



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

К вопросу сопоставления наземных и спутниковых данных о снежном покрове



Кауазов Азамат Маратович

Москва, ИКИ РАН, 14-18 ноября 2022 г.



Данные

Данные дистанционного зондирования.

Косвенные измерения.

Источником информации является электромагнитное излучение, исходящее (отраженное) от земной поверхности в оптическом или ИК-диапазоне длин волн.

Наземные данные с МС.

Прямые измерения.

В прямых измерениях величина измеряется непосредственно физическим контактом инструмента и объекта.



Терминология

Имеется проблема сравнения дат схода снежного покрова по космическим и наземным данным, поскольку в метеорологии для наземных измерений используются два термина: «сход снежного покрова» и «разрушение устойчивого снежного покрова». Днём со снежным покровом считают такой, когда более половины видимой окрестности покрыто снегом (6 баллов). Устойчивым считается такой снежный покров, который лежит не менее месяца с перерывами не более 3 дней подряд или вразбивку, перерыву в один день в начале зимы предшествует залегание снежного покрова не менее 5 дней, а перерыву в 2-3 дня - не менее 10 дней; за дату разрушения принимается – день следующий за последним днем с устойчивым снежным покровом. дата схода – день следующий за последним днем со снежным покровом.



Проблема сопоставления балльности

Наблюдатель на МС оценивает залегание снежного покрова в баллах . При этом степень покрытия снежным покровом видимой окрестности оценивается в баллах по 10-балльной шкале (0,1 часть видимой окрестности принимается равной 1 баллу). Если снегом покрыта вся видимая окрестность, то степень покрытия равна 10 баллам;

Чему равна видимая окрестность для наблюдателя на Земле? Существует понятие геометрической дальности видимости расстояние D , на котором наблюдаемый объект скрывается от наблюдателя за выпуклостью Земли (за горизонтом); обуславливается кривизной Земли и рефракцией светового луча и зависит от высоты наблюдателя и наблюдаемого объекта над поверхностью Земли.



Проблема сопоставления балльности

Геометрическая дальность видимости линии горизонта D_0 в случае отсутствия рефракции определяется по формуле

$$D_0 = \sqrt{(R+h)^2 - R^2} = 3.57\sqrt{h},$$

где D_0 измеряется в км;

h — высота глаза наблюдателя над уровнем моря, м;

R — радиус Земли, км. |

Видимое расстояние до горизонта для наблюдателя даже высокого роста не превышает 5 км в одну сторону.

При этом нужно сделать поправку на эффект перспективы, с некоторого расстояния наблюдатель не видит проталины. Эмпирически эффект перспективы снижает видимую окрестность не менее чем на порядок. Таким образом наблюдатель может оценить залегание снежного покрова лишь в окрестности радиусом менее 1 км.

Между тем, спутниковые данные имеют пространственное разрешение 1 км и менее.



Проблема сопоставления балльности

В пределах пикселя изображение генерализовано. Таким образом, данные космического мониторинга не позволяют корректно оценить балльность на конкретной точке. Также вследствие облачности затруднительно оценить перерывы в три дня. В результате возникает некоторое разночтение в терминах, так как по спутниковым данным оценивается лишь факт схода или установления на конкретном пикселе изображения.

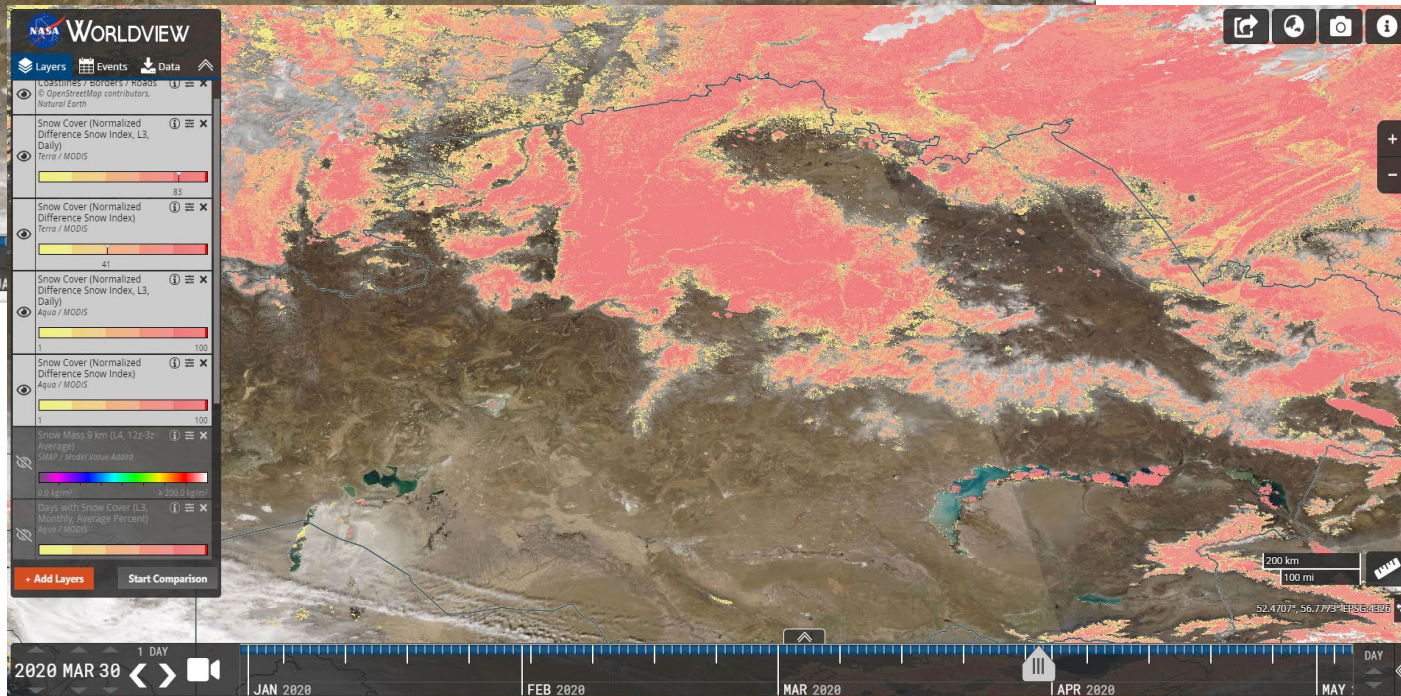
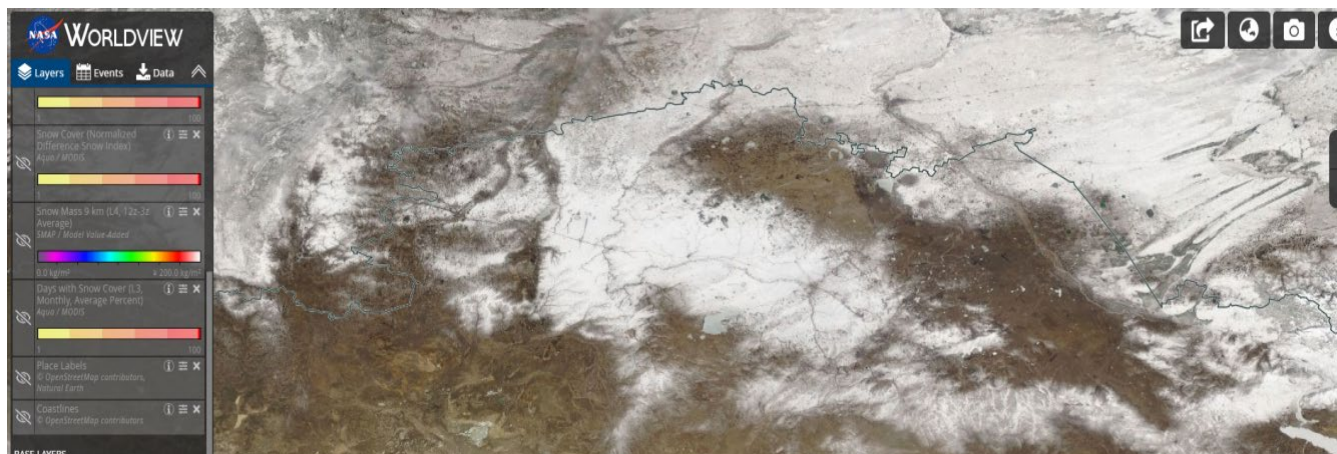


Особенности мониторинга снежного покрова

Наблюдение за снежным покровом в период его установления и схода по данным дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) представляет собой весьма непростую задачу по причине облачных погодных условий. Около 44% данных, полученных при помощи сенсора NOAA/AVHRR в осенний и весенний периоды, не могут быть использованы из-за плотной облачности. Из оставшихся данных не менее половины в той или иной степени неинформативны из-за наличия следов облачности. Таким образом, для произвольного элемента изображения лишь одна сцена из четырех или пяти дат несет достоверную информацию для последующего анализа, причем даты эти распределены неравномерно. Для безоблачных оптических снимков сравнение с данными наземных метеостанций показало высокую (около 95%) точность вычисления площади, покрытой плотным снежным покровом. При малой высоте снежного покрова (менее 5 см) по данным ДЗЗ в оптическом диапазоне наличие снега на изучаемой территории определяется с ошибкой, которая тем выше, чем меньше высота.

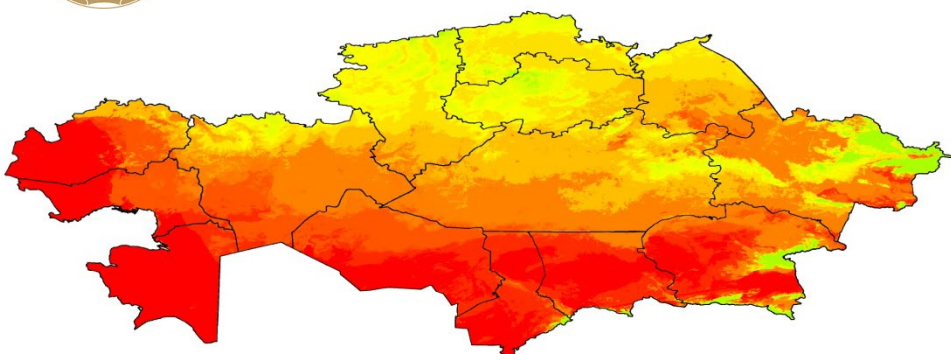


Распознавание снежного покрова

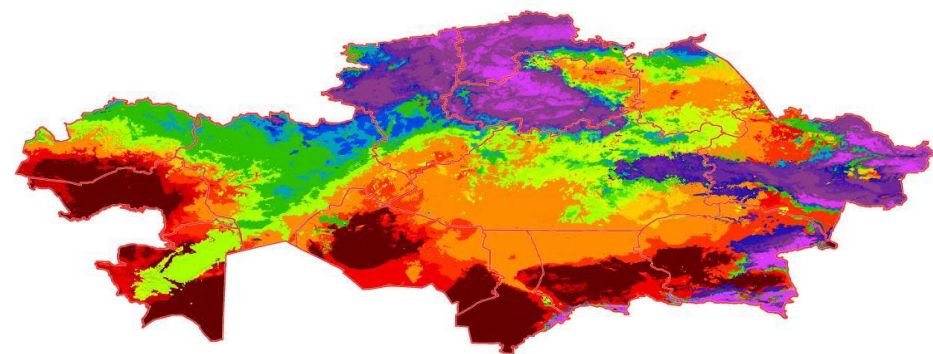




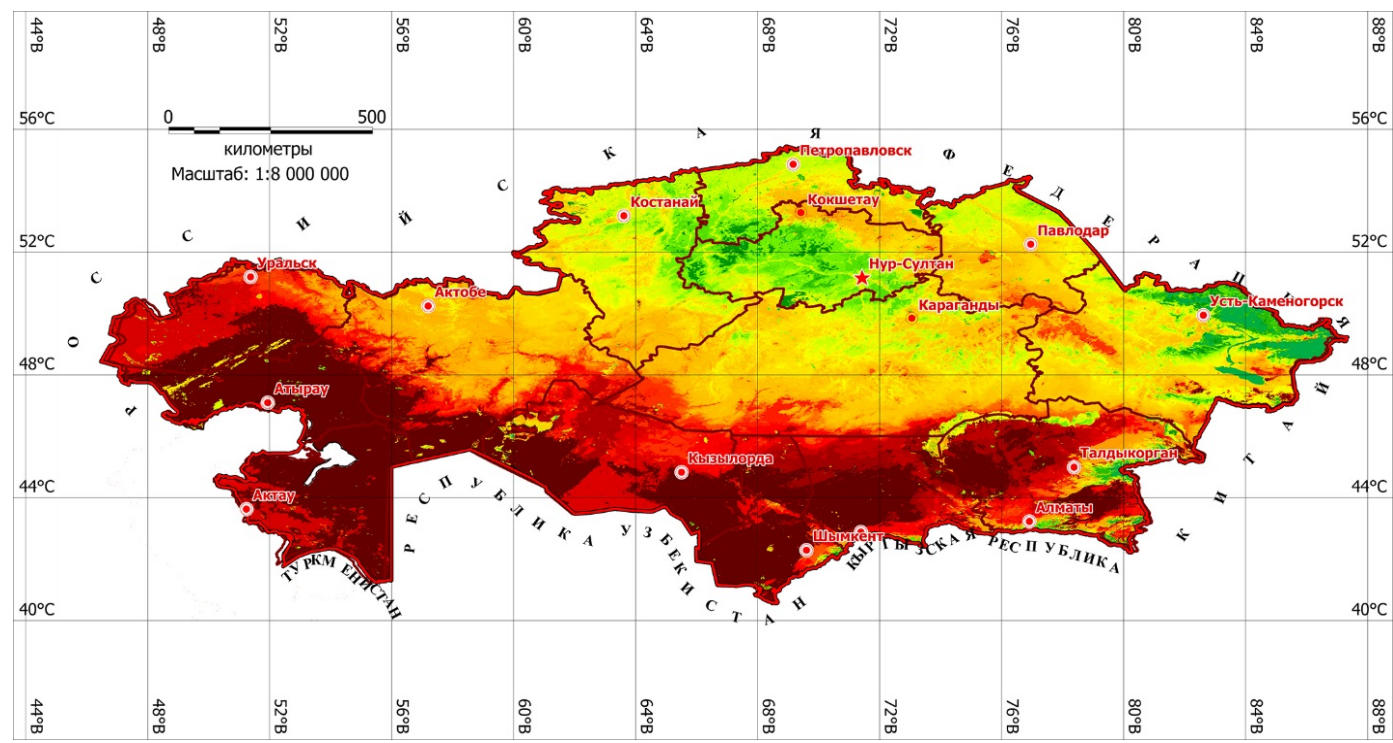
Межсезонная оценка динамики схода снежного покрова



2008 ранний сход



2003 поздний сход



2020





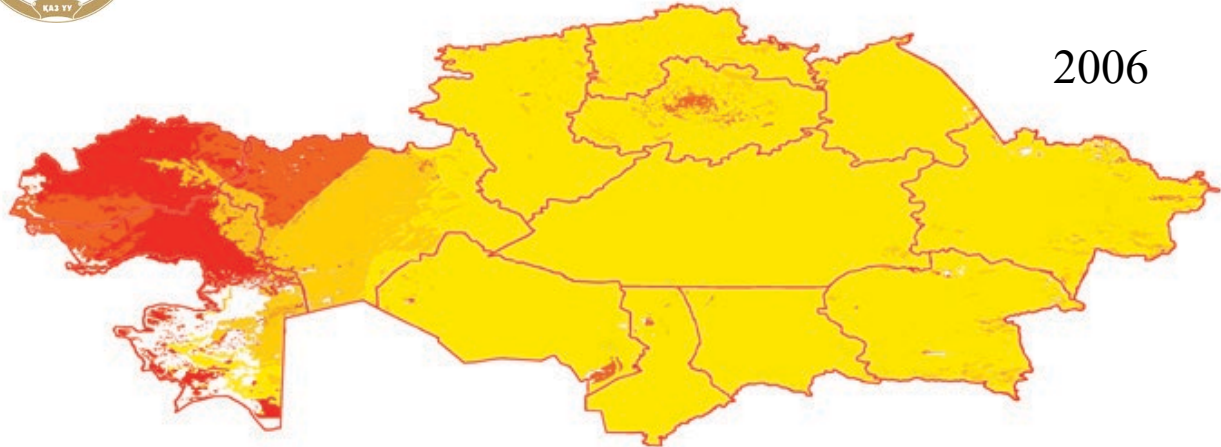
Особенности мониторинга снежного покрова

В отличие от снеготаяния, практически ежедневного процесса, с небольшим сдвигом границы за сутки, где даже один безоблачный снимок в неделю позволяет проследить динамику снеготаяния, установление снежного покрова процесс более динамичный и скорее скачкообразный. Типичным случаем, является многодневный период (естественный синоптический период) с активной циклонической деятельностью, следовательно с большим количеством сплошной облачности на огромных площадях, по окончании которого, наступают относительно безоблачные дни, когда можно видеть выпавший снежный покров. При этом оценить точную дату выпадения снежного покрова, а она может быть не одна, так как снегопад мог наблюдаться неоднократно в разные дни, и на разных территориях затруднительно.

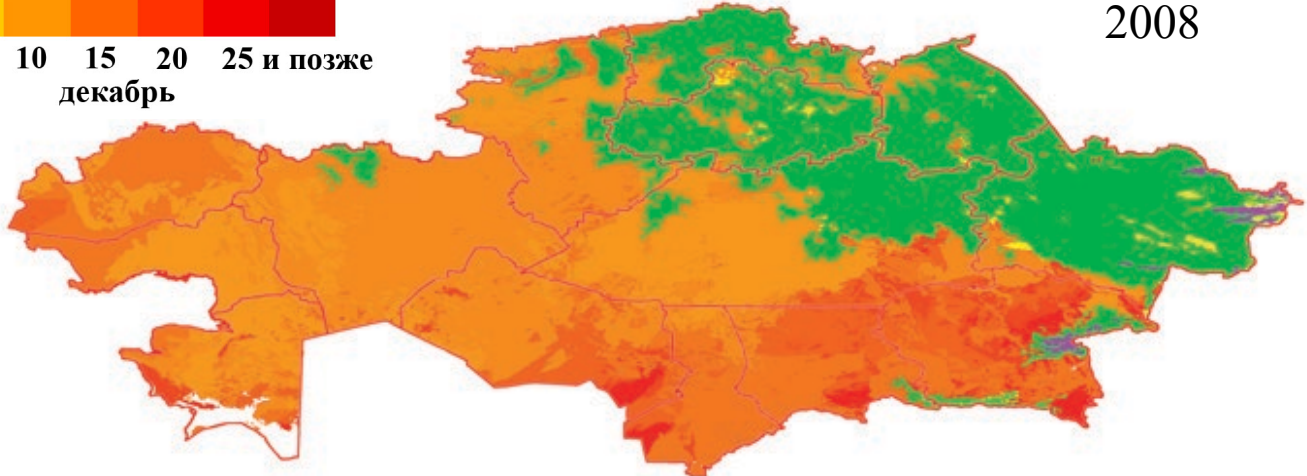
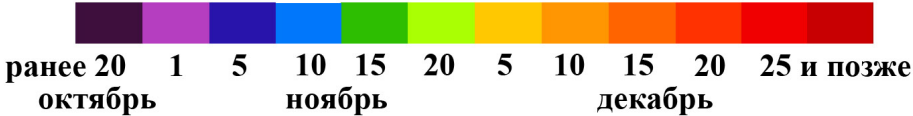
При этом обычно прослеживаемая на картах снеготаяния широтная зональность, отсутствует. Часто наблюдаются снежные полосы, вытянутые с юго-запада на северо-восток. При этом часть выпавшего снега в южных частях почти сразу стаивает, поэтому оценить сроки достаточно сложно.



Мониторинг установления снежного покрова



2006

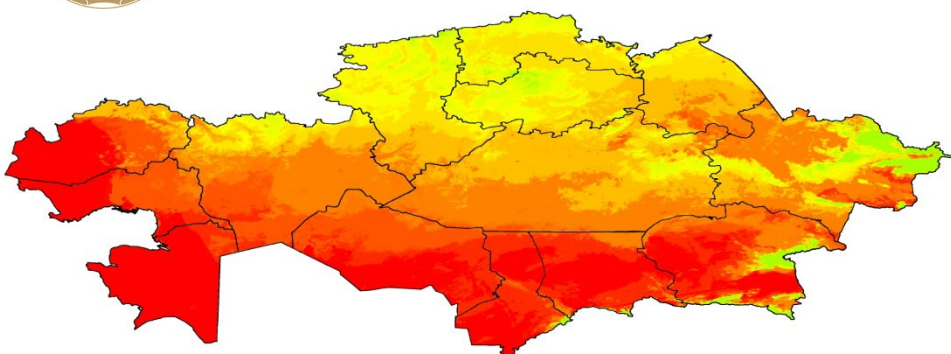


2008

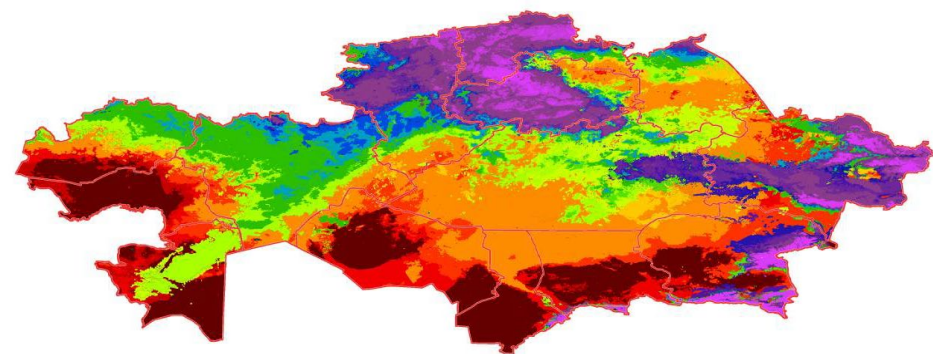
Процесс мониторинга установления снежного покрова по оптико-электронным данным весьма затруднен, так как неразрывно связан с циклонической деятельностью и сплошной облачностью вплоть до полной невозможности построения карт установления снежного покрова.



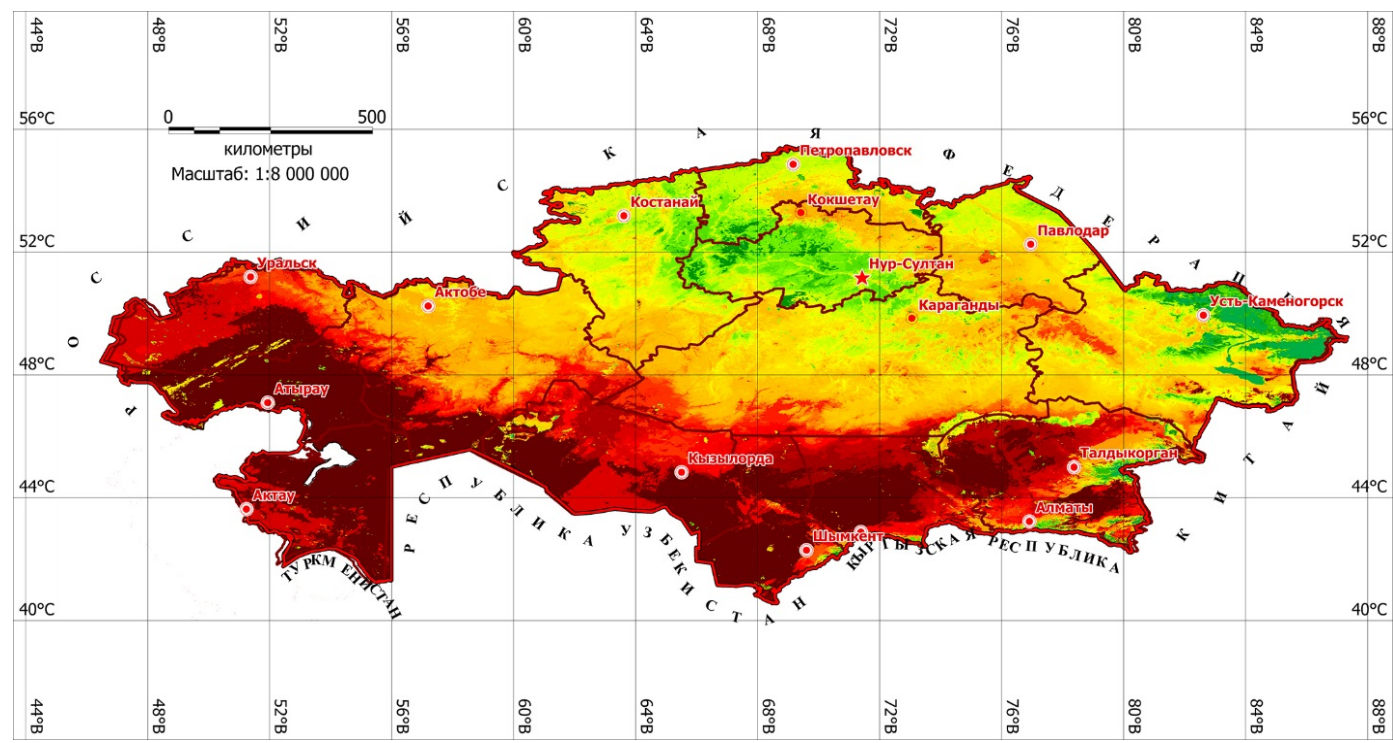
Межсезонная оценка динамики схода снежного покрова



2008 ранний сход



2003 поздний сход



2020

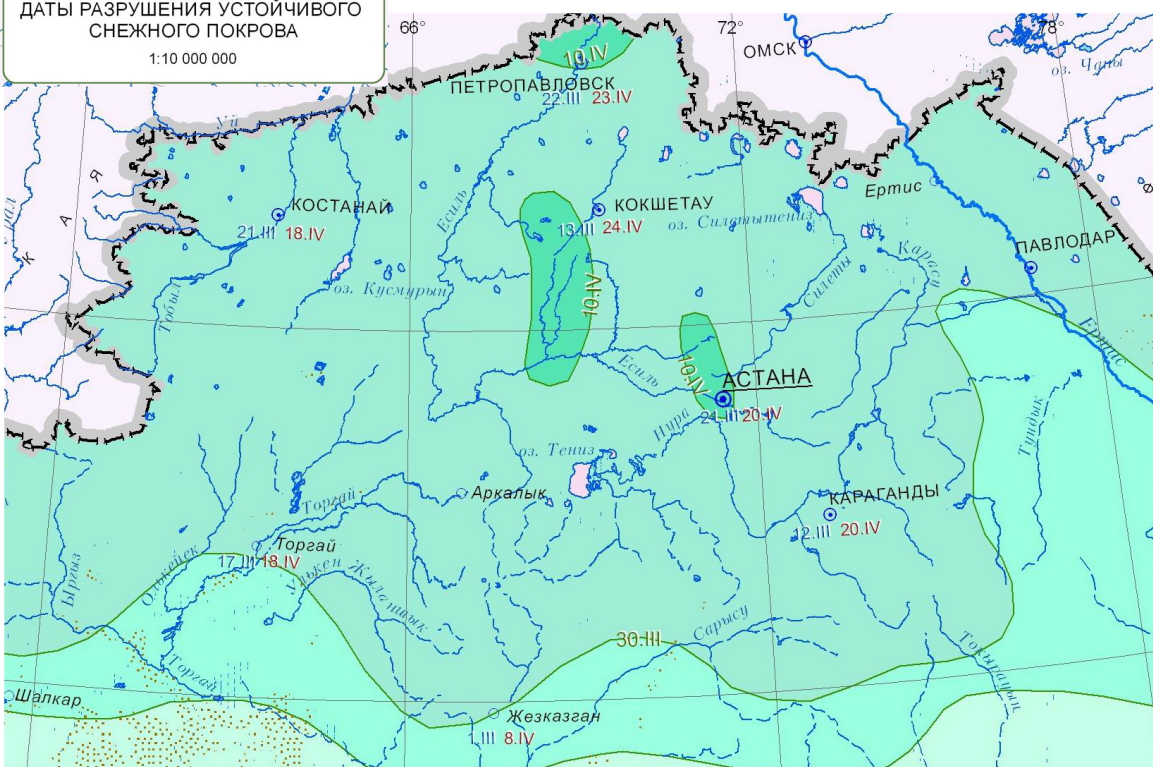


ДАТЫ РАЗРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО СНЕЖНОГО ПОКРОВА

1:10 000 000



– Фрагмент карты
среднегодовых дат
разрушения снежного
покрова [Республика
Казахстан. Природные
условия и ресурсы



— 10.III — Средние даты разрушения устойчивого покрова



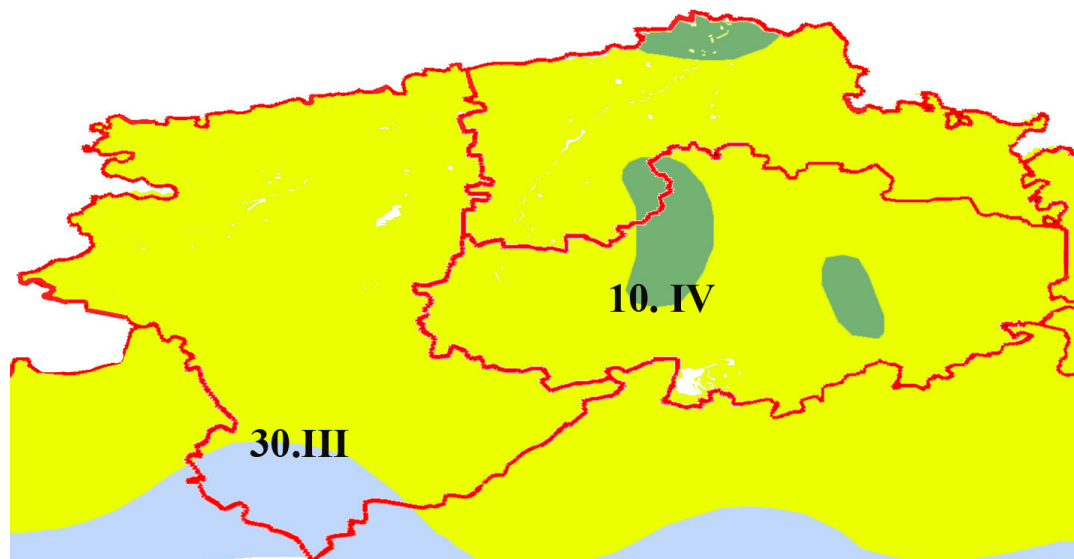
дни 20.II 30.II 10.III 20.III 30.III 10.IV где:

Крайние даты разрушения устойчивого снежного покрова

10.I самая ранняя

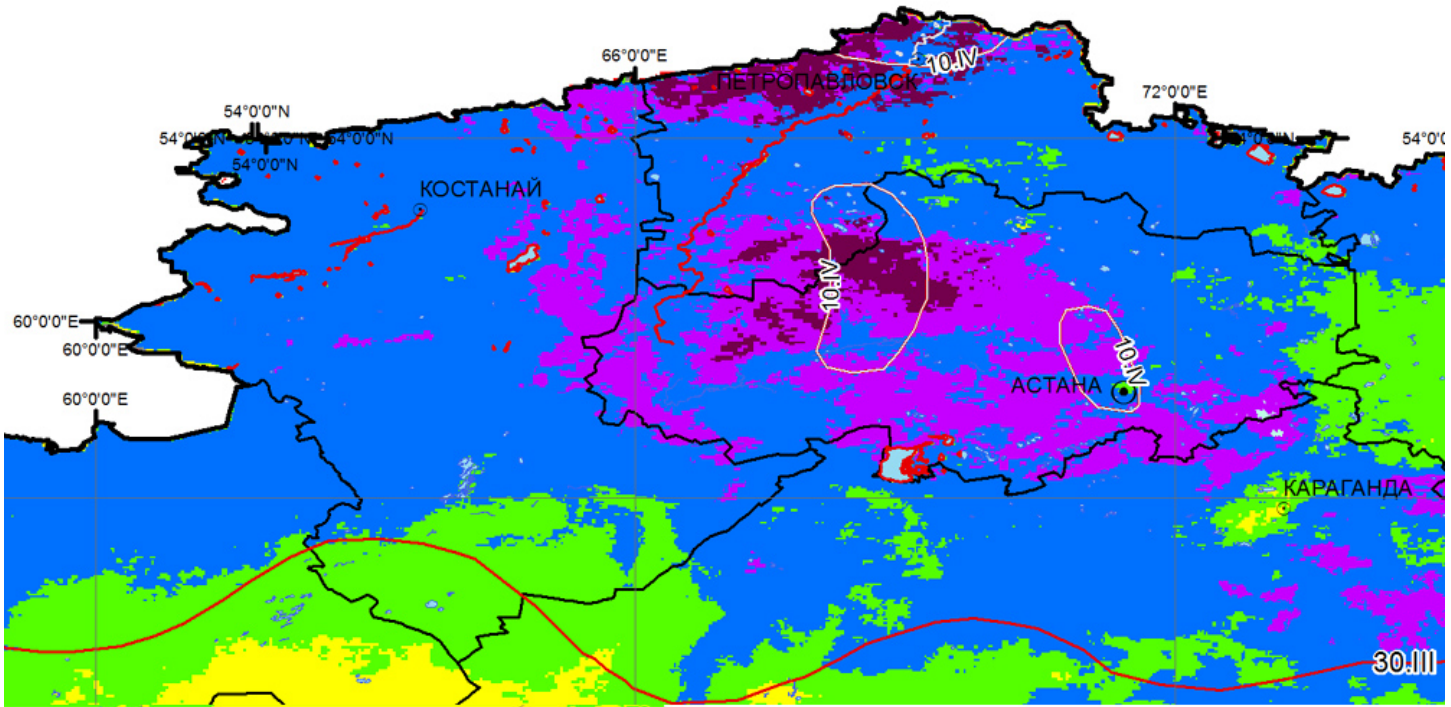
24.IV самая поздняя

Территория с неустойчивым снежным покровом



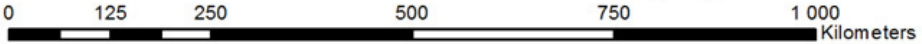


Различие изолиний дат разрушения снежного покрова в последней декаде марта и первой декаде апреля



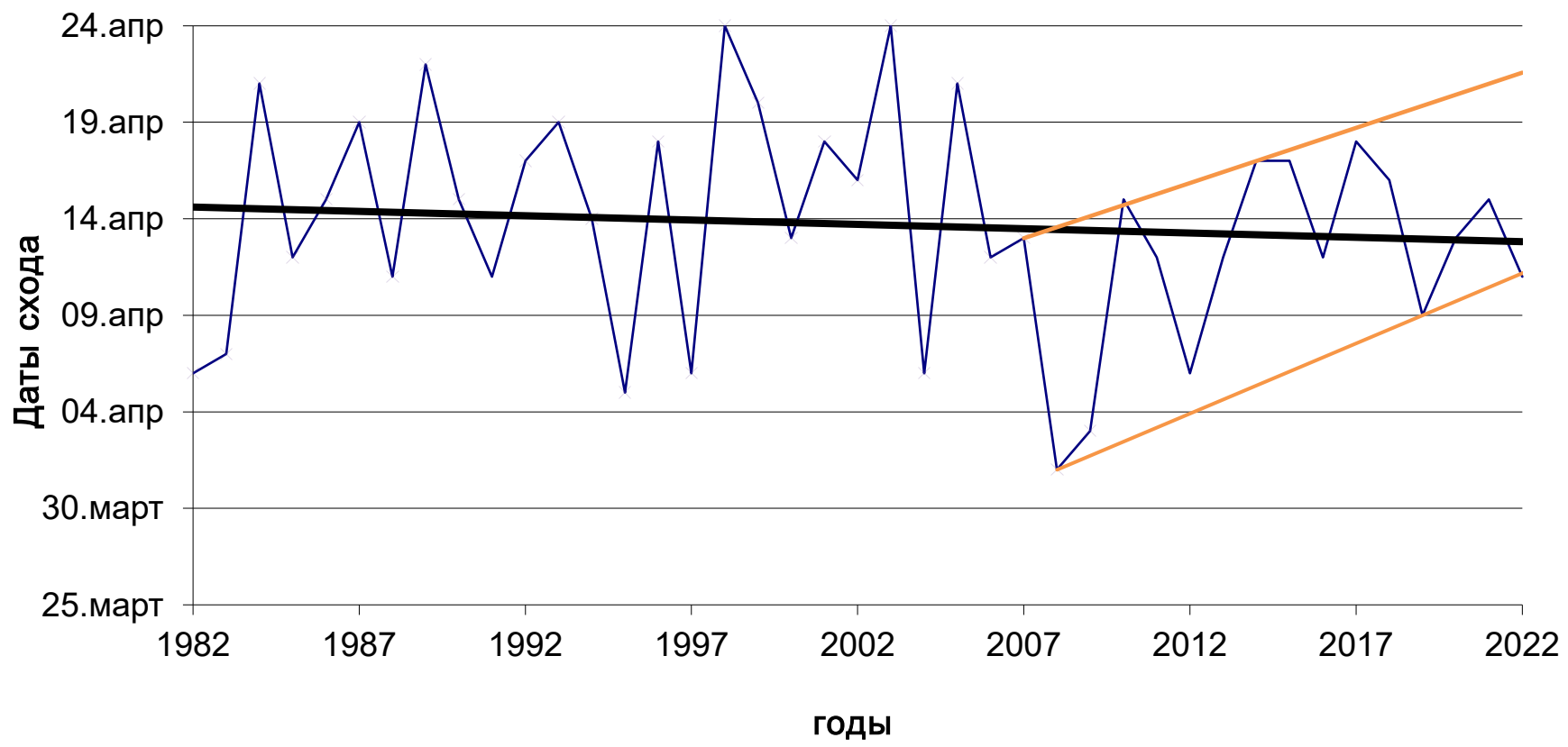
Средние даты схода снежного покрова

- 30.IV
- 20.IV
- 10.IV
- 30.III
- 20.III
- 10.III



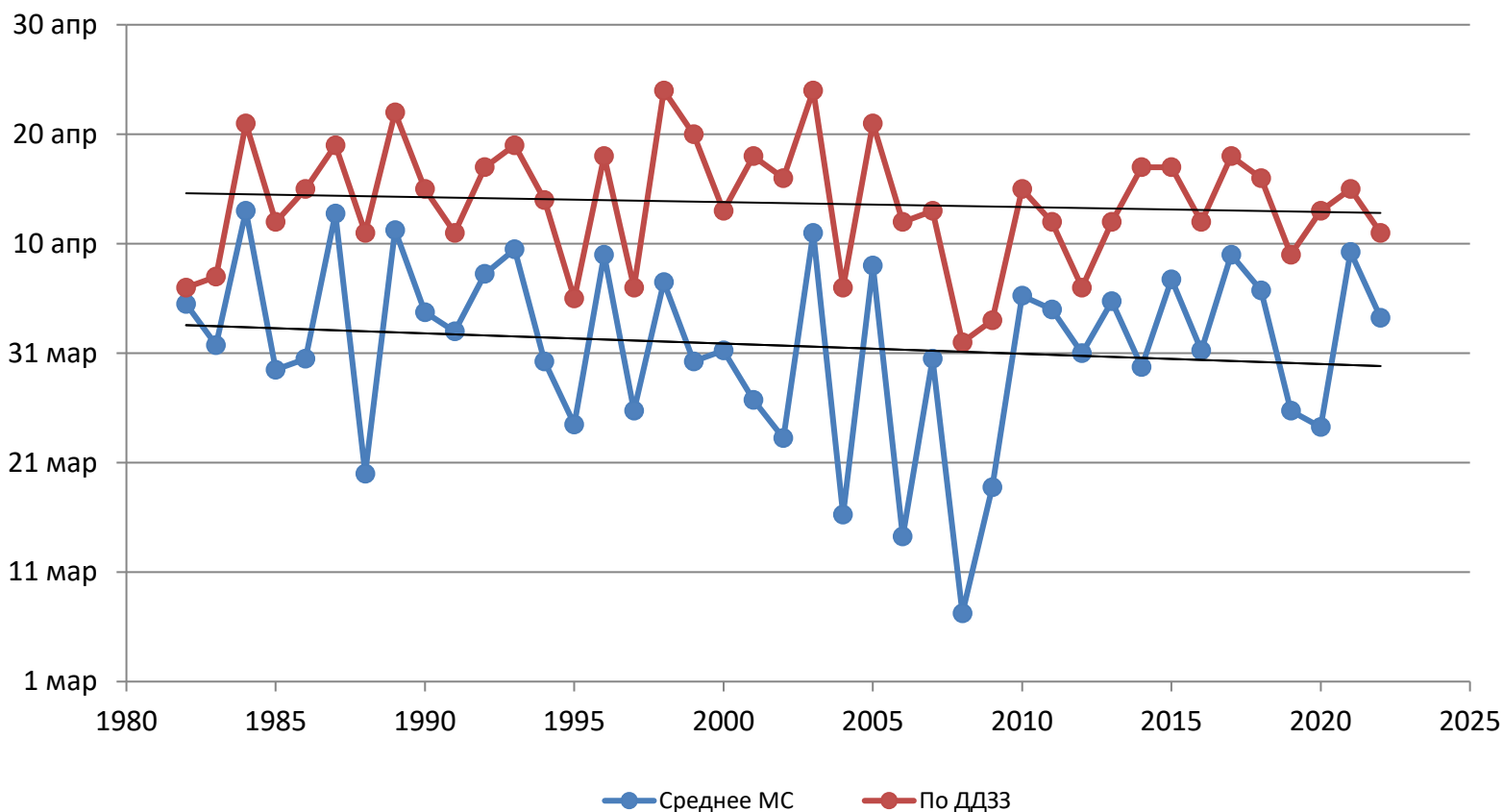


Динамика изменений наиболее поздних дат схода снежного покрова по ДДЗЗ





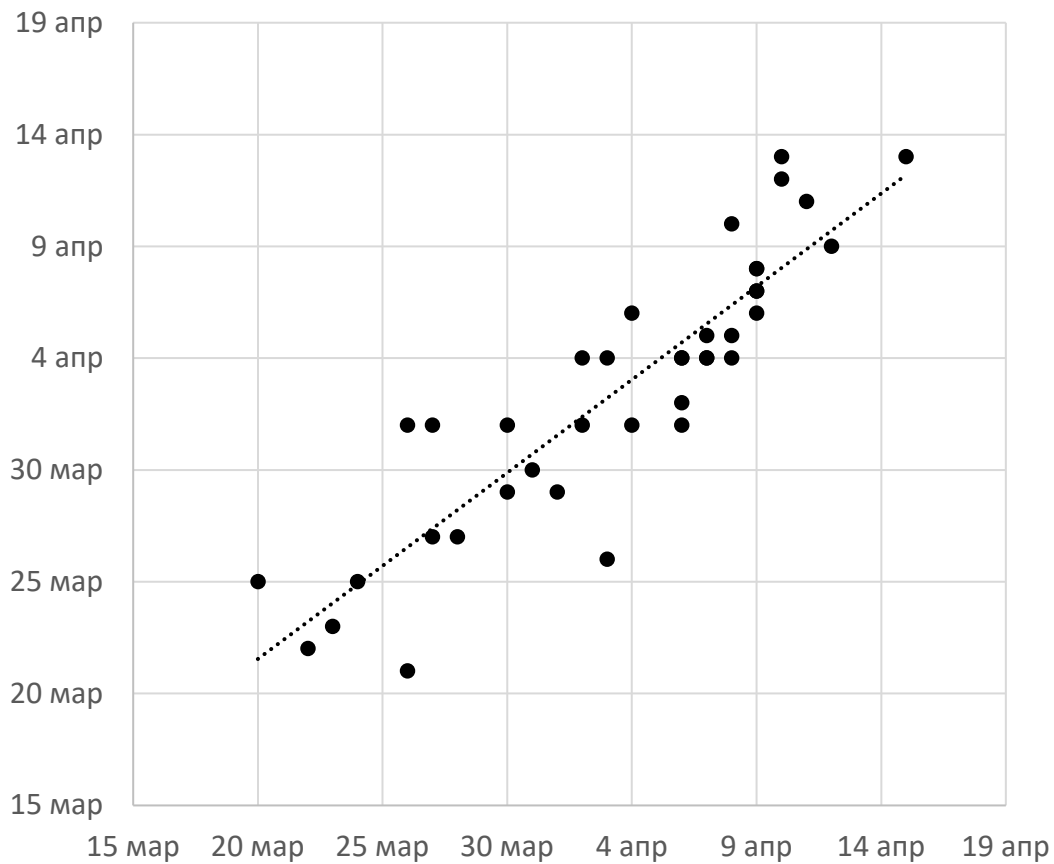
Сравнительная динамика изменений наиболее поздних дат схода снежного покрова по ДДЗЗ и осредненных дат схода по наземным МС



- Коэффициент корреляции 0,70
- Данные ДЗЗ показывают более **поздний** сход в среднем на 13 дней.
- Стандартное отклонение 6 дней



даты схода снежного покрова по ДЗЗ и по наземным МС



- Коэффициент корреляции 0,89
- Данные ДЗЗ показывают более **ранний** сход в среднем на 1 день.
- Стандартное отклонение 3 дня

Спасибо за внимание