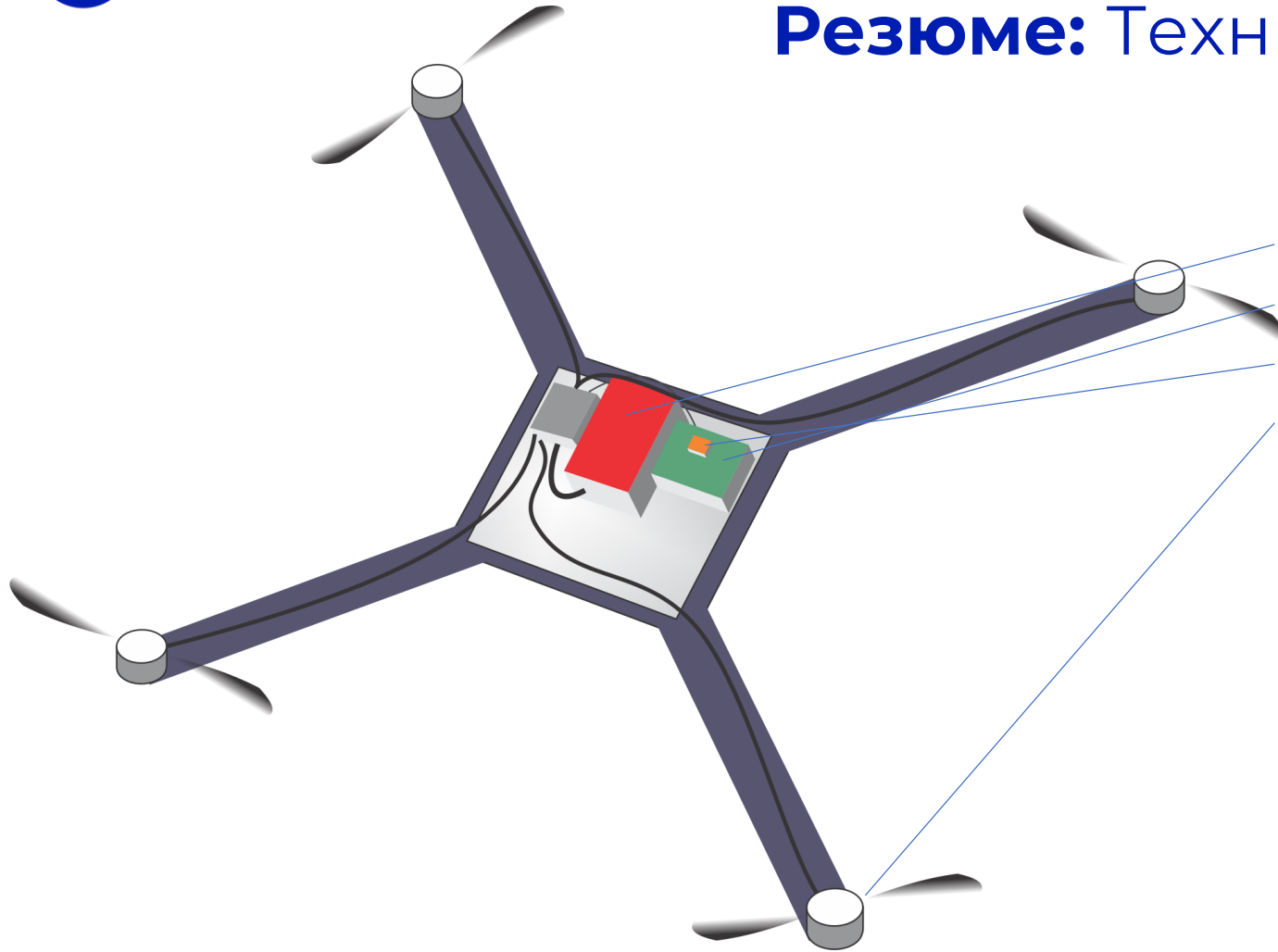


Микрокомпьютеры в БВС:

- полетный компьютер
- внешнее управления полётом
- ГНСС-приемник
- управлении скоростью моторов
- силовая регуляция питания моторов
- Взаимодействие с навесным оборудованием



Резюме: Техническое устройство БВС



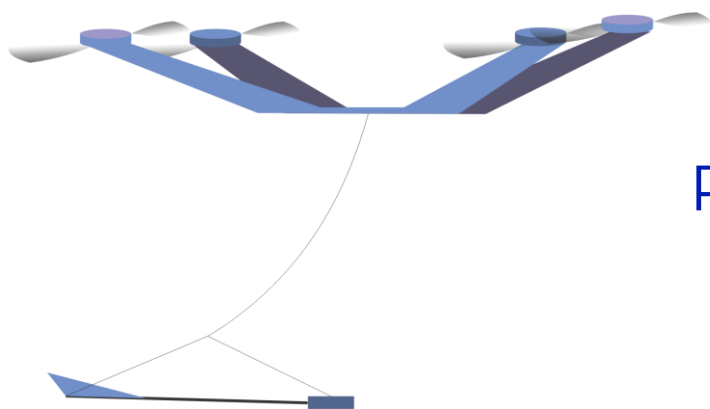
Обязательные компоненты:

- Батарея
- Полётный компьютер
- Приёмник ГНСС
- Винтомоторные группы

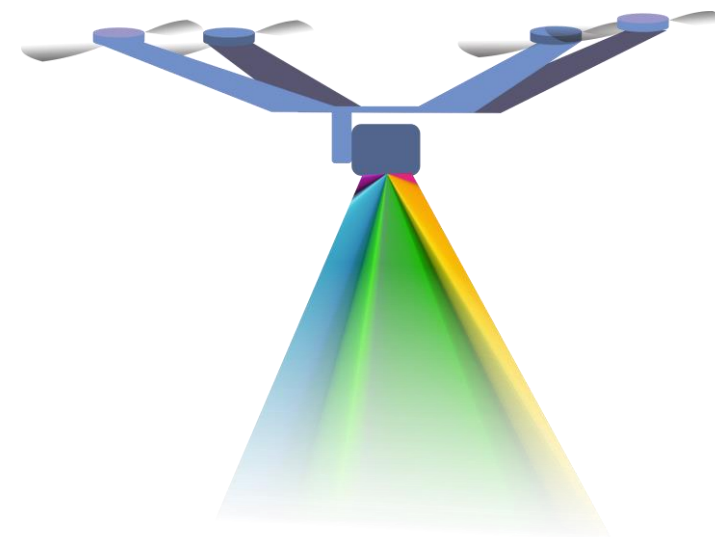
Силовая установка:

- Гибридная, на углеводородном топливе (бак, ДВС, Генератор, выпрямитель, регулятор-инвертер, электродвигатели)
- На электричестве (регулятор-инвертер, электродвигатели)

Геомагнитная съемка



Радиационные измерения



Мультиспектральная съемка

а также: гравиметрия, создание ЦММ, электроразведка и т. д.

Геофизика

Полезная нагрузка



Мультиспектральные
камеры



Камеры видимого
диапазона



Лидары



Гамма-датчики

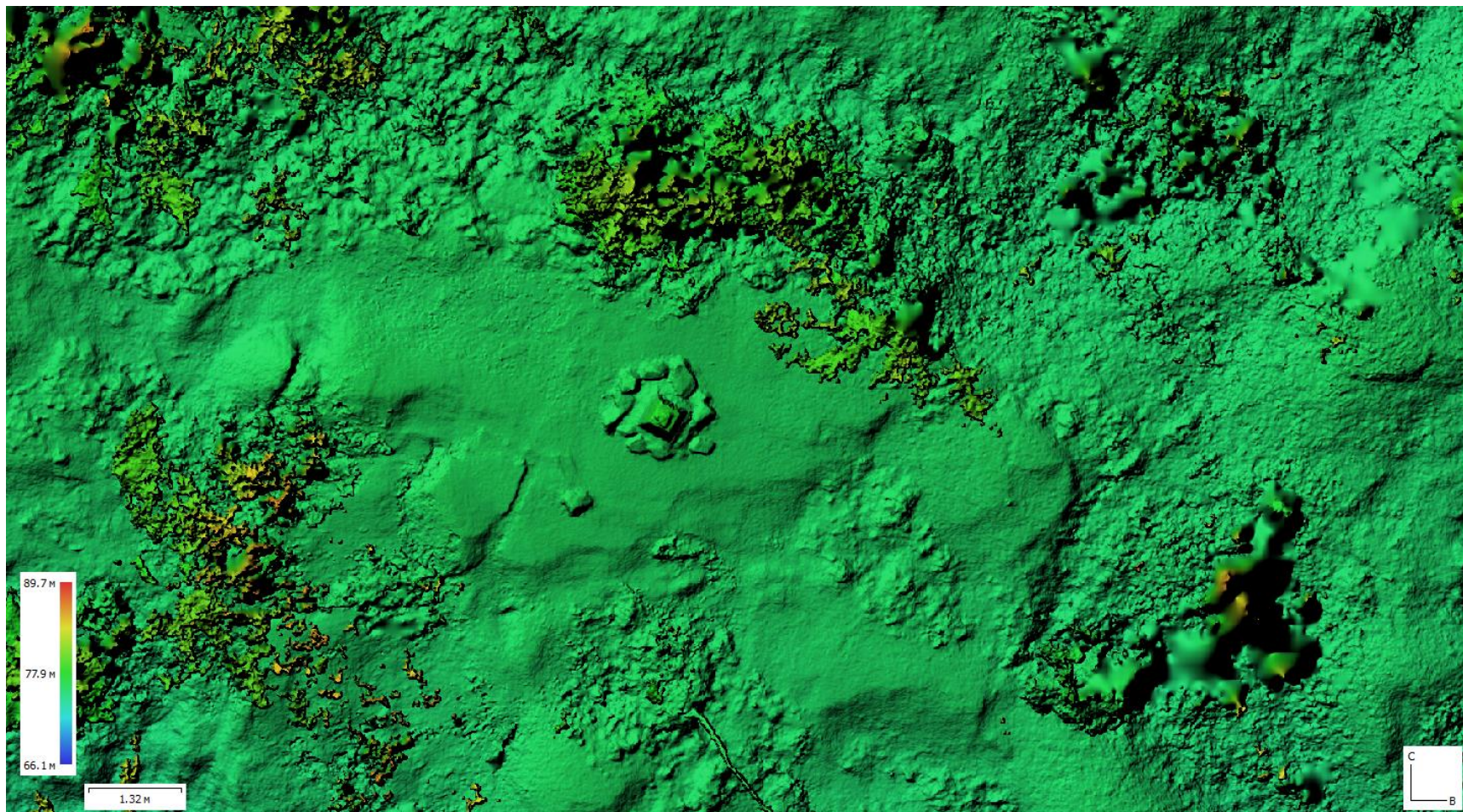


магнитометры



Геофизика

Цифровая модель
местности,
построенная по
фотоснимкам,
сделанными с БВС



Геофизика



Трехмерная
модель местности,
построенная по
фотоснимкам,
сделанными с БВС



ИФЗ·РАН

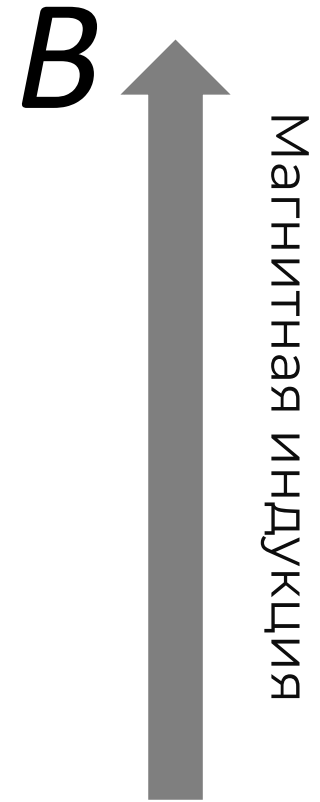
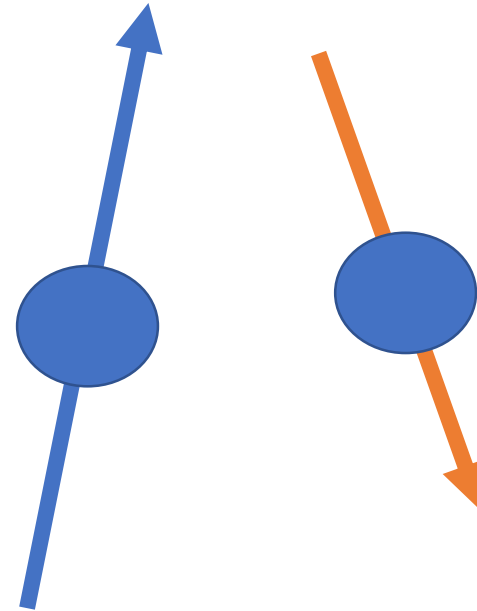
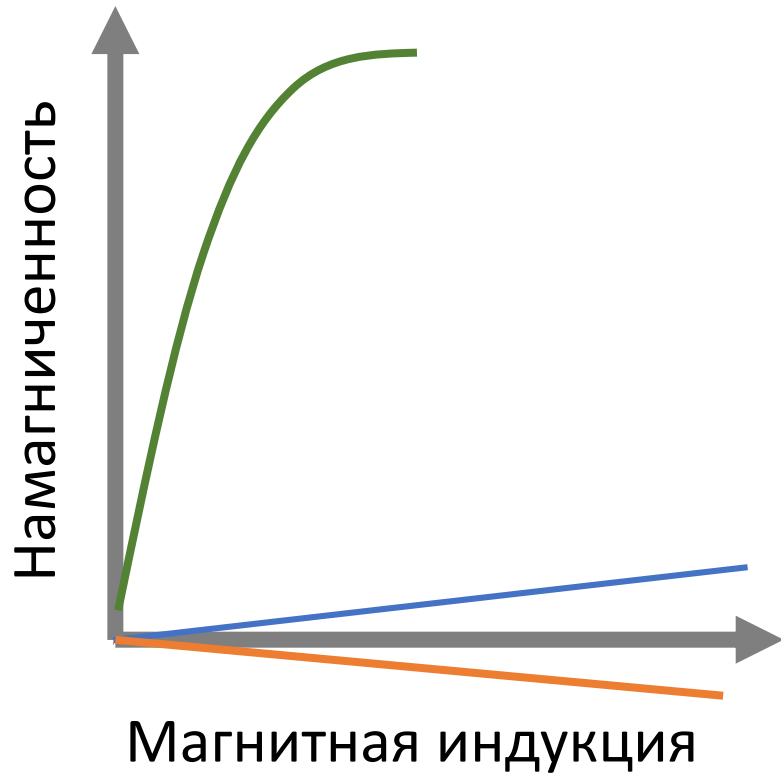
Фиксация обстоятельств происшествий и катастроф

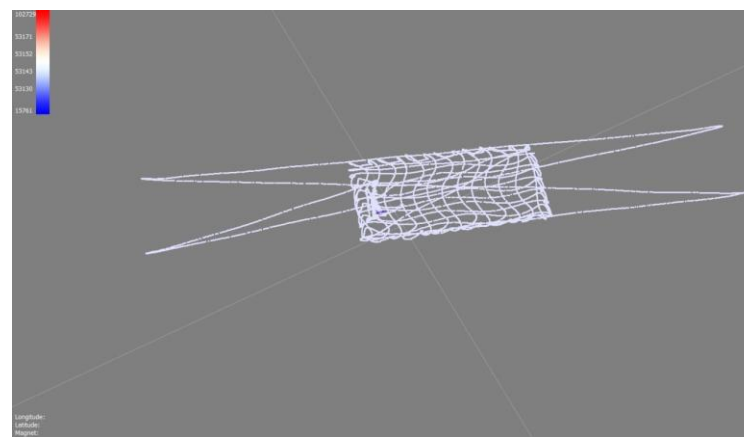
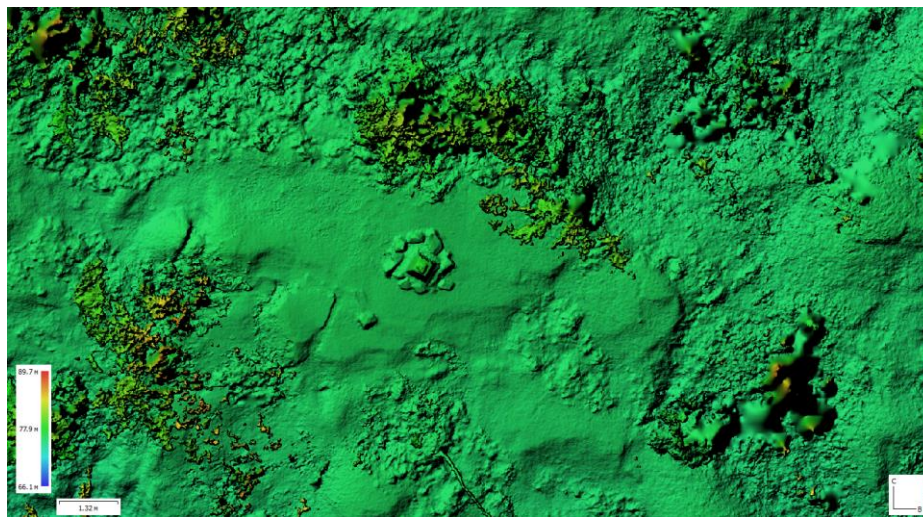


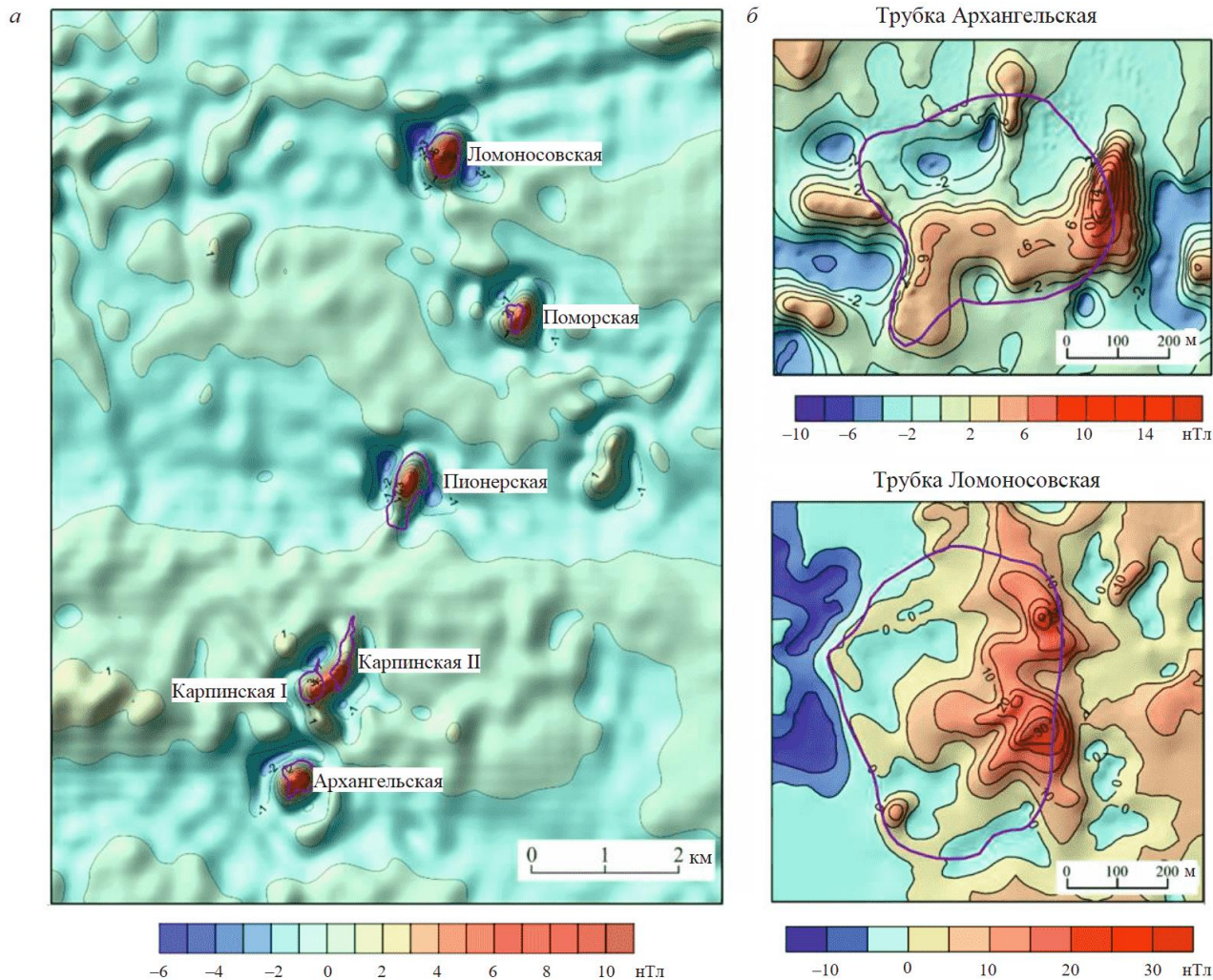
Фиксация обстоятельств происшествий и катастроф



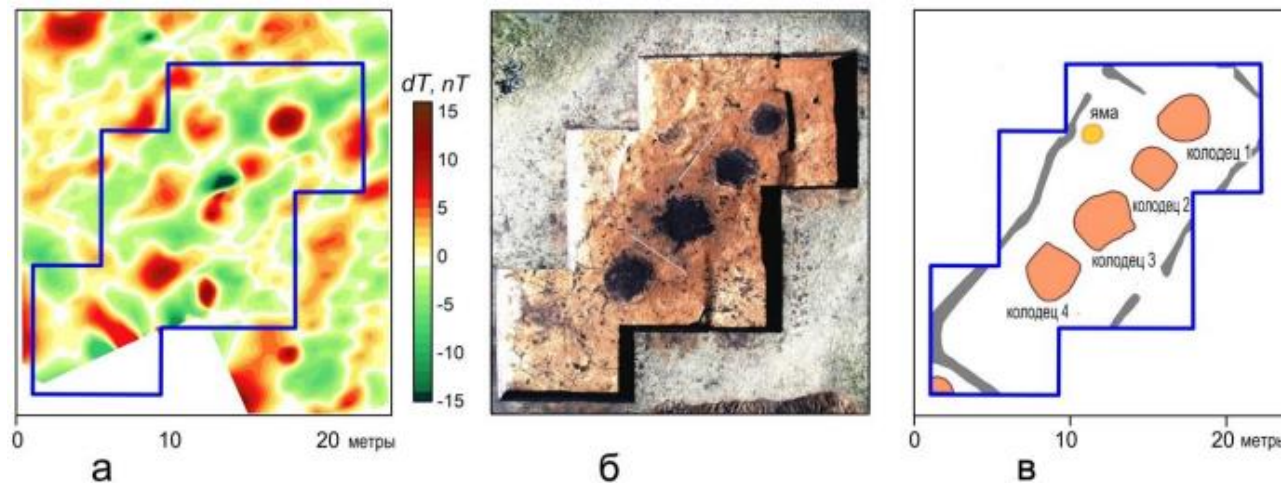
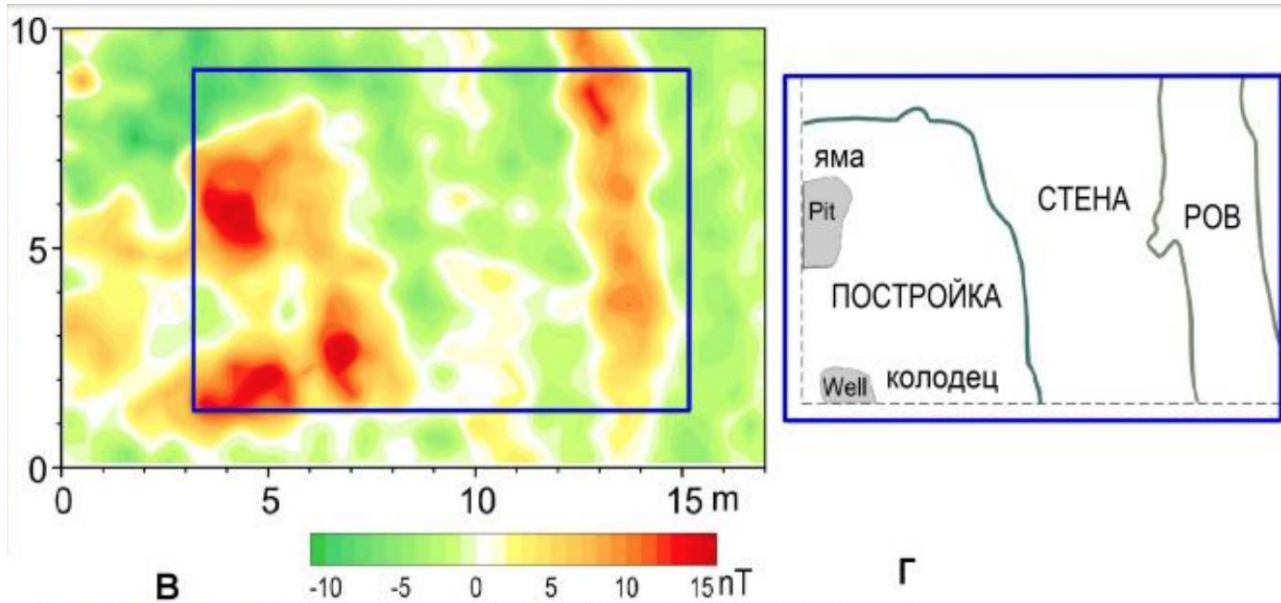
<- ЭТО МОДЕЛЬ!







Илл.: Устинов В. Н., Микоев И. И., Пивень Г. Ф. (2022). Поисковые модели коренных месторождений алмазов севера Восточно-Европейской платформы.



Илл.: Институт геофизики им. Ю.П.Булашевича Уральского отделения Российской академии наук

Геофизика



Опорная станция ГНСС



Магнитовариационная станция



Наземное оборудование для сопровождения измерений

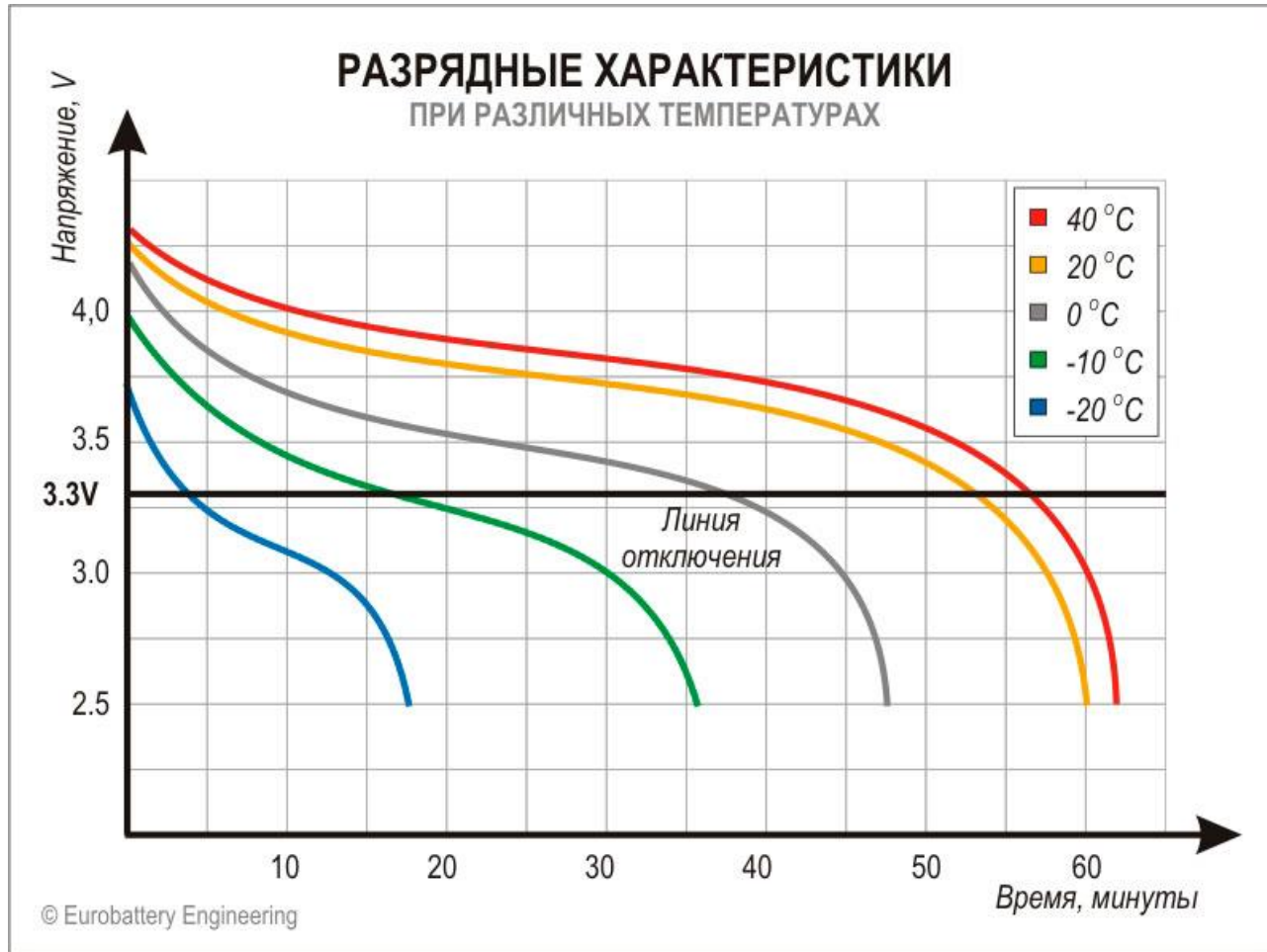


Арктика

- Короткий рабочий период (июнь-июль-август)
- Высокие риски для человека
- Дополнительные требования к оборудованию

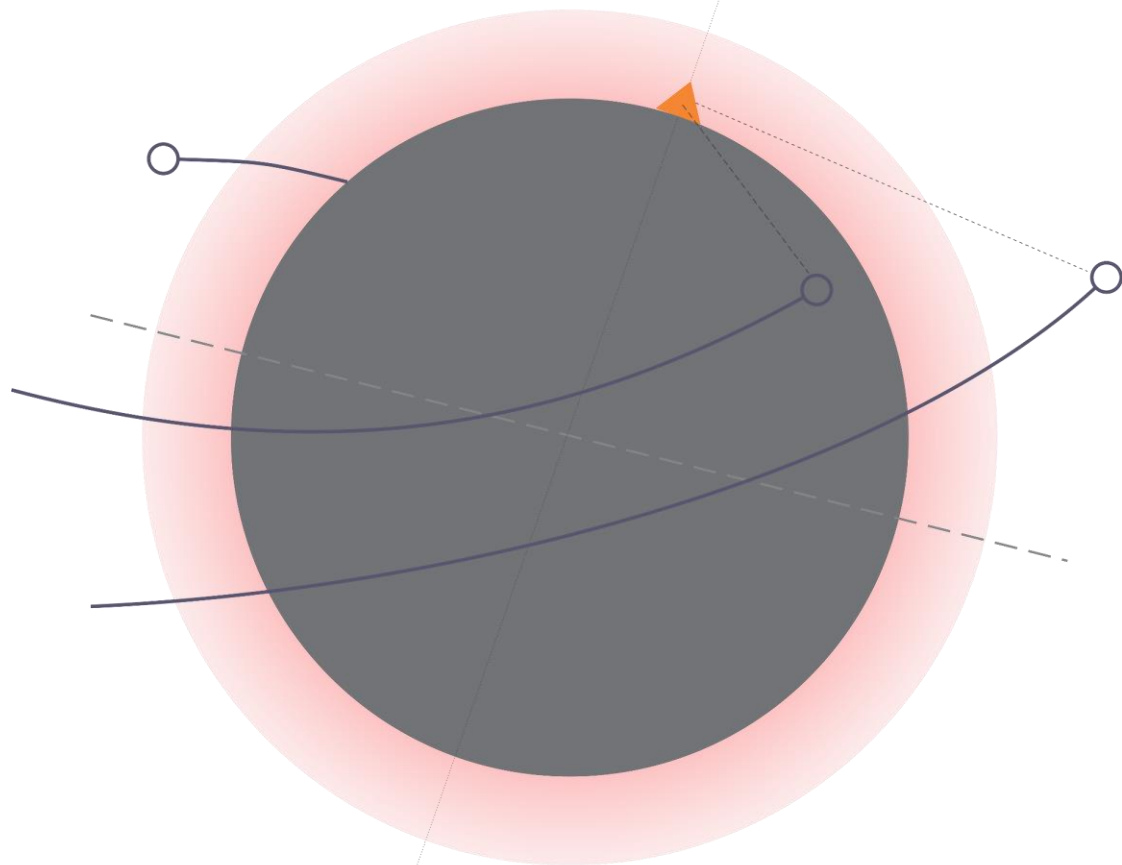
Линия 10°C в июле

Карта: ArcticPortal, Arctic Monitoring and Assessment Programme



Снижение характеристик литий-ионных и литий-полимерных батарей при низких температурах

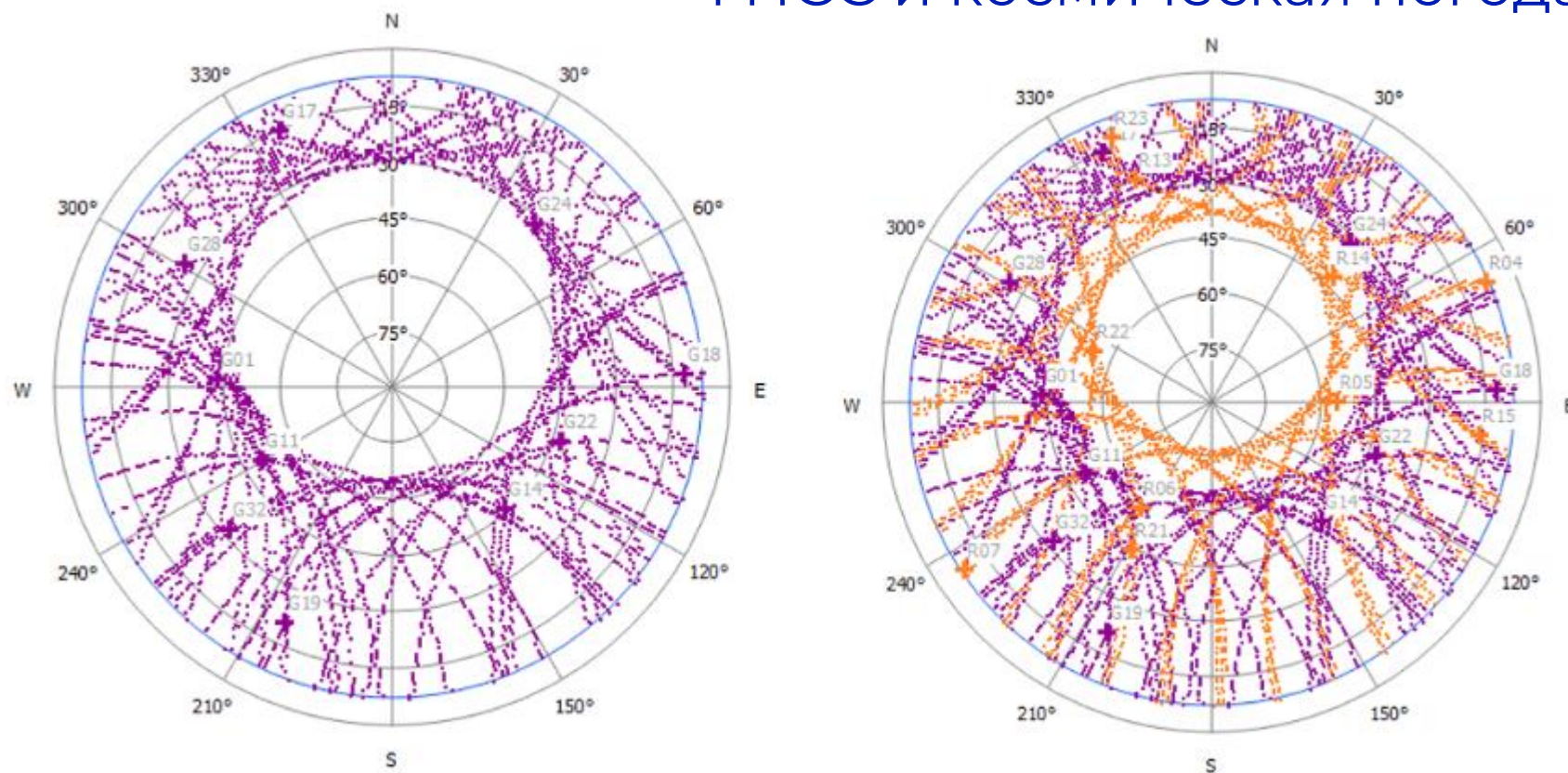
ГНСС и космическая погода



Спутники на небосводе всегда находятся близко к горизонту, «собирая» больше неоднородностей, чем для случая со спутником в зените.

Кроме этого, ионосфера в полярном регионе сильнее реагирует на протонные события.

ГНСС и космическая погода



Орбиты спутников NAVSTAR/GPS (слева) и NAVSTAR/GPS+ГЛОНАСС (справа) для наблюдателя на северной широте 75°

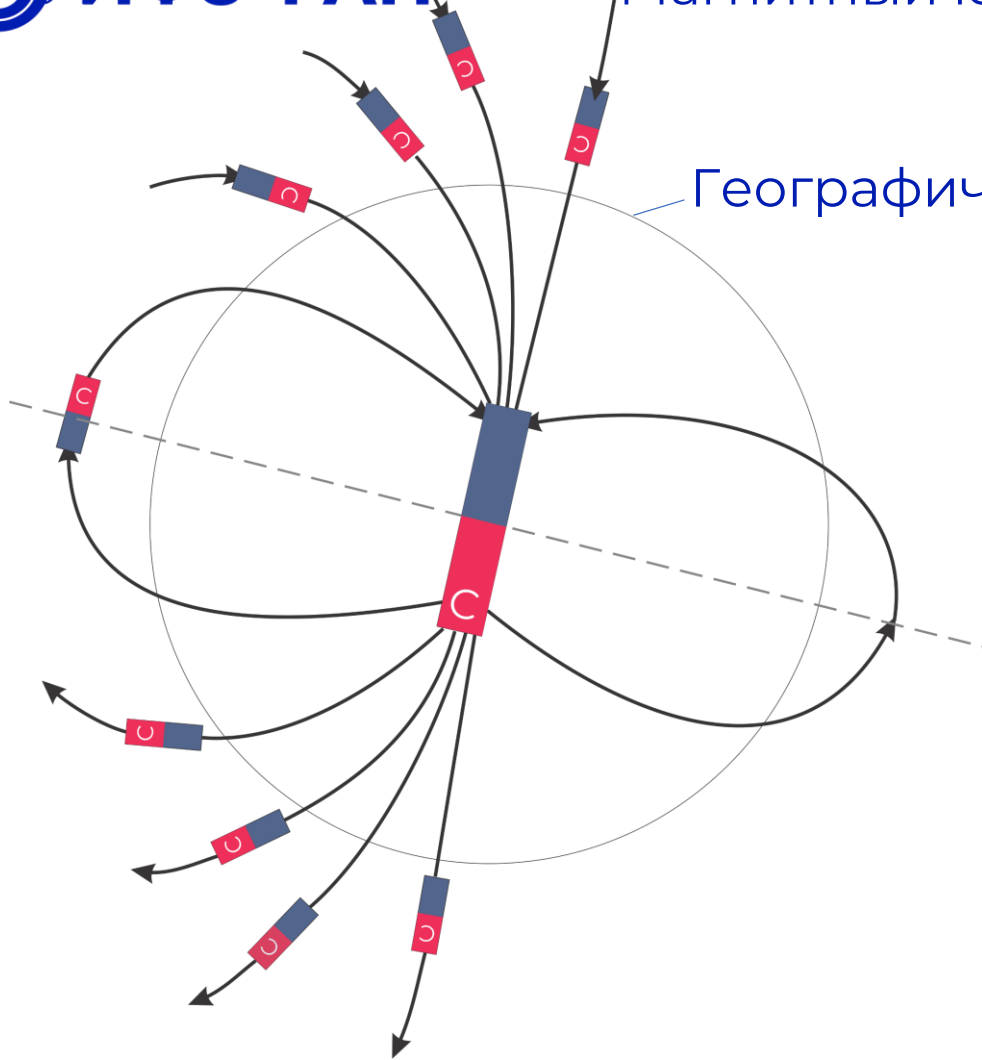
Илл.: компания VERIPOS



Магнитный южный полюс

Арктика

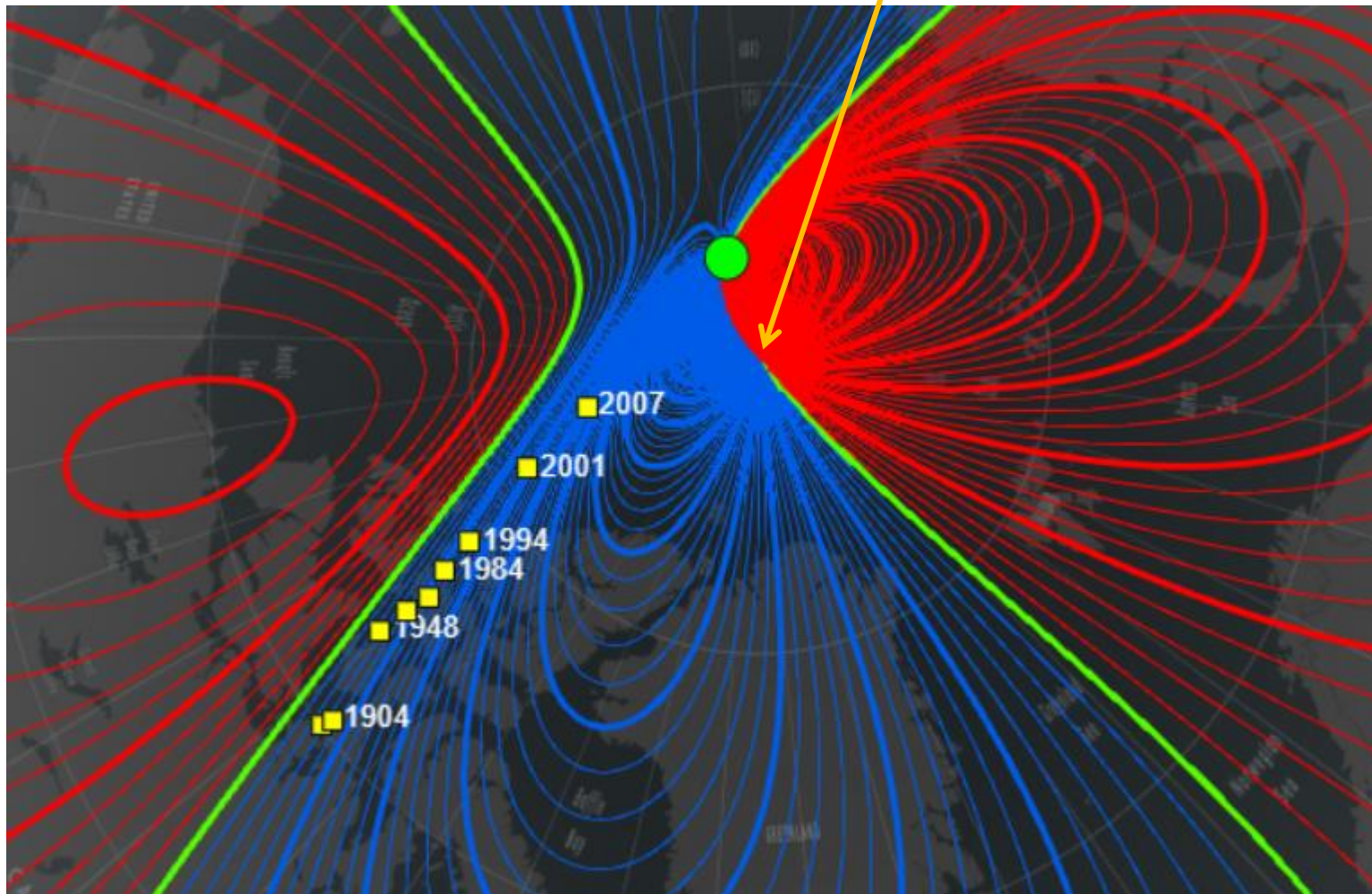
Географический северный полюс



Магнитное поле имеет выраженное наклонение.

Географический
северный полюс

Арктика



Миграция магнитного
полюса.

Красные изолинии —
наклонение на восток
Синие — на запад.
Зёленые — нулевое
наклонение

Резюме:

- БВС стали обычным «рабочим инструментом» в научных исследованиях
- Основные предпосылки бурного роста применений БВС
 - Мощные недорогие микрокомпьютеры
 - Ёмкие аккумуляторы
 - Прецизионные электродвигатели
- «Профессия» БВС определяется наборным оборудованием
- Наиболее востребованное применение БВС – ЦММ, ЦМР...
- В геофизике широко распространены геомагнитные измерения
- Практически все виды измерений в воздухе требуют наземного сопровождения
- Арктика существенно влияет на проведение БВС-измерений:
 - Погодные условия и климат, труднодоступность, удалённость
 - Ионосферные и магнитосферные помехи, трудности глобального позиционирования