

ИКИ РАН, 24-Я КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЗЗ ИЗ КОСМОСА», 2026

Открытые геоданные для характеристики 100-метровых участков автомобильных дорог

Краевой эффект и ограничения разрешения

А. Г. Багишян

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет

Природные условия вдоль дороги берутся из открытых продуктов, а единица анализа – участок 100 м

5

дорог лесной и
степной зон

3

субъекта Российской
Федерации

3547

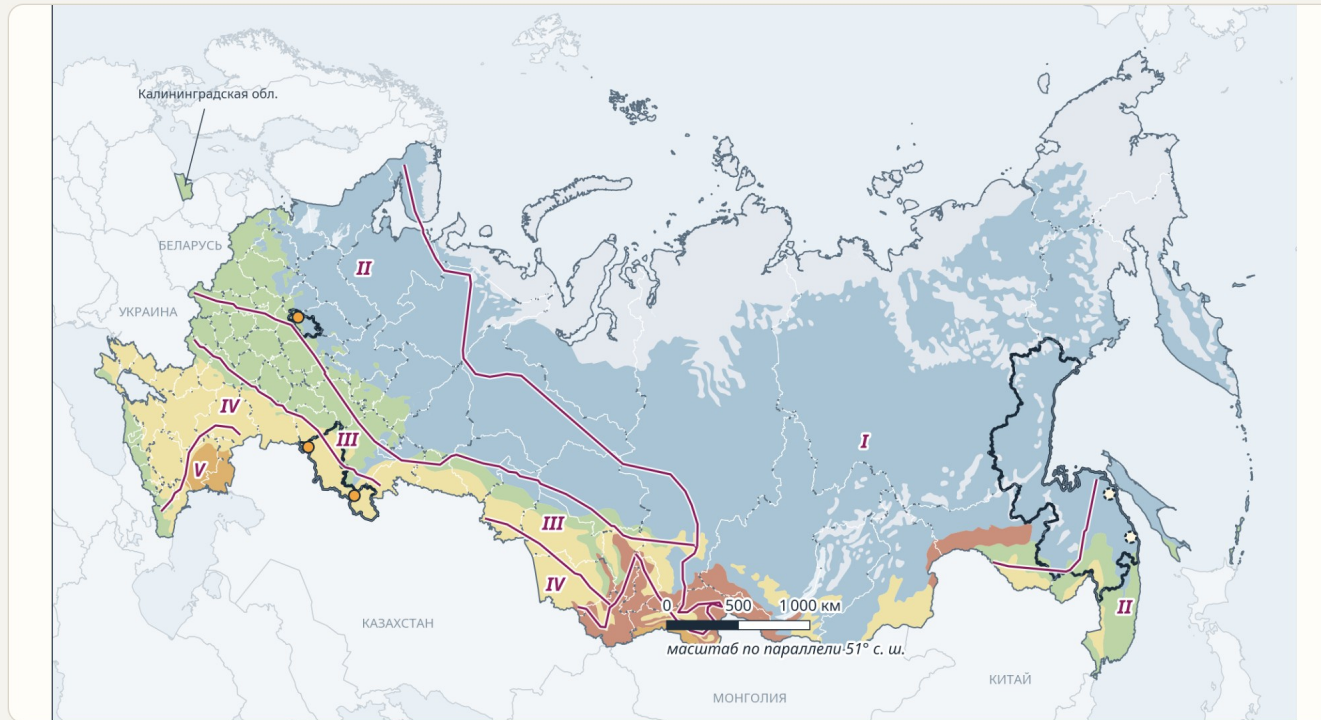
участков по 100 м

**10 м –
9 км**

разрешение продуктов

Часть ошибок, возникающих при отнесении значений растра к участкам дороги, без отдельной проверки вошла бы в признаки участков. Эти ошибки измерены.

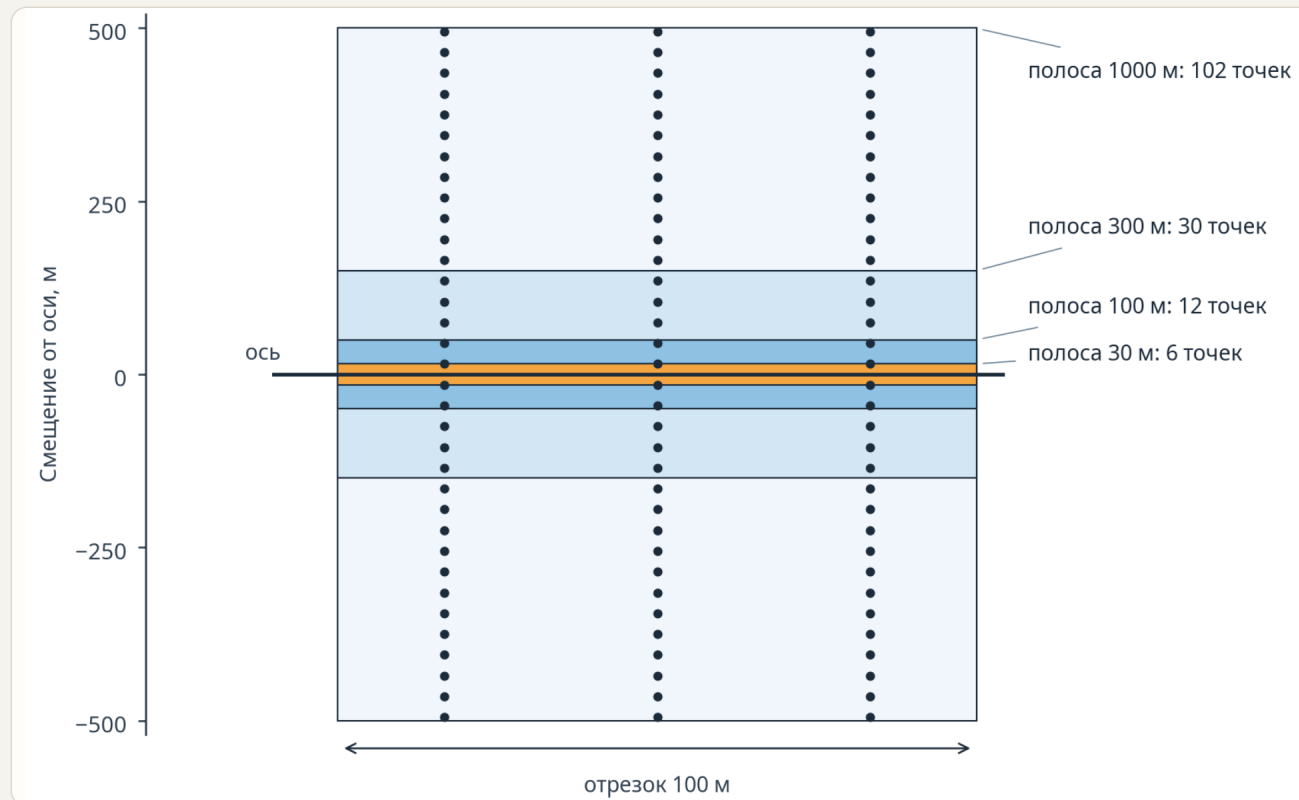
Девять открытых продуктов на пяти дорогах трёх регионов



Продукт	Что даёт
FABDEM, Copernicus DEM GLO-30	рельеф, 30 м
Landsat 8 и 9	LST, NDVI
Sentinel-2	сроки снега, 10 м
SoilGrids	грунты
HydroRIVERS, JRC GSW	воды
ESA WorldCover	покров
ERA5-Land	климат, 9 км

Фон – природные зоны (биомы, Ecoregions 2017); линии и цифры I–V – дорожно-климатические зоны (СП 34.13330.2021); контуры – три субъекта, точки – районы съёмки

Значения растров снимаются по оси с шагом 10 м и в полосах от 30 до 1000 м



Каждому участку 100 м – значения растра в точках профиля на оси и в полосах разной ширины.

Полоса 30 м – 6 точек, 100 м – 12, 300 м – 30, 1000 м – 102.

Ось сверена с OpenStreetMap: расхождение 1,8–4,2 м – малое для линейных объектов (Карпачевский и др., 2020).

Так видно, какой признак держится у самой дороги, а какой определяется окружением.

Выбор ЦМР меняет даже знак: по GLO-30 ось ниже боковых точек, по FABDEM – выше

ЛЕСНОЙ УЧАСТОК

–1,98 / +0,40 м

ось относительно боковых точек:
GLO-30 / FABDEM, медиана
по участкам

СВЕРКА С МЛС

–0,27...+0,23 м

высоты земли МЛС (EGM2008)
против FABDEM, медиана разности в
зоне 5–30 м от оси, 15 блоков
пилотной выборки; разброс медиан
участков 0,34–2,13 м

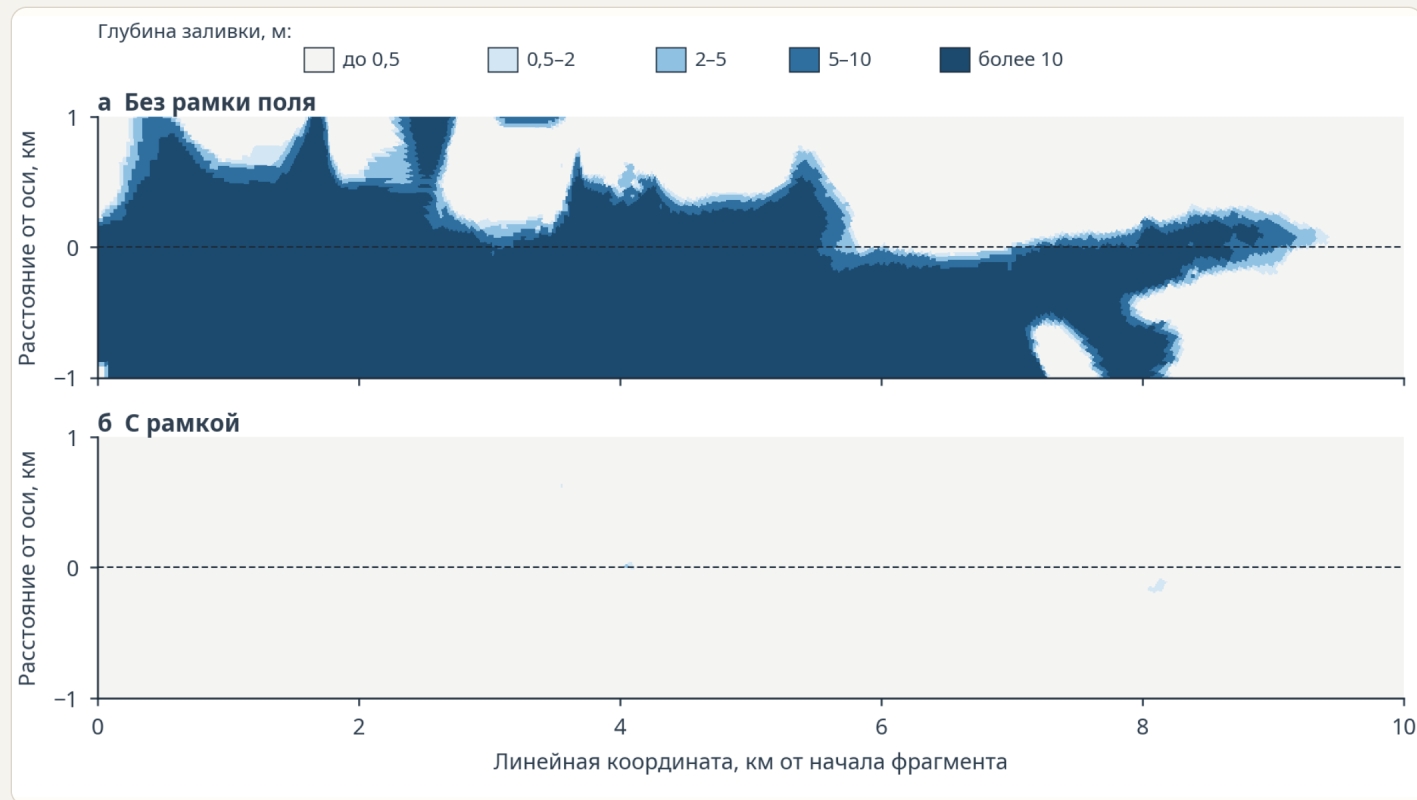
ИНДЕКС ВЛАЖНОСТИ

40–72 %

участков на равнине, где TWI
меняется больше чем на единицу
при замене GLO-30 на FABDEM

В FABDEM из рельефа удалены лес и здания (Hawker et al., 2022), в GLO-30 – нет. На равнине топографический индекс влажности (Beven, Kirkby, 1979) от этого выбора неустойчив.

Заполнение понижений у границы расчётной области поднимает отметки вдоль оси



FABDEM, ГЛУБЖЕ 0,5 М

16,7 и 50,2 %

участков двух лесных дорог; местами на глубину до 45 м

WhiteboxTools 2.4.0, расчётная область по 10 км в каждую сторону от оси

а – без граничного условия стока, б – с ним («рамка поля»); фрагмент 10 км, FABDEM

Явное граничное условие стока снимает заполнение у границы

Наблюдение. Все 367 заполненных по FABDEM участков двух хабаровских дорог лежат во впадинах, касающихся границы области; вне таких впадин их нет.

Не помогло. Прорезание пути стока BreachDepressionsLeastCost с радиусом 1,5 и 4,5 км (Lindsay, Dhun, 2015; Lindsay, 2016).

Сняло заполнение у границы. Внешний ряд искусственных ячеек на 100 м ниже минимума области, удаляемый после расчёта. Остаток по GLO-30 лежит вдали от границы.

Дорога	FABDEM	GLO-30
Хабаровский-1	16,7 → 0,1 %	25,0 → 6,8 %
Хабаровский-2	50,2 → 0 %	34,5 → 2,6 %
Ивановский	2,5 → 2,5 %	6,1 → 6,1 %
Оренбургский-1	0 → 0	1 отр. → 1
Оренбургский-2	0,1 → 0,1 %	0,8 → 0,8 %
Контроль: 13–20 км без условия	1,4 / 0,5 %	–

Ивановский: 9 участков в локальных впадинах у реки – не краевая ошибка, снимаются прорезанием. Контроль на расширенной области: все оставшиеся заполненные участки – из числа краевых.

На участке 100 м у каждого продукта свой предел разрешения

Продукт	Пиксель	Доля полотна 7–14 м: ширина / пиксель
Sentinel-2	10 м	0,7–1,0
Landsat 8 и 9	30 м	0,23–0,47
Landsat, тепловой канал	100 м	0,07–0,14
ERA5-Land	≈ 9 км	накрывает полосу до 1 км целиком

Соседние участки по ERA5-Land различает только интерполяция.

Сроки снежного покрова по Sentinel-2 толкуются вместе с промежутком до безоблачного снимка: медиана 15–62 сут перед установлением, 20–50 сут после схода.

Ремонты по годовым медианам Sentinel-2 не выделяются: сигнал на уровне шума

ОЖИДАЕМАЯ СТУПЕНЬ

$\approx 0,02$

яркость красного канала после
обновления покрытия

МЕЖГОДОВОЙ ШУМ

$0,011-0,017$

годовые медианы за 2016–2025 гг.

КОНТРАСТ С ФОНОМ

$0,02-0,03$

полотно и фон на степных участках

Три записанных ремонта на 81,6 км пилотных участков этой процедурой не выделяются: разрешение 10 м вместе с межгодовым шумом ограничивает датирование.

Итог

ВЫЯВЛЕНО

Заполнение понижений, касающихся границы расчётной области, поднимает отметки вдоль оси и искажает признаки участков.

Разрешение открытых продуктов ограничивает различимость участков 100 м.

ПРЕДЛОЖЕНО

Явное граничное условие стока – внешний ряд искусственных ячеек ниже минимума области: на пяти дорогах снимает заполнение у границы и не меняет индекс там, где ошибки не было.

Пределы разрешения каждого продукта на участке 100 м.

Открытые продукты – источник признаков природных условий вдоль дороги с известными пределами применимости.

Спасибо за внимание

А. Г. Багишян, МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет

Beven, Kirkby, 1979; Hawker et al., 2022; Lindsay, Dhun, 2015; Lindsay, 2016; Muñoz-Sabater et al., 2021; Pekel et al., 2016; ГОСТ Р 71360-2024; Карпачевский и др., 2020