

Интеграция данных миссии SWOT в интересах задач мониторинга водных объектов

Врублевский Михаил Вячеславович (1),

Бурцев Михаил Александрович, к.т.н.,с.н.с. (1)

(1) Институт космических исследований РАН

Введение

- Мониторинг внутренних водоемов – важная и актуальная задача.
- Способы получения гидрологических характеристик:
 - Экспедиционные исследования - нерегулярны и дорогостоящи;
 - Гидрологические станции – не покрывают все водоемы и их число сокращается регулярно;
 - Методы классической альтиметрии – применимы к крупным водоемам и временное разрешение недостаточно для решения многих гидрологических задач.
- Необходимость получения более точных и частых измерений.

Цель работы

- Разработать программный комплекс для загрузки, накопления и усвоения данных гидрологии суши миссии SWOT, позволяющий осуществлять поиск, выбор и формирование временных рядов наблюдений для разных объектов.

Продукты:

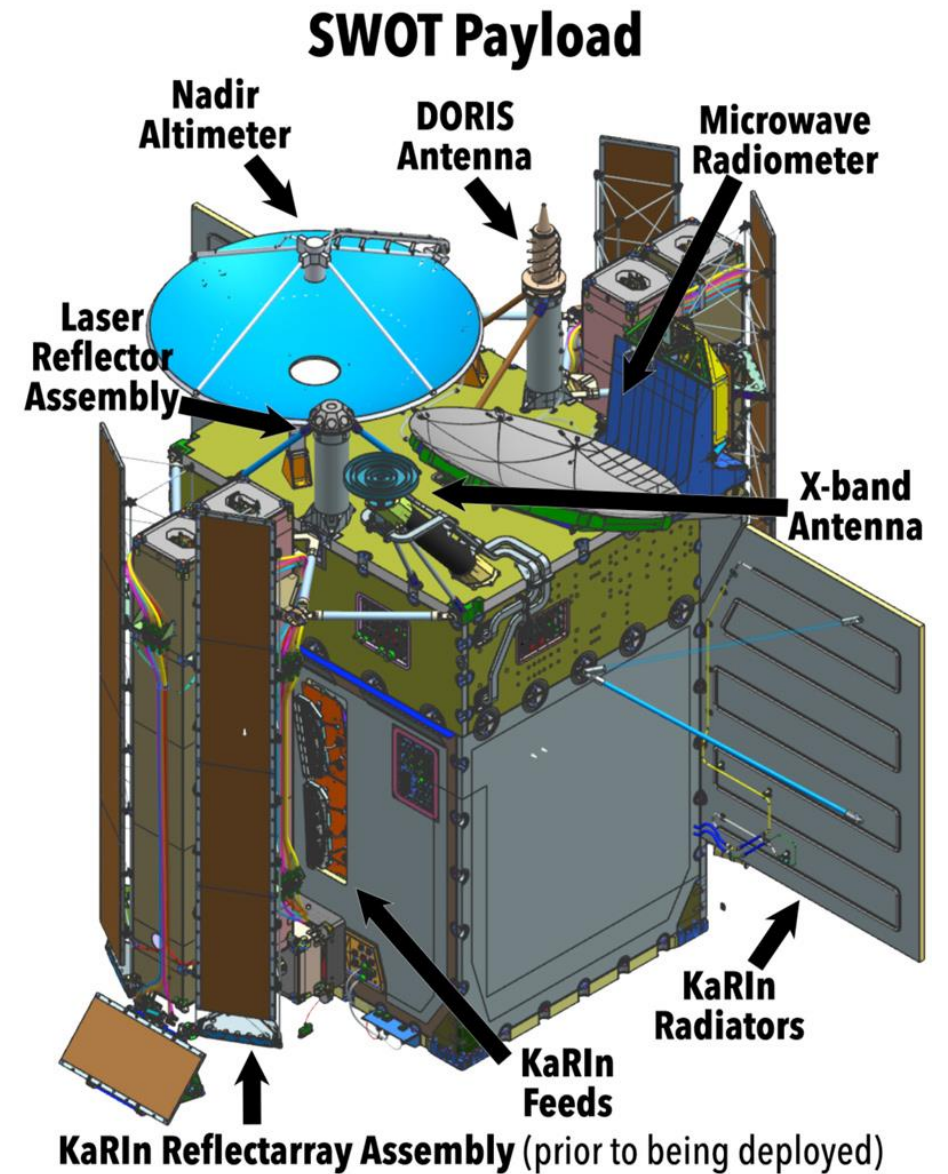
- SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0
 - SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0
-
- Работа ведется с целью интеграции данных в информационную систему «Вега-Гидро»

Миссия SWOT

Дата запуска	2022-12-16
Завершение миссии	2025 г
Наклонение	77.6°
Период наблюдения	21 день
Агентство	Cnes/Nasa/CSA/UKSA

Приборы:

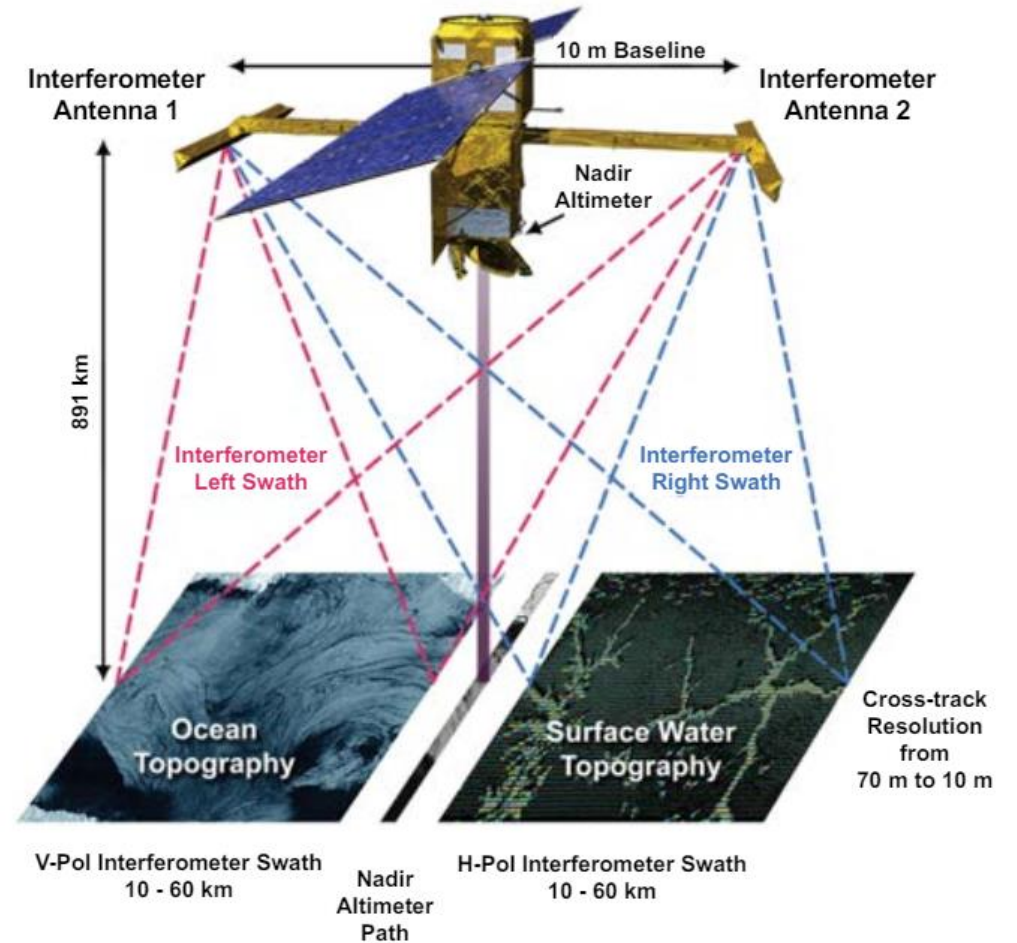
- AMR-S (усовершенствованный микроволновый радиометр),
- приборы точного определения орбиты,
- KaRIn (радиолокационный интерферометр Ka-диапазона),
- альтиметр Poseidon-3C.



Технология широкополосной альтиметрии

Реализован цикл поочередной работы антенн интерферометра и альтиметра:

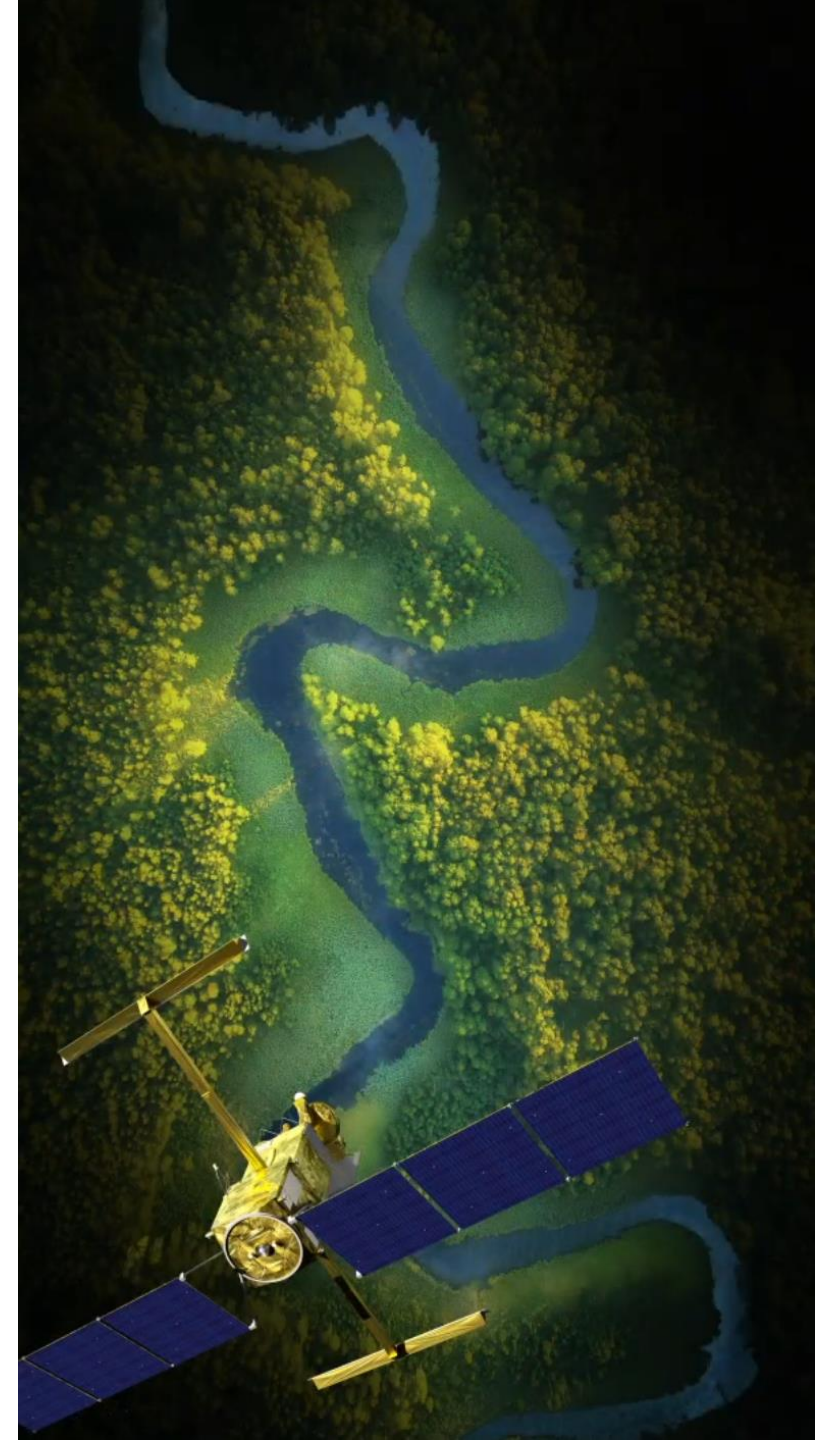
- Сигнал излучается одной антенной, отраженный сигнал принимается сразу двумя.
- Затем происходит вспомогательное измерение альтиметром.



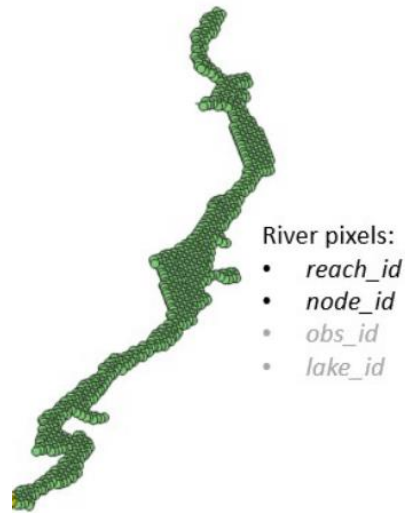
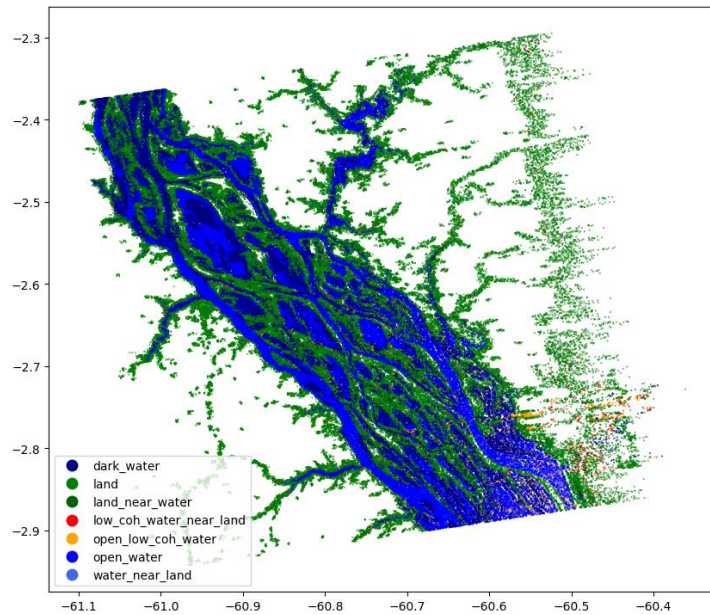
Задачи SWOT в области гидрологии

Основными задачами гидрологических измерений являются:

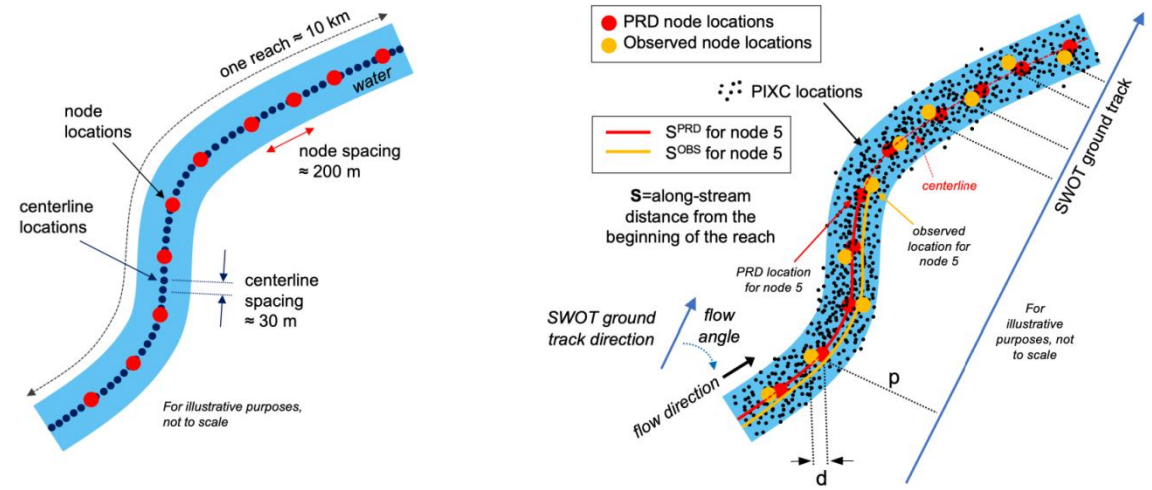
- Обеспечить глобальную инвентаризацию всех континентальных вод, площадь поверхности которых превышает 250м×250м, и рек, ширина которых превышает 100 м.
- Измерить глобальные изменения запасов воды в поверхностных водоемах суши в субмесячном, сезонном и годовом масштабах.
- Оценить глобальные изменения стока рек в субмесячном, сезонном и годовом масштабах.



SWOT_L2_HR_PIXCVec_2.0



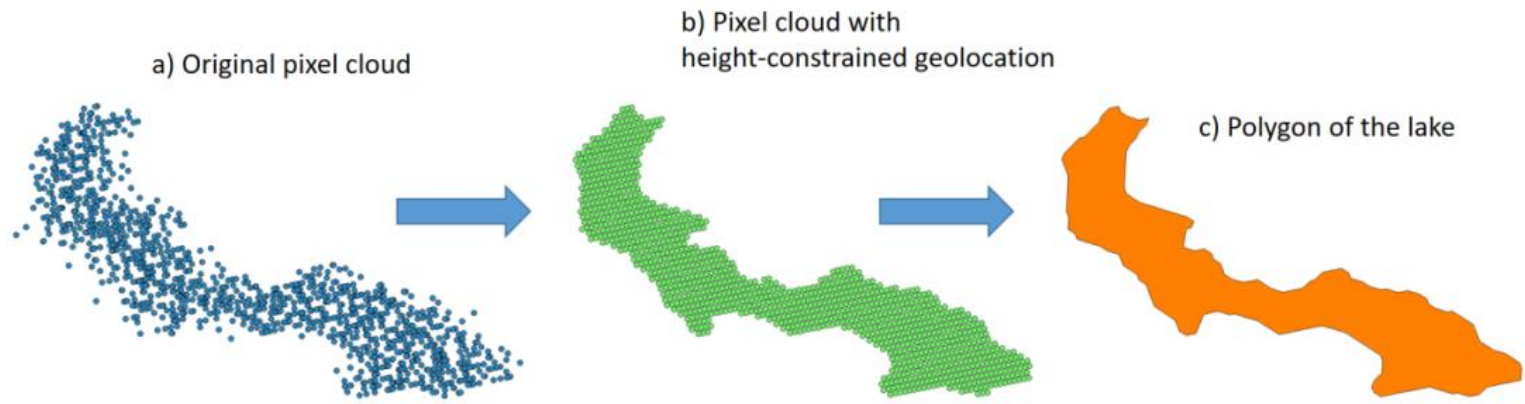
SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0



SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0



- Connected lake pixels:
- reach_id
 - node_id
 - obs_id
 - lake_id



Продукт SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0

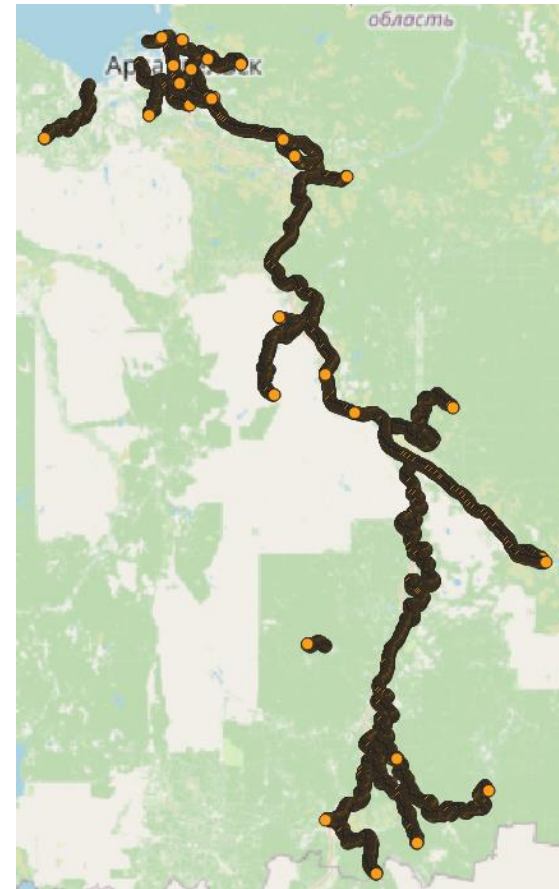
Shape-файлы участков рек
(длиной около 10 км) и узлов
(каждые 200 м)

Информация в наборе данных:

- WSE - высота водной поверхности,
- Width - ширина реки в узле,
- Slope (для reach),
- Вспомогательные (геоид, атмосферные поправки и т.п.)



Измерения вдоль пролета



Node



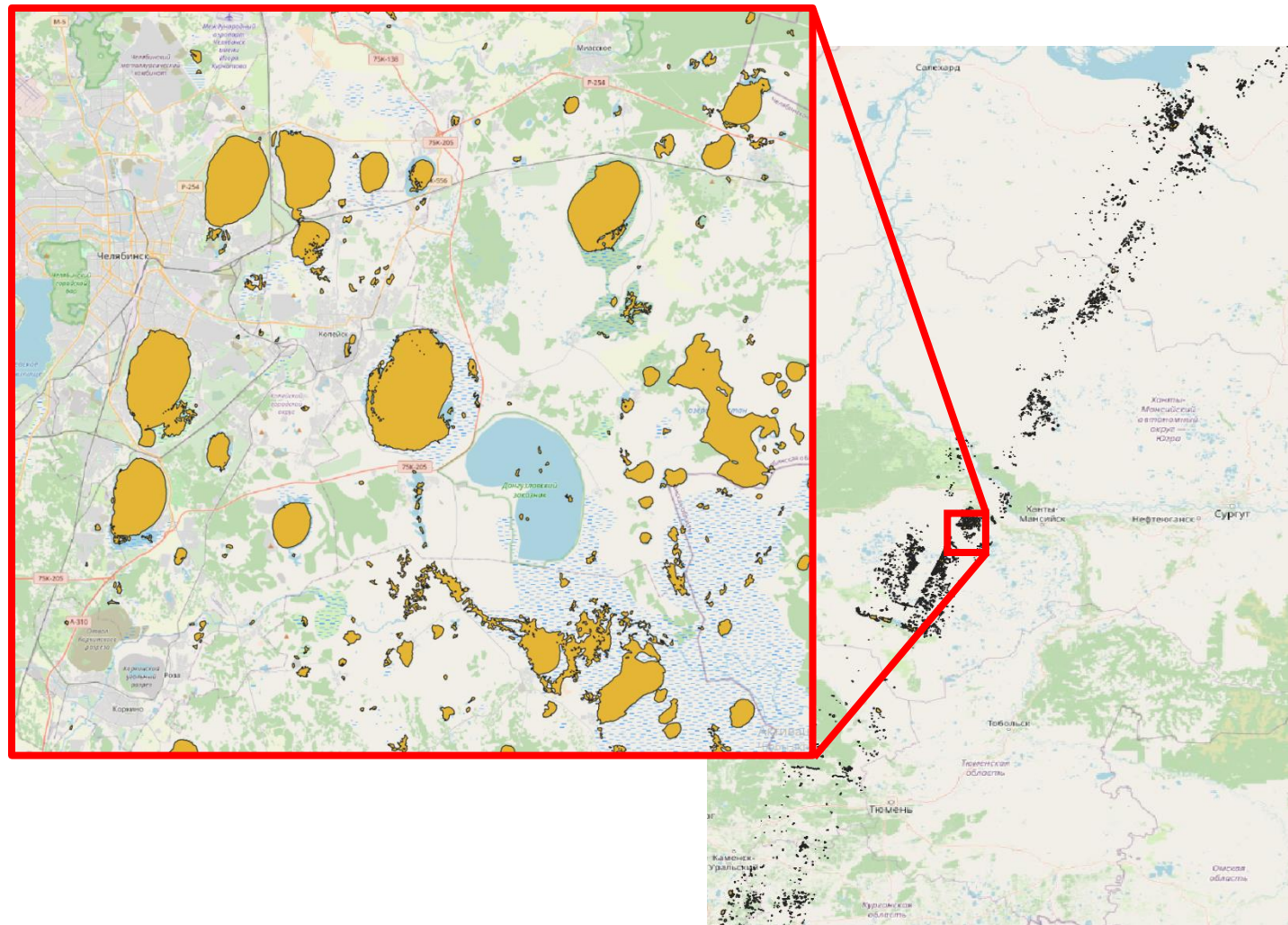
Reach

Продукт SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0

Shape-файлы водоемов (озер, водохранилищ)

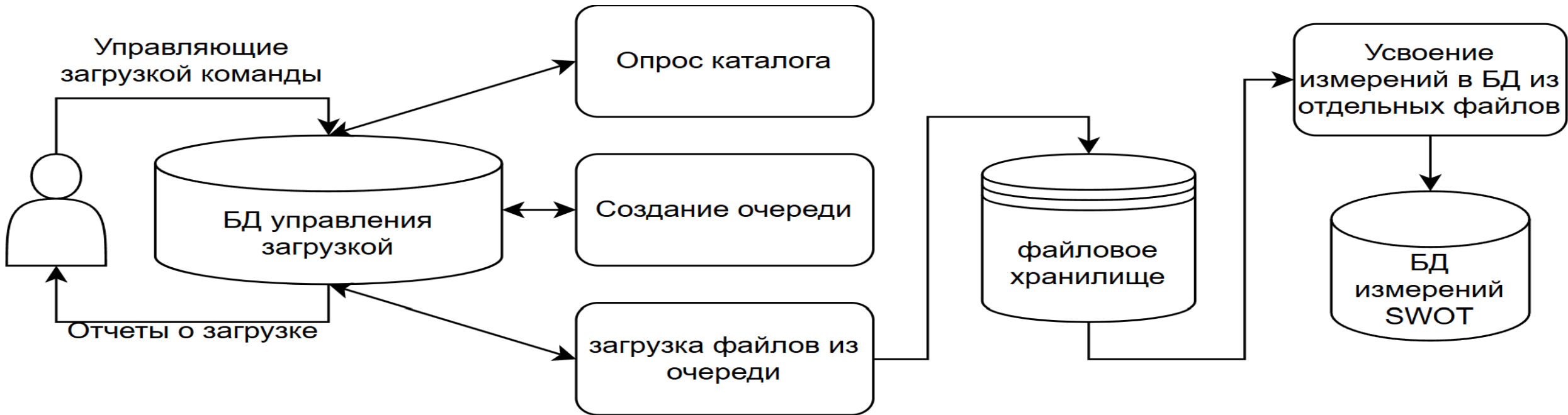
Информация в наборе данных:

- WSE - высота водной поверхности,
- Geometry - контуры водных объектов (площадь, положение),
- Вспомогательные (геоид, атмосферные поправки и т.п.)

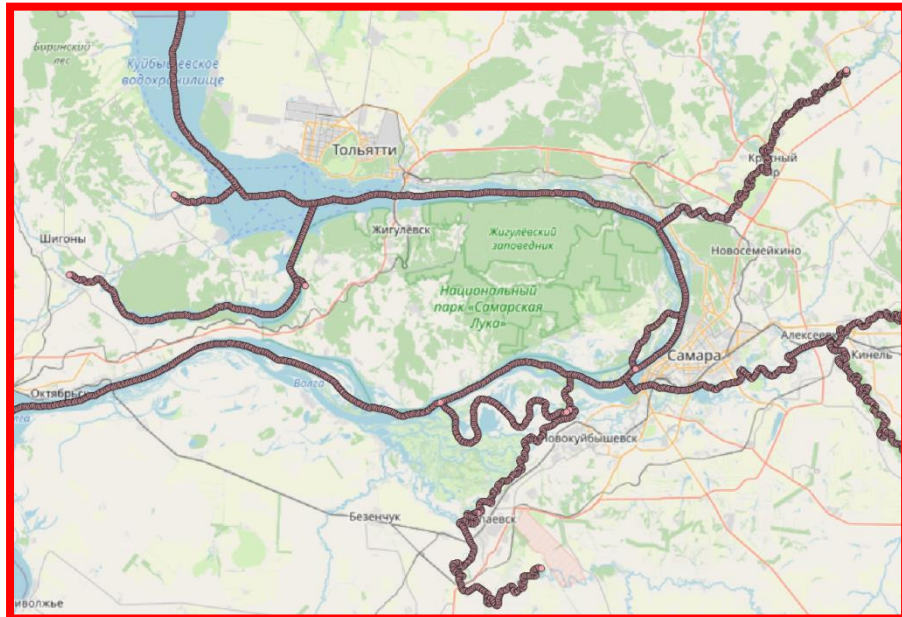


Измерения вдоль пролета

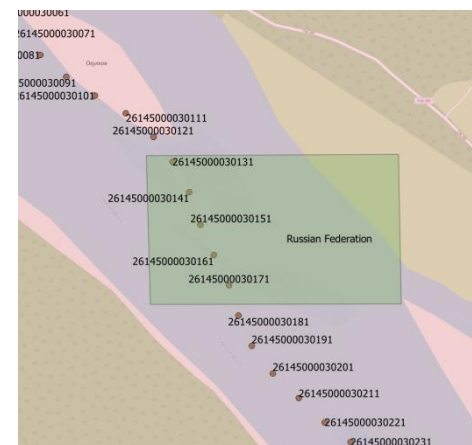
Схема загрузки и усвоения данных SWOT



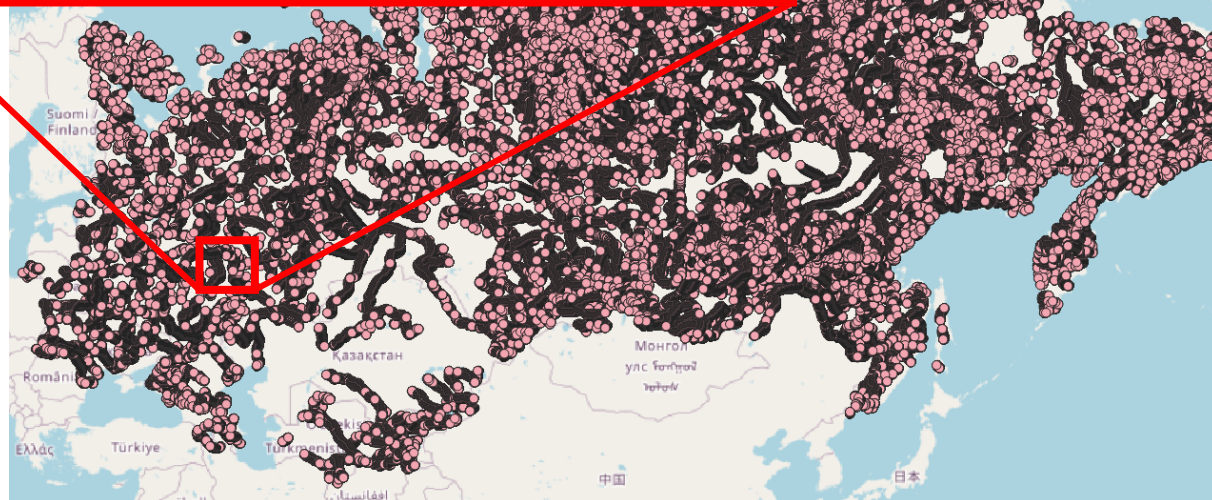
БД наблюдений по продукту SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0



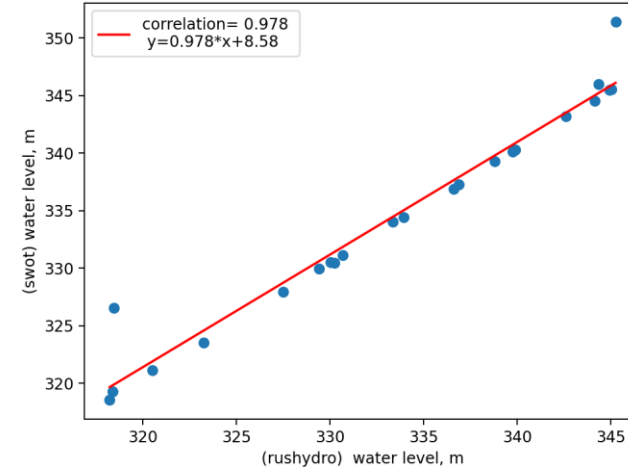
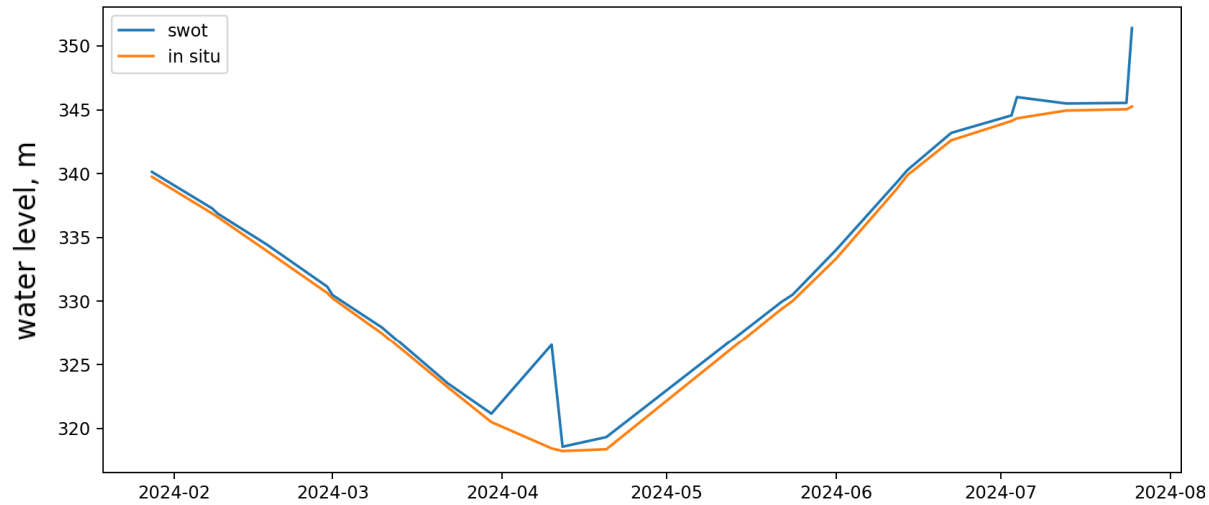
Дата/время	WSE, м
2024-02-05	19.28
2024-02-26	16.41
...	...



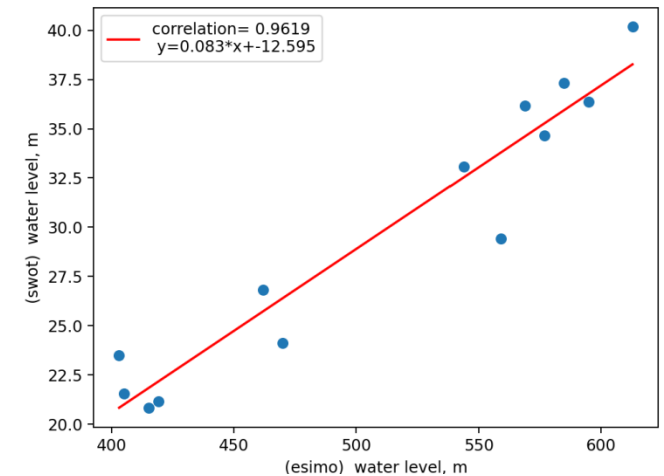
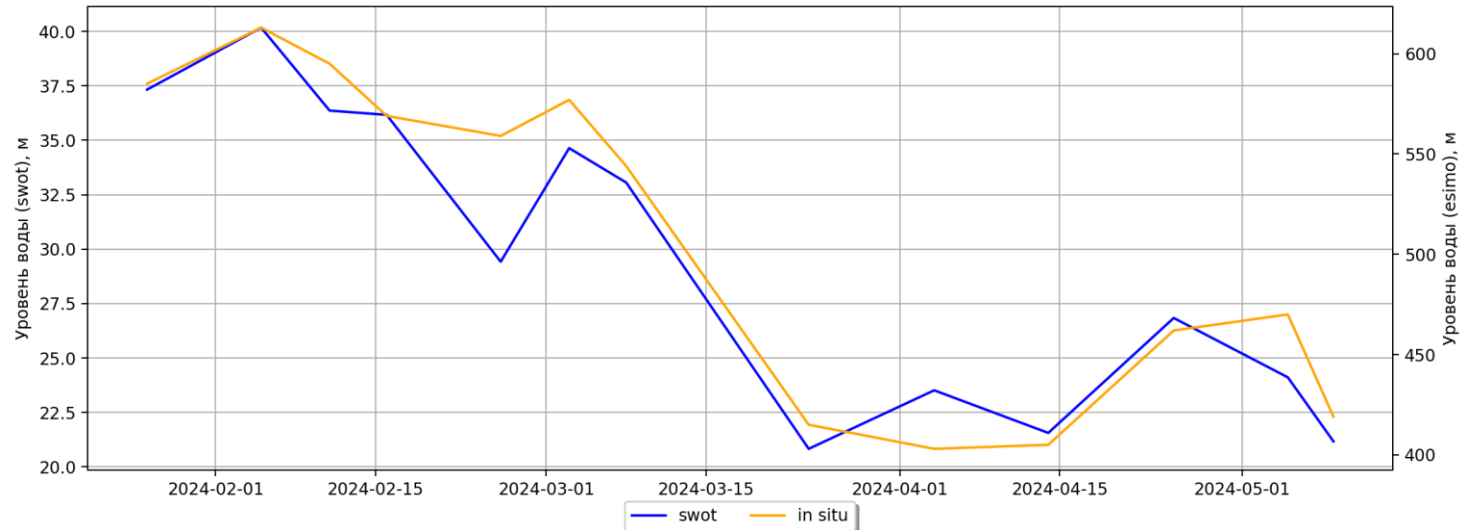
Дата/время	WSE, м
2024-02-05	19.46
2024-02-26	17.40
...	...



Оценка точности измерений уровня воды

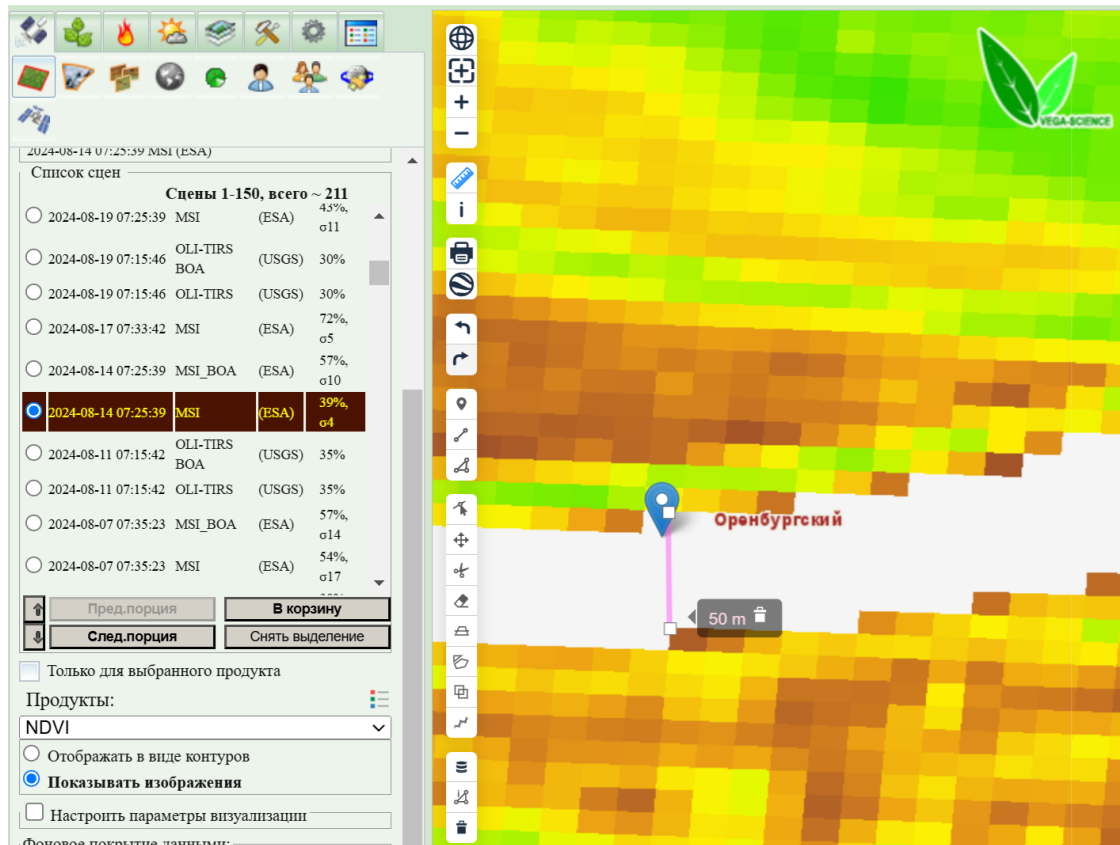


Чиркейское водохранилище (уровень воды по данным SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0 и Русгидро)



Гидропост 74804 (уровень воды по данным SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0 и измерений на гидропосту)

Оценка точности определения ширины русла в узле р. Урал (SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0)



Определение ширины русла по оптическим данным с помощью инструментов «Vega-Science»

Временной ряд изменения ширины русла

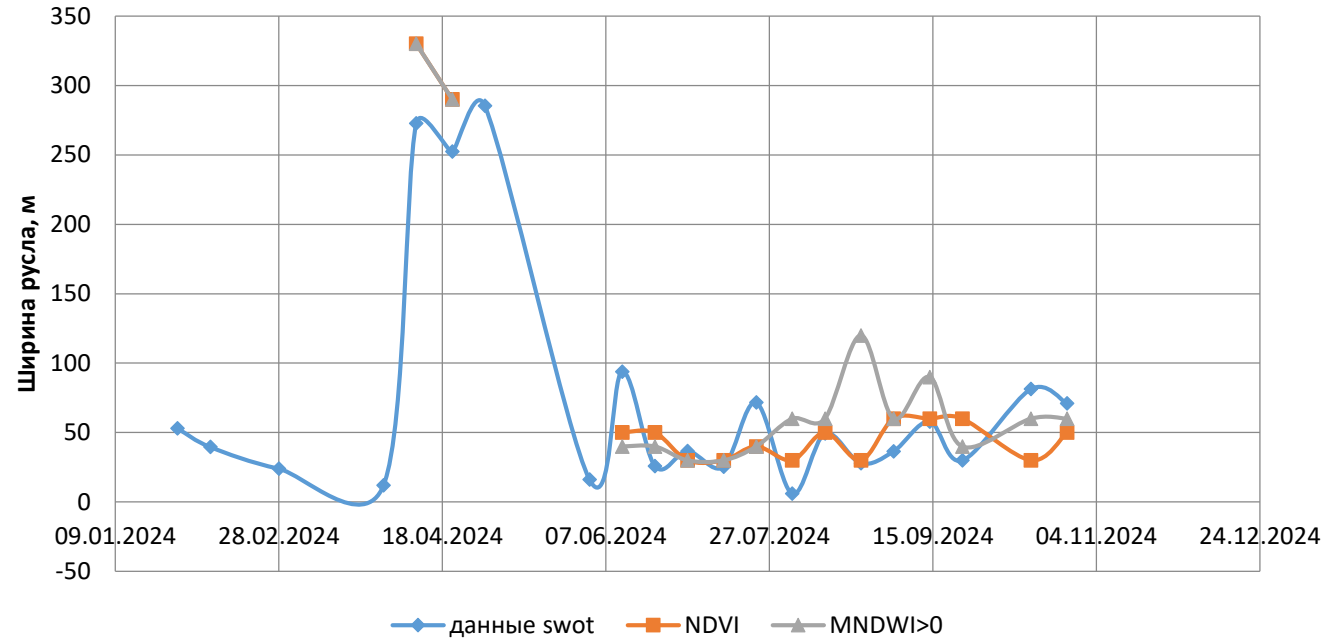
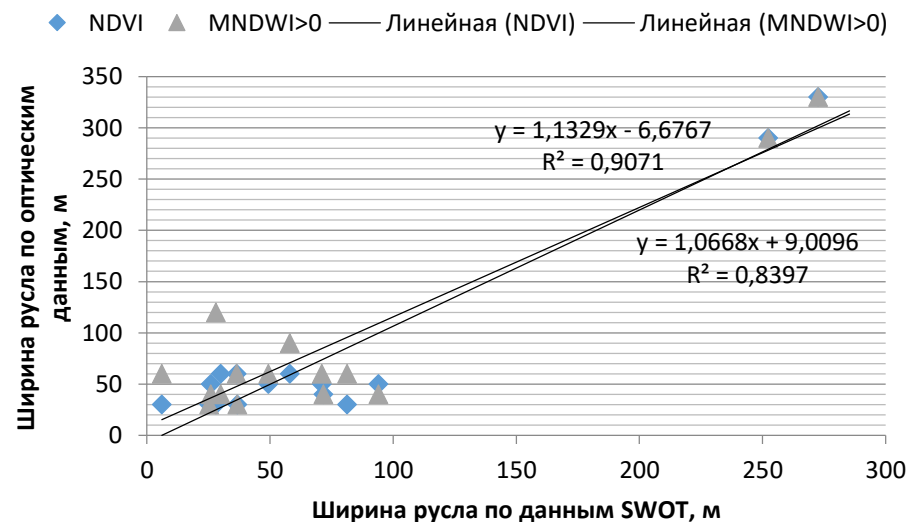
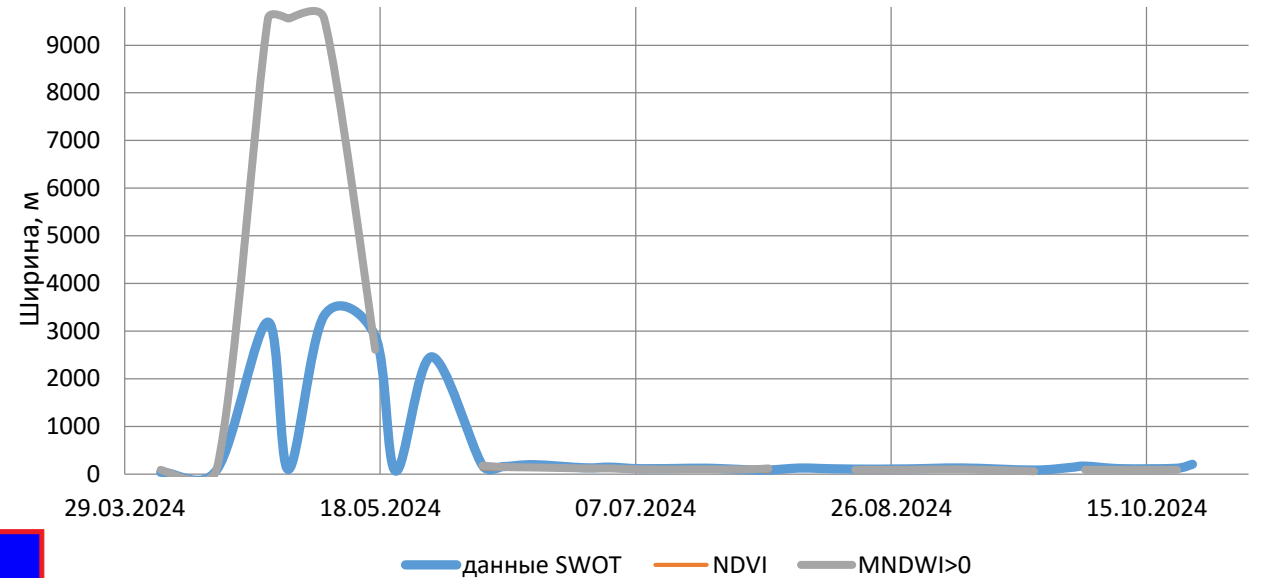
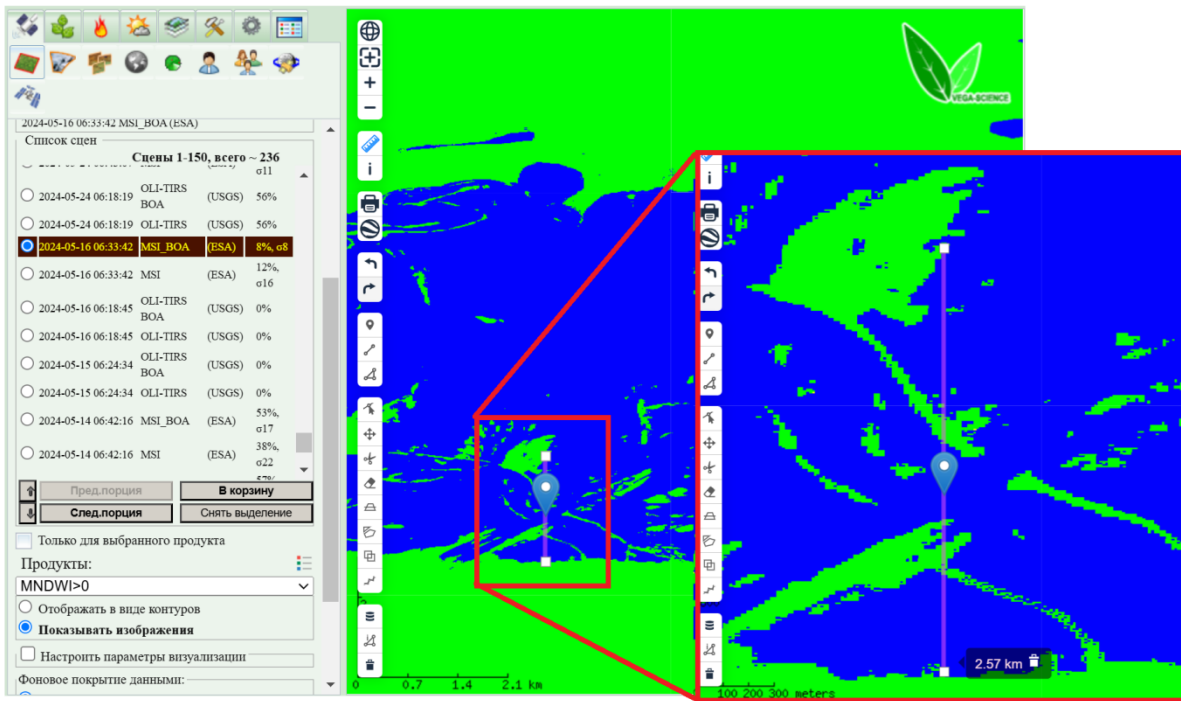


Диаграмма рассеяния измерений ширины русла



Оценка точности определения ширины русла в узле р. Ишим (SWOT_L2_HR_RiverSP_2.0)



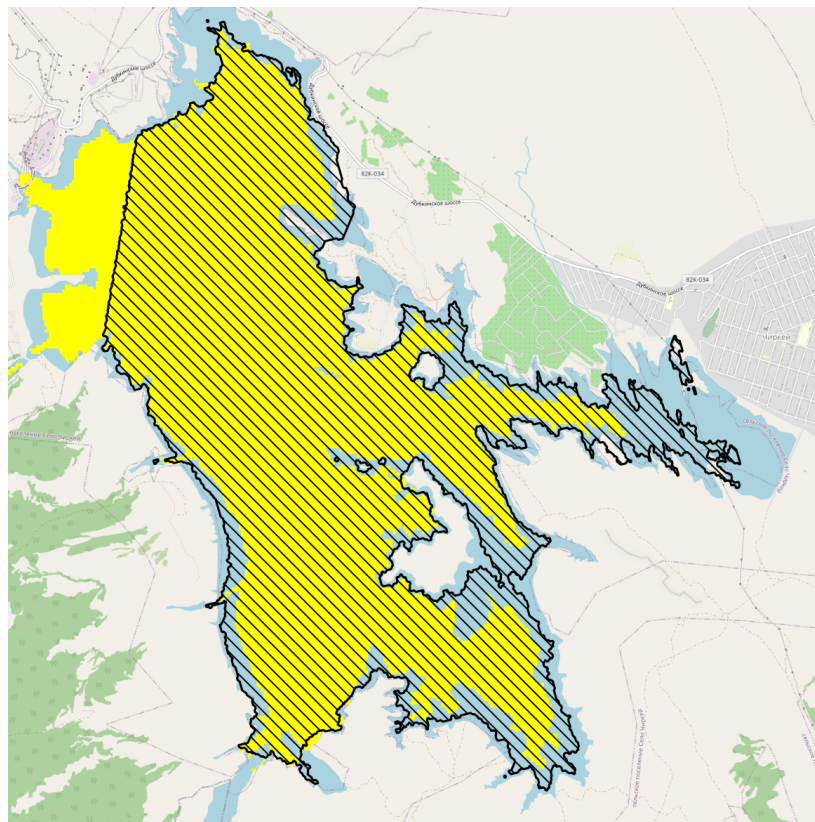
Временной ряд изменения ширины русла

Замечание: продукт L2_HR_RiverSP не предназначен для использования в случае значительных наводнений; для таких случаев следует рассмотреть продукт L2_HR_Raster.

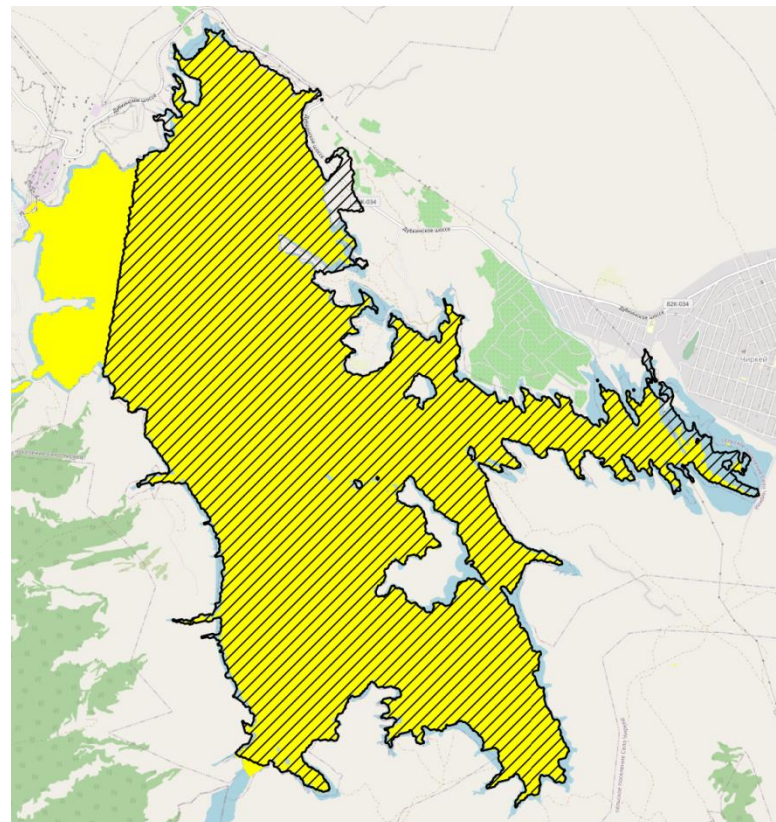
[Algorithm Theoretical Basis Document \(ATBD\) for Level 2 KaRIn High Rate River Single Pass Science Algorithm Software, Jet Propulsion Laboratory Internal Document](#)

Определение ширины русла по оптическим данным с помощью инструментов «Vega-Science»

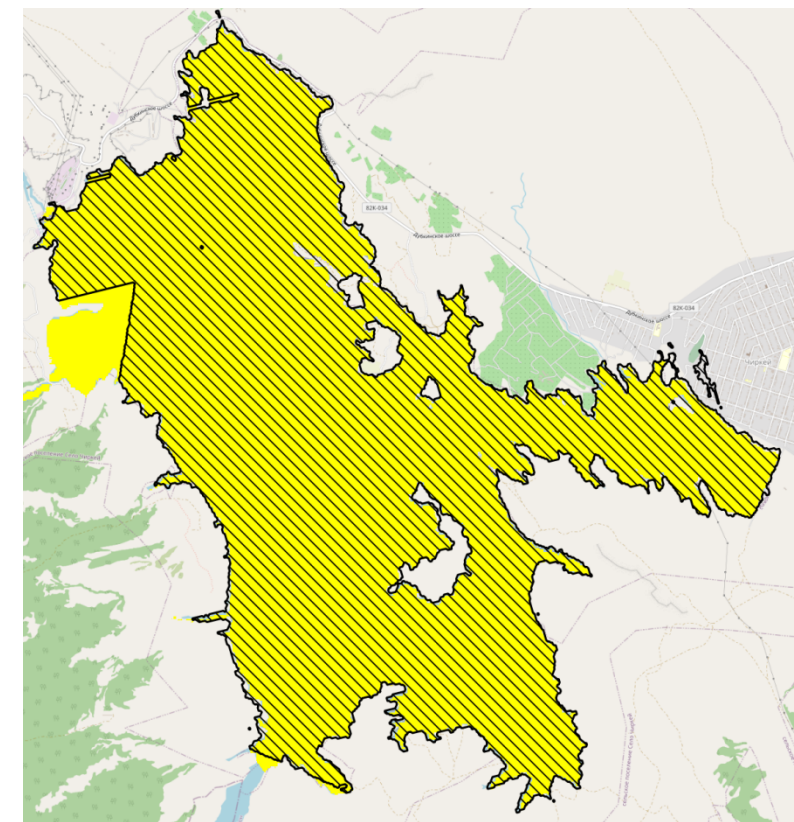
Площади водоемов, продукт SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0



Оптика: 26.04.2024
SWOT: 01.05.2024



03.07.2024
03.07.2024



24.09.2024
24.09.2024

Маски воды, полученные по анализу оптических снимков (показаны цветом), границы водоемов (показаны штриховкой), полученные из продукта SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0 для Чиркейского водохранилища

Данные продукта SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0

Уровень воды

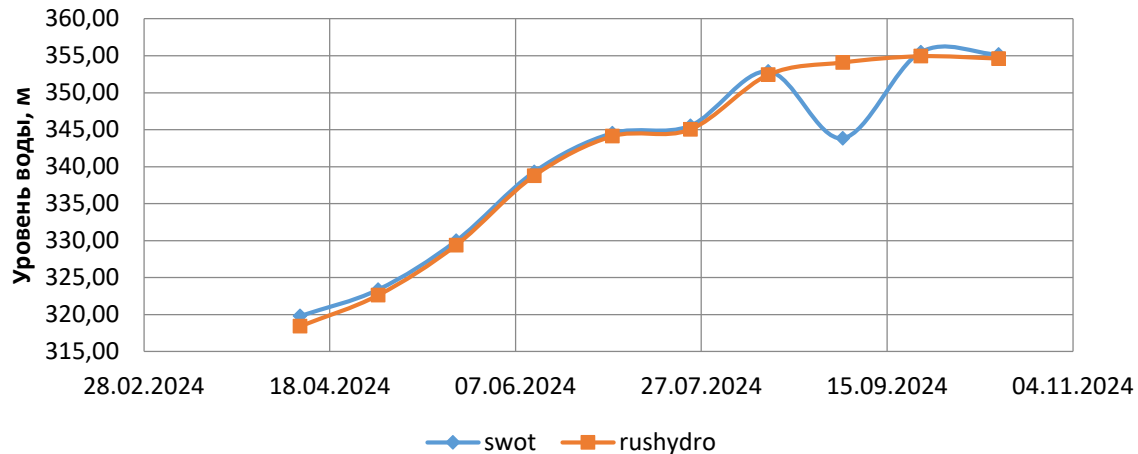
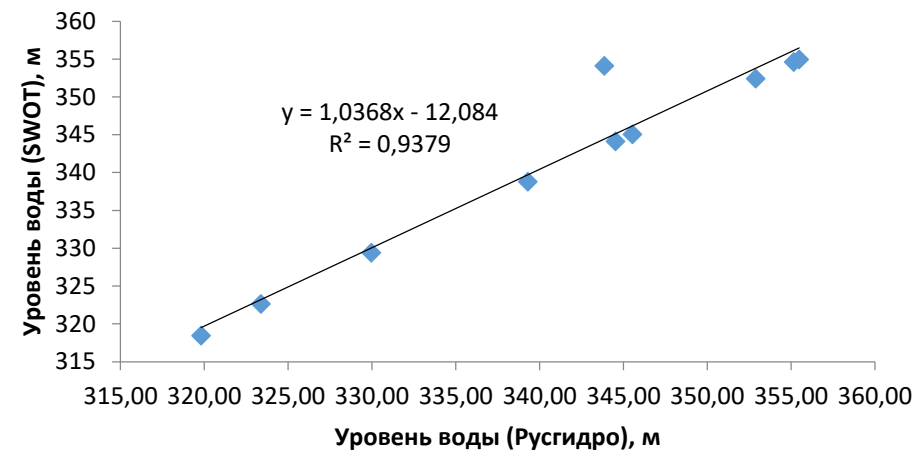
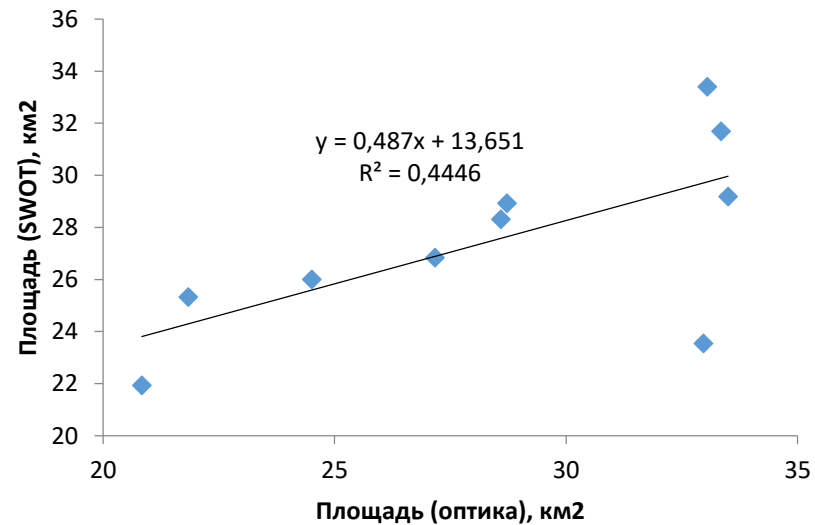
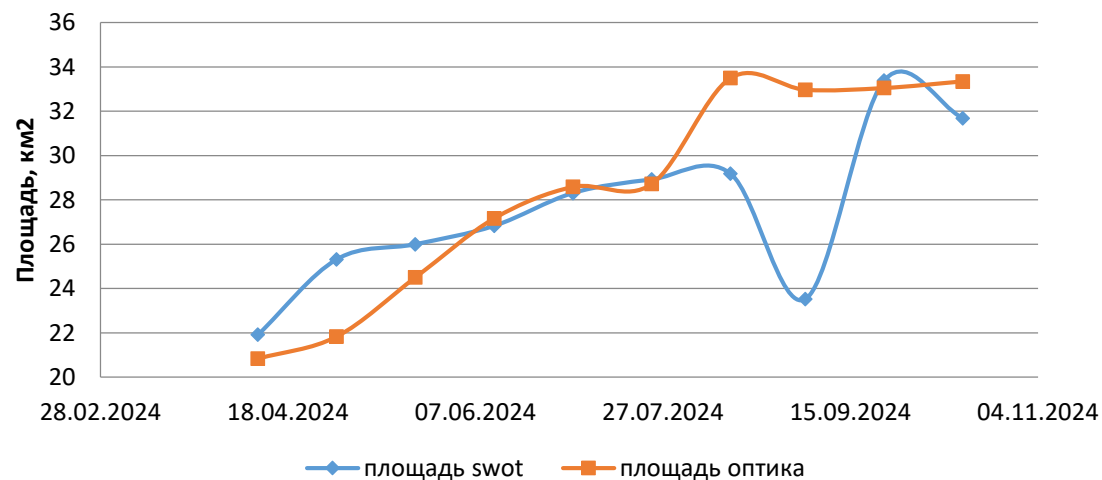


Диаграмма рассеяния



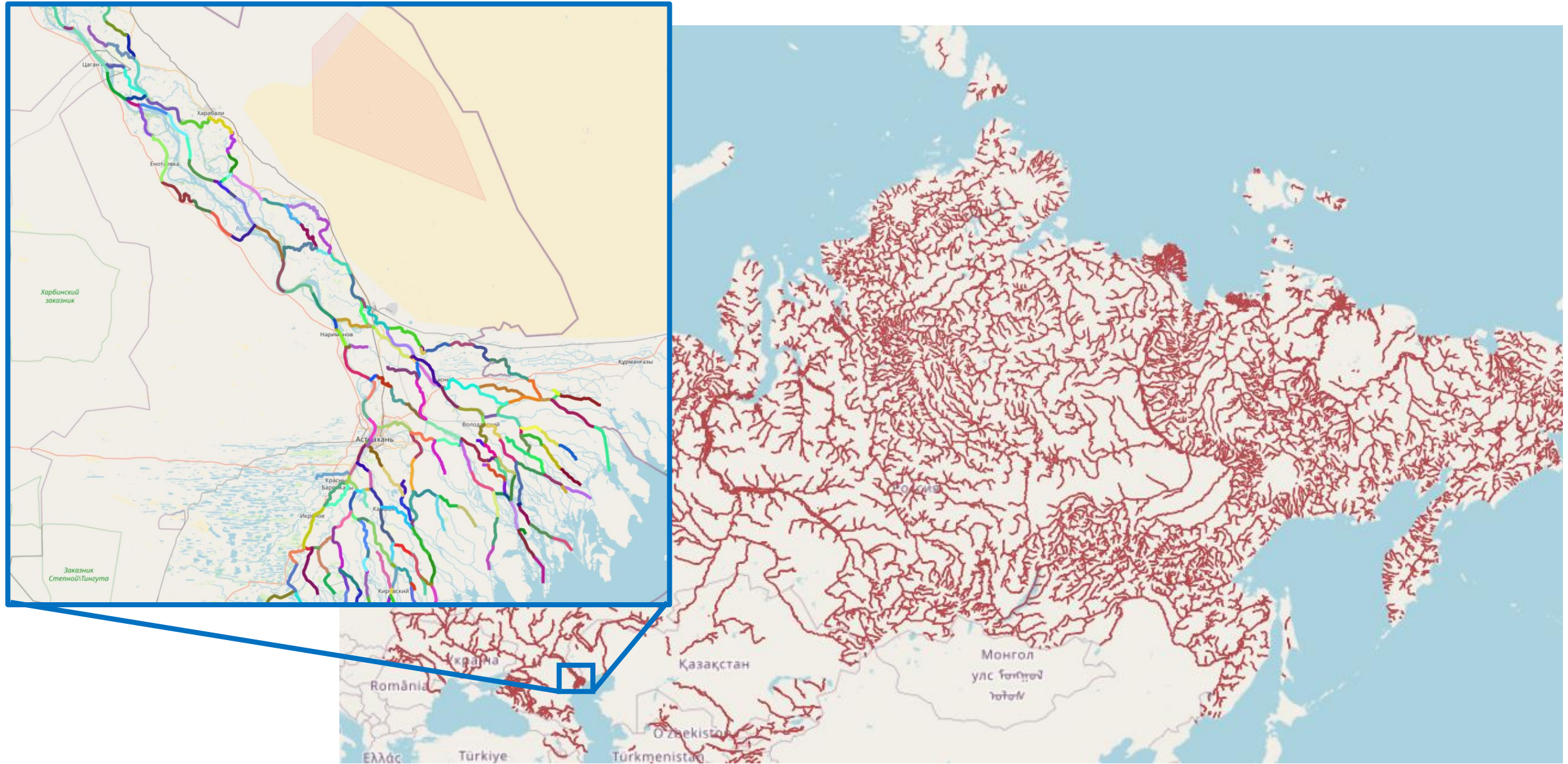
Сравнение уровней воды, полученных из продукта SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0 и данных Русгидро, Чиркейская ГЭС

Площадь водного зеркала



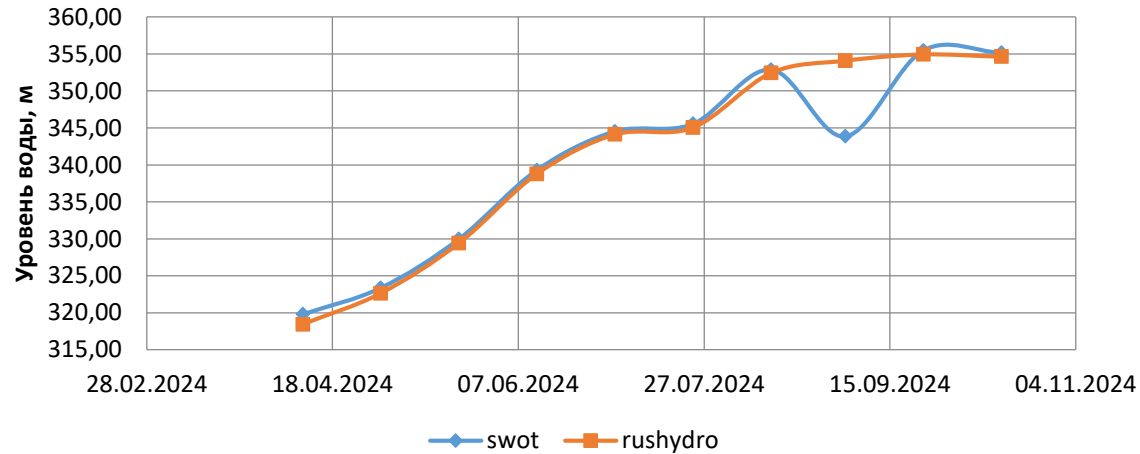
Сравнение площадей, полученных из продукта SWOT_L2_HR_LakeSP_2.0 и анализа оптических данных для Чиркейской ГЭС

Покрытие участками рек SWOT_L2_HR_River_SP_2.0



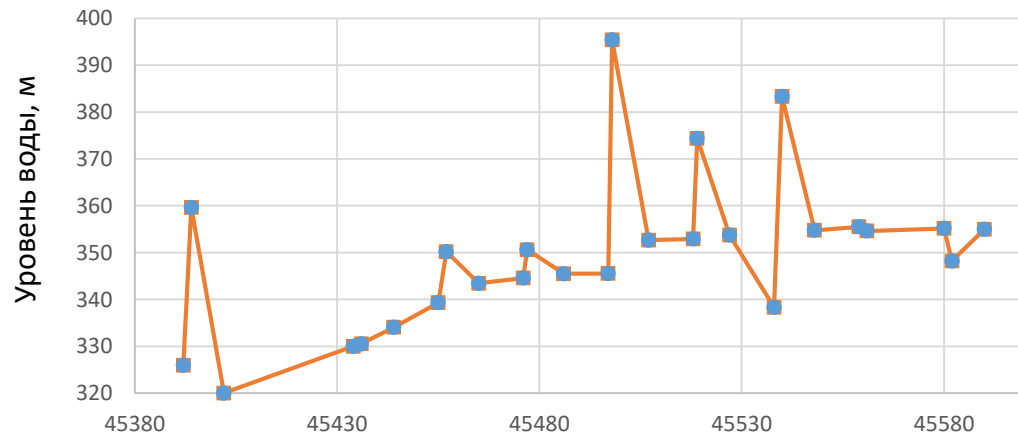
Данные продукта SWOT_L2_HR_River_SP_2.0 (Reach)

Уровень воды

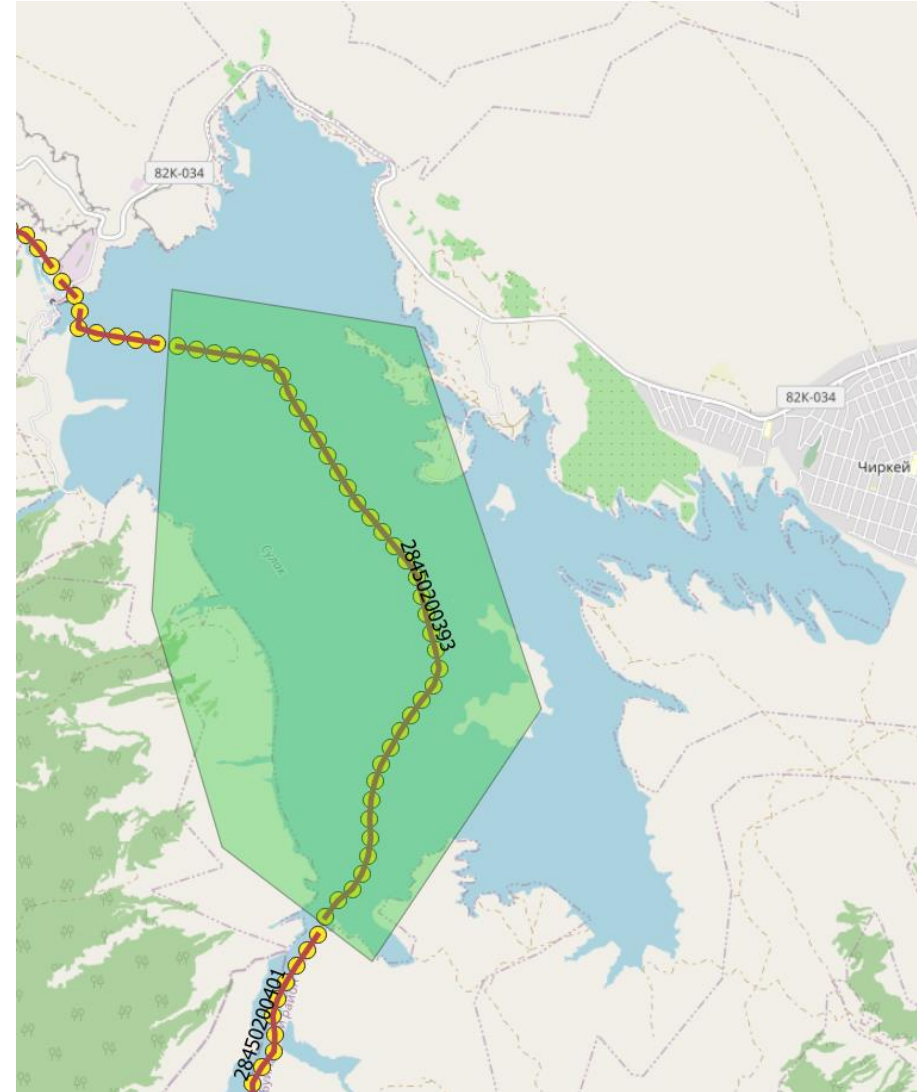


Уровень воды, полученный с помощью медианного фильтра осредненных измерений для узлов, заключенных в полигоне (см рис справа)

SWOT reach



Уровень воды, участка реки из продукта SWOT_L2_HR_River_SP_2.0



Результаты

- Разработан блок автоматизированного получения и усвоения гидрологических данных миссии SWOT.
- Накопленные данные позволяют формировать временной ряд наблюдений уклона, ширины, уровня воды рек в узлах и их участках.
- А также использовать в качестве масок воды.

Планы

- Интегрировать данные в системы семейства «Вега», в «Вега-Гидро»;
- Разработать инструментарий для работы с данными ;
- Разработать метод оценки расхода воды ;
- Использовать другие гидрологические продукты SWOT.

Спасибо за внимание

Работа выполнена с использованием ресурсов ЦКП «ИКИ-Мониторинг» при поддержке Минобрнауки в рамках темы «Мониторинг» (гос. регистрация № 122042500031-8).