

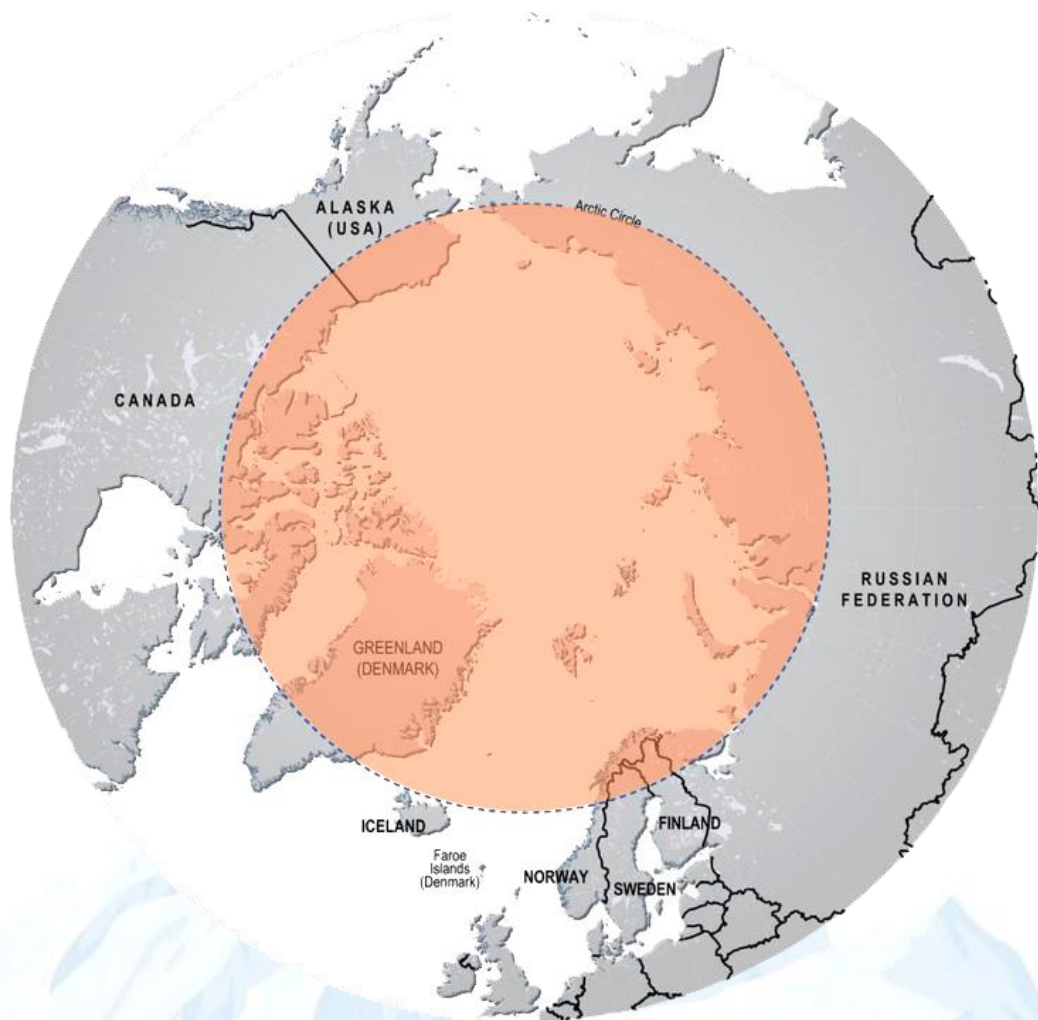


Актуальные перспективы изучения Арктической Зоны РФ в свете теории и практики Больших Данных

Алексей Джерменович ГВИШАНИ

академик РАН, председатель Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики,
Геофизический центр Российской академии наук (ГЦ РАН)

Полярный круг, 66° 33' северной широты.



- Площадь полярного круга – **21 млн км²**
- Длина окружности полярного круга – **15948 км**
- Население – **4,6 млн человек**
- Из них **2,5 млн** живет в Российской части Арктики

 – скорость потепления **в 5 раз больше,** чем в среднем на Земле

Научный совет РАН по изучению Арктики и Антарктики



Основные научно-исследовательские события в Арктике сегодня



**Международные
Арктические станции
«Снежинка»**



**Ледовая самодвижущаяся
платформа «Северный полюс»**



**Транспортный коридор
«Северный морской путь»**



**Система спутников ДЗЗ
«Арктика»**

Арктические исследовательские станции «Снежинка»



Арктические станции «Снежинка»

- **АС «Снежинка»** это круглогодичный и автономный исследовательский комплекс в Арктической зоне.
- Станция будет обеспечиваться энергией, создаваемой на базе возобновляемых источников и водородной энергетики.
- Цель создания станции – разработка, тестирование и демонстрация природосберегающих технологий жизнеобеспечения наряду с проведением арктических геофизических исследований.
- На сегодня планируется создать две реализации «Снежинки» на Ямале (2024 г.) и в Мурманской области.
- Проект был предложен Российской Федерацией в Арктическом совете в конце 2019 года и был поддержан Арктическими странами 8 июня 2020 г.

АС-1 «Снежинка» на Ямале. Проект реализует Московский физико-технический институт

- Площадка для строительства станции расположена на берегу Нефритового озера в Ямало-Ненецком автономном округе.
- Энергоснабжение станции преимущественно на основе альтернативной энергии – ветрогенераторы, солнечная станция, тепловые насосы. Помимо этого станция будет оборудована дизель-генераторами на случай аварийной ситуации.
- На станции планируется профицитная схема энергоснабжения, то есть периодически энергии будет вырабатываться больше, чем тратит станция. Неизрасходованная энергия будет направлена в один из видов накопителей: литийионный, водородного цикла или теплоаккумулятор.
- Общая площадь составит около 9000 м², включая ангары для оборудования, мастерских и техники. Станция предназначена для размещения 80 человек в режиме долгосрочного проживания и ротации персонала.

Площадка развертывания АС-1 «Снежинка» на берегу Нефритового озера, Ямал

(фото академика РАН В.А. Крюкова)



АС-2 «Снежинка» в Мурманской области

- Предварительная локация АС-2 «Снежинка» выбрана в Мурманской области в районе озер у села Териберка.
- Здесь будет опробован формат аккумулирования электроэнергии MicroGrid, когда станция сама генерирует электричество и снабжает излишками соседние поселки.
- Планируется использовать привозной водород, получаемый в результате избытка мощности Кольской АЭС.
- Станция не сможет сразу стать полностью автономной. Соответственно планируется подведение внешней электросети на случай дефицита мощностей.



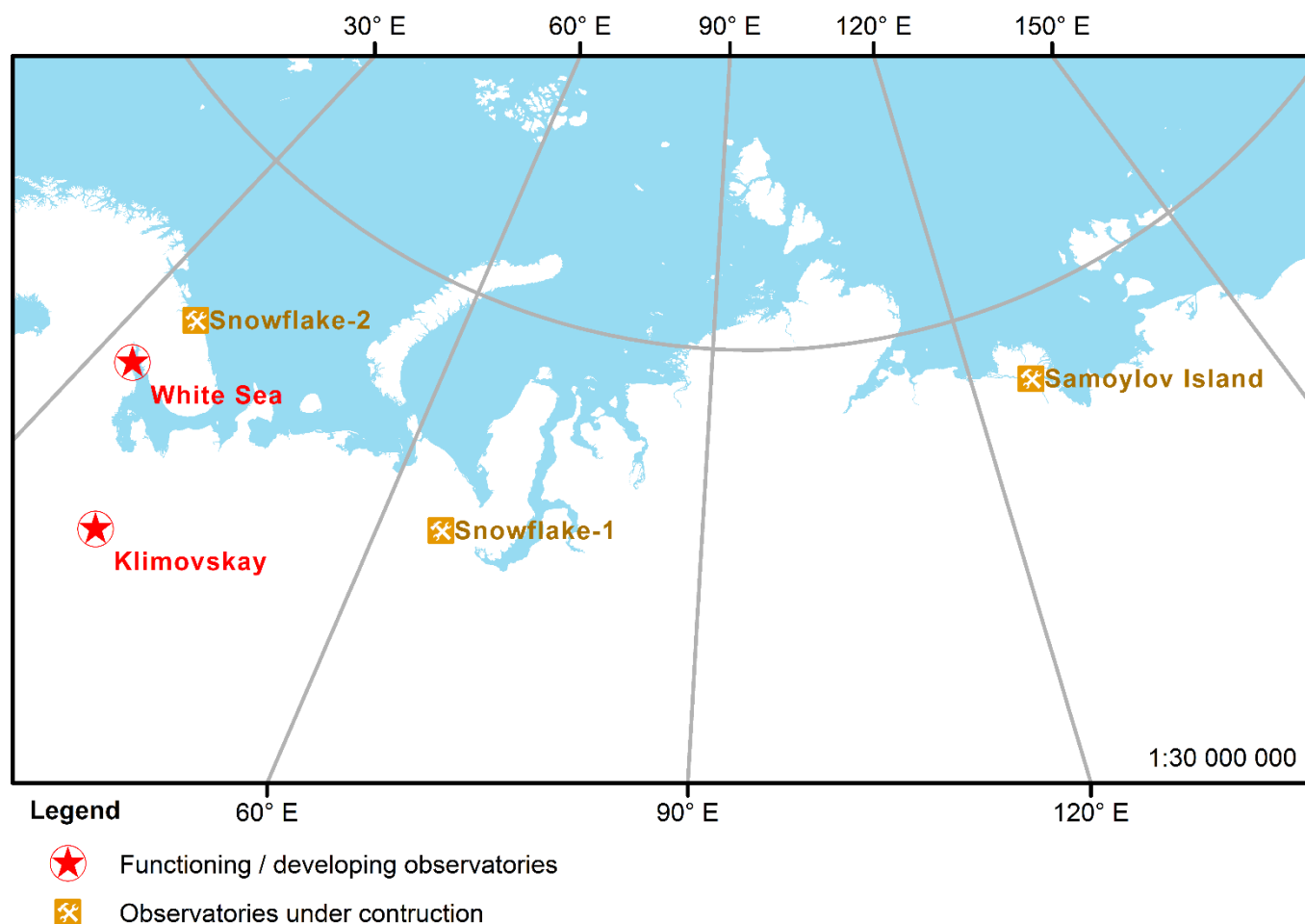
Магнитная съемка на территории МАС «Снежинка», Ямал

15 октября 2021 г. состоялась совместная экспедиция Геофизического центра РАН, МФТИ и Российского центра освоения Арктики на Ямал, в зону планируемого создания АС-1 «Снежинка».



Экспедиция провела магнитоградиентометрическую съемку распределения аномалий магнитного поля Земли. По результатам выделены участки, пригодные для размещения геомагнитной обсерватории, входящей в АС-1 «Снежинка».

Геомагнитные обсерватории в АЗРФ



Ледостойкая платформа «Северный полюс»



Проект Ледовая Самодвижущаяся Платформа (ЛСП) «Северный полюс»

- ЛСП «Северный полюс» – судно специального назначения с функционалом научно-исследовательского центра. Оно будет выполнять круглогодичные комплексные исследования в высоких широтах.
- Длина судна – 83,2 м, ширина – 22,5 м. На борту может одновременно находиться 34 исследователя и 14 членов экипажа.
- ЛСП, без привлечения ледокола, может прибывать к месту проведения работ, дрейфовать до двух лет, будучи вмороженной в льдину.
- Проект ЛСП разработан совместно Росгидрометом, КБ «Вымпел» и ФГБУ «АНИИ».
- Строительство ведет АО «Адмиралтейские верфи» в Санкт-Петербурге.

Научная программа ЛСП «Северный полюс»

- На борту платформы будут размещены 15 научных лабораторий.
- На расстоянии 400-500 метров от судна на дрейфующем льду будет разбит мобильный полевой лагерь для исследований в природной среде.
- Платформа «Северный полюс» станет ключевым звеном Арктической пространственно-распределенной обсерватории, которая объединит:
 - научно-исследовательский стационар «Ледовая база Мыс Баранова»;
 - Российский научный центр на архипелаге Шпицберген;
 - гидрометеорологическую обсерваторию Тикси.

Этапы строительства ЛСП «Северный полюс»



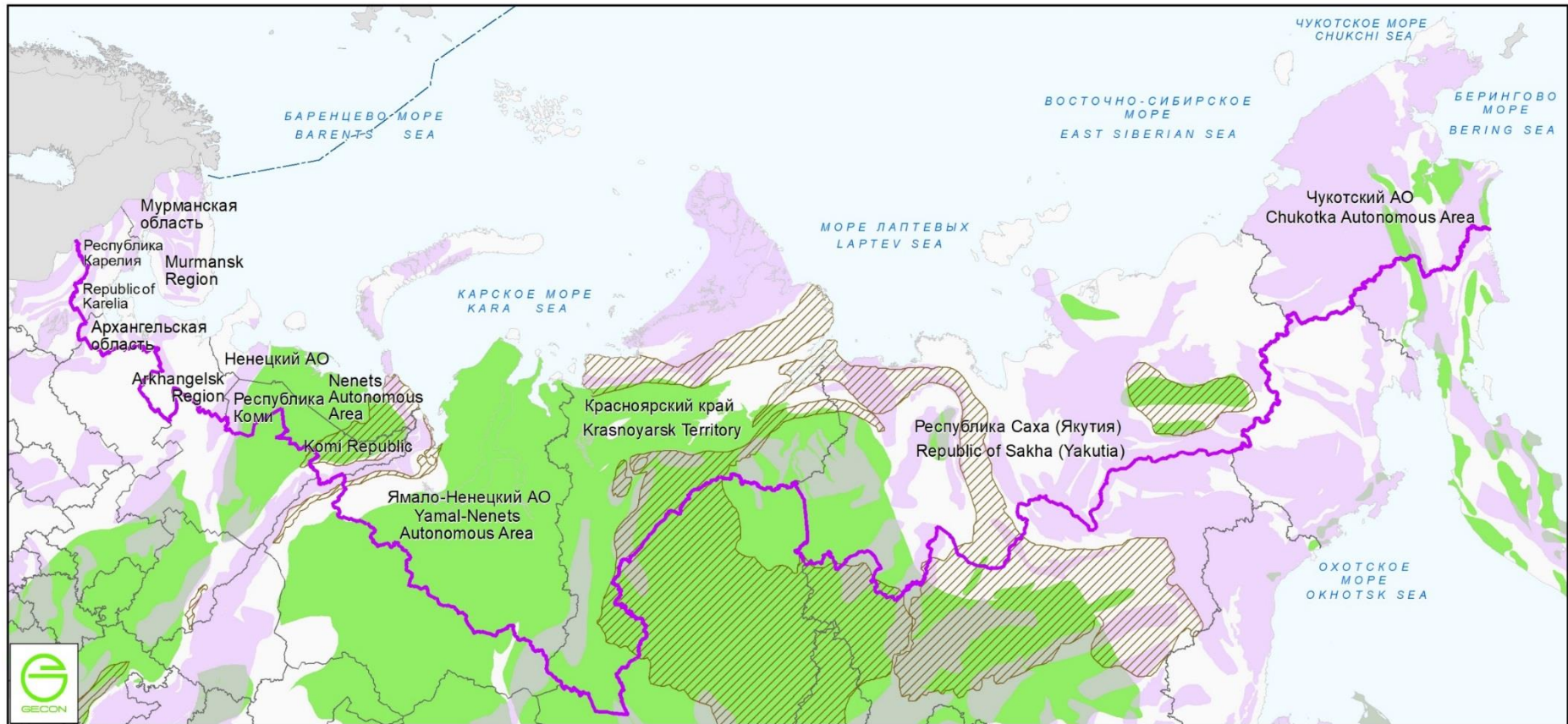
18.12.2020 Спуск на воду



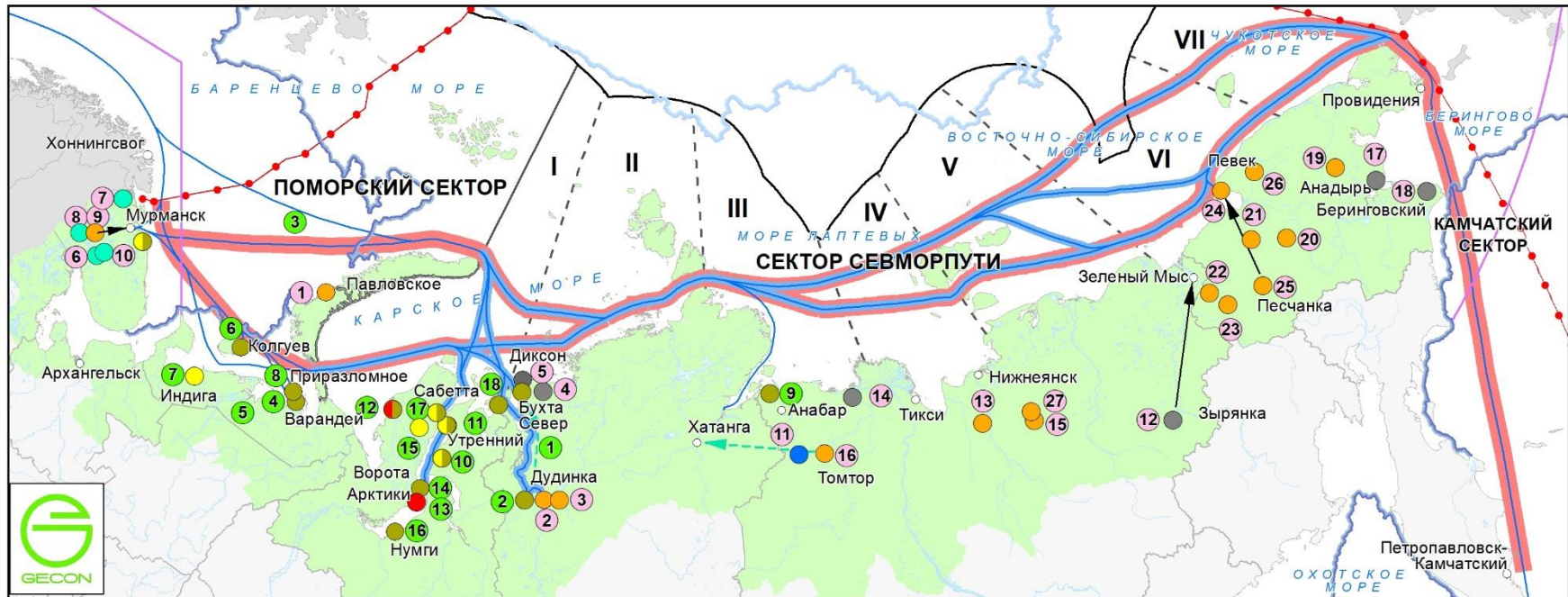
21.05.2022 Ходовые испытания



Освоение минеральных ресурсов Арктики



Проект грузопотока транспортного коридора «Северный морской путь» (СМП)



Проекты с вывозом продукции и завозом грузов обеспечения морским путем

Углеводородное сырье

1. Восток Ойл
2. Пеляткинский
3. Штокман
4. Варандей
5. Лаявож
6. Песчаноозерское
7. Печора СПГ
8. Приразломное
9. Западно-Анабарский
10. Арктик СПГ 1
11. Арктик СПГ 2
12. Бованенковский
13. Каменномысское-море
14. Новопортовский
15. Обский СПГ
16. Сандибинский
17. Ямал СПГ
18. Енисей

Руды, уголь, алмазы, фосфаты

1. Павловское
2. Норильск
3. Русская Платина
4. Сырадасайское
5. Чайка
6. Апатитский
7. Заполярный
8. Ковдорский фосфаты
9. Ковдорский ЖРК
10. Олений ручей
11. Алмазы Анабара
12. Зырянка
13. Кючус
14. Таймыльр
15. Тирехтя
16. Томтор
17. Анадырский
18. Берингпромуголь
19. Валунистый (ЗИФ)
20. Двойное, Купол (ЗИФ)
21. Каральвеем (ЗИФ)
22. Кекура (ЗИФ)
23. Клен (ЗИФ)
24. Майское
25. Песчанка (ЗИФ)
26. Пырकाкай
27. Депутатский

сухопутные территории

- Арктической зоны РФ
- трассы Северного морского пути
- I - VII зоны ледокольной проводки СМП
- граница акватории Арктики, на которую распространяются требования Полярного кодекса
- морские трассы
- Северный морской транспортный коридор
- линии разграничения морских пространств

терминалы и проекты

- нефть, конденсат
- газ
- СПГ
- руды
- уголь
- алмазы
- фосфаты

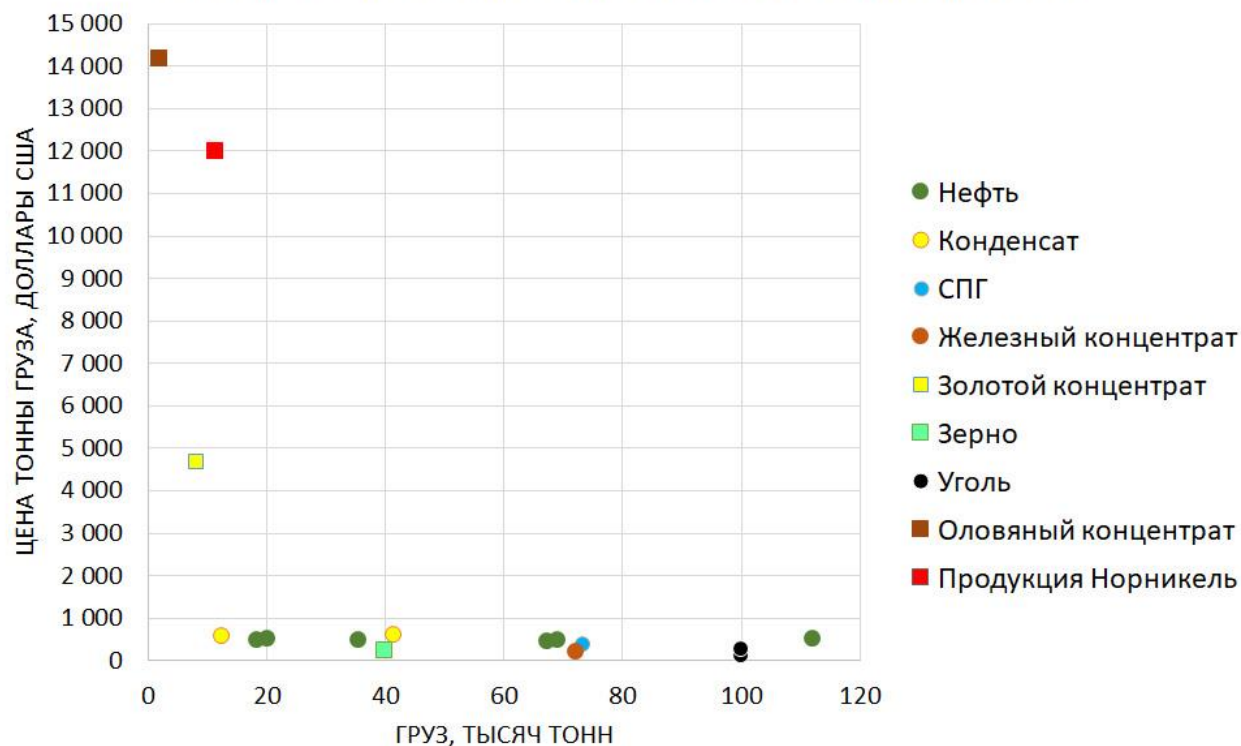
состояние ледового покрова в 2020

- максимум, февраль
- минимум, сентябрь

Грузопоток в СМП транспортном коридоре

В освоении АЗРФ особую роль играют проекты добычи "металлов нового поколения" - редкоземельных, иридия, палладия и пр. Такие металлы становятся все более востребованными, но по критерию вклада в грузопоток СМП отнесены к группе "малозначимых".

СОПОСТАВЛЕНИЕ СТОИМОСТИ ТОННЫ ПЕРЕВОЗИМЫХ ГРУЗОВ

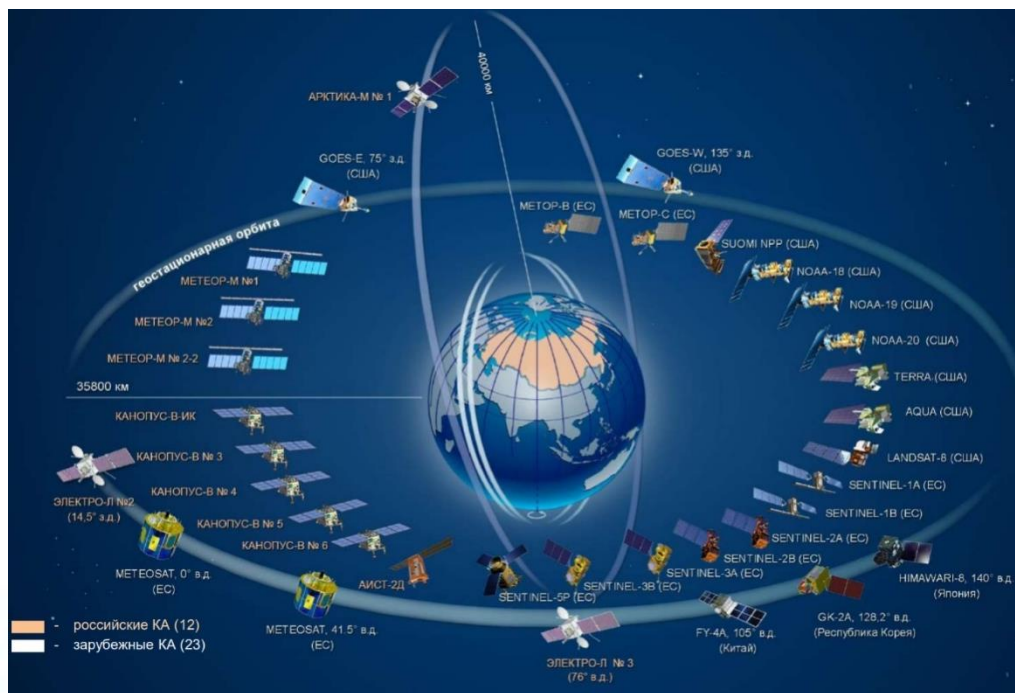


Общие наблюдения

- Арктическая зона Российской Федерации является давно осваиваемым, но и недостаточно разведанным на твердые полезные ископаемые резервом страны. Это связано, главным образом, со слабой круглогодичной транспортной доступностью.
- Развитие водной транспортной системы (СМП-коридора), включающей морской и речной транспорт, а также структуру портов и железных дорог, открывает новые возможности освоения, в первую очередь – азиатской части Арктики.
- В ресурсном потенциале Арктической зоны значимы запасы востребованных металлов – меди, кобальта, вольфрама, а также "металлов нового поколения" – редкоземельных металлов, иридия, палладия и пр., крайне востребованных в меняющихся экономических условиях.
- **Следует ожидать, что в условиях развития альтернативной энергетики, твердые полезные ископаемые АЗРФ опередят по значимости уголь и нефть, а в дальнейшей перспективе – газ.**

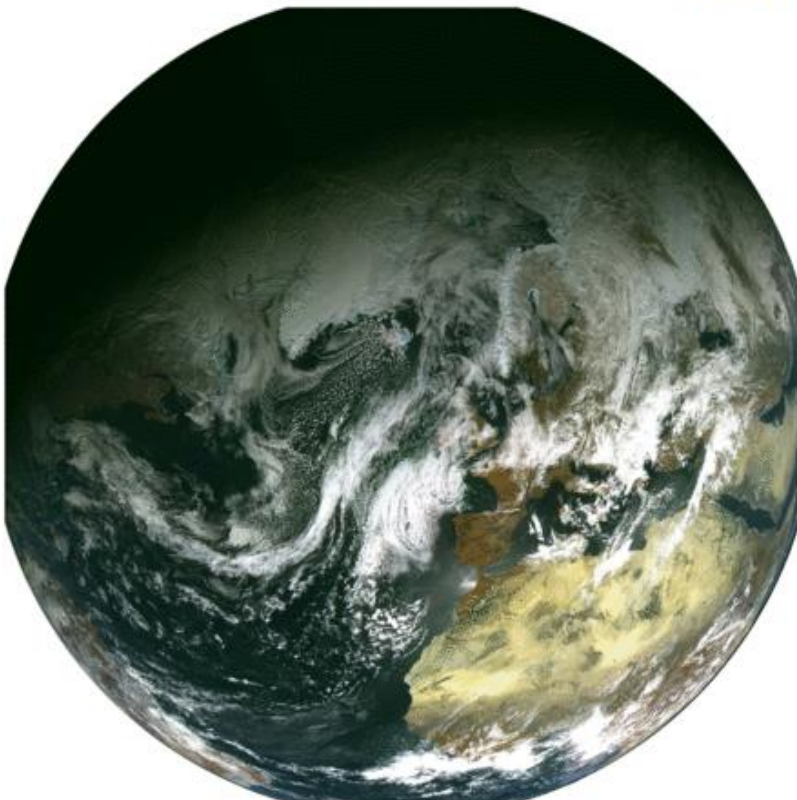
Система спутников ДЗЗ "Арктика"

- Первый гидрометеорологический спутник системы «Арктика» – «Арктика-М» был запущен 28 февраля 2021 г. Всего к запуску планируется четыре аппарата.
- «Арктика-М» первый аппарат, который выведен на высокоэллиптическую орбиту типа «Молния», с высоким апогеем, так, что спутник большую часть времени видит полярную область.



- Один оборот вокруг Земли аппарат делает за 12 часов, при этом 6,5 из них получает изображения арктического региона заданного качества.
- Спутник выведен на орбиту с наклоном 63,3 °, высотой апогея 39,4 тыс. км и перигеем в 1,04 тыс. км.

Пример изображений, полученных с "Арктика-М"



РОСГИДРОМЕТ

Планета


РОСКОСМОС

НПО ИВЧКИНА

PKC

ФГБУ "НИЦ "ПЛАНЕТА"
Россия, 123242, Москва,
Б. Предтеченский пер., 7
Тел.: (499) 2523717
Факс: (499) 2526610
E-Mail: asmruss@planet.itp.ru
<http://planet.itp.ru>
<http://planet.rssi.ru>

Анимация изображений с МСУ-ГС/ВЭ КА «Арктика-М» №1
Рабочий участок орбиты - 6,5 часов, частота съемки - 30 минут



Научные и практические задачи "Арктика-М"

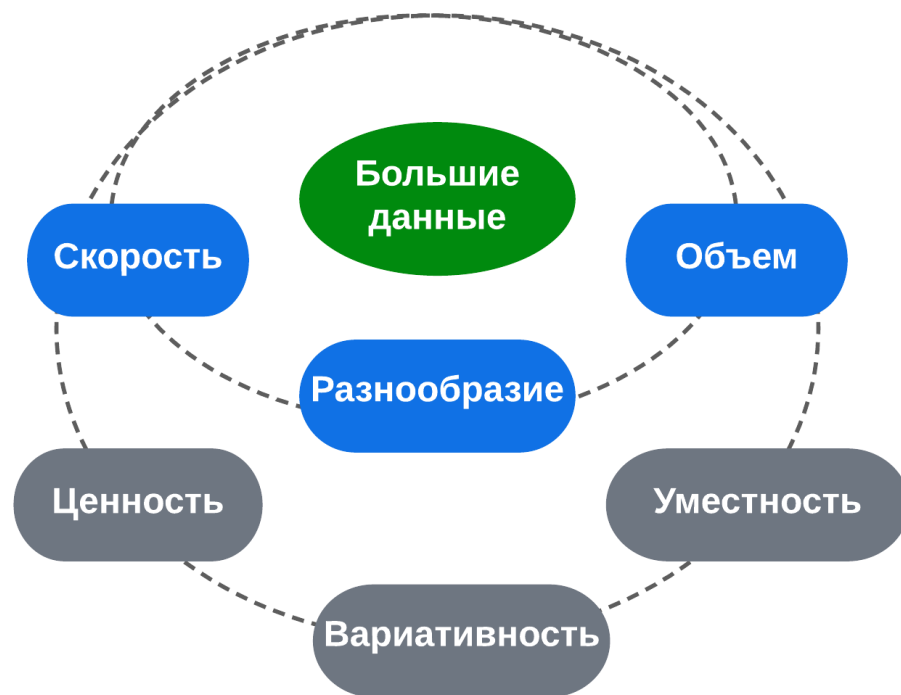
- Получение и обработка многоспектральных снимков облачности и поверхности Земли.
- Получение гелиогеофизических данных.
- Сбор и ретрансляция информации с наземных платформ сбора данных.
- Ретрансляция сигналов от аварийных радиобуев системы КОСПАС-САРСАТ.
- Обеспечение двухсторонней радиосвязи между станциями приема данных и гидрометеорологическими пунктами сети наземных платформ сбора данных Росгидромета.

«Арктика-М» позволяет связываться с автоматическими гидрометеостанциями и управлять ими дистанционно. На конец 2021 г. система сбора метеоданных включала 688 пунктов наблюдений.

«Арктика-М» позволяет собирать с них порядка 1,9 млн сообщений в год.

Большие данные

- **Большие данные** — это разнообразные данные, которые поступают с постоянно растущей скоростью и объем которых постоянно растет.
- Такие данные имеют основные свойства, известные, как критерий 3V: volume (объем), velocity (скорость), variety (разнообразие).
- И дополнительные: value (ценность), appropriacy (уместность), variability (вариативность)



Свойства больших данных

Основные

Объем	Необходимость обрабатывать огромные объемы неструктурированных данных низкой плотности. Априорная ценность таких данных может быть неизвестна.
Скорость	Высокая скорость приема данных и действий на их основе. Зачастую высокоскоростные потоки данных поступают прямо в оперативную память. Тем не менее и такие данные многократно копируются в горизонтально масштабированных компонентах систем обработки Бод.
Разнообразие	Данные принадлежат к разным типам, видам и т.д. Бод могут поступать в неструктурированном виде и требовать дополнительной обработки для создания метаданных и цифровизации входных потоков информации.

Дополнительные

Ценность	Значимость входящей и обработанной информации для целей исследования Бод
Уместность	Шансы наличия связи исходных и обработанных данных с объектом исследований
Вариативность	Способность развертывания исходных и обработанных данных в сторону усиления их разнообразия

Беспорядочность данных. Больше данных – лучше результат

*Иногда два плюс два может равняться 3,9.
И это достаточно хорошо*

(Из книги В. Майер-Шенбергера и К. Кукьера «Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим»)

- Анализ Бод базируется на переходе от оценки выборок к использованию всех уместных входящих и обработанных данных. Такой переход к беспорядочности может привести к снижению единовременной точности.
- Принимая беспорядочность как позитив мы осмысленно жертвуем точностью в обмен на более глубокое распознавание тенденций.

Завоевание мира путем его измерения

Измерить значит узнать
Лорд Кельвин



- В мире «малых данных» обеспечение высокого качества информации становилось естественным толчком к поиску новых решений.
- В мире, где правила выборки, стремление к точности принимало характер одержимости, использование ограниченного числа данных вело к распространению ошибок, тем самым снижая точность общих результатов.
- Добавление больших объемов уместных объектов увеличивает шансы обнаружить важные тенденции, скрытые при обработке выборок. Увеличение при этом возможности ошибки есть скромная плата за обнаруженные открытия.
- Яркими примерами качественного скачка при снижении требований к точности и увеличении объема данных являются шахматные алгоритмы и Google translate.

Большие Данные в науках о Земле

Сегодня к ним можно отнести:

- метеорологические данные
- данные дистанционного зондирования Земли
- информация экологических наблюдений станций SMEAR
- данные глобального мониторинга сейсмограмм
- информация сейсморазведки полезных ископаемых
- данные горно-добывающих и горно-перерабатывающих комплексов
- **региональные данные по АЗРФ**

Геофизический центр и АО «НИИАС» РЖД в рамках проекта РНФ №21-77-30010 ведет сбор и хранения данных Арктических исследований для создания Бод по АЗРФ.

Алексей Джерменович Гвишиани

Академик РАН, профессор, доктор физико-математических наук

Научный руководитель Геофизического центра РАН

Заместитель академика-секретаря Отделения наук о Земле РАН

Председатель Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики

a.gvishiani@gcras.ru