

ГЕОФИЗИКА/GEOPHYSICS

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30>

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ ГРАДА НА ЗАЩИЩАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Научная статья

Гергоков А.Х.¹, Инюхин В.С.^{2,*}

¹ ORCID : 0000-0002-1964-2199;

² ORCID : 0000-0001-6865-1799;

^{1,2} Высокогорный геофизический институт, Нальчик, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (inuhin51[at]mail.ru)

Аннотация

В работе проводятся исследования повреждений сельскохозяйственных растений от града на защищаемой территории (ЗТ) Краснодарского края в апреле–мае 2024 года. Представлена информация о площади и степени повреждений различных культур, а также методы оценки ущерба от града с применением спутниковых снимков. Выбор весенних градобитий в качестве объекта исследования связан с тем, что в весенние месяцы сельскохозяйственные растения страдают от града сильнее, чем в летние, и поэтому они представляют определенный научный интерес.

В статье используются наземные данные, полученные в результате обследования последствий градобитий с выездом на место. Методика определения ущерба от градобития представлена в руководящем документе РД 52.37.902-2020 «Порядок обследования и оценки степени повреждения сельскохозяйственных растений от градобития», а также в руководящем документе РД 52.37.746-2010 «Порядок сбора и обработки данных о градобитии».

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты.

Весной 2024 года на защищаемой территории было зафиксировано 3 дня с градобитиями, 22 апреля, 16 и 30 мая. Суммарная площадь повреждений за эти дни равнялась 11526 га, что составило 61,3% площади повреждений за весь 2024 год. Наибольший ущерб принес градовый процесс 30 мая. В этот день пострадало 6306 га различных сельскохозяйственных культур в основном озимая пшеница (2932 га) и кукуруза (1569 га).

Наибольший ущерб в пересчете на 100% был зафиксирован в весенние месяцы в Новокубанском районе (2332,8 га).

Ключевые слова: градобитие, сельскохозяйственные культуры, площадь повреждений, ущерб, фазы развития культур.

REMOTE METHODS FOR ASSESSING THE EXTENT OF DAMAGE TO CROPS FROM HAIL IN THE PROTECTED AREA OF KRASNODAR KRAI

Research article

Gergokov A.H.¹, Inyukhin V.S.^{2,*}

¹ ORCID : 0000-0002-1964-2199;

² ORCID : 0000-0001-6865-1799;

^{1,2} High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation

* Corresponding author (inuhin51[at]mail.ru)

Abstract

The work conducts research on damage to agricultural crops from hail in the protected area (PA) of Krasnodar Krai in April–May 2024. Information is presented on the area and extent of damage to various crops, as well as methods for assessing hail damage using satellite images. The choice of spring hailstorms as the subject of the study is since agricultural plants suffer more from hail in the spring months than in the summer, and therefore they are of particular scientific interest.

The article uses ground data obtained as a result of a field survey of the consequences of hailstorms. The methodology for determining damage from hailstorms is presented in guideline RD 52.37.902-2020 ‘Procedure for surveying and assessing the degree of damage to agricultural crops from hailstorms’ and in guideline RD 52.37.746-2010 ‘Procedure for collecting and processing data on hailstorms’.

The following results were obtained due to the research conducted.

In the spring of 2024, three days of hailstorms were recorded in the protected area: 22 April, 16 May and 30 May. The total area damaged during these days was 11,526 hectares, which accounted for 61.3% of the total area damaged in 2024. The hailstorm on 30 May caused the most damage. On that day, 6,306 hectares of various crops were affected, mainly winter wheat (2,932 hectares) and corn (1,569 hectares).

The greatest damage in percentage terms was recorded in the spring months in the Novokubansky district (2,332.8 hectares).

Keywords: hailstorm, agricultural crops, area of damage, damage, crop development stages.

Введение

Среди негативных влияний природного характера на сельское хозяйство Краснодарского края, таких как эрозия почв и истощение водных ресурсов, проблема градобития сельхозкультур, особенно зерновых, крайне актуальна для

Краснодарского края и его сельского хозяйства. Краснодарский край является самым градоопасным регионом РФ, за сезон в крае бывает до 40 дней с градом [1]. Площадь территории, защищаемой Краснодарской Военизированной службой (ВС), составляет 895,2 тыс. га, из них площадь сельхозугодий 707,4 тыс. га. Эта территория находится в сложных географических условиях, что приводит к частому возникновению опасных явлений погоды: сильных ливней и града. Краснодарская ВС, как и другие военизированные службы, использует ракетную технологию противоградовой защиты (ПГЗ) [2], [3], которая становится все более автоматизированной [4], [5].

Хорошо известно, что применяемые технологии ПГЗ не могут обеспечить полного предотвращения града [2].

Степень повреждения сельхозкультур от града K (%), определяющая соотношение количества погибших от градобития растений к их общему количеству [2], зависит от размера и концентрации градин, продолжительности градобития, скорости ветра, стадии роста растений, сорта сельскохозяйственных культур и т.д.

Целью настоящей работы является исследование площади и степени повреждений сельскохозяйственных культур от града на защищаемой территории Краснодарского края в весенние месяцы 2024 году, а также анализ дистанционных методов оценки ущерба от града.

Методы и принципы исследования

Методом исследования является анализ данных, полученных путем обследования пострадавших от града полей. По данным обследования степень повреждения сельскохозяйственных растений от града на защищаемой территории Краснодарского края в сезоне 2024 года была создана и зарегистрирована база данных [7]. По этим данным были выполнены сравнения результатов обследований для разных периодов и мест выпадения града. Рассматривались также дистанционные методы оценки степени повреждения сельскохозяйственных культур от града.

При обследовании полей, побитых градом, анализировался ущерб различных сельскохозяйственных культур в различные временные отрезки и для различных районов Краснодарского края.

Основные результаты

В таблице 1 приводятся площади повреждений сельскохозяйственных культур весной и летом 2024 года, для сравнения в таблицу добавлены аналогичные данные за 2023 год.

Таблица 1 - Площадь повреждения сельскохозяйственных культур весной и летом 2024 года

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.1>

Год	Срок	Площадь повреждений, га	Степень повреждения K , %	Площадь в пересчете на 100%, га
2024	весна	11527,0	36,5	4208,5
	лето	7265,5	18,1	1316,4
	весь год	18791,4	27,3	5524,9
2023	весна	10650,0	38,7	4117,7
	лето	8891,0	29,1	2588,9
	весь год	19541,0	34,3	6706,6

Из таблицы видно, что в весенние месяцы сельскохозяйственные растения страдают от града сильнее чем в летние.

Для этого имеется несколько причин: во-первых, весной растения на ранних стадиях развития менее устойчивы к механическому воздействию градин, во-вторых, низкая высота нулевой изотермы весной создает более благоприятные условия для формирования более мощных и протяженных градовых облаков.

Площадь поражения весной характеризуется большими размерами градовых дорожек, повышенной интенсивностью выпадения града, более широким охватом территории. Весной 2024 года на защищаемой территории Краснодарского края было три дня с градом – один день 24 апреля и два дня в мае (16 и 30 мая).

В результате градобития 24 апреля, общий ущерб сельскохозяйственным культурам составил 806 га. В основном пострадали озимая пшеница (173 га), кукуруза (212 га) и рапс (421 га). Средняя степень повреждения составила в апреле 22,1%. По многолетним наблюдениям сельхозпроизводители отводят около 60% культивируемой площади под две культуры — озимая пшеница и кукуруза в соотношении примерно 35 и 25 процентов. По-видимому, по этой причине поля озимой пшеницы и кукурузы в большей степени страдают от градобитий каждый год.

В мае произошло два градобития: 16 и 30 мая. Здесь пострадало значительно большее количество культур. Общий ущерб составил 10720 га, что в пересчете на 100% дало площадь 5717 га. В мае озимая пшеница чаще всего находится в фазе «выход в трубку, колошение». При ущербе до 30% растения в этой фазе могут получить следующие повреждения: стебель изогнут или переплетен, некоторая часть листьев порвана или сбита [14]. Средняя степень повреждения в этот месяц составила 53,3%. Было повреждено 104 поля, из них 36 полей с озимой пшеницей.

На рисунке 1 представлена диаграмма распределения суммарной площади (га) различных сельскохозяйственных культур, подвергшихся градобитию в мае 2024 году.

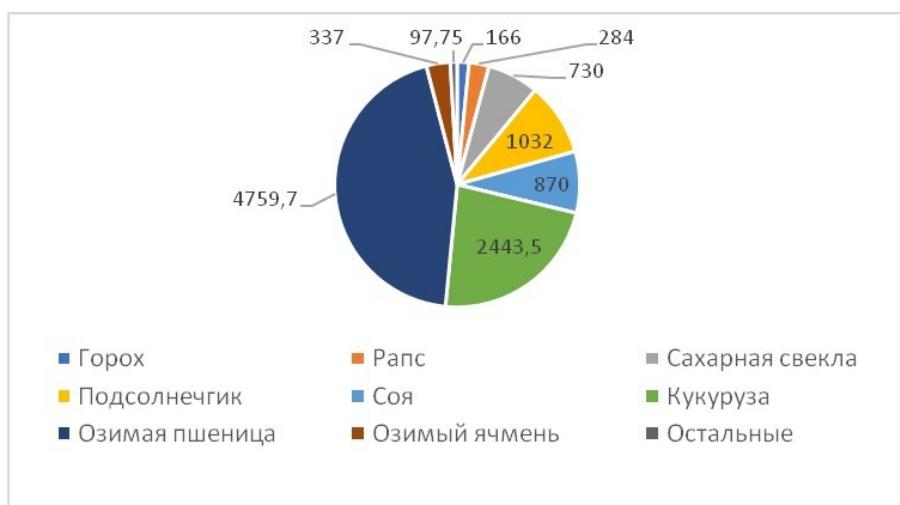


Рисунок 1 - Распределение суммарной площади (га) различных сельскохозяйственных культур, подвергшихся градобитию в мае 2024 г.

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.2>

Анализ рис. 1 показывает, что 67,8% культивируемой площади, подвергшейся градобитию в 2024 году, составляет суммарная площадь озимой пшеницы и кукурузы.

Представляет интерес рассмотрение суммарной площади повреждения сельскохозяйственных культур весной 2024 года, распределенных по пяти районам Краснодарского края.

В таблице 2 приводится суммарная площадь повреждения сельскохозяйственных культур весной 2024 года по пяти районам ЗТ.

Таблица 2 - Суммарная площадь повреждения сельскохозяйственных культур весной 2024 года по районам на ЗТ

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.3>

Район	Площадь повреждений, га	Степень повреждения %	Площадь в пересчете на 100%, га
Лабинский	1480	20,0	211,6
Новокубанский	5180	50,4	2332,8
Отрадненский	4036	27,8	1406,9
Мостовский	937	31,2	267,8
Итого:	11527,0	36,5	4208,5

Из таблицы видно, что весной 2024 года больше всего пострадали сельскохозяйственные культуры в Новокубанском районе.

В таблице 3 приводится суммарная площадь повреждения некоторых сельскохозяйственных культур весной 2024 года по пяти районам ЗТ.

Таблица 3 - Соотношение площадей повреждений (га) весной 2024 г.: озимой пшеницы, кукурузы, подсолнечника и сахарной свеклы для пяти районов Краснодарского края

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.4>

Районы	Озимая пшеница	Кукуруза	Подсолнечник	Сахарная свекла
Лабинский	607,5	431,8	104,5	104,5
Новокубанский	1018,9	113,5	152,9	226,0
Отрадненский	337,0	270,2	89,1	0,0
Успенский	135,5	4,9	8,8	0,0
Мостовский	28,9	90,9	77,0	0,0

Существуют различные методы оценки ущерба от града: дистанционные и наземные.

Дистанционные методы основаны на использовании радиолокационного мониторинга осадков или изображений растительности при дистанционном зондировании Земли (ДЗЗ) и с использованием летательных аппаратов [8], [9].

Наземный метод предполагает непосредственное обследование участков с помощью комиссией специалистов с выездом на место [10], [11]. Этот метод обладает высокой точностью оценки повреждений, за счет возможности детального обследования, может учитывать все факторы повреждения и учитывать специфику каждой культуры. Также используя этот метод можно оценить восстановительный потенциал для каждого пострадавшего поля.

Дистанционные методы, в свою очередь, обладают возможностью охвата больших территорий, оперативностью получения данных, объективностью измерений и минимальными затратами на обследование.

Исследования показывают достаточно хорошее соответствие между данными ДЗЗ и наземными измерениями. Однако существуют расхождения, обусловленные: ограниченным количеством наземных данных и погрешностями классификации.

Радиолокационный метод хорошо зарекомендовал себя для озимой пшеницы и кукурузы на ранней стадии их развития [12]. Для других культур требуется сравнение с данными об ущербе, полученными наземным методом для детальной проверки.

В дальнейшем при использовании дистанционных методов необходима совместная обработка данных для повышения точности.

Сильное градобитие было 16 мая.

В этот день проводились радиолокационные наблюдения за градовыми облаками с помощью двухволнового радиолокатора МРЛ-5. Радиолокатором определялись данные о выпадении града.

На рис. 2 приводится радиоэхо мощного конвективного облака, дающего град 16 мая 2024 года севернее села Шедок, и карта распределения суммарной кинетической энергии града на земле севернее села Шедок после прохождения облака.

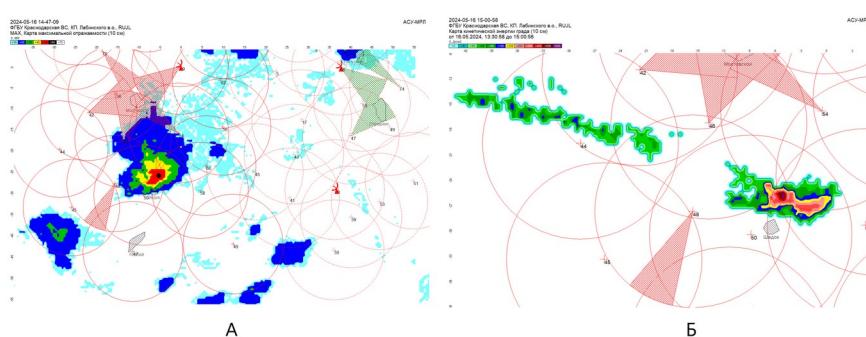


Рисунок 2 - Радиоэхо мощного конвективного облака, дающего град 16 мая 2024 года севернее села Шедок (А) и распределение суммарной кинетической энергии града на земле севернее села Шедок после прохождения облака (Б)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.5>

В этот день общий ущерб от градобития составил 4415 га и в пересчете на 100% 3508,4 га. Степень повреждения культур K = 44, 2%.

Еще более мощное градобитие было 30 мая. Град выпадал в этот день последовательно из пяти мощных конвективных облаков, которые определялись радиолокатором как объекты IV категории. Общий ущерб от градобития составил 6305 га и в пересчете на 100% 2209,3 га. Степень повреждения культур K = 29, 3%.

На рис. 3 приводится радиоэхо конвективных облаков, отображавшееся на экране компьютера в 20:00 30 мая 2024 года.

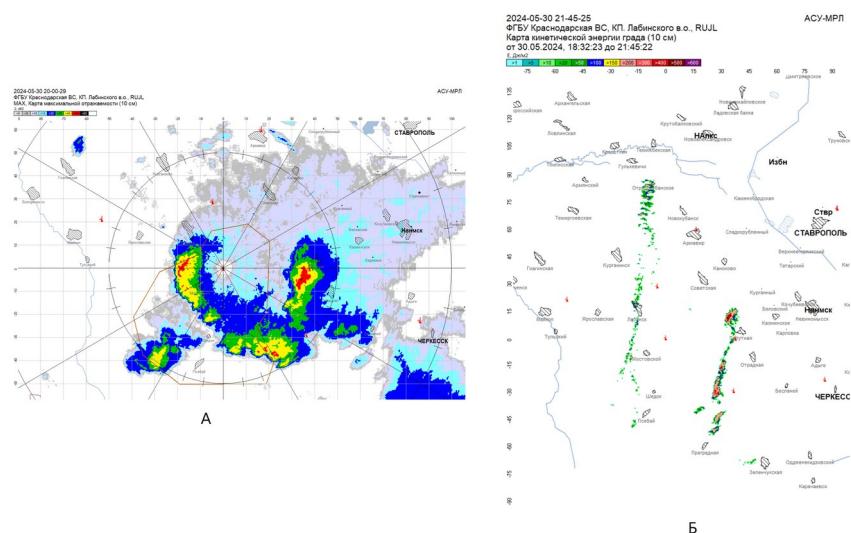


Рисунок 3 - Радиоэхо конвективных облаков 30 мая 2024 года в 20:00 (А) и распределение кинетической энергии выпадающего града в районе ЗТ Краснодарской ВС (Б)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.6>

На рис. 4 представлены: карта кинетической энергии града в районе станицы Попутное (А) и карта процента потерь пшеницы на полях в районе ст. Попутная (Б).

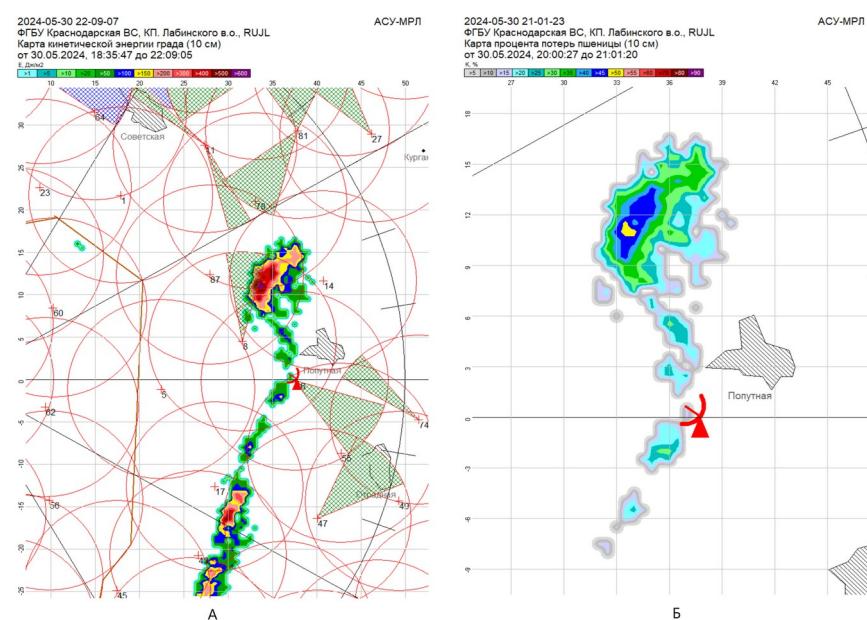


Рисунок 4 - Карта кинетической энергии града в районе ст. Попутная (А) и карта процента потерь пшеницы на полях в районе ст. Попутная (Б)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.7>

Параллельно проводился спутниковый мониторинг посевов с помощью вегетационного индекса NDVI (normalized difference vegetation index) — нормализованный относительный вегетационный индекс.

На рис. 5 приводятся спутниковые снимки индекса NDVI для поля севернее села Шедок в день градобития 16 мая 2024 года и через три дня 19 мая. Спутниковые NDVI снимки — детализированная цветная карта, каждый тон соответствует интервалу значений.

Среднее значение индекса NDVI получено для поля в этот день, равно 0,68.



A



Б

Рисунок 5 - Спутниковые снимки с индексом NDVI для поля севернее села Шедок в день градобития 16 мая 2024 года: среднее значение индекса NDVI 0,68 (A) и спутниковые снимки с индексом NDVI этого же поля через три дня после градобития 19 мая 2024 года (Б)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.162.30.8>

3.1. Анализ значений NDVI индекса

Наличие на снимке зелёных оттенков (от светло- до тёмно-зелёного) — показывают высокие значения (>0,4). Свидетельствуют здоровой, густой растительности.

Жёлтые и оранжевые оттенки — отражают умеренные значения (0,2–0,4). Характерны для участков со средним уровнем стресса.

Среднее значение индекса NDVI 16 мая 0,68. Показатель индекса 0,6-1 соответствует густым, здоровым посевам, которые нормально развиваются, соответствуют определенному этапу вегетации.

Среднее значение индекса NDVI 19 мая 0,37. Диапазон 0,2-0,4 соответствует разреженной, слабой, растительности в нашем случае сильно пострадавшей от града.

Наибольший спад индекса приходится на 3–5 день после градобития. Затем идет некоторый рост индекса, связанный с восстановлением растений.

Заключение

В работе исследуются площадь и степень повреждения сельскохозяйственных культур от града на защищаемой территории Краснодарского края весной 2024 года. Также рассматриваются методы оценки повреждения сельхозкультур, дистанционные и наземные.

Озимая пшеница и кукуруза занимают более половины культивируемых площадей и, соответственно, чаще всего страдают от града. Весной 2024 года на защищаемой территории было зафиксировано 3 дня с градобитиями, что привело к суммарной площади повреждений в 11527,0 га или 4208,5 га в пересчете на 100%. Наибольший ущерб в пересчете на 100% был зафиксирован в Новокубанском районе (2332,8 га). Озимая пшеница наиболее уязвима к градобитиям на ранних стадиях развития (апрель, май), когда средняя степень повреждения достигает 55,3% и 29,4% соответственно. По мере развития культуры в июне и июле степень повреждения снижается. Средняя степень повреждения сельскохозяйственных культур варьируется:

- подсолнечник — 26,7%;
- озимая пшеница — 28,1%;
- кукуруза — 28,7%;
- рапс — 30,5%;

- озимый ячмень — 74,6%;
- горох — 80%.

Средняя степень повреждения сельскохозяйственных культур от града в Краснодарском крае в 2024 году в разные месяцы:

- апрель — 22,1%;
- май — 53,3%;
- июнь — 21,7%;
- июль — 10,1%.

Рассмотрены принципы дистанционных методов оценки степени повреждения сельскохозяйственных культур от града.

В целом, исследование подчеркивает актуальность проблемы града для сельского хозяйства Краснодарского края и указывает на необходимость дальнейшего совершенствования технологий противоградовой защиты и углубления научных знаний в этой области.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Инюхин В.С. Климатические особенности выпадения града в двух регионах Центрального Кавказа на начало XXI века / В.С. Инюхин, С.А. Кущев, Ю.В. Суспицына // Труды Высокогорного геофизического института. — Вып. 100. — Нальчик : ООО «Печатный двор», 2017. — С. 45–52.
2. Абшаев М.Т. Руководство по организации и проведению противоградовых работ / М.Т. Абшаев, А.М. Абшаев, А.М. Малкарова [и др.]. — Нальчик : Печатный двор, 2014. — 508 с.
3. Абшаев М.Т. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 иМРЛ-6 в системе градозащиты / М.Т. Абшаев, И.И. Бурцев, Г.Ф. Шавела. — С-Пб. : Гидрометеоиздат, 1980. — 231 с.
4. Абшаев М.Т Оценка эффективности предотвращения града / М.Т Абшаев, А.М Малкарова. — С-Пб. : Гидрометеоиздат, 2006. — 208 с.
5. Абшаев М.Т. Автоматизированная система обработки радиолокационной информации для целей штормооповещения и активного воздействия на облачные процессы / М.Т. Абшаев, А.М. Абшаев, А.Ф. Котелевич [и др.] // Труды XXVII Всероссийского симпозиума "Радиолокационное исследование природных сред". — С-Пб. : Гидрометеоиздат, 2011. — С. 211–225.
6. Абшаев М.Т. Новые достижения по автоматизации противоградовой технологии / М.Т. Абшаев, А.М. Абшаев, Б.К. Кузнецов // Доклады Всероссийской конференции по физике облаков и активным воздействиям на гидрометеорологические процессы. — Нальчик : ООО «Печатный двор», 2013. — С. 320–327.
7. Инюхин В.С. Степень повреждения сельскохозяйственных растений от града на защищаемой территории Краснодарского края в сезоне 2024 года / В.С. Инюхин, Е.А. Чередник. — Свидетельство о регистрации базы данных RU 2025621913 от 28.04.2025. Заявка № 2025621457 от 17.04.2025.
8. Peters A.J. Use of remotely sensed data for assessing crop hail damage. / A.J. Peters // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. — 2000. — Vol. 66, № 11. — P. 1349–1355.
9. Chandler O. Assessment of hail damage to crops using satellite imagery and handheld hyperspectral data / O. Chandler, F.R. Young, A. Apan // Proceedings of the 12th Australian remote sensing and photogrammetry conference. — Fremantle : Western Australia, 2004.
10. Руководящий документ РД 52.37.902-2020 "Порядок обследования и оценки степени повреждения сельскохозяйственных растений от градобития". — Нальчик : ООО «Фрегат». — 2020. — 33 с.
11. Руководящий документ РД 52.37.746-2010 "Порядок сбора и обработки данных о градобитии". — Нальчик : ООО «Редакция журнала «Эльбрус». — 2010. — 23 с.
12. Лиев К.Б. Современные методы обследования повреждений сельскохозяйственных растений от града / К.Б. Лиев, С.А. Кущев // Геология, география и глобальная энергия. — 2025. — № 1(96). — С. 47–53.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Inyukhin V.S. Klimaticheskie osobennosti vipadeniya grada v dvukh regionakh Tsentralnogo Kavkaza na nachalo XXI veka [Climate features of hailfall in two regions of the Central Caucasus at the beginning of the 21st century] / V.S. Inyukhin, S.A. Kushchev, Yu.V. Suspitsina // Proceedings of the High-Altitude Geophysical Institute. — Is. 100. — Nalchik : OOO «Pechatnii dvor», 2017. — P. 45–52. [in Russian]
2. Abshaev M.T. Rukovodstvo po organizatsii i provedeniyu protivogradovikh rabot [Guidelines for organizing and conducting anti-hail activities] / M.T. Abshaev, A.M. Abshaev, A.M. Malkarova [et al.]. — Nalchik : Pechatnii dvor, 2014. — 508 p. [in Russian]

3. Abshaev M.T. Rukovodstvo po primeneniyu radiolokatorov MRL-4, MRL-5 iMRL-6 v sisteme gradozashchiti [Manual for using the MRL-4, MRL-5, and MRL-6 radars in the storm protection system] / M.T. Abshaev, I.I. Burtsev, G.F. Shavela. — S-Pb. : Gidrometeoizdat, 1980. — 231 p. [in Russian]
4. Abshaev M.T Otsenka effektivnosti predotvrascheniya grada [Assessment of the effectiveness of hail prevention] / M.T Abshaev, A.M Malkarova. — S-Pb. : Gidrometeoizdat, 2006. — 208 p. [in Russian]
5. Abshaev M.T. Avtomatizirovannaya sistema obrabotki radiolokatsionnoi informatsii dlya tselei shtormoopoveshcheniya i aktivnogo vozdeistviya na oblachnie protsessi [Automated system for processing radar information for storm warning purposes and active influence on cloud processes] / M.T. Abshaev, A.M. Abshaev, A.F. Kotelevich [et al.] // Trudy XXVII Vserossijskogo simpoziuma "Radiolokacionnoe issledovanie prirodnykh sred" [Proceedings of the XXVII All-Russian Symposium "Radar Research of Natural Environments"]. — S-Pb. : Gidrometeoizdat, 2011. — P. 211–225. [in Russian]
6. Abshaev M.T. Novie dostizheniya po avtomatizatsii protivogradovoi tekhnologii [New achievements in the automation of anti-hail technology] / M.T. Abshaev, A.M. Abshaev, B.K. Kuznetsov // Doklady Vserossijskoj konferencii po fizike oblakov i aktivnym vozdejstviyam na gidrometeorologicheskie processy [Reports of the All-Russian Conference on Cloud Physics and Active Influences on Hydrometeorological Processes]. — Nalchik : OOO «Pechatnii dvor», 2013. — P. 320–327. [in Russian]
7. Inyukhin V.S. Stepen' povrezhdeniya sel'skohozyajstvennyh rastenij ot grada na zashchishchaemoj territorii Krasnodarskogo kraja v sezone 2024 goda [The degree of damage to agricultural plants from hail in the protected area of the Krasnodar Territory in the 2024 season] / V.S. Inyukhin, E.A. Cherednik. — Certificate of registration of the database RU 2025621913 dated 28.04.2025. Application № 2025621457 dated 17.04.2025. [in Russian]
8. Peters A.J. Use of remotely sensed data for assessing crop hail damage. / A.J. Peters // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. — 2000. — Vol. 66, № 11. — P. 1349–1355.
9. Chandler O. Assessment of hail damage to crops using satellite imagery and handheld hyperspectral data / O. Chandler, F.R. Young, A. Apan // Proceedings of the 12th Australian remote sensing and photogrammetry conference. — Fremantle : Western Australia, 2004.
10. Rukovodyashchij dokument RD 52.37.902-2020 "Poryadok obsledovaniya i ocenki stepeni povrezhdeniya sel'skohozyajstvennyh rastenij ot gradobitiya" [Guidelines RD 52.37.902-2020 "Procedure for surveying and assessing the degree of damage to agricultural plants from hailstorms"]. — Nalchik : LLC "Fregat". — 2020. — 33 p. [in Russian]
11. Rukovodyashchij dokument RD 52.37.746-2010 "Poryadok sbora i obrabotki dannyh o gradobitii" [Guidelines RD 52.37.746-2010 "Procedure for collecting and processing data on hailstorms"]. — Nalchik : Elbrus Magazine Editorial Office LLC. — 2010. — 23 p. [in Russian]
12. Liev K.B. Sovremennye metodi obsledovaniya povrezhdenii selskokhozyaistvennykh rastenii ot grada [Modern methods of examining damage to agricultural plants from hail] / K.B. Liev, S.A. Kushchev // Geologiya, geografiya i globalnaya energiya [Geology, Geography and Global energy]. — 2025. — № 1(96). — P. 47–53. [in Russian]