

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2022, №3 Том 9 / 2022, No 3, Vol 9 <https://resources.today/issue-3-2022.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/11ECOR322.pdf>

DOI: 10.15862/11ECOR322 (<https://doi.org/10.15862/11ECOR322>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Мищенко, О. А. Мониторинг состояния снежного покрова на территории Хабаровского края / О. А. Мищенко, А. А. Шелганова // Отходы и ресурсы. — 2022. — Т. 9. — № 3. — URL: <https://resources.today/PDF/11ECOR322.pdf> DOI: 10.15862/11ECOR322

For citation:

Mishchenko O.A., Shelganova A.A. Monitoring the state of snow cover in the Khabarovsk Territory. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*, 9(3): 11ECOR322. Available at: <https://resources.today/PDF/11ECOR322.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/11ECOR322

Мищенко Ольга Алексеевна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Доцент кафедры «Экология, ресурсопользование и безопасности жизнедеятельности»

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: 004907@pnu.edu.ru

РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1012888

Шелганова Алина Андреевна

ФГБУ «Дальневосточное по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Хабаровск, Россия
Начальник лаборатории мониторинга загрязнения атмосферного воздуха

E-mail: 2013003202@pnu.edu.ru

Мониторинг состояния снежного покрова на территории Хабаровского края

Аннотация. В статье авторами рассмотрены вопросы мониторинга снежного покрова в условиях Хабаровского края. Выполнен анализ по основным загрязняющим веществам в период с 2014 по 2020 год, изучено влияние снежного покрова на окружающую среду, проанализированы пути поступления загрязняющих веществ. Представленная работа имеет аналитико-исследовательский характер — проследить накопление загрязнителей в снежном покрове, для дальнейшей выработки решений по совершенствованию системы мониторинга атмосферного воздуха в городах края. Работа выполнена в рамках НИР 3.21-ТОГУ. Состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на территории Хабаровского края в настоящий момент времени нельзя считать удовлетворительным. Экологические проблемы носят глобальный характер и не имеют территориальных, государственных границ, но до настоящего времени в крае не создано единой системы мониторинга и оценки экологического состояния экосистемы с пролонгацией динамики изменений в будущем. А известный набор методов и инструментов оценки экологической ситуации не обеспечивает нужного уровня достоверности. Снежный покров является естественным накопителем большого количества аэрозольных веществ, в котором происходит аккумуляция и консервация атмосферных выпадений, кроме того его можно считать естественным индикатором как состояния атмосферы, так и загрязнения почв, воды, объектов биосферы. В настоящее время в условиях постоянно возрастающей антропогенной нагрузки на окружающую среду, необходима качественная, своевременная информация о состоянии среды. Хотя интерес к исследованиям снежного покрова на предмет химического состава в последнее время вырос, следует отметить,

что на территории Хабаровского края глубокими исследованиями в этой области занимаются мало. Территория указанного региона расположена в виде узкой полосы на восточной окраине Азии, климат края — муссонный. Для него характерны холодная, снежная зима и влажное, жаркое лето. Климатические условия значительно изменяются как с севера на юг, так и в зависимости от близости к морю, а также от характера рельефа. Период залегания снега составляет от 4 месяцев, преимущественно в южных, юго-западных районах до 6 месяцев в северных районах, это по мнению авторов, является хорошим подспорьем для детального изучения накопленных загрязнителей. Кроме того, в крае более 83,14 % населения проживает в городах имеющих высокий и очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха, что в первую очередь сказывается на здоровье (среди распространенных видов заболеваний на первом месте болезни органов дыхания, на втором болезни системы кровообращения, на третьем болезни костно-мышечной системы). Для снижения техногенной нагрузки на атмосферу необходима установка более эффективных систем очистки на предприятиях теплоэнергетики и внедрение эффективного технического контроля транспортного состава в крае, пересмотр и усовершенствование системы мониторинга атмосферного воздуха.

Ключевые слова: мониторинг; снежный покров; снегомерный маршрут; Хабаровский край; отбор проб; метеостанция; концентрация примесей; индикатор загрязнения; экосистема; экологическое состояние

Введение

При образовании и выпадении снега в результате процессов сухого и влажного вымывания, концентрации вымываемых элементов обычно на 2–3 порядка выше величины, чем в атмосферном воздухе. Поэтому измерения содержания этих веществ могут производиться достаточно простыми методами и с высокой степенью надежности [1].

Вымывание загрязняющих веществ снегом зависит от условий формирования осадков в облаке и последующей трансформации при выпадении на земную поверхность. На всех этапах захват загрязняющих веществ может осуществляться каплями воды и ледяными кристаллами. Реально может наблюдаться как большая, так и меньшая эффективность вымывания загрязняющих веществ снегом по сравнению с дождем.

Преимуществом исследования снежного покрова является то, что отбор проб снега чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб воздуха. Послойный отбор проб снежного покрова позволяет получить динамику загрязнения за зимний сезон, а всего лишь одна проба по всей толще снежного покрова дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы [2].

Снежный покров позволяет решить проблему количественного определения суммарных параметров загрязнения (сухих и влажных выпадений). Он как естественный планшет-накопитель дает действительную величину сухих и влажных выпадений в холодный сезон, а также является эффективным индикатором процессов закисления природных сред [3–7]. Загрязнение снежного покрова происходит в два этапа. Во-первых, это загрязнение снежинок во время их образования в облаке и выпадения на местность — влажное выпадение загрязняющих веществ из атмосферы. Во-вторых, загрязнение уже выпавшего снега в результате сухого выпадения поступления загрязняющих веществ из атмосферы, а также их поступление из подстилающих почв и горных пород [8; 9]. В начале зимы, когда отсутствует сплошной снежный покров, загрязнение снега может происходить в результате ветровой эрозии обнаженных участков замерзших почв. Основная масса загрязнения обусловлена достаточно крупными минеральными частицами, которые представляют алевритовую и перлитовую

фракцию почв. По мере роста высоты снежного покрова такое загрязнение быстро прекращается [8; 9].

Антропогенное загрязнение снежного покрова может значительно увеличивать обогащение снега отдельными элементами, в том числе и тяжелыми металлами [10–12]. Снежный покров служит отличным индикатором загрязнения окружающей среды, как от природных, так и антропогенных источников. Наибольшее обогащение снежного покрова загрязняющими веществами отмечается во время весеннего снеготаяния. Техногенез оказывает большое влияние на кислотно-щелочной баланс талых вод в результате промышленных выбросов в атмосферу при сжигании ископаемого топлива и эксплуатации транспорта.

Данная работа имеет аналитико-исследовательскую цель: проследить накопление загрязнителей в снежном покрове на территории Хабаровского края. Объектом исследования является снежный покров на территории Хабаровского края.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить загрязнение окружающей среды по состоянию снежного покрова;
- дать оценку состояния снежного покрова по результатам исследования его химического состава.

Для мониторинга снежного покрова были выбраны 3 пункта наблюдений, расположенных в разных районах Хабаровского края: городе Хабаровске (А Хабаровск)¹, Чегдомынском районе (М-2 Чегдомын)² и Аяно-Майском районе (АЭ Аян)³, данные для мониторингового анализа были предоставлены ФГБУ «Дальневосточное УГМС».

Методы исследования

Теоретическими основами данной работы послужили результаты исследований российских и зарубежных авторов в области динамики снеготаяния, биохимического анализа, аккумуляции, накопления и консервации атмосферных осадков снежным покровом. В работе использован системный анализ научной, нормативно-правовой литературы и статистических данных для выявления состояния и динамики снежного покрова на территории Хабаровского края.

Снегомерный маршрут на станции А Хабаровск — лесной. Основными источниками загрязнения снежного покрова являются предприятия теплоэнергетики (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-3), нефтепереработки (Хабаровский НПЗ). Большой вклад в загрязнение атмосферы вносит автотранспорт.

Снегомерный маршрут на станции М-2 Чегдомын — лесной и проходит по смешенному лесу. Основными источниками загрязнения являются многочисленные котельные поселка и предприятие ОАО «Ургалуголь» по добыче угля открытым способом.

Снегомерный маршрут на станции АЭ Аян — лесной. Основными источниками загрязнения являются предприятия по добыче и переработке морепродуктов и полезных ископаемых. Не исключается возможность трансграничного переноса загрязнителей при определенных метеорологических условиях.

¹ Техническое дело метеостанции А Хабаровск. — Хабаровск, 2019. — 37 с.

² Техническое дело метеостанции М-2 Чегдомын. — Хабаровск, 2017. — 30 с.

³ Техническое дело метеостанции АЭ Аян. — Хабаровск, 2010 — 23 с.

Неблагоприятное воздействие на рассеивание примесей оказывают такие факторы как инверсия (возрастание температуры с высотой), скорость и направление ветра, застои воздуха.

На рисунке 1 показано количество дней залегания снежного покрова на выбранных территориях для оценки мониторинга по данным⁴. Из данных, полученных с метеостанций (А Хабаровск, М-2 Чегдомын, АЭ Аян), мы видим, что на территории Аяна количество дней больше, чем в других районах. Среднее количество дней залегания снежного покрова на станции А Хабаровск составляет 105 дней, М-2 Чегдомын 136 дней и на станции АЭ Аян 140 дней.

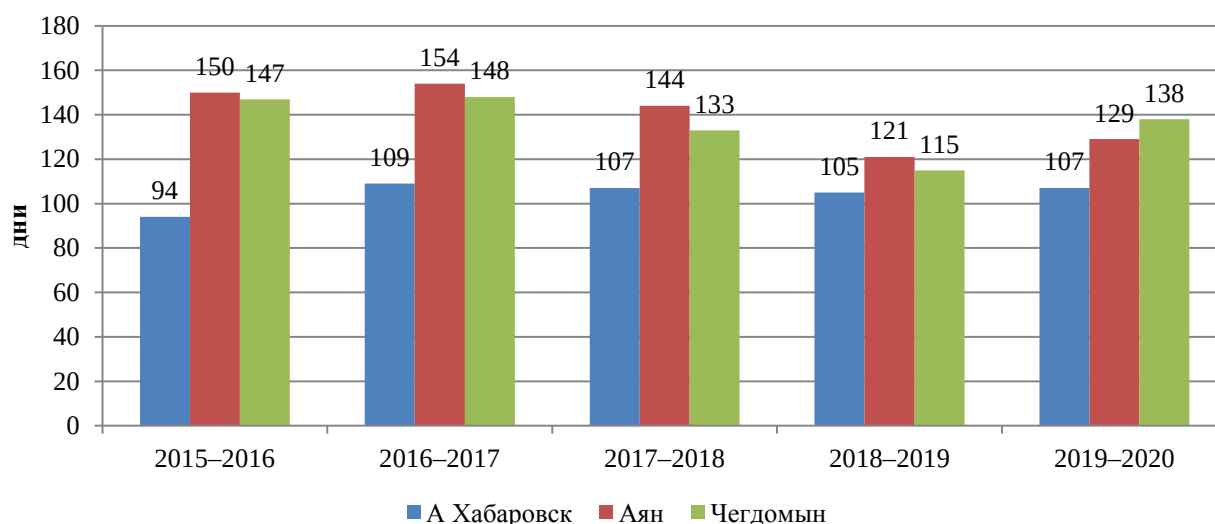


Рисунок 1. Количество дней залегания снежного покрова в пунктах контроля (составлено/разработано авторами)

Анализ данных

В таблице 1 приведены сводные данные замеров концентраций примесей в пробах снега на метеостанциях за период 2014–2020 гг.

Таблица 1

Концентрации примесей в пробах снега на метеостанциях за 2014–2020 годы

Станции	Концентрации диоксида серы в снеге по годам, мг/дм ³					
	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Концентрации ионов ионов сульфат (SO_4^{2-}) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	0,36	4,17	1,76	2,81	13,49	15,90
Чегдомын	0,27	4,00	0,20	1,20	1,20	1,44
Аян	0,40	0,13	1,06	2,04	0,86	0,88
Концентрации ионов нитратов (NO_3^-) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	0,24	0,88	0,60	1,72	18,89	0,96
Чегдомын	0,00	0,73	0,31	1,68	1,57	0,39
Аян	0,11	0,52	0,46	0,79	3,06	0,35
Концентрация ионов аммония (NH_4^+) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	0,39	0,84	1,56	0,86	1,01	1,00
Чегдомын	0,00	0,71	1,22	0,57	0,19	0,41
Аян	0,15	0,06	1,32	0,48	0,01	0,10

⁴ Ежегодные данные по химическому составу атмосферных осадков за 2014–2020 — Санкт-Петербург: Метеоагентство Росгидромет, 2020. — 100 с.

Станции	Концентрации диоксида серы в снеге по годам, мг/дм ³					
	2014–2015	2015–2016	2016–2017	2017–2018	2018–2019	2019–2020
Концентрации ионов хлора (Cl^-) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	1,99	1,20	1,70	1,13	3,10	3,10
Чегдомын	0,96	1,04	0,67	1,28	0,38	0,51
Аян	3,36	1,49	8,15	1,70	5,16	1,83
Концентрации ионов гидрокарбоната (HCO_3^-) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	2,54	3,78	5,22	2,81	11,04	37,14
Чегдомын	0,17	0,04	3,86	2,32	0,04	2,49
Аян	6,98	1,34	1,98	2,87	1,49	2,08
Концентрации ионов натрия (Na^+) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	4,37	6,900	3,678	1,088	4,314	5,518
Чегдомын	2,47	2,790	1,358	1,241	1,089	0,181
Аян	6,23	2,896	9,882	1,593	7,069	2,289
Концентрации ионов калия (K^+) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	1,51	3,400	2,7480	0,4777	1,4160	3,2310
Чегдомын	2,31	1,757	1,4080	0,6232	0,6443	0,1881
Аян	0,70	0,894	1,2620	0,4693	0,4396	0,2449
Концентрации ионов кальция (Ca^{2+}) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	3,44	2,924	4,171	2,775	6,782	9,158
Чегдомын	6,10	3,197	2,570	2,536	2,550	0,925
Аян	2,97	3,074	4,349	1,617	1,023	0,623
Концентрации ионов магния (Mg^{2+}) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	0,87	1,318	0,9688	0,5662	0,7705	2,2890
Чегдомын	1,62	0,915	0,6885	0,5598	0,4797	0,2045
Аян	0,87	0,864	1,4730	0,3503	0,4395	0,2302
Концентрации цинка (Zn) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	0,003	0,019	0,0317	0,0224	0,0305	0,0146
Чегдомын	0,016	0,088	0,0357	0,0157	0,0147	0,0318
Аян	0,003	0,020	0,0125	0,0088	0,0042	0,0026
Концентрации ионов водорода (pH) в пробах снега по метеостанциям, мг/дм ³						
Хабаровск-агро	6,04	6,18	6,44	5,82	6,55	6,93
Чегдомын	5,04	5,52	6,24	6,20	5,59	5,48
Аян	6,14	5,63	6,01	5,97	5,72	5,63

Составлено/разработано авторами

Согласно таблице 1 при сравнении количества сульфат ионов в снежном покрове установлено, что в исследуемых пунктах (А Хабаровск, М-2 Чегдомын, АЭ Аян) его наибольшая величина отмечается на станции А Хабаровск в зимний период 2018–2019, 2019–2020 годов. Прослеживается тенденция увеличения количества сульфат ионов на станции А Хабаровск и наоборот его уменьшение на станции М-2 Чегдомын. Наименьшая концентрация сульфат-иона выявлена на станции АЭ Аян.

Минеральные соединения азота в снежном покрове представлены ионами аммония, нитрит и нитрат ионами. Наибольшее значение минеральных форм азота обнаружено в снежном покрове на станции А Хабаровск в 2018–2019 году. Диапазон изменения суммарной концентрации минерального азота в снежном покрове составил 0,00–18,89 мг/дм³ (среднее значение — 9,45 мг/дм³). Основное количество проб снежного покрова характеризуется повышенными концентрациями минерального азота по сравнению с фоновым участком, максимально до двух раз. Наибольшее значение минеральных форм азота обнаружено в снежном покрове на станции А Хабаровск за период 2018–2019 год. Основной вклад в суммарное содержание минерального азота в снежном покрове вносят ионы аммония.

Анализ соотношений между концентрациями ионов аммония, нитрата и сульфата, выраженный в эквивалентной форме, позволяет сделать вывод, что ион аммония попадает в снежный покров в виде аэрозолей сульфатов и нитратов, которые образуются в техногенной атмосфере при выбросах продуктов сжигания ископаемого топлива. Часто они сочетаются с сажей, образуя черный снег.

В пробах снежного покрова отобранных на станциях А Хабаровск, М-2 Чегдомын, АЭ Аян за период с 2014–2020 года установлено максимальное значение на станции АЭ Аян за период 2016–2017 год в диапазоне 8,15 мг/дм³, и минимальное на станции М-2 Чегдомын за период 2018–2019 год в пределах 0,51 мг/дм³

Содержание ортофосфат-ионов в снежном покрове варьирует в широком диапазоне — 0,04–37,14 мг/дм³, средняя величина — 4,90 мг/дм³ их максимальная концентрация отмечена на станции А Хабаровск в период 2019–2020 год. Эти значения близки к концентрации HCO_3^- в атмосферных осадках во время лесных пожаров, что позволило сделать вывод о источниках поступления ортофосфат-ионов в снежный покров — сжигание топлива, в частности угля и древесины. Величина отношения $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ — главный показатель состава метаморфизованных вод, т. к. в маломинерализованных природных водах ион кальция является основным компонентом химического состава, а ион магния появляется при метаморфизации. Величина этого отношения для снежного покрова составила 2–10, в редких случаях — 1–18. Отмечено превышение значений соотношения $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ по сравнению с маломинерализованными водами. Минимальные величины $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ отмечены для снежного покрова на станции АЭ Аян, максимальные на метеостанции А Хабаровск.

Таким образом, большие значения отношения $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ характеризуют метаморфизованные воды. Антропогенное загрязнение значительно увеличивает обогащение снега отдельными элементами за счет ветровой эрозии многочисленных золоотвалов и шлаков котельных. По результатам исследований выделены территории с различной степенью техногенного воздействия на окружающую природную среду. В качестве фоновых показателей приняты данные по химическому составу снежного покрова окрестностей станции АЭ Аян.

Наибольшая концентрация ионов калия в отобранных пробах снега за период 2014–2020 годы 3,4 мг/дм³ на станции А Хабаровск в период 2015–2016 год, минимальная 0,188 мг/дм³ на станции АЭ Аян в период 2019–2020 год.

На станции А Хабаровск максимальное значение ионов кальция составило 9,158 мг/дм³ в зимний период 2019–2020 года, минимальное значение установлено на станции АЭ Аян — 0,623 мг/дм³.

Во всех пробах водной фракции снежного покрова обнаружены Zn, Na, Ca, K, Mg. Очевидно, что содержание микроэлементов в снежном покрове в большей мере связано с химическим составом взвешенных веществ.

Индикатором воздействия газопылевых выбросов на химический состав снежного покрова является величина pH выше 6,5. Величина pH снежного покрова в исследуемых районах она изменялась в пределах 5,04–6,93, при среднем значении 6,06). Минимальная величина pH снежного покрова (5,04–6,24) характерна для окрестностей поселка на условно-фоновом участке (АЭ Аян). Максимальные величины pH (5,48–6,24) характерны для зон, находящихся под непосредственным воздействием газопылевых выбросов котельных (М-2 Чегдомын).

Заключение

Одним из способов снижения закисления атмосферных осадков и как следствие снижения закисления природных сред является ограничение выбросов двуокиси серы и окислов азота [4; 13; 14].

В выбросах предприятий, использующих в качестве топлива каменный уголь, в летучей золе содержится CaO и MgO , которые могут частично нейтрализовать серную и азотную кислоты, находящиеся в атмосфере. Основная реакция нейтрализации, например, серной кислоты, обусловлена выбросами серного газа. Количество аэрозольных частиц, которые могут быть выброшены в атмосферу в результате сгорания топлива, зависит от эффективности применяемой системы пылеулавливания. Основные виды пылеулавливания следующие: циклоны, которые применяются в случае крупнодисперсной пыли, скрубберы мокрого типа, используемые для улавливания мелких частиц. Тканевые фильтры, применяющиеся, когда необходима высокая эффективность улавливания мелких частиц и электрофильтры, используемые в тех случаях, когда требуется очень высокая эффективность улавливания частиц. Общая эффективность пылеулавливания в указанных типах фильтров изменяется от 65 до 99,7 % соответственно.

Зачастую для соблюдения норм выброса частиц реализуют последовательную установку двух или более газоочистных устройств. Это обычно делают при очистке дымовых газов электростанций, работающих на угле, где крупные частицы удаляются циклонными сепараторами, а мелкие частицы — последовательно включенным электрофильтром.

Уменьшая эффективность улавливания частиц, можно увеличивать количество CaO и MgO , выбрасываемых в атмосферу, для нейтрализации азотной и серной кислоты.

Для обеспечения нейтрализации кислотности, концентрация в атмосферном воздухе соединений, имеющих щелочную реакцию, должна преобладать над концентрацией кислот, так как количество вещества, вступающего в реакцию, сильно зависит от размера аэрозольных частиц, влажности атмосферного воздуха и времени их нахождения в атмосфере. Распространение сернистого газа в атмосферном воздухе и мелкодисперсной примеси происходит примерно одинаково. При использовании в качестве топлива каменного угля количества в золе CaO и MgO обычно в 5–30 раз превышает величину, необходимую для нейтрализации серной кислоты, образующейся в результате выбросов SO_2 .

Отбор проб снежного покрова чрезвычайно прост и не требует сложного оборудования по сравнению с отбором проб воздуха, поэтому экономически выгоден. Данные о загрязнении снежного покрова позволяют получить ряд сведений о загрязнении природной среды, в частности: карты загрязнения территории (района, города, края), элементы баланса загрязняющих веществ. Установить закономерности атмосферного переноса загрязняющих веществ, в том числе направления и количественные характеристики переноса через государственную границу России, перенос между отдельными регионами. Полученные количественные характеристики состава снежного покрова позволяют оценить загрязнение атмосферного воздуха, почв, и поверхностных вод.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Анализ загрязнения снежного покрова показал, что загрязняющие вещества находятся ниже предельно допустимых концентраций (ПДК), установленных для вод рыбохозяйственного значения.
2. Выявлено, что на определяемых территориях наиболее чистыми являются пробы, отобранные на снегомерном маршруте станции АЭ Аян, где отмечается слабое

влияние автотранспорта и промышленности в связи с ее наименьшим развитием по сравнению с другими районами.

3. Установлено, что наиболее загрязненные пробы на участке снегомерного маршрута станции А Хабаровск, расположенном на урбанизированной территории с наиболее развитой промышленностью и интенсивным движением транспорта.
4. Для снижения техногенной нагрузки на атмосферу необходима установка более эффективных систем очистки на предприятиях теплоэнергетики и технический контроль транспортного состава, только такими мероприятиями можно минимизировать попадание вредных веществ в атмосферный воздух.

Согласно данным⁵ мероприятия по дальнейшему развитию системы государственного мониторинга атмосферного воздуха в городах Хабаровского края в рамках стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года предполагает:

- обновление нормативно-методической базы;
- поэтапное внедрение автоматизированных систем непрерывного измерения содержания основных загрязнителей;
- внедрение программных средств обработки и анализа данных наблюдений.

Системы автоматического мониторинга атмосферы имеют ряд преимуществ, основными из которых является быстрое получение, обработка и вывод результатов. Данные системы позволяют выполнять обработку данных, моделирование и прогнозирование загрязнения практически в реальном времени. Такие комплексы позволяют организовать управление качеством окружающей среды на более высоком уровне [15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Рыбалко А.Е., Фрумин Г.Т. По материалам результатов мониторинга, проводимого в «Севморгео» в восточной части Финского залива Балтийского моря 2001–2005 гг. — Москва, 2006. — 126 с.
2. Фридман М.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1975. — 181 с.
3. Ветров В.А., Кузовкин В.В., Манзон Д.А. Способ оптимизации сети мониторинга химического состава снежного покрова на примере о. Сахалин / ПЭММЭ, Том XXVII, № 1, 2016. — С. 109–123.
4. Першин Н.А., Полищук А.И. К вопросу о закислении атмосферных осадков. — Санкт-Петербург: ГГО 558, 2008. — 232 с.
5. State of the Climate in 2014 // Bull. Amer. Meteor. Soc. Vol. 96(7). Pp. 201–204.

⁵ Об утверждении Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата) [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов — URL: <https://docs.cntd.ru/document/902234282> (дата обращения: 16.06.2022).

6. Новороцкая А.Г. О результатах химического мониторинга снежного покрова Хабаровска // Успехи современного естествознания. — 2018. — № 12–2. — С. 374–379; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37023> (дата обращения: 08.08.2022).
7. Stocker G. Zu einigen theoretischen und methodischen Aspekten der Bioindikation. // Bioindikation. Teil 1, Wiss.Beitr. Martin-Luther-Univ., 1980. — Pp. 10–21.
8. Galitskaya I.V., Rumyantseva N.A. Snow-cover contamination in urban territories (Lefortovo district, Moscow) // Annals of Glaciology. 2012. No 53(61). Pp. 23–26. doi: 10.3189/2012AoG61A009.
9. Левшина С.И. Органические вещества в снежном покрове территории государственного природного заповедника «Большехецирский» в период аномально снежной зимы // Регионы нового освоения: Современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны: сборник материалов конференции с международным участием (г. Хабаровск, 11–14 октября 2015 г.). Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2015. — С. 184–186.
10. Zgłobicki, W., Telecka, M. & Skupiński, S. Assessment of short-term changes in street dust pollution with heavy metals in Lublin (E Poland) — levels, sources and risks // Environmental Science Pollution Research, 2019, Res 26, Pp. 35049–35060. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06496-x>.
11. Siudek P., Frankowski M., Siepak J. Trace element distribution in the snow cover from an urban area in central Poland // Environmental Monitoring and Assessment. 2015. doi.org/10.1007/s10661-015-4446-1.
12. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: ГИМИЗ, — 1970. — 444 с.
13. Томберг И.В., Сороковикова Л.М., Невцветаева О.Г., Сезько Н.П., Жученко Н.А. Химический состав и тенденции закисления снеговых вод и вод притоков Южного Байкала // Оптика атмосферы и океана, 29, № 6 (2016). С. 516–520. DOI: 10.15372/AOO20160612. (дата обращения: 08.08.2022).
14. Галушин Д.А., Громов С.А., Авдеев С.М. Межгодовая динамика химического состава и кислотности атмосферных осадков на территории Приморского края за период с 2011 по 2020 г. // Успехи современного естествознания. — 2022. — № 3. — С. 42–48; URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37790> (дата обращения: 01.08.2022).
15. Лукьянов А.И., Дахова Е.В., Золотов А.М., Майорова Л.П., Мищенко О.А. Анализ загрязнения атмосферного воздуха в городе Хабаровске // Экономика строительства. Москва: ООО «Русайнс», 2022, № 4. — С. 74–83.

Mishchenko Olga Alekseevna

Pacific State University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 004907@pnu.edu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1012888

Shelganova Alina Andreevna

Far East for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Khabarovsk, Russia

E-mail: 2013003202@pnu.edu.ru

Monitoring the state of snow cover in the Khabarovsk Territory

Abstract. In the article, the authors considered the issues of snow cover monitoring in the conditions of the Khabarovsk Territory. An analysis was made of the main pollutants in the period from 2014 to 2020, the impact of snow cover on the environment was studied, and the ways in which pollutants entered were analyzed. The presented work is of an analytical and research nature — to trace the accumulation of pollutants in the snow cover, for further development of solutions to improve the atmospheric air monitoring system in the cities of the region. The work was carried out within the framework of research work 3.21-TOGU. The state of protection of the environment and vital human interests from the possible negative impact of economic and other activities on the territory of the Khabarovsk Territory at the present time cannot be considered satisfactory. Environmental problems are global in nature and do not have territorial, state borders, but to date, a unified system for monitoring and assessing the ecological state of the ecosystem with the prolongation of the dynamics of changes in the future has not been created in the region. And the known set of methods and tools for assessing the environmental situation does not provide the required level of reliability. Snow cover is a natural accumulator of a large amount of aerosol substances, in which atmospheric precipitation is accumulated and preserved; in addition, it can be considered a natural indicator of both the state of the atmosphere and pollution of soils, water, and biosphere objects. At present, under the conditions of an ever-increasing anthropogenic load on the environment, high-quality, timely information about the state of the environment is needed. Although interest in research on the chemical composition of the snow cover has recently grown, it should be noted that in the territory of the Khabarovsk Territory, little is done in depth research in this area. The territory of this region is located in the form of a narrow strip on the eastern outskirts of Asia, the climate of the region is monsoon. It is characterized by cold, snowy winters and wet, hot summers. Climatic conditions change significantly both from north to south, and depending on the proximity to the sea, as well as on the nature of the relief. The period of snow occurrence is from 4 months, mainly in the southern, southwestern regions, to 6 months in the northern regions, which, according to the authors, is a good help for a detailed study of accumulated pollutants. In addition, in the region, more than 83.14 % of the population lives in cities with high and very high levels of air pollution, which primarily affects health (among the common types of diseases, respiratory diseases are in first place, circulatory system diseases are in second, third disease of the musculoskeletal system). To reduce the technogenic load on the atmosphere, it is necessary to install more efficient cleaning systems at thermal power plants and introduce effective technical control of the transport composition in the region, review and improve the atmospheric air monitoring system.

Keywords: monitoring; snow cover; snow measuring route; Khabarovsk region; Sample selection; weather station; impurity concentration; contamination indicator; ecosystem; ecological state