

УДК 502/504

*МАНАНКОВ АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, докт. геол.-мин. наук, профессор,
mav.39@mail.ru*

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2*

*КАРА-САЛ ИРИНА ДАРЫМАЕВНА, ст. преподаватель,
irinakarasal@mail.ru*

*Тувинский государственный университет,
667000, г. Кызыл, ул. Ленина, 34*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЫЛЬЮ СНЕЖНОГО ПОКРОВА Г. КЫЗЫЛА (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

В статье рассматривается уровень загрязнения пылью снежного покрова г. Кызыла. Был проведен анализ массы поступления снега, пыли и средней высоты снежного покрова с 2008 по 2010 гг. Для оценки содержания пыли в снежном покрове был выбран метод индикации снежного покрова. В результате снегомерных съемок на обследуемой территории определялась средняя высота снежного покрова, затем отбирались пробы снега на содержание пыли в талой воде и рассчитывалась масса поступления снега и пыли на обследуемой территории кг/(м² время)

Ключевые слова: масса поступления снега и пыли; снежный покров; уровень загрязнения.

*ANATOLIY V. MANANKOV, DSc, Professor,
dsp@sibmail.com; mav.39@mail.ru*

*Tomsk State University of Architecture and Building,
2, Solyanaya, 634003, Tomsk, Russia*

*IRINA D. KARA-SAL, Senior Teacher,
irinakarasal@mail.ru*

*Tuvan State University,
34, Lenin St., 667000, Kyzyl, Tuva*

DETECTION OF THE SNOW COVER DUST POLLUTION IN THE CITY OF KYZYL

The snow cover polluted with dust in the city of Kyzyl, Republic of Tuva, is considered in this paper. The snow and dust intakes and the snow cover average depth have been analyzed during the period of the years 2008-2010. To estimate the dust content a method of the snow cover indication has been used. As a result of the snow survey carried out in the territory under study, the snow cover average depth has been detected. Then, snow tests have been selected to detect the dust level in melt water and snow, and dust intake volume has been calculated for this territory in kg/(m² time).

Key words: snow and dust intakes; snow cover; level of pollution.

Авторами проводились исследования эколого-геохимического состояния почвенного покрова г. Кызыла (Республика Тыва) [5], а в настоящей работе рассматривается определение уровня загрязнения пылью снежного по-

крова г. Кызыла. Основными источниками экологической опасности в г. Кызыле являются выбросы ТЭЦ, автотранспорта, частного сектора и других бытовых и промышленных объектов. Эти выбросы не только представляют экологическую опасность, но и значительно снижают прозрачность атмосферы, особенно в зимнее время года. Изучение проблемы загрязнения снежного покрова особенно актуально в связи с тем, что непосредственно рядом с Кызылской ТЭЦ и сетью автомобильных дорог расположены жилые районы, школы, детские дошкольные и лечебные учреждения. Контроль загрязнения окружающей среды имеет большое значение для населения, проживающего вблизи источника выбросов.

В качестве объекта исследования были выбраны участки, непосредственно прилегающие к ТЭЦ и частному сектору, где основным топливом является уголь – источник пыли и сажи, а также к магистральным автодорогам с интенсивным движением автотранспорта.

Для определения содержания пыли в снежном покрове был выбран метод индикации снежного покрова. Пробы снега в зоне действия Кызылской ТЭЦ и магистральных автодорог, включая фоновую, были отобраны согласно руководству по контролю загрязнения атмосферы (РД.52.04.186–89) [1]. Пробы отбирались в период с 10 по 20 марта с 2008 по 2010 г., т. е. в конце зимы. Всего было отобрано 39 проб снега. Отбор производился по методу конверта (1×1) в узлах и в центре каждого квадрата. Пробы снега доставлялись в агрохимическую лабораторию г. Кызыла для дальнейшего исследования.

В результате снегомерных съемок на обследуемой территории определялась средняя высота снежного покрова, затем отбирали пробы снега и рассчитывали поступление снега на обследуемую территорию, кг/(м²·время), по формуле [2]

$$C_{A.з} = \left(\frac{C_{св} \cdot \frac{V_B}{V_c} \cdot 1000 \cdot h}{v \cdot n} \right),$$

где $C_{A.з}$ – средняя концентрация вещества в атмосферном воздухе за зимний период, мг/м³; $C_{св}$ – концентрация вещества в снеге, мг/л; V_B – объем талой воды, л; V_c – объем снега, л; 1000 – коэффициент расчета объемной массы (для воды), кг/м³; h – высота снежного покрова, м; v – скорость осаждения твердых частиц 500 м/сут; n – количество дней снегостояния.

Анализ этой формулы с расшифровкой отдельных ее узлов: $\frac{V_B}{V_c}$ – плотность снега; $1000 \cdot h$ – объем снежного покрова на площади 1 м²; $\frac{V_B}{V_c} (1000 \cdot h)$ – масса снега на площади 1 м²; $C_{св} \frac{V_B}{V_c} (1000 \cdot h)$ – поступление загрязняющего вещества на 1 м² снежного покрова за зимний период, например, 5 мес,

мг/(м²·5 мес); $\frac{C_{\text{вс}} \frac{V_{\text{в}}}{V_{\text{с}}} 1000 \cdot h}{n} = \Pi_{\text{э.л}}$ – поступление загрязняющего вещества на 1 м² снежного покрова в сутки, мг/(м²·сут).

При анализе этой формулы с расшифровкой отдельных ее узлов формула значительно упрощается и принимает вид

$$C_{\text{Л.з}} = \frac{\Pi_{\text{э.л}}}{v},$$

где $\Pi_{\text{э.л}}$ – поступление загрязняющего вещества на снежный покров, мг/(м²·сут).

В ходе выполнения работы нами также был проведен подсчет интенсивности движения автотранспорта в зоне действия магистральных автодорог г. Кызыла. Интенсивность движения транспорта определяли методом подсчета количества автомобилей разных групп 3 раза в день (в 8.00, 13.00 и 16.00 по 10 мин) и вычисляли их среднее количество.

Загруженность улиц автотранспортом определяли согласно ГОСТ 17.2.03–77: низкая интенсивность движения – 2,7–3,6 тыс. автомобилей в сут, средняя – 8–11 тыс. автомобилей и высокая – 18–27 тыс. автомобилей [3].

Высокая интенсивность движения автотранспорта отмечена на следующих магистральных дорогах: кольцевой перекресток (Телецентр, ул. Московская) – 21 160 авт./сут; район рынка (ул. Красноармейская, 137) – 19 560 авт./сут и кольцевой перекресток (ул. Дружбы и Рабочая) – 18 288 авт./сут.

Средняя интенсивность движения зафиксирована на магистральной автодороге (ул. Калинина и Ровенская) и в районе старого автовокзала 15 552 и 16 560 единиц соответственно.

Для пылевых выпадений определялась концентрация пыли, мг, и пылевая нагрузка (масса поступления пыли на снежный покров), г/(м²·5 мес), а также масса поступления снега, кг/(м²·5 мес).

Сведения о поступлении пыли (водонерастворимая форма) в снежный покров г. Кызыла с 2008 по 2010 гг. представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средняя масса поступления снега и пыли (водонерастворимая форма) на территорию г. Кызыла с 2008 по 2010 гг.

№	Место отбора проб	Средняя высота снежного покрова, см	Поступление снега, кг/(м ² ·5 мес)	Поступление пыли	
				мг/(м ² ·сут)	г/(м ² ·5 мес)
1	ПГТ Каа-Хем, 1,5 км восточнее ТЭЦ	22,6	87,4	330,1	49,5
2	ПГТ Каа-Хем, 500 м восточнее ТЭЦ (ул. Шахтерская)	18,7	68,8	372,7	55,9

Окончание табл. 1

№	Место отбора проб	Средняя высота снежного покрова, см	Поступление снега, кг/(м ² ·5 мес)	Поступление пыли	
				мг/(м ² ·сут)	г/(м ² ·5 мес)
3	ПГТ Каа-Хем, 500 м западнее ТЭЦ (ул. Солнечная)	16,7	62,1	466,9	70,04
4	Район школы-интерната, 1,5 км западнее ТЭЦ	16,7	58,2	423,2	47,7
5	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток ул. Дружбы и Рабочая)	19,7	74,9	401,1	63,5
6	Магистральная автодорога (район автовокзала)	15,3	55,0	205,7	30,9
7	Район рынка (ул. Красноармейская, 137)	15,3	49,4	248,0	37,2
8	Частный сектор (ул. Рабочая, 278)	17,0	63,3	256,02	38,4
9	Магистральная автодорога (кольцевой перекресток – Телецентр, ул. Московская)	20,0	82,2	873,06	130,9
10	Магистральная автодорога (ул. Калинина и Ровенская)	20,3	81,8	607,0	91,05
11	Промышленная зона (ул. Сукпакская, 24)	19,5	66,2	299,2	44,88
12	Частный сектор (ул. Холмистая, 41)	17,0	63,3	63,0	9,45
13	Частный сектор (ул. Убсунурская, 17)	18,0	73,5	119,3	17,9
Фоновая проба					
14	Кызыл – Дус-Холь, 40 км южнее г. Кызыла	22,0	86,0	62,8	9,42

По данным табл. 1 запас снега, за исключением фона, в отдельных точках варьировал в пределах от 49,4 до 87,4 кг/(м²·5 мес), средняя высота снежного покрова – от 15,3 до 22,6 см, средняя масса поступления пыли на снежный покров г. Кызыла составила от 9,45 до 130,9 г/(м²·5 мес) или 63–873,06 мг/(м²·сут).

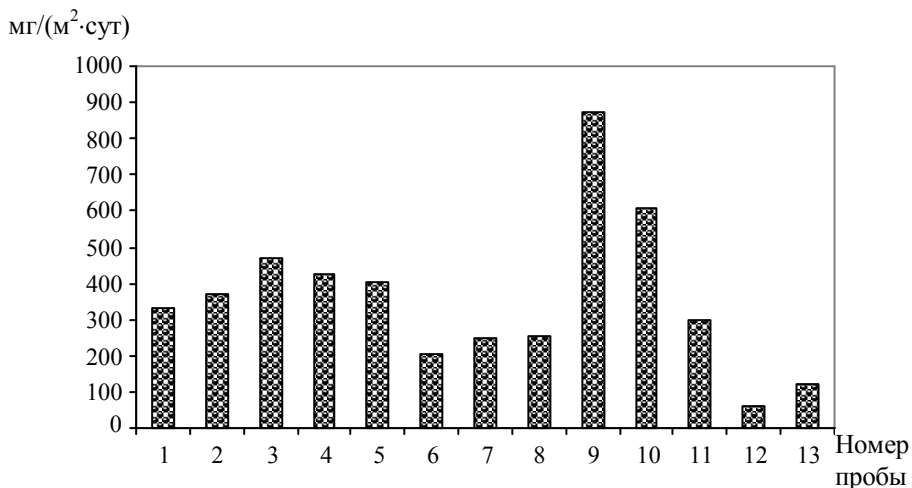
Основная часть исследований была проведена в соответствии с «Методическими рекомендациями по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами», разработанными Институтом минералогии и редких металлов [4] (табл. 2). Согласно градации уровней загрязнения снежного покрова пылью наши данные соответствуют градации: очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий.

Таблица 2

**Градация уровней загрязнения снежного покрова пылью
(Рекомендации ИМГРЭ [4])**

Уровень	Выпадение пыли, мг/(м ² ·сут)	Суммарная пылевая нагрузка, г/(м ² ·5 мес)
Очень низкий	0–100	0–5
		5–10
		10–15
Низкий	100–250	15–38
Средний	250–450	38–68
Высокий	450–850	68–128
Очень высокий	Более 850	Более 128

На рисунке видно, что очень высокие и высокие значения пыли отмечены на следующих участках магистральных автодорог: Телецентр и ул. Московская; ул. Калинина и Ровенская, т. к. эти участки находятся на перекрестке магистральных автодорог в зонах высокой и средней интенсивности движения автотранспорта. Первый участок находится там, где много одноэтажных домов, а второй – где преобладают грузовые автомашины. Также высокое загрязнение зафиксировано в п. г. т. Каа-Хем (500 м западнее ТЭЦ), на остальных – среднее и низкое и очень низкое. Очень низкое значение пылевой нагрузки установлено вблизи частного сектора (ул. Холмистая), который расположен на окраине города.



Поступление пыли на снежный покров г. Кызыла с 2008 по 2010 гг. (водонерастворимая форма)

По данным табл. 3 средняя пылевая нагрузка на территории г. Кызыла зимой в 2008 г. составила 319,2 кг/(км²·сут), в 2009 г. – 364,8 кг/(км²·сут), а в 2010 г. – 430,6 кг/(км²·сут). Наибольшее среднее значение пыли в снеге установлено в 2010 г., наименьшее – в 2008 г.

Таблица 3

Средняя масса поступления пыли (водонерастворимая форма) на снежный покров г. Кызыла с 2008 по 2010 гг.

Год	т/(200км ² ·5мес)	т/(км ² ·5мес)	кг/(км ² ·сут) мг/(м ² ·сут)
2008	9580	47,9	319,2
2009	10 940	54,7	364,8
2010	12 920	64,6	430,6

Масса поступления снега за зимний период на территорию г. Кызыла (200 км²) составила в 2008 г. – 11 320 тыс. т (средняя масса поступления снега – 56,6 кг/(м²·5 мес), в 2009 г. – 14 672 тыс. т (средняя масса поступления снега – 73,36 кг/(м²·5 мес) и в 2010 г. – 14 380 тыс. т (средняя масса поступления снега – 71,9 кг/(м²·5 мес).

Максимальное поступление снега зафиксировано в ПГТ Каа-Хем (1,5 км восточнее ТЭЦ), 40 км южнее г. Кызыла и вблизи магистральных автодорог: Телецентр, ул. Московская; ул. Калинина и Ровенская. Наибольшее значение массы снега может быть связано с расположением этих участков на окраине города и на открытой местности, там, где отсутствует многоэтажная застройка.

Выводы

В целом по результатам эксперимента максимальное поступление снега выявлено на участках, которые расположены на открытой местности и окраине города. Максимальное количество пыли зафиксировано вблизи магистральных автодорог в зонах высокой и средней интенсивности движения автотранспорта и Кызылской ТЭЦ. На остальных участках загрязнение среднее и низкое. Очень низкое значение пылевой нагрузки зафиксировано вблизи частного сектора (ул. Холмистая), который расположен на окраине города. Уровень загрязнения пылью снежного покрова за годы наблюдения оценивается как очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий.

Наибольшее среднее значение пыли в снеге установлено в 2010 г., наименьшее – в 2008 г.

Очевидно, что масса поступления пыли на снежный покров города увеличивается с каждым годом. Это связано увеличением количества транспорта и расположением ТЭЦ в селитебной зоне и долине р. Енисей, что оказывает неблагоприятное воздействие на состояние атмосферы, т. к. воздушные массы застаиваются и значительная часть загрязняющих веществ выпадает на поверхность вблизи источника выбросов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *РД.52.04.186–89*. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. – М., 1991. – 409 с.
2. *Боев, В.М.* Определение атмосферных загрязнений по результатам исследования снежного покрова / В.М. Боев, Н.Н. Верещагин, В.Н. Дунаев // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – 69 с.
3. *Федорова, А.И.* Практикум по экологии и охране окружающей среды / А.И. Федорова, А.Н. Никольская. – М. : Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2001. – С. 89–90.
4. *Методические рекомендации* по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.И. Саэт, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. – М. : ИМГРЭ, 1982. – 111 с.
Новый экологический критерий – предельно допустимые поступления тяжелых металлов на почву / А.Р. Валетдинов, А.Т. Горшкова, Ф.Р. Валетдинов, С.В. Фридланд [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2006. – № 12. – С. 13–16.

REFERENCES

1. *Guide 52.04.186–89*. Rukovodstvo po kontrolyu zagryazneniya atmosfery [Guide for air pollution control]. Moscow, 1991. 409 p. (rus)
2. *Bojev, V.M., Vereshchagin, N.N., Dunayev, V.N.* Opredeleniye atmosferynykh zagryazneniy po rezultatam issledovaniya snezhnogo pokrova [Air pollution detection based on the results of snow cover investigations]. *Gigiyena i sanitariya*. 2003. No. 5. 69 p. (rus)
3. *Fedorova, A.I., Nikolskaya, A.N.* Praktikum po ekologii i okhrane okruzhayushchey [Practicum on ecology and environmental protection]. Moscow : «VLADOS», 2001. P. 89–90. (rus)
4. *Revich, B.A., Sayet, Yu.I., Smirnova, R.S., Sorokina, Ye.P.* Metodicheskiye rekomendatsii po geokhimicheskoy otsenke zagryazneniya territorii gorodov khimicheskimi elementami [Methodological recommendations on geochemical estimation of urban pollution with chemical elements]. Moscow : IMGRE. 1982. 111 p. (rus)
5. *Valetdinov, A.R., Gorshkova, A.T., Valetdinov, F.R., Fridland S.V., et al.* Novyy ekologicheskiy kriteriy – predelno dopustimyye postupleniya tyazhelykh metallov na pochvu [New ecological benchmark]. *Bezopasnost zhiznedeyatelnosti*. 2006. No. 12. P. 13–16. (rus)