



МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ АНАЛИЗ ПРОТОТИПА БОЛЬШИХ ДАННЫХ АЗРФ

**Заседание Научного совета РАН
по изучению Арктики и Антарктики, 06.04.2023 г., г. Мурманск**

проф. Алексей Джерменович ГВИШАНИ
академик РАН, председатель Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики,
научный руководитель Геофизического центра Российской академии наук

Большие данные. Критерии

- Термин Бод появился в 2008 г. в статье Клиффорда Линча в журнале Nature.
- В 2010 г. Бод впервые характеризуются свойствами, известными, как **критерий 3V**: **Volume** (объем), **Velocity** (скорость), **Variety** (разнообразие). **3V** должны при этом иметь значения, существенно превышающие стандартные пороги выборок.
- **Velocity** понимается здесь как скорость сбора, передачи, архивирования, научного анализа и роста разнообразия информации.



Исследования БОД приводят к новой научно-исследовательской парадигме

- Изучение информации с целью ответить на вопрос «ПОЧЕМУ?» сменяется **поиском ответа на вопрос «ЧТО ИМЕННО?» и «КАК ДЕЙСТВОВАТЬ?»**.
- Для этого, во главу угла, ставится возможно и неожиданное распознавание корреляций и трендов в гигантских массивах БОД.
- В результате появилось ПО обработки БОД альтернативное СУБД без требований, жесткой иерархии и однородности данных.
- БОД стали эффективным инструментом внедрения научных результатов в реальный сектор экономики, укорачивающий путь от анализа *a posteriori* к прогнозированию.
- Преобразование количества накопленной информации в качество решений **называют феноменом БОД**. С появлением в 2010-х годах шахматных БОД, программы, построенные на принципах 60-х годов XX века (Каиса, М. Ботвинник), сегодня играют на уровне гроссмейстеров (Deer Blue, AlphaZero).
- Аналогично, **феномен БОД** ярко проявляется в прогрессе продуктов искусственного интеллекта Google Translate и ChatGPT.

Источники данных для мультидисциплинарного изучения Арктики и создания прототипа Бод АЗРФ

1. Информация мониторинга и изучения АЗРФ, создаваемая институтами РАН, Арктическими университетами, научно-исследовательскими центрами МЧС и Росатомом.
2. Развивающиеся сегодня и планируемые центральные исследовательские проекты в Арктике: Роскосмос, Росгидромет, Атомфлот, Минобрнауки РФ, РФФ при координации и экспертизе РАН.
3. Проекты РФФ по различным направлениям изучения и мониторинга АЗРФ.

Создание прототипа Больших Данных АЗРФ на базе источников п. 1-3 начато в 2022 г. Геофизическим центром РАН в проекте РФФ 21-77-30010 «Системный анализ динамики геофизических процессов в российской Арктике и их воздействие на развитие и функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта»

Источники мультидисциплинарной информации – центральные исследовательские проекты в Арктике



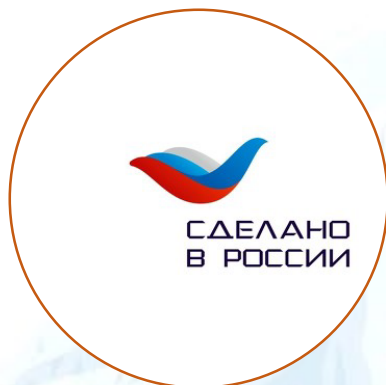
**Система спутников ДЗЗ
«Арктика»**



**Ледовая самодвижущаяся
платформа «Северный полюс»**



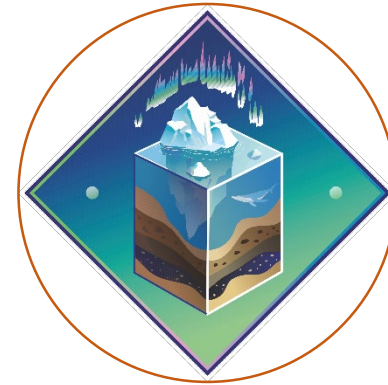
**Транспортный коридор
«Северный морской путь»**



Импортозамещение



**Арктические станции
«Снежинка»**



**Системный анализ динамики
геофизических процессов в АЗРФ**

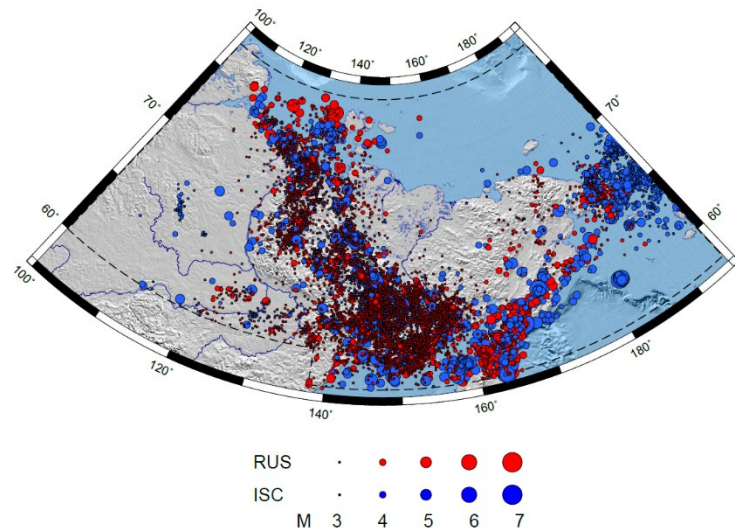
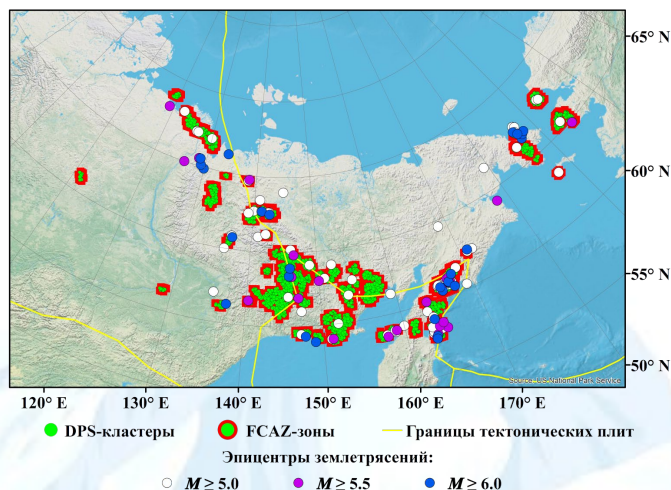
Системный анализ динамики геофизических процессов в АЗРФ, проект РНФ 21-77-30010

Проект включает пять основных направлений исследования Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ):

- геомагнитные и электромагнитные процессы околоземной среды и воздействий космической погоды на технологические системы железнодорожного транспорта;
- крупные геологические структуры и осадочные бассейны на основе комплексного анализа гравитационного поля и других геофизических данных для выбора устойчивых зон будущего строительства новых железных дорог;
- оценка сейсмической и иных геодинамических опасностей в районах перспективного развития транспортной инфраструктуры АЗРФ;
- климатические процессы, критичные для функционирования и развития железнодорожной инфраструктуры;
- единая геоинформационная система (ГИС) для накопления, хранения, визуализации и комплексного ретроспективного и прогнозного анализа данных АЗРФ.

Оценка сейсмической опасности

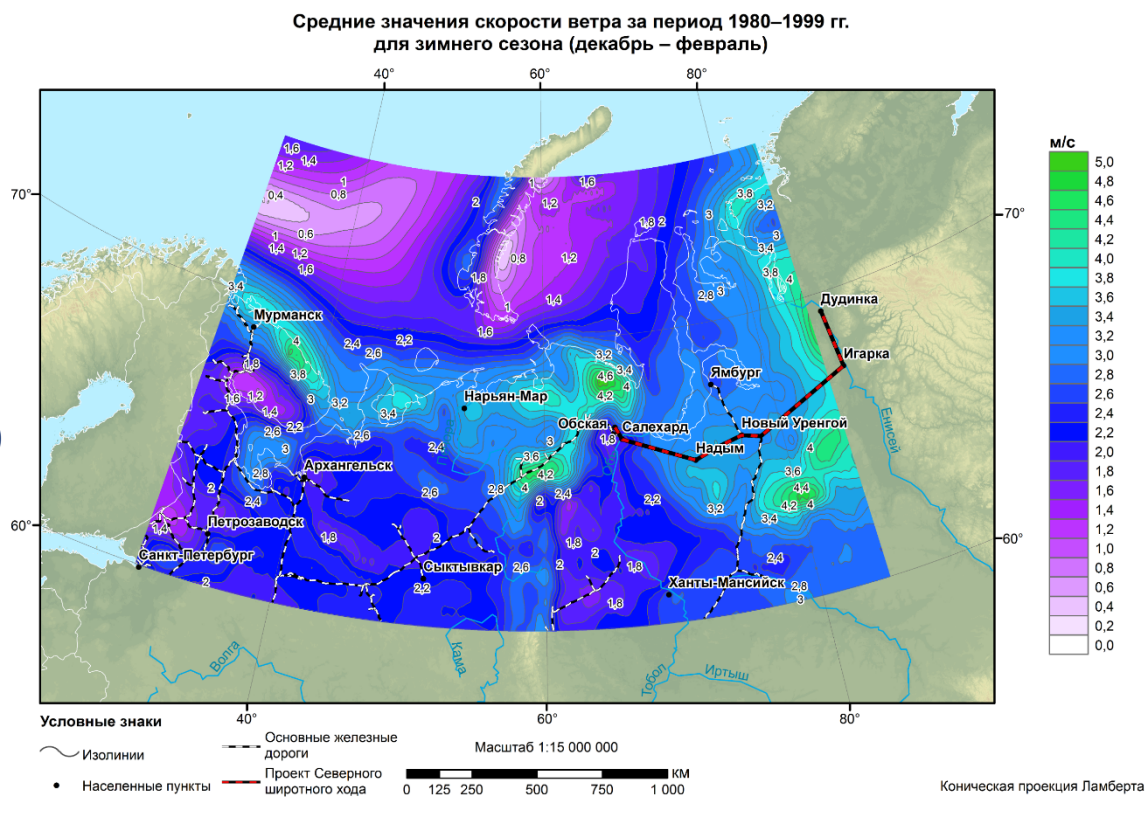
Создан каталог землетрясений восточного сектора АЗРФ, содержащий информацию о 23254 сейсмических событиях за период 1962 – 2020 гг. При этом, 7781 событие из каталога Международного сейсмологического центра (ISC) и 15 473 события из российских каталогов.



Созданным в ГЦ РАН методом системного анализа FCAZ определены места возможного возникновения существенных землетрясений с магнитудой $M \geq 5.5$ в восточном секторе АЗРФ.

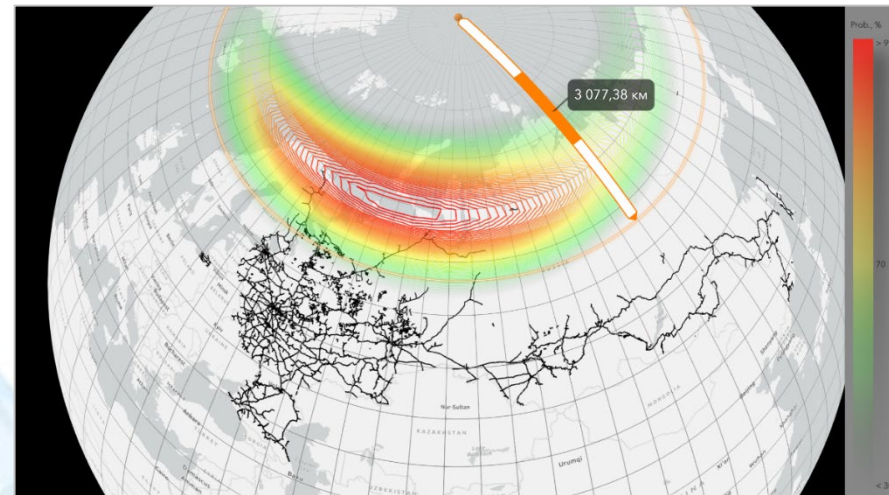
Атлас климатических изменений западной части АЗРФ за период 1950–2021 гг.

- Атлас построен для нужд РЖД Геофизическим центром РАН и АО «НИИАС».
- Изучен регион западной части российской Арктики 60° – 75° с.ш., 30° – 85° в.д. Построено **459** карт, описывающих изменение семи основных гидрометеорологических параметров.

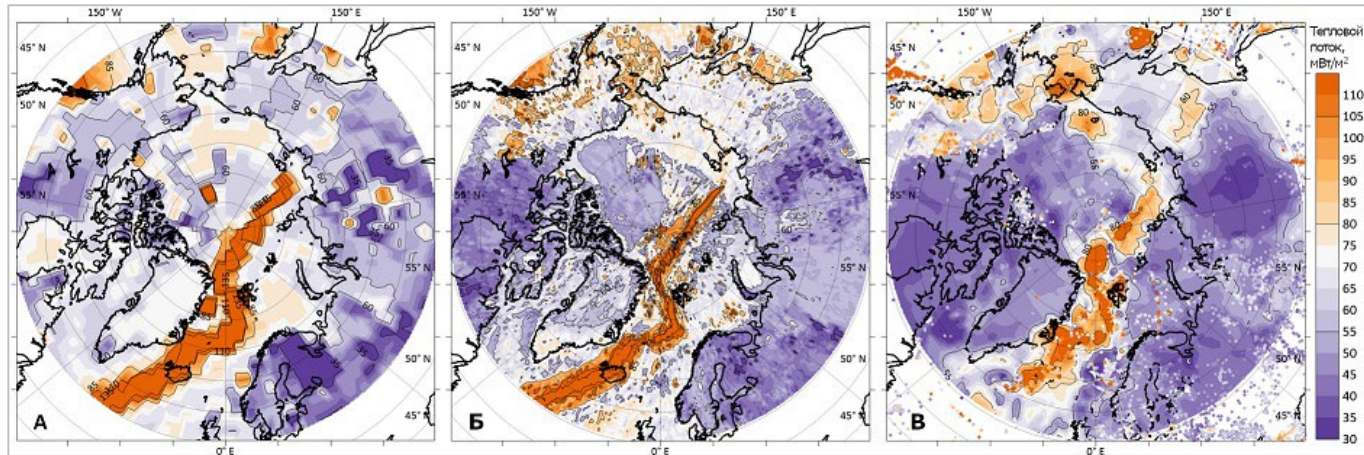


Прогноз геомагнитной активности и ее влияние на железнодорожный транспорт

- Выполнен статистический анализ взаимосвязи нарушений в работе железнодорожной автоматики на северном участке Октябрьской железной дороги и индексов геомагнитной активности.
- Показано, что вероятность появления сбоев растет с уровнем геомагнитной активности, причем значимыми предикторами оказываются интегральные за 2-4 дня значения индексов.
- Снизить риск ЧП на высокоширотных железных дорогах можно своевременным снабжением операторов железнодорожного транспорта прогнозами геомагнитной активности.
- Прогноз геомагнитной активности проводят с использованием данных спутников в реальном времени, для этого разработан веб-сервис <http://aurora-forecast.ru> для 30 минутного прогноза и визуализации полярных сияний



Новая модель теплового потока Арктики

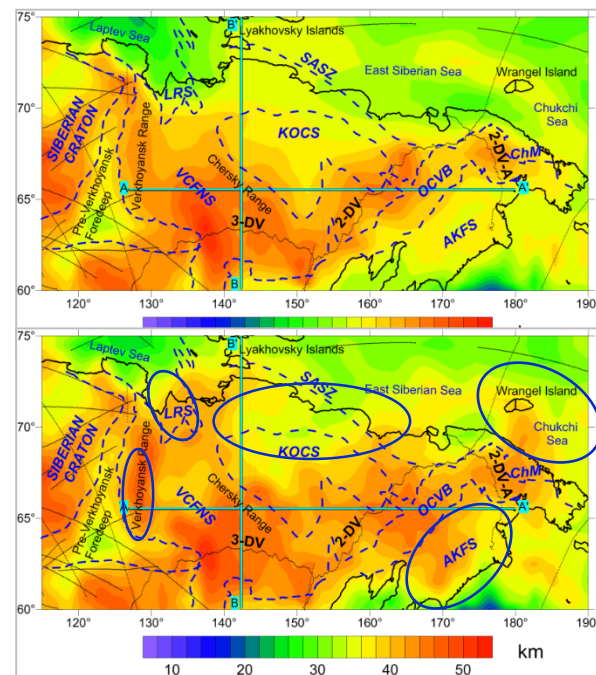


Сравнение карт теплового потока Арктики по последним глобальным моделям Davies, 2013 (а) и Lucazeau, 2019 (б) с картой новой модели теплового потока (в). Цветные точки показывают местоположение и значения прямых измерений теплового потока

- В результате изучения термической структуры арктической литосферы по комплексу геофизических данных получена модель геотермального теплового потока. Для построения был использован каталог Международной комиссии по тепловому потоку (IHFC) и его глобальные теоретические модели.
- Новая модель хорошо согласуется с данными наблюдений и соответствует представлениям о тектонической истории арктической литосферы.
- Модель показывает некоторые новые особенности, такие как, зоны повышенного теплового потока в Беринговом проливе, Чукотском море и в древней рифтовой зоне, разделяющей Восточную и Среднюю Сибирь

Новая карта глубин поверхности Мохоровичича для северо-восточной Евразии

- Построена новая карта глубин залегания поверхности Мохро для северо-востока Евразии.
- Основными исходными данными послужили остаточные аномалии и вертикальные градиенты силы тяжести по спутниковым данным (GOCE).
- Уточнена глубина залегания Мохро: для прибрежной части Восточно-Сибирского моря, для акваторной части Чукотского микроконтинента и Анадырско-Корякской складчатой системы.



Исходная (сверху) и скорректированная (снизу) карта глубин поверхности Мохро (от уровня моря)

III Всероссийская школа молодых учёных «Системный анализ динамики природных процессов в российской Арктике»

- Школа будет проходить с 5 по 8 июня 2023 г. в Подмосковье, г. Видное, отель «Palmira Garden Hotel&Spa».
- В программе лекции, практические семинары и мастер-классы от ведущих ученых.
- Будет выделено не менее 10 грантов, полностью покрывающие участие (за исключением дороги).
- Регистрация открыта до 14 апреля.
- Приглашаются слушатели до 35 лет.

E-mail: school2023@gcras.ru

Telegram: <https://t.me/geoarctic>

