

# Динамика снежного покрытия зон полупустынь и сухих степей северного Прикаспия по спутниковым данным периода 2001-2019 гг.

*Терехов А.Г.<sup>1,2</sup>, Ивкина Н.И.<sup>2</sup>, Юничева Н.Р.<sup>1</sup>, Елтай А.Г.<sup>3</sup>*

1. Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН РК;
2. РГП «Казгидромет», Алматы, Казахстан;
3. Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан;

[aterekhov1@yandex.ru](mailto:aterekhov1@yandex.ru)

## Цель доклада:

Рассмотреть возможности спутникового зондирования в решении задач мониторинга снежного покрова малонаселенных, полупустынных территорий Казахстана, где редка сеть метеорологических станций, а частый сильный ветер затрудняет наземную регистрацию количества твердых осадков и высоты снега.



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 2/3 co-leads responsible for each land surface variable (essential climate and biodiversity variables).

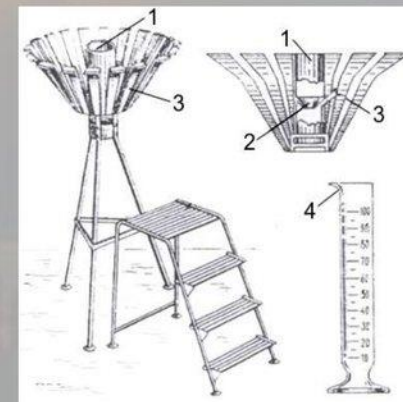
## CEOS VALIDATION HIERARCHY

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.	<b>Snow Fire Radiative Power</b>
2	Product accuracy is estimated over a significant set of locations and time periods by comparison with reference in situ or other suitable reference data. Spatial and temporal consistency of the product and consistency with similar products has been evaluated over globally representative locations and time periods. Results are published in the peer-reviewed literature.	<b>fAPAR Phenology Burned Area Land Cover LAI</b>
3	Uncertainties in the product and its associated structure are well quantified from comparison with reference in situ or other suitable reference data. Uncertainties are characterized in a statistically rigorous way over multiple locations and time periods representing global conditions. Spatial and temporal consistency of the product and with similar products has been evaluated over globally representative locations and periods. Results are published in the peer-reviewed literature.	<b>Vegetation Indices Albedo Soil Moisture LST &amp; Emissivity</b>
4	Validation results for stage 3 are systematically updated when new product versions are released and as the time-series expands.	<b>Active Fire</b>

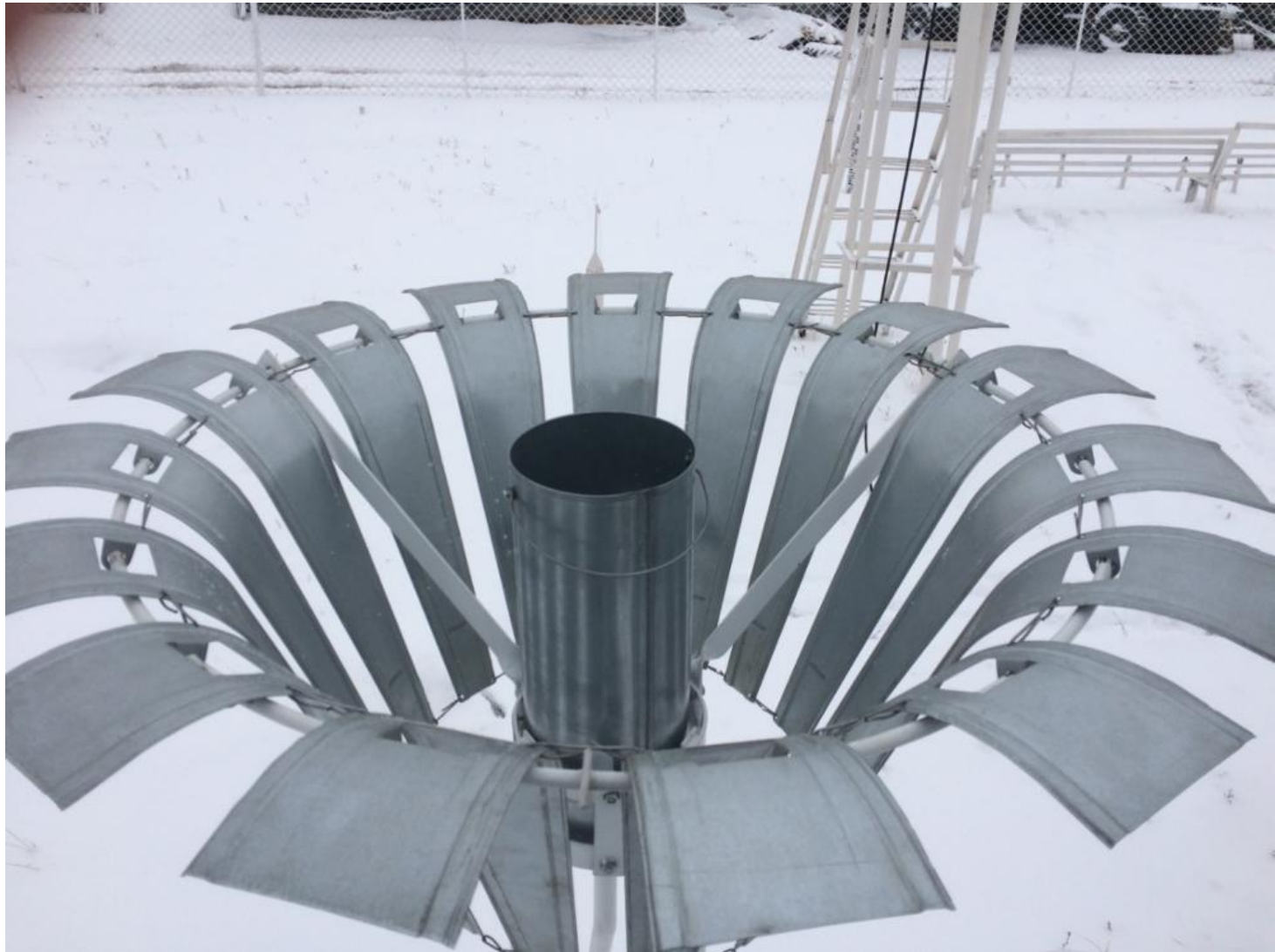
## Инструментальное оснащение метеостанций Казахстана для регистрации количества осадков (жидких и твердых)

### Осадкомер

- **Название прибора:** Осадкомер Третьякова
- **Назначение:** Определение суммы атмосферных осадков
- **Принимающее устройство:** Цилиндрический сосуд для сбора осадков (1) с впаянной внутри диафрагмой (2) в виде усеченного конуса с отверстием для стока
- **Принцип действия:** Сбор выпадающих атмосферных осадков в сосуд (1), защищенный планками от ветра (3), и измерение толщины их слоя в сосуде при помощи измерительного стакана (4).

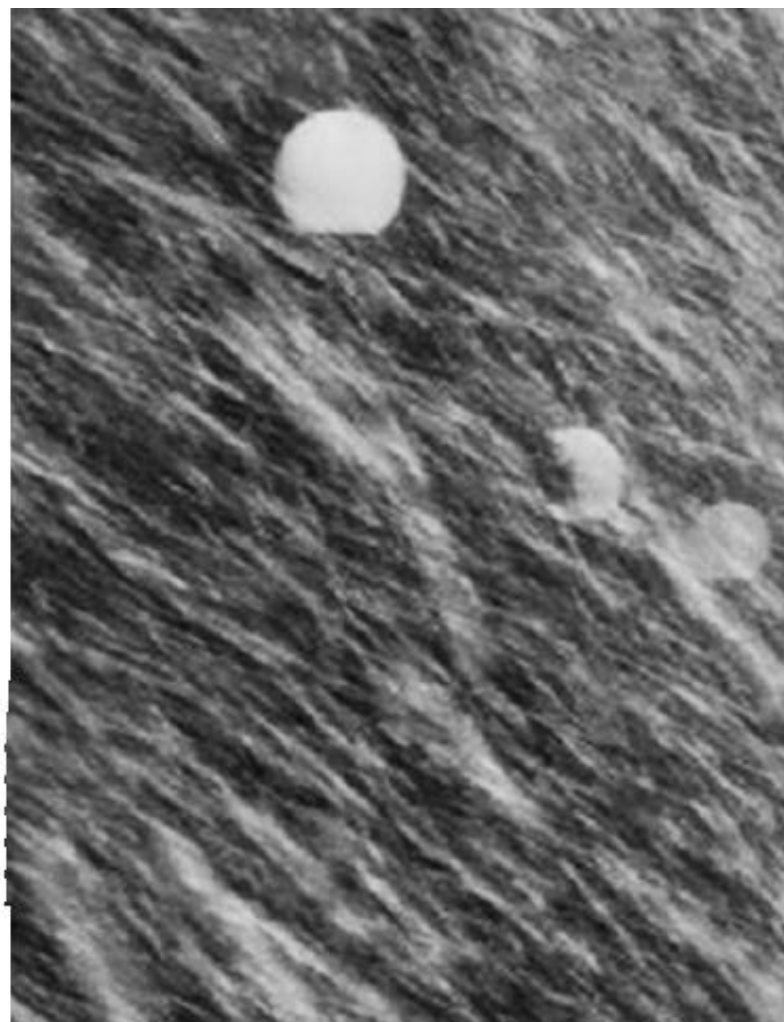


## Приемная часть осадкомера Третьякова





## Твердые осадки в зоне полупустынь Казахстана обычно проходят в условиях сильного ветра



## Снегомерная рейка

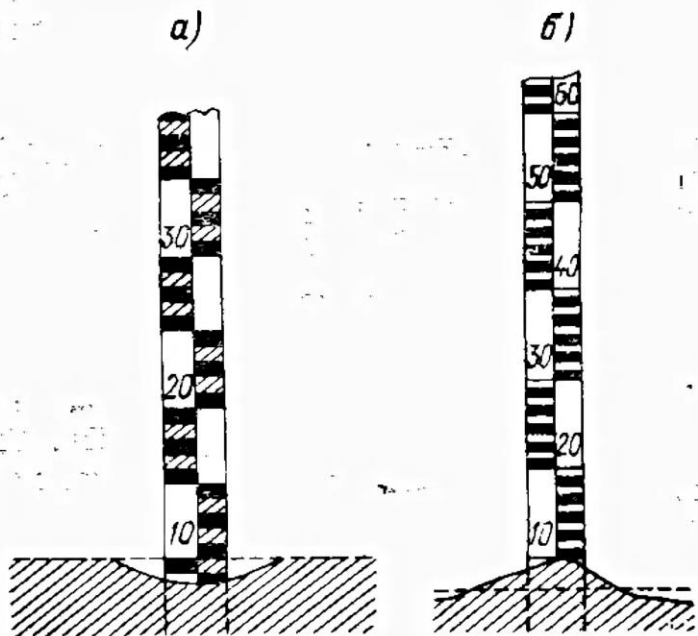
**Снегомерная рейка - рейка, предназначенная для измерения толщины снежного покрова при метеонаблюдениях.**





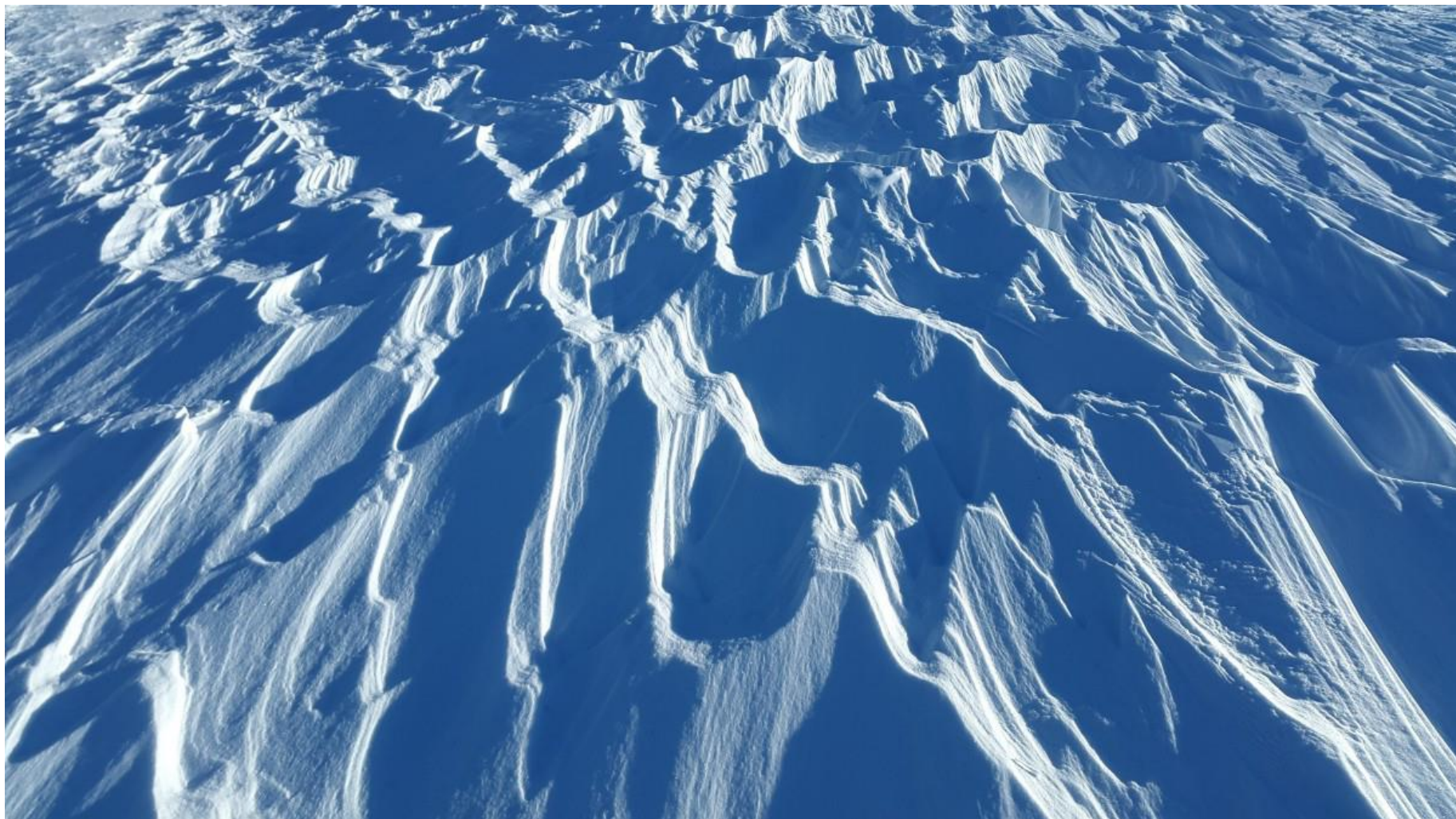
## Мешающее влияние на измерение высоты снега ветрового переноса снега и солнечной радиации (для стационарных снегомерных реек)

Трансформация поверхности снега под воздействием ветрового поля





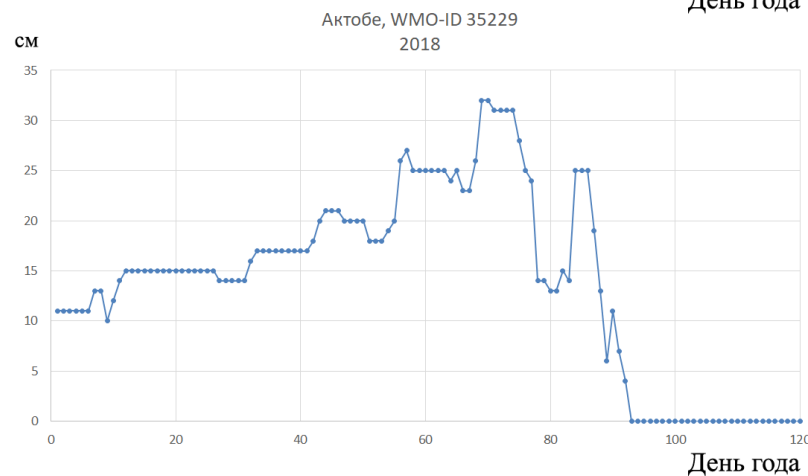
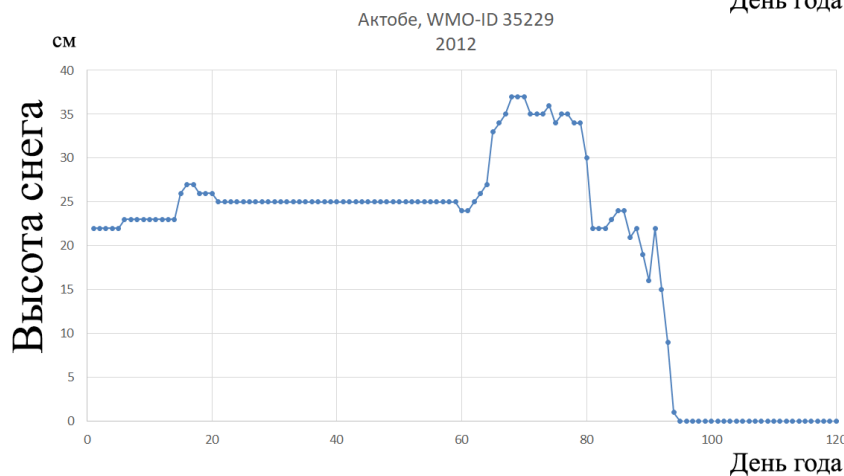
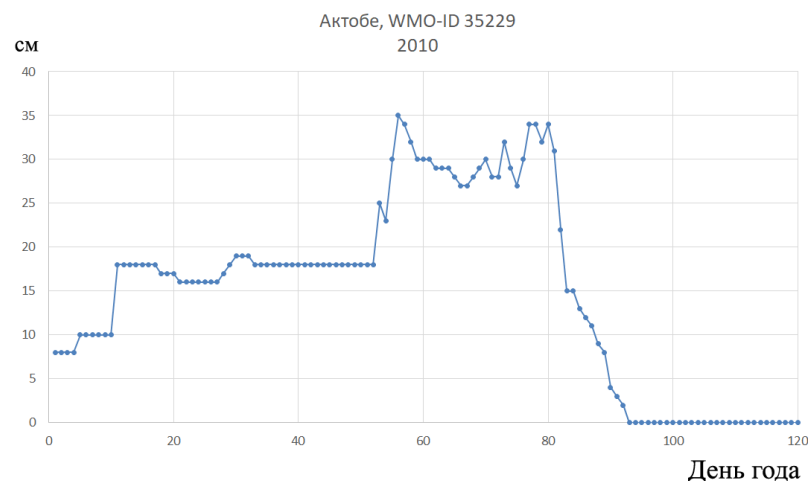
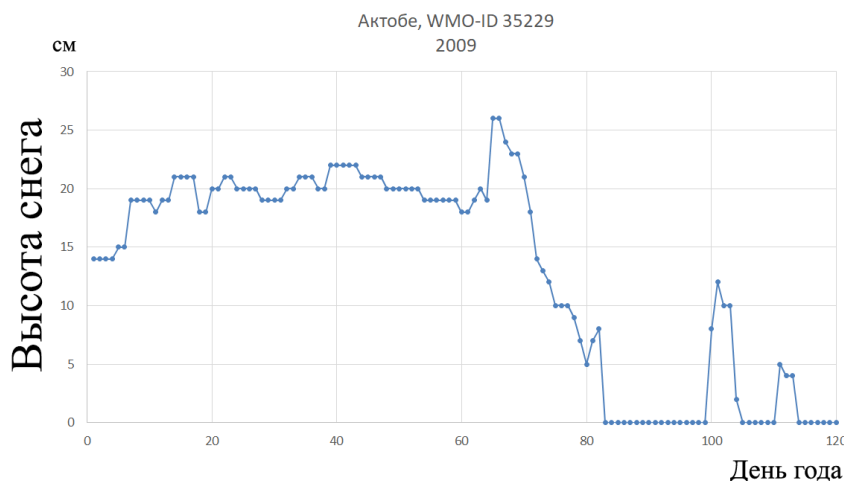
## **Трансформация поверхности снега под воздействием сильного ветрового поля**



## Снегомерная рейка (стационарная)



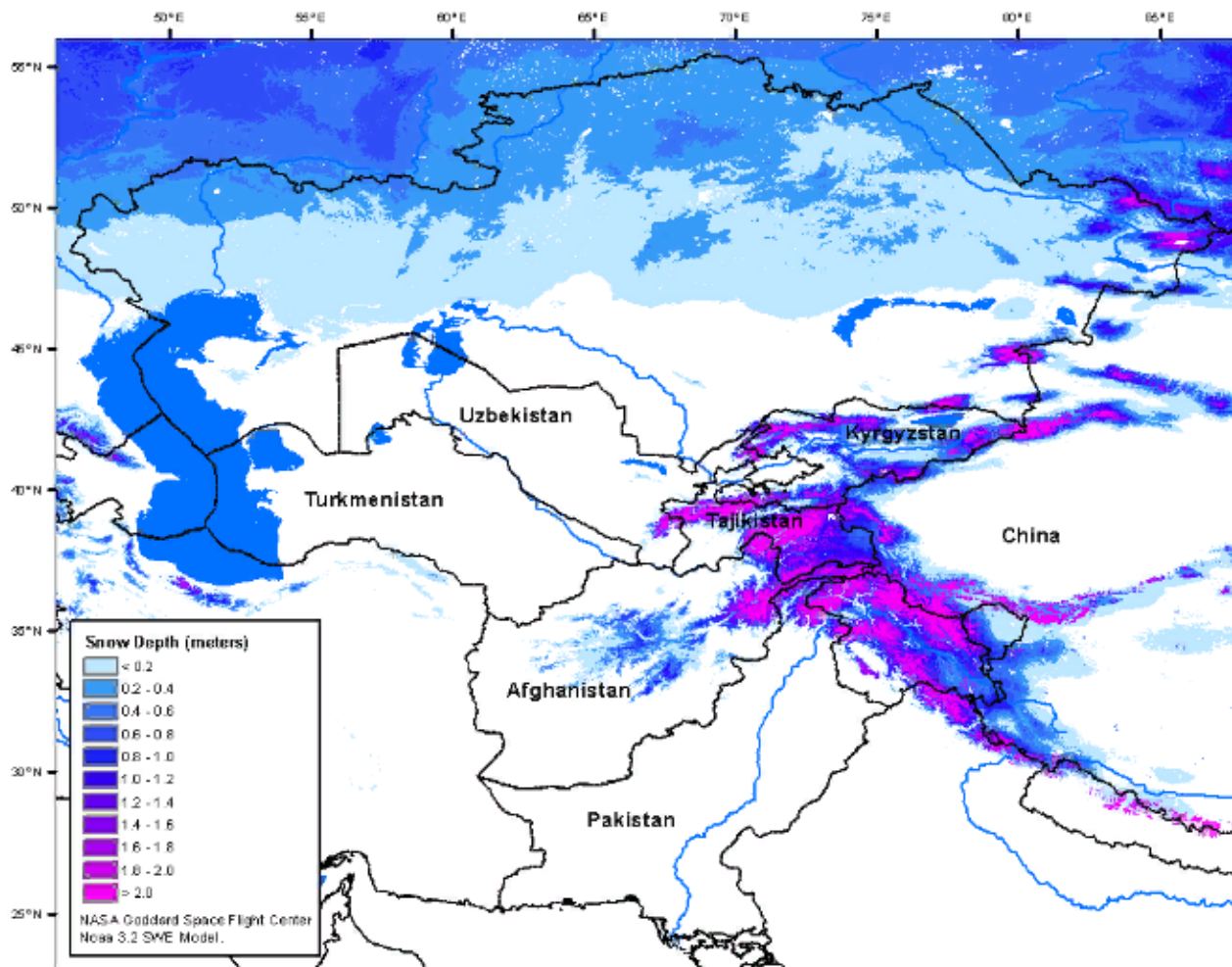
## Характерные кривые наземных изменений высоты снежного покрова на метеостанции





## Расчетный продукт – высота снега (system: Asia LIS) Пример обзорной карты

Snow Depth March 07, 2006

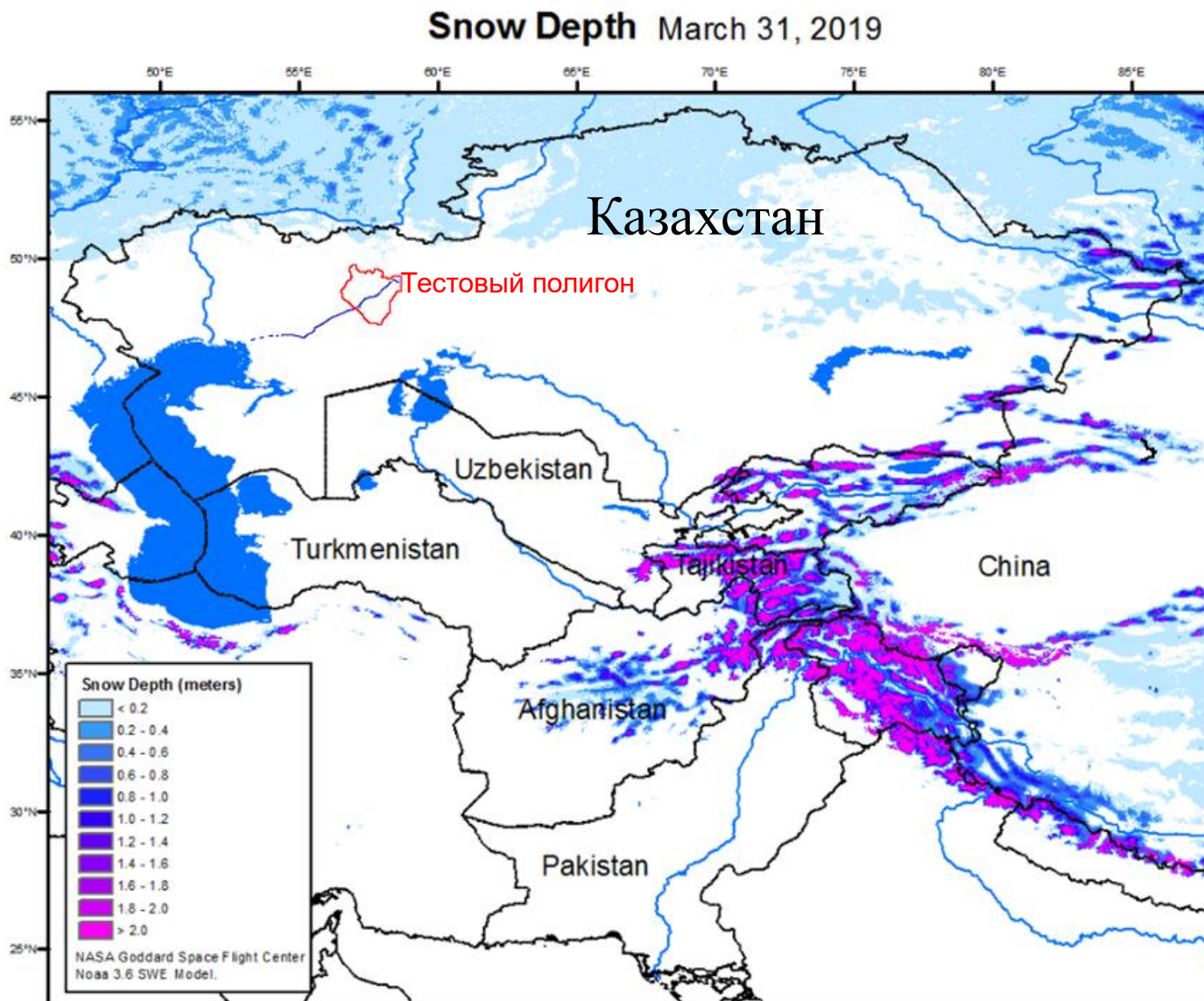


Map Produced by USGS/EROS

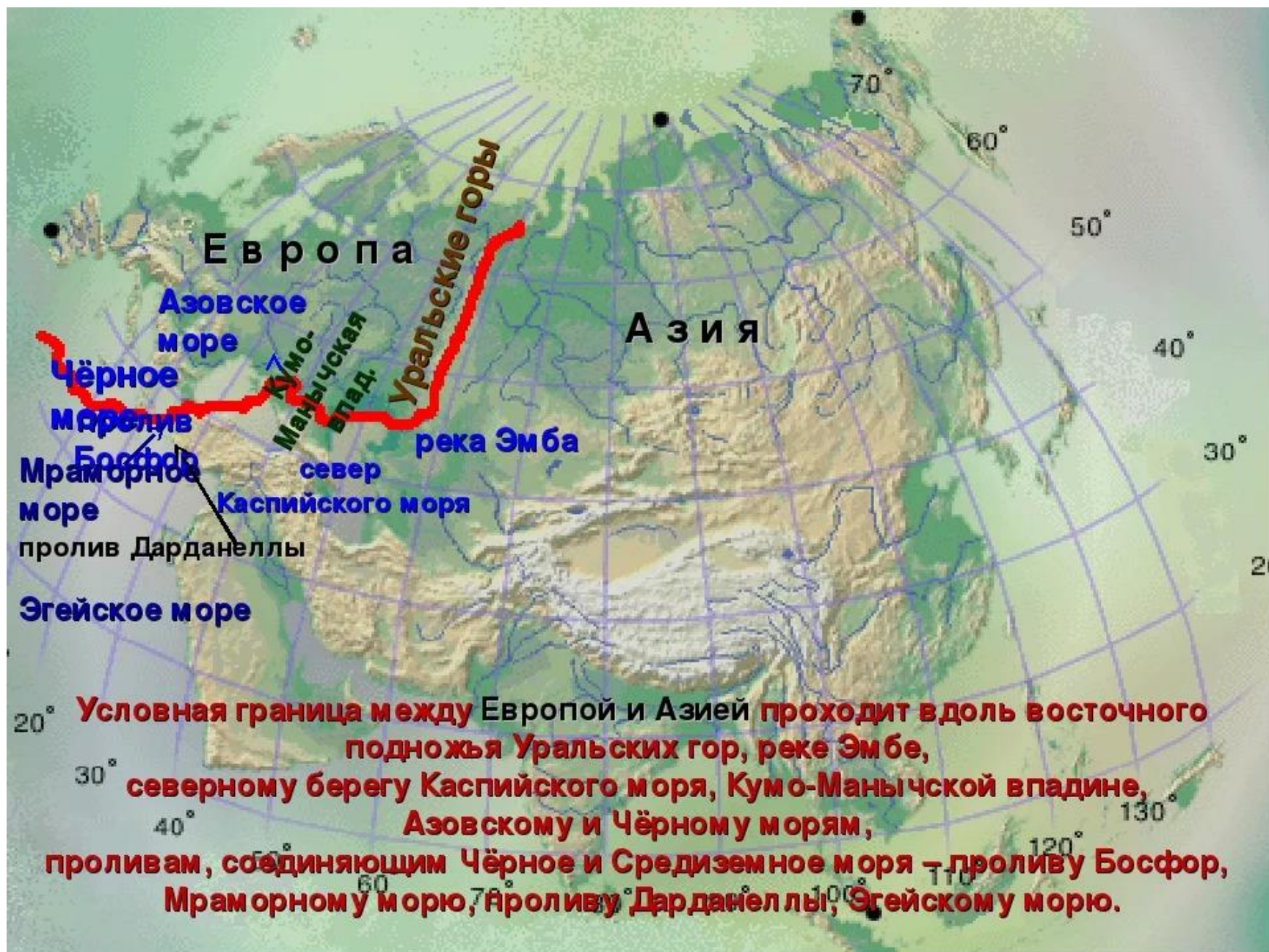




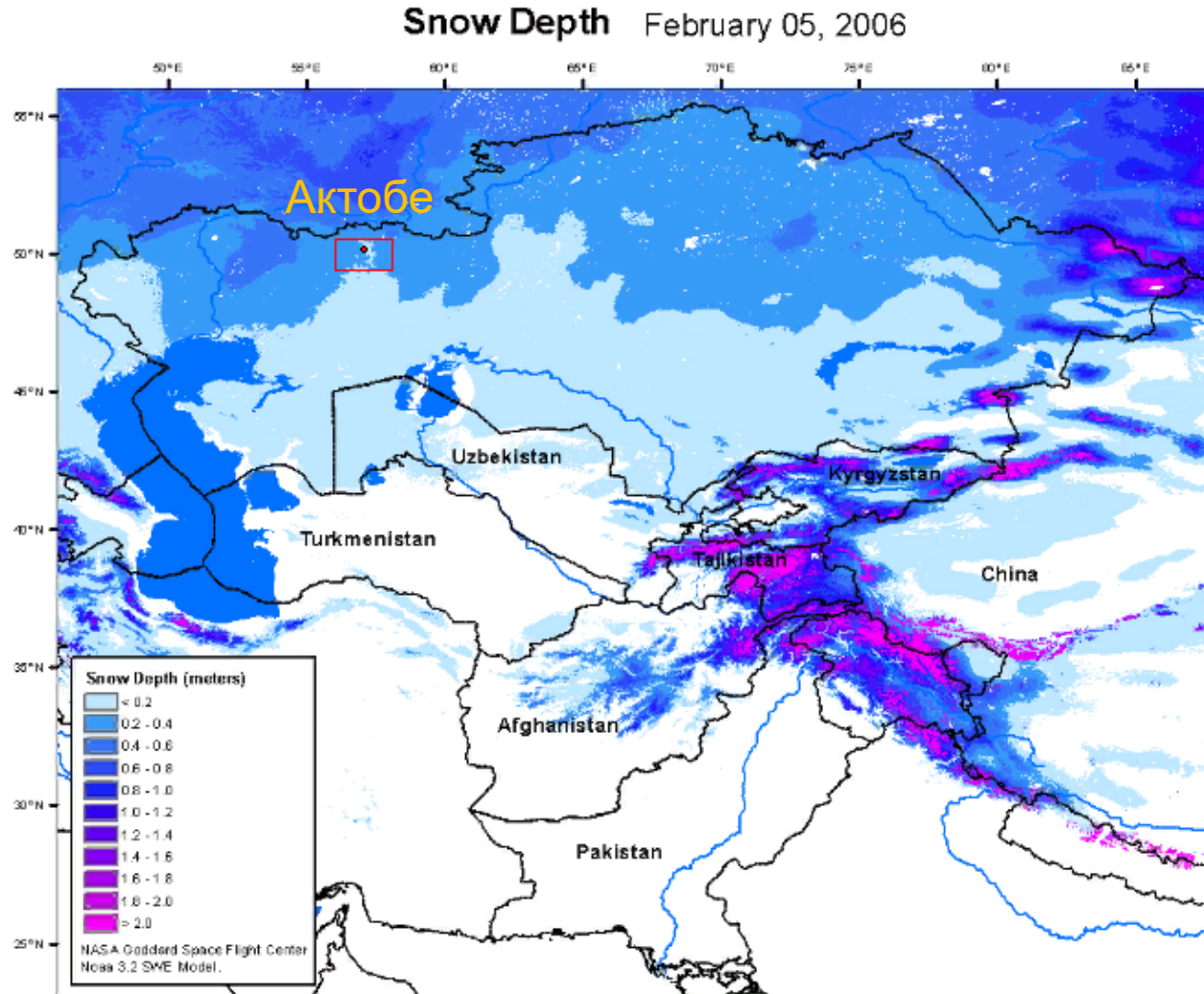
## Тестовый полигон – верхняя часть бассейна р.Эмба (14 тыс. кв.км)





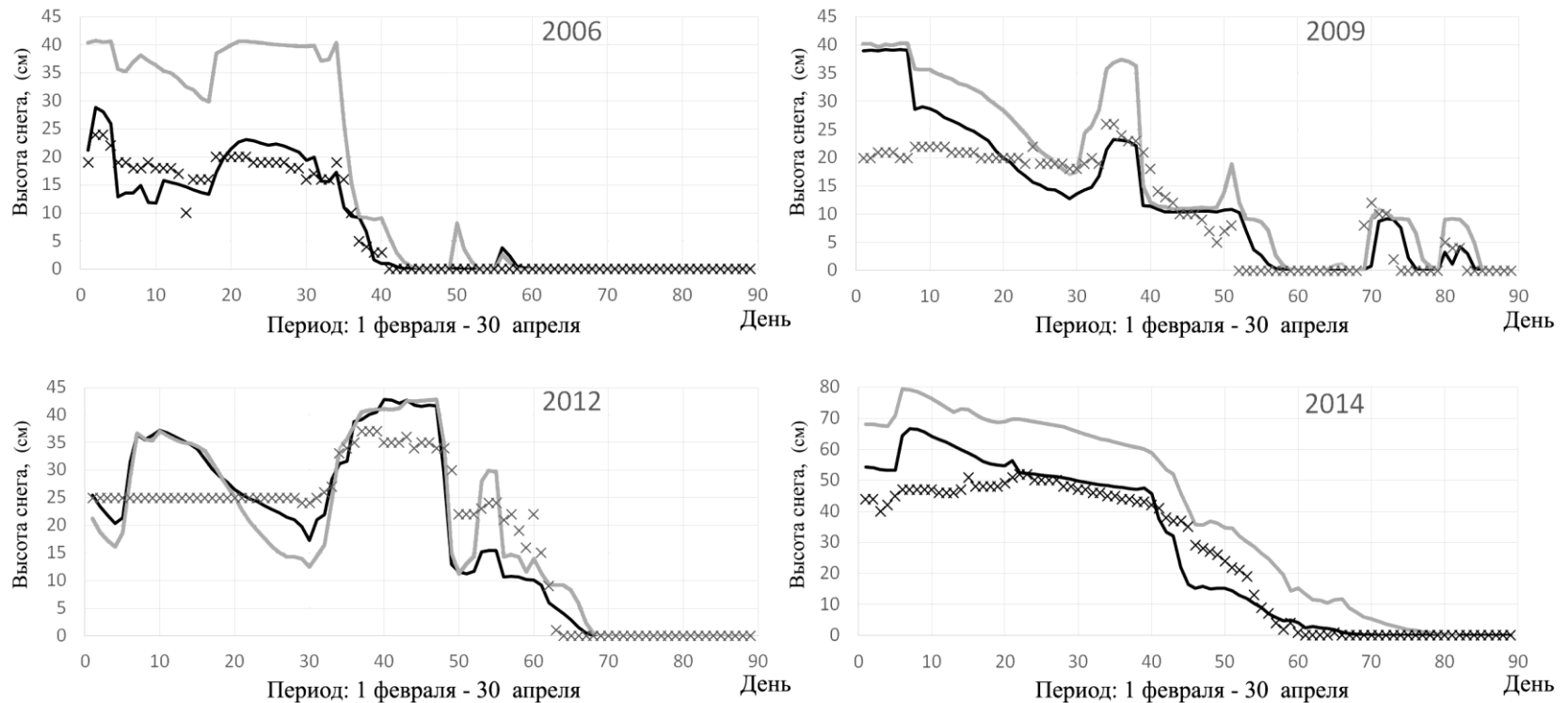


## Валидация продукта SD (FEWS NET) путем сравнения с наземными данными. Метеостанция Актобе, WMO-ID 35229





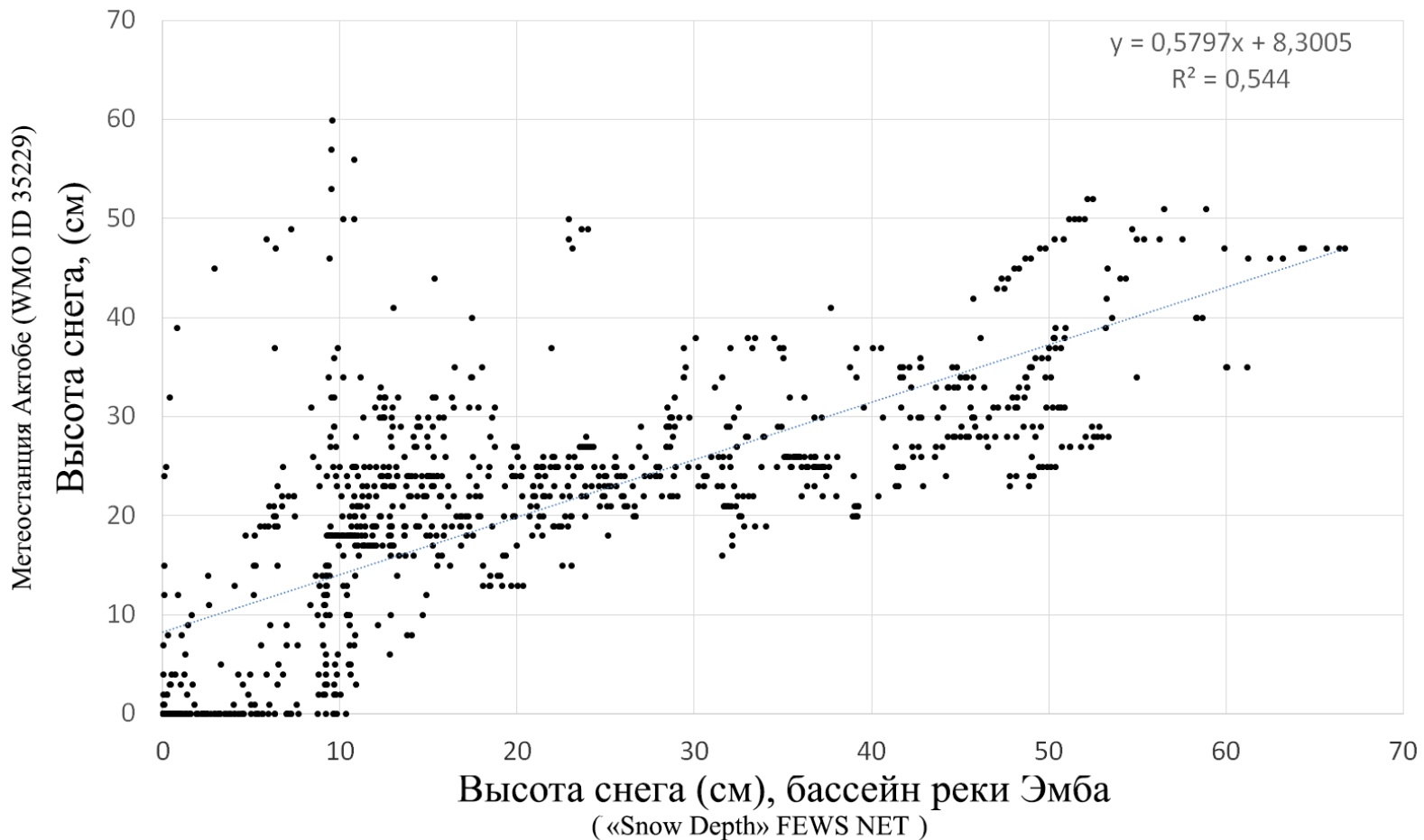
## Сопоставление суточных данных по высоте снежного покрова с метеостанции г.Актобе (WMO ID-35229) и модельных оценок «Snow Depth» FEWS NET для зоны вокруг г. Актобе и контура северной части бассейна р. Эмба для 2006, 2009, 2012 и 2014 года



- × - Высота снега по данным метеостанции Актобе (WMO ID-35229);
- - Высота снега в районе г. Актобе по данным продукта «Snow Depth» USGS/EROS;
- - Высота снега в северной части бассейна р.Эмба по данным продукта «Snow Depth» USGS/EROS.

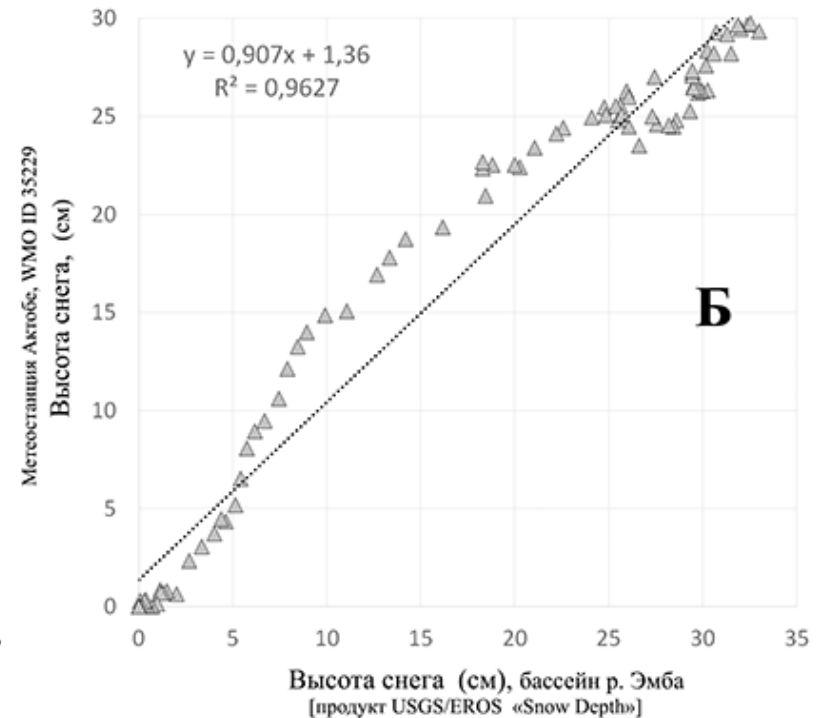
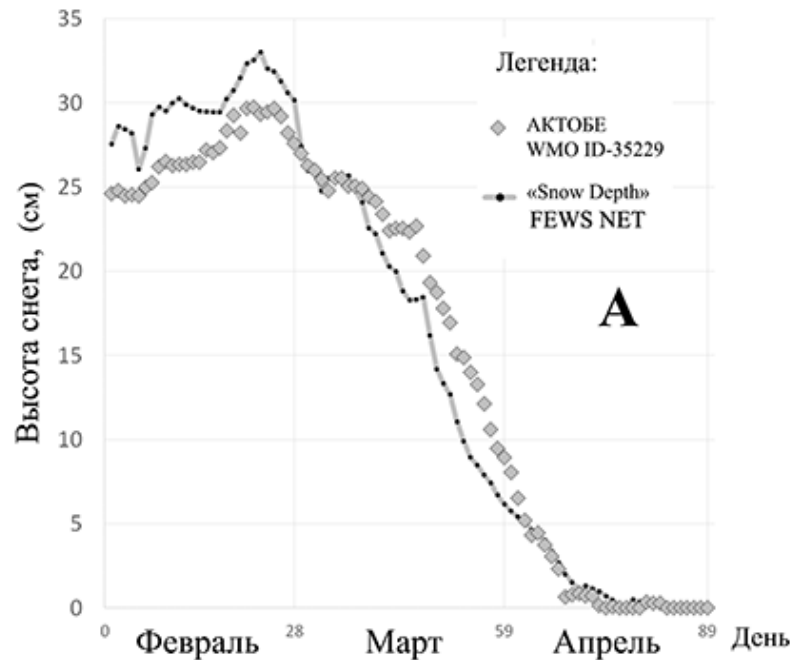


## Сопоставление суточных данных по высоте снега с метеостанции г.Актобе (WMO ID-35229) и модельных оценок “Snow Depth” FEWS NET для контура северной части бассейна р. Эмба, за период с 1 февраля по 30 апреля, 2005-2019 гг.



## Сопоставление суточных данных по высоте снега с метеостанции г.Актобе (WMO ID-35229) и модельных оценок «Snow Depth» FEWS NET для контура северной части бассейна р. Эмба, за период с 1 февраля по 30 апреля, 2005-2019 гг.

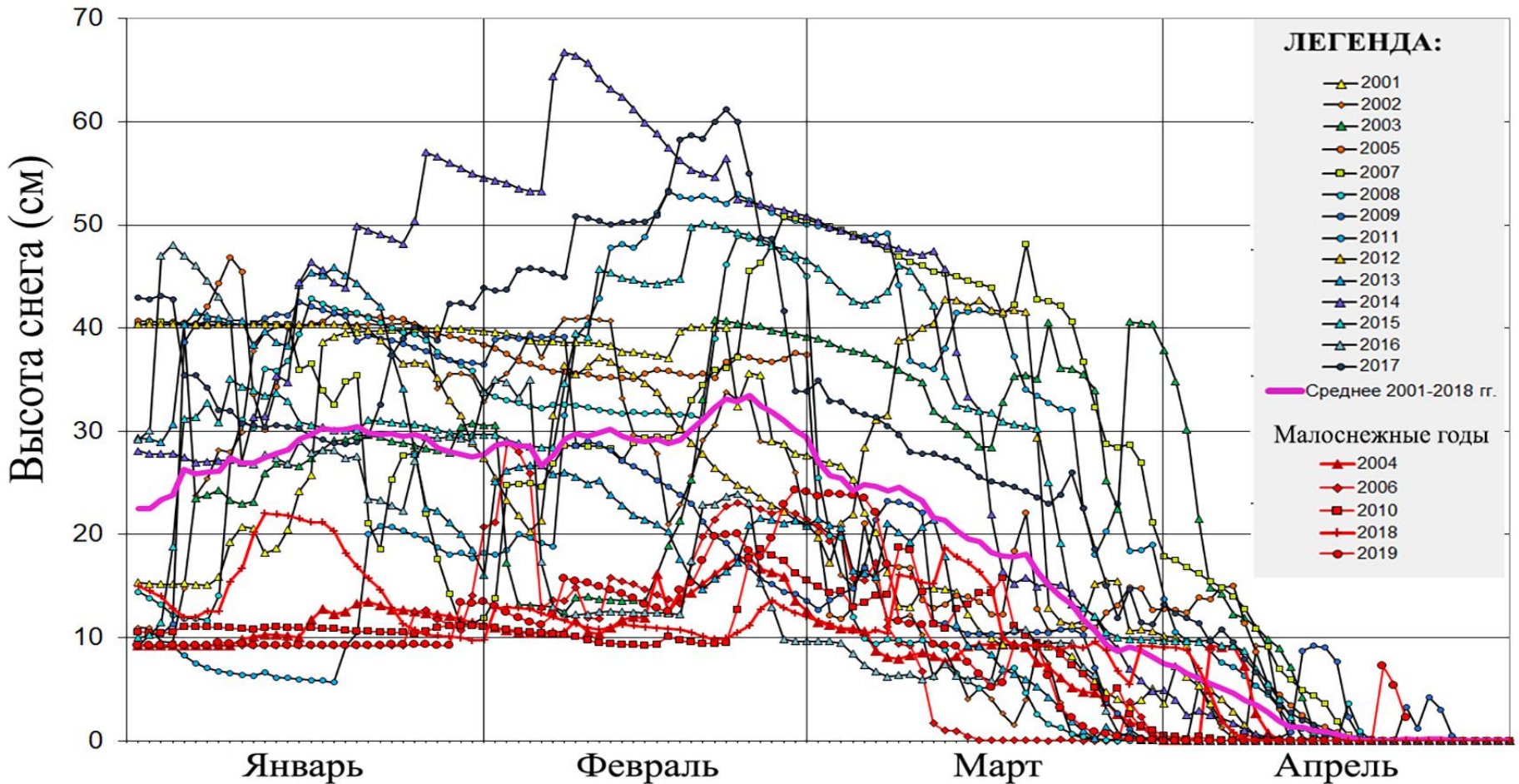
Валидация спутниковых модельных оценок высоты снега в полупустынной зоне

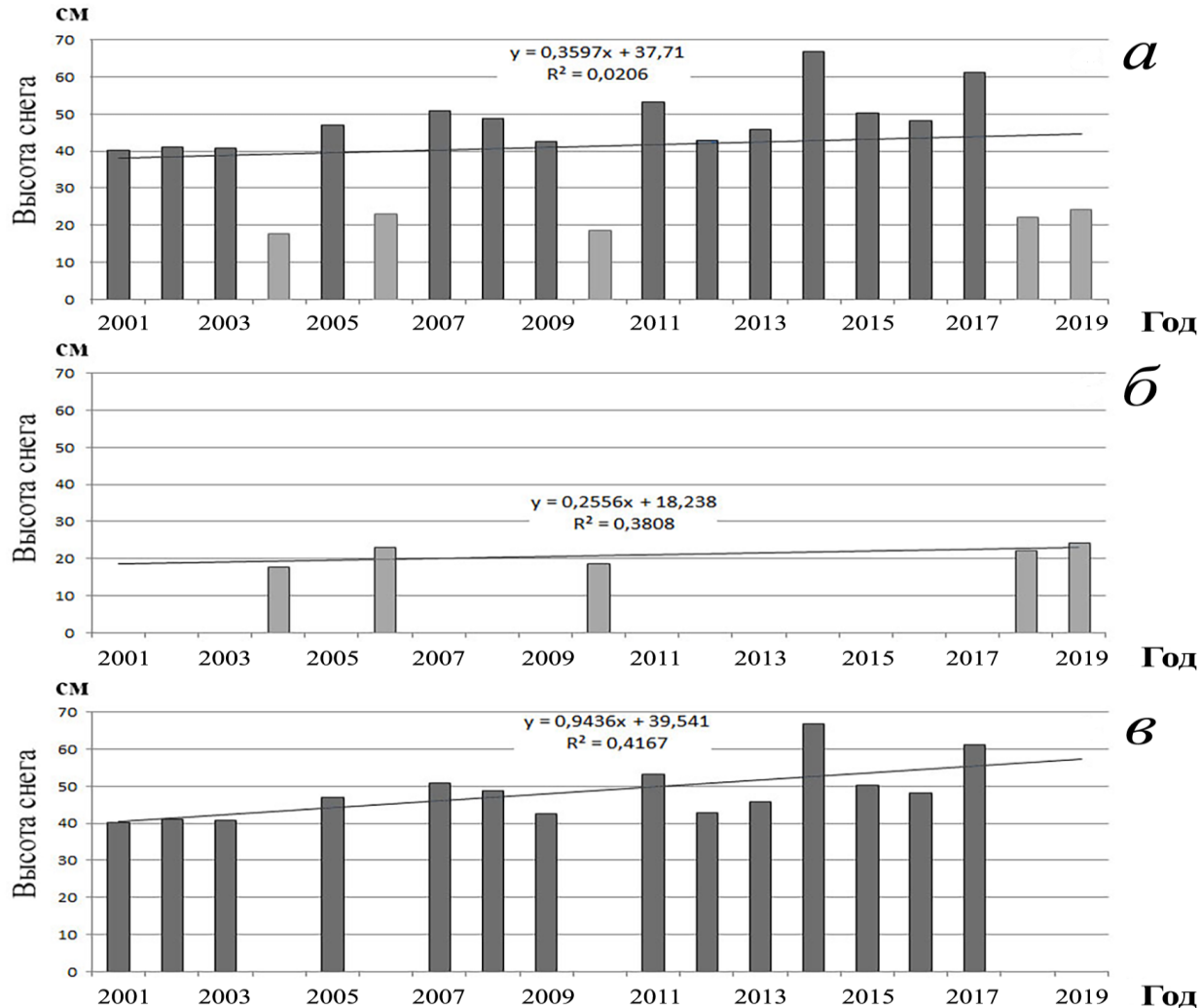


Динамика высоты снежного покрова (SD) в весенний период 2005-2019 гг. (суточное усреднение)

Взаимосвязь средних суточных значений SD периода 2005-2019 гг. между наземными и модельными оценками (модель: Asia LISS)

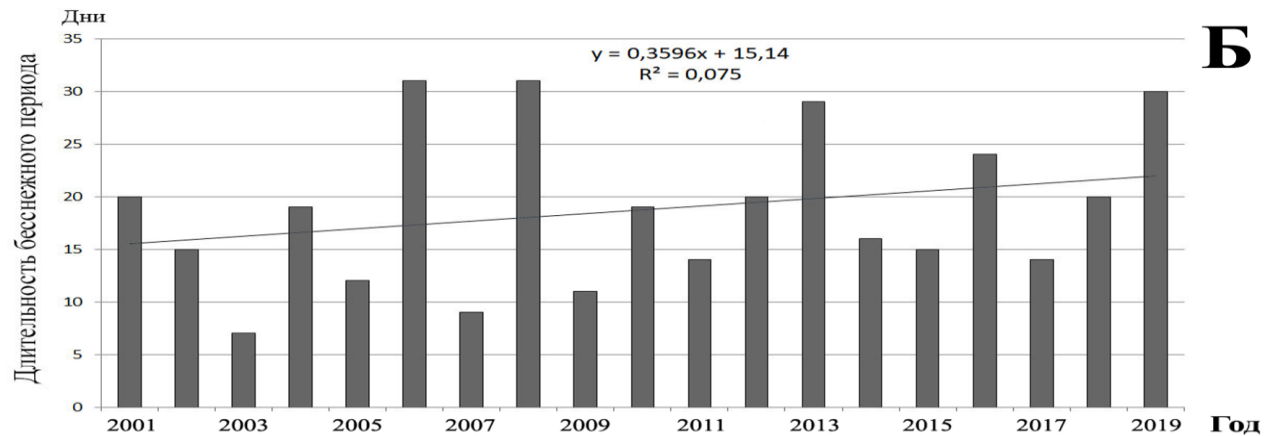
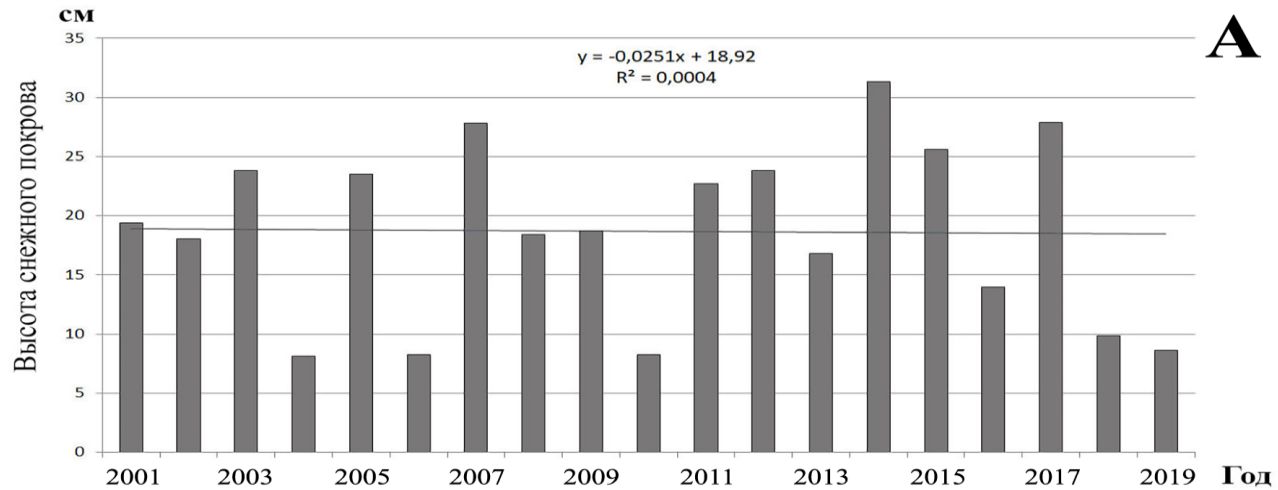
## Кривые снежности северной части бассейна р.Эмба для сезонов 2001-2019 гг. Построено по данным “Snow Depth” FEWS NET





**Сезонные максимумы высоты снежного покрова в тестовом полигоне в период 2001-2019 гг.: а - вся временная выборка; б – малоснежные годы; в – выборка без малоснежных лет. Построено по данным “Snow Depth” FEWS NET**





**А) Средняя высота снежного покрова в тестовом полигоне в период с 1.01-30.04 для сезонов 2001-2019 гг.**

**Б) Количество дней с отсутствием снежного покрова в тестовом полигоне в период с 1.01-30.04 для сезонов 2001-2019 гг.**

**Построено по данным “Snow Depth” FEWS NET**

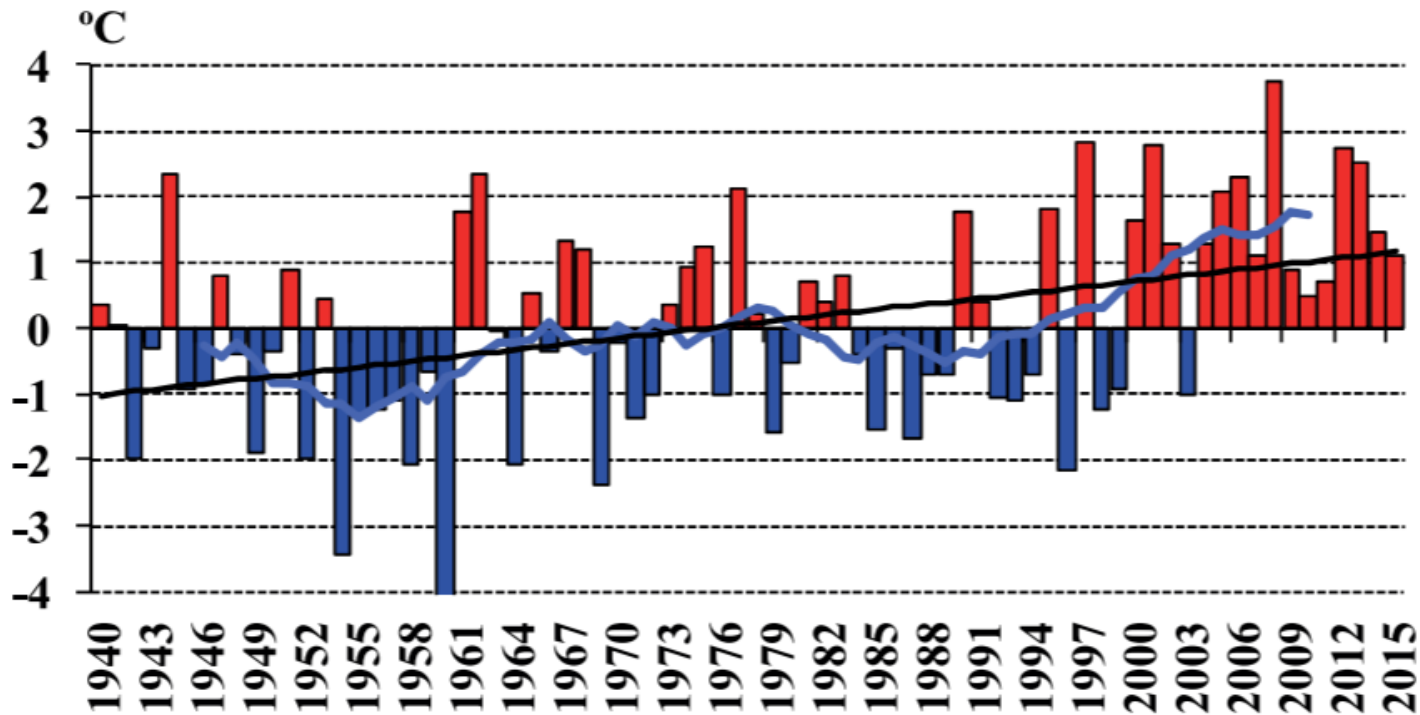
Таким образом, режим снежности тестового полигона по параметру «сезонный максимум высоты снежного покрова» имеет «триггерную структуру», включающую два состояния: малоснежный режим (примерно 20% всей выборки) с характеристиками  $21,2 \pm 2,8$  см; и режим остальных лет, с характеристикой  $48,5 \pm 7,8$  см.

Тренды изменений последних 19 лет направлены на увеличение высоты снега со скоростью  $2,5$  см/(10 лет) для малоснежного режима и  $9,4$  см/(10 лет) для режима остальных лет.

Многолетние изменения по параметру «средняя высота снежного покрова» отсутствуют. Регистрируется тренд на уменьшение времени существования снежного покрова в тестовом контуре со скоростью  $3,6$  дней/(10 лет).

## Тренд изменений температуры воздуха на территории Казахстана по данным метеостанций

*Seventh National Communication and third Biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*

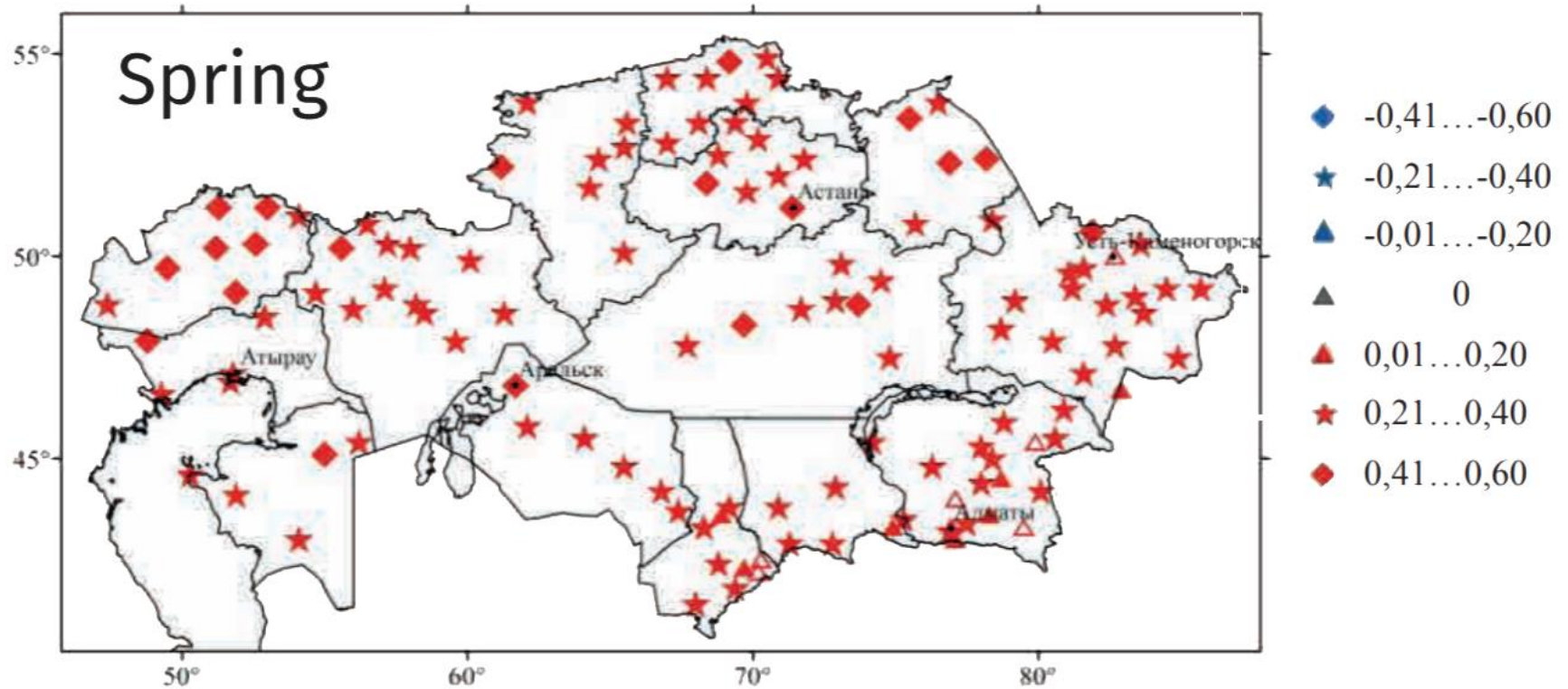


Spring



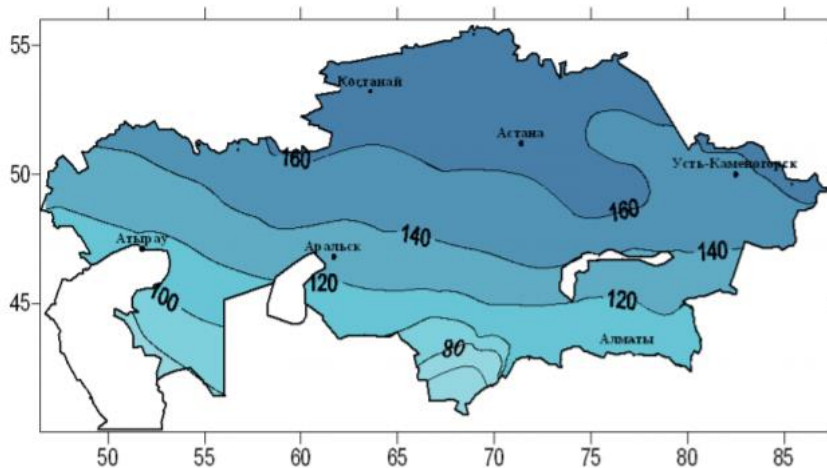
## Пространственное распределение величин тренда роста температуры воздуха

*Seventh National Communication and third Biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*

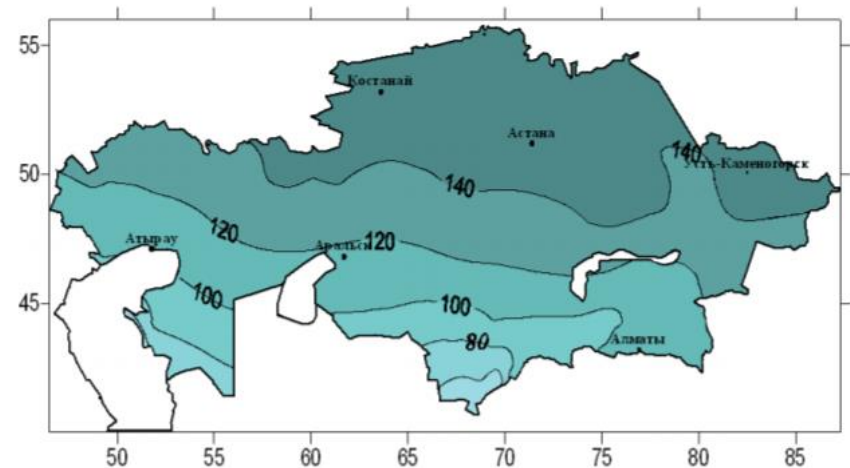


## Число дней с температурой ниже 0 °С

*Seventh National Communication and third Biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*



1961-1990

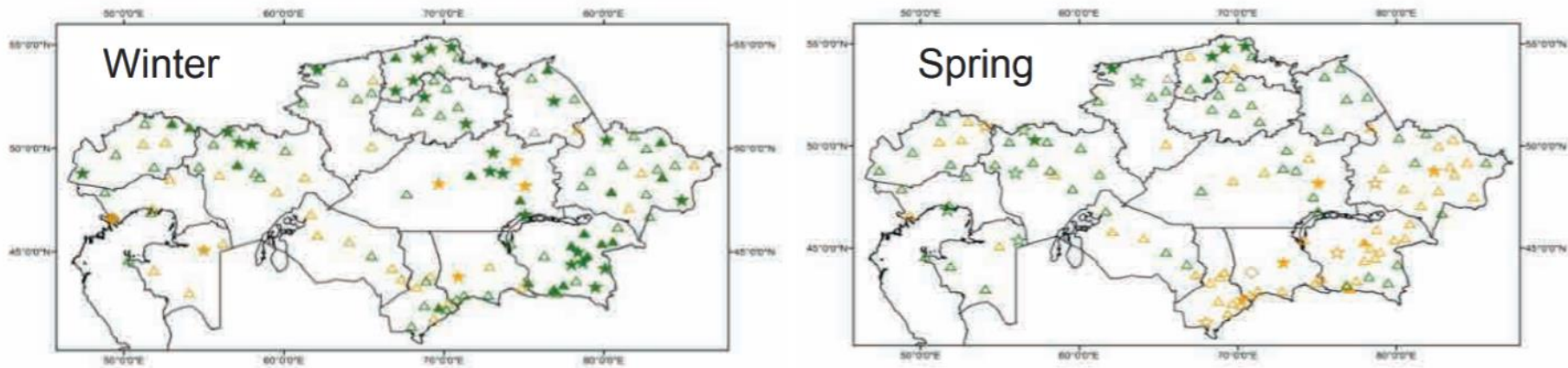


2001-2015

*Number of days with temperature below 0°C in Kazakhstan in 1961-1990 and 2001-2015.*

## Изменение количества осадков

*Seventh National Communication and third Biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change*





## **Выводы:**

Новый спутниковый продукт “Snow Depth” FEWS NET с суточным обновлением и архивом с 2000 года представляется информативным инструментом позволяющим диагностировать многолетние режимы снежности засушливых зон ЦА.

**Спасибо за внимание**