

Анализ динамики схода снежного покрова в Республике Казахстан с 2001 по 2010 гг. по спутниковым данным NOAA/AVHRR

А.М. Кауазов, Н.Р. Муратова, С.И. Тюрбаева

*ДТОО Институт космических исследований им. Академика У.М. Султангазина,
050010, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко 15
E-mail: a_kauazov@mail.ru*

В работе приводятся анализ динамики снеготаяния на территории Республики Казахстан с 2001 по 2010 годы. Приведены схематические карты сроков начала снеготаяния и разрушения снежного покрова для территории Северного Казахстана с 2001 по 2010 год и карты наиболее ранних и поздних сроков схода. Подробно рассмотрен процесс формирования карт динамики схода снежного покрова. Проведено сравнение процессов снеготаяния за разные годы, указаны площади заняты снежным покровом на 1 декаду марта и апреля.

Ключевые слова: снежный покров, космический снимок, дистанционное зондирование, дата схода, площадь снежного покрова, карта, декада, снеготаяние.

Введение

Известно, что снежный покров в значительной степени определяет режим весеннего увлажнения почв Северного Казахстана, что в свою очередь имеет важное значение для сроков проведения посевных работ и соответственно урожая зерновых культур.

Для мониторинга снежного покрова на больших территориях используются данные полярно-орбитальных гелиосинхронных метеорологических спутников NOAA, оснащенных радиометром AVHRR. Наличие данных в пяти спектральных каналах (0,58–0,68; 0,725–1,1; 3,55–3,93; 10,3–11,3; 11,5–12,5 мкм) позволяет строить композитные изображения и распознавать снежный покров;

Физической основой распознавания снежного покрова является его высокая отражательная способность в видимом диапазоне и низкая излучательная способность в инфракрасном (ИК) диапазоне.

Данная особенность позволяет использовать комбинацию ИК–канала с каналом видимого диапазона, известного как Нормализованный Дифференциальный Снежный Индекс (NDSI) который позволяет эффективно отличать на снимке снег от прочих объектов (Hall, 1995).

Мониторинг снеготаяния

Исходные спутниковые снимки NOAA представляли собой файлы-контейнеры, содержащие изображения в пяти каналах. Размер матрицы равен 4301 на 1601 пикселей, используемая проекция – долгота-широта.

Из многолетних данных была определена длительность периода снеготаяния на территории Казахстана– разрушение и сход снежного покрова начинаются с начала второй декады февраля на крайнем юге Казахстана до конца второй декады апреля на севере страны – в лесостепной и степной зонах (Национальный Атлас Республики Казахстан, 2006).

Для полученного периода необходимо было идентифицировать ежедневные снимки. Применение т.н. «легко читаемой» шкалы с таким количеством градаций возможно только с применением палитры цветов.

Так как для отображения цветного изображения на электронных устройствах применяется цветовая палитра на основе трех цветов: красного, зеленого, синего, то для идентификации ежедневных снимков была использована цветовая палитра RGB. Цвета в палитре были подобраны эмпирическим путем с таким расчетом, чтобы достигнуть высокой цветовой контрастности между декадами и, вместе с тем, обеспечить плавный переход спектра с учетом динамики снеготаяния по времени и пространству. Кроме того, интервалы между цветами позволяют сжимать изображения специальными алгоритмами без существенной потери информативности о дате схода.

После определения цветовой шкалы, на спутниковых снимках ежедневно определялась граница снежного покрова и выделялась определенным для этого дня цветом. Выделенные области последовательно накладывались в виде слоев за весь период снеготаяния. Следует заметить, что таяние снежного покрова происходит не равномерно. В периоды похолодания площадь занятая снежным покровом, не только не уменьшается, но и может увеличиться за счет вновь выпавшего снежного покрова, а в периоды потепления от снега могут освободиться значительные площади (Кауазов А.М., 2010).

Граница сезонного снега совпадает на космическом снимке с зоной 50%-ной покрытости земли снегом (Котляков, 2004). Следовательно, даты схода снежного покрова, выявленные по космическим снимкам, сопоставимы с датами разрушения устойчивого снежного покрова. Хотя о полном соответствии этих показателей говорить не приходится, поскольку в реальных условиях вследствие облачности, столь характерной для весеннего периода, при определении дат схода снежного покрова по космическим снимкам нередко приходится использовать интерполяцию.

В случаях длительного периода сплошной облачности и/или незначительного изменения границы снежного покрова, отдельные участки границ, полученные за несколько дней, объединялись как за одну основную дату (на дату с наименьшим количеством облачности).

На рисунке 1 приведены карты дат схода снежного покрова за 2001-2010 гг.

Анализ динамики схода снежного покрова. По картам динамики схода снежного покрова за 2001-2010 гг., были рассчитаны средние, наиболее поздние и наиболее ранние сроки схода снежного покрова для каждого пикселя и построены соответствующие карты. Анализ распределения снежного покрова на территории Казахстана показал, широтную зональность залегания и таяния снежного покрова. Из рисунка 2а, следует, что при поздних датах схода снежного покрова залегание снежного покрова наблюдается на подавляющей территории Казахстана, а при раннем сходе лишь в Северной половине республики – рисунок 2б. В среднем к началу снеготаяния (3 декада февраля) южные и юго-западные области республики остаются свободными от снежного покрова – рисунок 2в. Наиболее поздний сход отмечается в Северных и Восточных областях Казахстана, ранний в южных и западных областях.

Для сравнения схода снежного покрова по территории, были определены площади занятые снежным покровом на 1 декаду марта и апреля каждого года рассматриваемого периода. Сравнительная оценка по годам показала неравномерность залегания снежного покрова как между годами, так и между месяцами. Относительно большие площади были заняты снежным, покровом в первой декаде марта в 2003, 2007, 2009 и 2010 гг., а в первой декаде апреля в 2003, 2005, 2010 гг. – рисунок 3.

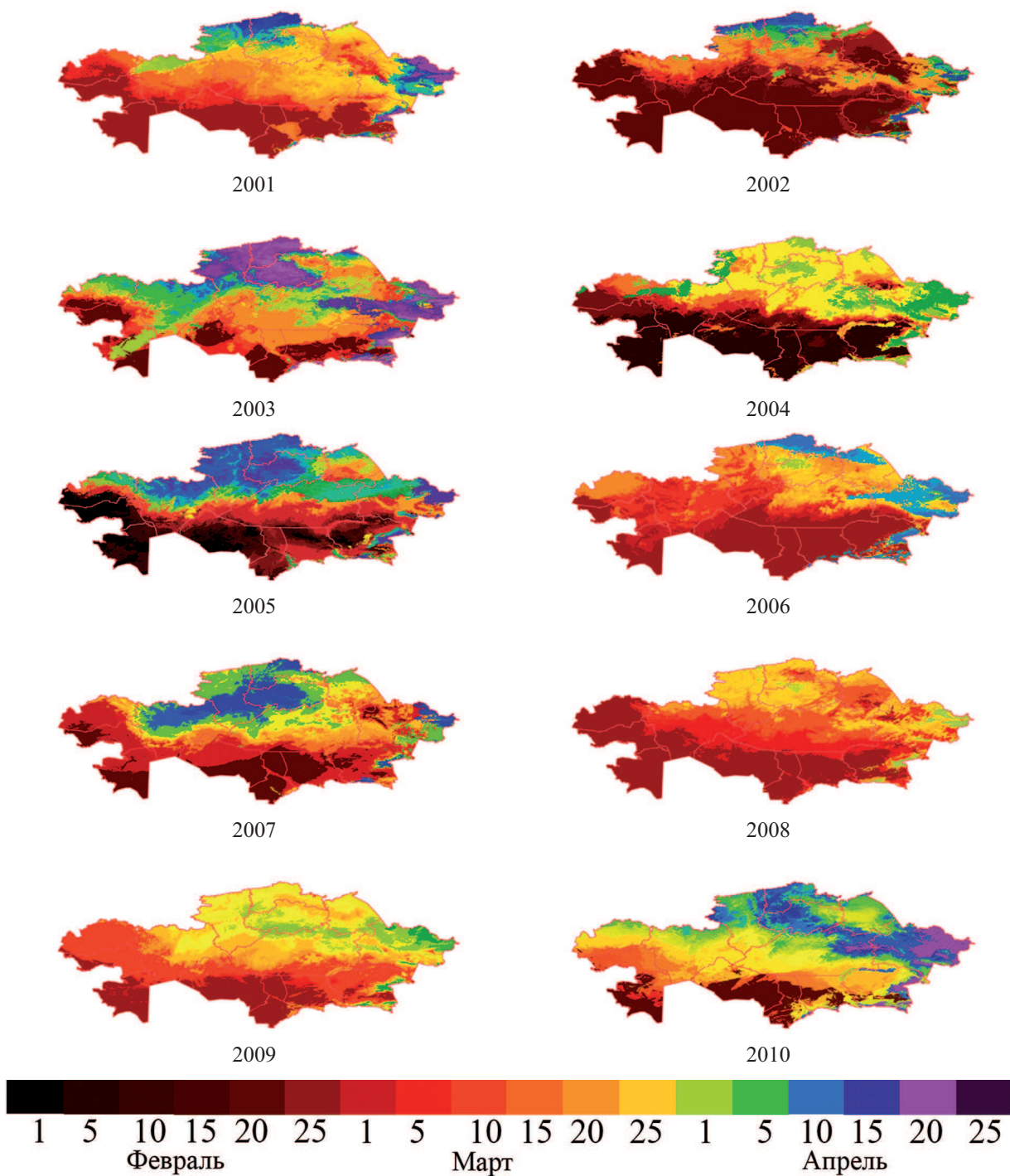


Рис. 1. Динамика схода снежного покрова по годам в 2001-2010 гг.

Сравнительно небольшие площади снежного покрова в первую декаду марта отмечаются в 2002 и 2004 гг., а в первой декаде апреля в 2002, 2004, 2006, 2008 и 2009 гг. Следует отметить, что площади снежного покрова определенные по спутниковым данным на первую декаду апреля могут быть несколько занижены, так как в расчете используются космоснимки за несколько дней на фоне интенсивного снеготаяния.

В среднем с 1 декады марта до первой декады апреля площадь снежного покрова уменьшается на 70 %. Наиболее быстрое стаивание отмечалось в последние годы: в 2008 и в 2009 гг., за месяц растаяло соответственно 98 % и 90 % исходной площади снежного покрова. Наиболее медленный сход наблюдался в 2003, 2005 и 2010 гг., соответственно растаяло 51, 47 и 52 % исходной площади.

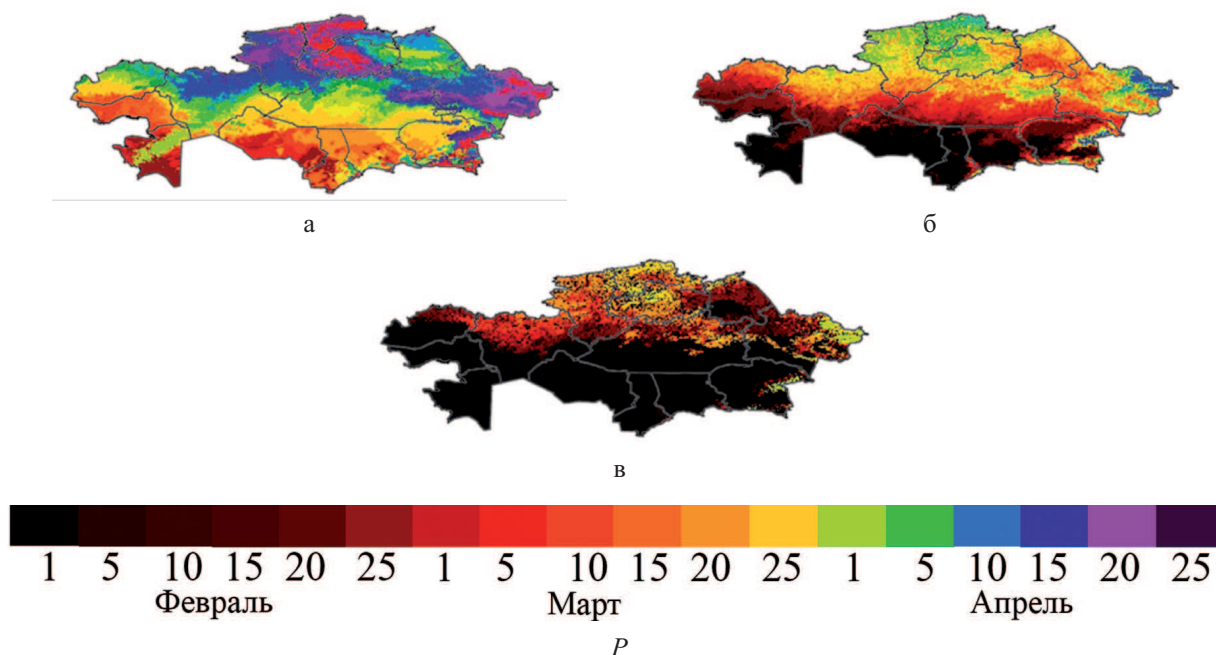


Рис. 2. Даты схода снежного покрова за 2001-2010 гг.
Наиболее поздние - а, средние - б, и наиболее ранние - в

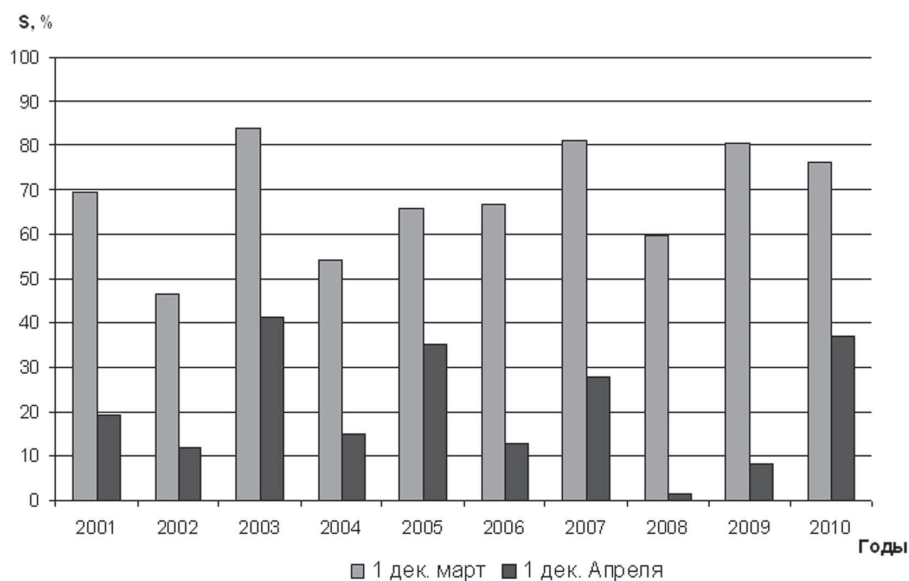


Рис. 3. Максимальные площади занятые снежным покровом за первую декаду марта и апреля в 2001-2010 гг. в процентах от территории Казахстана

Данные о датах схода снежного покрова для территории Северного Казахстана, полученные по ДДЗ, показывают, что в большинстве случаев устойчивый снежный покров разрушается в первой декаде апреля, в отдельные (обычно малоснежные) годы снежный покров разрушается в третьей декаде марта, а в многоснежные - во второй декаде апреля. В целом эти результаты хорошо согласуются с данными, представленными на картах в Атласе Республики Казахстан, полученных по наземным данным (Национальный Атлас Республики Казахстан, 2006).

Заключение. Космический мониторинг снежного покрова на территории Республики Казахстан, основанный на данных со спутников NOAA/AVHRR и Terra/MODIS, проводится регулярно последние 10 лет. На базе полученных в результате мониторинга карт динамики схода снежного покрова в весенний период, построена карта-схема наиболее ранних и поздних дат схода снежного покрова. Они вполне надежно характеризуют территориальные различия максимального снегонакопления как потенциального источника формирования стока и запасов продуктивной почвенной влаги накануне посева сельскохозяйственных культур. Анализ распределения снежного покрова на территории Казахстана показал, широтную зональность залегания и таяния снежного покрова.

Литература

1. Hall, D.K., Riggs, G.A., and Solomonson, V. V., Development of methods for mapping global snow cover using moderate resolution imaging spectroradiometer data // Remote sensing of Environment, 1995, 54, P.127-140.
2. Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы / Под. ред. Н.А. Исакова, А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. Т. 1. С. 232.
3. Котляков В.М. Снежный покров и ледники Земли. Т. 2. М., Наука. 2004. 447 с.
4. Кауазов А.М. Возможность определения дат схода снежного покрова в Северном Казахстане по спутниковым данным NOAA/AVHRR // Вестник КазНУ. Серия географическая. 2010. №1. С. 95-99.

The analysis of dynamics of a snowmelt in Republic Kazakhstan from 2001 for 2010, under satellite data NOAA/AVHRR

A.M. Kauazov, N.R. Muratova, S.I. Turebaeva

*SLLC Space Research Institute named Academician U.M. Sultangazin,
050010 Republic of Kazakhstan, Almaty, Shevchenko st. 15
E-mail: a_kauazov@mail.ru*

The paper presents the analysis of snow melting in the Republic of Kazakhstan from 2001 to 2010. Shows the schematic maps of the timing of the snowmelt and snow cover for the destruction of the Northern Kazakhstan from 2001 to 2010 and maps of most early and late periods descent. Discussed in detail the formation of maps of the dynamics of snow melting. Comparison of snowmelt processes for different years, indicated the area occupied by snow on a 1 decade of March and April.

Keywords: snow cover, satellite image, remote sensing, data of snow melting, the area of snow cover, map, decades, snowmelt.