

## ГЕОЭКОЛОГИЯ/GEOECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.37>

### КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН КАК ОСНОВА КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Научная статья

Чагарова О.В.<sup>1,\*</sup>, Косицьина О.А.<sup>2</sup>, Осипов П.Е.<sup>3</sup>, Гольц М.Е.<sup>4</sup>, Черпак А.А.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0006-2253-470X;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0000-9712-3231;

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Благовещенский государственный педагогический университет, Благовещенск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (olga\_chagarova.bgpu[at]mail.ru)

#### Аннотация

Снежный покров, обладающий высокими сорбционными свойствами, позволяет оценить уровень антропогенной нагрузки на атмосферу. Изучение загрязнения снежного покрова в городе Благовещенске Амурской области в зимний период (январь – февраль) 2025 года. Объектами изучения явились семь городских рекреационных зон, расположенных в разных частях города. В талых водах определены концентрации катионов и анионов при помощи системы капиллярного электрофореза Капель – 205 (производство Россия, компания «Люмекс»), нефтепродуктов и pH.

Для талых снежных вод рекреационных зон отмечено понижение общей концентрации катионов, наблюдаемое с повышением среднесуточных температур. Основным анионным загрязнителем является нитрат-, фторид- и фосфат-ионы.

**Ключевые слова:** снежный покров, рекреационные зоны, анионы, катионы, нефтепродукты, pH.

### CONTROL OF SNOW COVER QUALITY ON THE TERRITORY OF RECREATIONAL AREAS AS A BASIS FOR A COMFORTABLE URBAN ENVIRONMENT

Research article

Chagarova O.V.<sup>1,\*</sup>, Kositsina O.A.<sup>2</sup>, Osipov P.Y.<sup>3</sup>, Golts M.Y.<sup>4</sup>, Cherpak A.A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0006-2253-470X;

<sup>2</sup> ORCID : 0009-0000-9712-3231;

<sup>1, 2, 3, 4, 5</sup> Blagoveshchensk State Pedagogical University, Blagoveschensk, Russian Federation

\* Corresponding author (olga\_chagarova.bgpu[at]mail.ru)

#### Abstract

Snow cover, which has high sorption properties, allows to evaluate the level of anthropogenic load on the atmosphere. The study of snow cover pollution in Blagoveshchensk, Amur Oblast, in the winter period (January – February) 2025. The objects of study were seven urban recreational areas located in different parts of the city. Concentrations of cations and anions in melt water were determined using the capillary electrophoresis system Kapel – 205 (Russia, ‘Lumex’ company), petroleum products and pH.

For melted snow water of recreational areas, a decrease in total cation concentration observed with increasing average daily temperatures was noted. The main anionic pollutants are nitrate, fluoride and phosphate ions.

**Keywords:** snow cover, recreational areas, anions, cations, petroleum products, pH.

#### Введение

Качество атмосферного воздуха — один из показателей безопасности селитебных зон. Одной из проблем Дальневосточного региона становится загрязнение атмосферного воздуха в зимний период, что связано с климатическими и географическими особенностями.

Город Благовещенск является административным центром Амурской области, находясь на границе с Китайской народной республикой, испытывает антропогенную нагрузку с обеих территорий. В соответствии с климатическим районированием климат города находится в муссонной дальневосточной области умеренного климатического пояса [1]. На территории Благовещенска находятся перерабатывающие предприятия, ТЭЦ и котельные работающие на угле, мазуте и газообразном топливе, хорошо развит автотранспорт.

Снежный покров является характеристикой экологической безопасности атмосферного воздуха в зимний период, являясь адсорбентом для загрязняющих веществ [2]. Наиболее эффективным методом оценки количества поступающих в атмосферу веществ — эколого-геохимический мониторинг состояния снежного покрова. В статьях [3], [4], [5] рассматриваются случаи антропогенной нагрузки на снежный покров.

Цель настоящего исследования — экологическая характеристика снежного покрова на территории рекреационных зон города Благовещенска.

#### Объекты и методы исследований

Город Благовещенск находится на слиянии двух рек Амура и Зеи и занимает уникальное, трансграничное положение. Большая часть рекреационных зон расположена вдоль реки Амур (точки 3, 4, 5, 6), Первомайский парк (точка 7) находится вблизи места слияния Амура и Зеи. Парк Дружбы находится в отдаленной от центра местности,

окружен высотными домами, несколькими крупными автомагистралями, недалеко расположены АЗС и городская ТЭЦ. Сквер имени воинов интернационалистов окружен частными домами с печным отоплением.



Рисунок 1 - Расположение точек – мест заборов проб снега:

1 – Парк Дружбы; 2 – Сквер имени воинов-интернационалистов; 3 – Комсомольский парк; 4 – городской парк; 5 – Благовещенский дендрарий; 6 – сквер водников; 7 – Первомайский парк

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.37.1>

Пробы снега отбирали в первых декадах января–февраля 2025 г., было взято 7 проб с территории рекреационных зон. Пробы снега отбирали согласно общепринятым методикам [6], образцы снега растаивали при комнатной температуре и использовали для дальнейшего анализа. Фильтрат подвергали анализу: катионный и анионный состав определяли при помощи системы капиллярного электрофореза Капель – 205 (производство Россия, компания «Люмекс»), pH определяли на pH-150МИ, нефтепродукты на «Флюорат 02-5М» (производство Россия, компания «Люмекс»). Исследования химического состава талой снеговой воды проводили на базе эколого-химической лаборатории ФГБОУ ВО БГПУ.

### Результаты и обсуждения

Хорошим показателем загрязненности атмосферного воздуха является величина водородного показателя. Так, в незагрязненных местностях величина pH талых снеговых вод соответствует 5,5–5,6 [7]. Выбросы предприятий, газовый «след» от работы двигателей внутреннего сгорания приводят к повышению pH. Величина pH исследуемых образцов находится в пределах 6,27–7, что свидетельствует о преобладании катионов в растворе и некотором защелачивании снежного покрова.

Присутствие ионов в талой снежной воде свидетельствуют об антропогенном и естественном загрязнении атмосферы. Данные о содержании ионов в водорастворимой фазе в снежном покрове города Благовещенска представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Содержание ионов в талых водах снежного покрова рекреационных зон города Благовещенска

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.37.2>

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*
	Январь	Февраль													
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>															
Cl <sup>-</sup>	19,62	34,33	9,52	14,18	48,84	3,88	7,80	8,95	10,45	16,07	24,11	19,73	47,41	3,19	300
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,99	0,27	0,27	0,32	1,60	0,17	0,24	0,26	0,19	0,09	0,48	0,91	0,99	0,89	100

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*
	Январь	Февраль													
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>															
C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	2,48	5,50	2,55	3,18	10,03	2,48	1,69	2,89	1,95	2,59	2,26	4,36	2,17	1,48	-
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	28,31	74,39	17,4	37,37	0,65	26,65	20,88	44,45	12,81	30,4	32,17	58,48	25,14	58,28	9
F <sup>-</sup>	0,70	0,31	0,53	0,12	0,36	0,35	0,18	0,25	0,09	0,25	0,70	0,58	0,21	0,21	0,05

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*
	Январь	Февраль													
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>															
HCOO <sup>-</sup>	0,61	1,06	2,37	0,66	1,17	7,06	1,58	0,31	0,38	0,18	0,53	0,34	1,58	0,16	1,0
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,31	0,34	2,20	0,35	0,51	0,86	1,12	0,39	0,36	0,17	1,29	0,32	0,72	0,58	0,15
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	3,97	14,82	0,69	30,73	0,86	27,4	0,94	19,82	1,52	14,95	0,45	50,54	1,35	13,22	-

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*	
	Январь	Февраль														
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>																
Катионы, мг/дм <sup>3</sup>																
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	1,53	0,58	1,27	1,18	0,40	0,36	0,35	1,66	0,60	1,49	10,08	3,72	2,40	1,20	0,5	
K <sup>+</sup>	2,34	0,95	0,59	1,07	2,56	4,23	3,86	0,92	0,80	1,23	14,17	3,62	3,15	1,34	10	

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*
	Январь	Февраль													
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>															
Na <sup>+</sup>	3,62	10,41	1,88	8,09	10,19	4,03	1,74	5,56	2,39	7,04	6,85	8,59	9,91	2,91	120
Mg <sup>2+</sup>	1,34	0,36	0,20	0,64	0,39	0,81	0,46	0,71	0,33	0,62	1,13	1,91	0,61	0,58	0,08
Sr <sup>2+</sup>	0,08	0	4,91	0	0,03	0,89	0,35	0,92	0,54	0,86	0,55	0,80	0,51	0,65	40

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*
	Январь	Февраль													
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>															
Ba <sup>2+</sup>	0,66		10,7		0,66	0	0	0	0,01	0	24,7	0	0	0	0,4
Ca <sup>2+</sup>	12,93	1,67	8,60	0,97	4,34	8,35	7,38	10,93	5,50	9,31	0,20	25,67	8,72	18,93	0,74
pH	7	7,55	6,82	6,6	6,27	6	6,8	7,1	6,81	7,5	6,67	6,5	7	6,9	8-9

Параметр	Точка 1		Точка 2		Точка 3		Точка 4		Точка 5		Точка 6		Точка 7		ПДК*	
	Январь	Февраль														
Анионы, мг/дм <sup>3</sup>																
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>																
нефтепродукты	0,184	0,162	0,162	0,164	0,164	0,166	0,156	0,166	0,16	0,166	0,164	0,162	0,166	0,163	0,05	

Примечание: 1 – Парк Дружбы; 2 – Сквер имени воинов-интернационалистов; 3 – Комсомольский парк; 4 – городской парк; 5 – Благовещенский дендрарий; 6 – сквер водников; 7 – Первомайский парк

Из-за сложности идентификации экологических характеристик снежного покрова нами был использован ПДК для водоемов рыболовных назначений.

Величина pH талых сугробных вод изменяется в интервале 6,27–7,55, что близко к нейтральным значениям и не соответствует ПДК<sub>рыб</sub>. Вероятно, снижение pH связано с антропогенным загрязнением и повышенной концентрации анионов.

Концентрация хлоридов не превышает нормы ПДК, изменяется в пределах 3,192–47,41 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальное содержание хлоридов отмечено в январе для образцов 3 (48,84 мг/дм<sup>3</sup>) и 7 (47,41 мг/дм<sup>3</sup>). Согласно литературным данным, повышенное содержание хлоридов, свидетельствует об активном сжигании твердых бытовых отходов и органического мусора вблизи мест забора проб [8]. Повышенное содержание Cl<sup>-</sup> может быть также связано с близким расположением складов солевых смесей городской станции очистки сточных вод. Однако, в февральских пробах снега заметно значительное снижение Cl<sup>-</sup> в этих же точках отбора, что объясняется повышением среднесуточных температур, снеготаянием и миграцией ионов в почву. Для остальных образцов талых сугробных вод отмечено повышение концентрации хлорид-ионов, что вызвано активным применением антигололедных реагентов в зимний период. В целом, можно говорить о равномерном загрязнении Cl<sup>-</sup> всей городской агломерации.

Присутствие сульфат- и нитрат ионов, содержащих элементы в высших степенях окисления, свидетельствует об атмосферном загрязнении снежного покрова соединениями, содержащими углеводородное топливо, а также в результате выветривания почв и применения песка в качестве антигололедной смеси. Концентрация SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> изменяется в широких пределах 0,09–1,61 мг/дм<sup>3</sup>, максимальное содержание сульфатов — в январских пробах снега из Комсомольского сквера - 1,61 мг/дм<sup>3</sup>, что характерно для слабого уровня загрязнения [7]. В образцах талых вод 1, 3, 5, 7 отмечено снижение концентрации сульфат-ионов, что связано с установившимися в феврале метеорологическими условиями — резкие скачки температур и изменение направления ветра, способствующие вымыванию сульфатов и снижению их содержания в сугробном покрове. Возможно химическое связывание сульфатов со щелочными металлами, что наблюдается для образцов 2, 5, 7.

Следует отметить, что загрязнение нитрат ионами преобладает над содержанием сульфатов в пробах снега. Основными антропогенными источниками нитратов в природе являются сельскохозяйственные, промышленные предприятия и автотранспорт. В городских условиях больший вклад вносит автотранспорт и атмосферные выбросы. Отмечено значительное превышение ПДК (1,3–6,4 раза) NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, характерно накопление ионов в течение зимнего периода. В процессе снеготаяния нитрат-ионы перейдут в почву и в водные источники, что приведет к нарушению функционирования водных и почвенных экосистем.

Особый интерес представляют органические анионы в составе снежного покрова. В атмосфере и гидросфере органические кислоты представлены в основном муравьиной, щавелевой и уксусной [9]. Происхождение анионов различно, так они могут образовываться в ходе разложения органического вещества, могут мигрировать из верхних слоев почв, а могут быть поллютантами антропогенного происхождения. Органические анионы могут быть более устойчивыми к разложению, чем неорганические. Это позволяет им накапливаться в снежном покрове и влиять на его химический состав. Среди обнаруженных органических анионов максимальную концентрацию имеют ацетат-ионы (0,69–27,4 мг/дм<sup>3</sup>). Интенсивность поступления ионов органических карбоновых кислот в снежный покров рекреационных зон, зависит от уменьшения общей массы растительных организмов — основного источника поступления органических карбоновых кислот в атмосферу. Полученные данные свидетельствуют о преобладающем поступлении ионов органических карбоновых кислот из атмосферы (74–90%) при подчиненном значении «почвенного дыхания». Восходящая миграция ионов органических карбоновых кислот из субстрата в снежный покров зависит от температуры почвы и снега. Понижение температуры на поверхности почвы ниже -5°C приводит к резкому сокращению объема поступления ионов органических карбоновых кислот в снег из почвы [10].

Фосфат ионы обнаружены во всех изученных образцах и изменяются в пределах 0,3–2,2 мг/л. Максимальное содержание PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> обнаружено в сквере имени воинов-интернационалистов — 2,2 мг/л.

Катионный состав представлен ионами аммония, натрия, калия, магния, стронция, бария и кальция. Наибольший вклад в сумму катионов вносят ионы кальция.

Концентрация ионов аммония во всех изученных образцах талых вод, кроме образца 3 (февраль) и образца 4 (январь), превышает нормы ПДК. Ионы NH<sub>4</sub><sup>+</sup> при растворении в воде могут сместь кислотно-основное равновесие и микроструктуру снега [11].

В снеге урбанизированных территорий природное соотношение главных катионов (Ca<sup>2+</sup>> Mg<sup>2+</sup>> Na<sup>+</sup>+K<sup>+</sup>) нарушено вследствие загрязнения [12].

Содержание Na<sup>+</sup> в январских пробах варьирует в пределах 1,75–10,2 мг/л, наибольшие содержания ионов натрия наблюдаются в Комсомольском и Первомайском парках. Вероятно, повышенное содержание ионов связано с близостью расположения очистных сооружений города Благовещенска и складов по хранению солевого сырья. Однако в феврале наблюдается повышение концентрации ионов натрия в пробах 1–10,41 мг/дм<sup>3</sup> (парк Дружбы), проба 2 — 8,099 мг/дм<sup>3</sup> (Сквер имени воинов-интернационалистов) и проба талой воды из сквера водников — 8,597 мг/дм<sup>3</sup>. В остальных образцах снега выявлено понижение концентрации хлоридов.

Концентрация ионов калия (январь 2025 г.) меняется от 0,59 до 14,17 мг/л, наибольшее содержание отмечено в пробе 6 (сквер водников). В феврале концентрация незначительно повышается.

Концентрация ионов магния и кальция как катионов, отвечающих за жесткость талых вод, в январе меняется в пределах от 0,2 до 1,35 мг/л (концентрация Mg<sup>2+</sup>) и Ca<sup>2+</sup> 0,21 мг/л в сквере водников до 12,93 мг/л в парке Дружбы, в феврале — концентрация указанных ионов изменяется скачкообразно.

Содержание нефтепродуктов в зимний период практически не изменяется, что связано с достаточным отдалением изучаемых территорий от автомобильных стоянок. Тем не менее качество снежного покрова не соответствует нормам ПДК по содержанию нефтепродуктов.

### Заключение

Таким образом, в ходе полученных исследований в январе-феврале 2025 года можно сделать следующие выводы:

1. Приоритетными загрязнителями снежного покрова рекреационных зон города Благовещенска являются нитратионы. Максимальное значение нитрат-ионов в талых сугробах отмечены в январе на территории сквера водников ( $32,17 \text{ мг/дм}^3$ ). В феврале — на территории парка Дружбы ( $74,39 \text{ мг/дм}^3$ ). Минимальное содержание  $\text{NO}_3^-$  в талых водах (январь 2025) Комсомольского парка —  $0,65 \text{ мг/дм}^3$ , в феврале —  $26,65 \text{ мг/дм}^3$ .

2. Наблюдается превышение ПДК по фторид ионам более чем в 14 раз.

3. Наиболее загрязненными катионами металлов являются парки Дружбы, Комсомольский и Первомайский, а также сквер водников, что свидетельствует о наибольшей антропогенной нагрузке. Отмечается снижение суммы катионов в феврале, что связано со значительным повышением среднесуточных температур и процессу миграции катионов в верхние слои почвы.

Выявлены основные источники атмосферных поллютантов — городская ТЭЦ, автотранспорт.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Клепиков О.В., Воронежский государственный университет, Воронеж Российская Федерация  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.37.3>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

Klepikov O.V., Voronezh State University, Voronezh Russian Federation  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.155.37.3>

### Список литературы / References

1. Климат // Природа. Экология / Сост. и подгот. к изд. ПКО «Картография»; гл. ред. В.М. Котляков; отв. ред. Г.Ф. Кравченко. — Москва : Роскартография, 2007. — Т. 2.
2. Чагарова О.В. Оценка техногенного загрязнения снежного покрова Г. Благовещенска по данным химического анализа талой сугробной воды / О.В. Чагарова, А.П. Пакусина, О.А. Косицына // Естественные и технические науки. — 2024. — № 7 (194). — С. 52–56. — EDN: KWQZXZ.
3. Кириченко К.Ю. Исследование загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсной угольной пылью (г. Находка, Приморский край) / К.Ю. Кириченко, А.С. Холодов, И.А. Вахнюк [и др.] // Вестник КамчатГТУ. — 2019. — № 50. — С. 6–13.
4. Савинова М.Е. Исследование загрязнённости снежного покрова на примере города Якутска / М.Е. Савинова, Н.Н. Местникова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. — 2019. — № 11. — С. 17–22.
5. Пакусина А.П. Индикация окружающей среды города Зея по гидрохимическим показателям талого снега / А.П. Пакусина, Н.С. Литвинцева, Т.П. Платонова // Современные проблемы почвоведения, агрохимии и экологии: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти почвоведа-агрохимика, кандидата сельскохозяйственных наук, доцента Валентины Федоровны Прокопчук (Благовещенск, 30–31 марта 2023 г.). — Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2023. — С. 142–147.
6. ГОСТ 17.1.50-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
7. Скугорева С.Г. Оценка степени загрязнения сугробного покрова в зоне влияния Кирово-Чепецкого химического комбината / С.Г. Скугорева, Т.А. Адамович, Г.Я. Кантор // Теоретическая и прикладная экология. — 2011. — № 1. — С. 31–36. — EDN: NRTIZH.
8. Радомская В.И. Химическая характеристика снежного покрова г. Благовещенска (Дальний Восток, Россия) / В.И. Радомская, Н.А. Бородина, Д.В. Юсупов // Проблемы региональной экологии. — 2023. — № 2. — С. 15–21.
9. Успенская А.И. Роль щавелевой кислоты в глобальном цикле углерода / А.И. Успенская, А.А. Галеев // Нефть. Газ. Новации. — 2009. — № 10 (129). — С. 8–10.
10. Макаров В.Н. Ионы органических карбоновых кислот (формиат, ацетат и оксалат) в снежном покрове мерзлых ландшафтов бореальной зоны Восточной Сибири / В.Н. Макаров // Геохимия. — 2018. — № 6. — С. 594–602.
11. Trachsel J.C. Microscale Rearrangement of Ammonium Induced by Snow Metamorphism / J.C. Trachsel, M. Schneebeli, J. Edebeli [et al.] // Frontiers in Earth Science. — 2019. — Vol. 7. — P. 194. — DOI: 10.3389/feart.2019.00194. — EDN: PIDGZM.
12. Салтан Н.В. Химический состав снега на урбанизированных территориях в условиях Крайнего Севера / Н.В. Салтан, Е.П. Шлапак, В.К. Жиров [и др.] // Вестник МГТУ. — 2015. — № 2. — С. 328–334.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Klimat [Climate] // Priroda. Jekologija [Nature. Ecology] / Compiled and prepared for publication by PKO «Cartography»; ed.-in-chief V.M. Kotljakov; resp. ed. G.F. Kravchenko. — Moscow : Roskartografija, 2007. — Vol. 2. [in Russian]

2. Chagarova O.V. Ocenna tehnogenennogo zagrjaznenija snezhnogo pokrova G. Blagoveshchenska po dannym himicheskogo analiza taloj snegovojo vody [Assessment of anthropogenic pollution of the snow cover of Blagoveshchensk by chemical analysis of snow melt water] / O.V. Chagarova, A.P. Pakusina, O.A. Kosycyna // Estestvennye i tehnicheskie nauki [Natural and Technical Sciences. Kositsyna // Natural and Technical Sciences]. — 2024. — № 7 (194). — P. 52–56. — EDN: KWQZXZ. [in Russian]

3. Kirichenko K.Ju. Issledovanie zagrjaznenija atmosfernogo vozduha melkodispersnoj ugol'noj pyl'ju (g. Nahodka, Primorskij kraj) [Study of atmospheric air pollution by fine coal dust (Nakhodka, Primorsky Krai)] / K.Ju. Kirichenko, A.S. Holodov, I.A. Vahnjuk [et al.] // Vestnik KamchatGTU [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. — 2019. — № 50. — P. 6–13. [in Russian]

4. Savvinova M.E. Issledovanie zagrjaznenosti snezhnogo pokrova na primere goroda Jakutska [Study of snow cover pollution on the example of Yakutsk] / M.E. Savvinova, N.N. Mestnikova // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika [Instruments and systems. Management, control, diagnostics]. — 2019. — № 11. — P. 17–22. [in Russian]

5. Pakusina A.P. Indikacija okruzhajushhej sredy goroda Zeja po gidrohimicheskim pokazateljam talogo snega [Indication of Zeya city environment by hydrochemical indicators of melted snow] / A.P. Pakusina, N.S. Litvinseva, T.P. Platonova // Sovremennye problemy pochvovedenija, agrohimii i jekologii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashchennoj pamjati pochvoveda-agrohimika, kandidata sel'skokhozjajstvennyh nauk, docenta Valentiny Fedorovny Prokopchuk (Blagoveshchensk, 30–31 marta 2023 g.) [Modern problems of soil science, agrochemistry and ecology: materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of soil scientist-agrochemist, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor Valentina Fedorovna Prokopchuk (Blagoveshchensk, 30–31 March 2023)]. — Blagoveshchensk : Far Eastern State Agrarian University, 2023. — P. 142–147. [in Russian]

6. GOST 17.1.5.05-85. Ohrana prirody. Gidrosfera. Obshchie trebovaniya k otboru prob poverhnostnyh i morskikh vod, l'da i atmosfernnyh osadkov [GOST 17.1.5.05-85. Nature protection. Hydrosphere. General requirements for sampling of surface and sea waters, ice and atmospheric precipitations]. [in Russian]

7. Skugoreva S.G. Ocenna stepeni zagrjaznenija snegovogo pokrova v zone vlijanija Kirovo- Chepeckogo himicheskogo kombinata [Assessment of the degree of pollution of snow cover in the zone of influence of Kirovo-Chepetsk Chemical Combine] / S.G. Skugoreva, T.A. Adamovich, G.Ja. Kantor // Teoreticheskaja i prikladnaja jekologija [Theoretical and Applied Ecology]. — 2011. — № 1. — P. 31–36. — EDN: NRTIZH. [in Russian]

8. Radomskaia V.I. Himicheskaja harakteristika snezhnogo pokrova g. Blagoveshchenska (Dal'nij Vostok, Rossija) [Chemical characterisation of the snow cover of Blagoveshchensk (Far East, Russia)] / V.I. Radomskaia, N.A. Borodina, D.V. Jusupov // Problemy regional'noj jekologii [Problems of regional ecology]. — 2023. — № 2. — P. 15–21. [in Russian]

9. Uspenskaja A.I. Rol' shhavelevoj kisloty v global'nom cikle ugleroda [The role of oxalic acid in the global carbon cycle] / A.I. Uspenskaja, A.A. Galeev // Neft'. Gaz. Novacii [Oil. Gas. Innovations]. — 2009. — № 10 (129). — P. 8–10. [in Russian]

10. Makarov V.N. Iony organicheskikh karbonovyh kislot (formiat, acetat i oksalat) v snezhnom pokrove merzlotnyh landshaftov boreal'noj zony Vostochnoj Sibiri [Organic carboxylic acid ions (formate, acetate and oxalate) in the snow cover of permafrost landscapes of the boreal zone of Eastern Siberia] / V.N. Makarov // Geohimija [Geochemistry]. — 2018. — № 6. — P. 594–602. [in Russian]

11. Trachsel J.C. Microscale Rearrangement of Ammonium Induced by Snow Metamorphism / J.C. Trachsel, M. Schneebeli, J. Edebeli [et al.] // Frontiers in Earth Science. — 2019. — Vol. 7. — P. 194. — DOI: 10.3389/feart.2019.00194. — EDN: PIDGZM.

12. Saltan N.V. Himicheskij sostav snega na urbanizirovannyh territorijah v uslovijah Krajnego Severa [Chemical composition of snow in urbanised areas in the Far North] / N.V. Saltan, E.P. Shlapak, V.K. Zhirov [et al.] // Vestnik MGTU [Bulletin of MSTU]. — 2015. — № 2. — P. 328–334. [in Russian]