



300
ЛЕТ СПбГУ

Анализ корректности выделения водотоков, полученных на основе свободно распространяемых или открытых цифровых моделей рельефа и местности различного пространственного разрешения

Кочетова Алиса Валерьевна¹, Игнатенко Д.А.¹, Сидорина И.Е.².

¹ аспирант СПбГУ

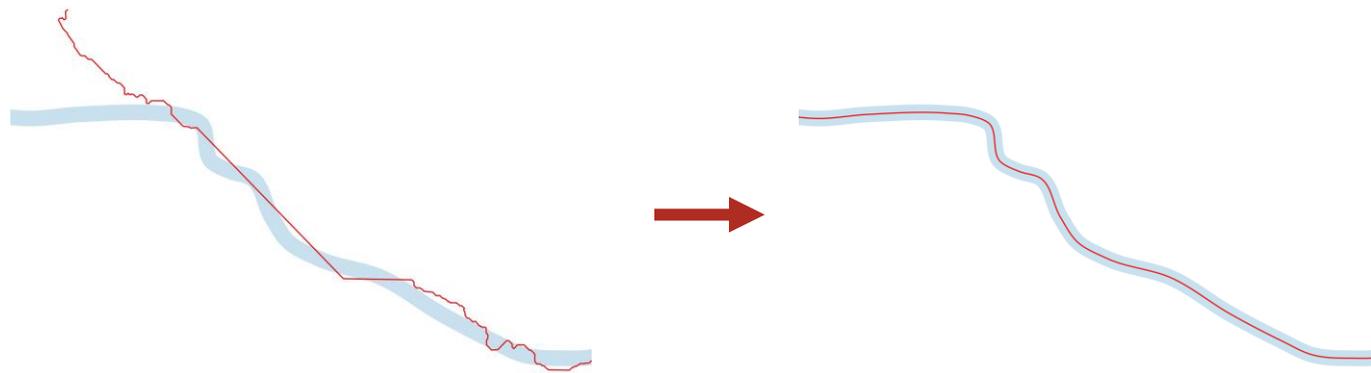
² к.г.н., доцент кафедры картографии и геоинформатики СПбГУ

Актуальность и проблемы

- Цифровые модели местности (ЦММ) и рельефа (ЦМР) – важный источник пространственных данных.
- Автоматизированные инструменты геоинформационных систем (ГИС) позволяют извлекать из ЦММ и ЦМР векторные гидрографические основы, которые активно используются для геоинформационного анализа территорий, в прикладных географических исследованиях.
- Важную роль при моделировании речных систем играет **оценка корректности** причём как **исходных растровых данных**, так и результирующих **векторных гидрографических основ**.
- В научном сообществе не сложилось системы оценки корректности данных.
- Отсутствие оценки данных приводит к неверной интерпретации пространственной информации об объектах и явлениях.
- Развитие науки и техники открывает новые возможности для исследователей, но и подчеркивают старые не решенные проблемы данной области.

Цель и задачи исследования

Цель исследования: разработка методологической основы для оценки корректности выделения водотоков по свободно распространяемым цифровым моделям местности (ЦММ) и рельефа (ЦМР)



Задачи исследования:

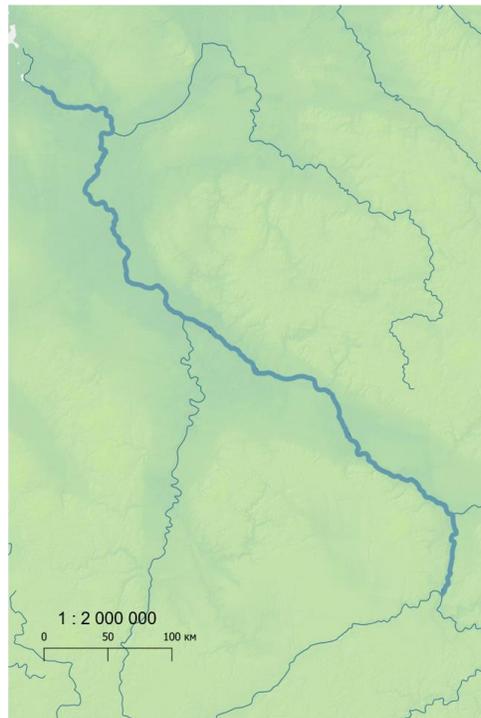
- сопоставить существующие методы оценки корректности данных ЦММ и ЦМР, векторных гидрографических основ
- провести анализ оценки исходных данных – свободно распространяемых ЦММ и ЦМР различного пространственного разрешения
- провести анализ оценки корректности на реальных объектах различных классов (равнинные и горные реки)

Материалы и методы исследования

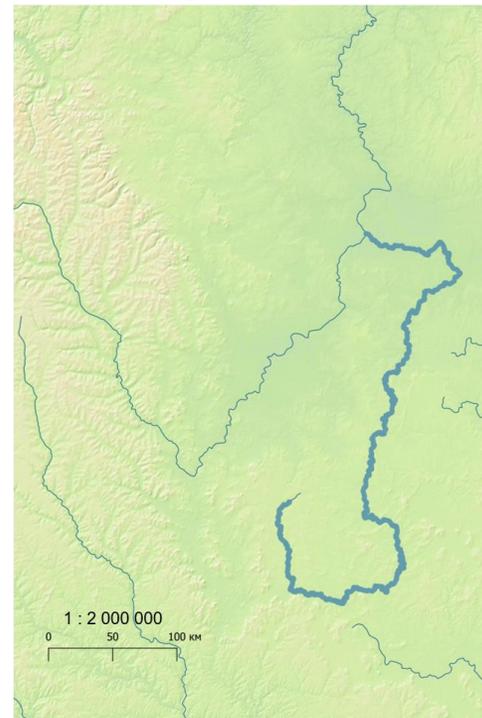
Цифровые модели местности/рельефа Эталонные векторные модели рек

- **ArcticDEM** – проект Национального агентства геопространственной разведки (National Geospatial-Intelligence Agency, NGA) и Национального научного фонда (National Science Foundation, NSF) по созданию высококачественной цифровой модели местности территории Арктики (2, 10, 32 м)
- **AW3D30** (ALOS)
- **GLO-30** (Copernicus)
- **FABDEM 30 м** (ЦМР по GLO-30)

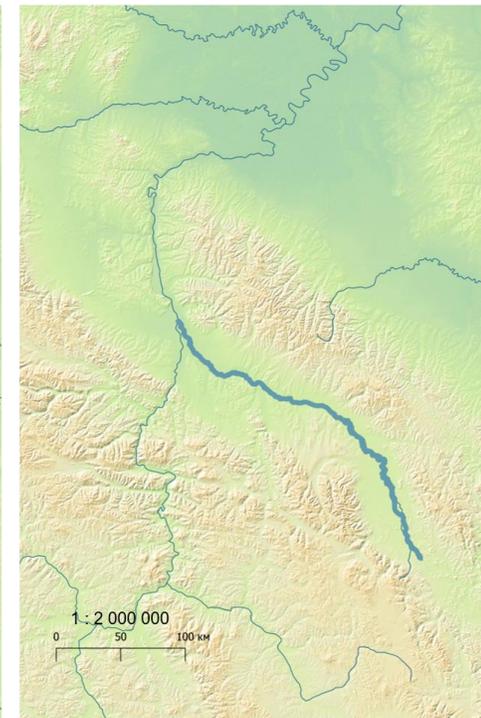
участок р. Северная Двина



р. Мойеро



р. Мома



Материалы и методы исследования

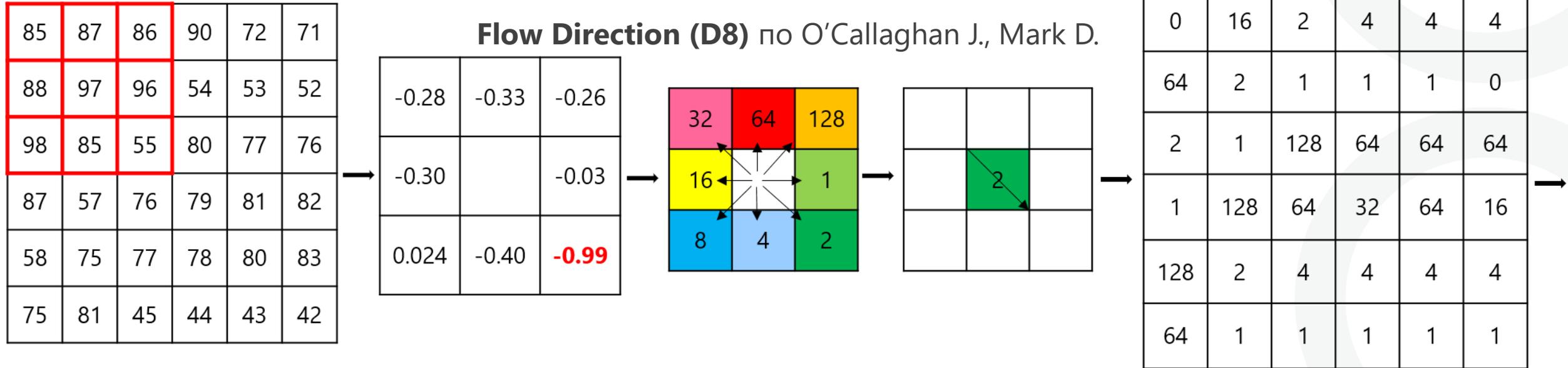
Морфометрические характеристики эталонных рек

Название реки	Рельеф	Площадь бассейна (S), км ²	Длина (L), км	Высота истока (H ₁), м	Высота устья (H ₂), м	Падение (h), м $H_1 - H_2$	Уклон водотока (i), ‰ $(\frac{h}{L} * 100)$
участок р. Северная Двина	Равнинный	357 052	664	98	0*	98*	13,7*
р. Мойеро	Плоско-горный	30 900	825	490	150	340	41
р. Мома	Горный	30 200	406	703	206	497	122,4

**значение указано для всей реки, а не для исследуемого участка*

Алгоритм выделения водотоков в ГИС

Flow Direction (D8) по O'Callaghan J., Mark D.



Flow Accumulation по O'Callaghan J., Mark D.

Растровый калькулятор аналитический метод по Tarboton D.

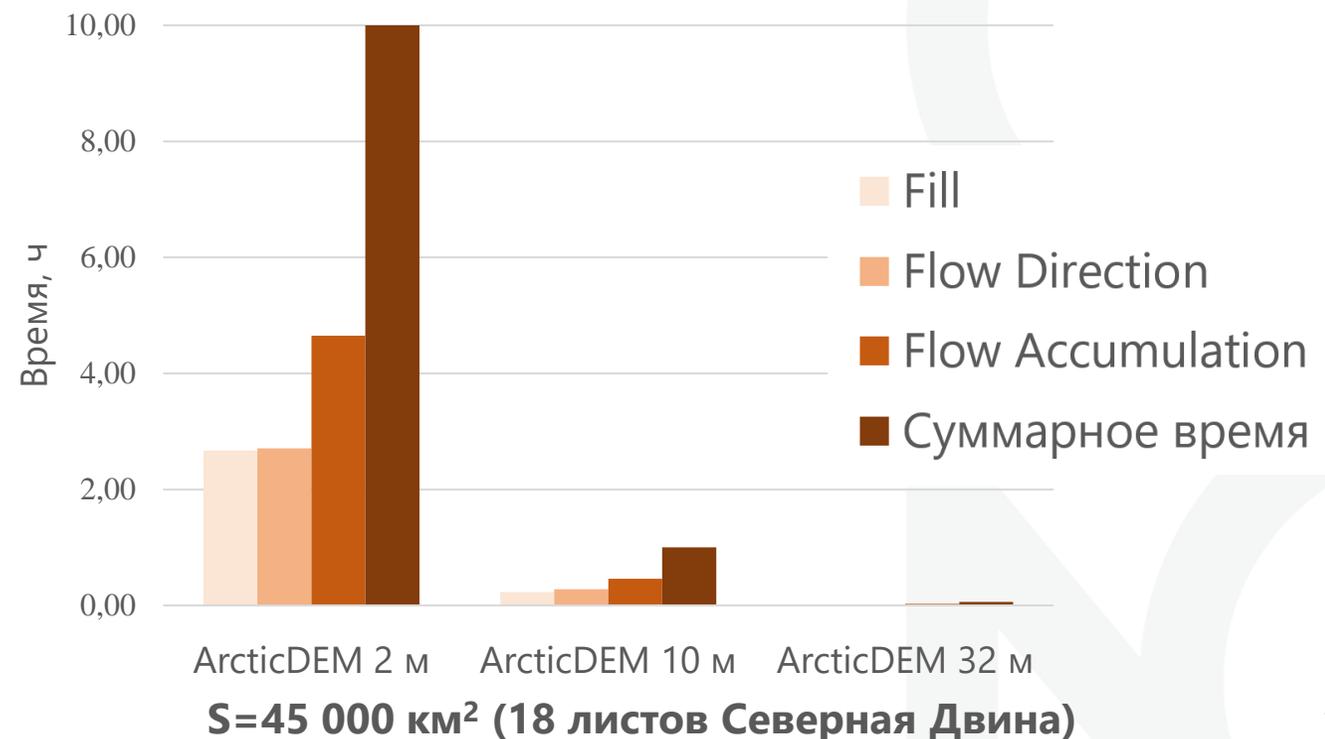
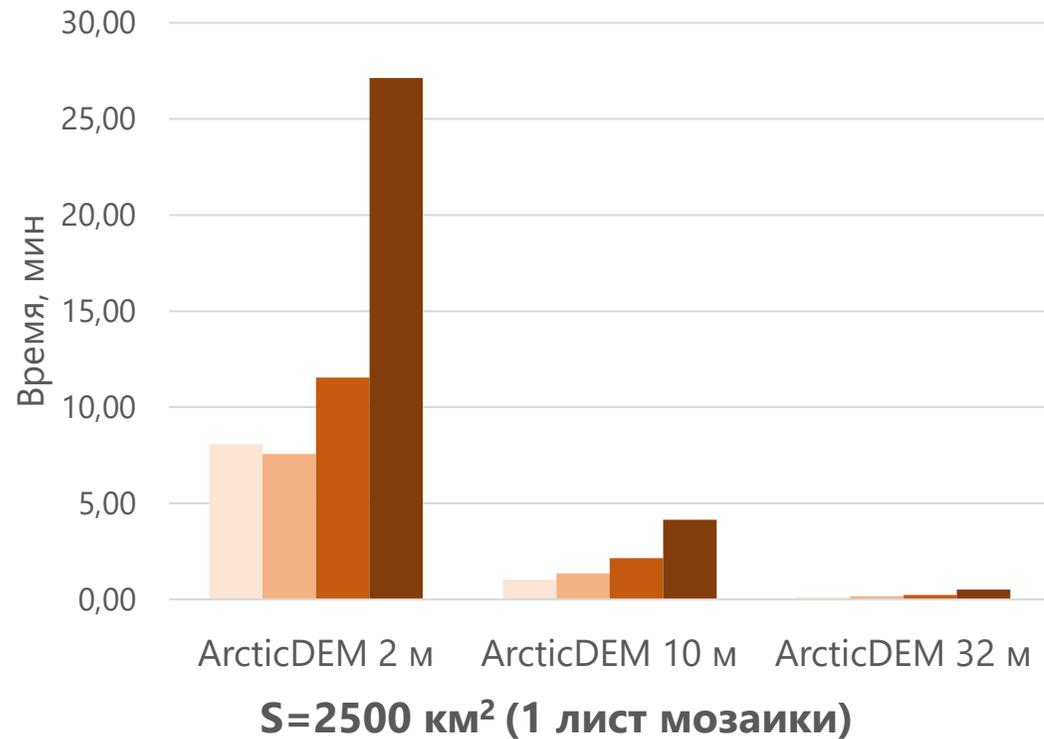


Результаты исследования и их обсуждение

Факторы, влияющие на производительность ПК при выделении водотоков по ЦММ ArcticDEM высокого пространственного разрешения

- Площадь территории исследования (необходимое количество листов мозаики);
- Способ сохранения промежуточных слоёв (разница ≈ 4 мин для одного листа при сохранении в локальную среду компьютера);
- Одновременная работа сторонних программ.

Зависимость времени расчёта промежуточных слоёв для выделения водотока от пространственного разрешения ЦММ ArcticDEM



Результаты исследования и их обсуждение

Временные затраты при выделении водотоков по ЦММ ArcticDEM высокого пространственного разрешения

Определение предполагаемых временных затрат на обработку той или иной территории исследования в зависимости от её площади:

$$T = t * n$$

где t – время, затрачиваемое на обработку одного листа мозаики

n – количество листов мозаики

Временные затраты при выделении водотока участка р. Северная Двина по бесшовной мозаике ЦММ ArcticDEM высокого пространственного разрешения (2 м)

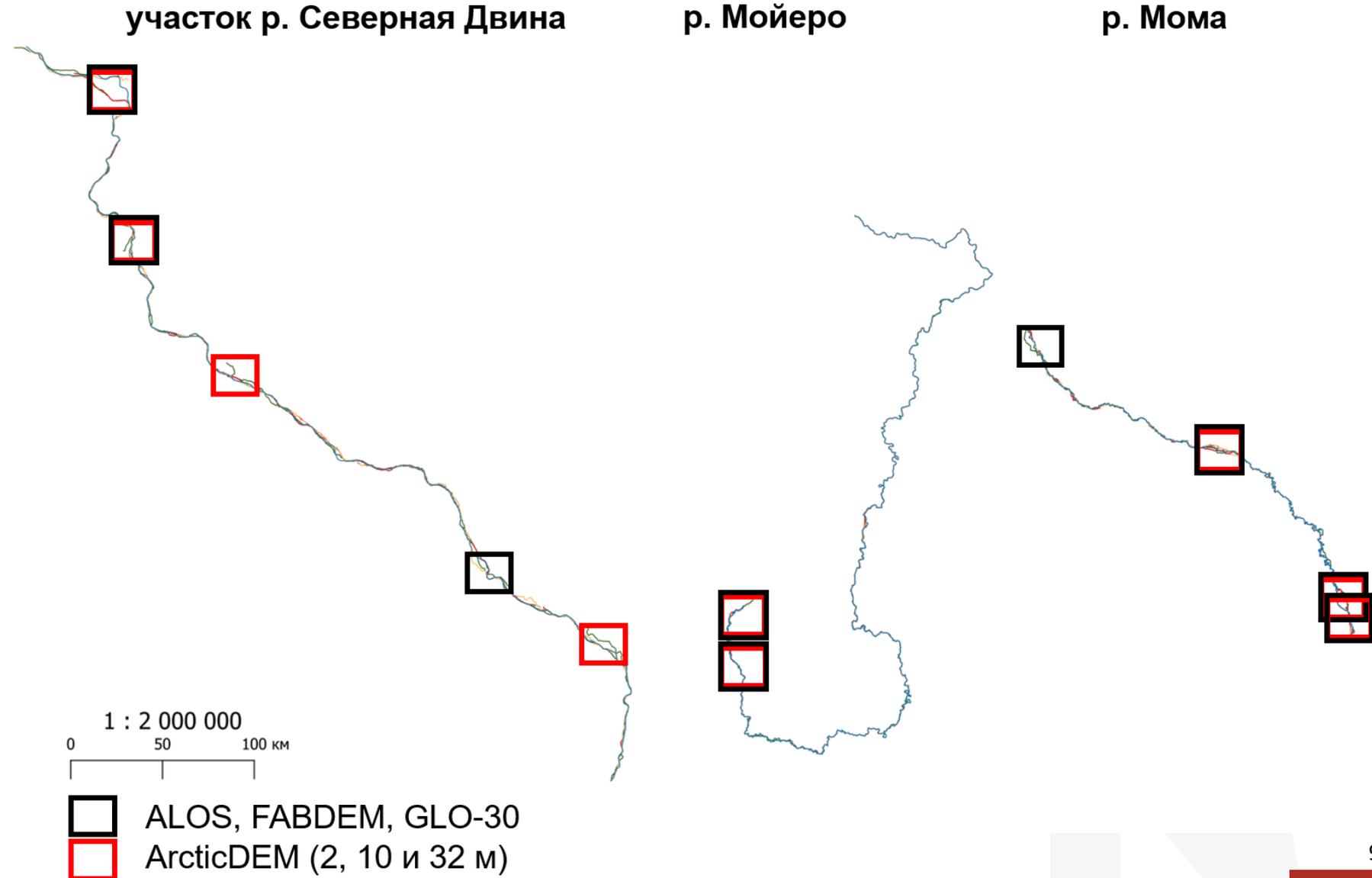
Название слоя	$t_{\text{предполагаемое, ч}}$	$t_{\text{фактическое, ч}}$	$\Delta t, \text{ ч}$
Fill	2,42	2,66	-0,24
Flow Direction	2,26	2,71	-0,45
Flow Accumulation	3,47	4,65	-1,18
Суммарное время	8,1	10,02	-1,92

В среднем нагрузка на ПК возрастает с присоединением каждого нового листа мозаики ($n+1$) на 6,4 мин.

Результаты исследования и их обсуждение

Участки максимального отклонения водотоков от эталонных объектов при сравнении моделей, выделенных по ЦММ и ЦМР

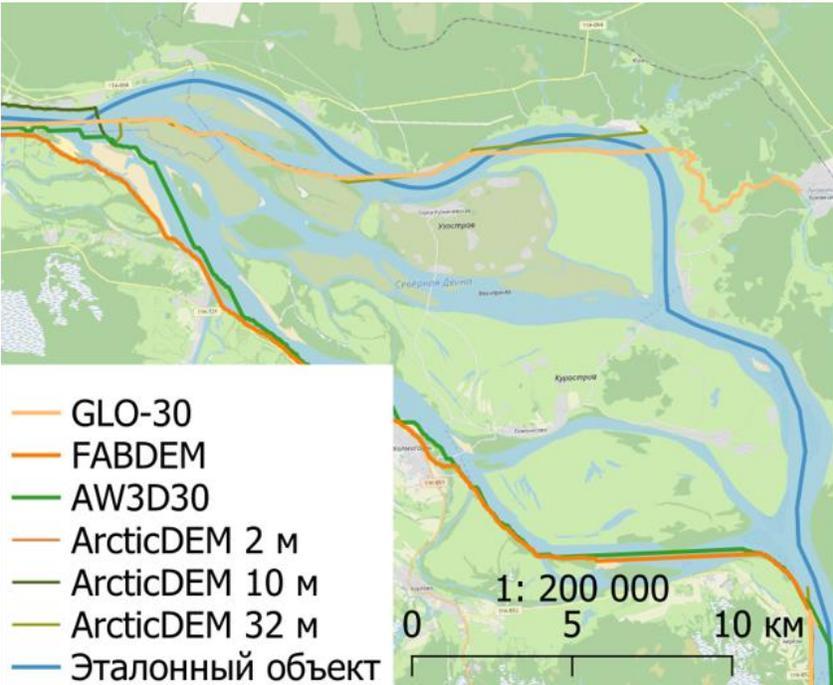
- Успешная работа алгоритма зависит от рельефа территории
- Иные физико-географические факторы отрицательно сказываются на работе алгоритма
- Значение уклона может выступать ориентиром общей успешности работы алгоритма



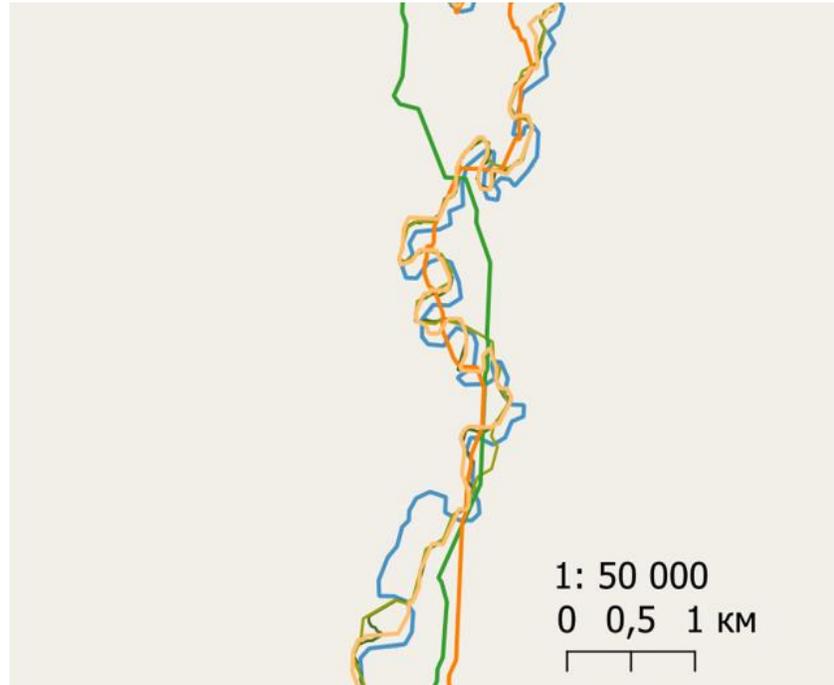
Результаты исследования и их обсуждение

Оценка точности результирующих векторных моделей водотоков: визуальный анализ

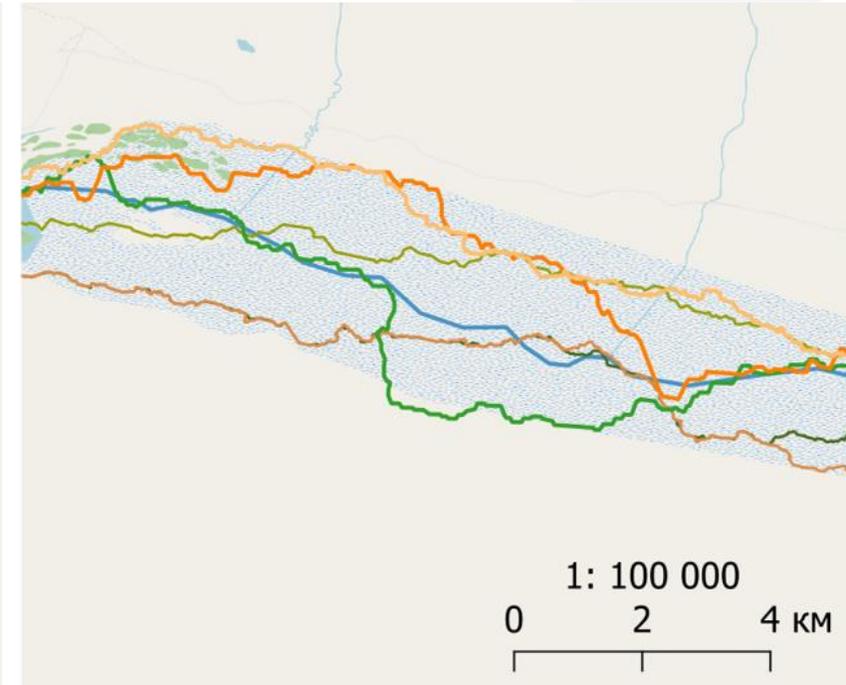
участок р. Северная Двина



р. Мойеро



р. Мома



Типы ошибок:

- несоответствие реальному положению в пространстве (смещение русла реки на сушу, бифуркация, ложные завороты)
- нереалистичные (угловатые) формы
- неправильная топология (слияние соседних рукавов)
- невозможная топология (нарушение целостности потока)

Результаты исследования и их обсуждение

Оценка точности результирующих векторных моделей водотоков: сравнение длин рек

Длины рек, полученных по различным ЦМР и ЦММ в проекции WGS 1984 UTM

Векторный линейный объект	Длина участка		
	р. Северная Двина, м	Длина р. Мойеро, м	Длина р. Мома, м
Эталонный объект	664	825	406
ArcticDEM 2 м	–	–	431
ArcticDEM 10 м	–	825	430
ArcticDEM 32 м	–	821	417
GLO-30	–	825	454
FABDEM	695	800	421
AW3D30	687	750	371

Результаты исследования и их обсуждение

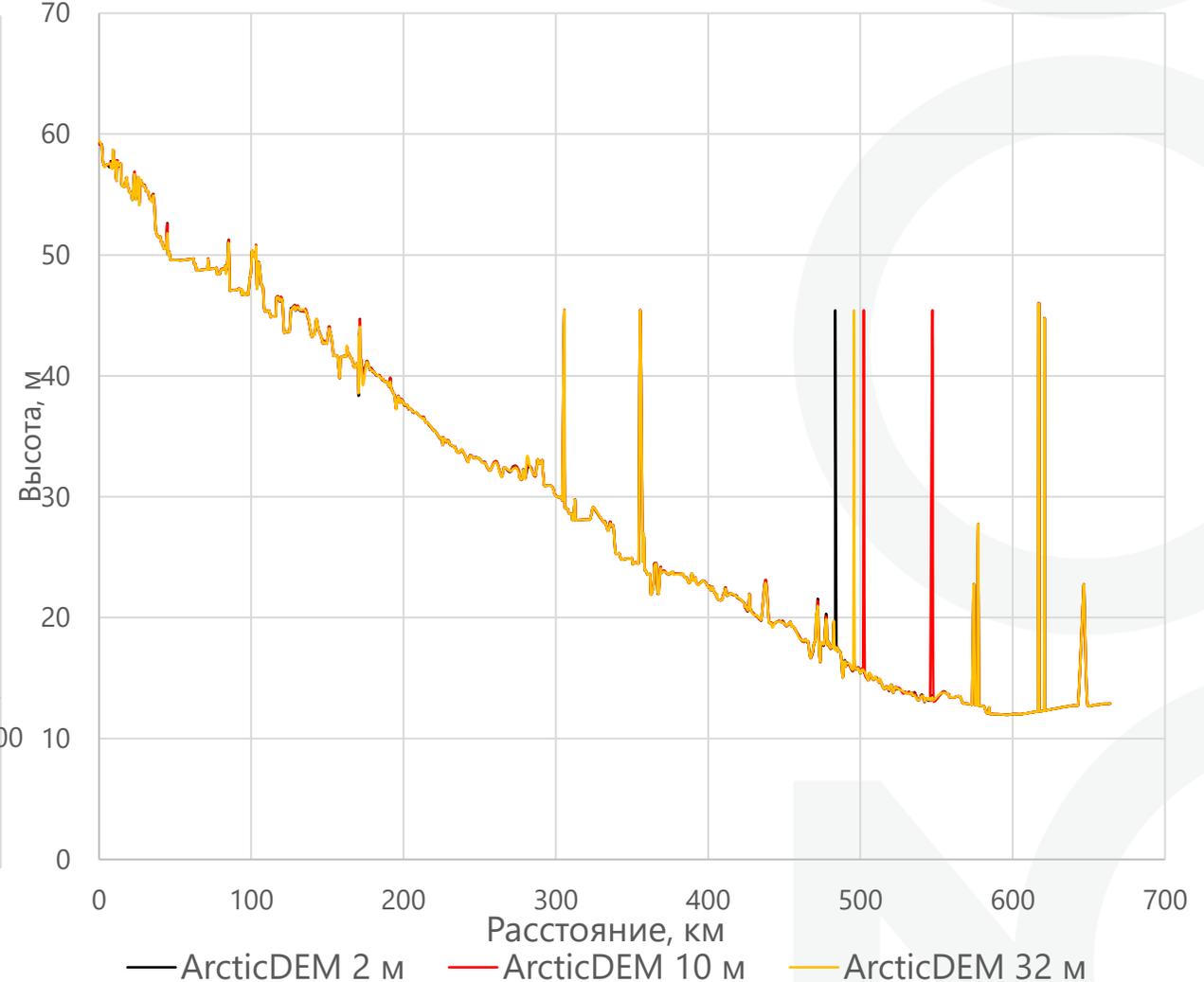
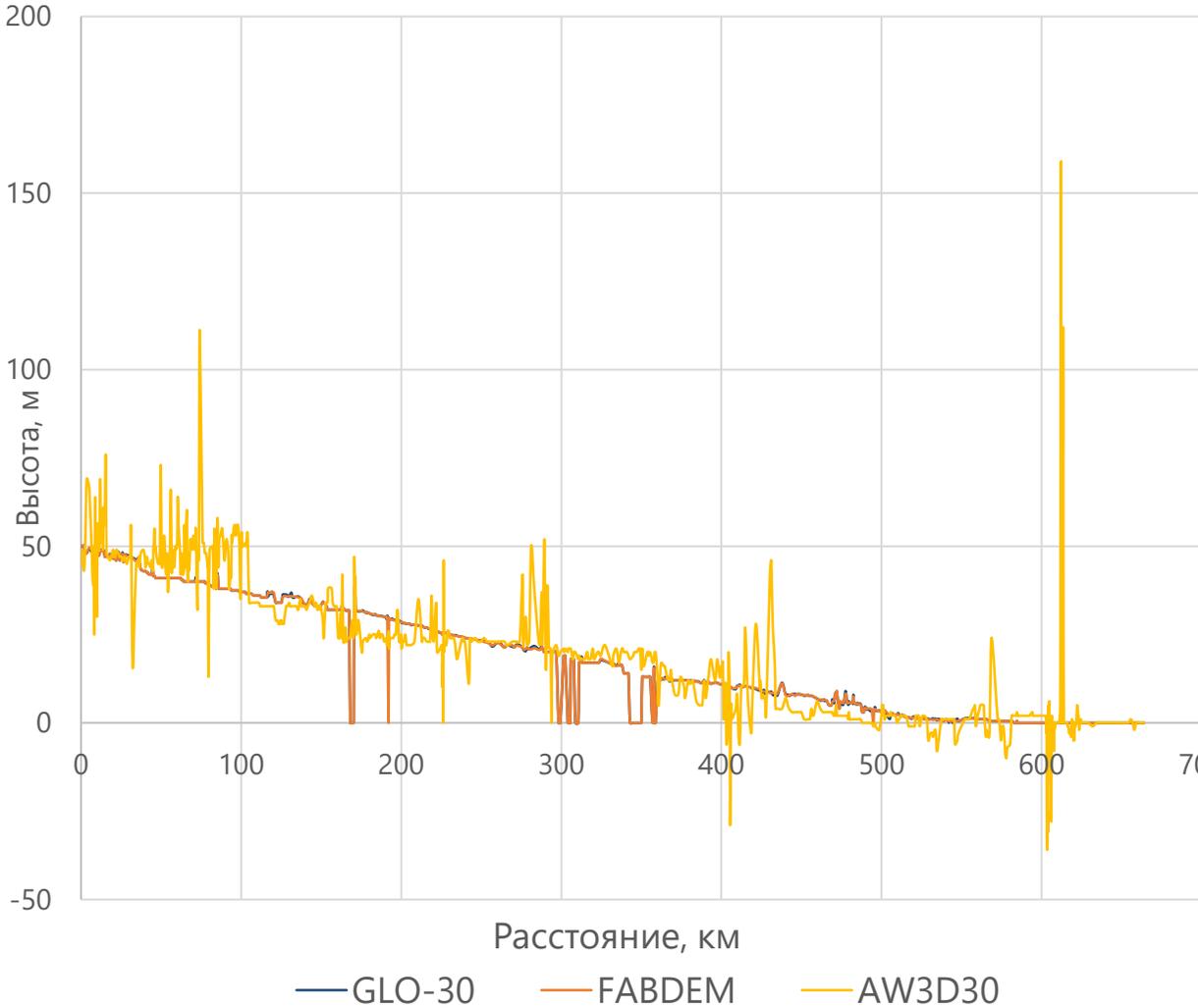
Оценка точности результирующих векторных моделей водотоков: метод резинового листа



Результаты исследования и их обсуждение

Оценка точности исходных данных (ЦММ и ЦМР) и результирующих векторных моделей водотоков: построение продольных профилей местности по линии водотока

Продольные профили местности участка р. Северная Двина (650 км)



Выводы

- факторы, влияющие на производительность ПК и выявленная зависимость времени расчета промежуточных слоев для выделения водотока от пространственного разрешения ЦММ ArcticDEM позволяют оценить возможности конкретного ПК для осуществления подобных расчетов;
- выделение водотоков по ЦММ высокого пространственного разрешения не может гарантировать увеличение корректности;
- рельеф территории определяет общую успешность работы алгоритма (ориентир значение уклона), а присутствие заболоченности и ледовых явлений на реках отрицательно влияют на работу алгоритма даже в горных и плоскогорных местностях;
- **продольные профили местности являются ценным инструментом оценки** исходной модели высот, а также позволяют идентифицировать предполагаемые некорректные участки векторной гидрографической основы.



300
ЛЕТ СПБГУ

Контакты

Кочетова Алиса Валерьевна

st110592@student.spbu.ru

Игнатенко Дарья Алексеевна

st110672@student.spbu.ru

Сидорина Инесса Евгеньевна

i.sidorina@spbu.ru

БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ!

spbu.ru