

А.М. Кауазов, А.Е. Жолдасбек, А.Н. Нурлан
Казахский национальный университет им. Аль-Фараби,
Алматы, Республика Казахстан
e-mail: a_kauazov@mail.ru

АНАЛИЗ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СНЕГОТАЯНИЯ В КАЗАХСТАНЕ И ФОРМАТОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Рассмотрены прикладные аспекты применения результатов космического мониторинга снежного покрова, в частности предлагается представление результатов анализа в виде специализированных бюллетеней. Цель данной публикации – представление имеющихся результатов космического мониторинга снежного покрова в Казахстане. Предлагается трехуровневая система космического мониторинга снежного покрова, в состав которой входят три технологических комплекса обеспечивающих: оперативное картирование границ снежного покрова; мониторинг сезонной динамики схода снежного покрова, анализ многолетней динамики схода снежного покрова. Приведены методы анализа пространственно-временного распределения снежного покрова и форматы специальных бюллетеней. Результаты космического мониторинга снежного покрова наиболее целесообразно представлять в комплексном, максимально обобщенном виде (продукт). Результаты работы могут быть применены в научной, производственной и образовательной сфере.

Ключевые слова: космический мониторинг, снежный покров, анализ, засуха, бюллетень.

Введение. Снежный покров играет значительную роль в климатической системе, в возникновении чрезвычайных ситуаций и в сельском хозяйстве. Спектр применения данных о снежном покрове чрезвычайно обширен. Изначально, наиболее доступной для дистанционного зондирования из космоса была задача мониторинга снеготаяния. Регулярный космический мониторинг схода снежного покрова осуществляется в Казахстане с 2000 г. Достигнуты определенные результаты в области сезонного и многолетнего мониторинга снежного покрова по данным ДЗЗ [1–3]. В практическом плане результаты мониторинга снеготаяния могут использоваться в важных приложениях: оценке глобального изменения климата, для контроля прохождения весенних паводков в регионах с высоким риском затопления, оценка сельскохозяйственных рисков с учетом влияния погодных условий (оценка запасов продуктивной влаги в почве, оценка вероятности наступления засушливых условий). Последнее приложение имеет особое значение для районов неполивного возделывания зерновых в северных областях Казахстана, поскольку весенний влагозапас является ключевым фактором, определяющим урожайность зерновых культур. В Казахстане вопросы использования многолетних данных ДЗЗ и основ создания систем космического мониторинга наиболее хорошо освещены в работе [4]. Цель данного исследования – представить имеющиеся результаты космического мониторинга снежного покрова как развитие идей, предложенных в работе [4].

Распознавание и оперативное картирование границ снежного покрова. Для распознавания снежного покрова используется нормализованный дифференциальный снежный индекс (NDSI), учитывающий высокую отражательную способ-

ность снега в видимом диапазоне и низкую излучательную способность в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне [5]. В настоящее время векторные границы снежного покрова можно ежедневно бесплатно скачать на сайте worldview.earthdata.nasa.gov 1–2 раза в сутки на основе данных *Aqua* и *Terra Modis*. Конечно, в данных продуктах имеются неточности и ошибочные зоны, занятые снежным покровом (типичный пример как соль со дна Аральского моря классифицируется как снег), однако в целом граница снежного покрова выделяется с приемлемой точностью, данная задача оценивается как решенная.

Решение задачи по анализу изменений осуществляется ежедневным мониторингом площади, занятой снежным покровом, что позволяет оценить динамику схода снежного покрова.

Мониторинг сезонной динамики схода снежного покрова. Технология анализа сезонной динамики схода снежного покрова предусматривает пространственное сопоставление оперативных карт и оценку изменения площадей снежного покрова, бесснежных территорий и зоны активного снеготаяния. Следует заметить, что сход снежного покрова происходит неравномерно. Результаты сравнения оформляется в виде карт и диаграмм, отражающих изменение площади зон, анализ которых позволяет оценить темпы снеготаяния и выделить участки ускоренного схода снега. Эта информация полезна для прогноза наиболее критичных направлений развития паводков и может быть использована для оценки объема стаявшего снега.

По завершении процесса снеготаяния на всей территории Казахстана формируется итоговая карта путем совмещения ежедневных векторных данных о границах снежного покрова, которая в дальнейшем используется для анализа межсезонной динамики. В целом на данном уровне, по итогам анализа схода снежного покрова, целесообразно один раз в декаду формировать бюллетень, отражающий подекадную динамику схода снега в текущем сезоне. Оптимальная периодичность бюллетеня – один раз в декаду по принципу «скользящего окна».

Анализ многолетней динамики схода снежного покрова. Межсезонный мониторинг предусматривает:

- сравнительный анализ динамики схода снежного покрова в текущем и предшествующих сезонах для оценки риска затопления территорий;
- анализ пространственно-временных закономерностей схода снежного покрова и развития засухи за многолетний период.

Сравнительный анализ результатов мониторинга схода снежного покрова в текущем сезоне и за предшествующие годы позволяет оценить темпы снеготаяния относительно среднесезонной нормы (быстрый, нормальный, медленный) и выбрать «год аналог», похожий по темпам схода снежного покрова, что дает возможность прогнозировать развитие ситуации в текущем году по аналогичному сценарию.

Результаты анализа оформляются в виде специального бюллетеня, дающего возможность сравнения с предыдущими годами. У пользователя должна быть наглядная возможность оценить различия в темпах снеготаяния, сравнить, раньше или позже сойдет снежный покров, и соответствующим образом подготовиться к посевной.

Не менее важно иметь возможность объективно сравнить динамику схода снега в текущем сезоне с многолетними наблюдениями, выбрать наиболее подходящий «год аналог» и с учетом этого уточнить даты сева.

На рисунке представлен примерный концепт-дизайн бюллетеня как результат сравнения дат схода снега в текущем сезоне со среднесезонной нормой с указанием зон раннего и позднего снеготаяния.

Анализ динамики схода снежного покрова с десятилетней нормой

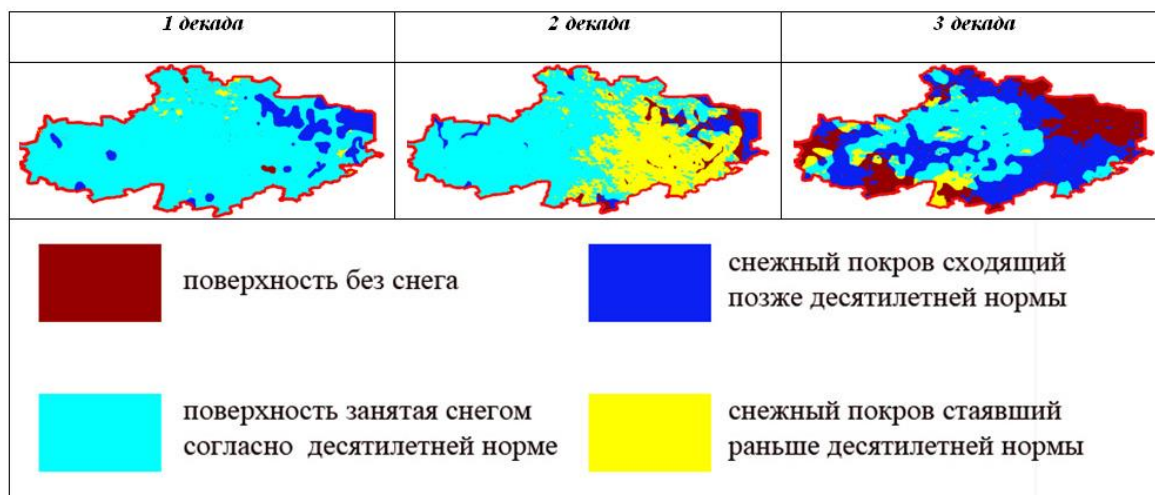


Рисунок. Анализ динамики схода снежного покрова

Контроль дат и темпов снеготаяния важен еще и потому, что позволяет косвенно предсказать потенциальные очаги засухи. Известно, что первая половина вегетации растений в значительной степени зависит от снеготаяния, а точнее, от весеннего влагозапаса в почве. Сравнение карт вегетации (NDVI) и карт схода снежного покрова показывает, что области с низким снеготаянием являются потенциальными источниками возникновения засухливых явлений [6]. Ранний сход снежного покрова и, следовательно, ранняя весна, становятся причиной раннего начала вегетации при этом максимум вегетации также смещается на ранние сроки: конец мая – начало июня, хотя в обычные годы пик вегетации приходится на месяц позже. Бурное развитие вегетации вкуче с низкими начальными почвенными влагозапасами вызывает нехватку влаги и последующее развитие засухи.

Заключение. Мониторинг не является самоцелью. При этом важны не только анализ и обобщение результатов мониторинга, но и их представление. Предлагаемая трехуровневая система космического мониторинга снежного покрова – логичный и целостный результат для формирования конечного продукта. Результаты космического мониторинга снежного покрова наиболее целесообразно представлять в комплексном, максимально обобщенном виде, что может способствовать привлечению к результатам мониторинга широкого круга потребителей.

Список литературы

1. Исследование динамики дат схода снежного покрова в Северном Казахстане / А.М. Кауазов, А.С. Дара [и др.] // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13, № 1. С. 161–168.
2. Терехов А.Г. Спутниковый мониторинг формирования снежного покрова Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2018. Т. 90, № 3. С. 29–36
3. Терехов А.Г., Абаев Н.Н., Юничева Н.Р. Аномальный режим снежности 2019 года и многолетние тренды в изменениях высоты снежного покрова Казахстана // Современные проблемы дистанционного зондирования.
4. Спивак Л.Ф. Основы создания систем космического мониторинга: метод. пособие. 2-е изд. Алматы: Дайк-Пресс, 2010. 88 с.
5. Нейштадт И.А. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2006. Вып. 3. Т. II. С. 359–365.
6. Методы дистанционного зондирования в сельском хозяйстве Казахстана / Э.А. Закарин, Л.Ф. Спивак [и др.]. Алматы: Гылым, 1999. 230 с.