

# Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса» Москва, ИКИ РАН, 16–20 ноября 2020 г.

(<http://conf.rse.geosmis.ru>)

XVIII.F.437

## **Оценка современных и будущих изменений площади снежного покрова в Северном Казахстане**

Кауазов А.М. (1,2), Абаев Н.Н. (1,2), Сальников В.Г. (2), Полякова С.Е. (2), Жолдасбек А.Е. (2)

(1) РГП Казгидромет, Алматы, Казахстан

(2) Казахский национальный университет имени аль-Фараби

Казахстан относится к странам с резко континентальным климатом. В северной половине республики продолжительность холодного периода составляет полгода. Между тем, снежный покров является не только аккумулятором всех осадков за зимний период, но и источником влаги в весенний период. Запас воды в снежном покрове определяет весеннее увлажнение почвы в предпосевной период, недостаточное количество снега становится причиной засух. В то же время весеннее таяние снега обуславливает паводки, риски наводнений и ЧС. Кроме того, снежный покров, его границы залегания, высота и продолжительность залегания является чувствительным индикатором изменения климата. В этой связи изучение параметров снежного покрова, его особенностей как одного из составляющих элементов климата и одновременно как индикатора изменения климата представляет значительную важность.

В исследовании изучаются текущие и будущие изменения площади снежного покрова. Для современных изменений были использованы данные Terra/Aqua MODIS с 2000 по 2020 гг. По данным NDSI было определено значение SCA -площади покрытой снегом территории, за период с 2000 года. Выявлена незначительная тенденция сокращения площади покрова и более раннего схода в Северном Казахстане. Для изучения снежного покрова в Северном Казахстане в будущем были использованы фактические данные с метеостанций по высоте снежного покрова, данные сценарного моделирования RCP 4.5 (максимальная суточная температура) и спутниковые данные NASA в виде продукта NDSI Terra/MODIS Corrected Reflectance пространственным разрешением 1 км за период 2000-2020 годы на первую, вторую и третью декаду марта.

Методом наименьших квадратов определена аппроксимирующая функция взаимосвязи площади снежного покрова и максимальной суточной температуры. Коэффициент корреляции показал сильную связь 0,7 и значимость на уровне  $=0,01$ . Установлена сильная связь между площадью снежного покрова и высотой -коэффициент корреляции 0,69. На основе этой зависимости была построена регрессионная модель, по которой по значениям площади пересчитывались значения высоты снежного покрова.

По полученным аппроксимирующим функциям был проведен расчет сумм температур в марте с 2006 по 2099 год. И по уравнению регрессии были рассчитаны значения площади снежного покрова. Для калибровки расчет производился на историческом периоде с 2006 по 2020 год. Исторический расчет показал хорошую согласованность, после калибровки уравнения на фактических данных среднее отклонение фактических данных от расчетных составило около 10%.

В целом по сценарию проекции, после 2020 года демонстрируется небольшой рост площади до значений близких к норме, при этом максимум ожидается в 2022 году и это значение как следует из динамики будет максимальным, повторившись лишь в середине 2030-ых годов. В целом площадь снежного покрова будет ниже нормы, минимум отмечается в 2028 году-60% от площади Северного Казахстана (Акмолинская, Костанайская и Северо-Казахстанская области).

Динамика изменения площади снежного покрова в период 2031-2050 гг. показывает более плавное сокращение снежного покрова, в первые годы около нормы (75%) и далее с 2035 года неустойчивое снижение к 2050 г. до 55%.

С 2050 года SCA уменьшится с 55 % до 40% к 2070 году, а с середины 2070-ых площадь снежного покрова стабилизируется на уровне около 40%. И сохранится на таком уровне до 2100 года.

Территория, где снежный покров будет сохраняться, это район Кокшетауской возвышенности, где в настоящий момент отмечается наибольшее количество снега и наиболее поздний сход, а также северная часть Костанайской и Северо-Казахстанской области.

Если рассматривать весь период в целом 2020-2099, то средний линейный темп сокращения площади значительно меняется, максимальные темпы примерно 10% за десятилетие проецируется на 2030-2050 гг. Затем темпы снижаются до 5% за десятилетие до середины 2070-ых и далее стабилизируются. Средний темп около 4,5% за десятилетие.

Высота снежного покрова находясь в зависимости от площади, также как ожидается до 10-15 см к концу 21 века.

В связи с сокращением снежного покрова, наибольшее потенциально негативное воздействие будет оказано на сельское хозяйство. Учащаются так называемые «снежные засухи», возможно учащение весенних засух и сокращение урожайности яровых зерновых культур. Оценочные изменения негативно скажутся на водном секторе и секторе рекреации. Для сектора ЧС, транспорта и строительства сокращение снежного периода и высоты снежного покрова, совместно с повышением температуры в целом окажет положительное воздействие за счет снижения суровости и продолжительности холодного периода.

Исследовательская работа проведена при поддержке Программы развития ООН в Республике Казахстан в рамках проекта "Разработка Восьмого Национального сообщения Республики Казахстан в рамках РКИК ООН".

Ключевые слова: снежный покров, площадь, высота, NDSI, SCA, динамика, изменения, дистанционное зондирование, сценарий, RCP 4.5, изменение климата, Северный Казахстан, перспективная оценка.

Литература:

1. Список использованных источников:
2. Локощенко М.А. Снежный покров и его современные изменения в Москве // Метеорология и гидрология. – 2005. – № 6. – С. 71–82.
3. Попова В.В. Структура многолетних колебаний высоты снежного покрова в Северной Евразии // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 8. – С. 78–90.
4. А.Г. Терехов, А.А. Пак. Спутниковый прогноз влияния пополнения Капшагайского водохранилища (КНР) на водность трансграничной р. Иле в 2019 г. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. Т. 16. № 4. С. 298-302 DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-4-298-302
5. Е.А. Лупян, М.А. Бурцев, Ю.С. Крашенинникова. Зона раннего схода снежного покрова в Дмитровском районе Московской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 2. С. 277-281 DOI: 10.21046/2070-7401-2018-15-2-277-281
6. Лупян Е. А., Бурцев М. А., Крашенинникова Ю. С. Наблюдение бесснежной зоны в долине реки Апукуаям // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 213–216. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-213-216.
7. А.М. Кауазов, Н.Р. Муратова, С.И. Тюрбаева Анализ динамики схода снежного покрова в Республике Казахстан с 2001 по 2010 гг. по спутниковым данным NOAA/AVHRR // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2011. Т. 8. №2. С. 42-46
8. А.Г. Терехов, Н.И. Ивкина, Н.Р. Юничева, И.С. Витковская, А.Г. Елтай. Изменения снежного покрова сухих степей и полупустынь Казахстана на примере бассейна реки Эмбы // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т. 17. № 2. С. 101-113. doi: 10.21046/2070-7401-2020-17-3-31-40.
9. 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 2019. Т. 16. № 5. С. 351–355, doi: 10.21046/2070-7401-2019-16-5-351-355.
10. Терехов А.Г. Спутниковый мониторинг формирования снежного покрова Казахстана // Гидрометеорология и экология. 2018. Т. 90. № 3. С. 29–36
11. 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.
12. Кауазов А.М., Муратова Н.Р., Тюребаева С.И., Бердыгулов Н. Мониторинг снеготаяния в Северном Казахстане с использованием спутниковых данных NOAA/AVHRR. Прикладные космические исследования в Казахстане / Под ред. Жантаева Ж.Ш., Алматы: «Дайк-Пресс», 2010. С. 25–29.
  13. Структура многолетних колебаний образования и разрушения снежного покрова в Северном Казахстане / Сальников В.Г., Турулина Г.К., Таланов Е.А., Полякова С.Е., Кауазов А.М., Воротынцева В.В. // Труды Гидрометцентра России. – 2015. – Вып. 358. – С. 133–144.
  14. Кауазов А.М., Дара А.С., и др. Исследование динамики дат схода снежного покрова в Северном Казахстане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 1. С. 161–168. DOI: 10.21046/2070-7401-2016-13-1-161-168
  15. Спивак Л.Ф. Основы создания систем космического мониторинга: Методическое пособие. – 2-е изд., – Алматы : «Дайк-Пресс», 2010. –88 с.
  16. Нейштадт И.А. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2006. Выпуск 3. Т. II. С.359-365.
  17. Hall D.K., Riggs G.A., Salomonson 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.
  18. Республика Казахстан. Природные условия и ресурсы / Под. ред. Н.А. Искакова, А.Р. Медеу. – Алматы, 2006. – Т. 1. - С. 232.
  19. Л.М. Китаев, А.В. Кислов. Региональные различия снегонакопления – современные и будущие изменения. // Криосфера Земли, 2008, т. XII, № 2, с. 98–104
  20. Котляков В.М. Мир снега и льда. - М.: Наука, 1994. – С. 39.

### [Презентация доклада](#)

Ссылка для цитирования: *Кауазов А.М., Абаев Н.Н., Сальников В.Г., Полякова С.Е., Жолдасбек А.Е.* Оценка современных и будущих изменений площади снежного покрова в Северном Казахстане // Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Москва: ИКИ РАН, 2020. С. 329. DOI 10.21046/18DZZconf-2020a

## **Дистанционное зондирование растительных и почвенных покровов**