

XXII Международная научная конференция
«Современные проблемы дистанционного
зондирования Земли из космоса»

Институт космических исследований, РАН, Москва,
РОССИЯ

11 октября - 15 октября 2024

Терехов А.Г., Сагатдинова Е.Н.

Система мониторинга и тренды снежности гор Центральной Азии

Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан

Цель работы: показать возможности дистанционных оценок снежного покрова горных территорий Центральной Азии и современные тенденции их снежности.

Объективные трудности регистрации количества твердых осадков



Ветровой перенос снега



Снежный покров в горах



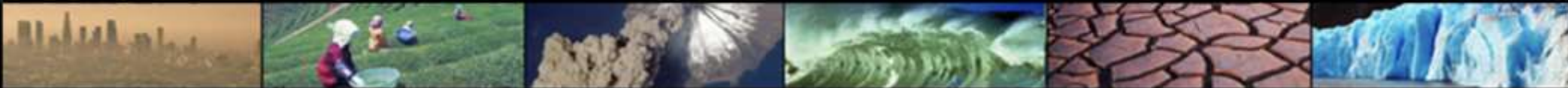
Морфометрия снежного покрова в горах ?

МОДЕЛИРОВАНИЕ или **НАЗЕМНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ**



lpvs.gsfc.nasa.gov
CEOS Land Product Validation Subgroup

CEOS Working Group on Calibration and Validation




Land Product Validation Subgroup

HOME ABOUT DOCUMENTS PEOPLE LINKS

LPV Focus Areas

- Biophysical
- Fire/Burn Area
- Phenology
- Vegetation Index
- Land Cover
- Snow Cover
- Surface Radiation
- Soil Moisture
- LST and Emissivity
- Aboveground Biomass



The mission of the CEOS Land Product Validation (LPV) subgroup is to coordinate the quantitative validation of satellite-derived products. The focus lies on standardized intercomparison and validation across products from different satellite, algorithms, and agency sources.

The sub-group consists of 10 Focus Areas, with 2 or 3 co-leads responsible for each land surface variable (essential climate and biodiversity variables).

CEOS VALIDATION HIERARCHY

Validation Stage - Definition and Current State		Variable
0	No validation. Product accuracy has not been assessed. Product considered beta.	
1	Product accuracy is assessed from a small (typically < 30) set of locations and time periods by comparison with in-situ or other suitable reference data.	Snow Fire Radiative Power
2	Product accuracy is estimated over a significant (typically > 30) set of locations	

LPV Focus Areas

Biophysical

Fire/Burn Area

Phenology

Vegetation Index

Land Cover

Snow Cover

Surface Radiation

Soil Moisture

LST and Emissivity

Aboveground Biomass

LPV Supersites

LPV Meetings

Snow Focus Area Products

Snow Water Equivalent

[Snow Water Equivalent](#), derived from SSMI, station & snow extent data

Contact: [Kari Luojus](#)

Institution: FMI

Spatial Coverage: N. Hemis

Temporal Coverage: 2006+

Spatial Scale: 0.25 deg

Temporal Scale: Daily

[Snow water equivalent](#), derived from AMSR-E, SSM/I

Contact: [Helpdesk](#)

Institution: EUMETSAT HSAF

[Link to validation information](#)

Spatial Coverage: EU

Temporal Coverage: 2002+

Spatial Scale: 0.25 deg

Temporal Scale: Daily

[Snow Water Equivalent](#), derived from SMMR, SSM/I, SSMIS & weather stations

Contact: [Kari Luojus](#)

Institution: FMI

Spatial Coverage: N. Hemis

Temporal Coverage: 1979-2018

Spatial Scale: 0.25 deg

Temporal Scale: Daily, Weekly, Monthly

Snow Cover

[Fractional Snow Cover](#), derived from VIIRS / Sentinel-3

Contact: [T. Nagler](#), [G. Schwaizer](#)

Institution: ENVEO

[Link to validation information](#)

Spatial Coverage: N. Hemis

Temporal Coverage: 2018+

Spatial Scale: 0.01 deg

Temporal Scale: Daily

[Fractional Snow Cover](#), derived from MODIS / VIIRS

Contact: [T. Nagler](#), [G. Schwaizer](#)

Institution: ENVEO

[Link to validation information](#)

Spatial Coverage: Europe

Temporal Coverage: 2017+

Spatial Scale: 500 m

Temporal Scale: Daily

[Fractional Snow Cover](#), derived from Sentinel-2

Spatial Coverage: EU

Модельные исходные данные



USGS FEWS NET Data Portal Data Portals ▾ Data Download ▾ Software ▾ Publications Search About ▾ Agro-Climatology ▾ Services ▾

Home > Site Search

Product Search Central Asia

Продукты для снега, полученные с помощью системы сбора наземных данных NASA FEWS NET (FLDAS), в настоящее время производятся с использованием модели FLDAS нового поколения под названием Noah-MP.



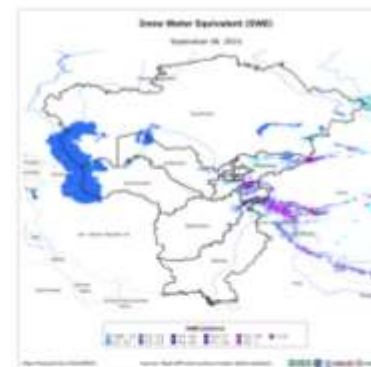
Daily Snow Depth
Central Asia

Compare



Daily Snow Depth Anomaly
Central Asia

Compare



Daily Snow Water Equivalent
Central Asia

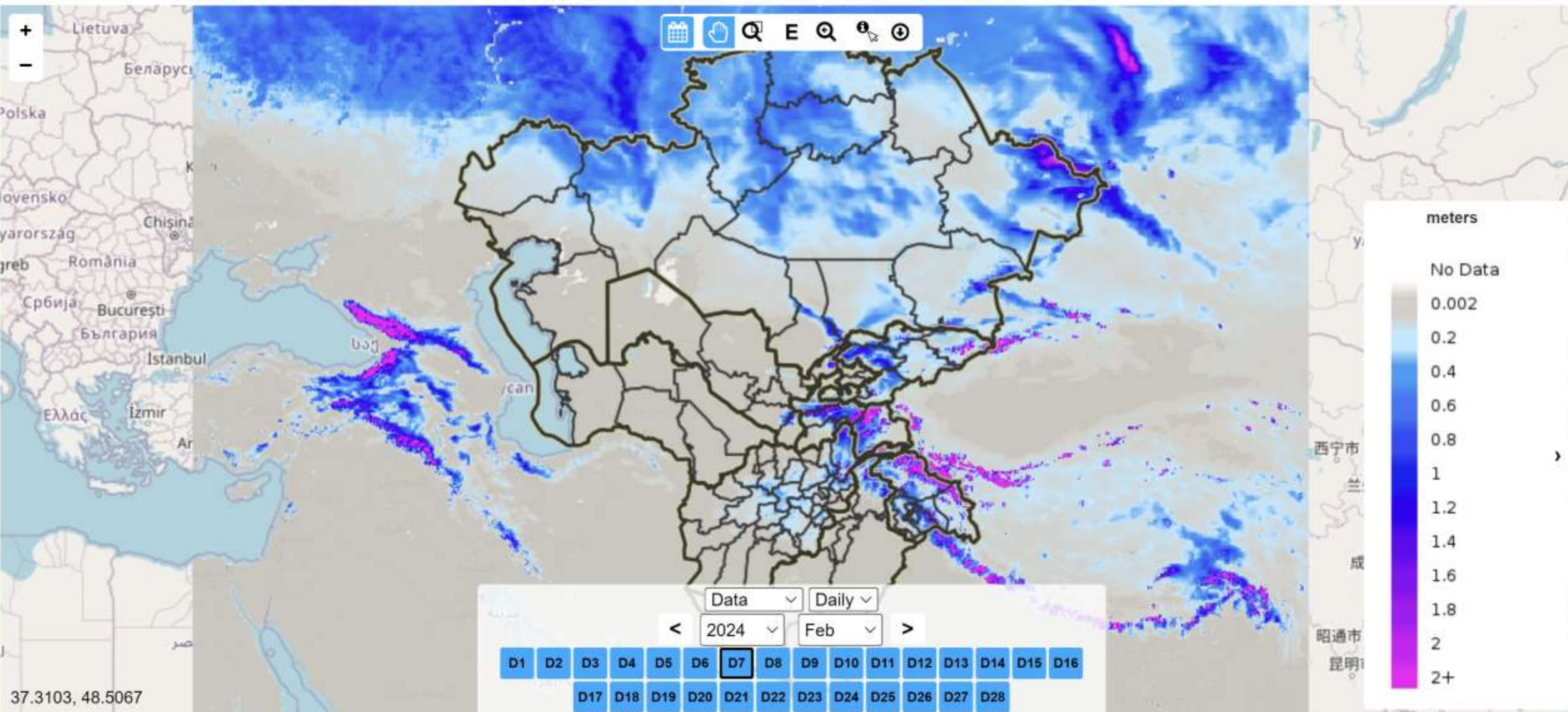
Compare



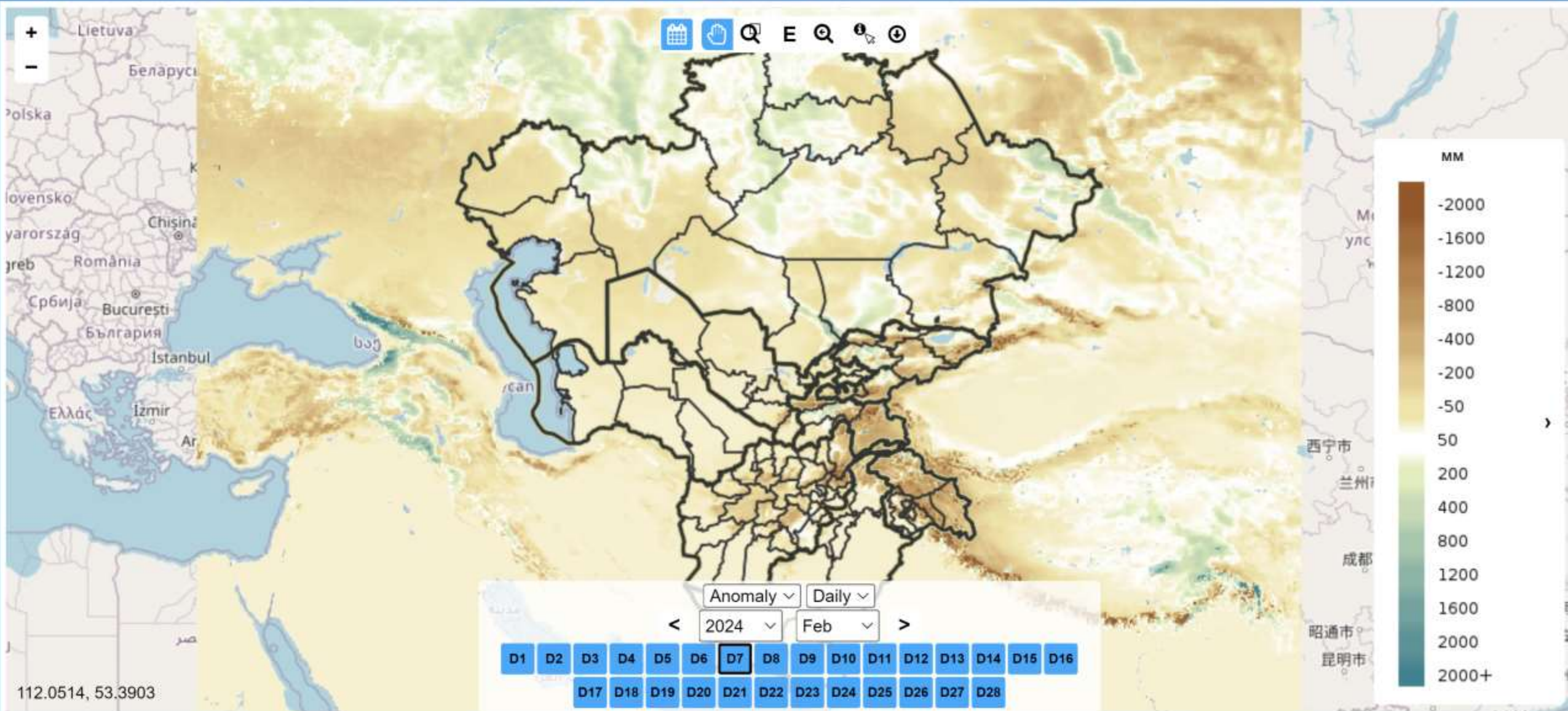
Daily Snow Water Equivalent Anomaly
Central Asia

Compare

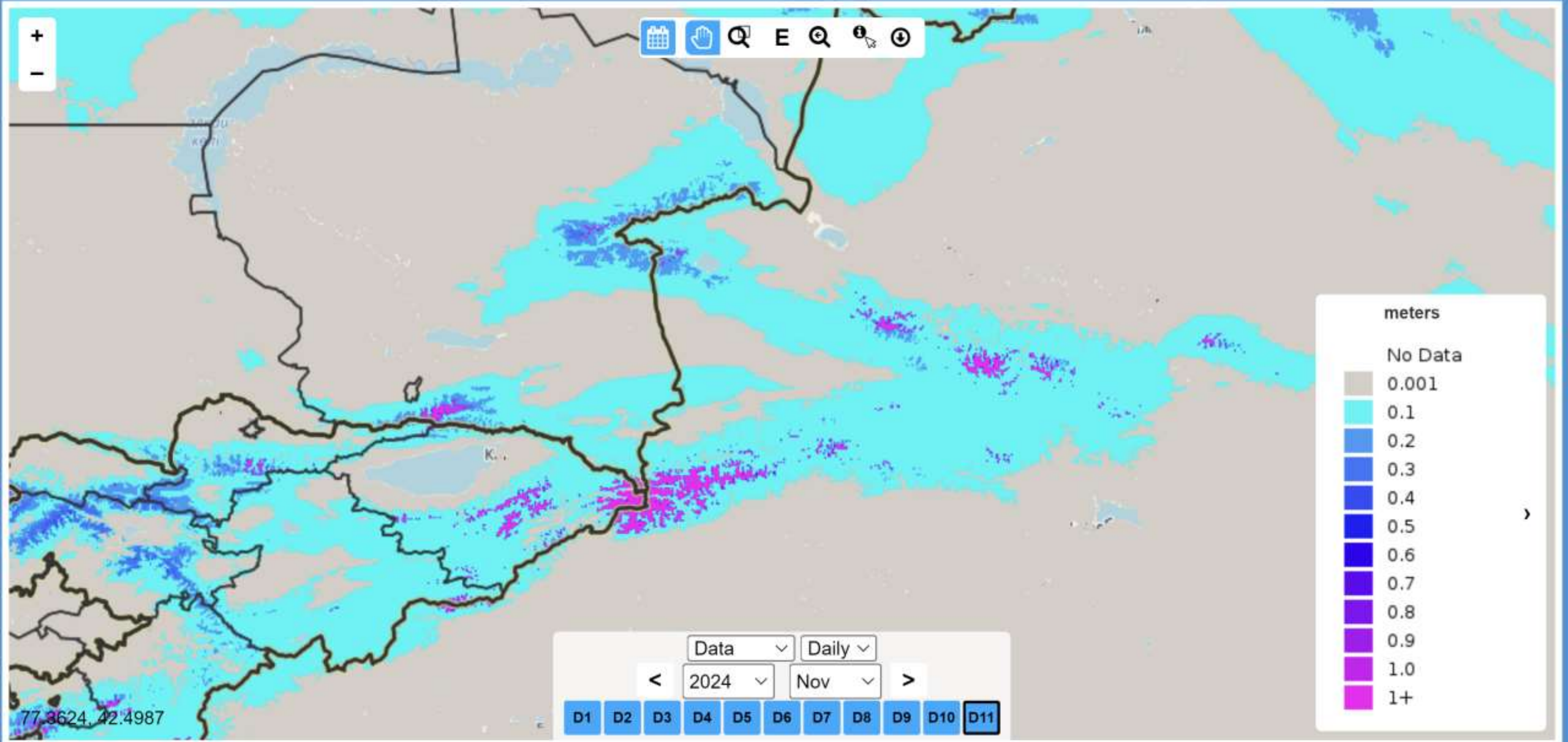
Central Asia Snow Depth Data Daily (Feb 7th, 2024) (meters)



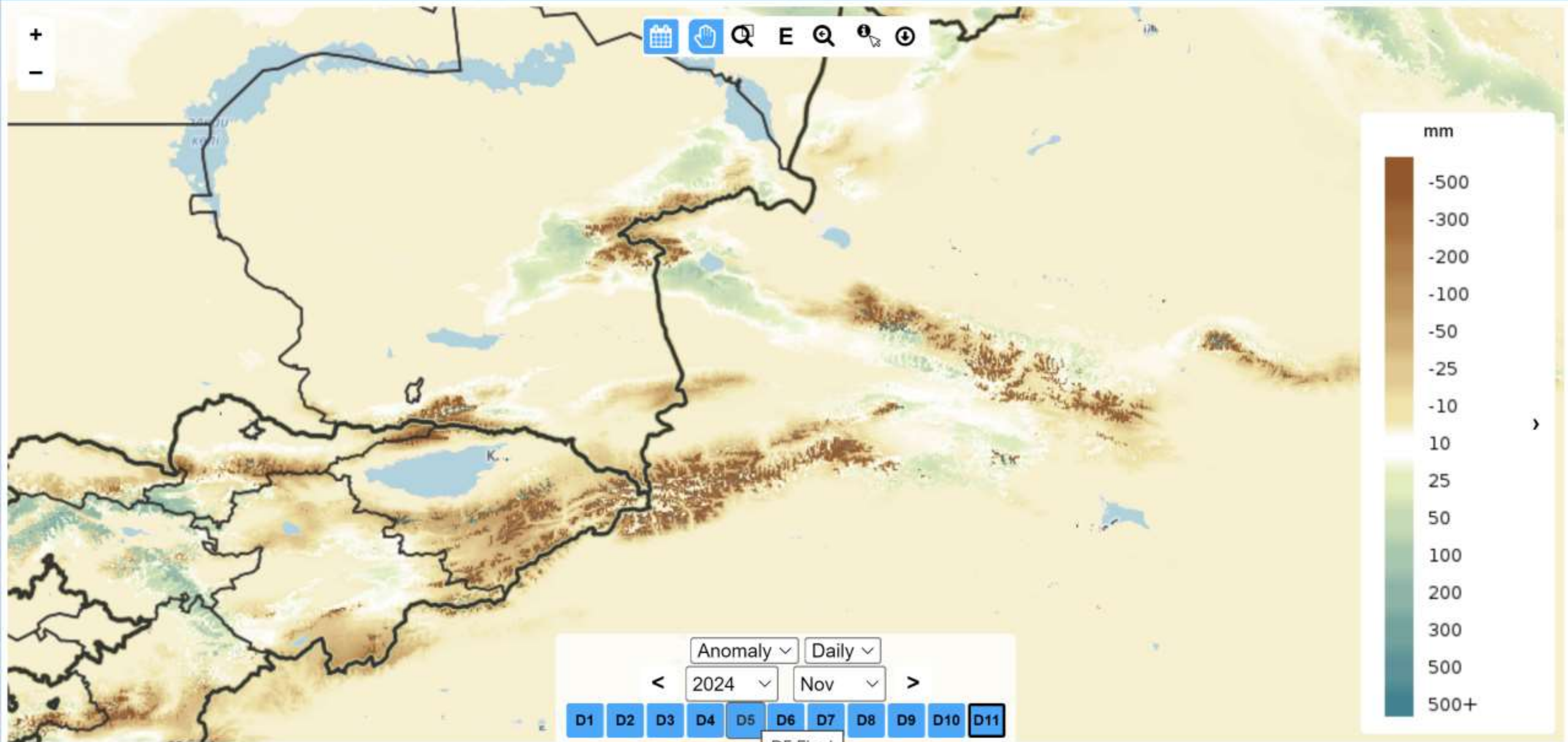
Ежедневная аномалия глубины снежного покрова в Центральной Азии (7 февраля 2024 г.) (мм)



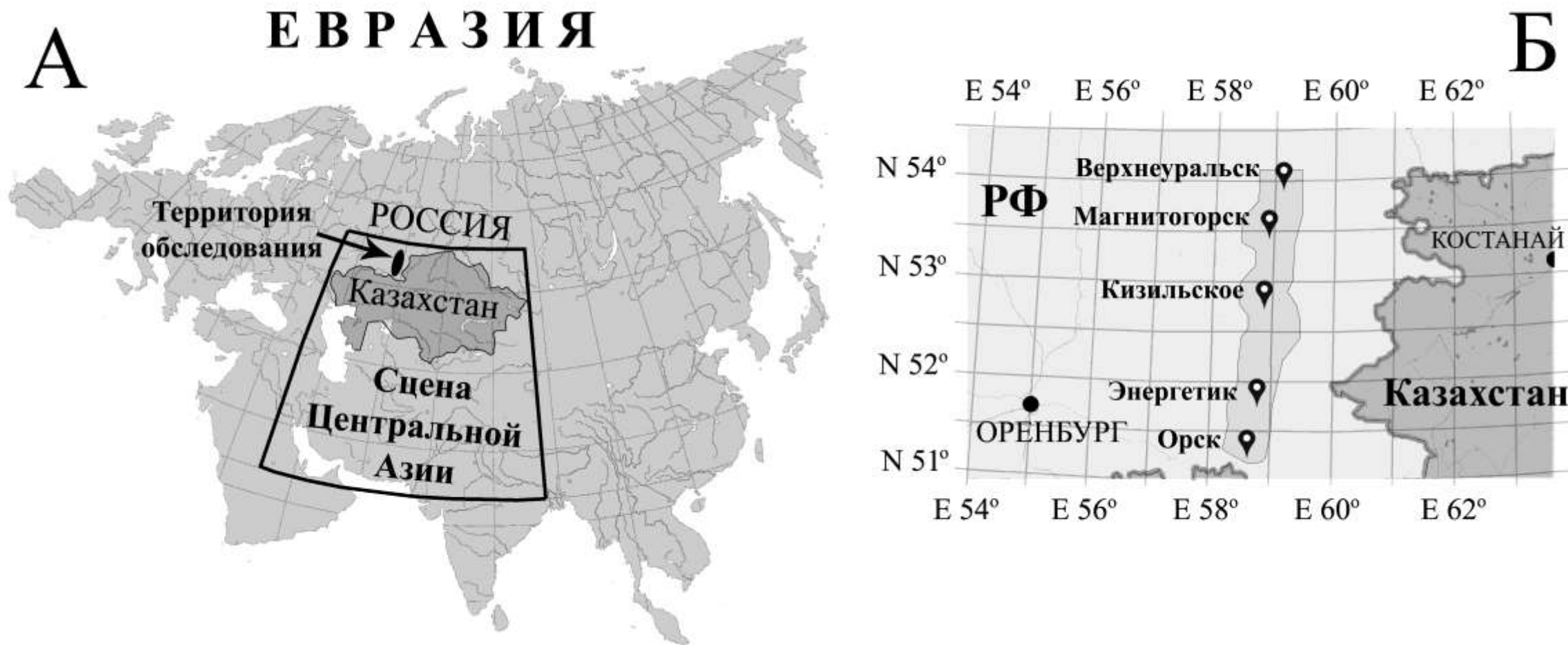
112.0514, 53.3903

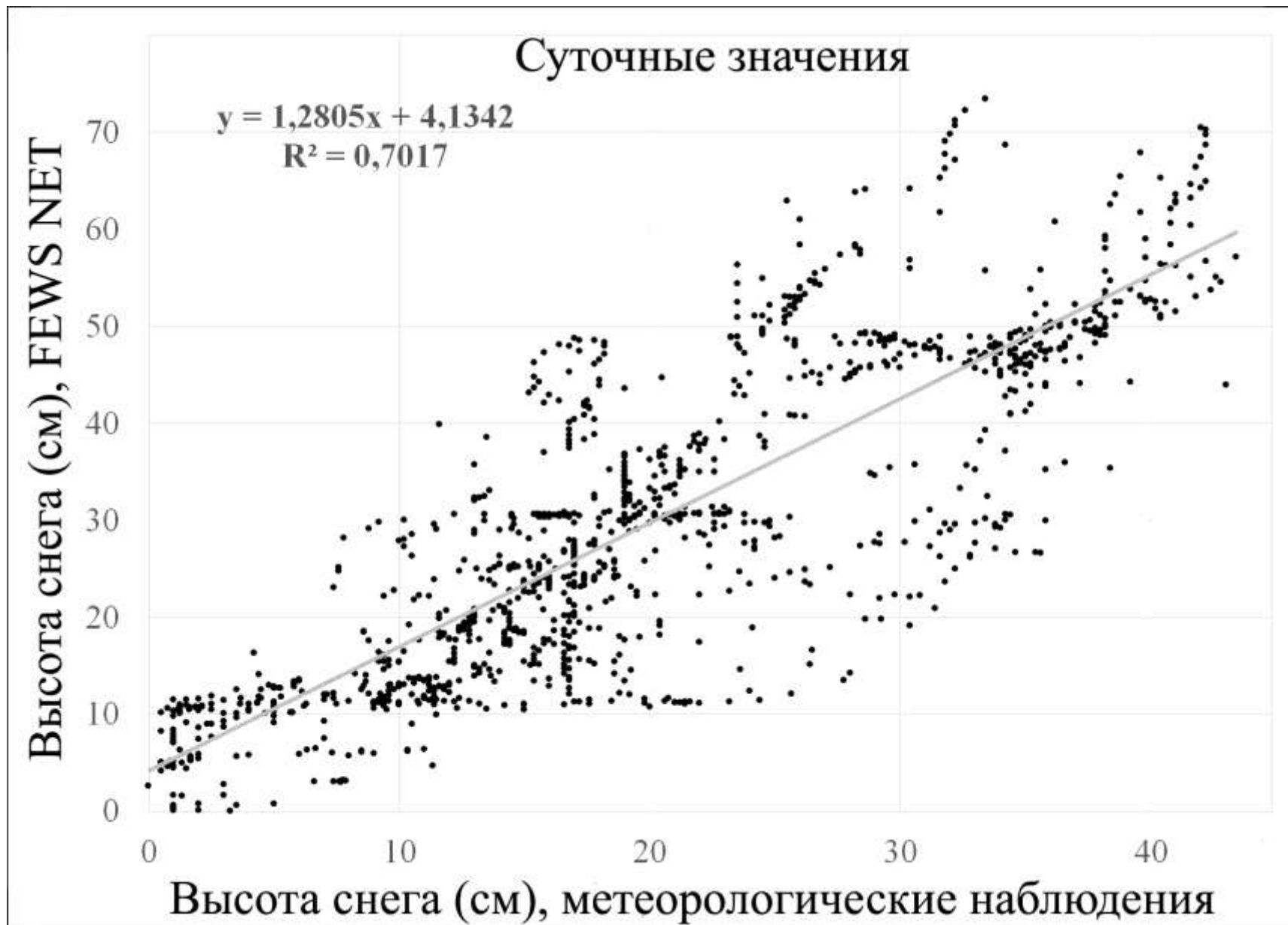


Central Asia SWE Anomaly Daily (Nov 11th, 2024) (mm)



СРАВНЕНИЕ: наземных данных метеостанций и результатов моделирования

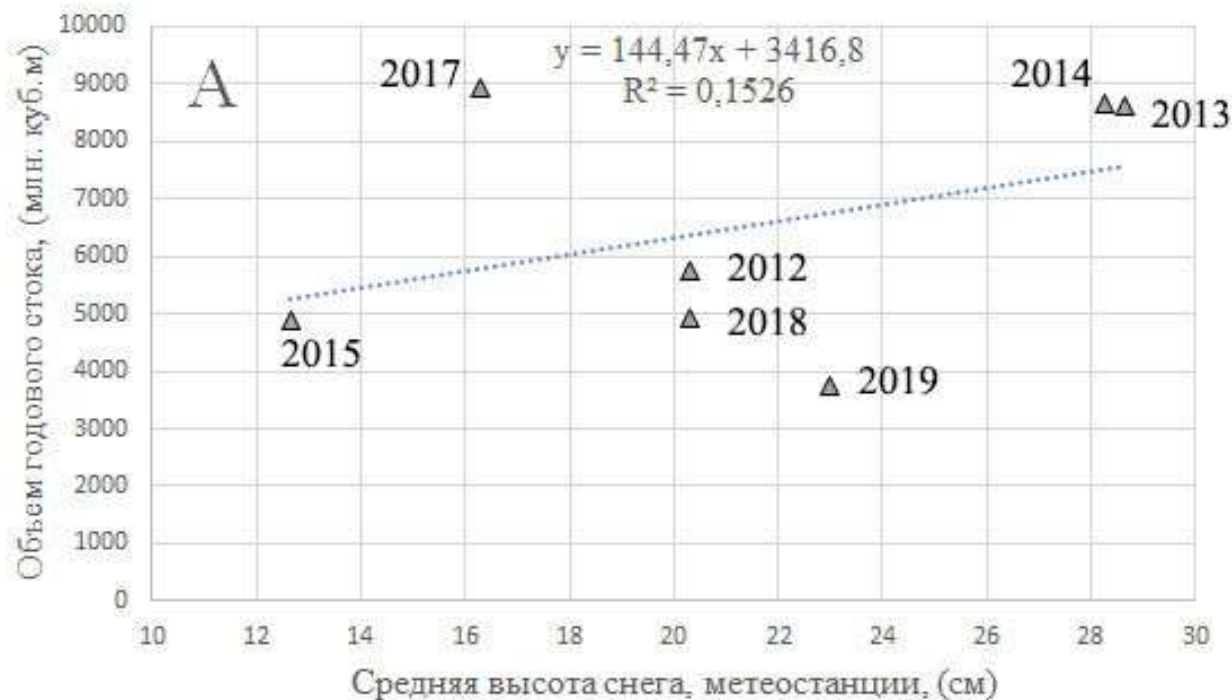




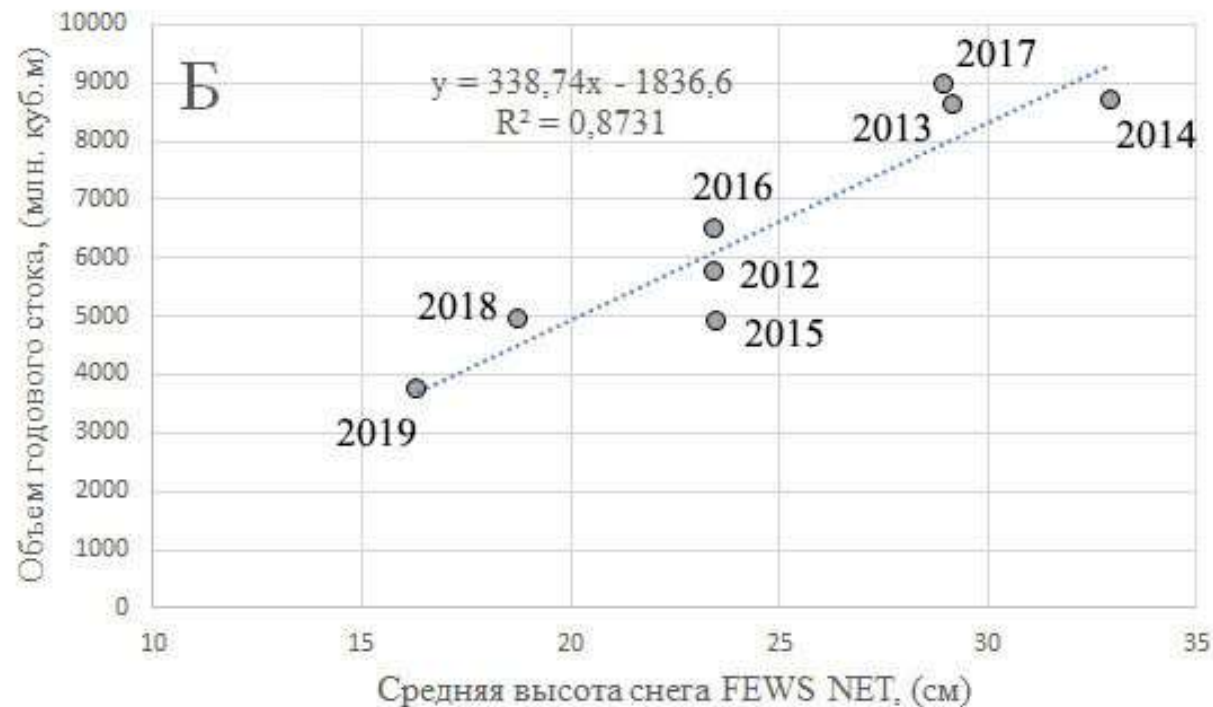


Проверка на независимом параметре объем годового стока р. Урал (река снегового питания)

Наземные данные



Модельные данные

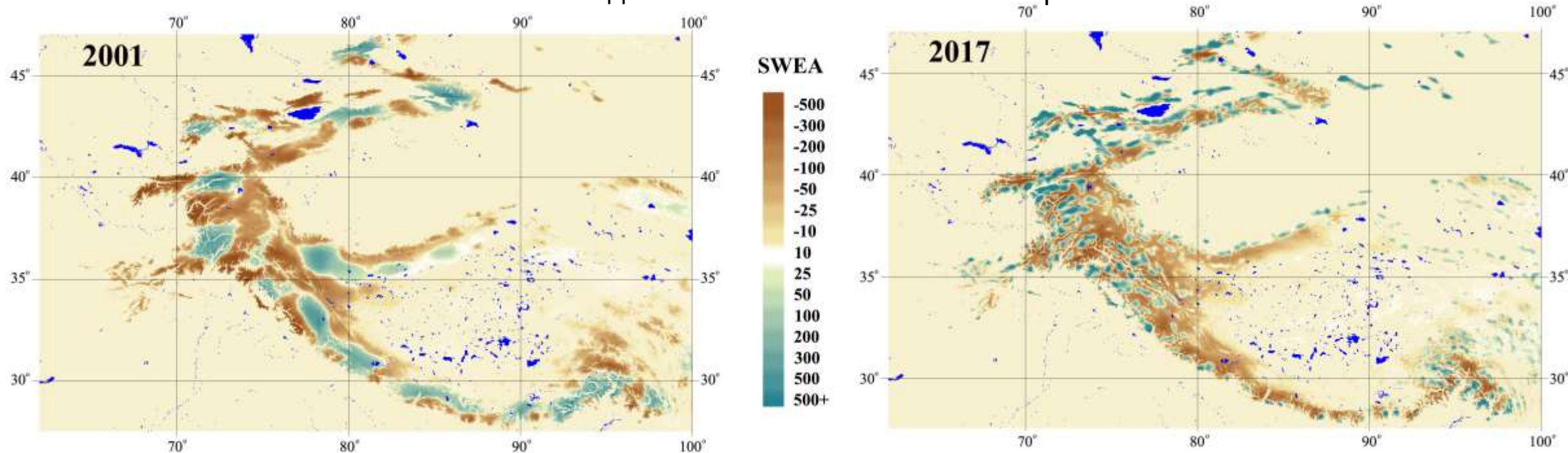


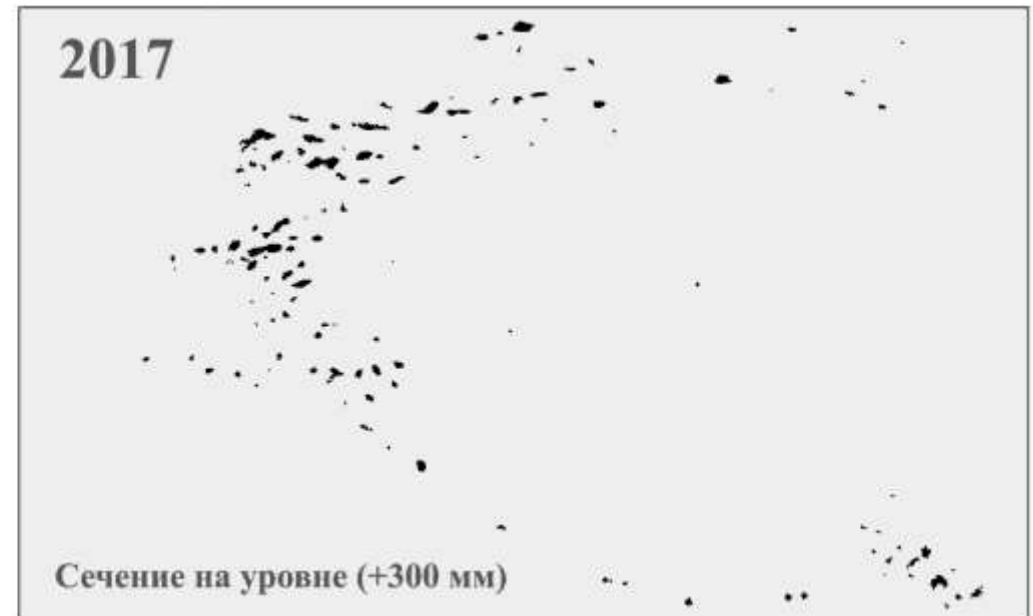
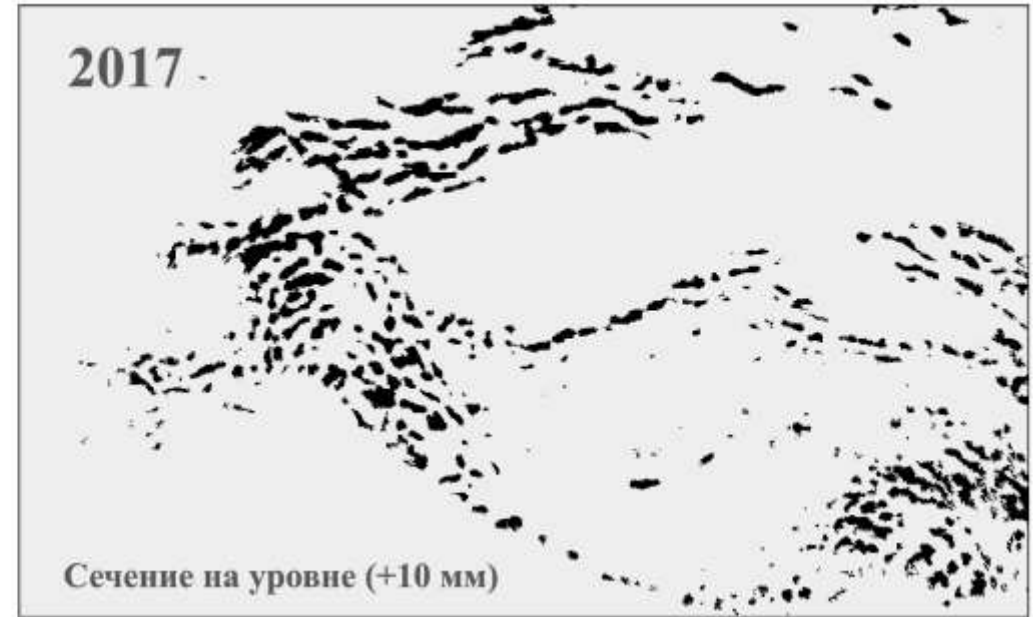
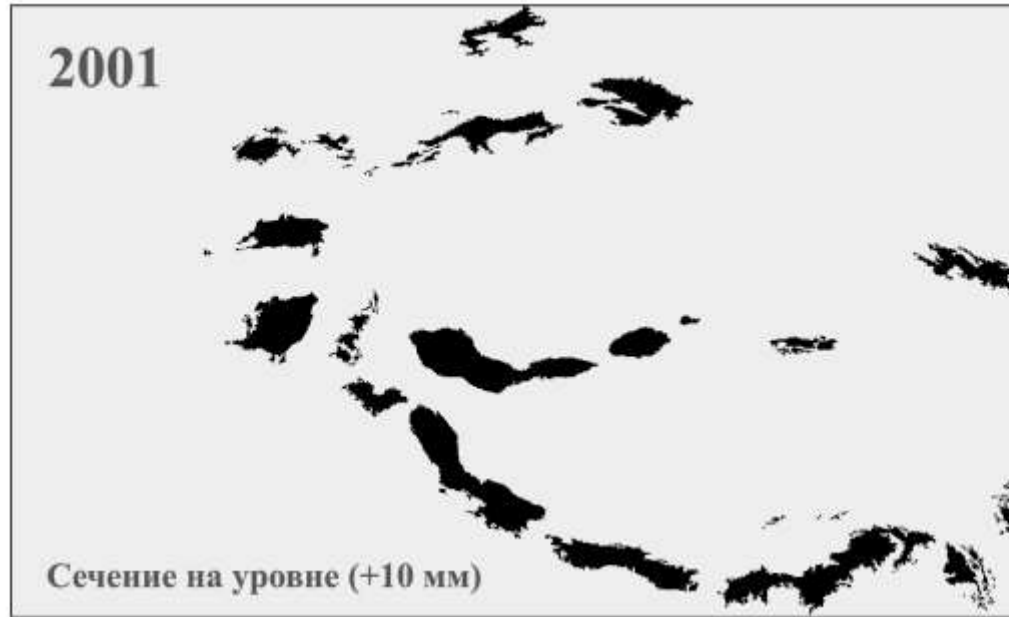
На долю тающего снега приходится 60–70% годового стока реки Урал. Вклад осадков относительно невелик

Математическая морфология снежного покрова в горах

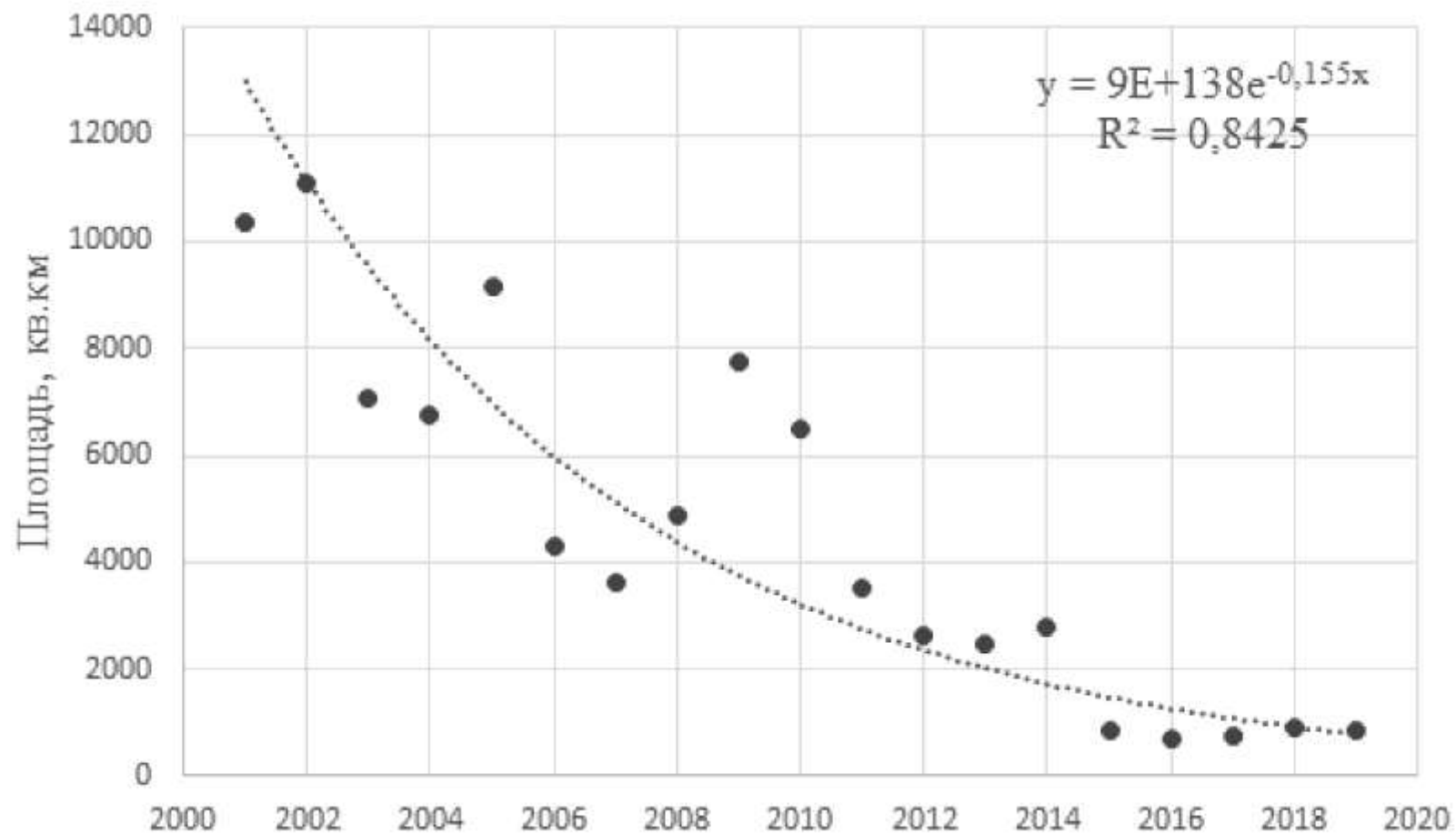


Аномалии водного эквивалента снежного покрова

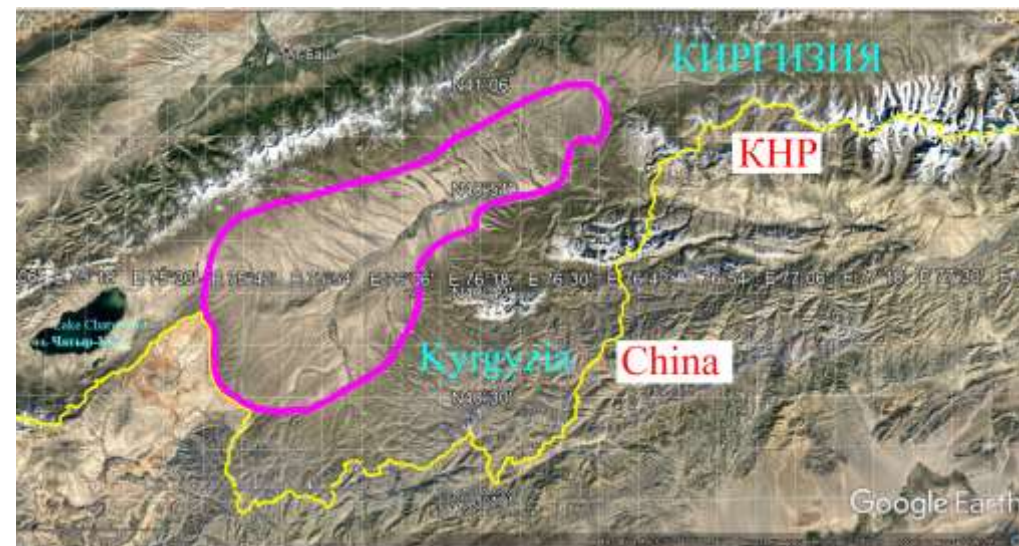




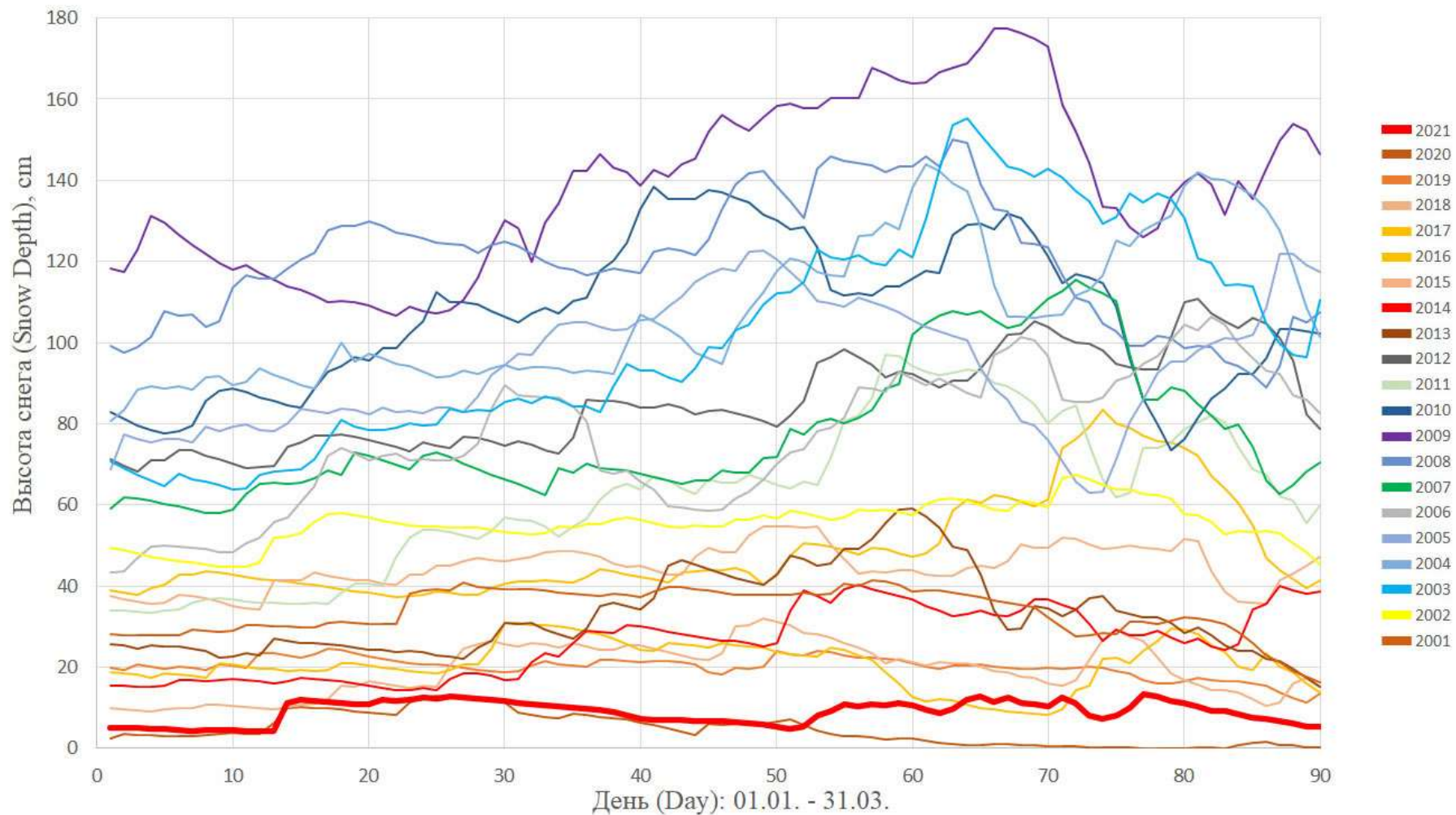
Средняя площадь зоны повышенных осадков в горной зоне Евразии

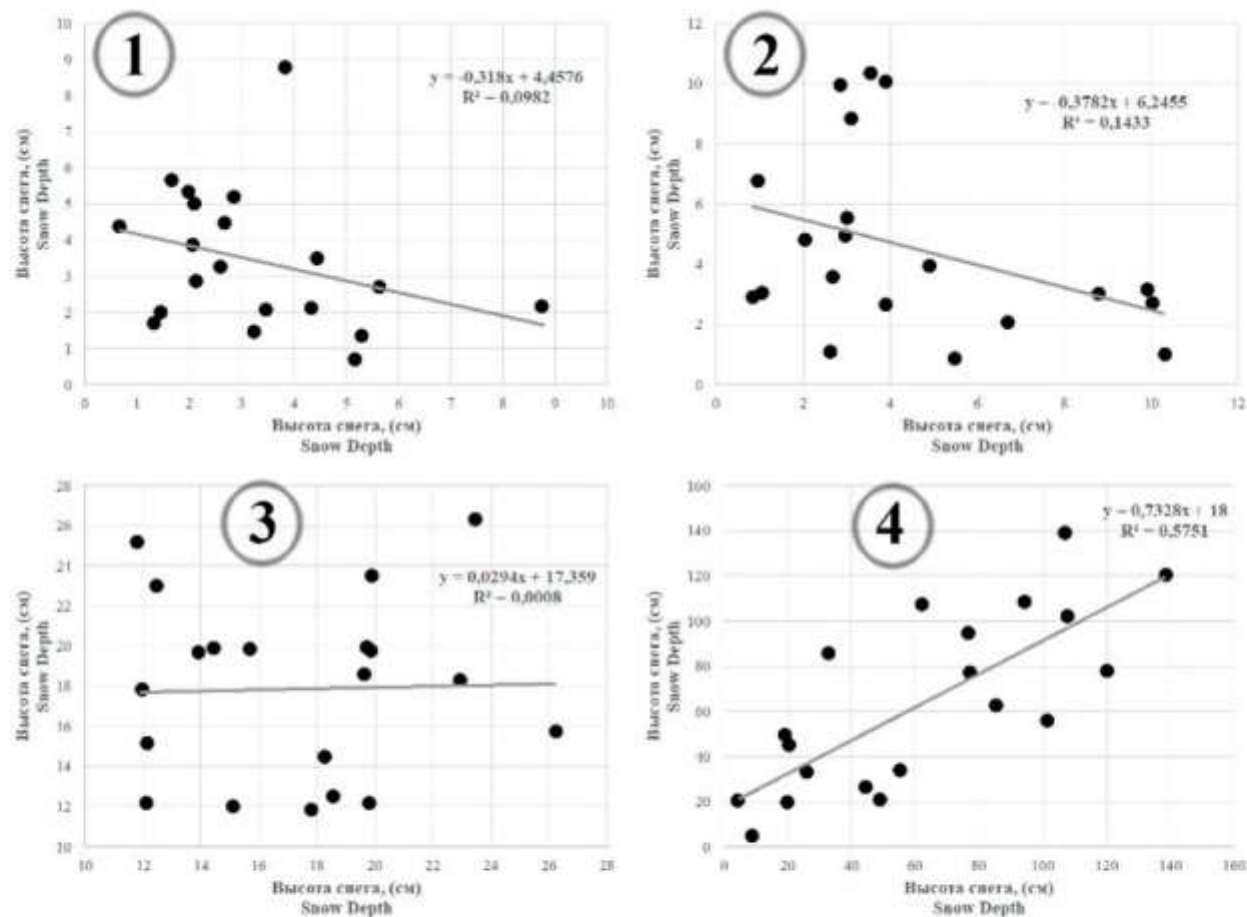


Многолетние режимы снежности: равнинные и горный полигон



Динамика средней высоты снежного покрова горного полигона

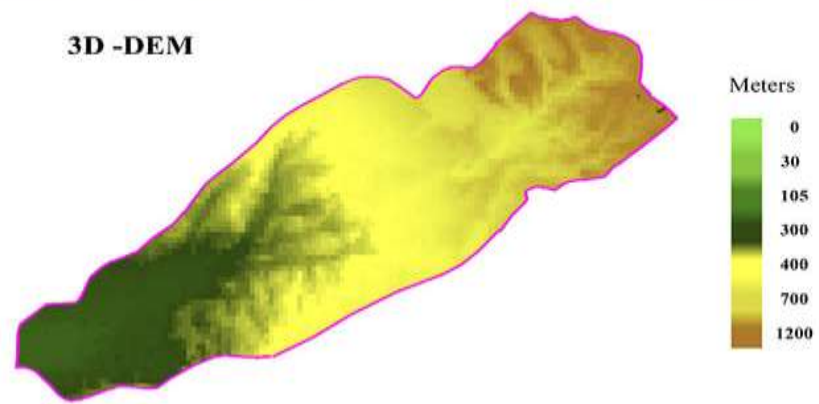




Характеристики автокорреляций временных рядов средней за сезон (1 января - 31 марта) высоты снежного покрова тестовых полигонов в период 2001-2021 гг. по данным Snow Depth FEWS NET: 1 – Арало-Сырдарьинский; 2 – Шу-Таласский; 3- Балхаш-Алакольский; 4 – Аксай-Чатыркульская котловина.

Бассейн Бугуньского вдхр.

Река Бугунь имеет снеговое и грунтовое питание, длину 164 км и площадь бассейна свыше 4,5 тыс. км². Среднегодовой расход воды у гидропоста «Красный мост» немного превышает 4 м³/с.

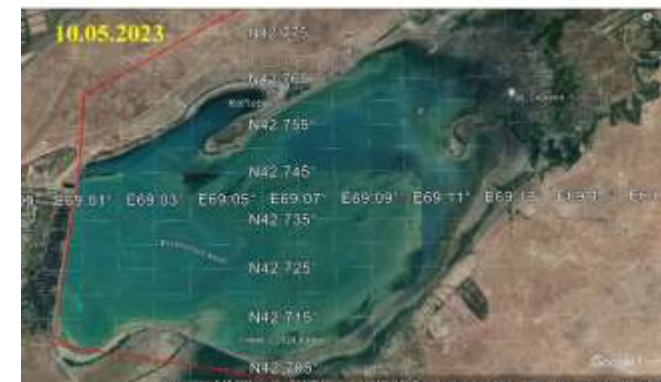


Бугуньское (Богенское) водохранилище расположено в Туркестанской области Казахстана на высоте 260 м над уровнем моря, с юго-запада на предгорной долине невысокого хребта Каратау (2176 м), относящегося к Западному Тянь-Шаню.

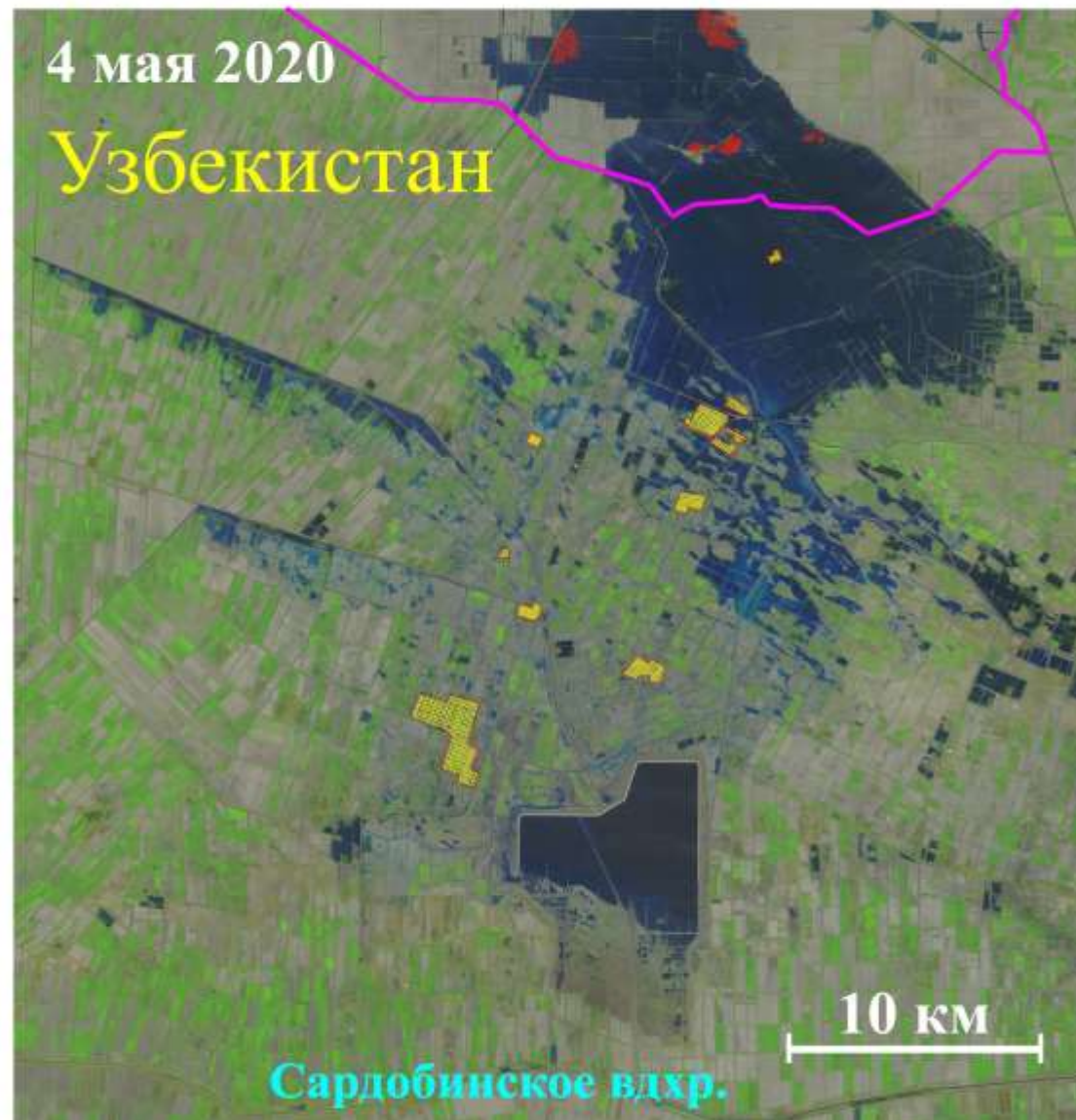
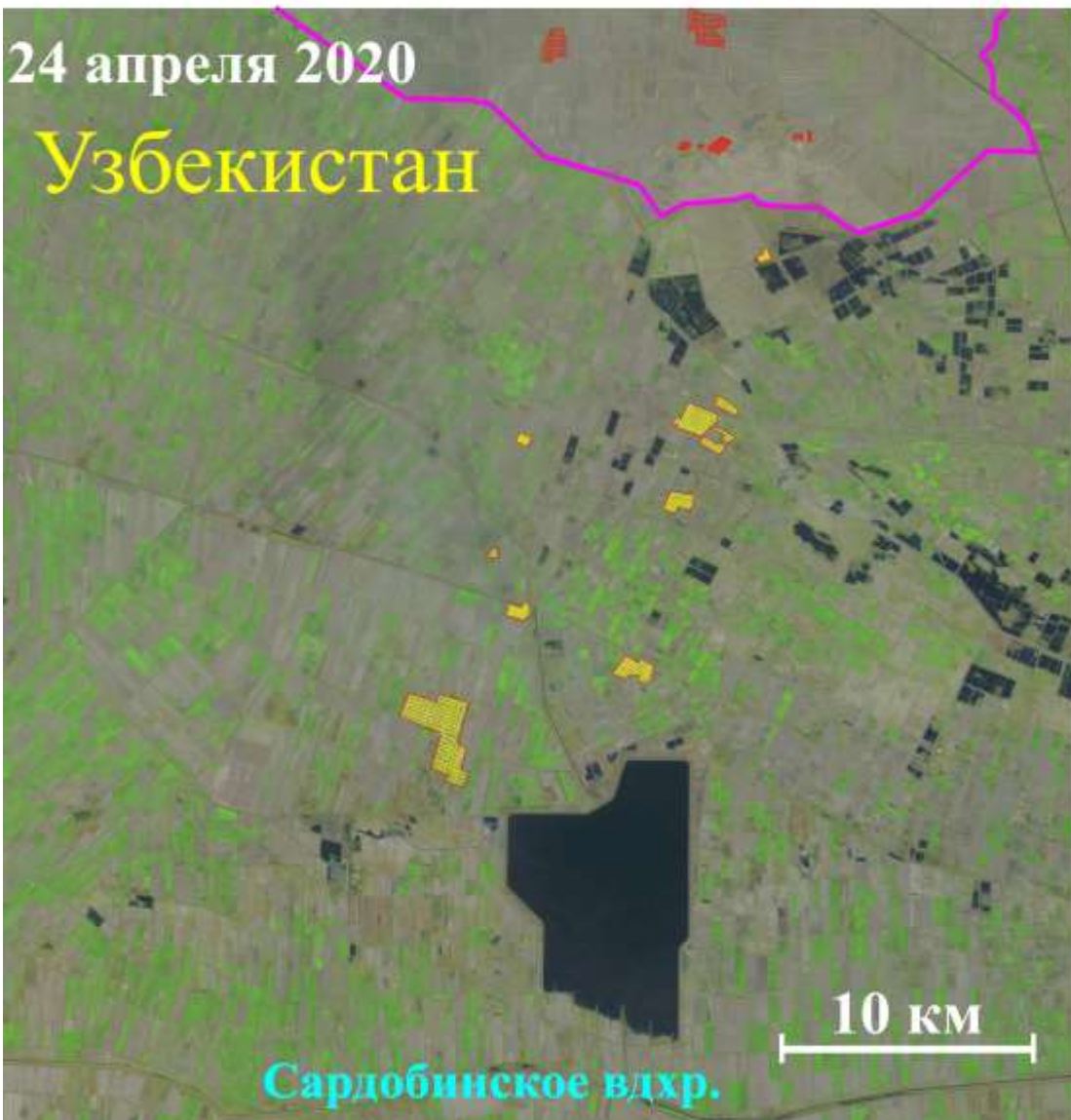
Водохранилище было построено в 1967 году в долине реки Бугунь. Объём резервуара составляет 0,377 км³, площадь водного зеркала в заполненном состоянии может достигать 65 км², при длине около 13 км, ширине 6 км и средней глубине 6 м.

Водохранилище предназначено для орошения Арысь-Туркестанского массива площадью 93 тыс. га, на котором выращивают хлопчатник, зерновые, кормовые и плодово-ягодные культуры.

Водоем аккумулирует сток реки Бугунь. Наполнение водоема происходит с октября по апрель, в апреле-мае достигается максимальный уровень, а с июня по сентябрь идет сброс воды на орошение до «мертвого объема»,

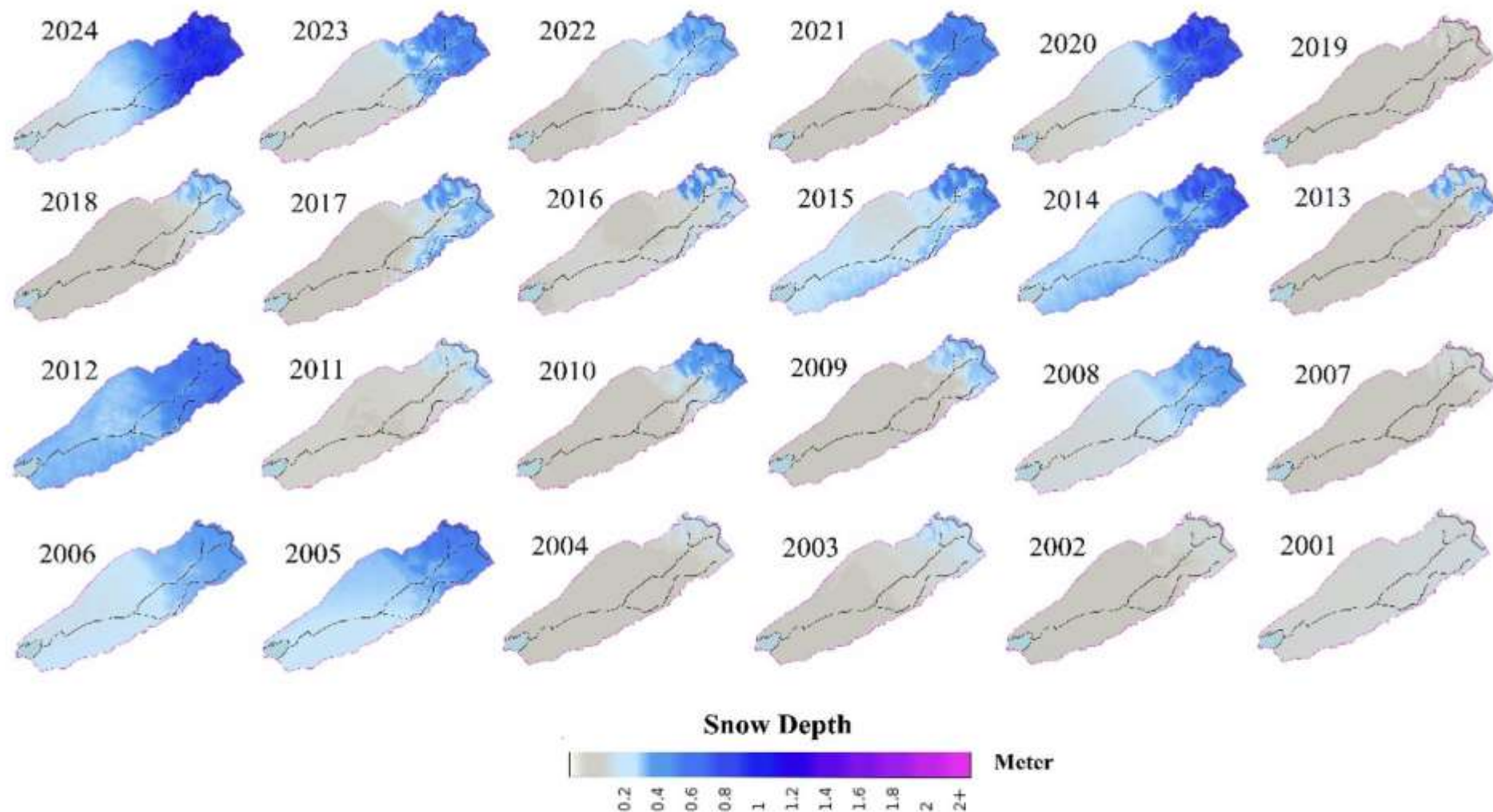


Потенциальная опасность водохранилищ с земляными дамбами Казахстан



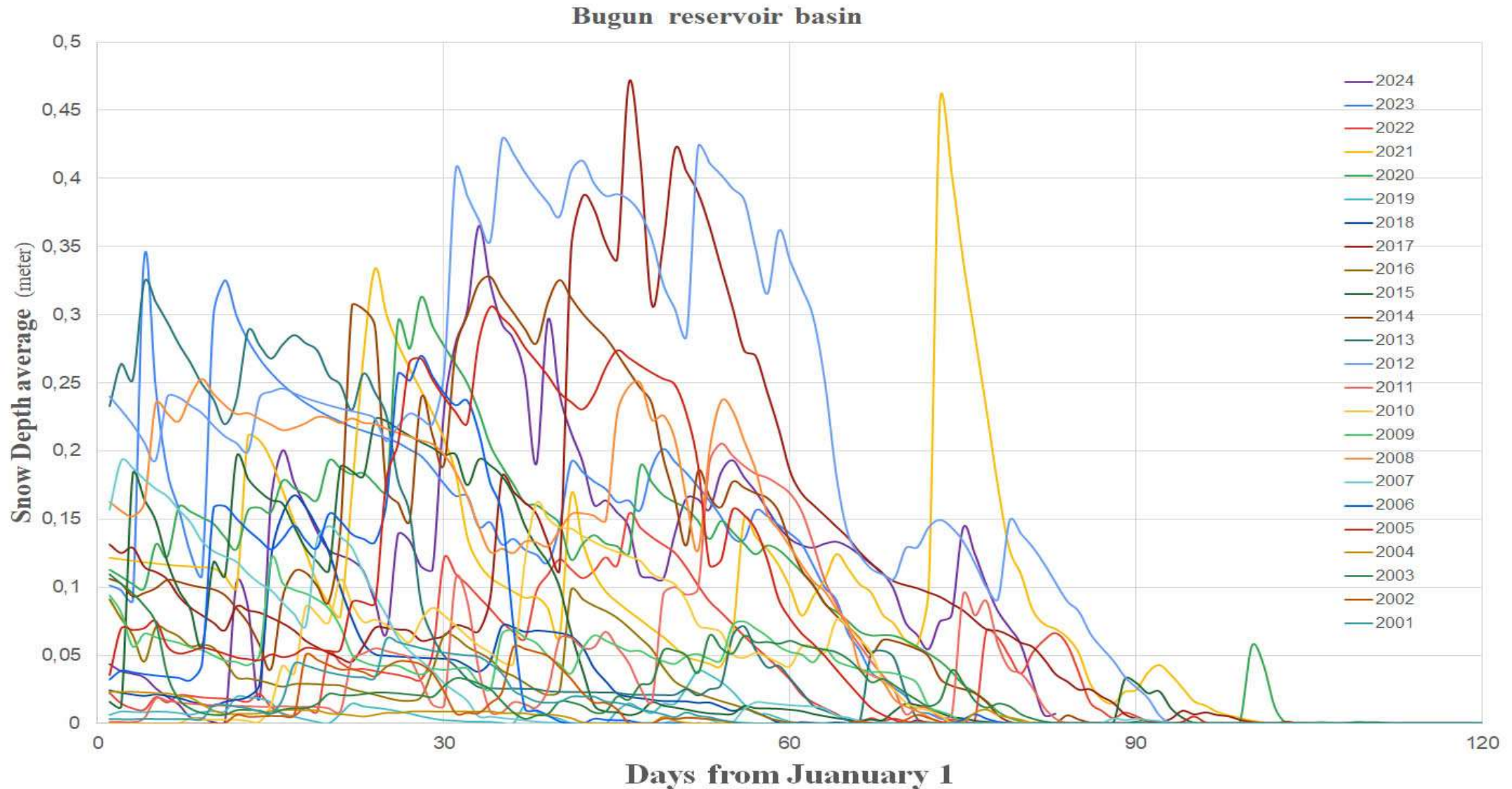
Последствия прорыва земляной дамбы Сардибинского вдхр.



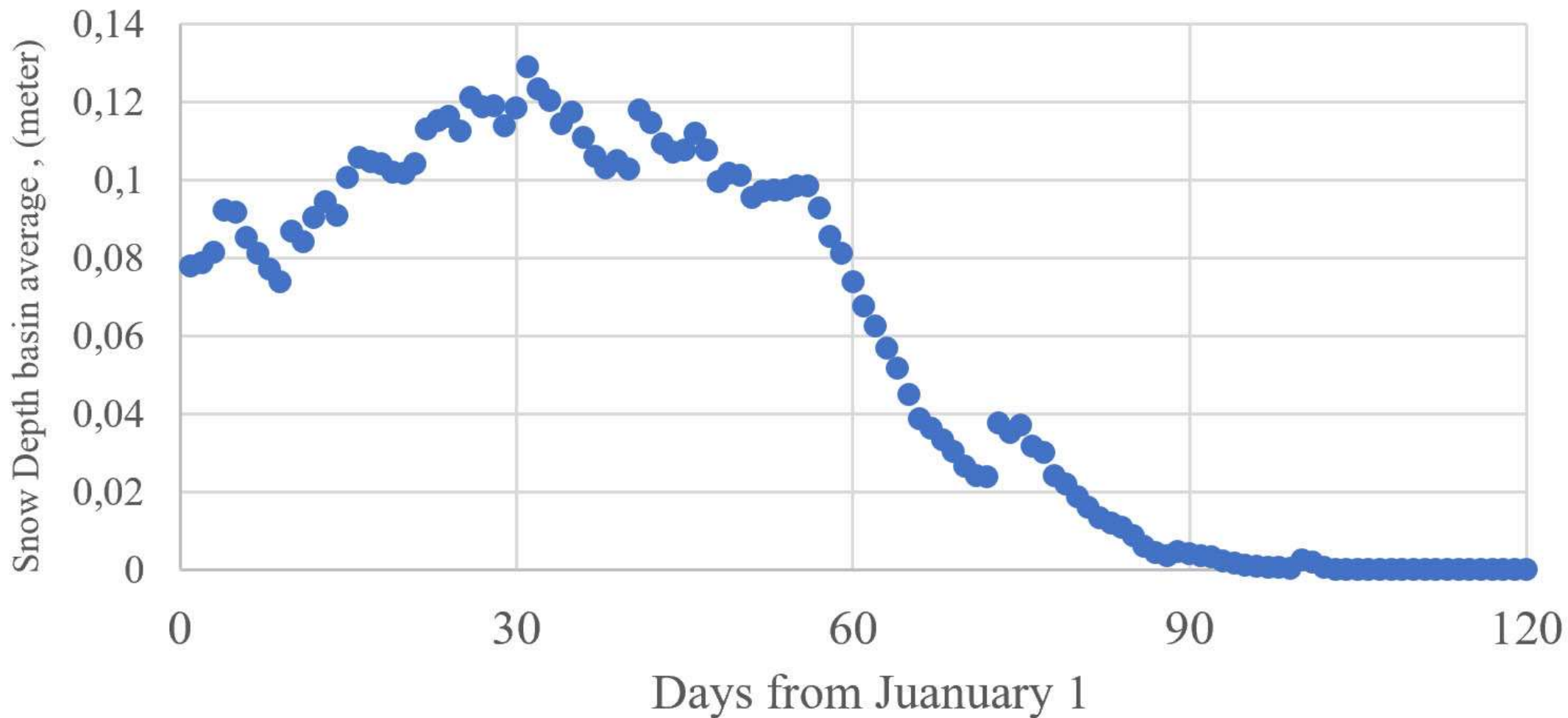


Распределение снега по территории бассейна Бугуньского вдхр. на 1 февраля (время сезонного максимума высоты снега) в период мониторинга (2001-2024 гг.). Данные "Snow Depth" FEWS NET «Central Asia»

Динамика средней высоты снежного покрова в бассейне Бугуньского вдхр. по данным FEWS NET

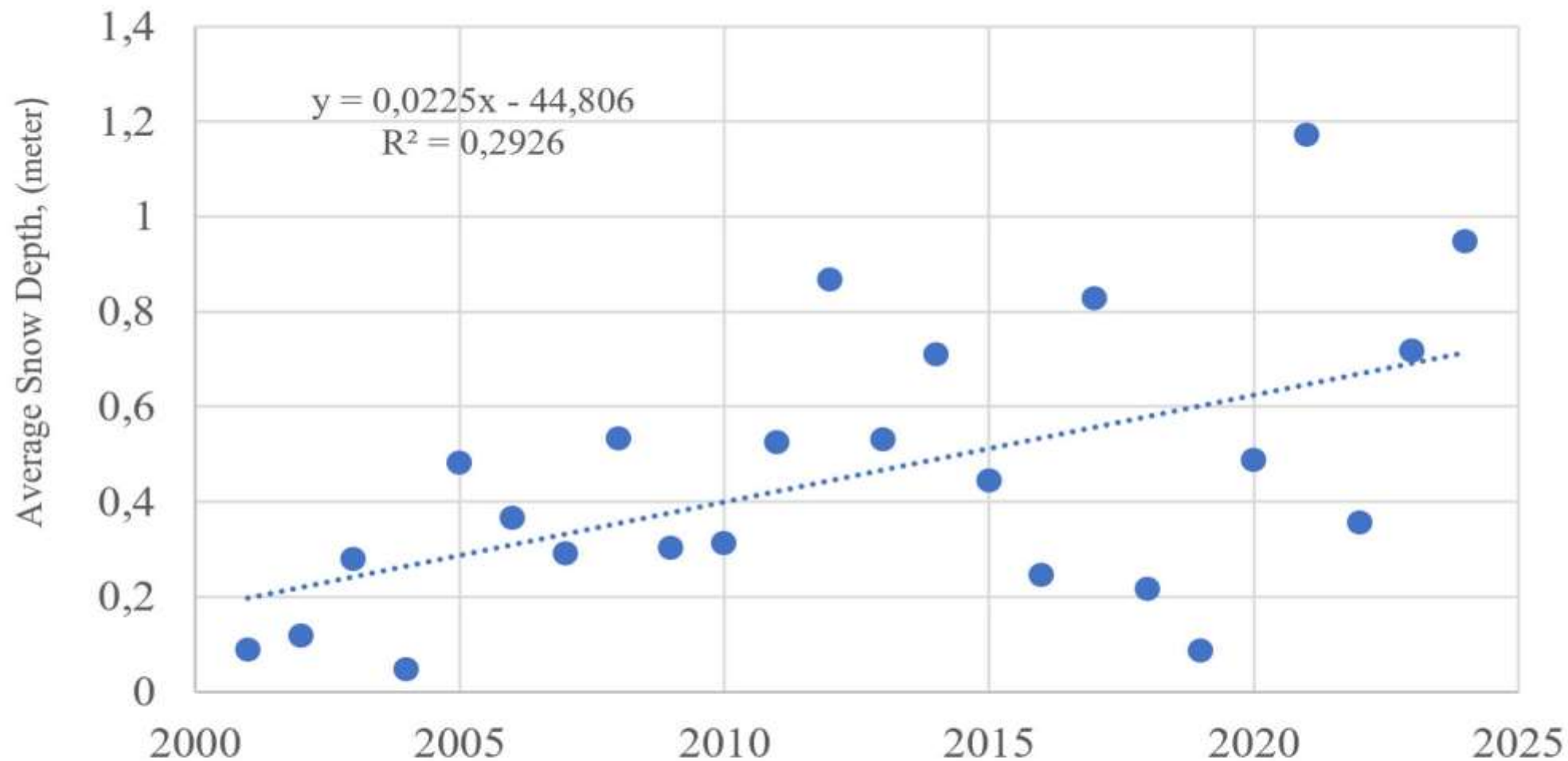


Bugun's reservoir basin



Средняя многолетняя (2001-2024 гг.) высота снега в период 1 января – 30 апреля (шаг один день) в бассейне Бугуньского вдхр. по данным Snow Depth FEWS NET «Central Asia»

Bugun's reservoir basin



Многолетний (2001-2024 гг.) мониторинг средней суммарной высоты, накопленной за сезон снежного покрова в бассейне Бугуньского вдхр. по данным Snow Depth FEWS NET «Central Asia»

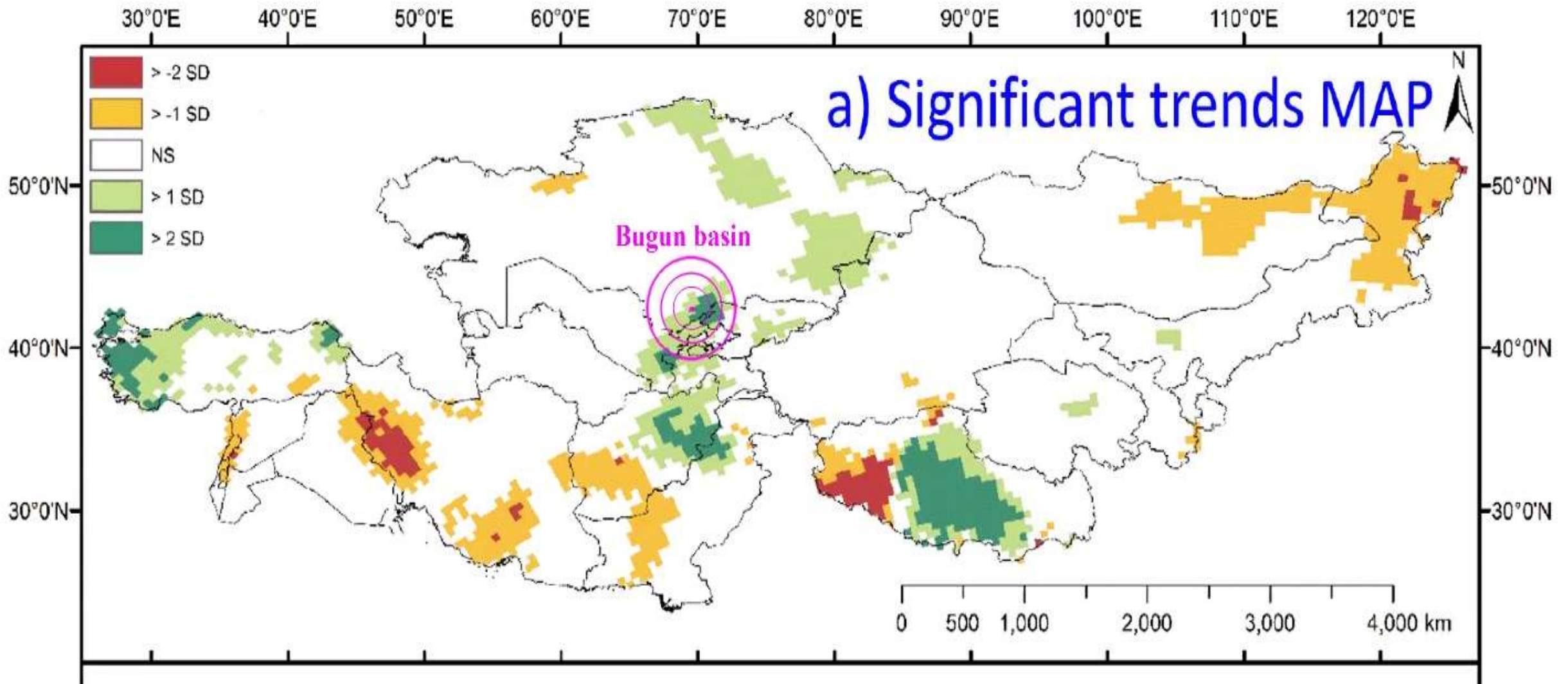
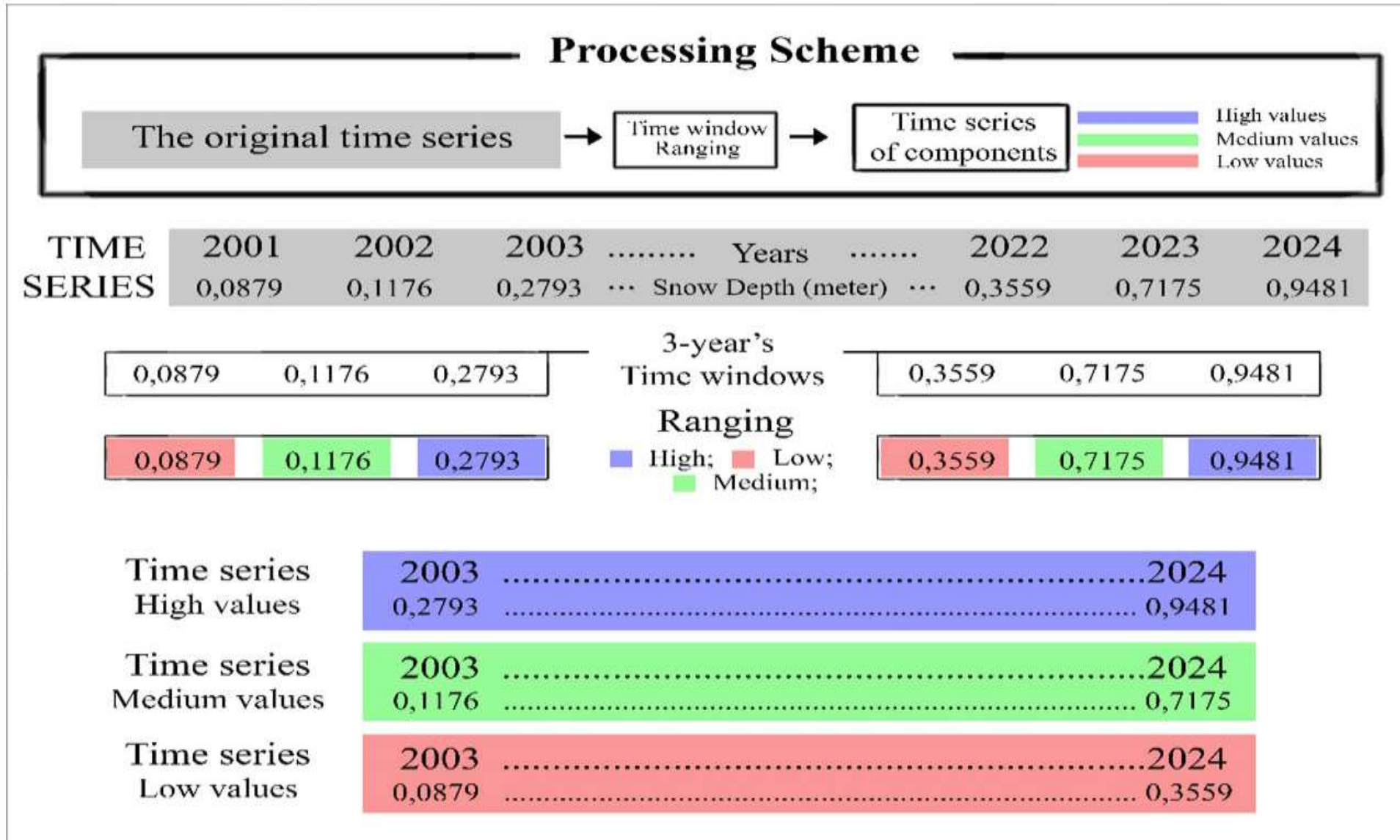


Иллюстрация из работы: Chen, Jiquan, Ranjeet John et al.

Sustainability challenges for the social-environmental systems across the Asian Drylands Belt.

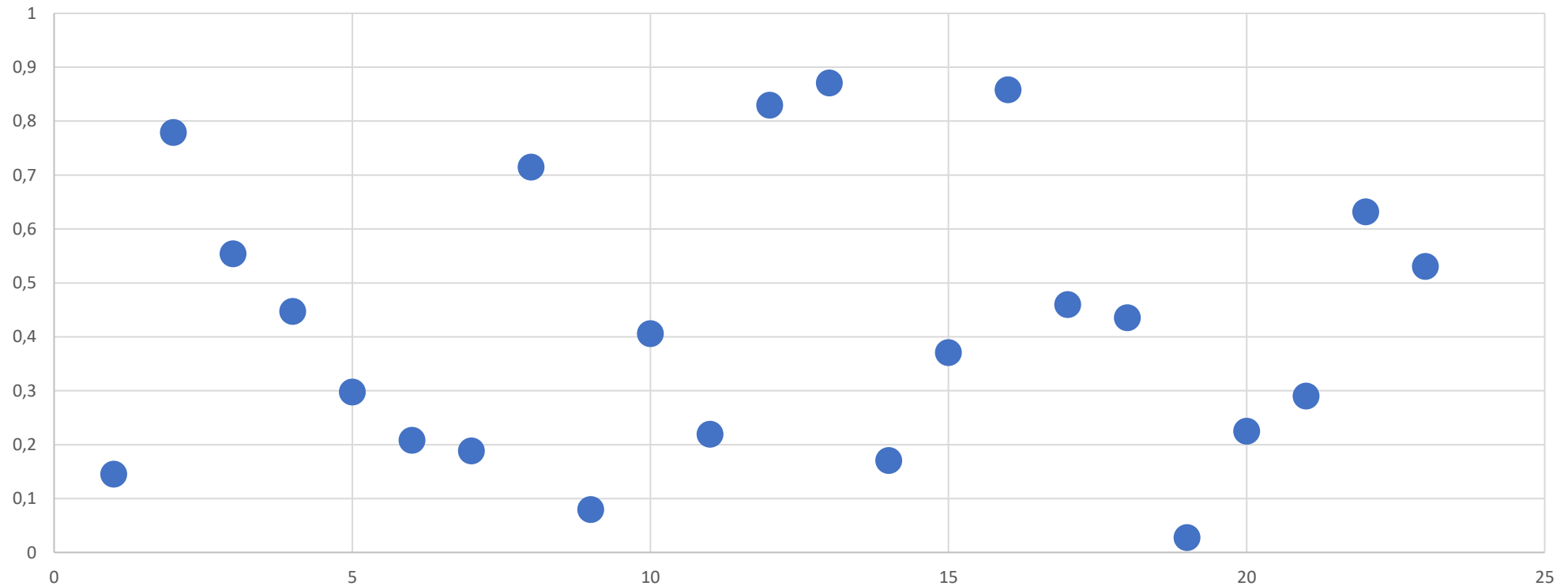
// *Environ.Res.Let.* 2022, Vol.17, No. 2, Article No 023001, DOI: 10.1088/1748-9326/ac472f.

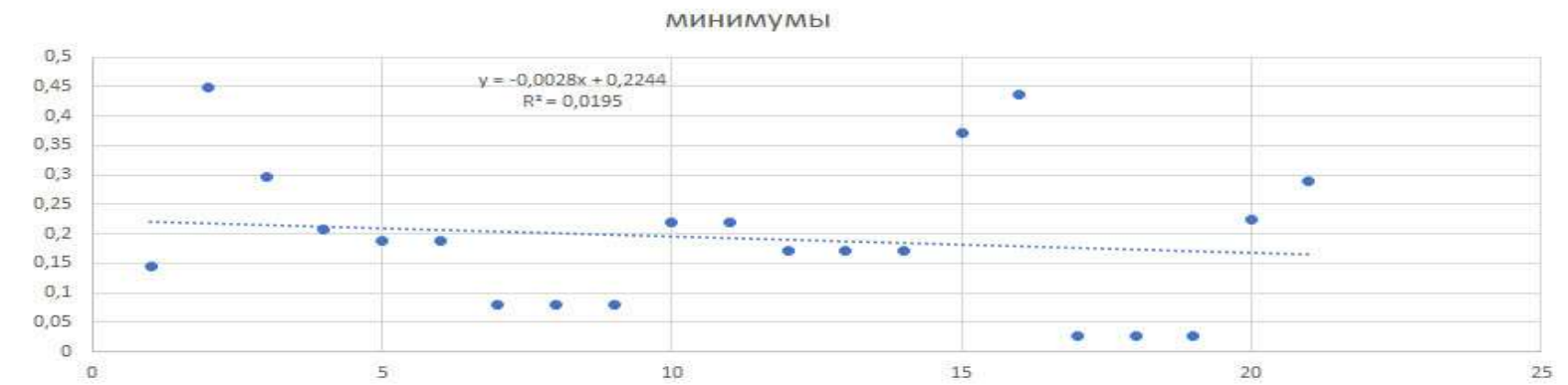
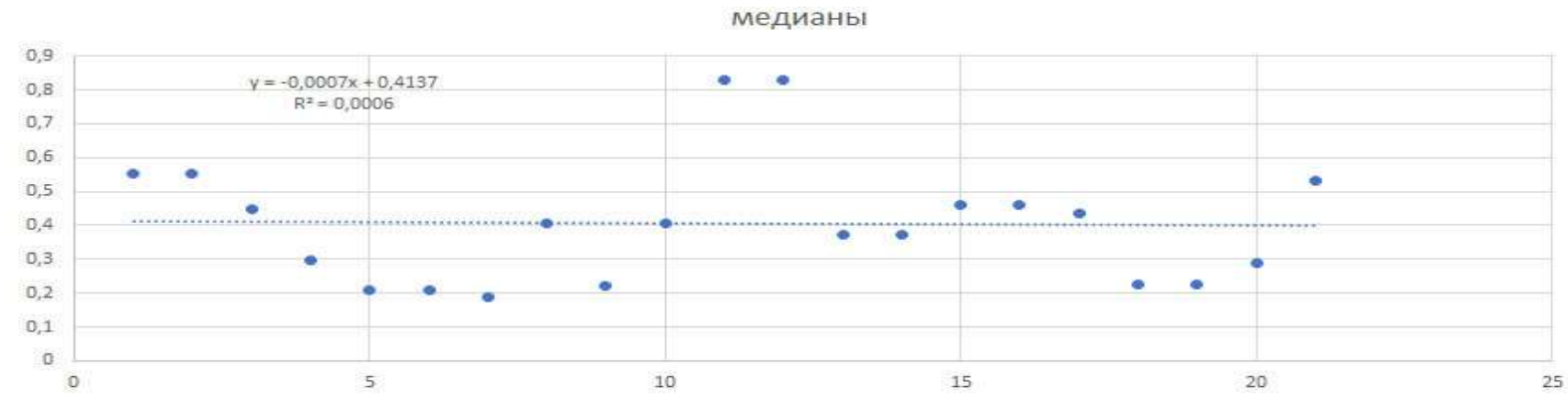
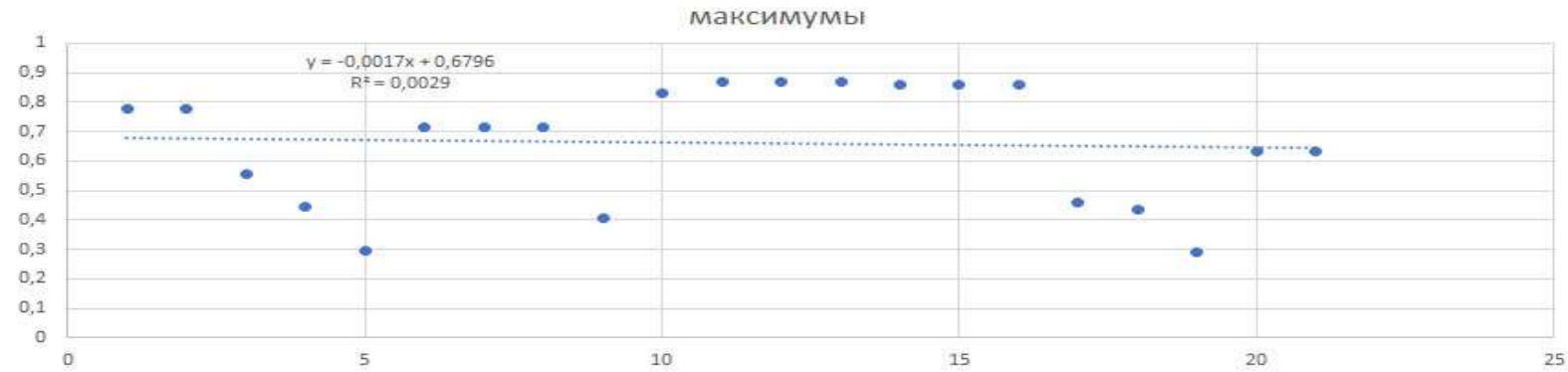
Ранговая фильтрация в плавающих временных окнах (3-х летнее окно)



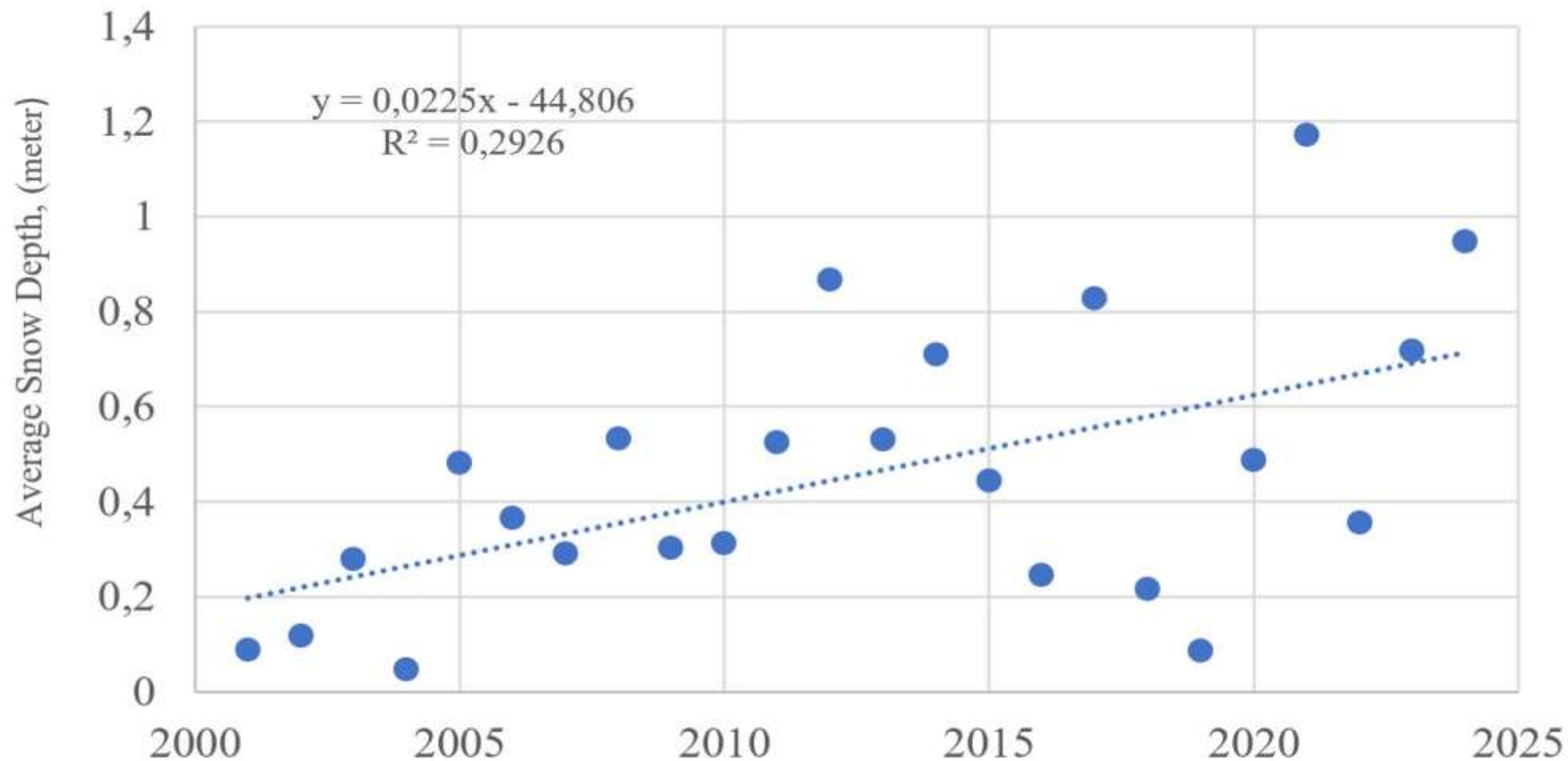
Тестирование процедуры ранговой фильтрации в плавающем 3-х летнем временном окне на случайном временном ряде

Временной ряд генерируемый функцией в XL "СЛЧИС (0-1)"



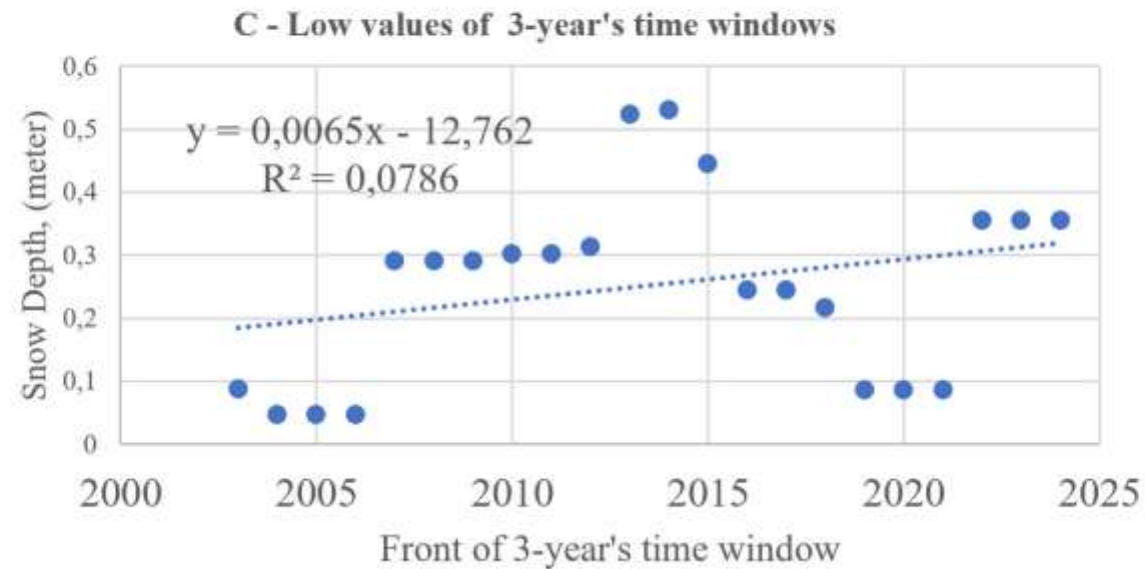
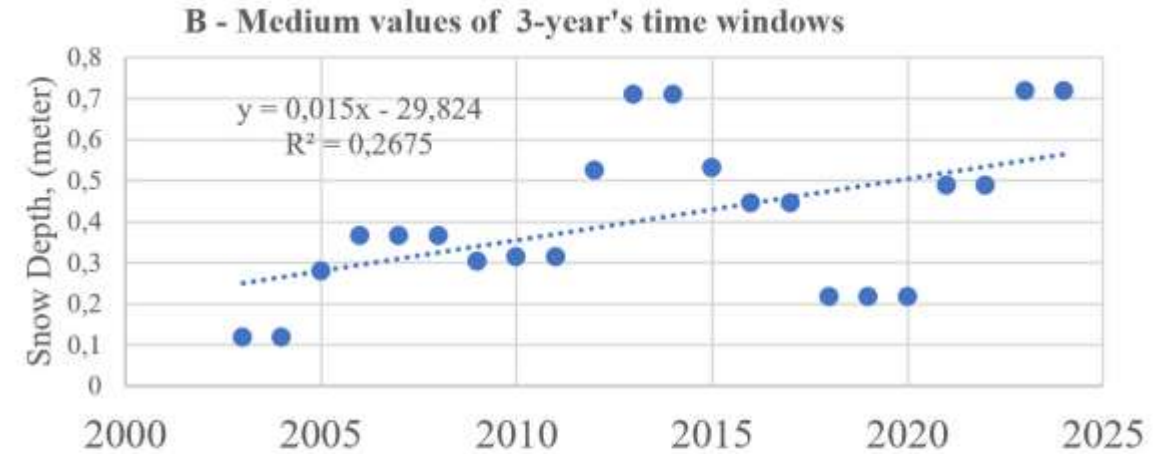
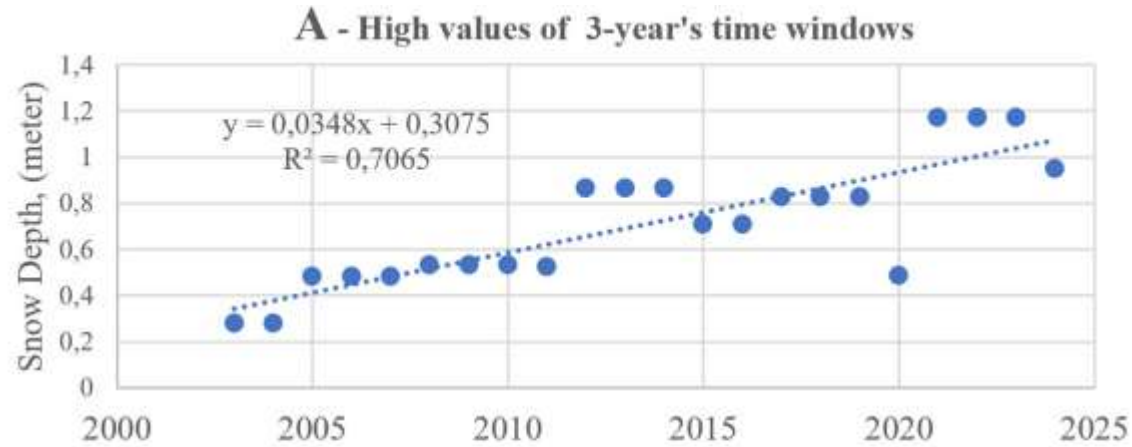


Bugun's reservoir basin



Многолетний (2001-2024 гг.) мониторинг средней суммарной высоты, накопленной за сезон снежного покрова в бассейне Бугуньского вдхр. по данным Snow Depth FEWS NET «Central Asia»

Компоненты (min – aver--max) исходного временного ряда средних значений снежности бассейна Бугуньского вдхр. и их линейно-регрессионные параметры.



Мониторинг снежного покрова Бугуньского водохранилища в Туркестанской области в период 2001-2024 гг. с помощью данных Snow Depth FEWS NET (Central Asia) показал наличие незначительной ($R^2=0,29$) восходящей тенденции для суммарного количества выпадающего за сезон снега. Восходящая тенденция наиболее выражена для компонента многоснежных зим, скорость роста оценивается в 3,48 см\год, достоверность линейной аппроксимации $R^2=0,71$. Рост зимних осадков на территории в районе хребта Кара-Тау (Западный Тянь-Шань), особенно в многоснежные сезоны меняет гидрологический режим Бугуньского водохранилища.

Решением нарастающих проблем этого водохранилища в многоводные годы, в рамках рекомендаций по адаптации к изменению климата, могла бы стать реконструкция резервуара для увеличения его рабочего объема.

ВЫВОДЫ

Модельные продукты FEWS NET (Snow Depth, Water Equivalent) дают возможность проводить многолетний мониторинг параметров снежного покрова горных территорий, в том числе высокогорных зон формирования стока крупных рек Центральной Азии, что расширяет наше понимание происходящих там процессов.

Спасибо за внимание