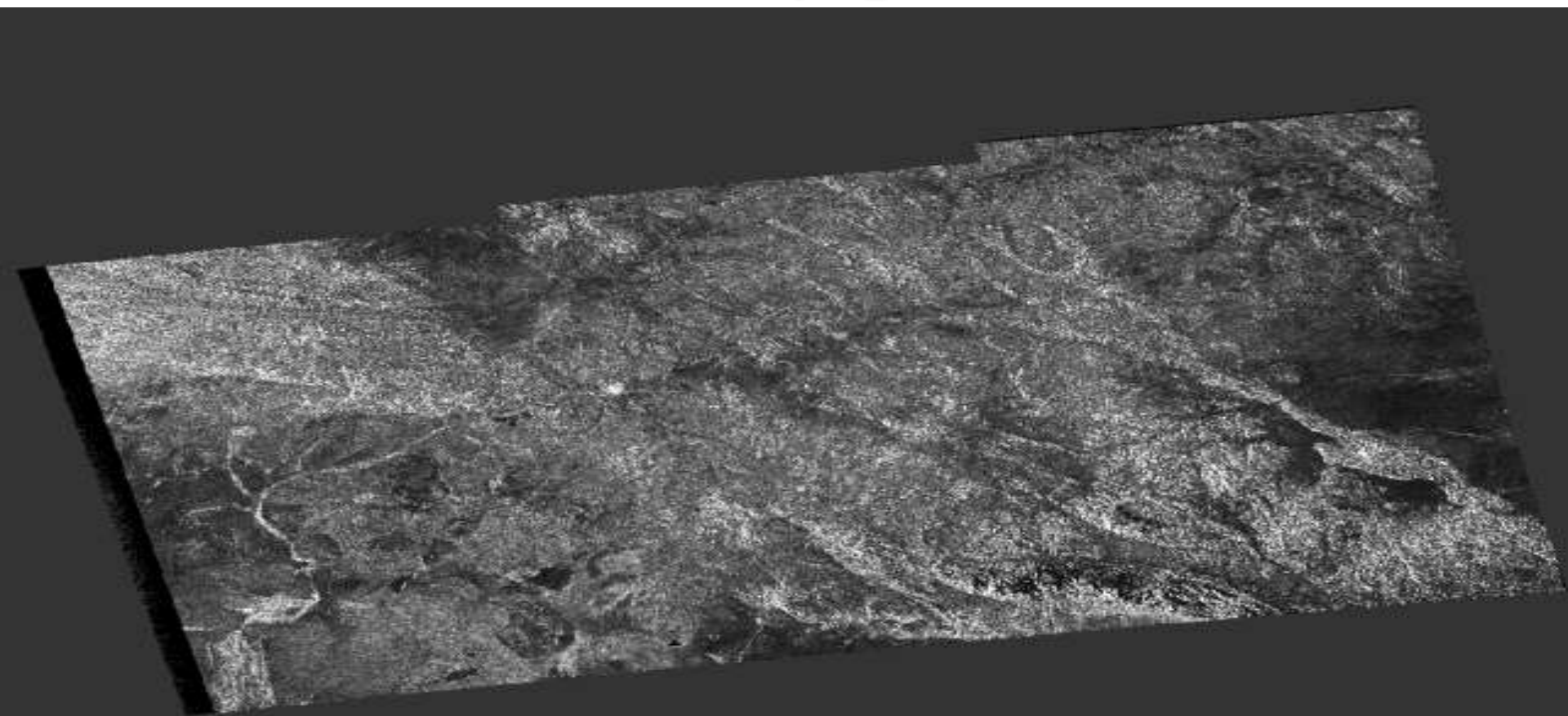


**Национальный центр космических исследований и технологий**

# **Использование радарных данных Sentinel-1 для прогноза возникновения и потенциальной угрозы паводков**

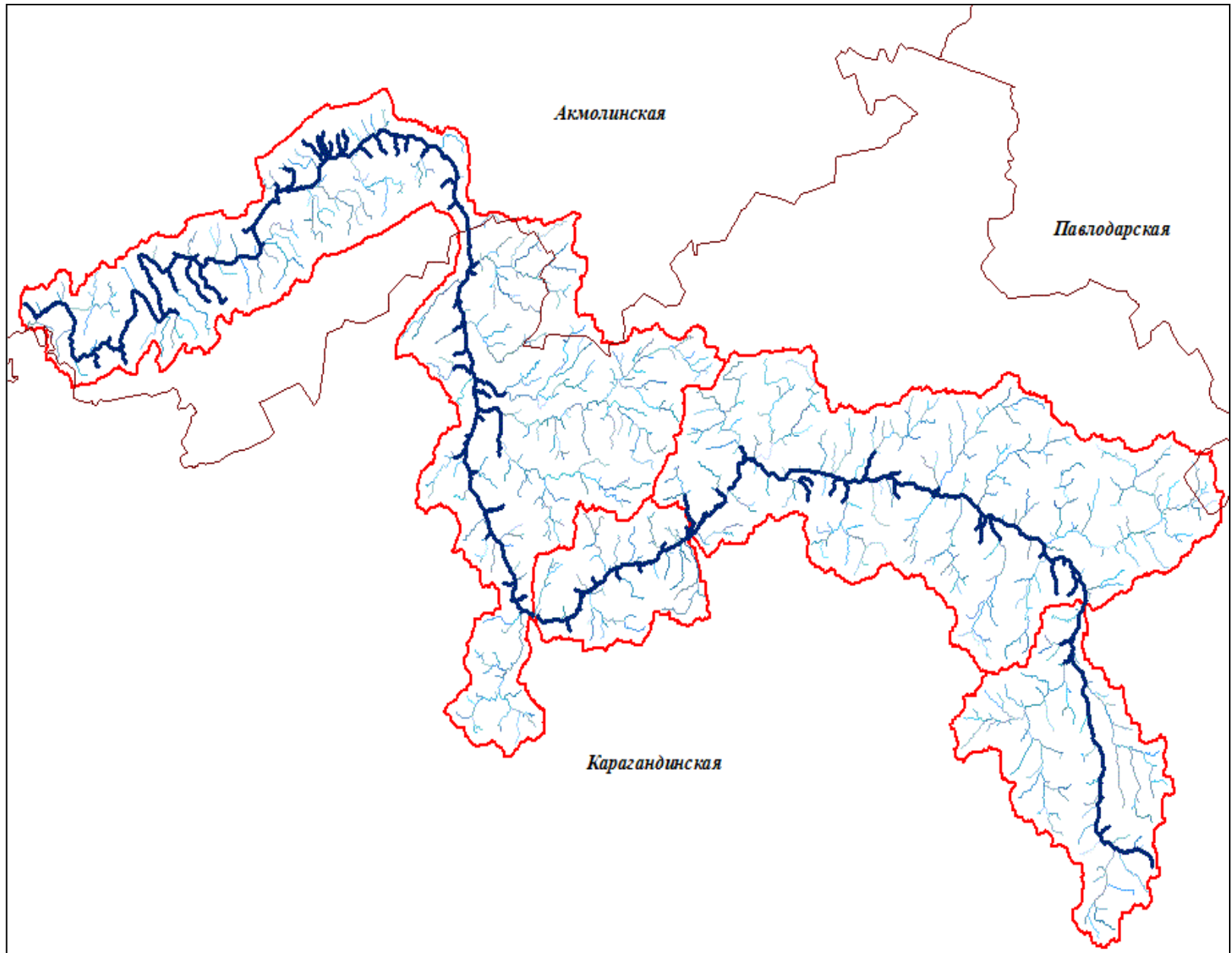


**Архипкин О.П., Бекмухамедов Б.Э., Сагатдинова Г.Н.**

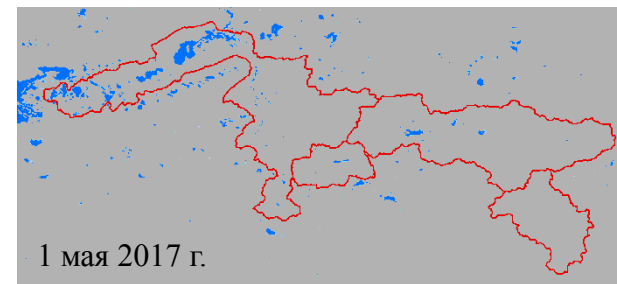
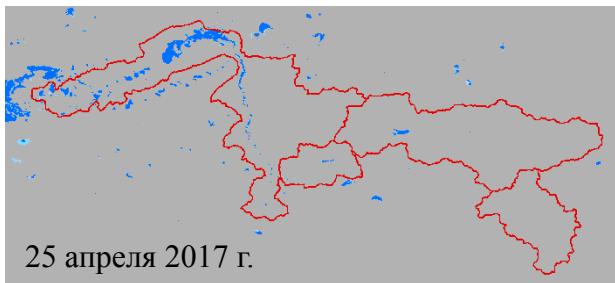
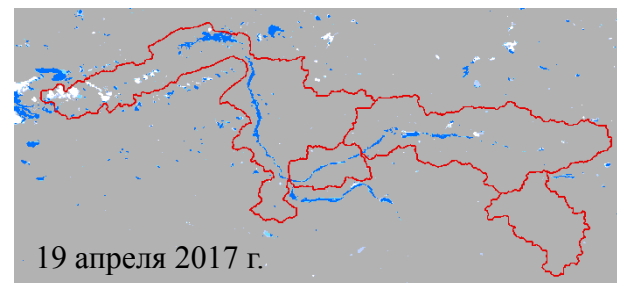
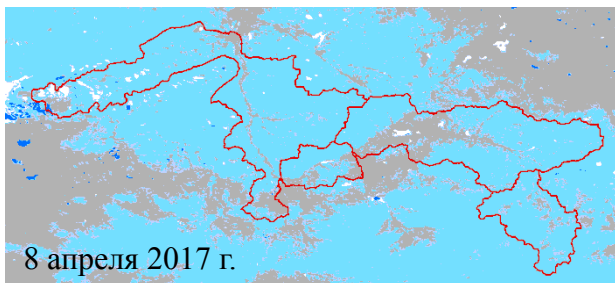
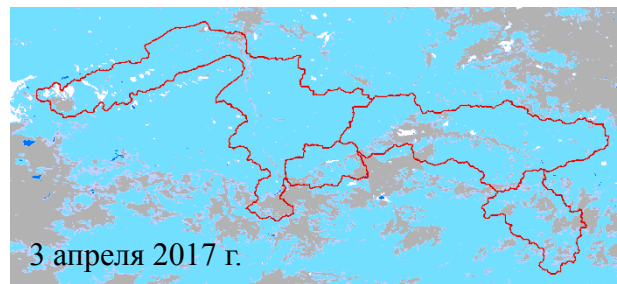
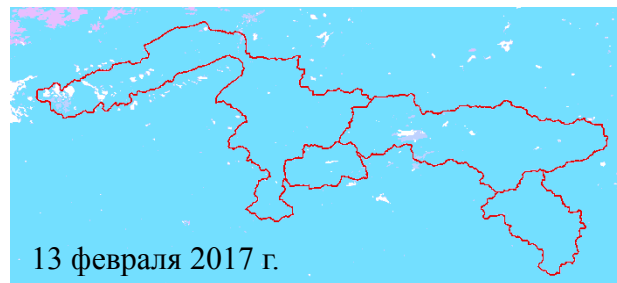
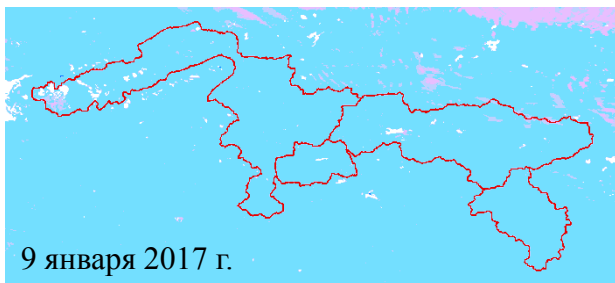
## Зимне-весенний сезон 2017 года, Казахстан



# Карта водосборных бассейнов реки Нура в Карагандинской и Акмолинской областях



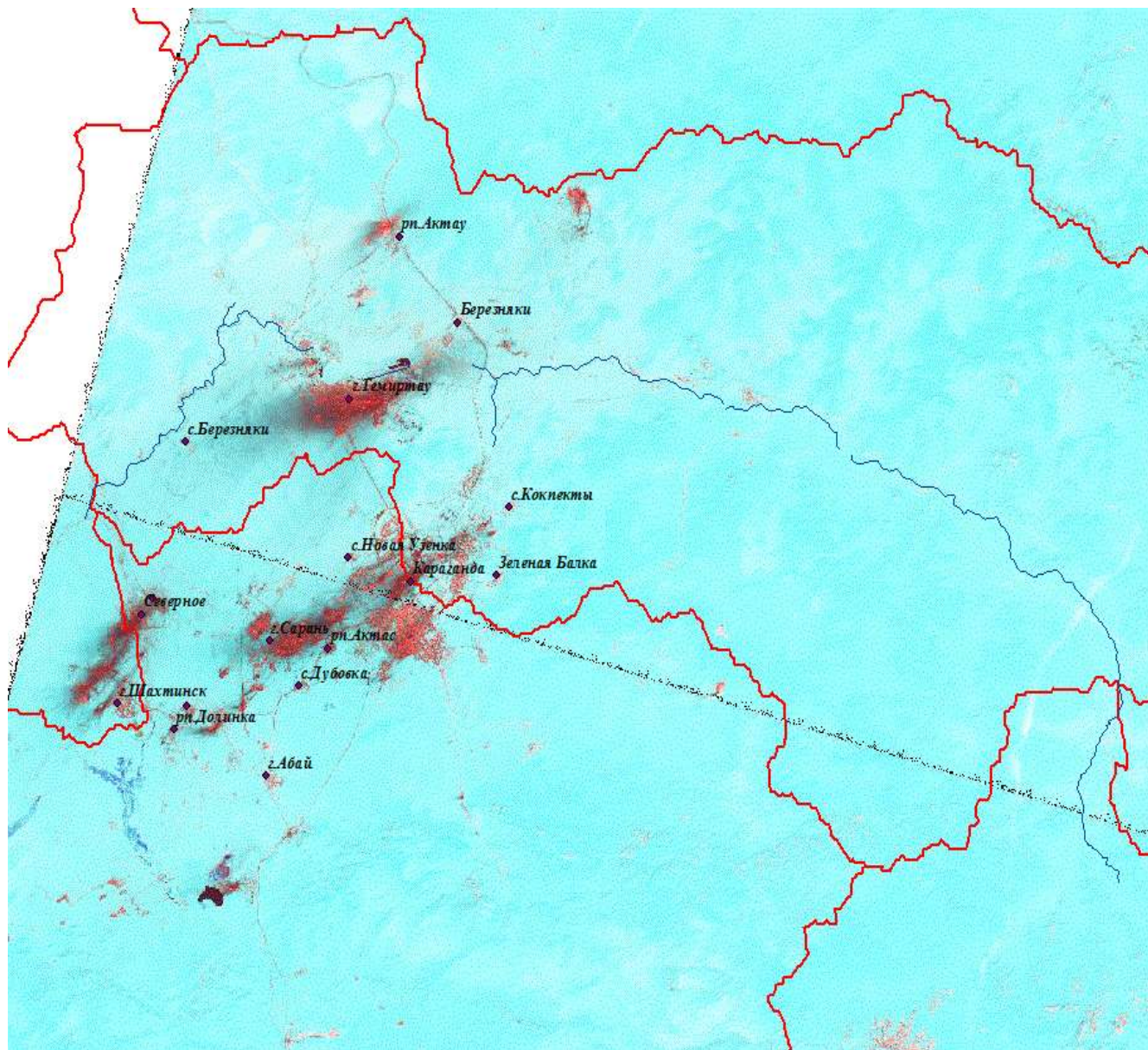
# Динамика схода снежного покрова на территории бассейна реки Нура зимне-весенний период 2017 года



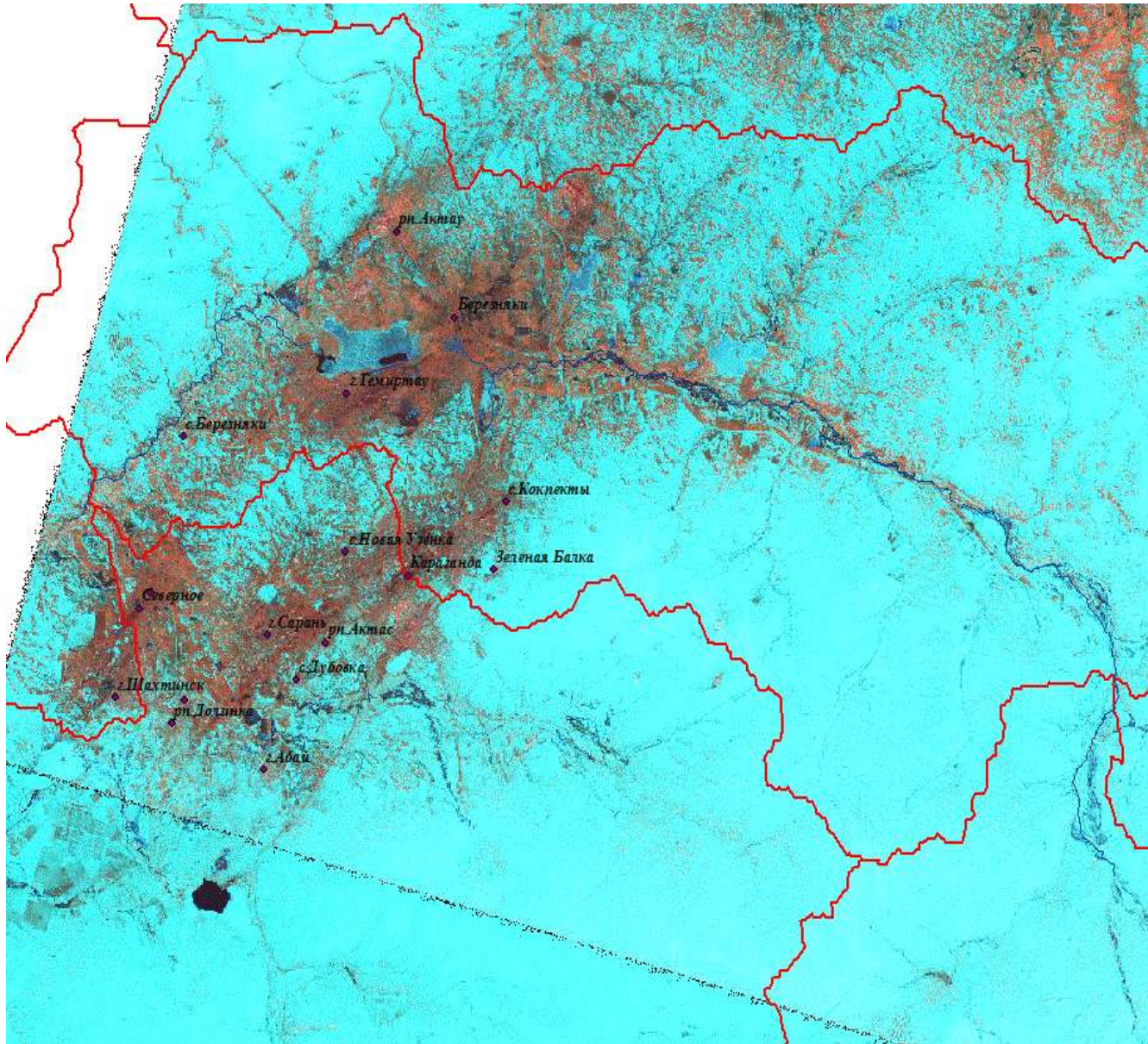
## Условные обозначения

- облачный покров
- снежный покров
- зоны затопления
- зоны снеготаяния
- ледовый покров

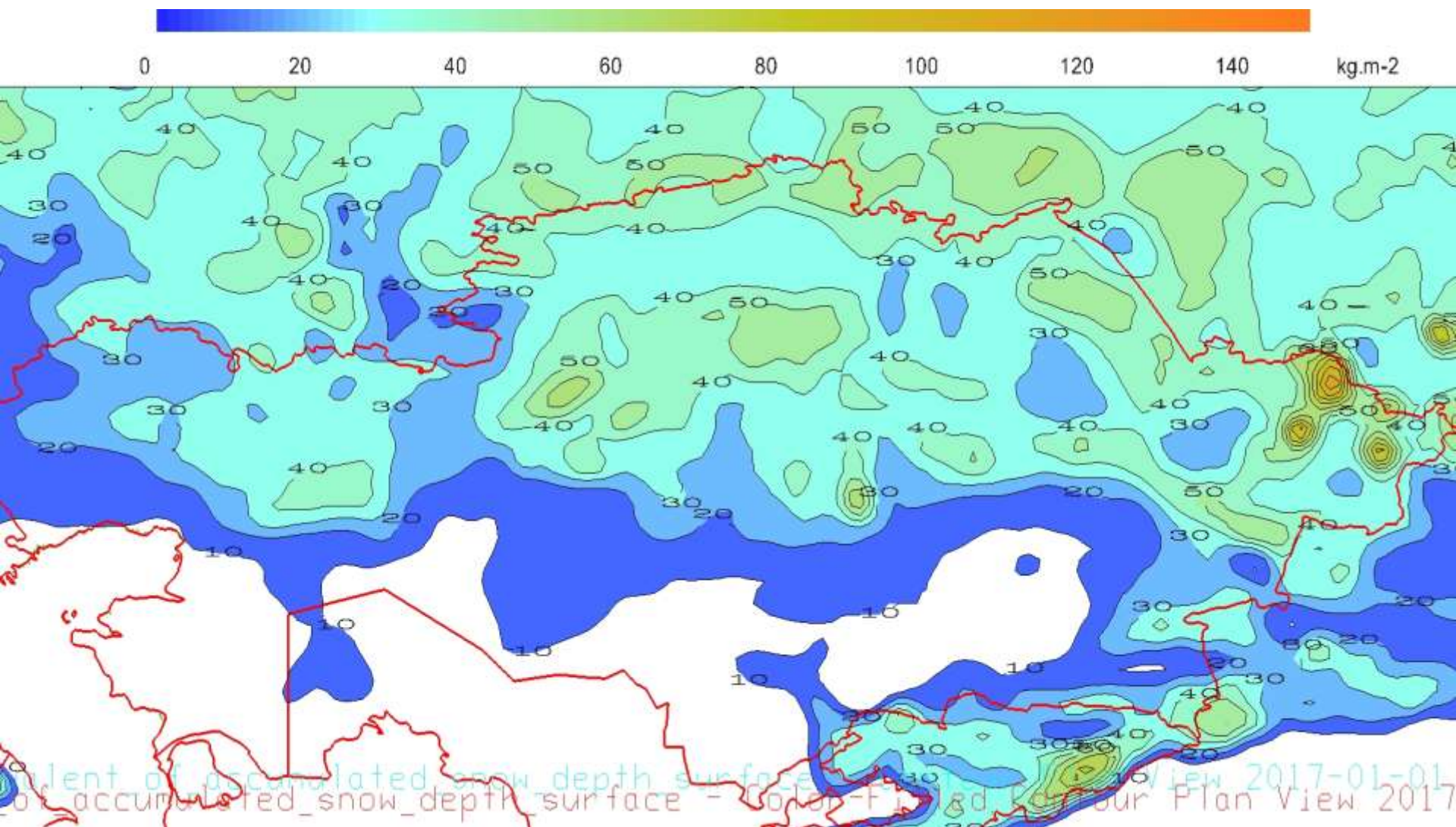
# Состояние снежного покрова по данным Landsat 8 за 22 марта 2017 г на территории бассейна реки Нура



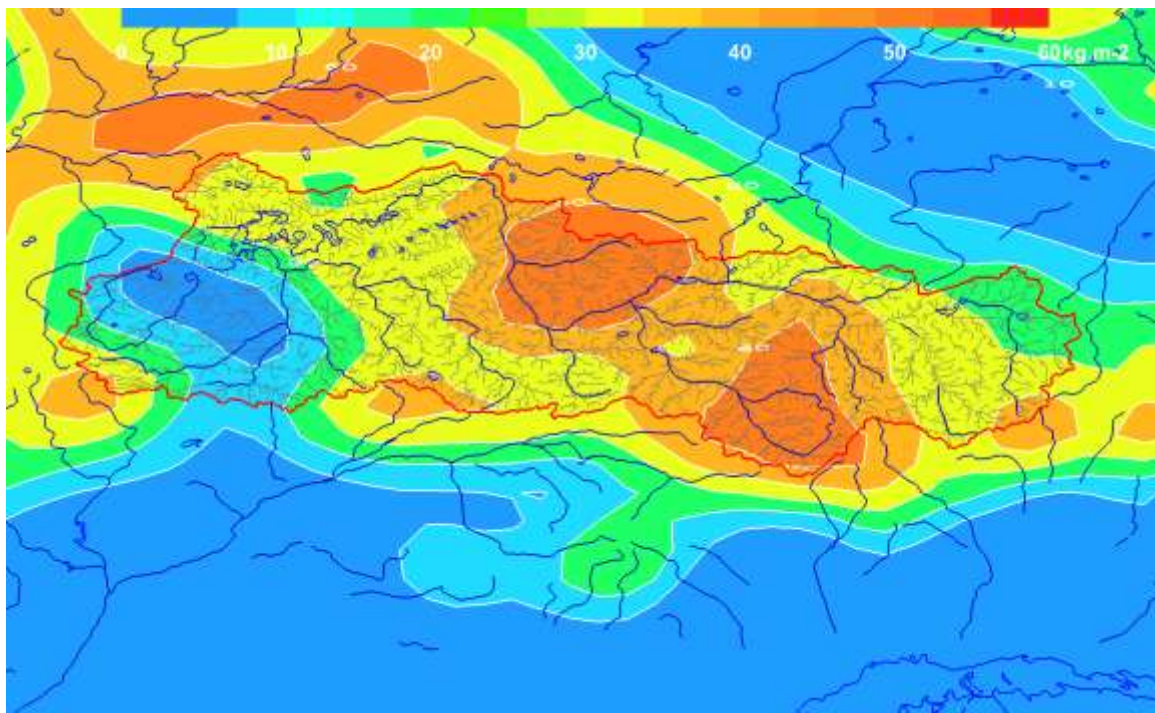
# Состояние снежного покрова и зон затопления по данным Landsat 8 за 7 апреля 2017 года на территории бассейна реки Нура



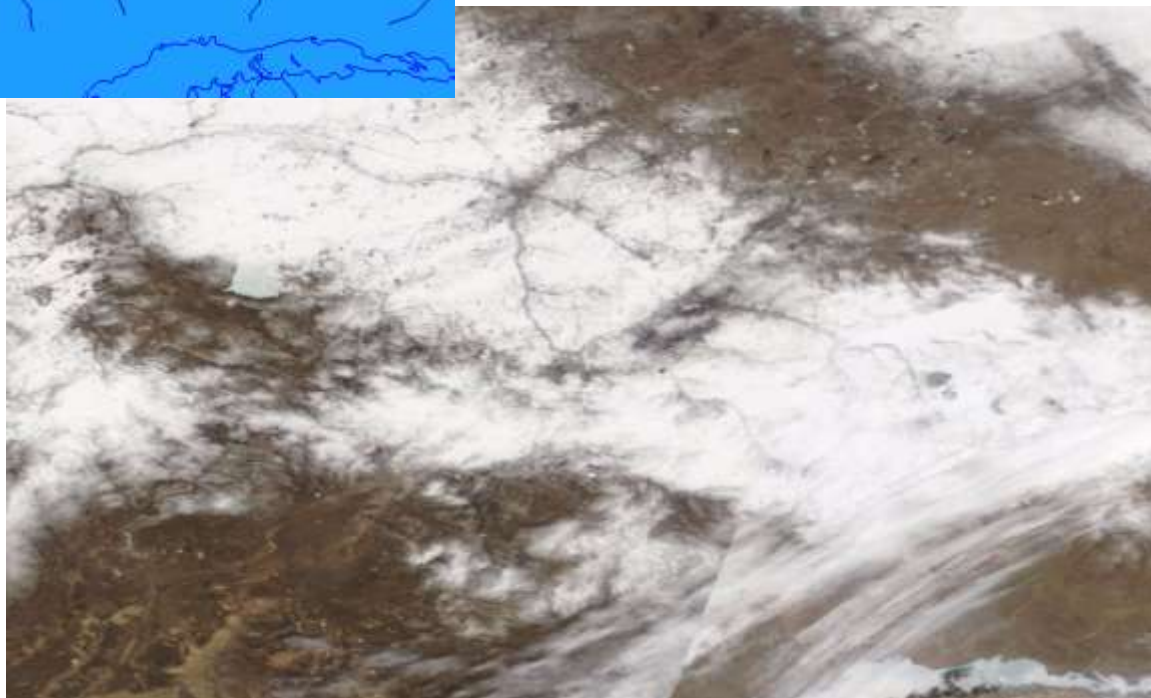
# Карта содержания эквивалента воды в снежном покрове на территории Казахстана на 1 января 2017 года по данным GDAS



## Карта эквивалента воды в снеге и снимок MODIS от 7 апреля 2017 года



На карту нанесены границы бассейна р. Нура. Показаны основные притоки и «сухие русла» по которым проходит сток во время интенсивного таяния снежного покрова и осадков.

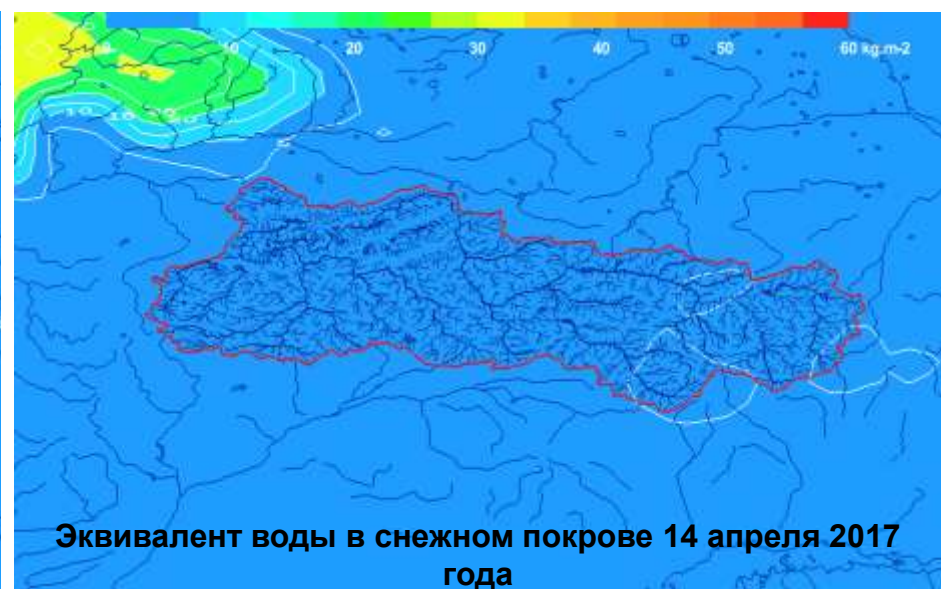
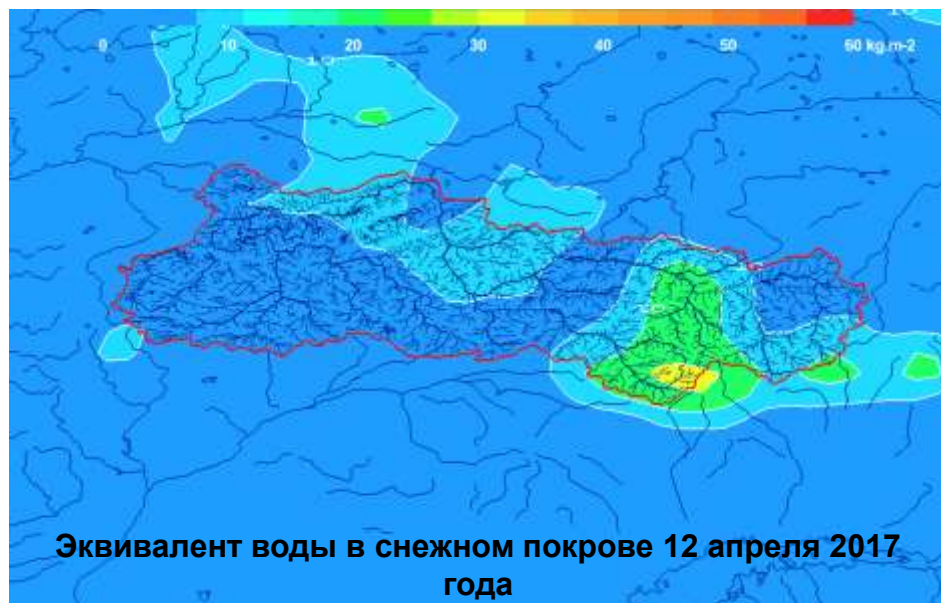
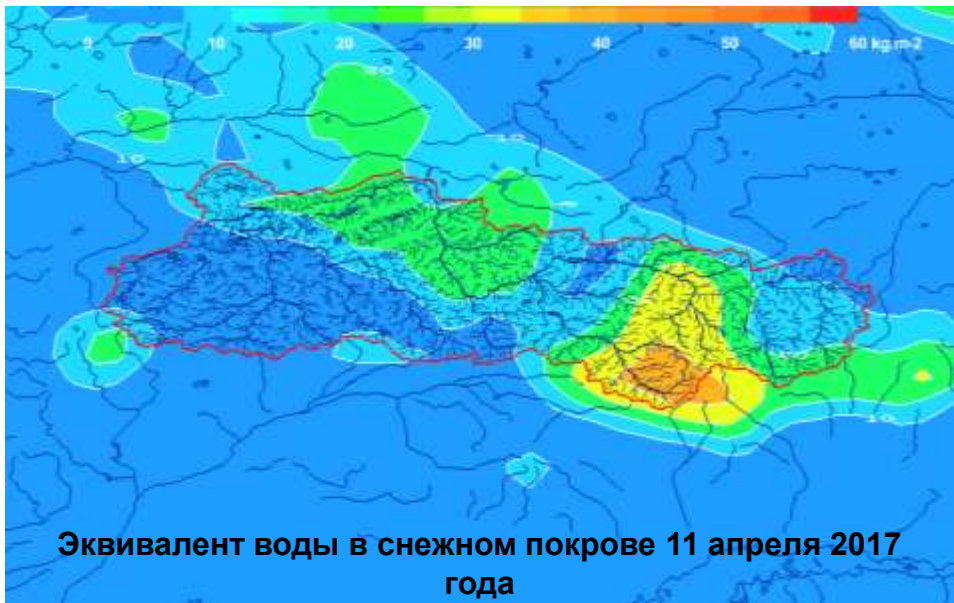




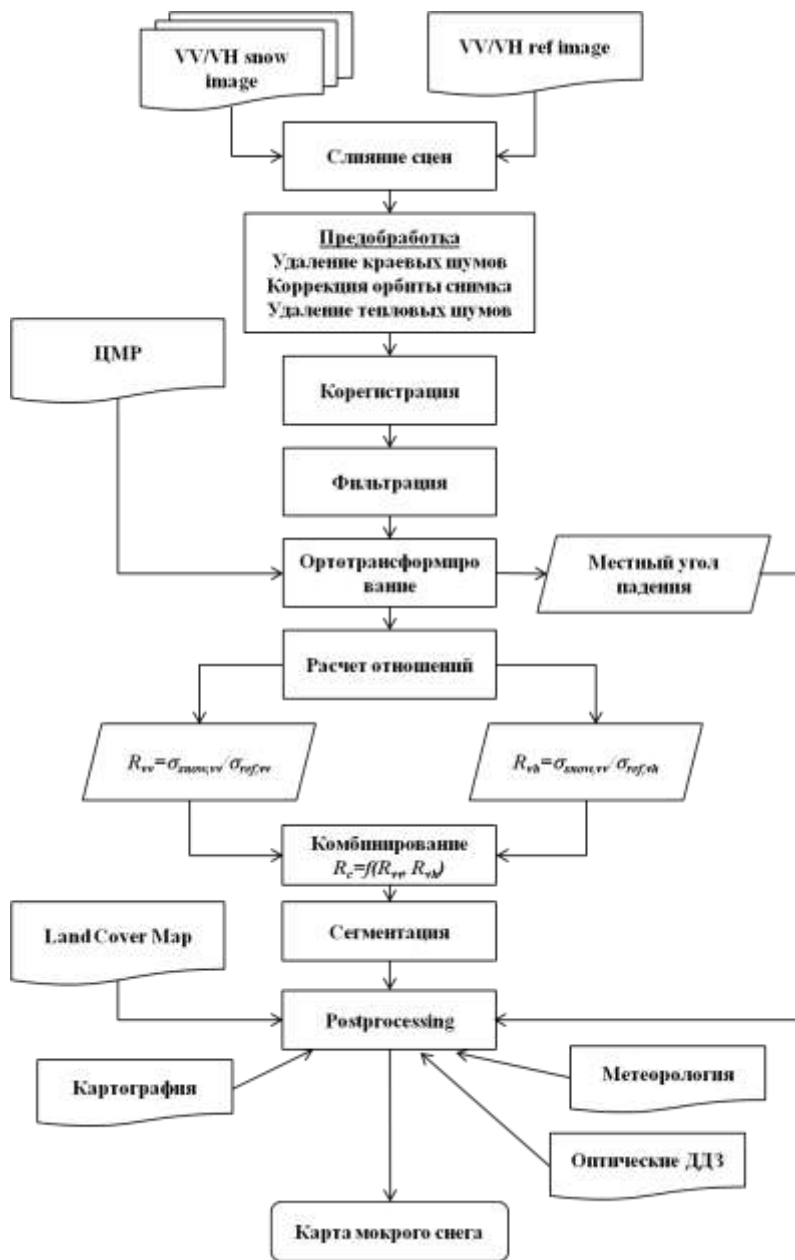
# Динамика схода снежного покрова в районе водного бассейна р. Нура в период 7-10 апреля 2017 года.



# Поля эквивалента воды в снежном покрове за период 11-14 апреля 2017 года



# Функциональная схема ГИС-технологии оценки содержания воды в снежном покрове по радарным снимкам



## Параметры для выделение мокрого снега

$D = \sigma_{ws} - \sigma_{ref}$  - разность текущего снимка и базового

$R = \frac{\sigma_{ws}}{\sigma_{ref}}$  - отношение текущего снимка к базовому (Ratio)

$\sigma_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma}{n}$  - значение коэффициента обратного рассеяния базового снимка

$\sigma_{ws}$  - текущее значение коэффициента обратного рассеяния в период снеготаяния

$R_{vv}$  - Ratio для поляризации VV

$R_{vh}$  - Ratio для поляризации VH

$R_c$  - комплексирование (Fusion) поляризаций VV и VH

$$R_c = W R_{vh} + (1 - W) R_{vv}$$

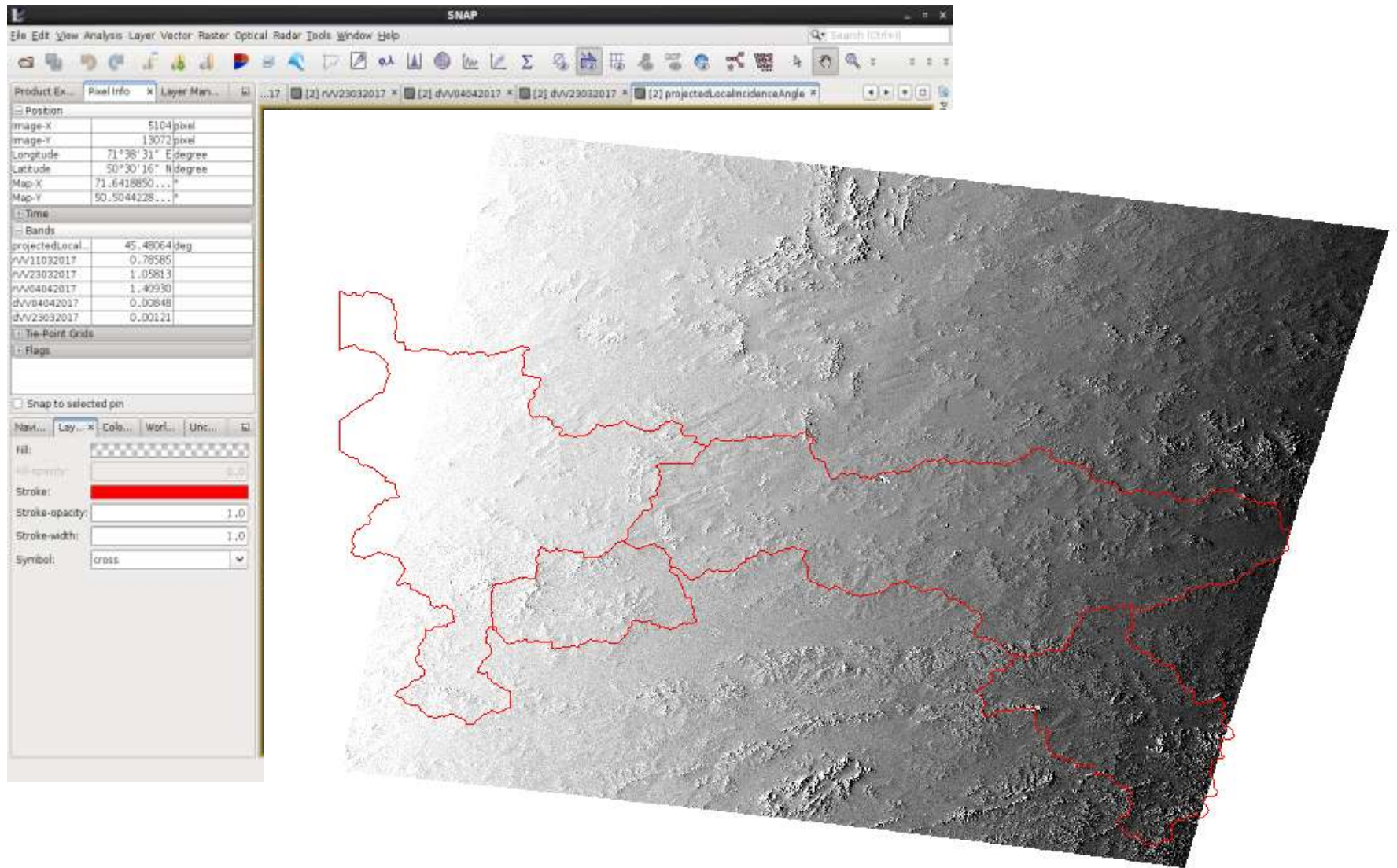
$$IF(\theta < \theta_1) \rightarrow \{W = 1.0\}$$

$$IF(\theta_1 \leq \theta \leq \theta_2) \rightarrow \left\{ W = k \left[ 1 + \frac{(\theta_2 - \theta)}{(\theta_2 - \theta_1)} \right] \right\},$$

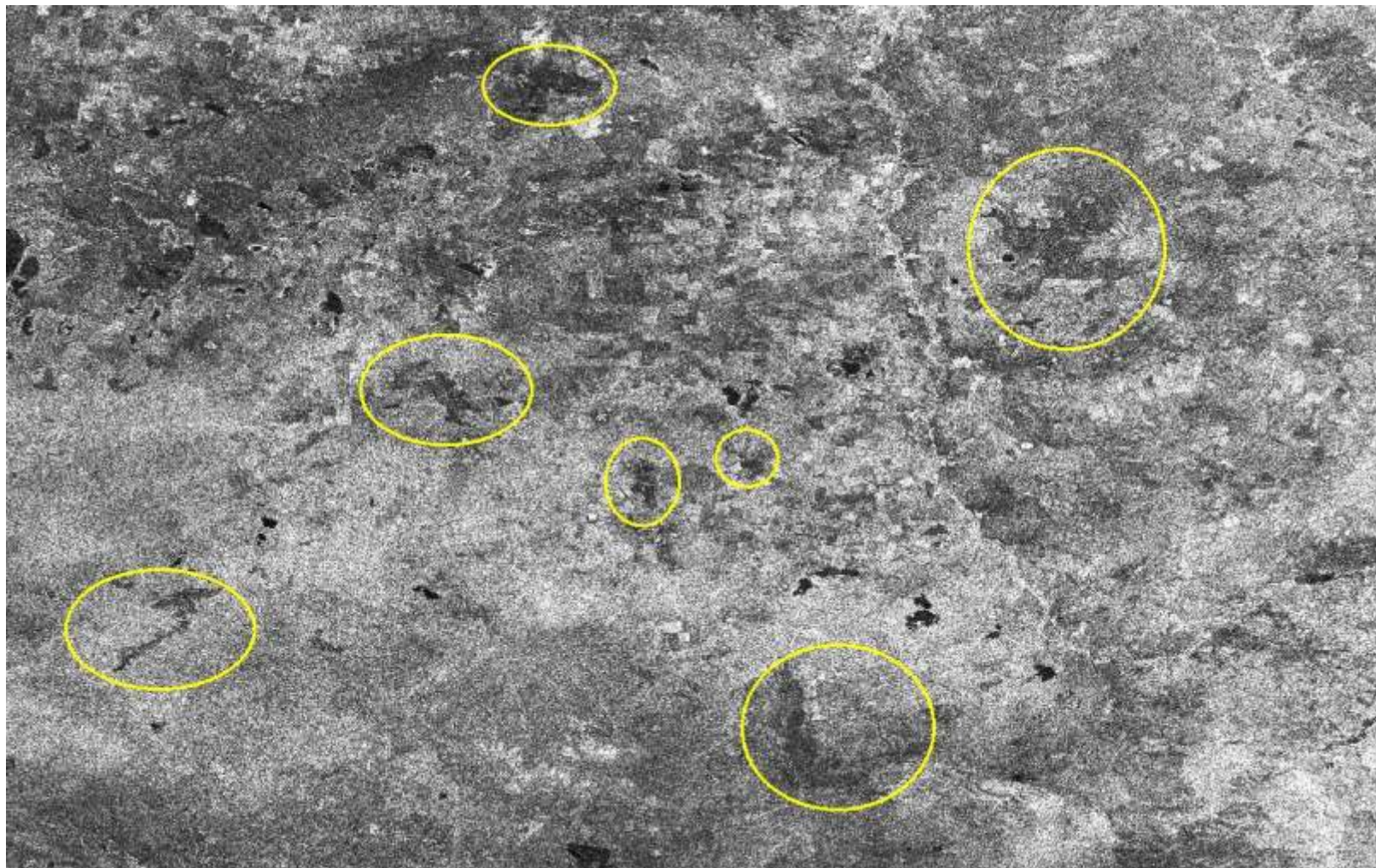
$$IF(\theta > \theta_2) \rightarrow \{W = k\}$$

$k = 0.5, \theta_1 = 20^\circ, \theta_2 = 45^\circ, \theta$  - угол съемки

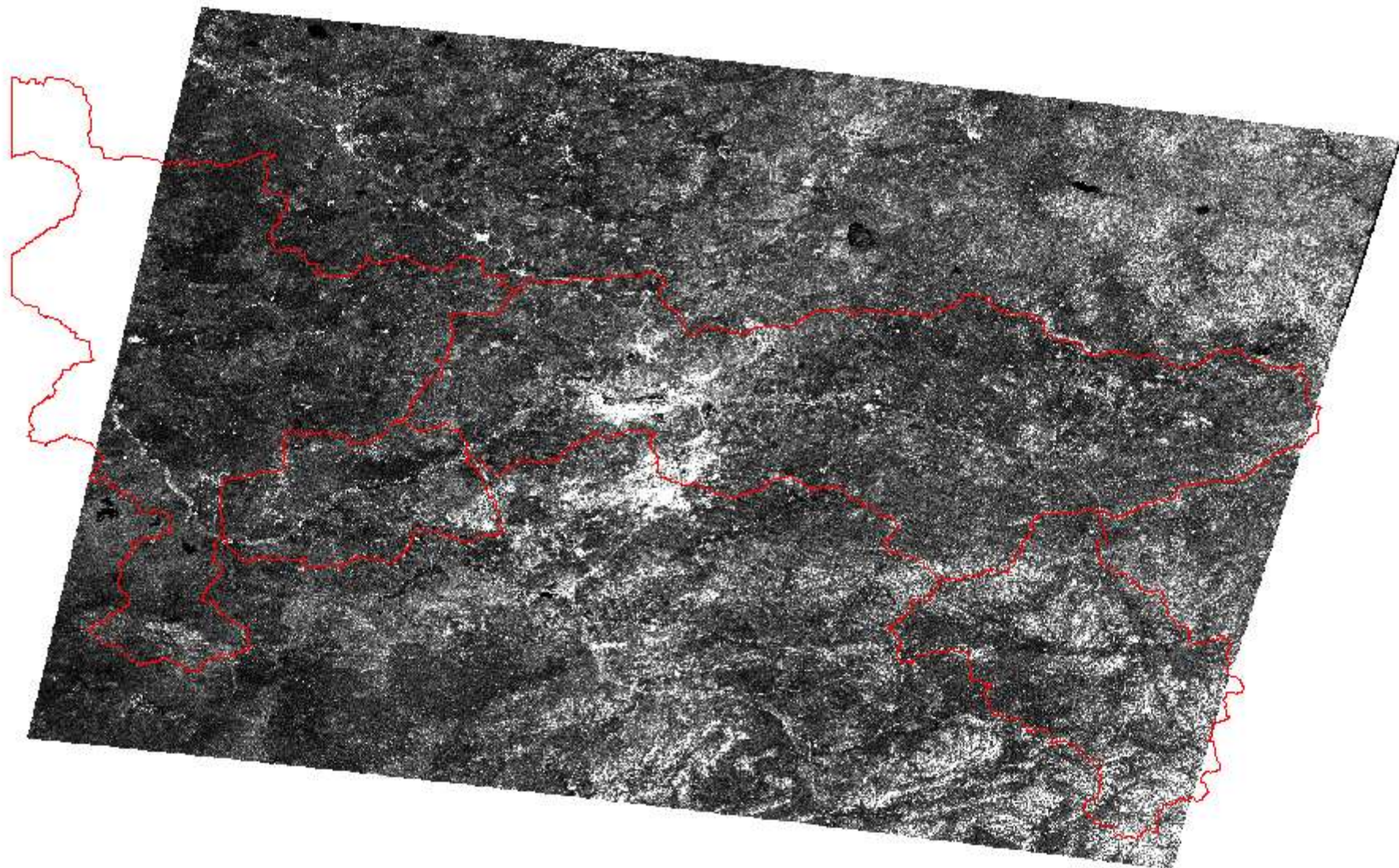
# Угол падения рассчитанный для снимков Sentinel-1



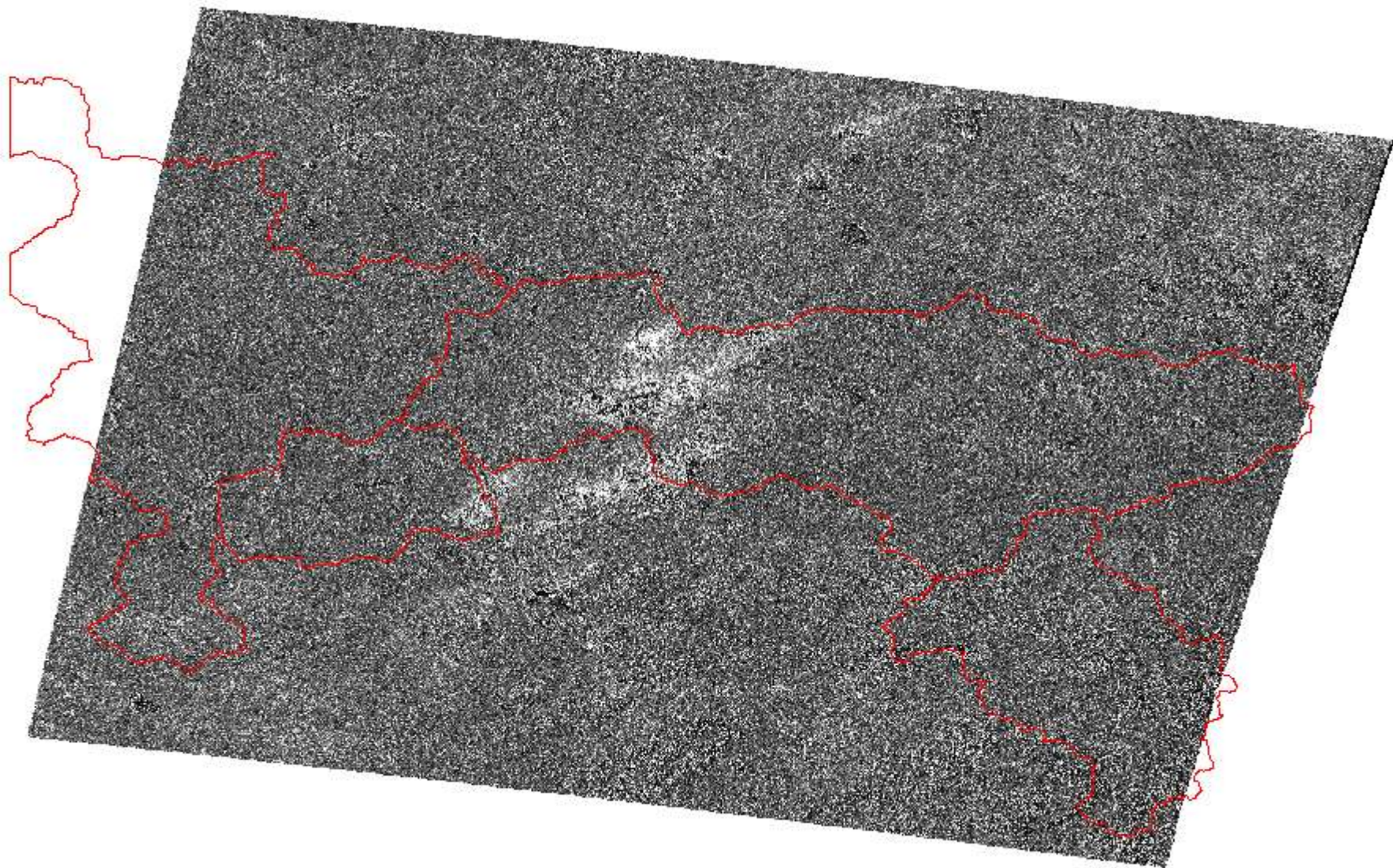
**Пострадавшие от пожара площади (выделены кругом), зафиксированные в Карагандинской области на снимке Sentinel-1В за 3 января 2017 г.**



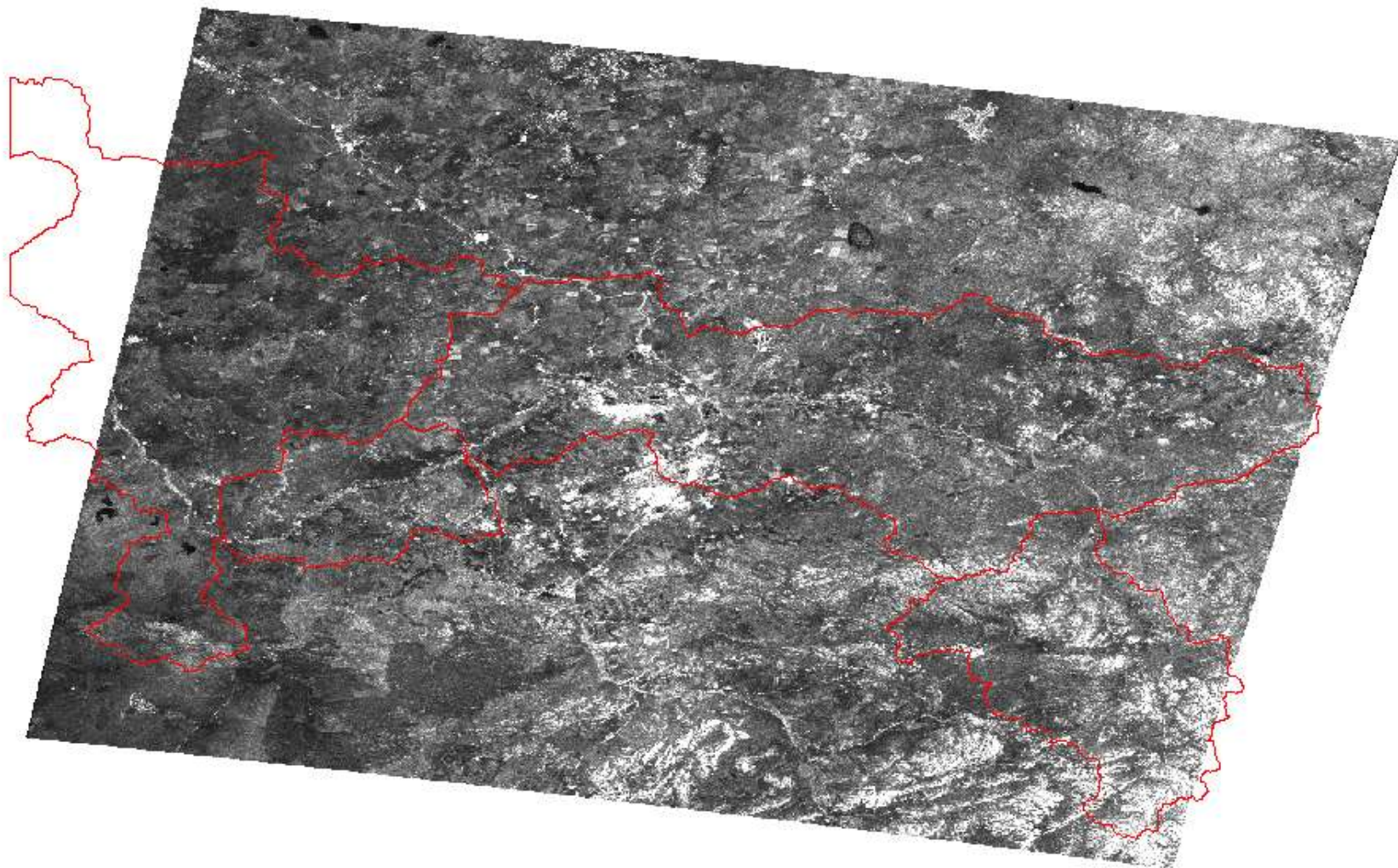
**Снимок Sentinel-1 за 11 марта 2017 года для части бассейна реки Нура  
(поляризация VV)**



**Распределение величины  $R_{VV}$ , рассчитанное для снимка Sentinel-1  
за 11 марта 2017 года для части бассейна реки Нура**

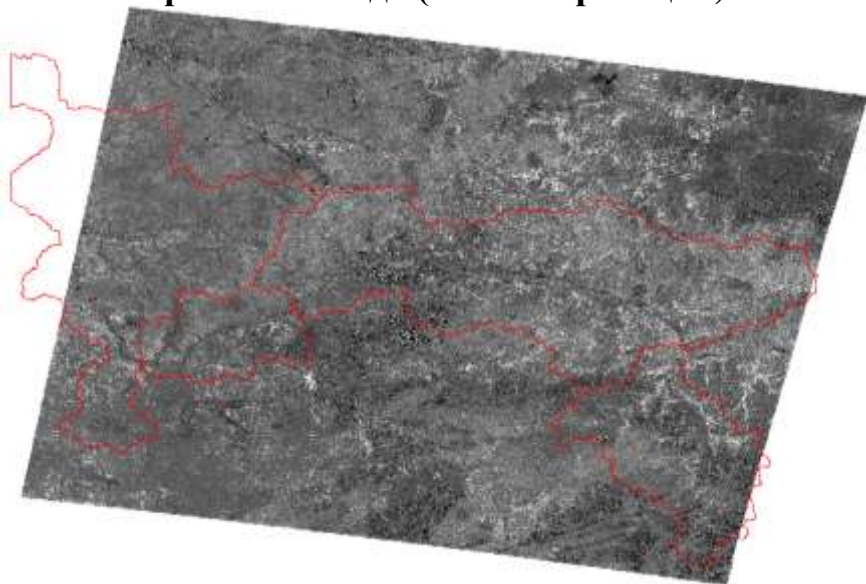


**Базовый снимок, рассчитанный по зимним снимкам 2017 года  
Sentinel-1В для части бассейна реки Нура (поляризация VV)**

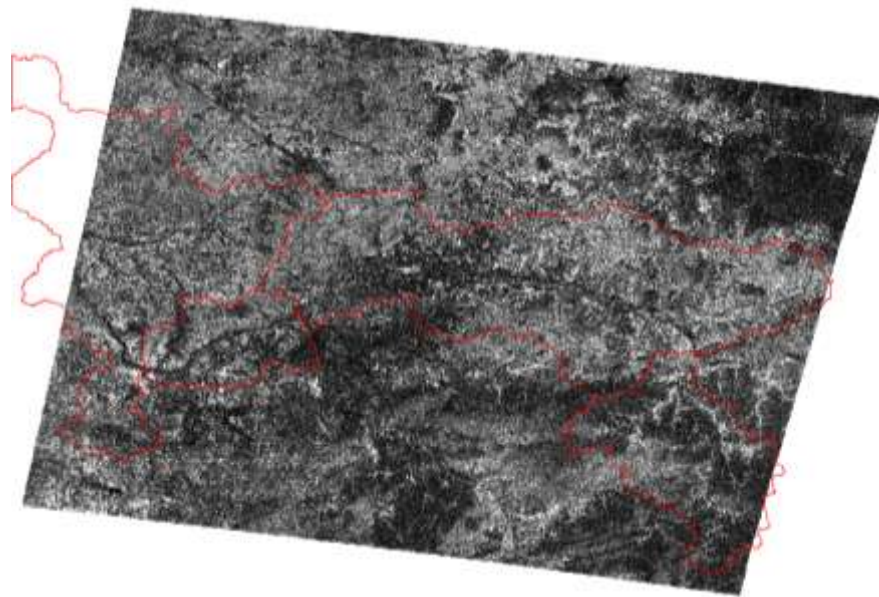




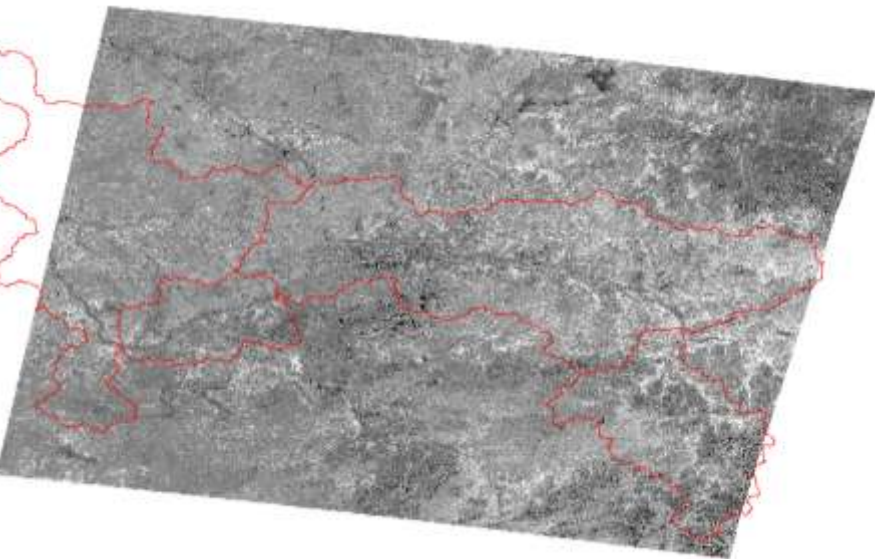
**Разница рассчитанная по данным Sentinel-1 на 04 апреля 2017 года (VH поляризация)**



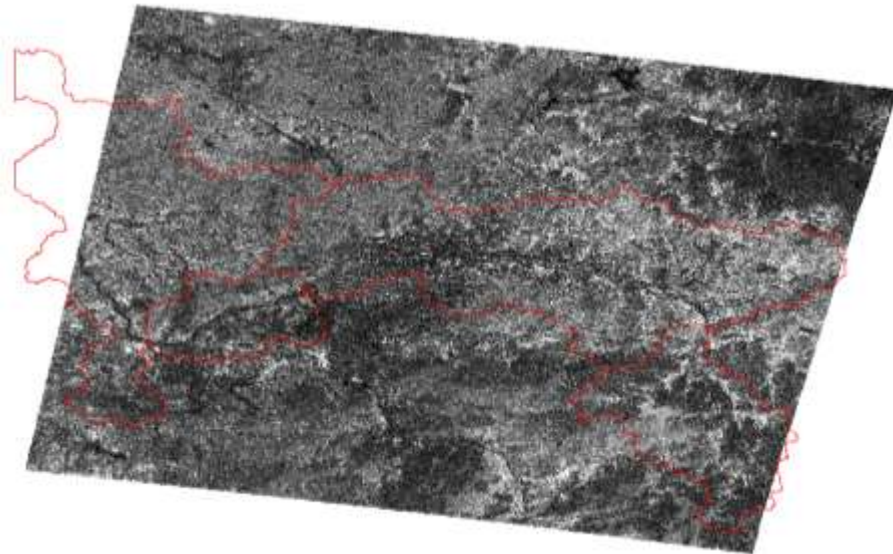
**Отношение рассчитанное по данным Sentinel-1 на 04 апреля 2017 года (VH поляризация)**



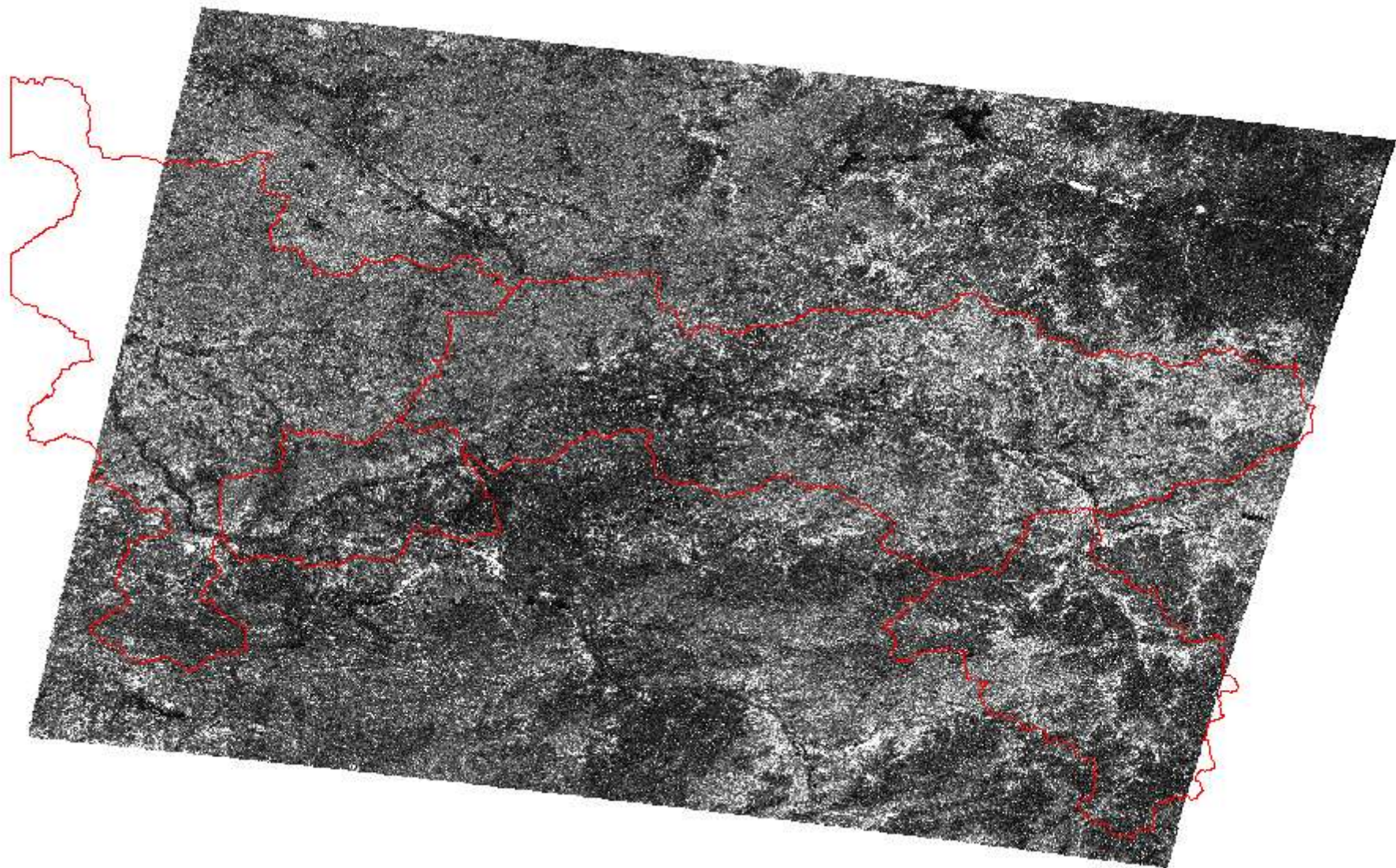
**Разница рассчитанная по данным Sentinel-1 на 04 апреля 2017 года (VV поляризация)**



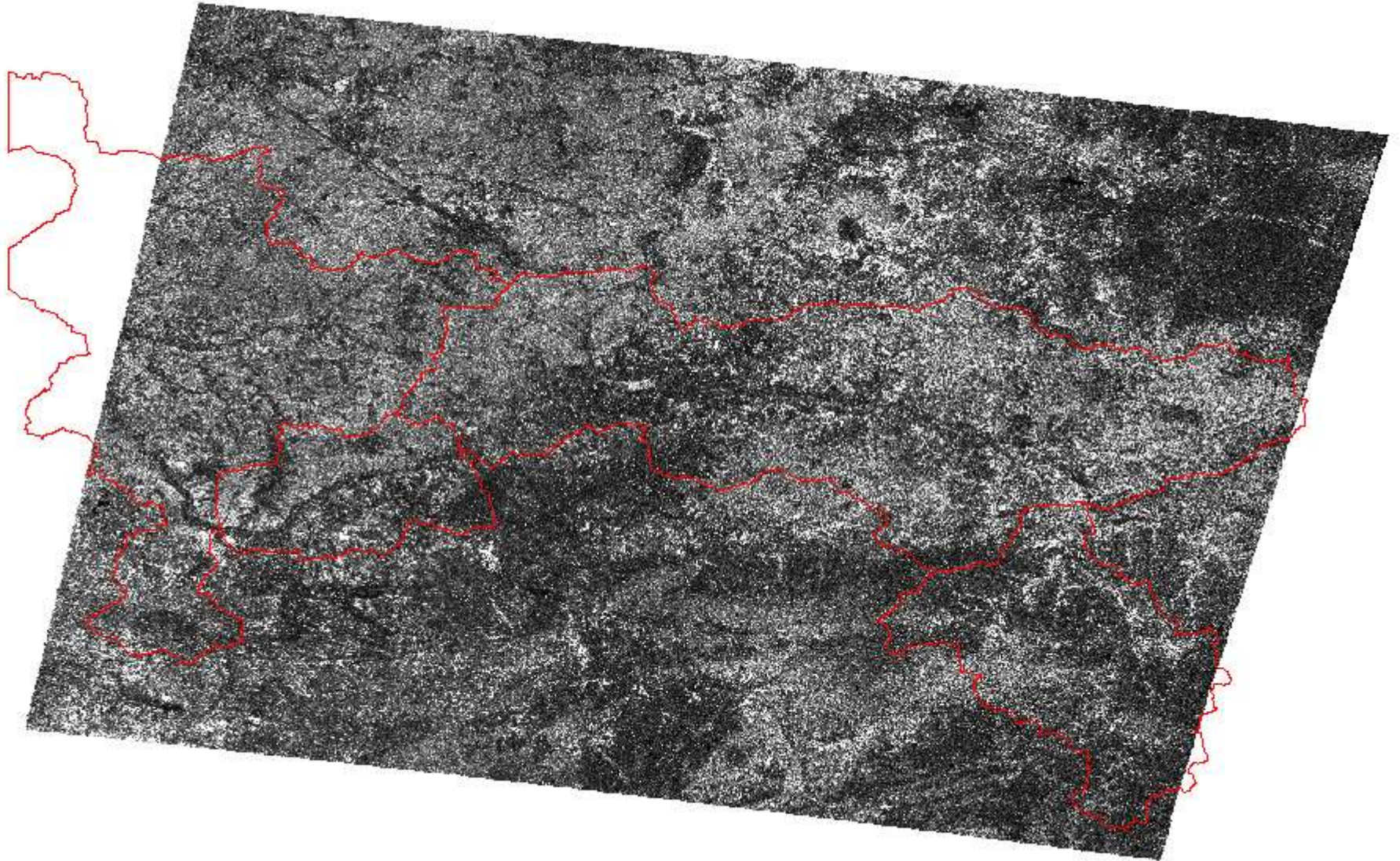
**Отношение рассчитанное по данным Sentinel-1 на 04 апреля 2017 года (VV поляризация)**



**Распределение величины  $R_{vv}$ , рассчитанное для снимка Sentinel-1  
за 4 апреля 2017 года для части бассейна реки Нура**

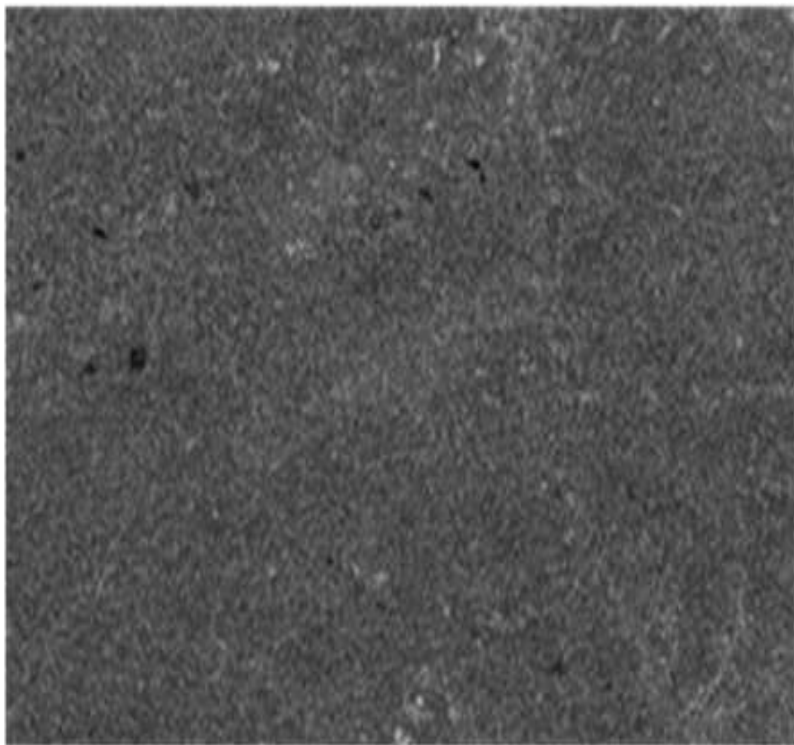


**Распределение величины  $R_s$ , рассчитанное для снимка Sentinel-1  
за 4 апреля 2017 года для части бассейна реки Нура**

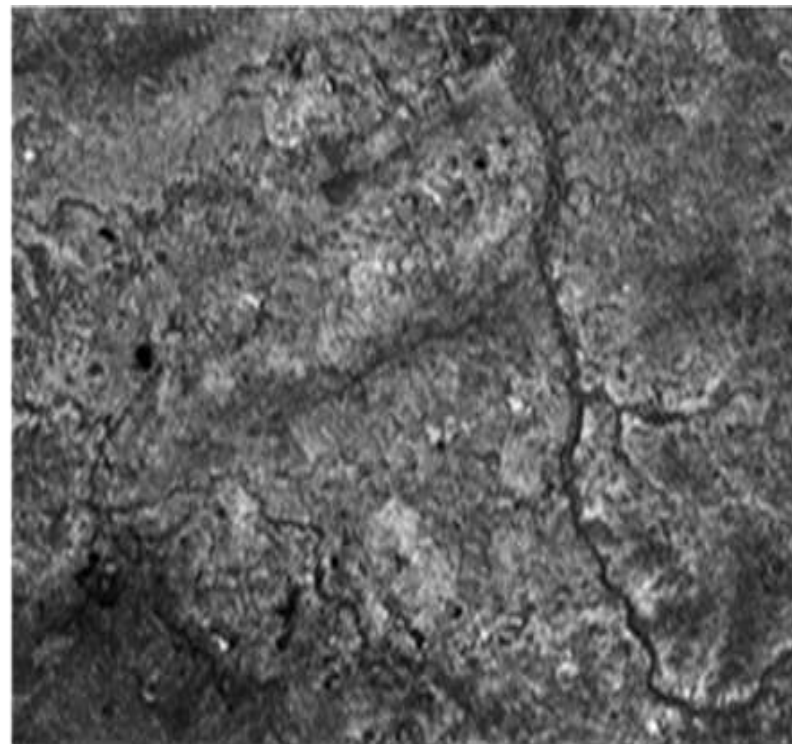


**Оценка степени содержания воды в снежном покрове с помощью параметра Ratio по радарным снимкам Sentinel 1В за 16 марта (а) и 9 апреля (б) 2017 года**

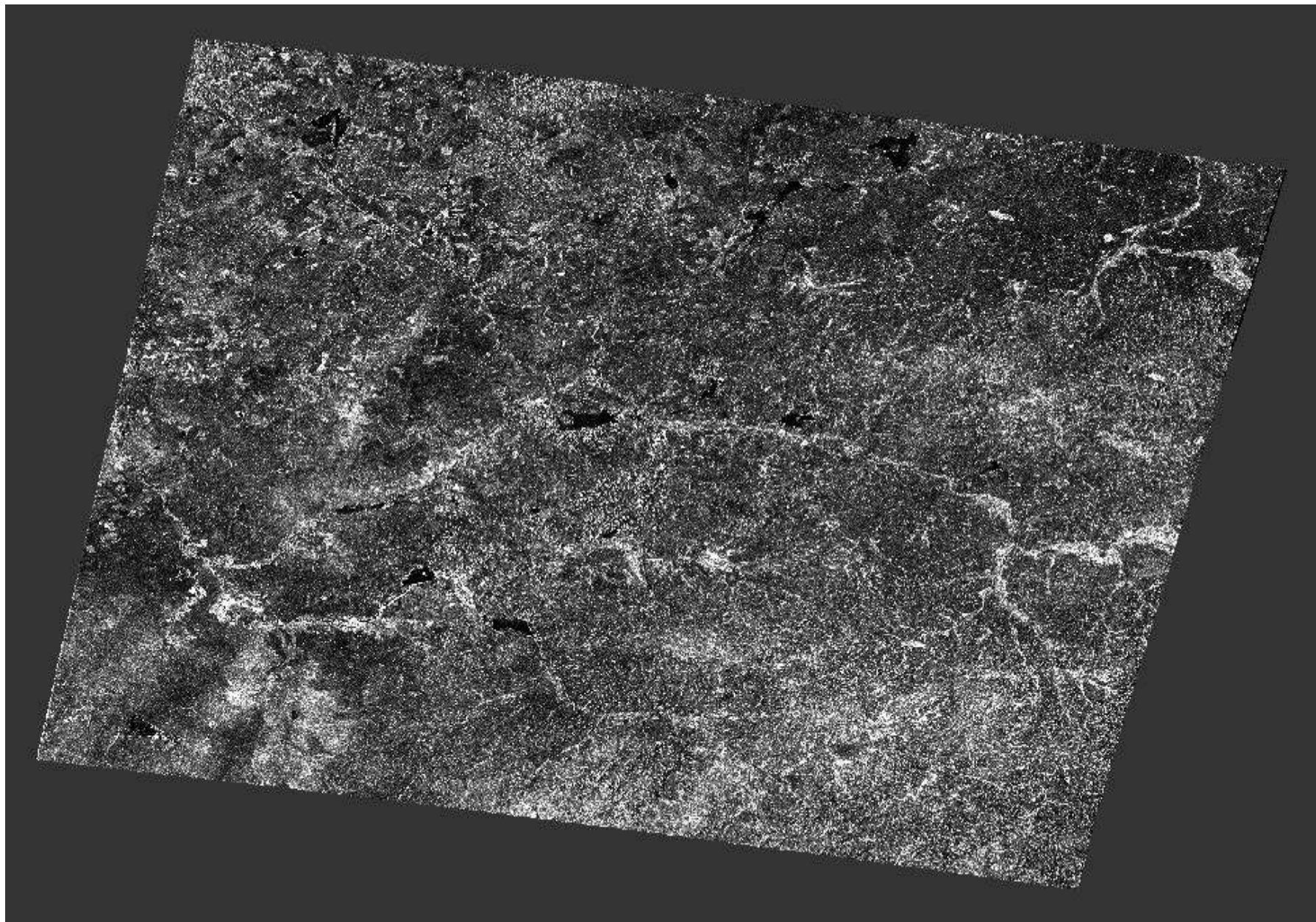
**а**



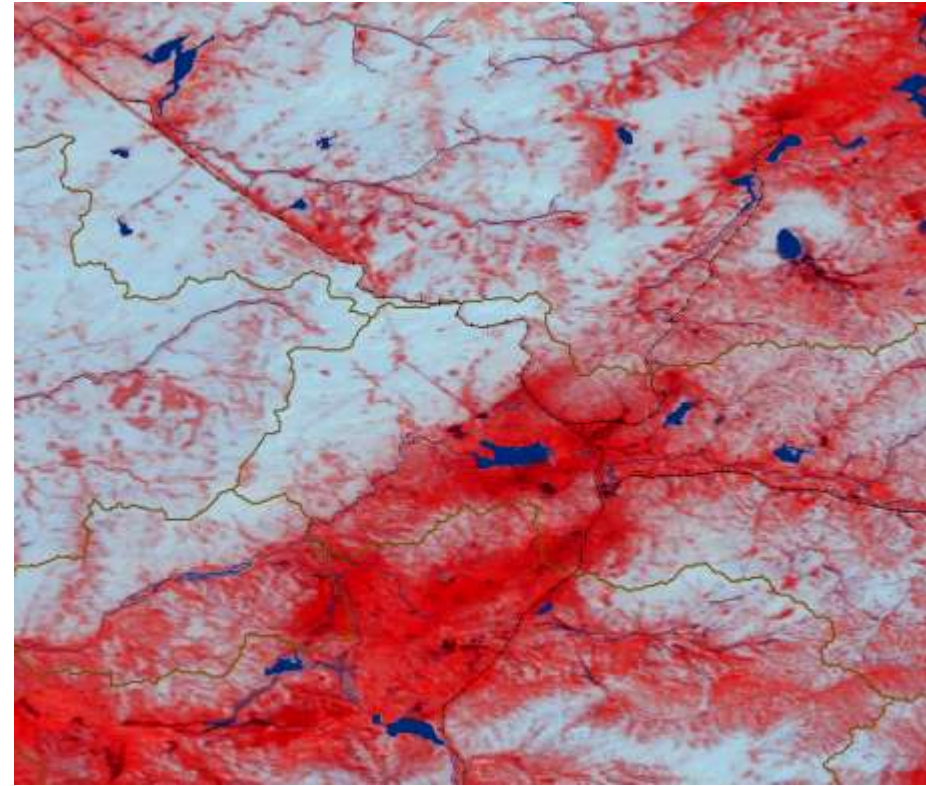
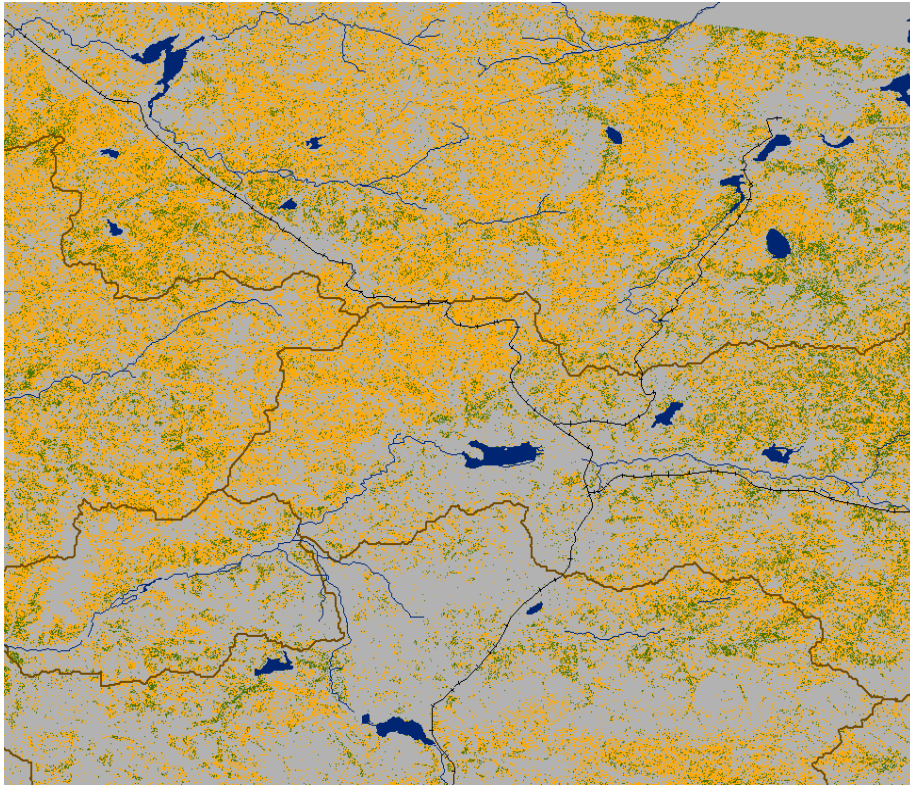
**б**



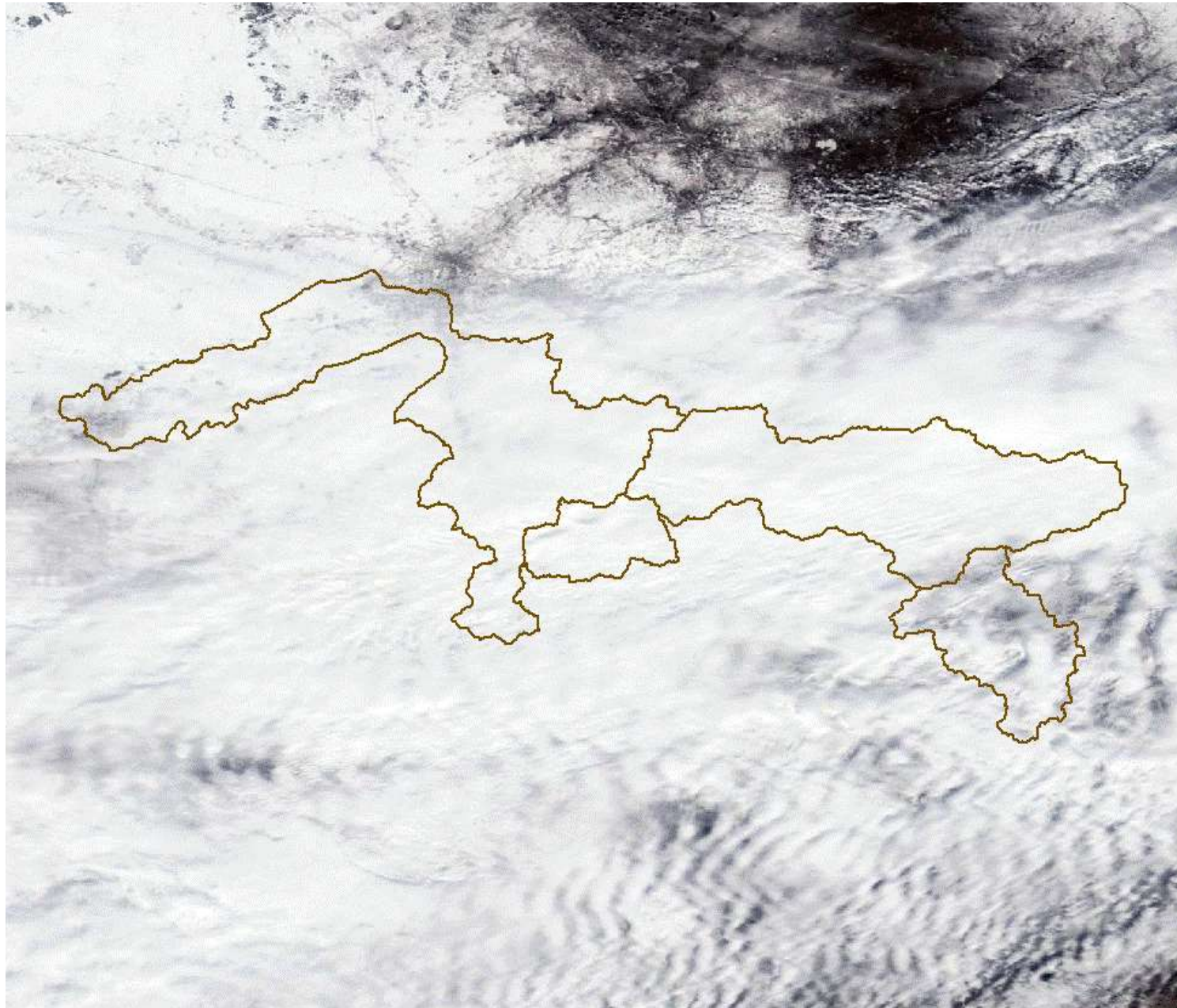
**Распределение величины  $R_{vv}$ , рассчитанное для снимка Sentinel-1  
за 10 мая 2017 года для части бассейна реки Нура**



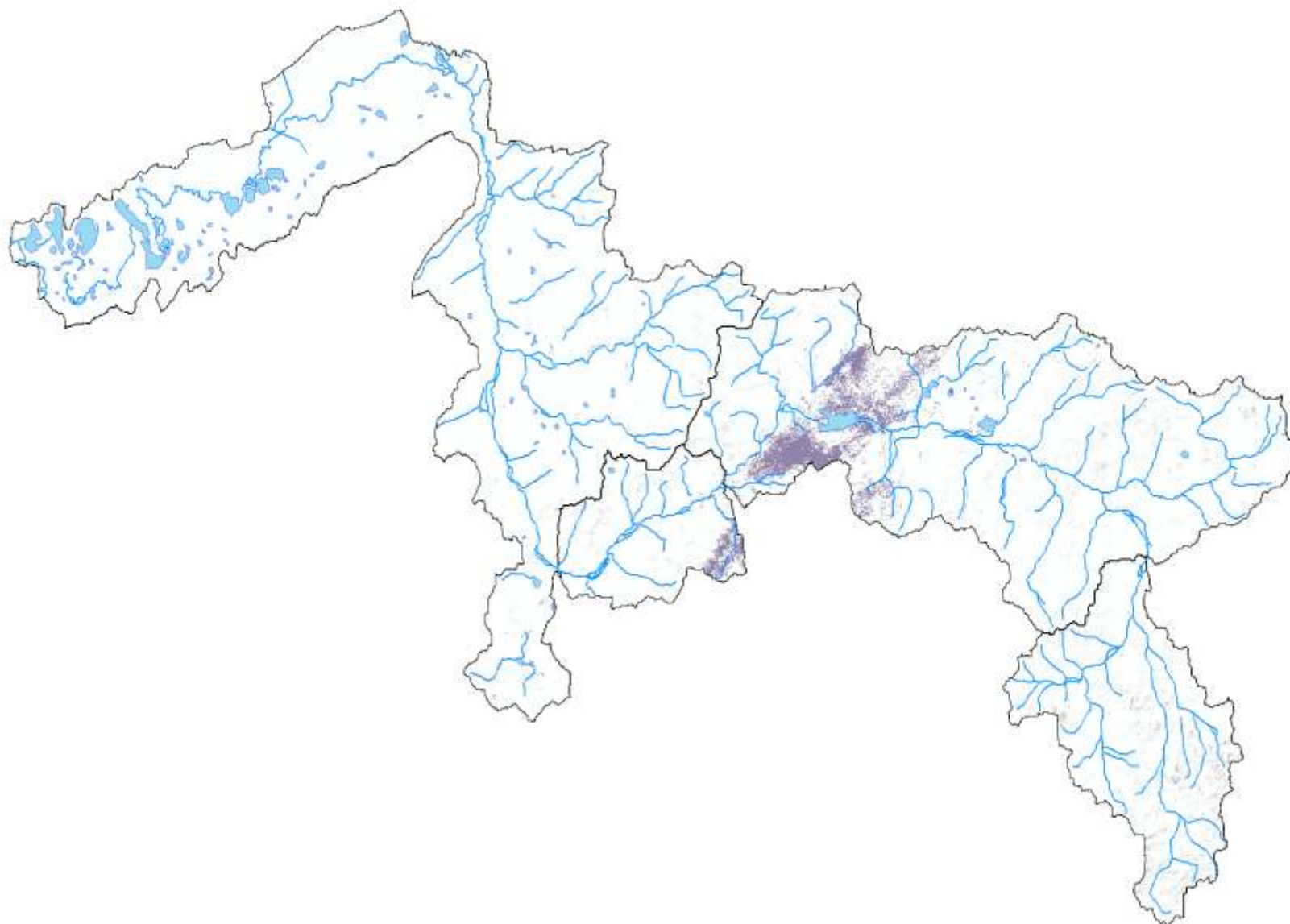
**Маска влажного снега по радарным данным Sentinel-1 за 4 апреля 2017 года (а) и маска снега по данным MODIS за 3 апреля 2017 года (б) для части бассейна реки Нура**



**MODIS за 4 апреля 2017 года для бассейна реки Нура**

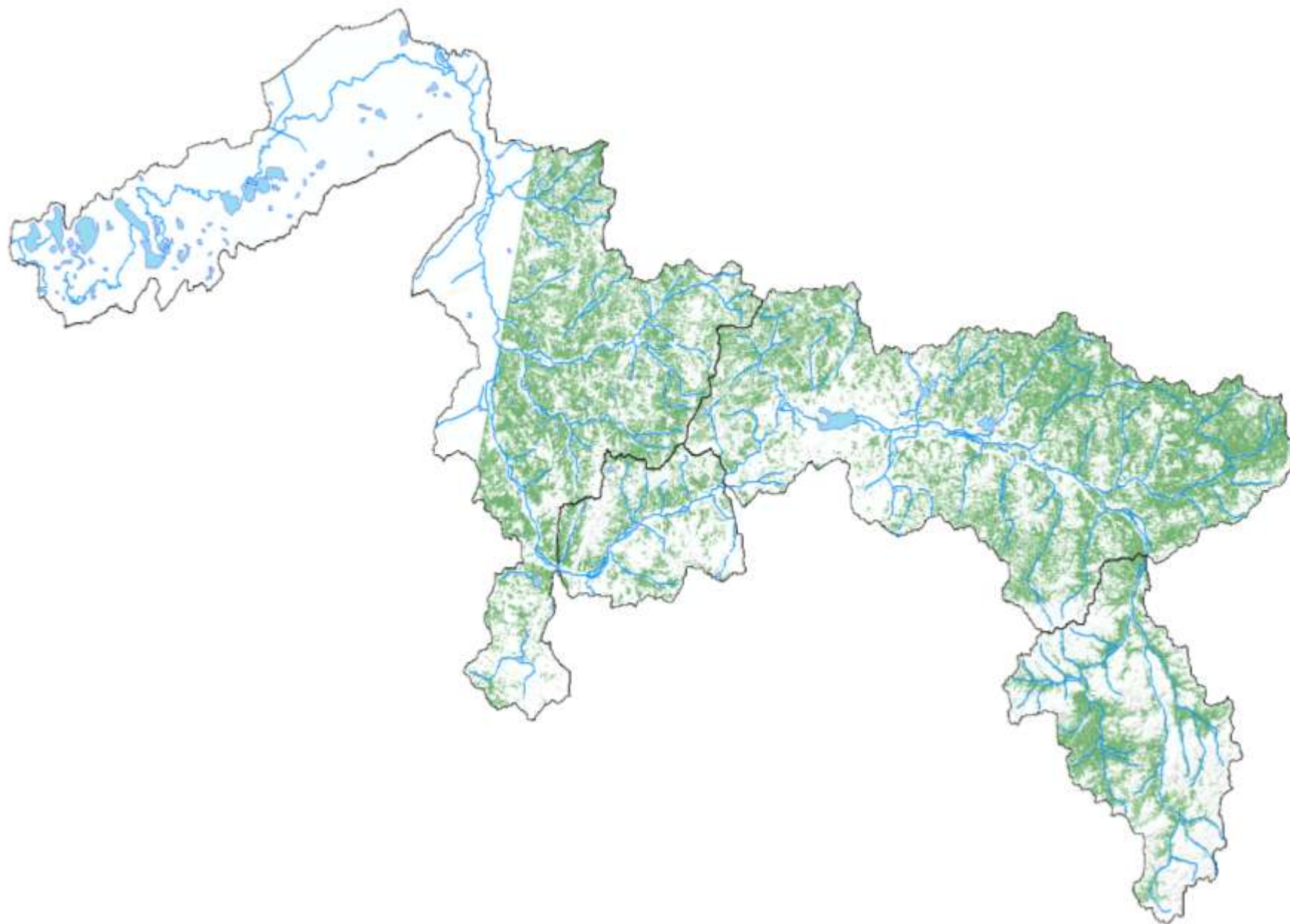


# Распределение зон влажного снега по радарным данным за 23 марта 2017 г.

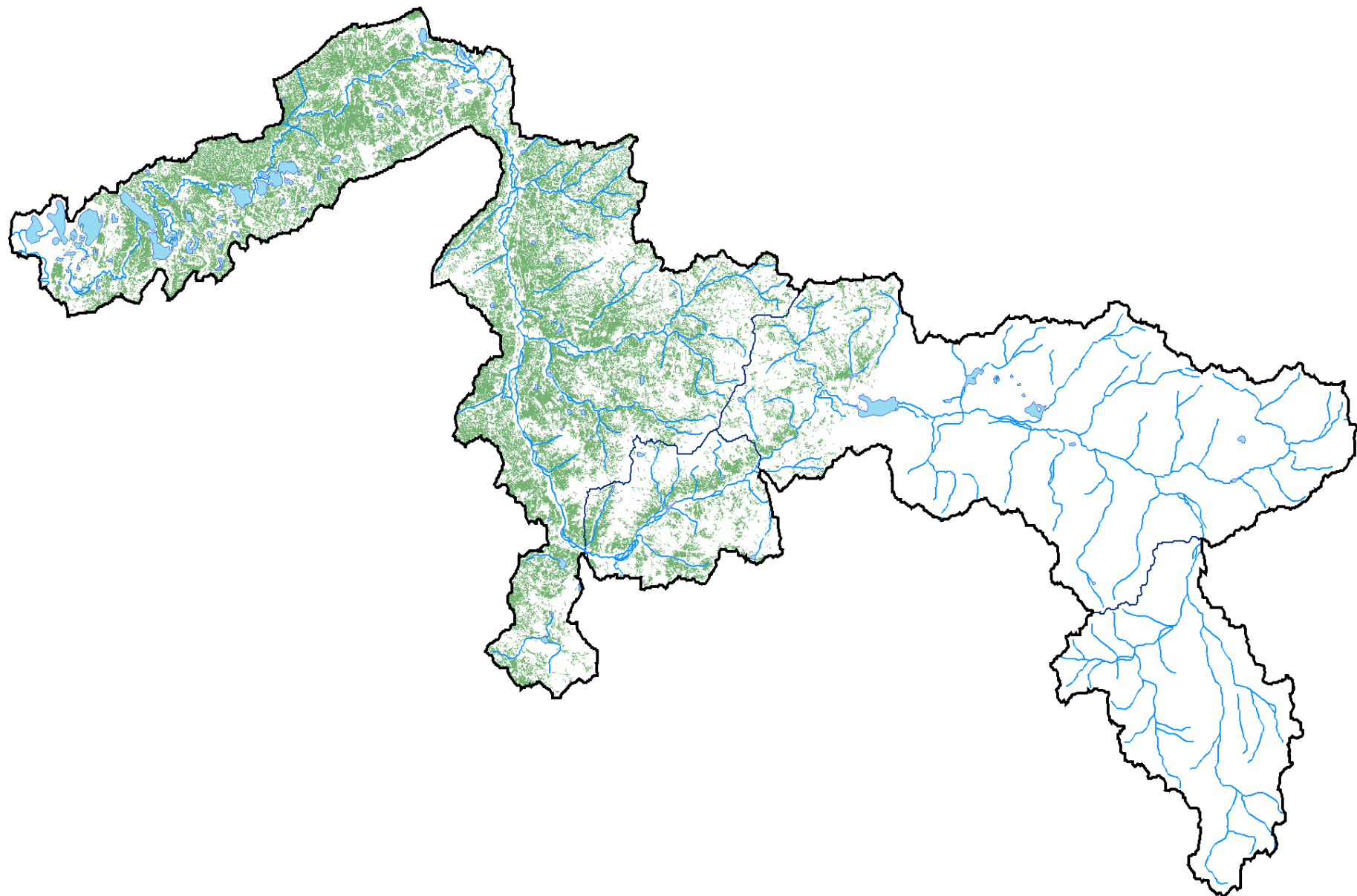




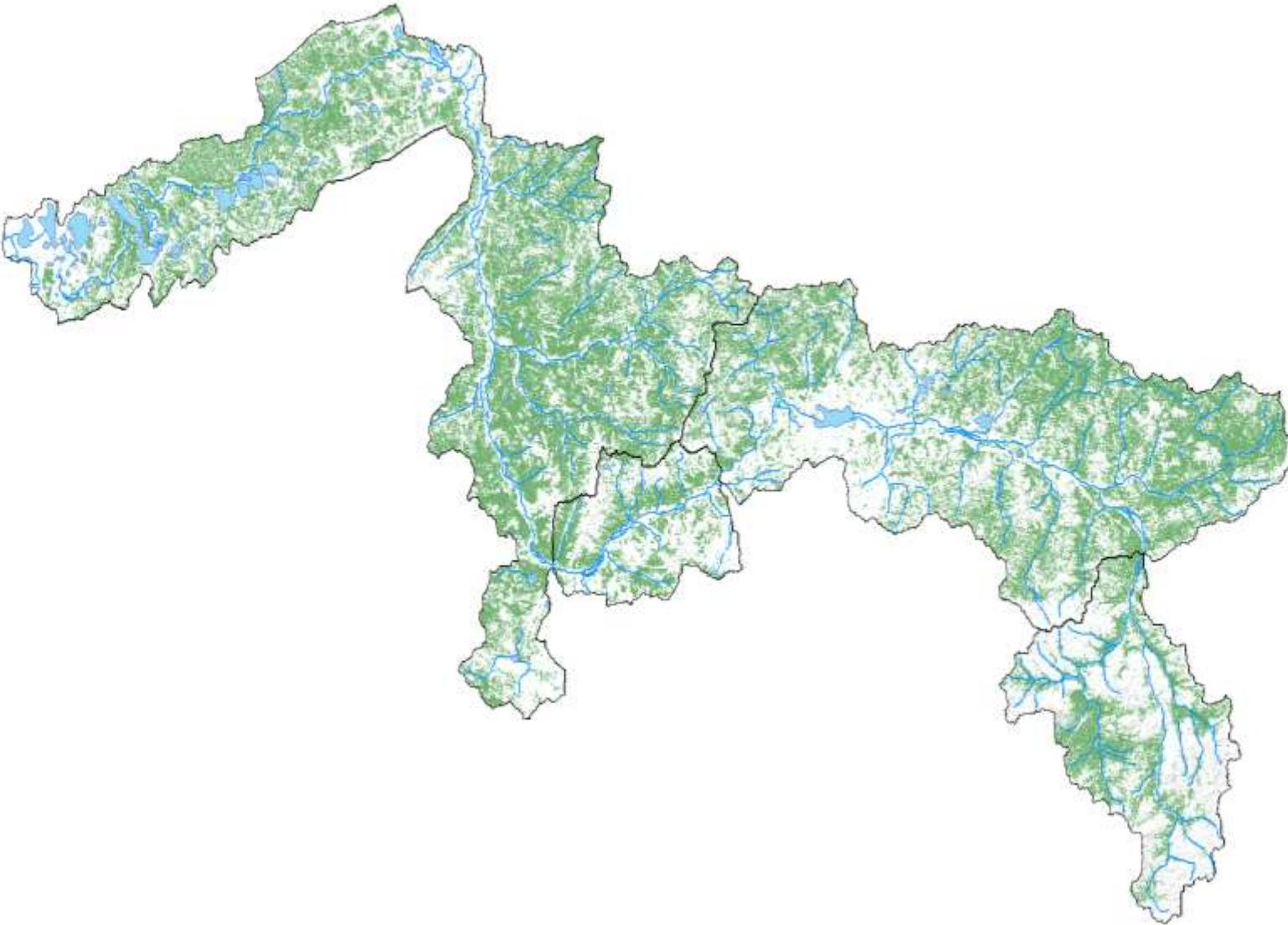
**Распределение зон влажного снега по радарным данным за 4 апреля 2017 г.**



# Распределение зон влажного снега по радарным данным за 9 апреля 2017 г.



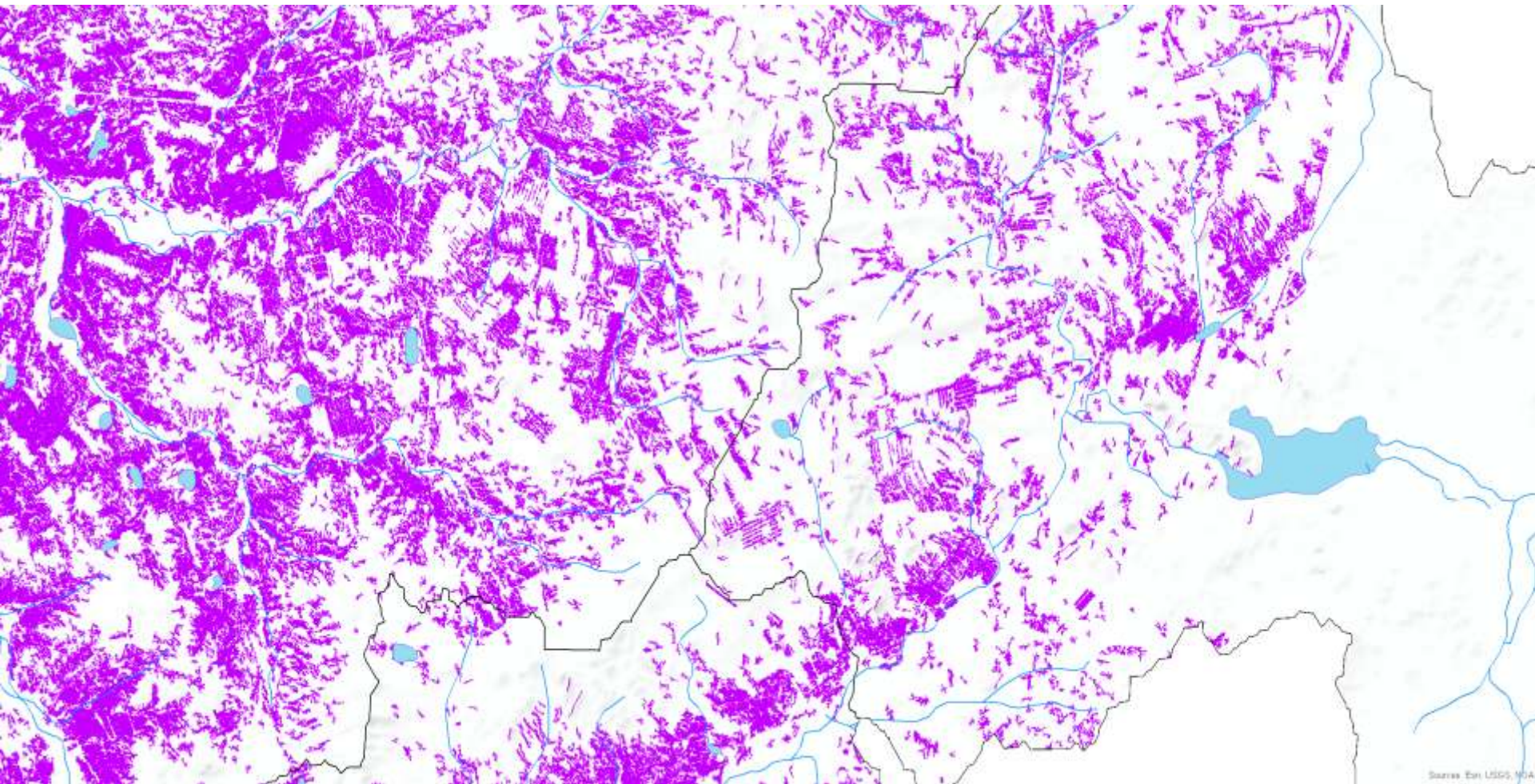
**Распределение зон влажного снега по радарным данным за 4-9 апреля 2017 г.**



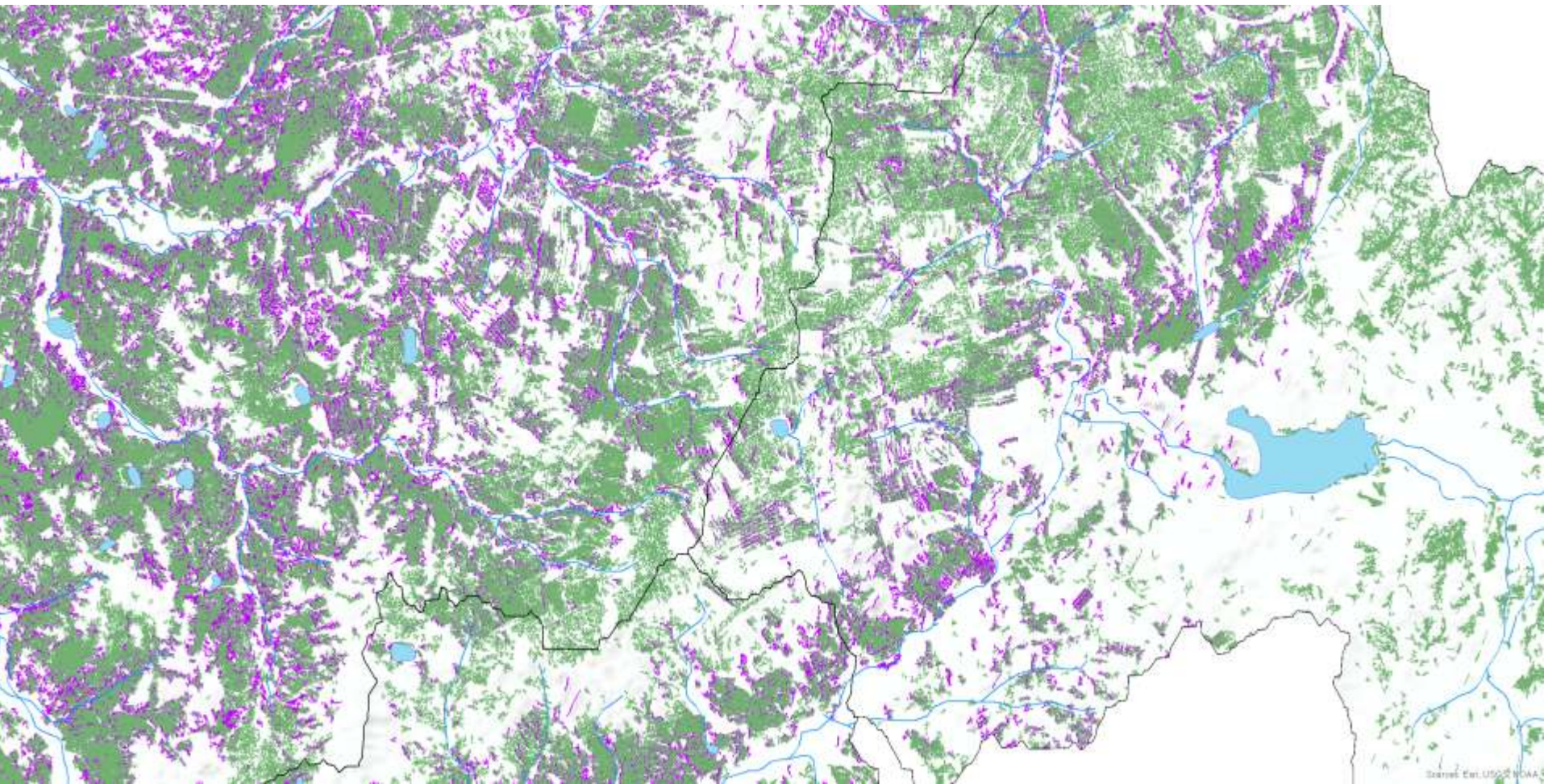
# Распределение зон влажного снега по радарным данным за 4 апреля 2017 г.



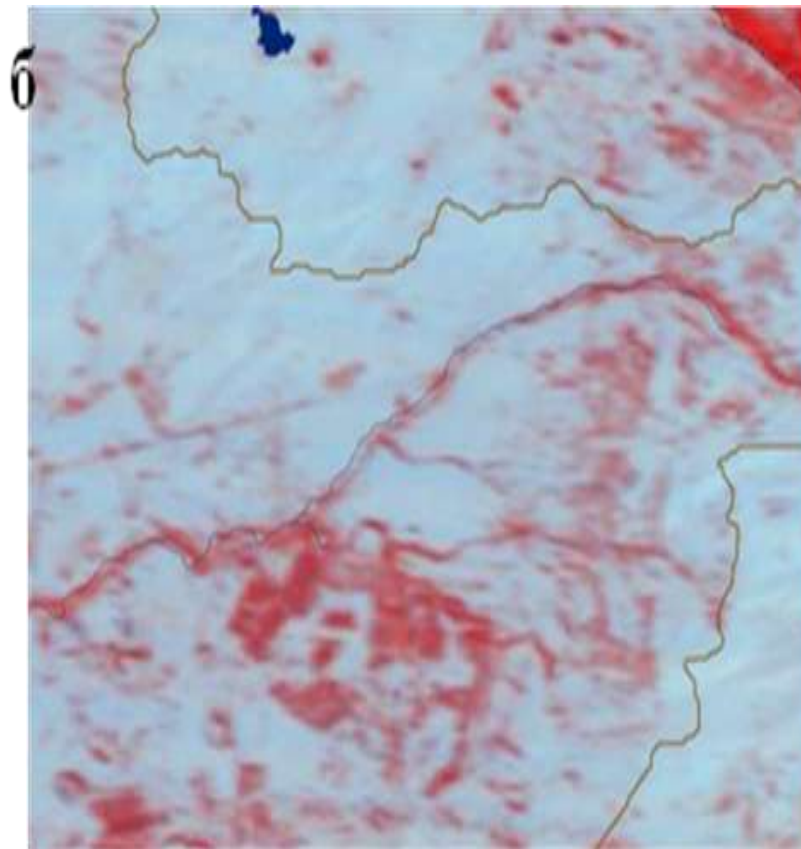
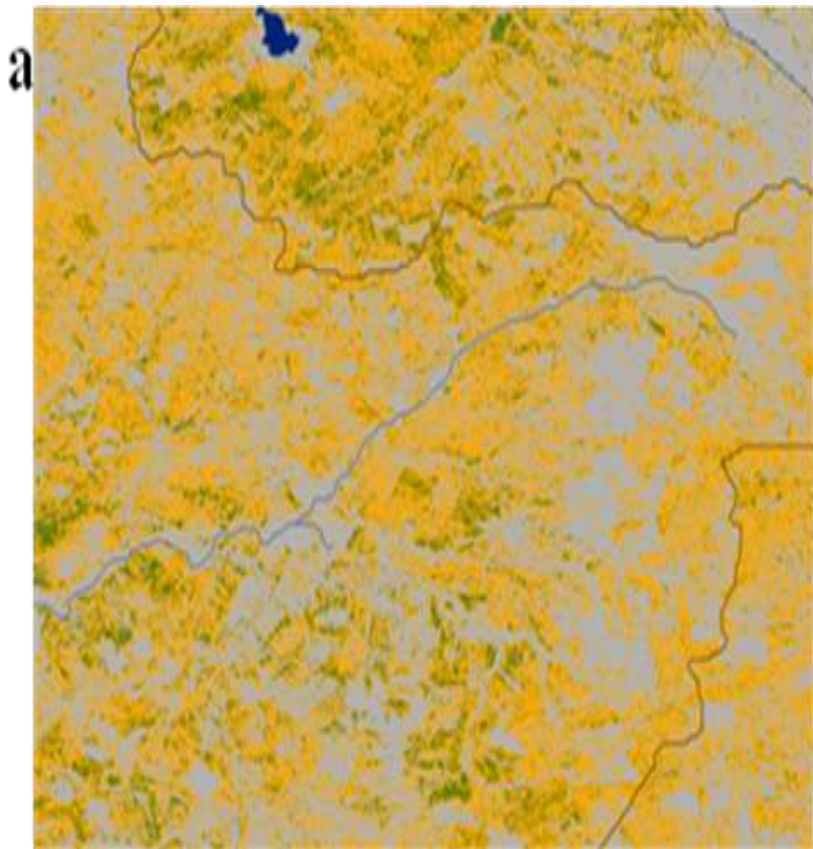
# Распределение зон влажного снега по радарным данным за 9 апреля 2017 г.



# Динамика распределения зон влажного снега по радарным данным за 4-9 апреля 2017 года

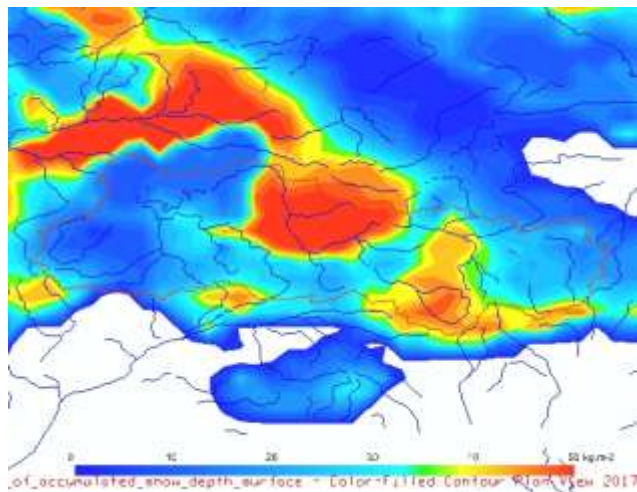


**Маска влажного снега, полученная по радарным данным Sentinel-1 за 4 апреля 2017 года (а), и маска снега по данным MODIS за 3 апреля 2017 года (б) для части бассейна реки Нура**

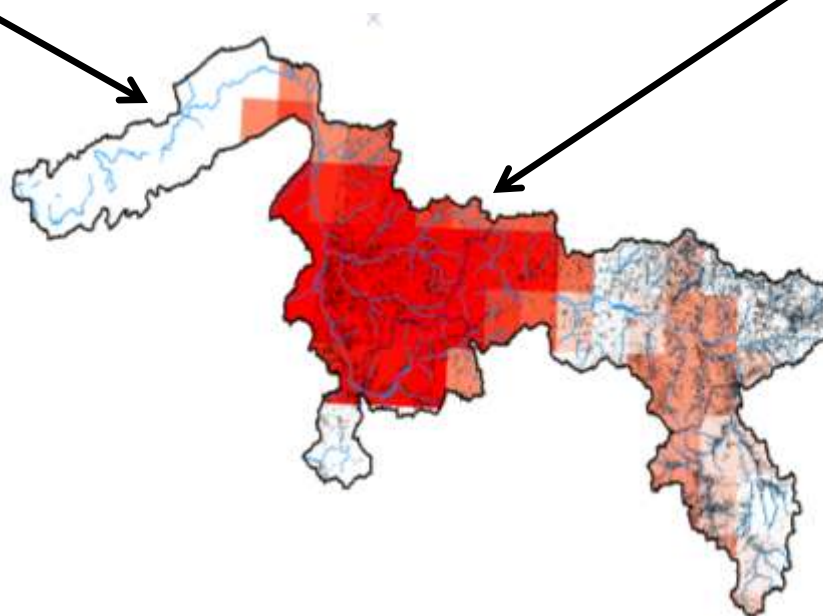
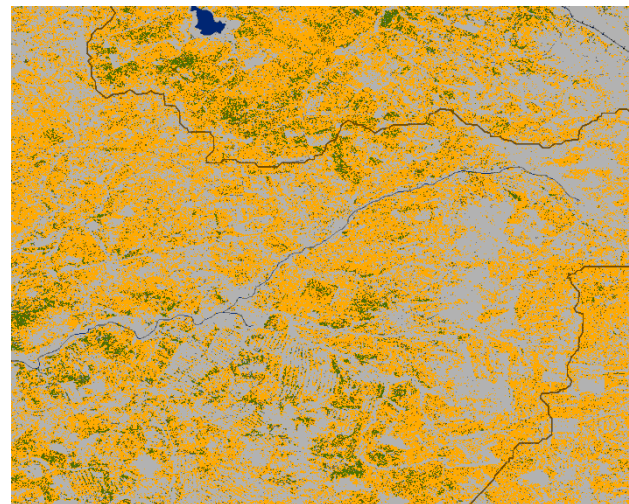


# Распределения наиболее потенциально опасных паводковых мест по данным за 4 апреля 2017 года

Оценка содержания воды в снежном покрове по данным GDAS за 04 апреля 2017 года

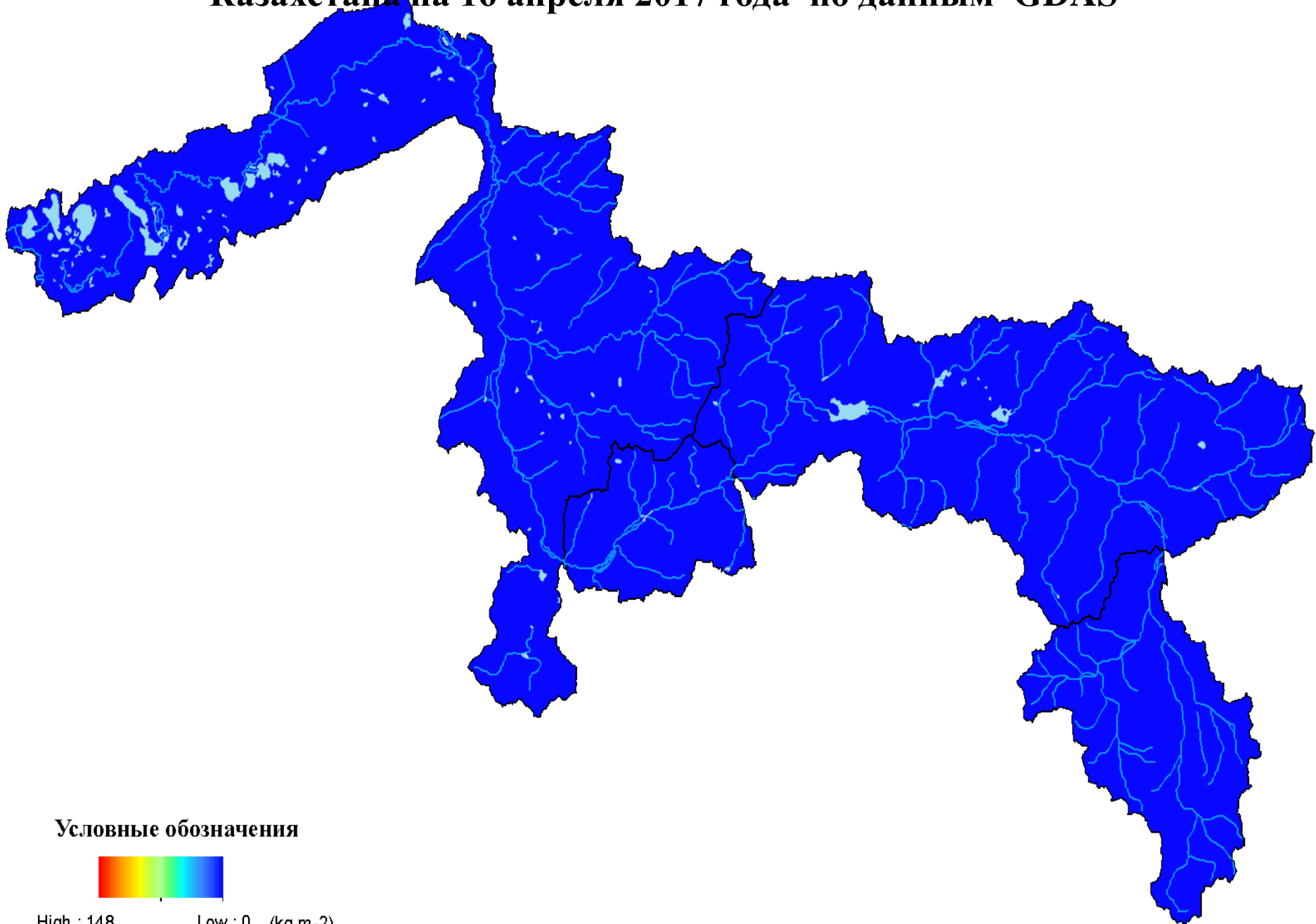


Маска влажного снега, полученная по радарным данным Sentinel-1 за 4 апреля 2017 года





# Карта содержания эквивалента воды в снежном покрове на территории Казахстана на 16 апреля 2017 года по данным GDAS



Условные обозначения

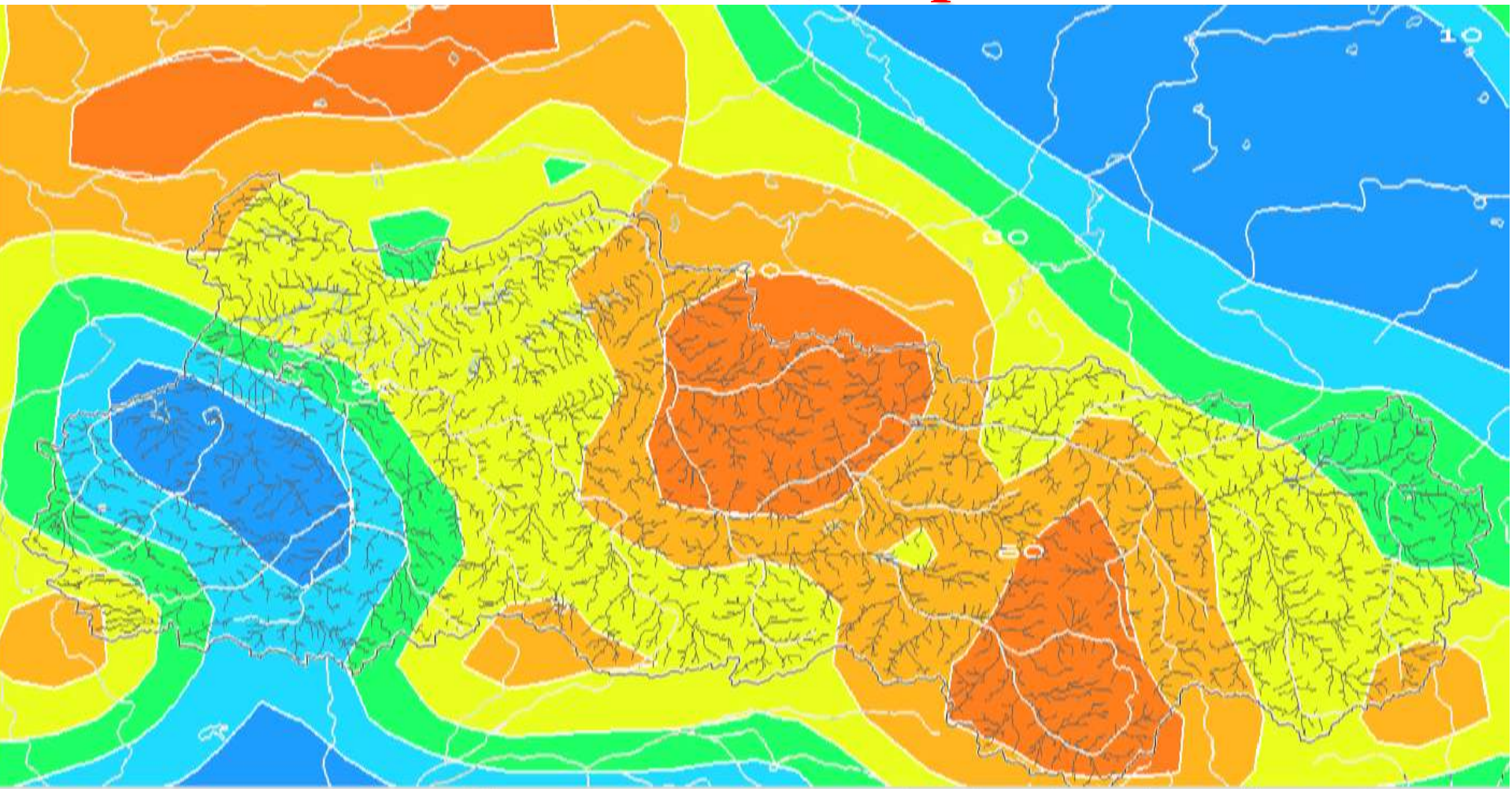


High : 148

Low : 0 (kg.m-2)

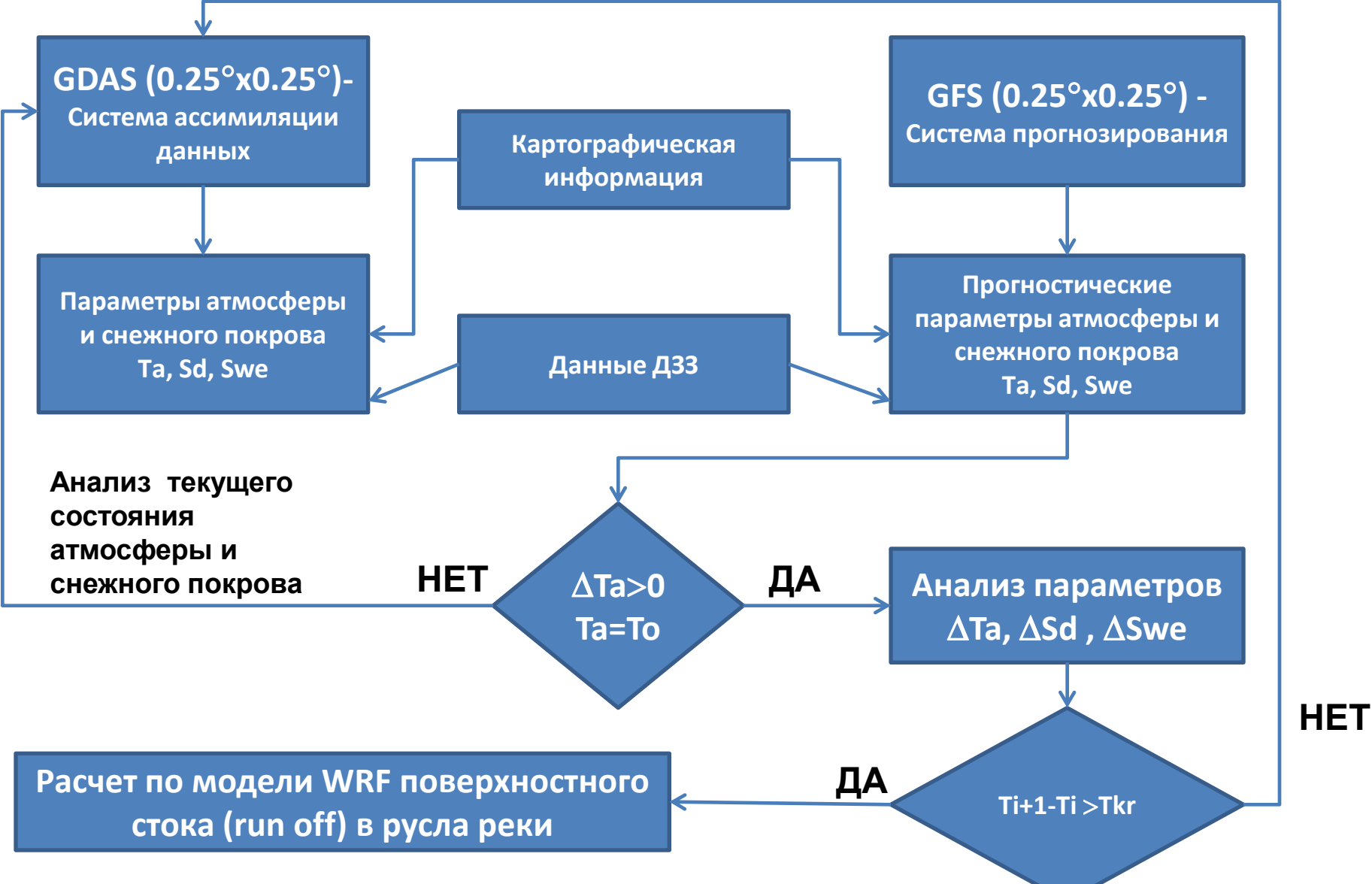
Национальный центр космических исследований и технологий

# Прогноз возникновения и развития паводков на основе данных GDAS, ДДЗ и методов моделирования



Каипов И.В. , Архипкин О.П., Бекмухамедов Б.Э., Гаврук С.В.

# Методика комплексного анализа ДДЗ различного разрешения, метеорологических, наземных и картографических данных с целью прогноза возникновения и развития паводков и наводнений



# Поля приземной температуры воздуха за 7-9 апреля 2017 года

