

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ БУГРОВ ПУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА ARSTICDEM

Романова Е.Р.^{1,2}, Жидков Р.Ю.³,*

*¹ Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, ИГЭ РАН,
г. Москва, Россия.*

*² Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет, НИУ МГСУ, г.
Москва, Россия.*

³ ГБУ «Мосгоргеотрест», г. Москва, Россия.

** докладчик*

Email: romanova.elizaveta.r@yandex.ru

Цифровая модель рельефа (ЦМР) или Digital elevation model (DEM)

ЦМР - это трехмерная модель земной поверхности. Одни модели содержат информацию о высоте только истинного рельефа, другие — с учетом растительности, зданий и прочих объектов жилой и промышленной инфраструктуры.

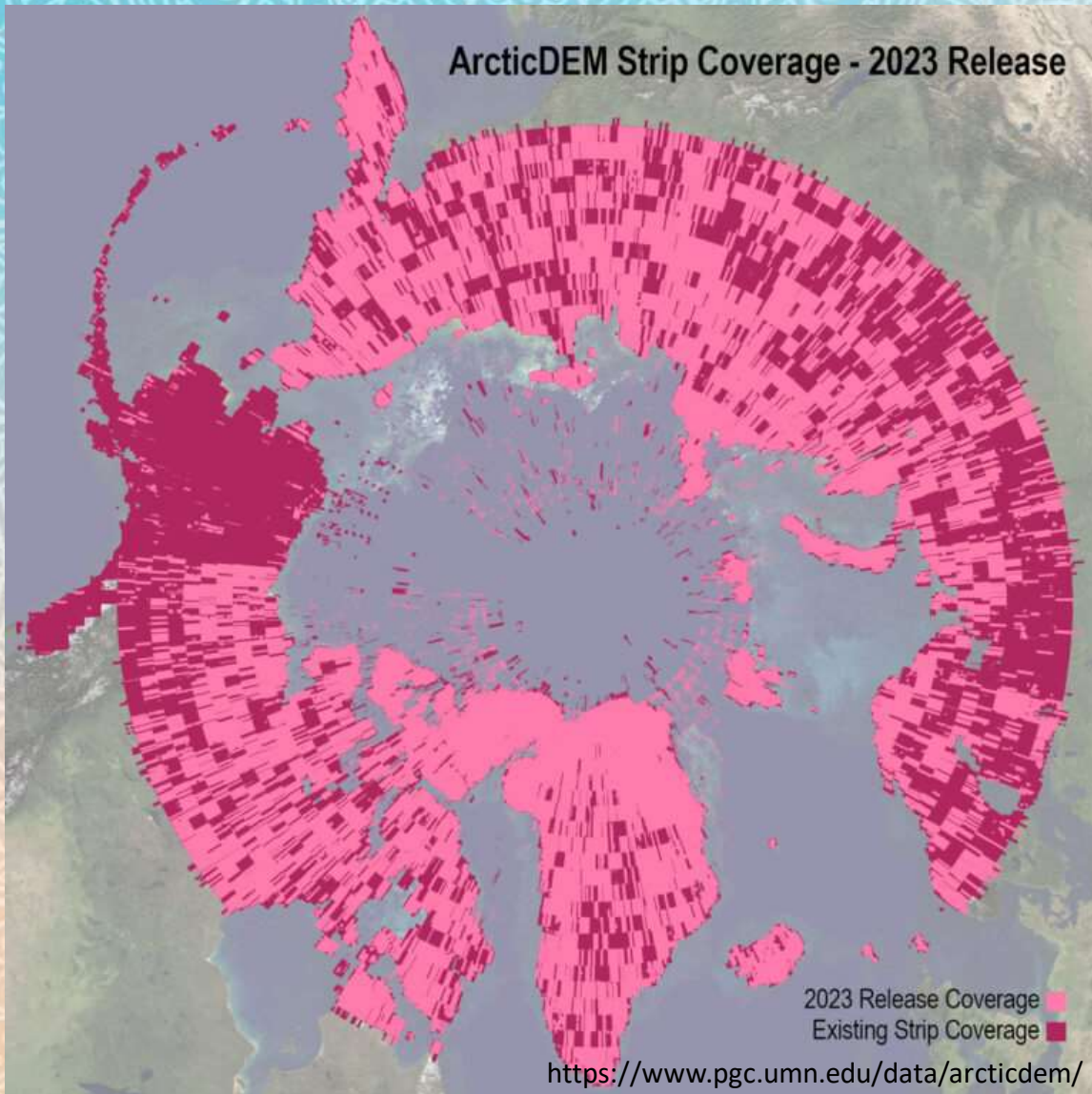
Наиболее важный параметр для идентификации проявлений различных процессов : разрешение.

Разрешение ArcticDEM 2 м/пикс

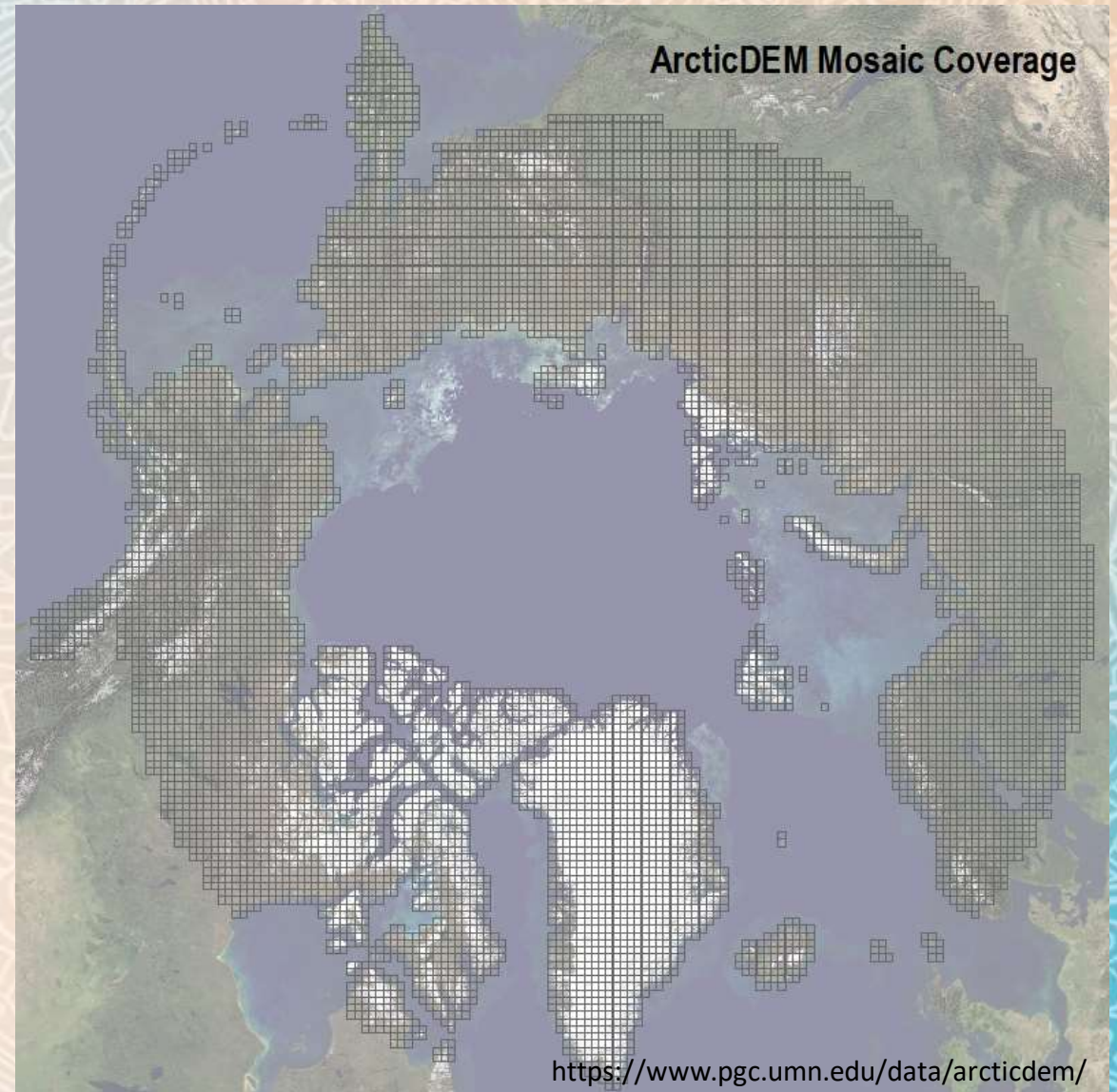


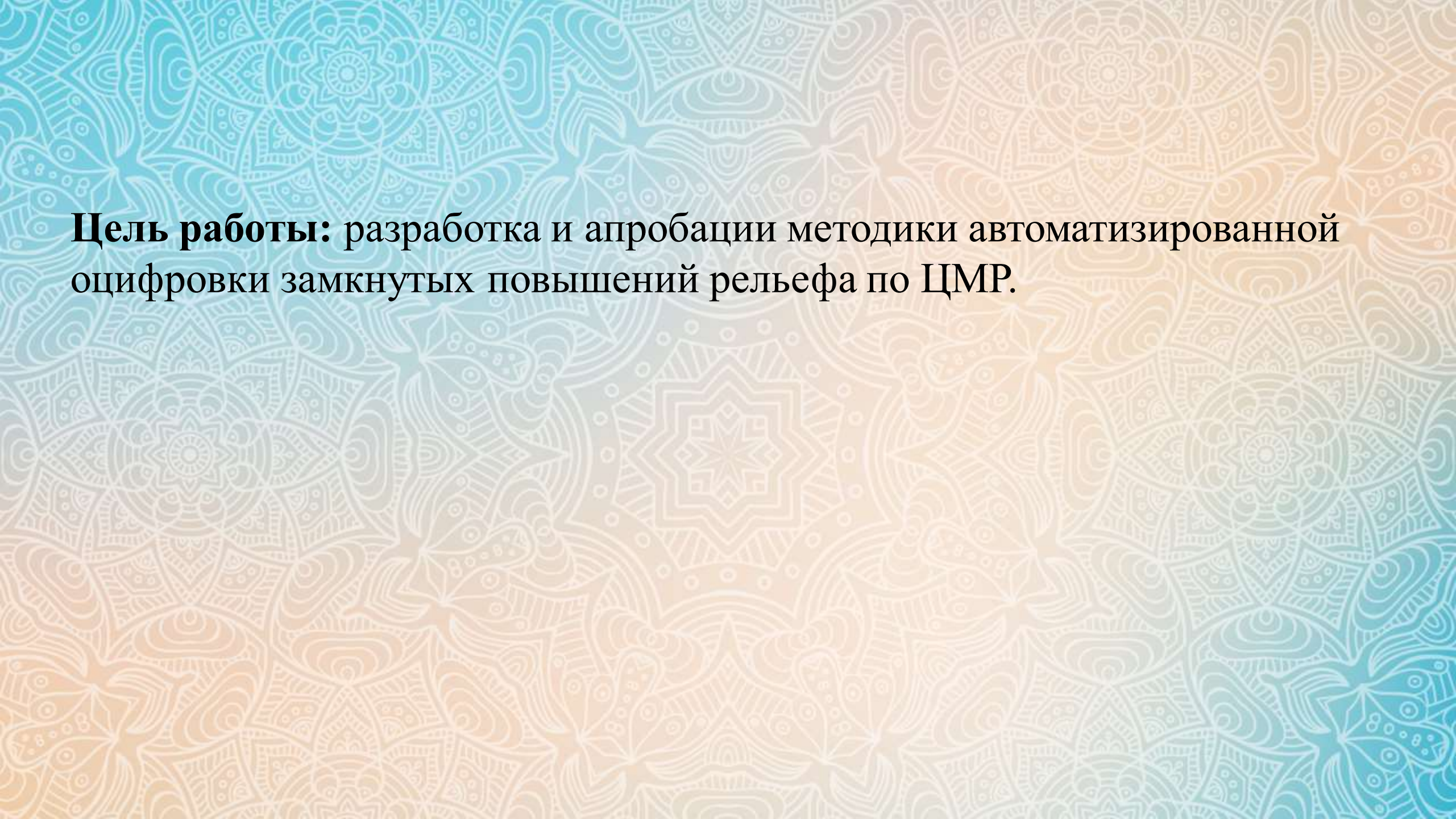
ArcticDEM имеет два вида: файлов-полос и мозаика

ArcticDEM Strip Coverage - 2023 Release

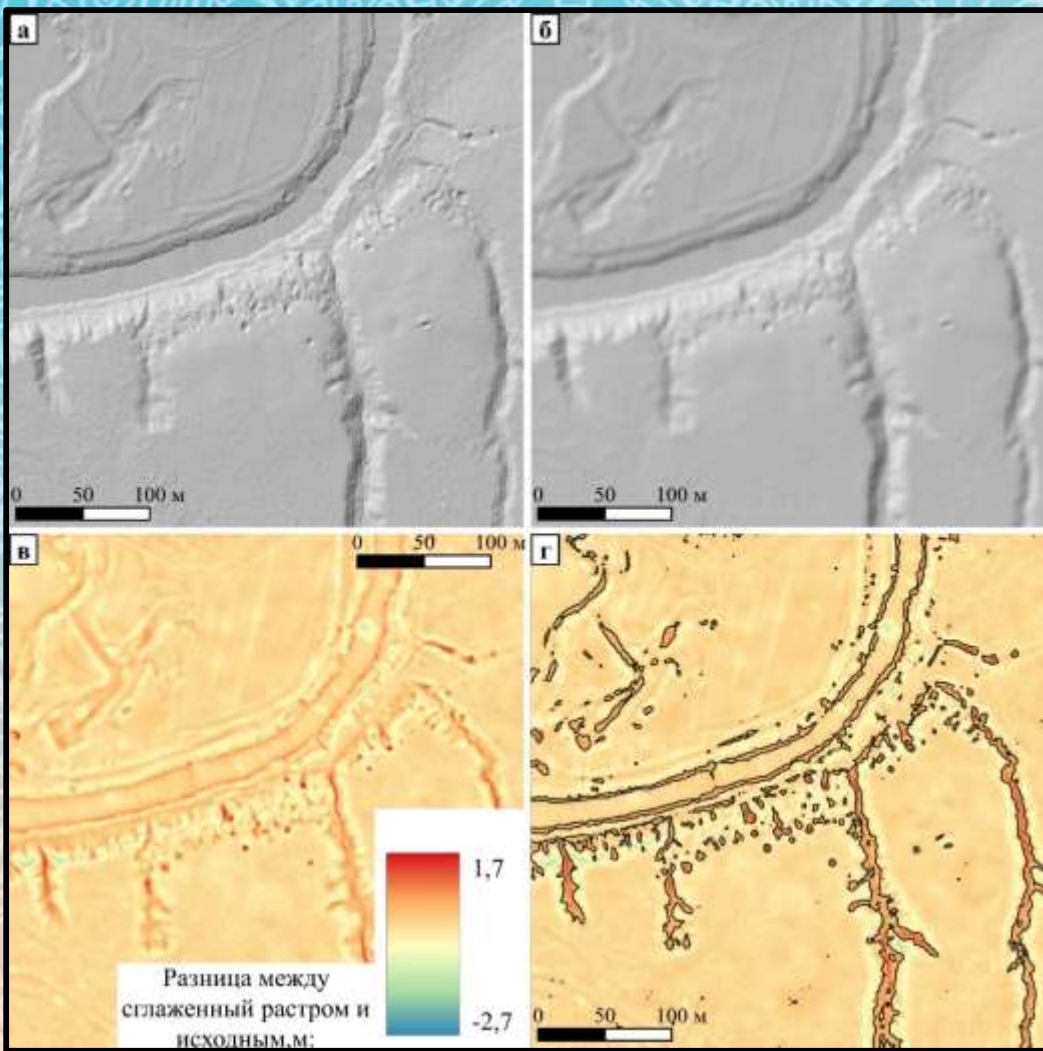


ArcticDEM Mosaic Coverage

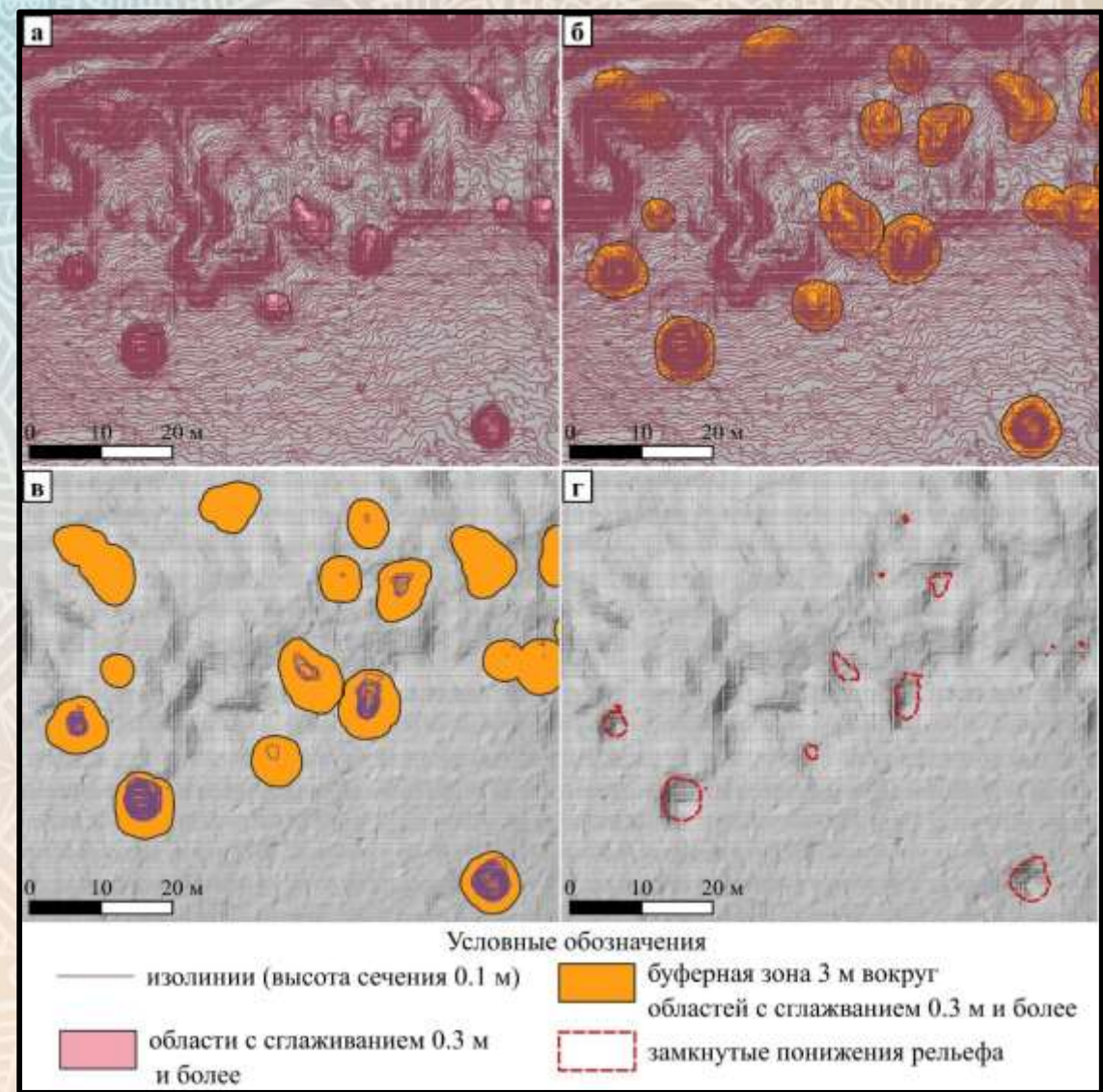




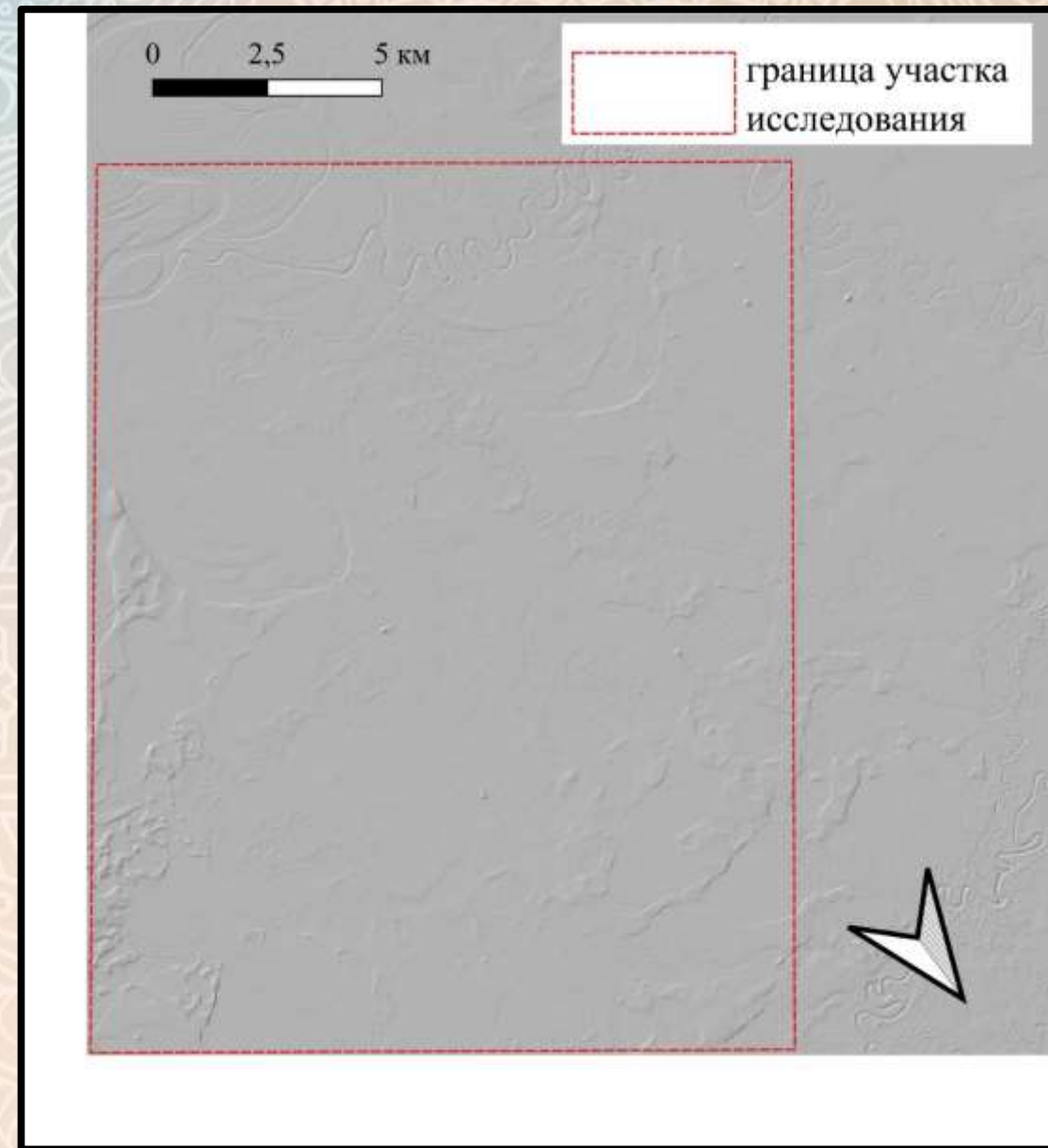
Цель работы: разработка и апробации методики автоматизированной оцифровки замкнутых повышений рельефа по ЦМР.



а — исходная цифровая модель рельефа; б — сглаженная при помощи Resampling Filter (scale 10) ЦМР; в — разность между сглаженным растром и исходным; г — растр полученный при вычитании из сглаженной ЦМР исходной; в — области с сглаживанием 0.3 м и более.

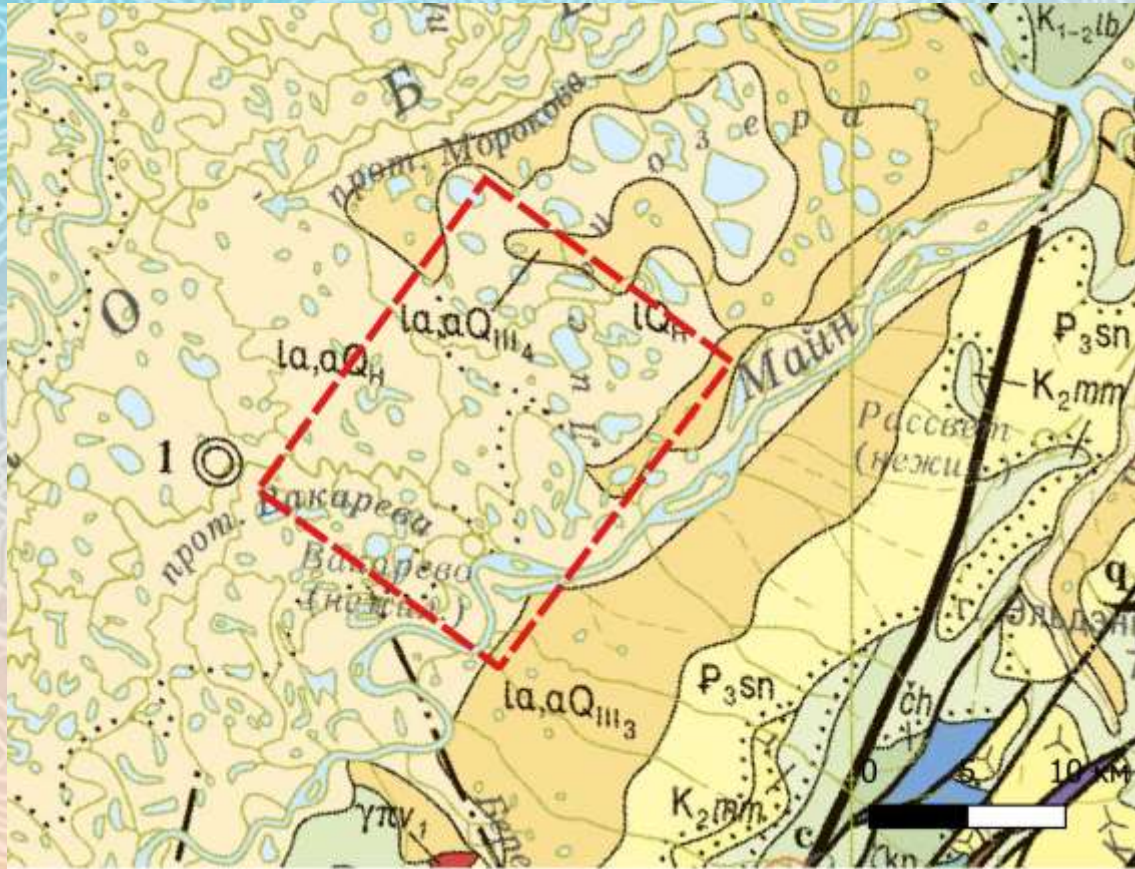


а — области с сглаживанием 0.3 м и более с изолиниями рельефа построенными через 0.1 м, б — построение буферной зоны 3 м вокруг сглаженных областей, в — выделение в пределах буферных зон замкнутых изолиний рельефа, г — трансформация замкнутых изолиний в полигоны.



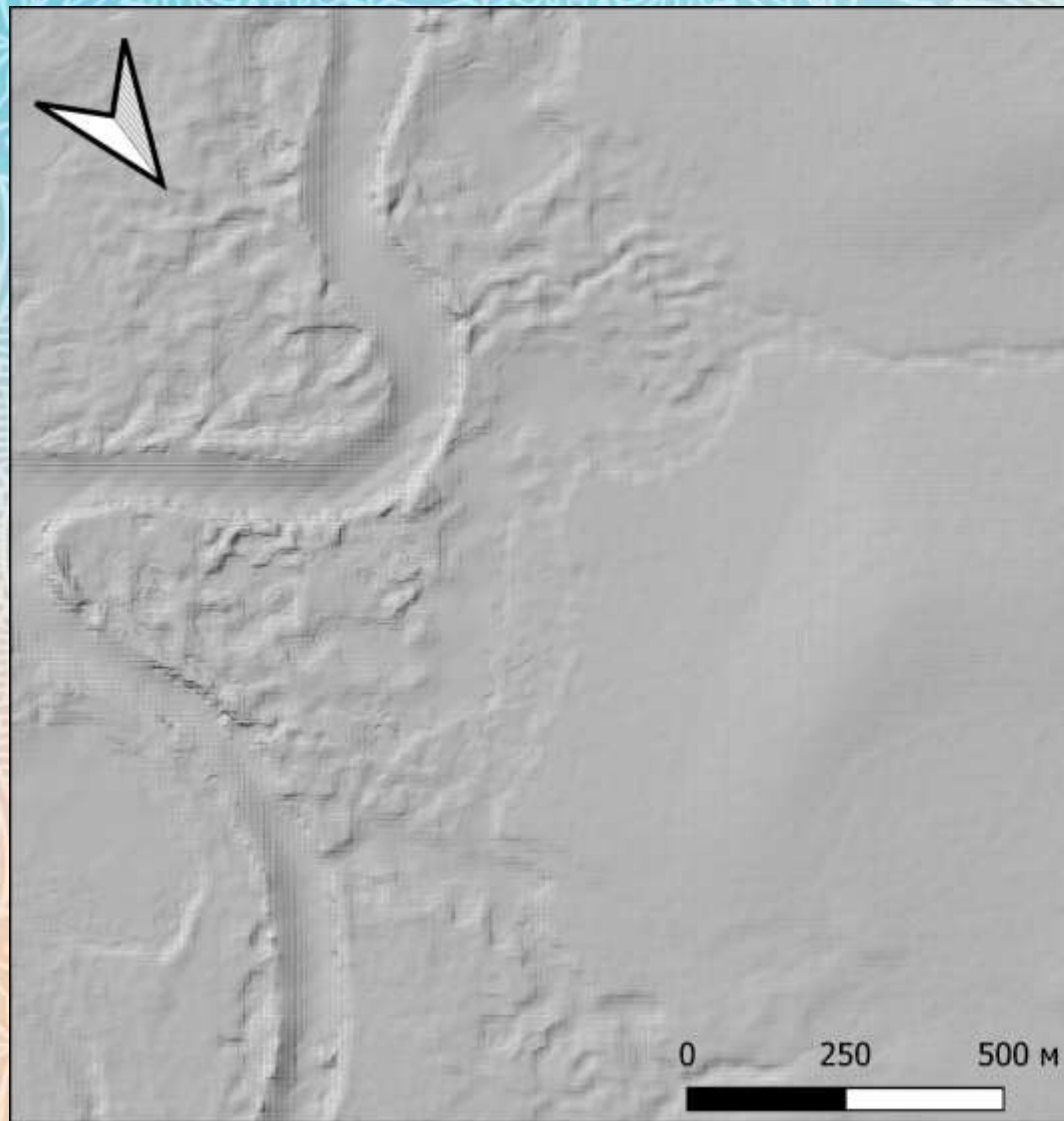
Площадь исследуемого участка: 296,3 км²

Геологическое строение



С поверхности залегают озерно-аллювиальные и аллювиальные отложения голоцена. Представлены переслаиванием суглинков, песков и торфа

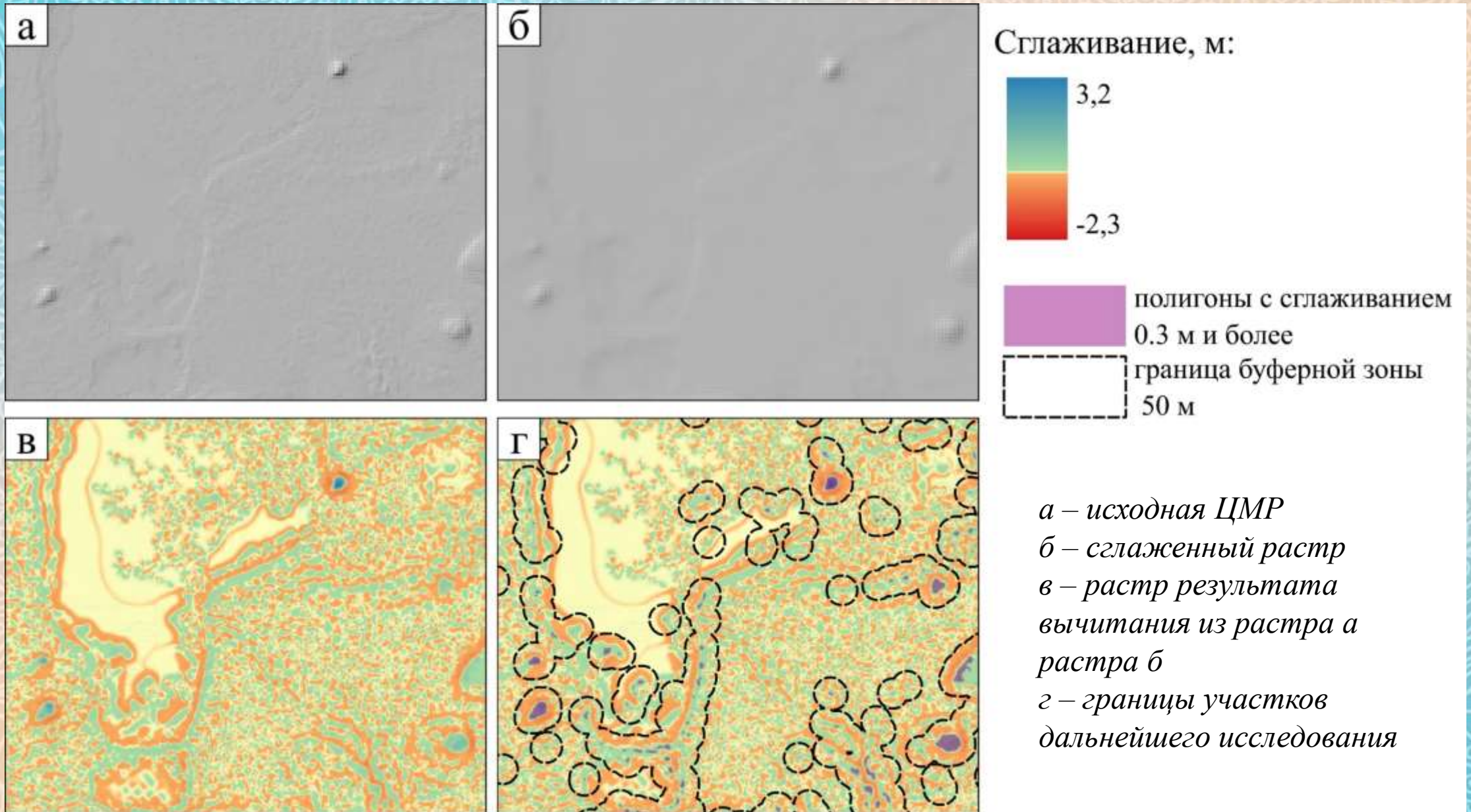
ArcticDem не лишена растительности: применение ЦМР в границах лесных массивов ограничено

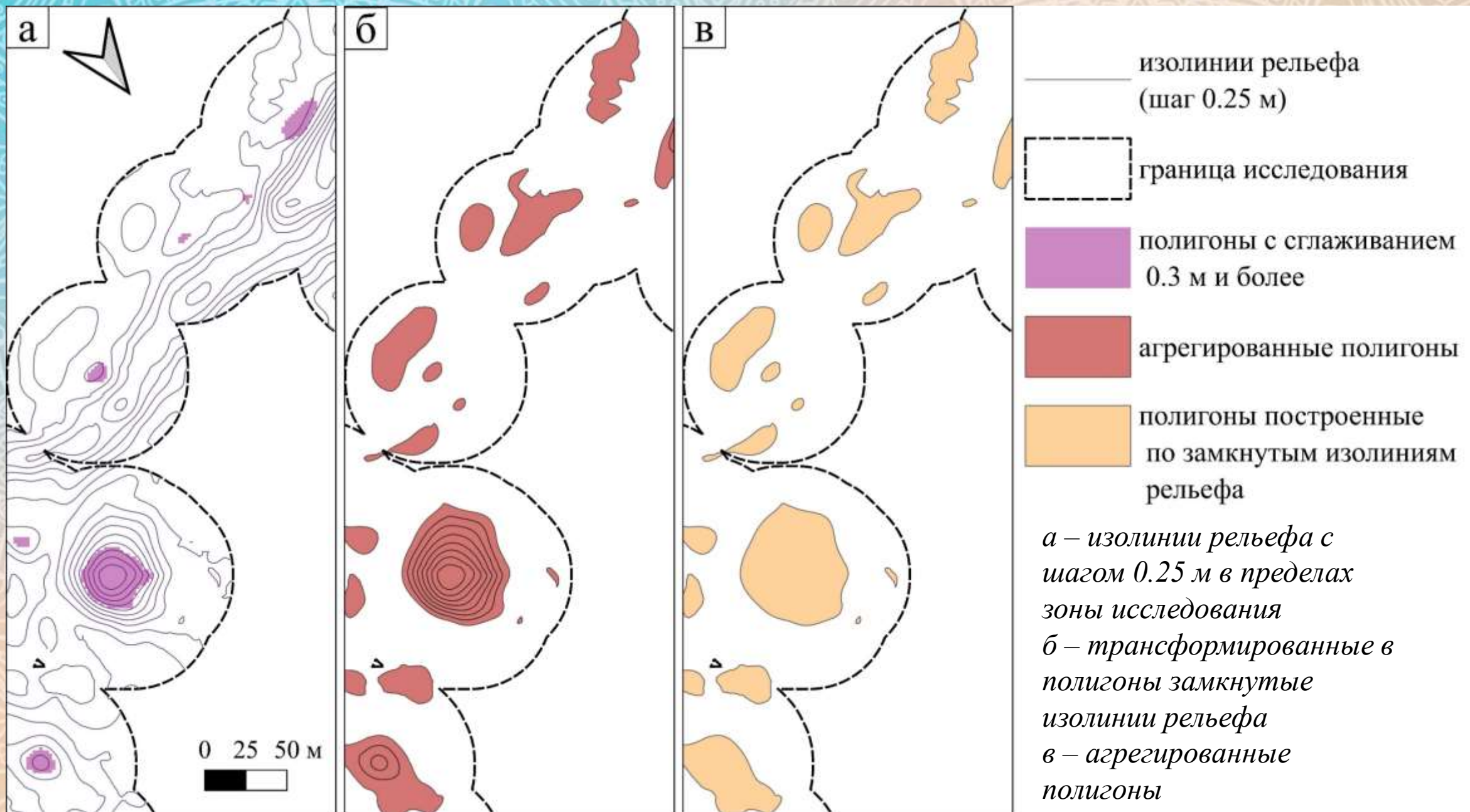




а – фрагмент мозаики ArcticDEM на исследуемую территорию.; б –фрагмент мозаики космоснимков ESRI Imagery высокого разрешения

1 способ оцифровки: с использованием алгоритма сглаживания





Для каждого полигона были определены следующие характеристики:

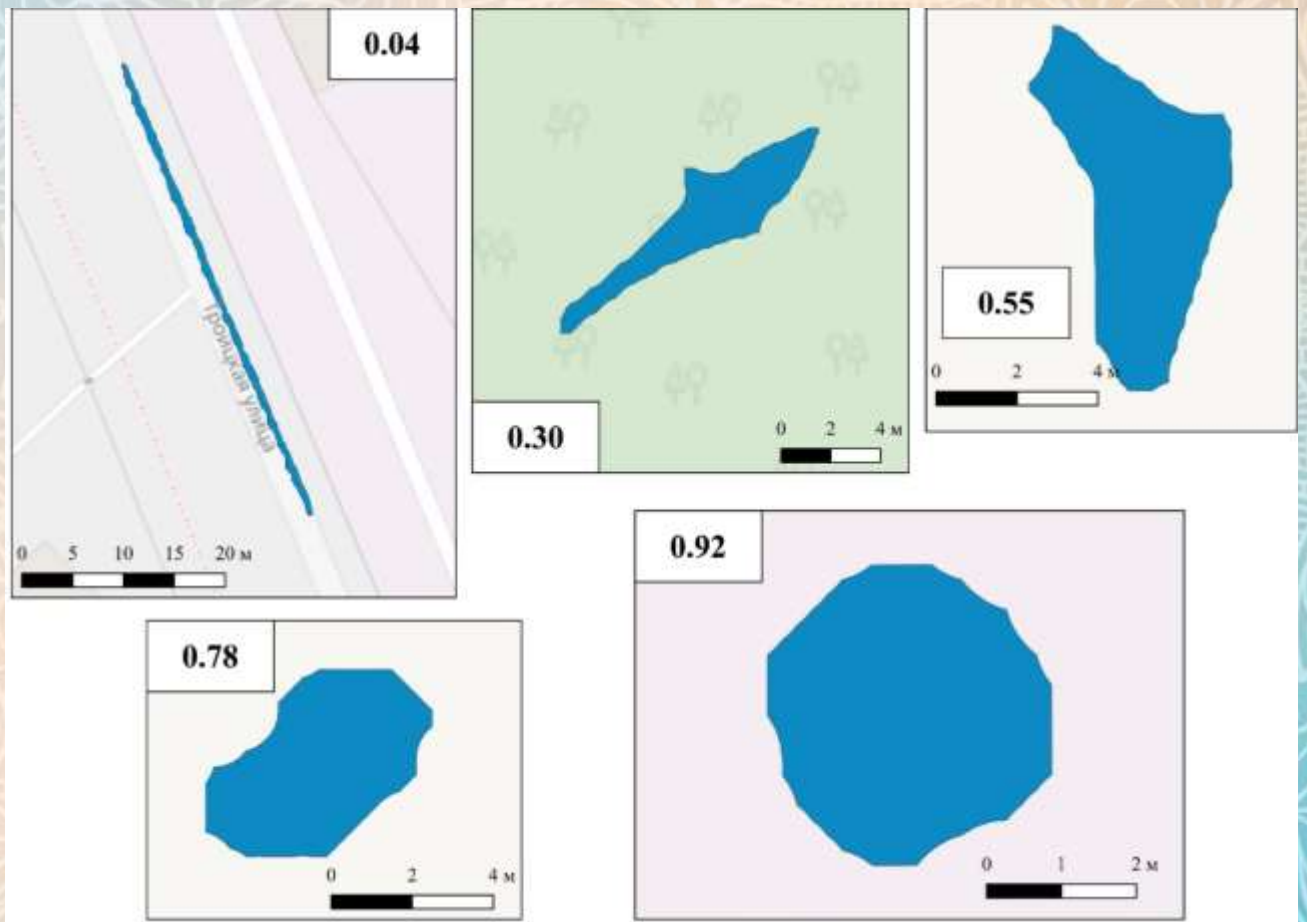
- периметр
- площадь
- показатель характеризующего близость полигона к кругу,
- высота полигона (разница максимальной отметки по ЦМР в пределах полигона и абсолютной отметки горизонтали, по которой проведена его граница)

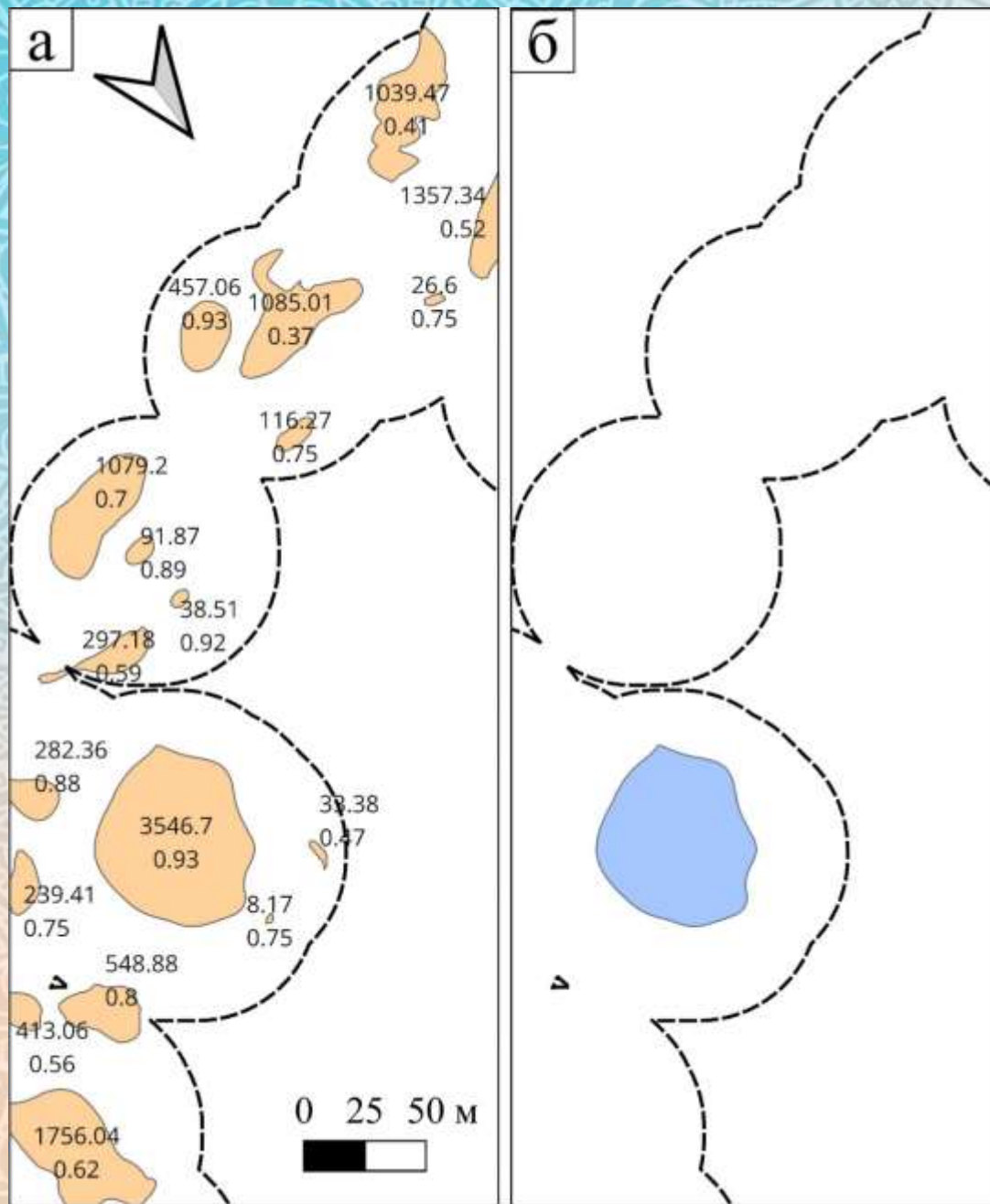
Определение коэффициента «округлости» полигонов по формуле:

$$K = \frac{4\pi \cdot S}{P * P}$$

где S и P – площадь и периметр полигона, вычисленные посредством ГИС.

Чем ближе K к 1.0, тем более круглый полигон





91.87
0.89

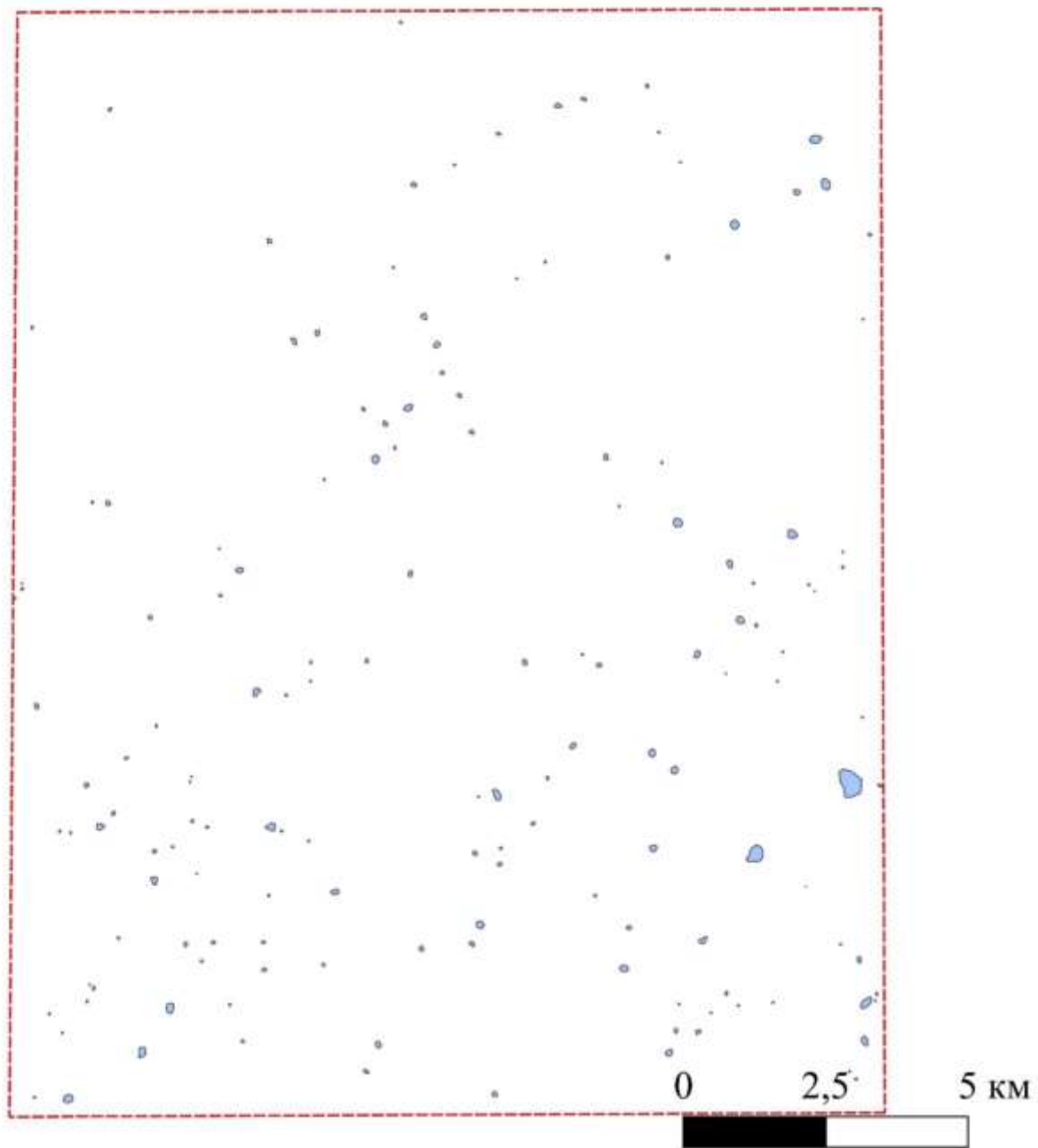
полигоны построенные по замкнутым изолиниям рельефа. Верхнее значение - площадь полигона в м2. Нижнее - значение коэффициента округлости.

полигоны после фильтрации

рис б – результат фильтрация полигонов с рис а по следующим критериям:

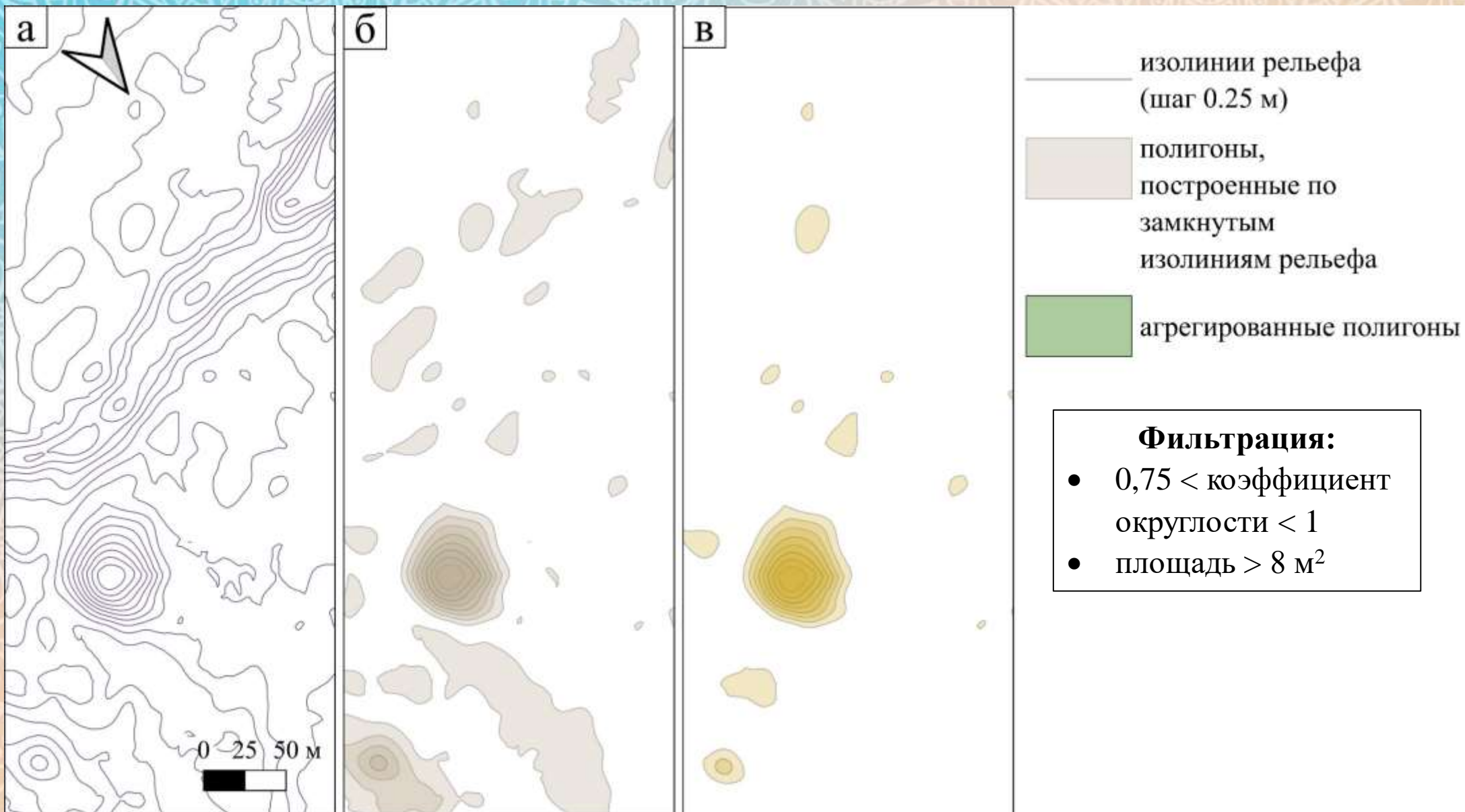
- $8 \text{ м}^2 < \text{площадь} < 31\,600 \text{ м}^2$
- $0,75 < \text{Коэффициент округлости} < 1$
- $\text{высота} > 0,99 \text{ м}$

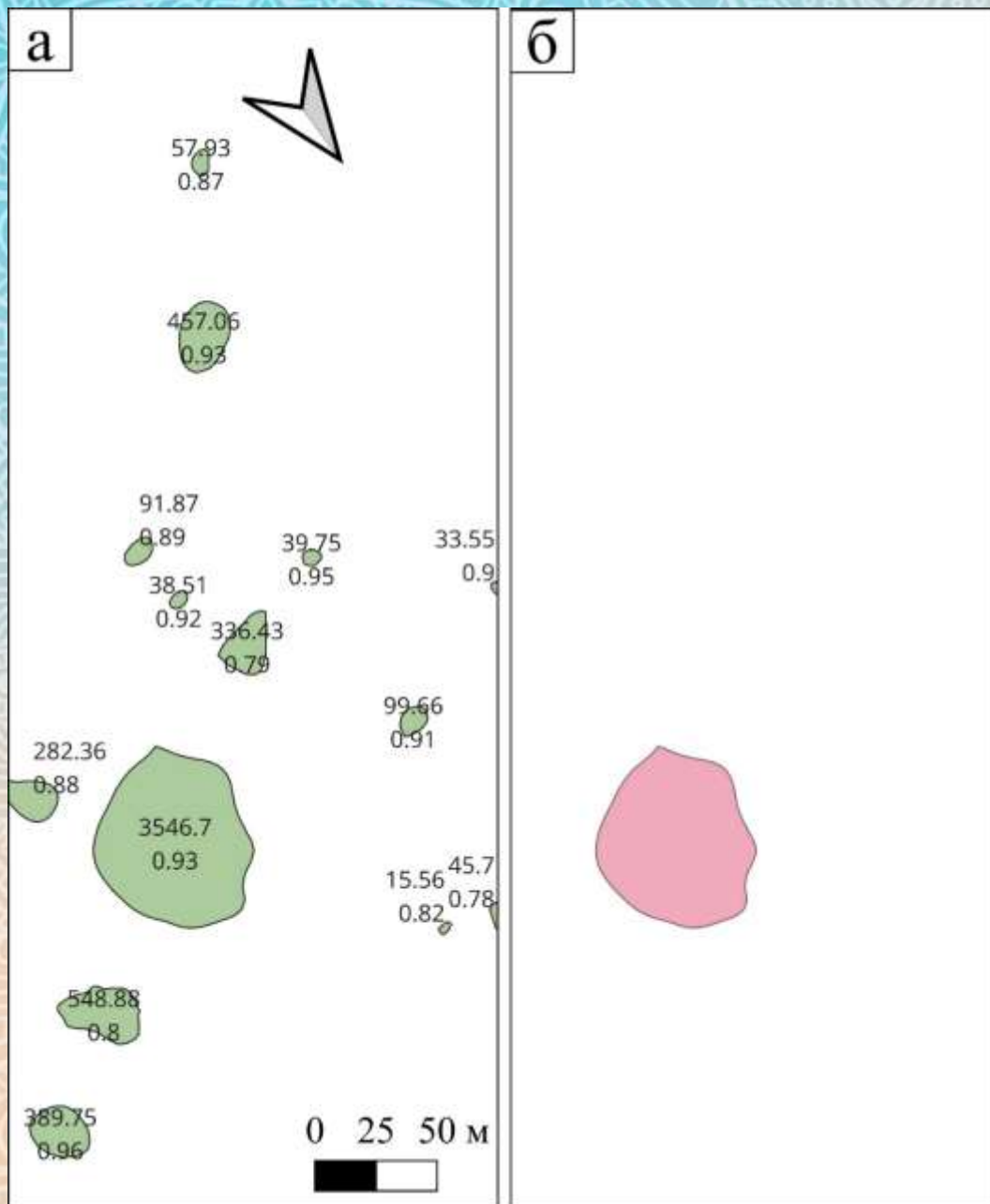
*а – агрегированные полигоны;
б – агрегированные полигоны после фильтрации по 3 критериям*



Оцифрован 149 полигон

2 способ оцифровки: на основе морфометрических параметров бугров пучения





91.87
0.89

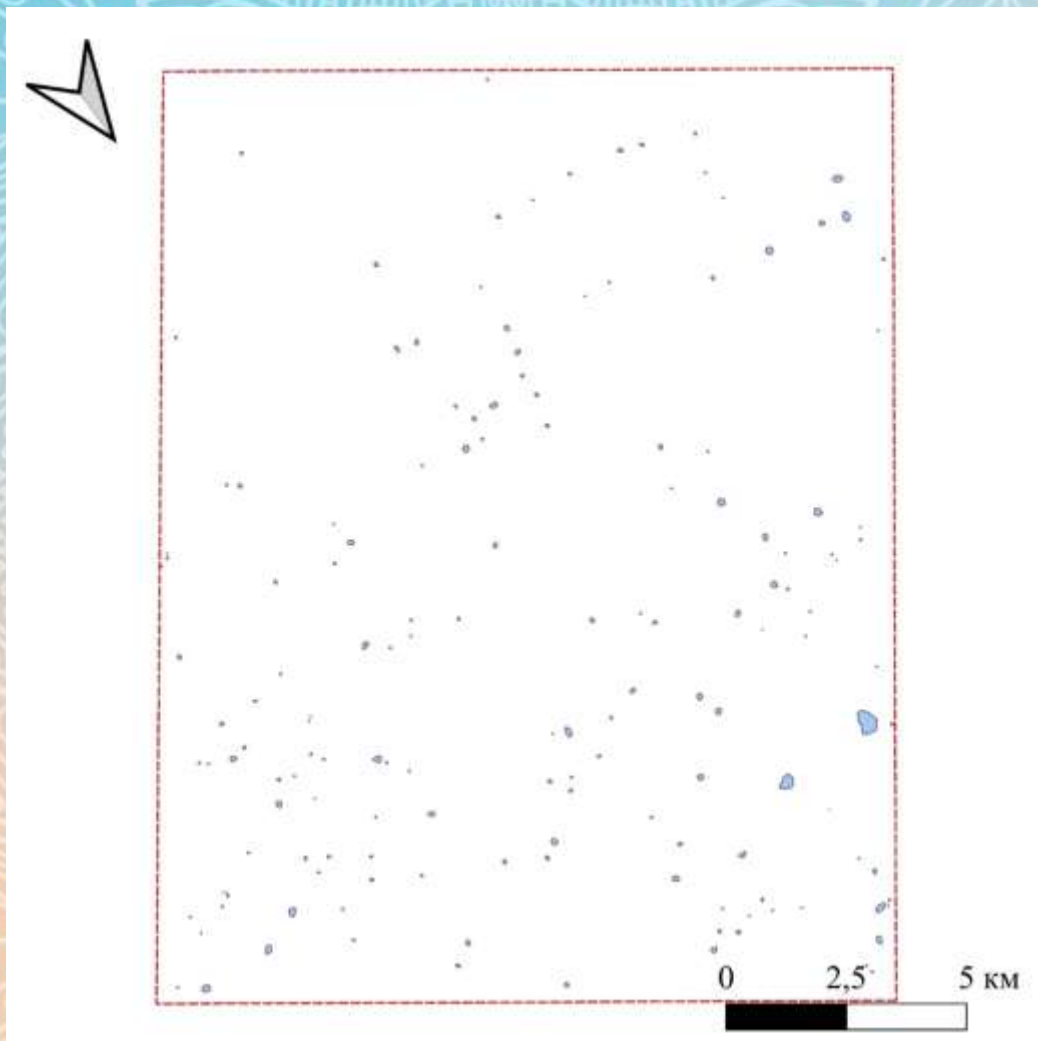
агрегированные полигоны.
Верхнее значение -
площадь полигона в м².
Нижнее - значение
коэффициента округлости.

итоговые полигоны
после фильтрации

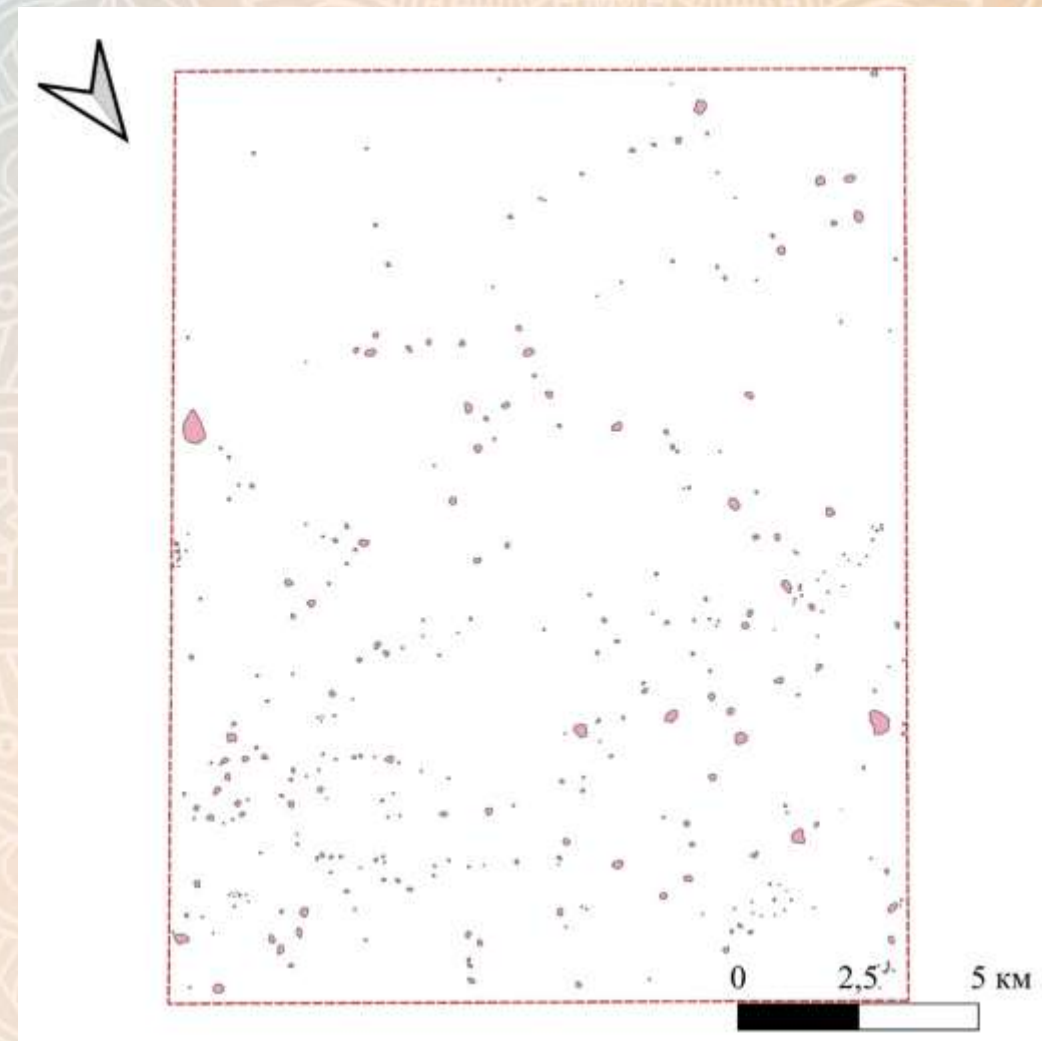
рис б – результат
фильтрация полигонов с
рис а по следующим
критериям:

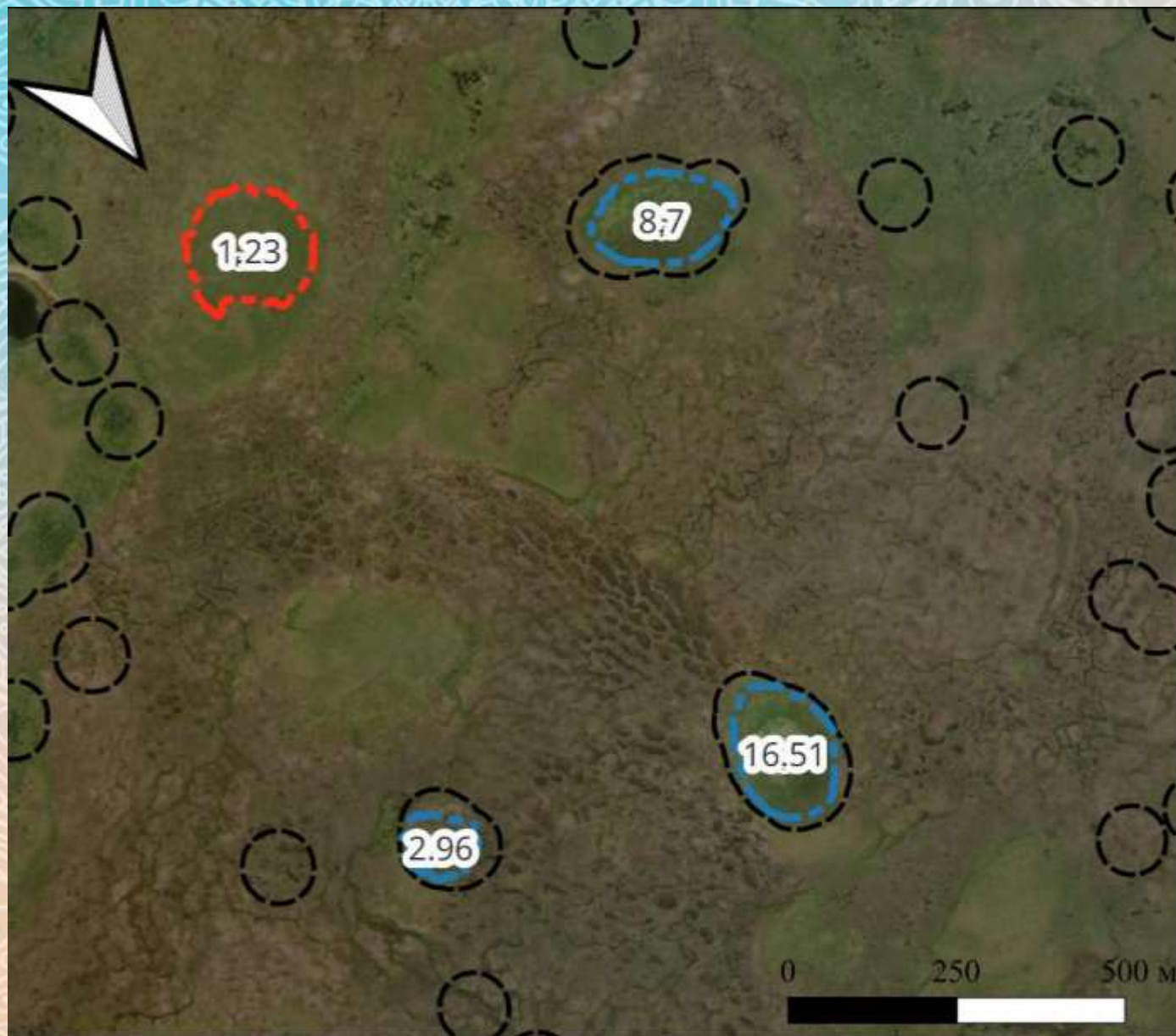
- площадь < 31 600 м²
- высота > 0,99 м


**1 способ: с использованием алгоритма сглаживания.
Оцифровано 151 полигон**

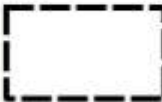



**2 способ: с использованием только морфометрических параметров
Оцифровано 327 полигонов**





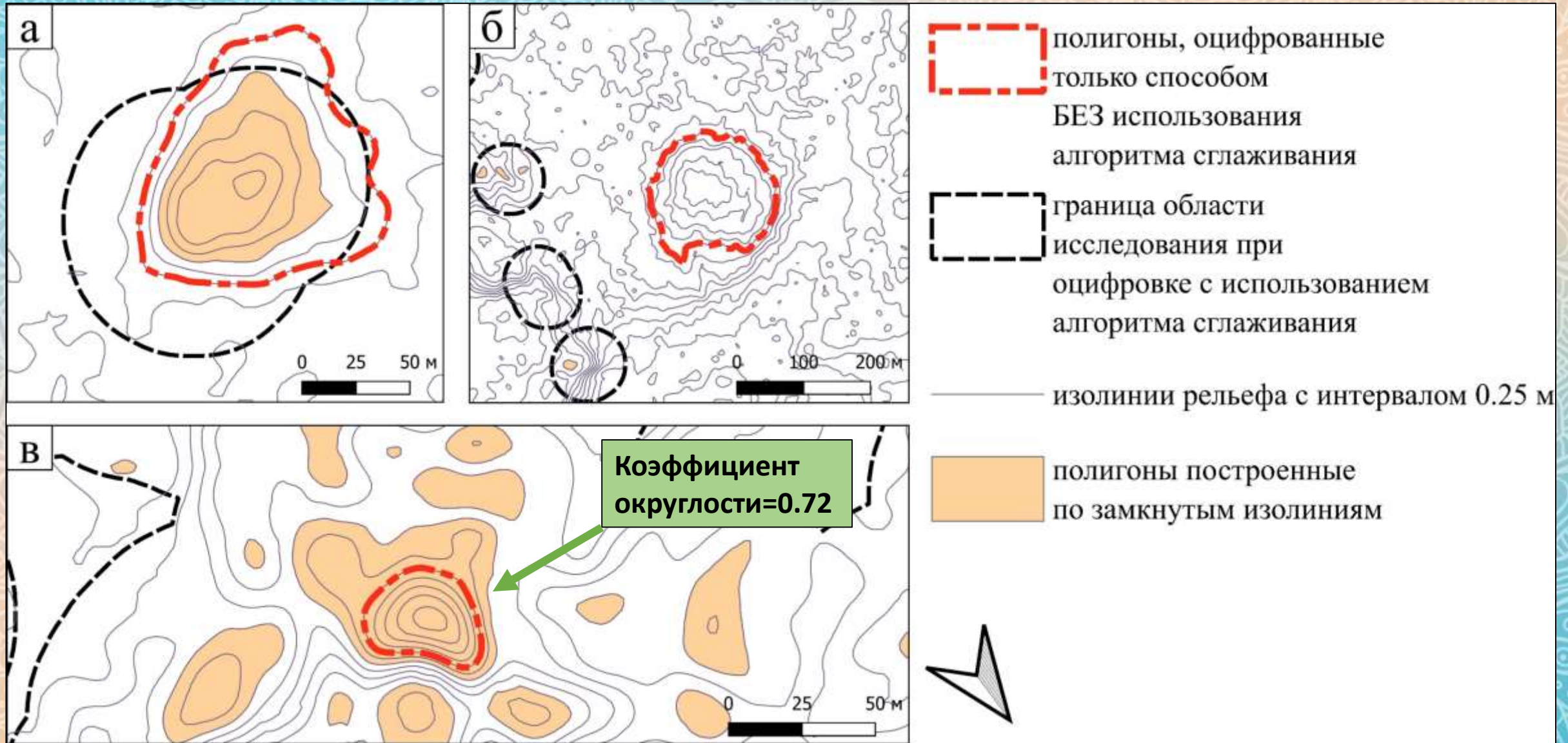
 результаты оцифровки
с использованием
алгоритма сглаживания

 граница области
исследования при
оцифровке с использованием
алгоритма сглаживания

 полигоны, оцифрованные
только способом
БЕЗ использования
алгоритма сглаживания

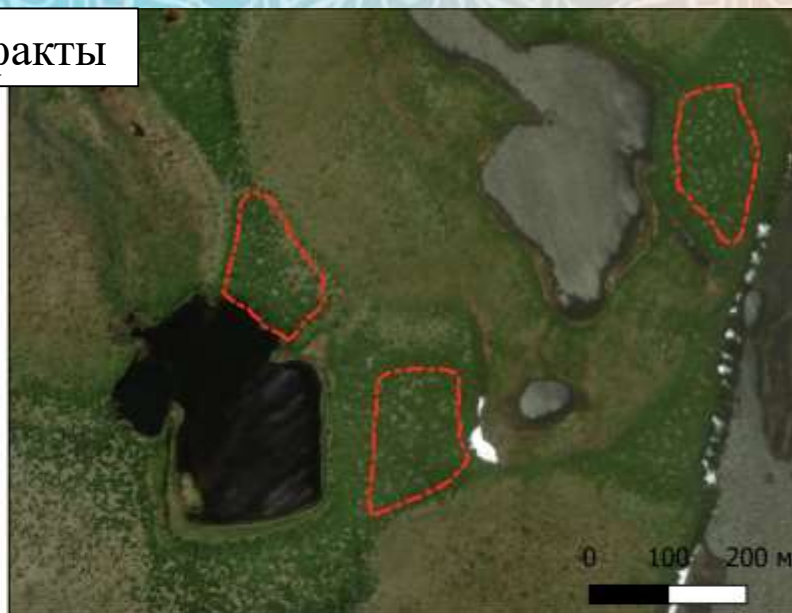
(числами показана высота повышений)

Почему же при использовании алгоритма сглаживания некоторые полигоны не оцифровались?



Результаты

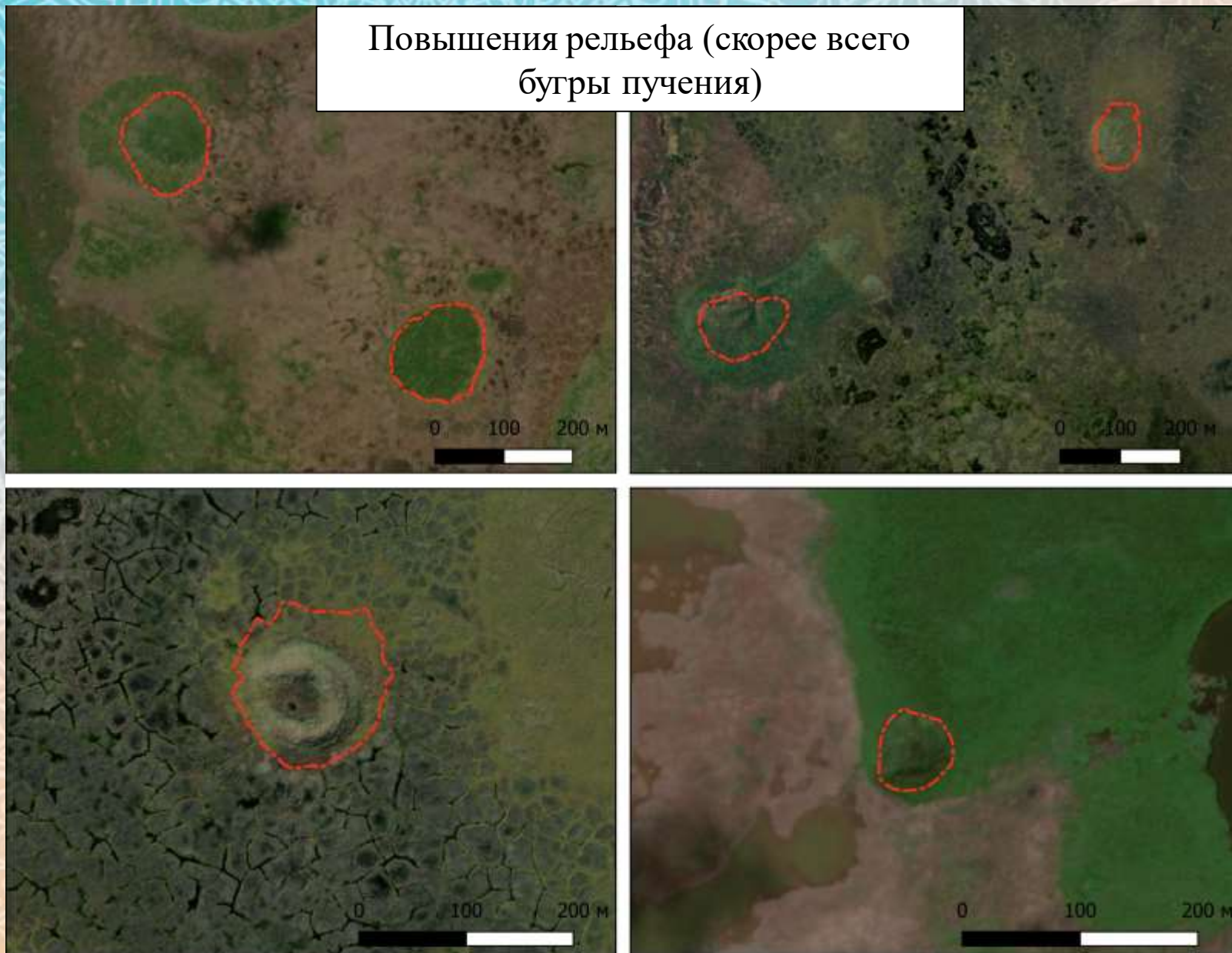
Артефакты



- Скорее всего артефакты
- Повышения рельефа (скорее всего бугры пучения)
- Неоднозначные результаты

Результаты

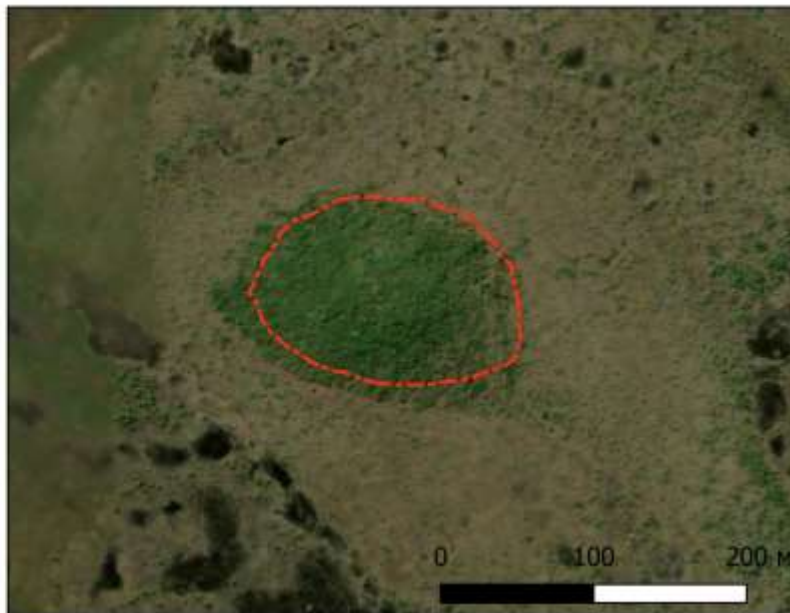
Повышения рельефа (скорее всего бугры пучения)



- Скорее всего артефакты
- Повышения рельефа (скорее всего бугры пучения)
- Неоднозначные результаты

Результаты

Неоднозначные результаты



- Скорее всего артефакты
- Повышения рельефа (скорее всего бугры пучения)
- Неоднозначные результаты

Плюсы и минусы

1 способ: с использованием алгоритма сглаживания

Плюсы:

- Быстрота. Требует меньше вычислительной мощности

Минусы:

- Много параметров, от которых зависит качество результата

2 способ: с использованием морфометрических параметров бугров пучения

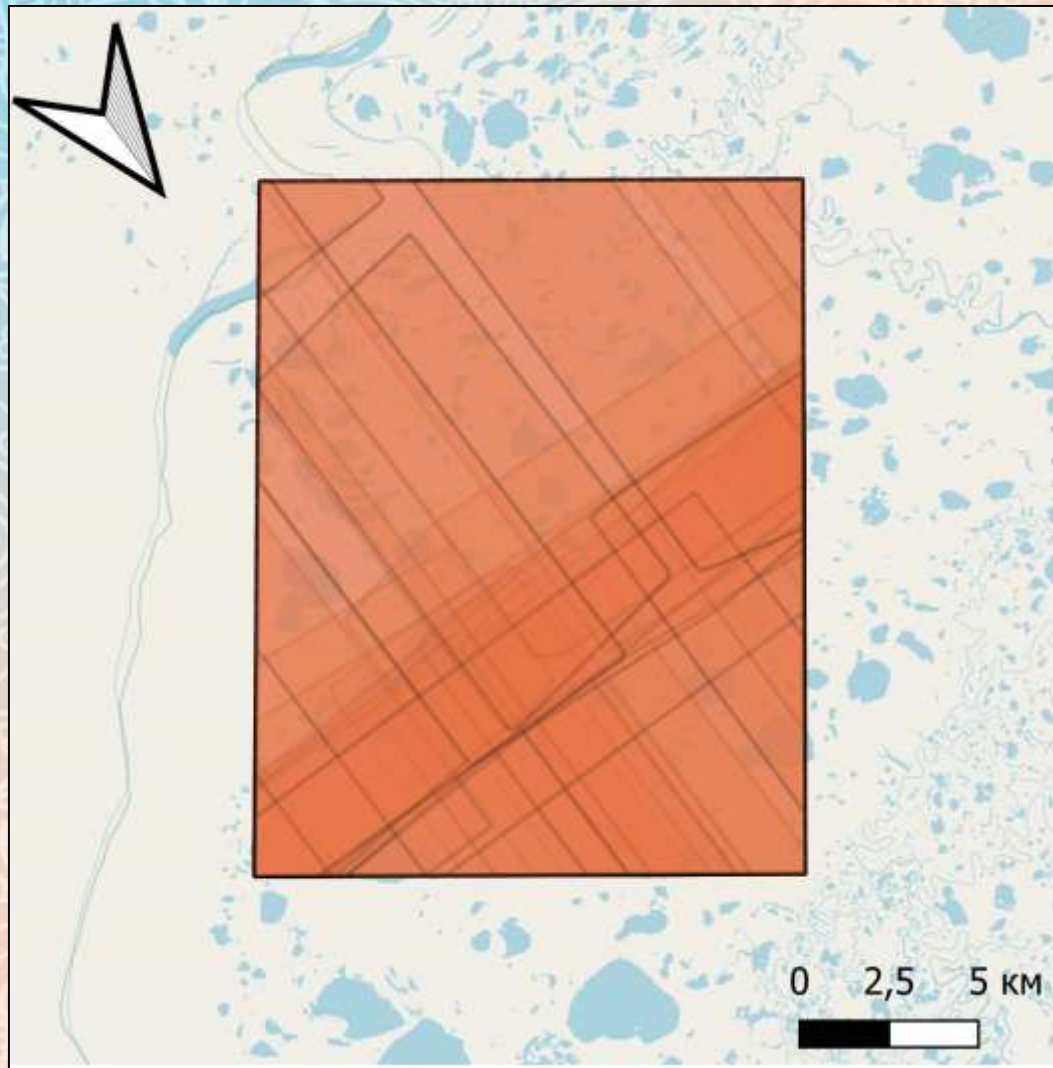
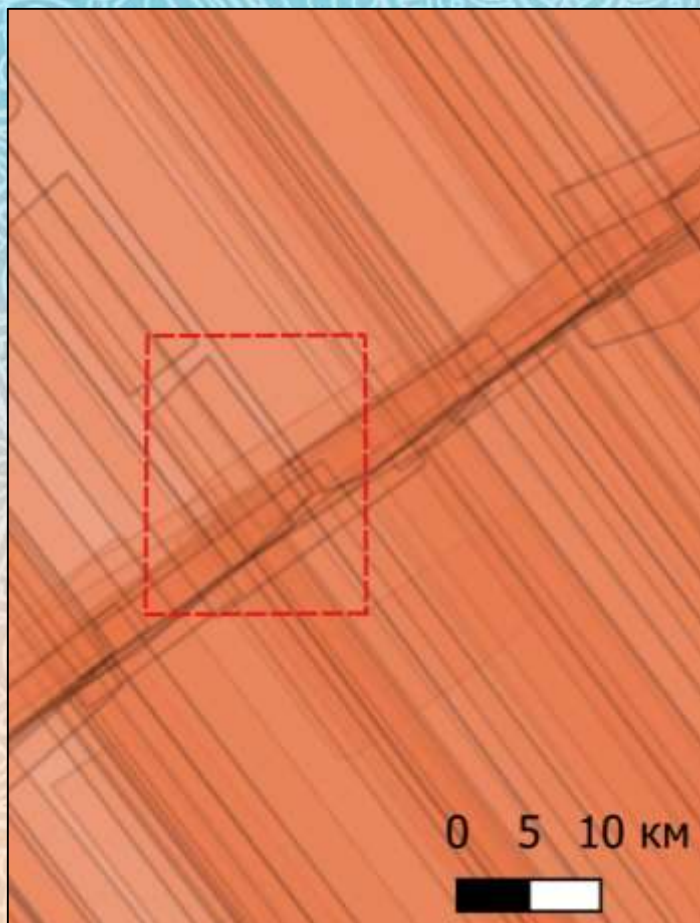
Плюсы:

- Результат лучше, так как он меньше зависит от параметров используемых алгоритмов

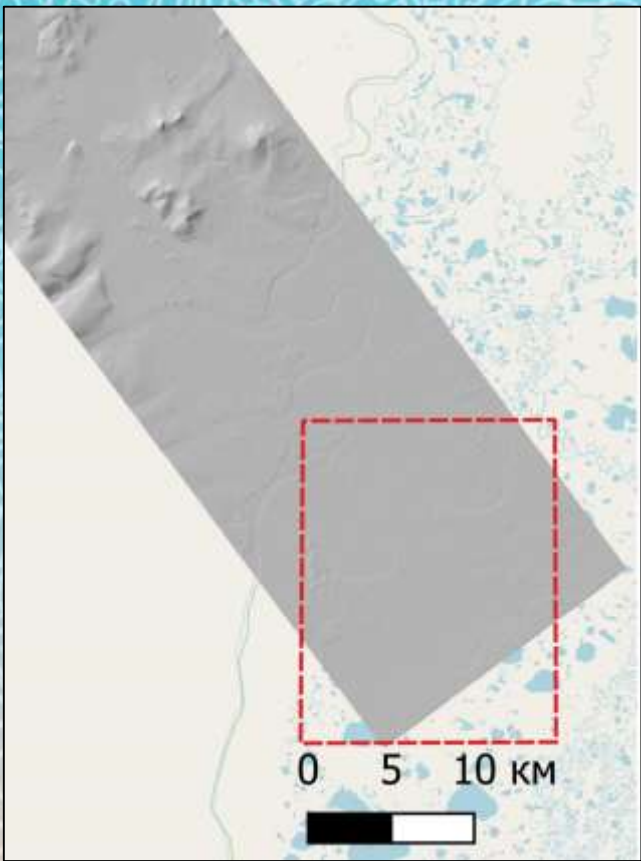
Минусы:

- Требует больше вычислительных мощностей, некоторые процедуры занимают много времени (например, построение изолиний на большие территории)

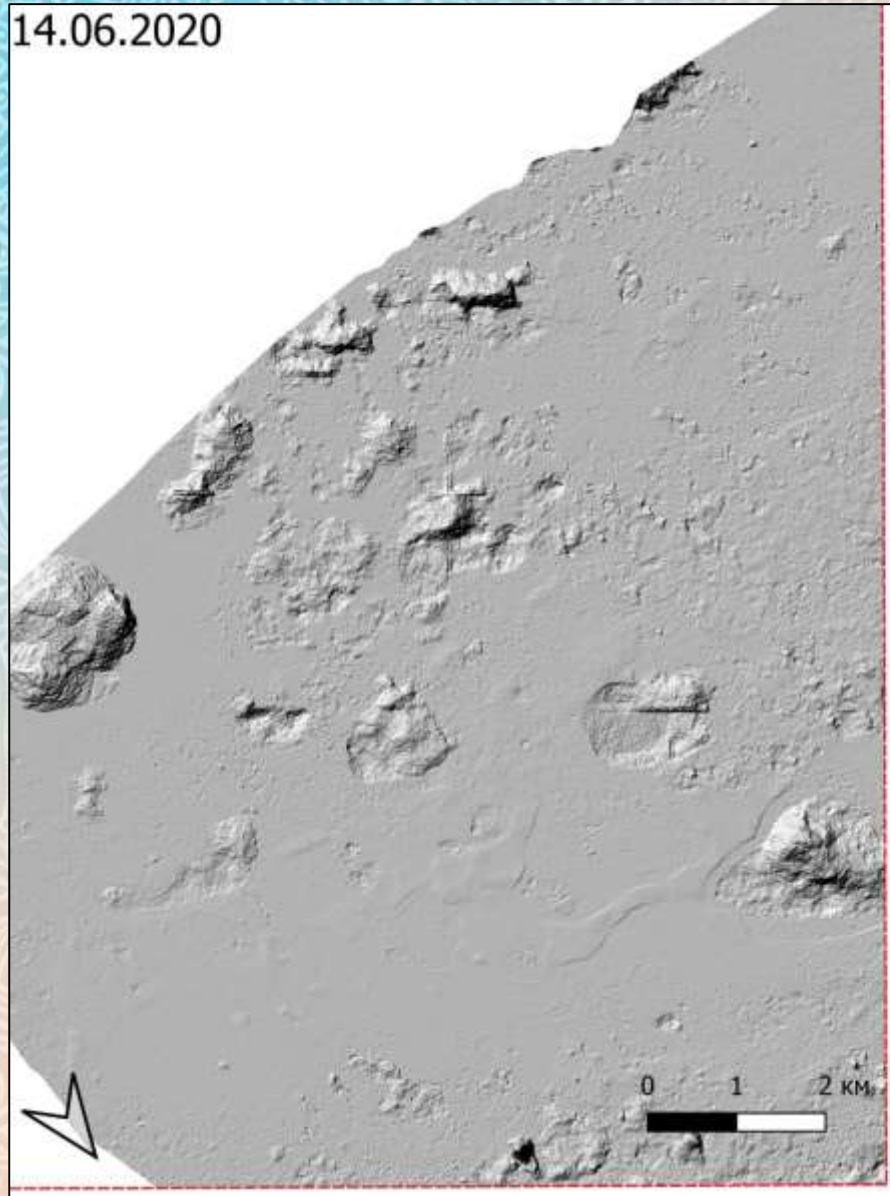
Перспектива использования данных полос ArcticDEM для мониторинга бугров пучения



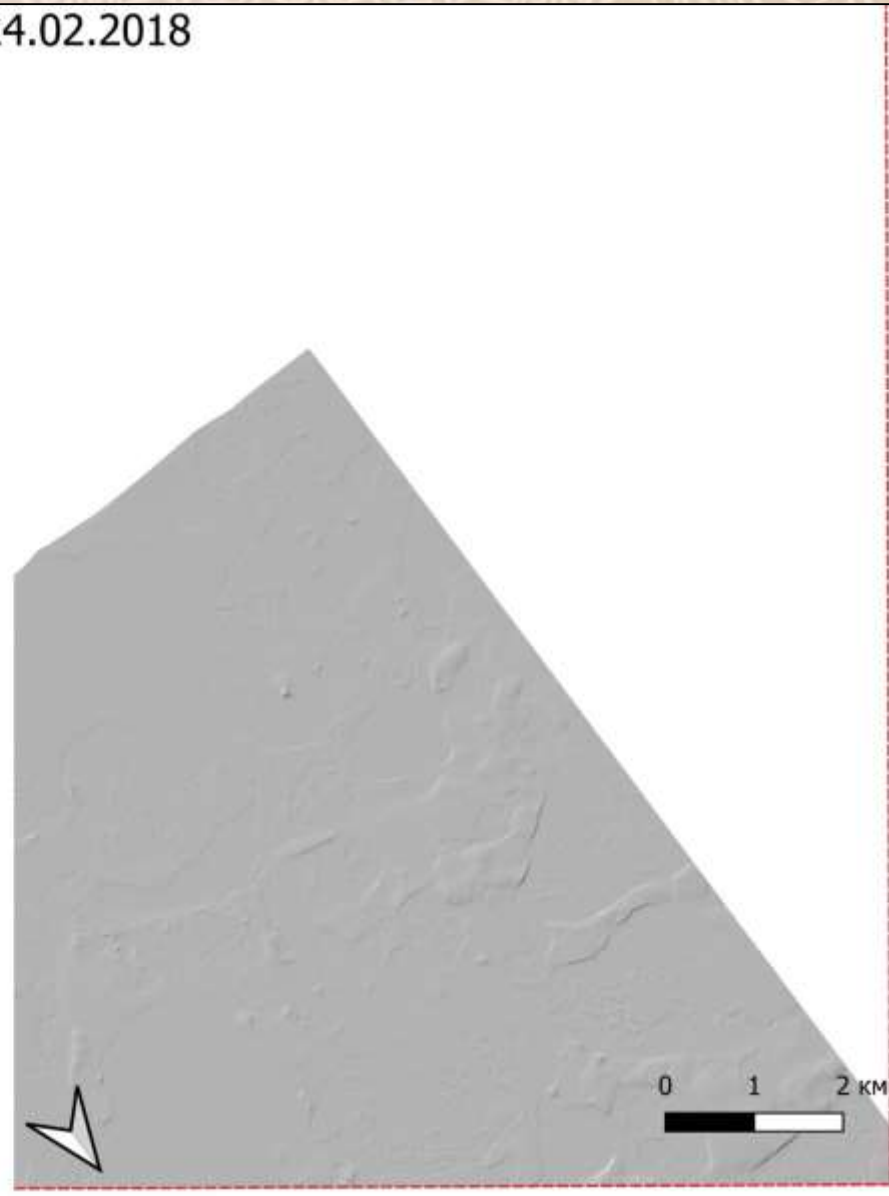
На исследуемую территорию 39 файлов-полос, покрывающих площадь от 1 до 241 км². В временном интервале с 12.04. 2010г. по 17.05.2023 г.



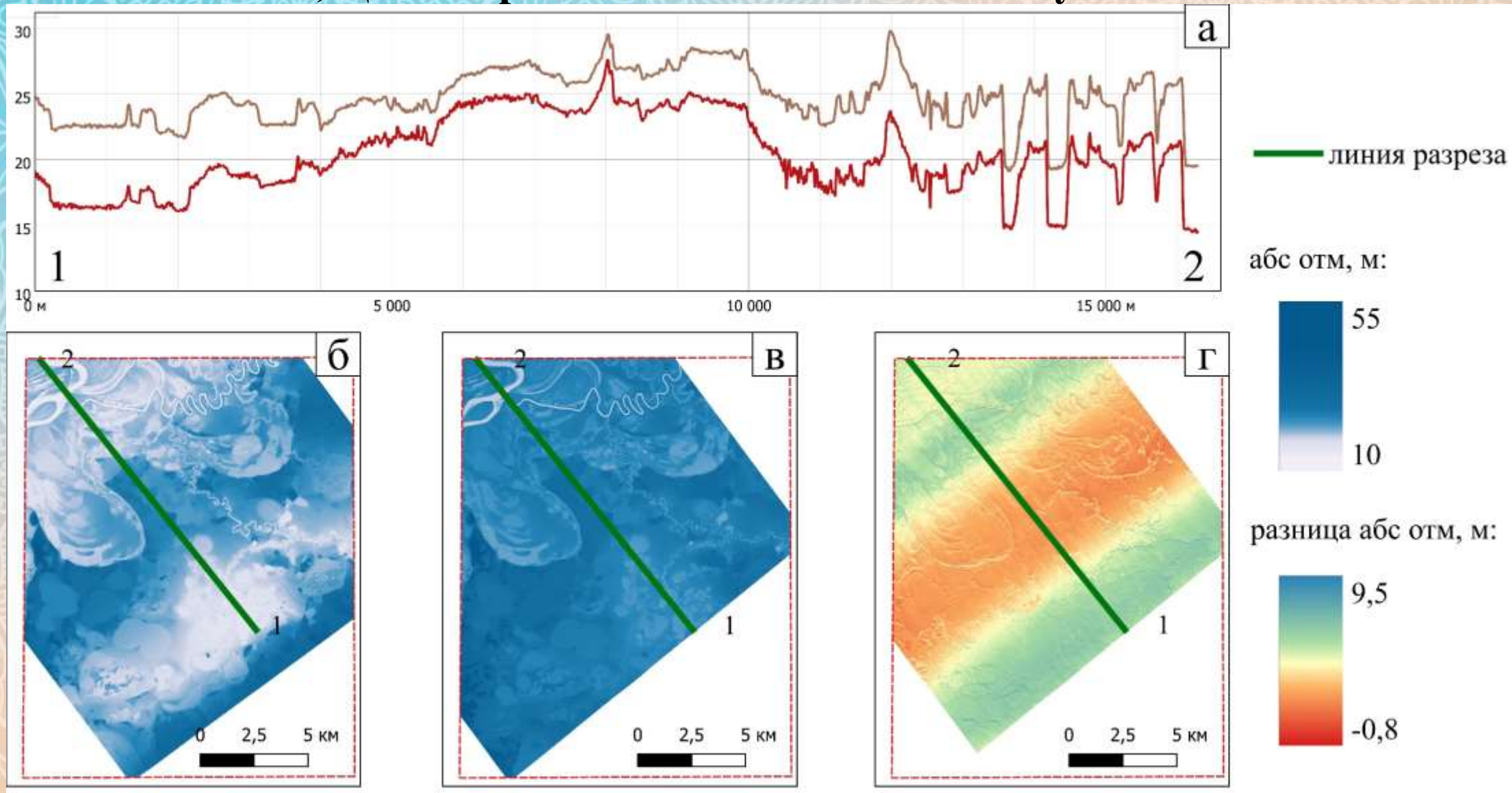
14.06.2020



24.02.2018



К сожалению, ЦМР за разные даты не сбиты между собой по абс. отм



а – профиль земной поверхности по линии 1-2 (красным – ЦМР за 25.02.2015, коричневым – ЦМР за 21.04.2018); б – ЦМР за 25.02.2015; в – ЦМР за 21.04.2018; г – растр разности (получен путем вычитания из ЦМР за 21.04.2018 ЦМР за 25.02.2015)

Выводы

- На исследуемой территории при помощи стандартных алгоритмов и инструментов анализа, предлагаемыми бесплатными ГИС, удалось автоматически оцифровать 327 замкнутых повышений рельефа. Их площадь изменяется от 112 до 31 627 м², а высота от 0.99 до 17.25 м, предположительно часть из них является буграми пучения.
- По ArcticDem возможно идентифицировать повышения рельефа, которые могут являться буграми пучения. К сожалению, не смотря на это она имеет ограничения, на территориях покрытых лесом идентификация невысоких бугров будет практически невозможна.
- Использование файлов-полос для мониторинга бугров пучения весьма перспективно, однако, разработать методику и оценить качество результатов еще только предстоит.

Спасибо за внимание!

