

**РОЛЬ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗАГРЯЗНЕНИИ Р. АМУР
(НА ПРИМЕРЕ Г. ХАБАРОВСК)**

А.Г. Новороцкая

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена, 65,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: novag59@mail.ru*

Дана оценка состояния атмосферы г. Хабаровск, крупного промышленного центра Приамурья, по следующим показателям химического состава снежного покрова: величине рН, удельной электропроводности, концентрации главных ионов, биогенных, органических и взвешенных веществ, нефтепродуктам, растворимой фракции микроэлементов, в том числе токсичным. Предложены гляциохимические критерии оценки состояния окружающей среды. Дана количественная оценка поступления химических компонентов из снежного покрова в р. Амур.

**THE ROLE OF SNOW COVER IN THE AMUR RIVER
POLLUTION (BY EXAMPLE OF Khabarovsk)**

A.G. Novorotskaya

*Institute of Water and Ecology Problems, Russian Academy of Sciences, Far East
Branch, 65 Kim U Chen Str., Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: novag59@mail.ru*

Atmosphere of Khabarovsk, a big industrial center in Priamurje is assessed by such parameters of snow cover chemical composition as pH value, conductivity, contents of major ions, biogenic, organic and suspended substances, petroleum products, as well as water soluble trace metal fractions, including toxic elements. Glaciochemical criteria to assess environmental conditions are proposed. Quantitative assessment of the flow of chemical components from a snow cover in the Amur River from Khabarovsk Territory is given.

Экологическая обстановка и особенности проблем окружающей среды определяются спецификой местных природно-климатических условий, характером и масштабами воздействия промышленности, транспорта, сельского и коммунального хозяйства на нее. Загрязнение почвы, водоемов и отчасти растительности происходит главным образом через атмосферу, поэтому особый интерес представляет оценка содержания вредных веществ в аэрозолях и атмосферных осадках. Снежный покров (СП) – удобный индикатор загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения вод и почв (Новороцкая, 2002).

Величина минерализации СП обуславливает уровень минерализации первых порций талых снеговых вод. Вымывание загрязнителей из СП при таянии и

залповый сброс в водоемы резко увеличивает их концентрацию в воде, что губительно отражается на гидробионтах. Поскольку основное количество загрязняющих веществ поступает в речную сеть с первыми порциями талых снеговых вод (Иванов, Неудачин, 1987), можно говорить об ухудшении экологического состояния маловодных рек в этот период. В последние 20 лет (1991–2010 гг.) с увеличением увлажненности в бассейне Нижнего Амура роль СП в питании р. Амур возрастает. Так, с конца 90-х годов осадки за холодный период года в среднем выше нормы на 40 %. Отмечаются значительные положительные годовые тренды температуры воздуха, что приводит к оттепелям зимой (Новороцкий, 2004). Таким образом, характер распределения растворимых веществ при таянии СП может оказаться решающим фактором формирования экологических условий в водоемах и водотоках в ранневесенний период из-за ухудшения их гидрохимического состояния, особенно на урбанизированных территориях.

Г. Хабаровск с 1992 г. ежегодно входит в Приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения воздуха ($ИЗА \geq 14$) за счет высоких концентраций бенз(а)пирена, формальдегида, диоксида азота, взвешенных веществ. Это связано с ростом промышленного производства, энергетики (ТЭЦ), пищевой и медицинской отраслей, нефтепереработки, ЖКХ и увеличением единиц автотранспорта. Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников внесли предприятия энергетики – 77,5 %, доля автотранспорта в суммарном выбросе увеличилась до 61,5 % в 2003 г. (О состоянии..., 2004), а в 2006 г. составила 56 %. За 2002–2006 гг. наблюдалось снижение выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на 7,6 % за счет снижения выбросов от Хабаровской ТЭЦ–1 (после перевода котла на газовое топливо) и от завода отопительного оборудования в результате закрытия цехов основного литейного производства (О состоянии..., 2007).

В зимний период в г. Хабаровск создаются наиболее неблагоприятные метеословия для рассеивания загрязняющих примесей – преобладают юго-западные и западные (70–80 %) и северо-восточные ветры (11 %) с наибольшей повторяемостью слабых ветров 17–24 %, с наибольшим в году количеством штилей – 14 % всех дней сезона (Климат..., 1981; Новороцкий, 1993).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование химического состава снежного покрова (СП) проведено в г. Хабаровск 11–12.03.2003 г., 10.03.2004 г., 10.03.2006 и 28.03.2006 г. в жилой, санитарно-защитной, парковой, промышленной зонах города (в зоне влияния ТЭЦ–1, ТЭЦ–2, нефтеперерабатывающего, рубероидного заводов и завода отопительного оборудования) для интегральной оценки загрязнения воздушной среды с учетом местных факторов, определения поступления растворимых минеральных примесей, взвешенных веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов в СП из атмосферы, выявления наиболее загрязненных зон и степени загрязнения СП, расчета поступления загрязняющих веществ из СП в р. Амур с территории г. Хабаровск в весенний период.

Отбиралась усредненная проба СП из нескольких снегомерных колонок с помощью снегомерного цилиндра ВС–43 на всю его мощность в полиэтиленовые

пакеты. Измерялась высота СП, рассчитывались плотность и влагозапас. Техногенное загрязнение СП изучалось по известной методике (Василенко и др., 1985). Отобранные образцы СП плавилась в полиэтиленовых пакетах при комнатной температуре. Методы исследования: полевые работы; химический анализ проб; расчет показателя относительной кислотности СП (pH/pNH_4); сравнительный анализ с условно-фоновыми характеристиками, ПДКв.р. – предельно допустимой концентрацией вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение (Перечень..., 1999). Химический анализ проб проводился по общепринятым в гидрохимии стандартизованным методам (Лурье, 1973).

В расплавах СП определялись величина pH, удельная электропроводность (УЭП), главные ионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}), биогенные соединения (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , HPO_4^{2-} , SiO_2 , $\text{Fe}_{\text{общ}}$); органические вещества (легко окисляющиеся) (по методу перманганатной окисляемости – ПО); взвешенные вещества (ВВ); нефтепродукты; в 2006 г. – дополнительно ХПК и цветность; элементный состав водорастворимой фракции СП. В 2003 и 2004 гг. определяли 65 элементов: 6 макроэлементов – Na, K, Ca, Mg, Al, Fe и 59 микроэлементов – Li, Be, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U; в 2006 г.: 20 элементов – Be, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Ba, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U. Рассчитывалась величина минерализации, как сумма всех определенных при анализе минеральных веществ (ГОСТ 17407–72). Взвешенное вещество (ВВ) в СП определялось гравиметрически, нефтепродукты – экспресс-методом на приборе «Флюорат – О2–2м», электропроводность – кондуктометрически с помощью кислородомера «Анион – 410 Д», pH – ионометрически на иономере «И–120.1», элементный анализ водорастворимой фракции СП – с помощью масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой ICP–MS Elan DRC II PerkinElmer (США). Рассчитаны средний химический состав СП как средне-взвешенный, общее количество растворимых минеральных, накопленных в СП за зимний сезон, в том числе поступающих в результате хозяйственной деятельности (Новороцкая, 2002). Для выявления зон загрязнения и оценки гидрохимического состояния СП использовалась система гляциохимических индикаторов естественных и антропогенных процессов (Иванов и др., 1989).

При описании химического состава СП применялась классификация О.А. Алекина (1970) состава природных вод. Формирование, развитие, пространственная изменчивость химического состава СП рассматривается с ландшафтно-геохимических позиций и климатических особенностей территории. В качестве условно-фоновой принята территория Эворон-Чукчагирской низменности по данным 1976–1980 гг. (Иванов, Кашин, 1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты снегосъемки в 2003 г.: высота (h) СП: 21–37 см, плотность (d): 0,15–0,35 г/см³, влагозапас (P): 43–130 мм; средние значения: h – 30 см, d – 0,26 г/см³, P – 78 мм; в 2004 г. h: 30–42 см, d: 0,12–0,20 г/см³, P: 46–76 мм; средние значения: h – 37 см, d – 0,17 г/см³, P – 63 мм; в 2006 г. h: 15–44 см, d: 0,10–0,20 г/см³, P: 21–88 мм; средние значения: h – 33 см, d – 0,16 г/см³, P – 53 мм.

Химический состав снежного покрова г. Хабаровск в изучаемый период

Примечание: n – число проб; прочерк означает отсутствие данных;

Показатель	Величина		
	2003 г. n=21	2004 г. n=5	2006 г. n=11
pH	<u>5,77–6,57</u> 6,04	<u>5,16–7,17</u> 5,83	<u>6,31–7,15</u> 6,72
M	<u>28,8–126,5</u> 44,8	<u>34,5–123,8</u> 53,6	<u>28,2–66,4</u> 38,6
ПО	<u>1,8–3,5</u> 2,5	<u>1,4–3,8</u> 2,5	<u>3,6–14,8</u> 7,1
УЭП	<u>23,8–137,8</u> 53,5	<u>30,2–119,6</u> 58,5	<u>27,7–79,7</u> 43,5
ВВ	<u>72,9–4494,7</u> 747,3	–	<u>52,79–2201,97</u> 498,46
Na ⁺	<u>0,66–9,43</u> 1,83	<u>0,73–2,51</u> 1,32	<u>0,95–6,22</u> 2,02
K ⁺	<u>0,60–2,52</u> 1,00	<u>0,41–1,18</u> 0,74	<u>0,37–1,29</u> 0,85
Ca ²⁺	<u>2,36–25,66</u> 5,94	<u>12,5–61,6</u> 27,4	<u>2,39–13,63</u> 6,15
Mg ²⁺	<u>0,63–2,86</u> 1,09	<u>0,98–5,87</u> 3,02	<u>0,88–2,53</u> 1,35
HCO ³⁻	<u>10,2–44,4</u> 19,7	<u>9,8–39,0</u> 15,4	<u>4,9–28,1</u> 9,5
NH ⁴⁺	<u>0,39–2,18</u> 1,24	<u>0,74–3,75</u> 2,03	<u>0,36–1,23</u> 0,79
Cl ⁻	<u>0,1–17,6</u> 3,9	<u>0,8–4,3</u> 1,8	<u>2,1–4,8</u> 2,8
SO ₄ ²⁻	<u>1,2–20,2</u> 5,0	<u>8,4–21,2</u> 15,1	<u>6,5–24,5</u> 12,5
NO ³⁻	<u>1,83–4,10</u> 2,64	<u>0,61–4,11</u> 1,38	<u>1,25–2,51</u> 1,71
NO ²⁻	<u>0,011–0,112</u> 0,032	<u>0,008–0,115</u> 0,032	<u>0,014–0,111</u> 0,053
HPO ₄ ²⁻	<u>0,039–0,210</u> 0,078	<u>0,020–0,034</u> 0,025	<u>0,037–0,169</u> 0,117
SiO ₂	<u>1,53–4,08</u> 2,23	<u>0,67–1,70</u> 1,01	<u>0,73–1,14</u> 0,91
НП	<u>0,140–2,840</u> 0,484	<u>0,135–0,522</u> 0,333	<u>0,221–1,360</u> 0,632
ХПК*	–	–	10–28 17
Цвет*	–	–	<u>9–82</u> 39

М – минерализация, мг/м³;
 ПО – перманганатная окисляемость, мгО/дм³;
 УЭП – удельная электропроводность, мкСм/см;
 ВВ – взвешенное вещество;
 НП – нефтепродукты;
 ХПК – химическое потребление кислорода, мгО/дм³;
 Цвет – цветность, в градусах по платино-кобальтовой шкале;
 * – по данным Левшиной С.И.;
 над чертой – минимальное и максимальное значения,
 под чертой – средневзвешенное значение.

Тип химического состава СП в г. Хабаровск в 2003 г. – С^{Ca}_{IIIa}, С^{Ca}_{II}, С^{Ca}_I; в 2004 г. – S^{Ca}_{IIIa}, S^{Ca}_{II}, в 2006 г. в основном – S^{Ca}_{IIIa}, S^{Ca}_{II}, изредка – С^{Ca}_I. Воды типа III – метаморфизованные, включающие часть вод, подвергшихся катионному обмену Na⁺ на Ca²⁺ или Mg²⁺. В таблице 1 приведены показатели химического состава СП.

Индикатором воздействия газопылевых выбросов на химический состав СП является величина pH выше 6,5 (Новороцкая, 2002). Величина pH СП в 2006 г. в основном выше 6,5, даже для свежеснежного снега величина pH была 6,77.

Показатель относительной кислотности pH/pNH₄ СП в 2006 г. составлял 1,5–1,7, что характеризует сильно загрязненную атмосферу, лишь для СП на территории детского

санатория отмечено минимальное значение pH/pNH₄ 1,3 (территория подвержено газопылевым выбросам промышленных предприятий г. Хабаровск).

Превышение ПДК в СП отмечено по ионам аммония в 2003–2004 гг. в среднем в 2–3 раза и максимально в 3–6 раз соответственно; в 2006 г. в среднем в 1,2

раза, максимально в 2 раза; по нефтепродуктам за все года наблюдений максимально в 10–57 раз (в среднем в 7–13 раз) (табл. 1). Величина минерализации СП в 2003, 2004, 2006 гг. максимально возросла по сравнению с фоновой в 22, 21, 11 раз соответственно за счет увеличения содержания абсолютно всех компонентов в СП. По величине ХПК в СП 2006 г. превышает ПДК в среднем на 2 мгО/дм³, максимально – в 2 раза, величина ПО в СП достигает 3 ПДК.

Среднее поступление растворимых минеральных веществ в СП (т/км²·сезон⁻¹) составило 3,494; 3,337; 2,046 в 2003, 2004, 2006 гг. соответственно, в том числе веществ хозяйственного генезиса (%) – 86, 86, 78.

В СП г. Хабаровск в 2003 г. обнаружены (в мкг/дм³): из рассеянных элементов – Li – 0,44–5,59, Sc – 1,43–2,56, Ga – 0,01–0,09, Rb – 0,16–1,20, Y – 0,01–0,04, Nb, Cs – 0,00–0,02; из сильно радиоактивных – Th – 0–0,02, U – 0,01–0,42; из элементов редких земель – La – 0,01–0,09, Ce – 0,02–0,19, Pr – 0–0,02, Nd – 0,01–0,09, Sm, Eu, Gd, Dy, Er – 0–0,02; из циклических элементов – Ti – 0,48–6,07, V – 0,42–19,76, Cr – 0,29–0,94, Mn – 0,79–64,26, Fe – 69,91–140,61, Co – 0,04–0,63, Ni – 0,46–7,23, Cu – 0,88–3,03, Zn – 3,07–55,47, Ge – 0,01–0,09, As – 0,16–1,15, Se – 0,14–0,45, Sr – 10,29–44,26, Zr – 0,01–0,05, Mo – 0,15–6,23, Ag – 0,00–0,03, Cd – 0,02–0,33, Sn – 0,02–0,05, Sb – 0,05–2,28, Ba – 8,78–41,65, W – 0,02–0,46, Hg – 0–0,04, Tl – 0,01–0,02, Pb – 0,21–1,15. В пробах СП в 2003 г. Te, Hf, Re, Bi, In, Ta, Tb, Ho, Tm, Yb, Lu, благородные металлы – Ru, Rh, Pd, Ir, Pt, Au не обнаружены.

В 2004 г. содержание элементов (в мкг/дм³) в СП следующее: Li – 0,193–3,706 (1,132), Sc – 0–0,193 (0,039), Ga – 0,008–1,721 (0,554), Rb – 0,809–5,778 (2,430), Y – 0,038–0,153 (0,085), Nb – 0–0,041 (0,013), In – 0–0,898 (0,141), Cs – 0,022–0,122 (0,066); Th – 0–0,354 (0,231), U – 0–0,506 (0,195); La – 0–0,064 (0,010), Ce – 0–0,082 (0,013), Pr – 0–0,028 (0,005), Nd – 0–0,126 (0,053), Sm – 0–0,023 (0,009), Eu – 0,007–0,015 (0,010), Gd – 0–0,015 (0,005), Tb – 0,002–0,007 (0,005), Dy – 0,001–0,020 (0,009), Ho – 0,001–0,005 (0,003), Er – 0–0,009 (0,004), Tm – 0–0,001 (0,001), Yb – 0–0,005 (0,002), Lu – 0–0,002 (0,001); Ti – 0–53,607 (18,181), V – 2,352–24,602 (9,532), Cr – 0–0,021 (0,003), Mn – 68,479–100,389 (84,937), Fe – 0–595,004 (150,483), Co – 0,277–2,027 (1,095), Ni – 2,54–59,279 (22,984), Cu – 8,557–18,154 (11,405), Zn – 19,268–159,244 (83,218), Ge – 0,044–0,322 (0,139), As – 0,222–2,32 (1,286), Sr – 36,97–219,266 (102,107), Mo – 0–0,986 (0,201), Ag – 0–1,208 (0,183), Cd – 0–0,522 (0,232), Sn – 0,151–6,606 (3,068), Sb – 0,158–4,835 (1,215), Ba – 32,589–68,626 (52,955), W – 0,047–1,358 (0,632), Re – 0–0,003 (0,002), Tl – 0,032–0,208 (0,063), Pb – 0,721–1,762 (1,330), Bi – 0–1,464 (0,223); Rh – 0–110,161 (39,451) (в скобках приведены средние значения). В пробах СП в 2004 г. не обнаружены Se, Zr, Ru, Te, Hf, Hg, Ta, Ir. Благородные металлы – Ru, Rh, Pd, Pt, Au в СП не определялись.

В СП г. Хабаровск в 2006 г. обнаружены (в мкг/дм³): Be – 0,00–0,01 (0,003), Cr – 0,23–0,91 (0,72), Mn – 19,17–48,93 (36,13), Co – 0,15–0,67 (0,30), Ni – 2,13–24,97 (6,07), Cu – 2,75–129,45 (21,34), Zn – 3,76–110,35 (28,42), As – 0,24–5,08 (1,06), Se – 0,16–0,72 (0,21), Ag – 0,00–0,15 (0,01), Cd – 0,05–8,45 (0,74), Sn – 0,11–0,96 (1,12), Ba – 8,69–30,77 (21,82), Hg – 0,00–0,06 (0,003), Pb – 1,04–47,71 (8,81), Bi – 0,00–0,01 (0,001), Th – 0,00–0,03 (0,003), U – 0,00–0,005 (0,02), Tl – не обнаружен.

Превышение ПДК отмечено в СП 2006 г. для следующих металлов: марганца в 2–6 раз, никеля до 2–3 раз, меди в 3–130 раз, цинка в 2–11 раз, свинца в 2–8 раз при средних превышениях ПДК по Mn, Ni, Cu, Zn и Pb в 4, 21, 3 и 2 раза соответ-

ственно. Максимальные величины содержания металлов в СП обнаружены в СП промышленной зоны. Превышения ПДК обнаружены в СП и в парковой зоне, на территории детского санатория, у цирка в основном по Mn, Cu, Zn (в СП детского парка и по Pb), где на формирование химического состава СП оказывает влияние и автотранспорт.

Величина суммарного загрязнения СП г. Хабаровска металлами (водорастворимая фаза) (в мкг/дм³, в скобках приведены средние значения): в 2003 г. (ориентировочно) – 62,30–149,96 (79,70) (без учета вклада железа и алюминия); в 2004 г. – 311,50–560,02 (439,48), в 2006 г. – 37,78–363,98 (126,99). Выпадение пыли (в кг/км²·сут⁻¹) в г. Хабаровск в 2003 г. – 72,9–1590,4 (среднее значение – 448,4). В 2006 г. в СП за зимний сезон поступило 1,90–99,09 (среднее значение – 26,42) т/км² ВВ, 0,076–0,396 (в среднем – 0,376) т/км² органических веществ (по величине ПО), 6,102–42,152 (среднее значение – 33,50) кг/км² нефтепродуктов, 3,12–22,93 (среднее значение – 7,75) мг/м² металлов в водорастворимой форме. В 2006 г. в СП в среднем накоплено пыли и металлов в 2 и в 4 раза меньше, а нефтепродуктов в 2 раза больше, чем в 2004 г., аккумуляция органических веществ в СП в 2006 г. в 2 раза больше, чем в 2003, 2004 гг. (табл. 2). Это связано с гидрометеорологическими особенностями зимних сезонов и выбором точек наблюдений.

Анализ полученных данных выявил неоднородность загрязнения СП. Наибольшая нагрузка отмечена в СП вблизи локальных источников загрязнения – промышленных предприятий, автодорог, что выражается в возрастании величины минерализации СП более 10 раз по сравнению с фоновой, в возрастании концентраций почти всех компонентов, в изменении интегральных показателей химического состава СП, в появлении в заметном количестве иона магния, в увеличении содержания взвешенных, органических веществ, нефтепродуктов, тяжелых металлов, в возрастании поступления веществ хозяйственного генезиса в СП в среднем более 80 %.

Таблица 2

Среднее поступление компонентов снежного покрова в р. Амур с территории г. Хабаровск

Год	Компонент, т								
	NH ⁴⁺	NO ³⁻	SO ₄ ²⁻	HPO ₄ ²⁻	НП	ПО	М	ВВ	Металлы
2003	19,34	41,18	78,0	1,22	7,6	39,0	698,9	11657,9	1,24
2004	25,58	17,39	190,3	0,32	4,2	31,5	675,4	–	5,54
2006	8,37	18,13	132,5	1,24	6,7	75,26	409,16	5284	1,55

Примечание: площадь г. Хабаровск взята из литературных данных (Подгорная, Росликова, 1999).

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А. 1970.** Основы гидрохимии. Л.: ГИМИЗ. 444 с.
- Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. 1985.** Мониторинг загрязнения снежного покрова. Л.: ГИМИЗ. 182 с.
- Иванов А.В., Неудачин А.П. 1987.** Фенолы в снежном покрове и талых водах антропогенных и естественных ландшафтов // Методы оценки состояния природной среды. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 102–115.

- Иванов А.В., Кашин Н.П. 1989.** Основные факторы формирования химического состава атмосферных осадков и снежного покрова в Приамурье // Гляциохимические и криогенные гидрохимические процессы. Владивосток: ДВО АН СССР. С. 73–87.
- Иванов А.В., Новороцкая А.Г., Чукмасова Т.Г. 1989.** Гляциохимические критерии оценки антропогенного загрязнения природных льдов и вод // Проблемы кайнозойской палеоэкологии и палеогеографии морей Северного Ледовитого Океана: тез. докл. III Всесоюз. конф. Апатиты: КНЦ АН СССР. 39–40.
- Климат Хабаровска. 1981** / под ред. Ц.А. Швер. Л.: Гидрометеиздат. 176 с.
- Лурье Ю.Ю. 1973.** Унифицированные методы анализа природных вод. М.: Химия. 376 с.
- Новороцкая А.Г. 2002.** Химический состав снежного покрова как индикатор экологического состояния Нижнего Приамурья: автореф. дис... канд. географ. наук. Хабаровск. 24 с.
- Новороцкий П.В. 1993.** Экологические аспекты загрязнения атмосферного воздуха Хабаровска. Препринт: ИВЭП ДВО РАН. Хабаровск. 43 с.
- Новороцкий П.В. 2004.** Изменение климата в бассейне Нижнего Амура // Наука и природа Дальнего Востока. №1. Хабаровск. С. 27–31.
- О состоянии и об охране окружающей среды Хабаровского края в 2003 году: государственный доклад. 2004.** Главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР по Хабаровскому краю. Служба охраны окружающей среды / под ред. В.М. Болтрушко. Хабаровск. 168 с.
- О состоянии и об охране окружающей среды в Хабаровском крае в 2006 году: государственный доклад. 2007.** Министерство природных ресурсов Хабаровского края, Межрегиональное территориальное управление технологического и экологического надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по Дальневосточному федеральному округу / под ред. В.М. Болтрушко. Хабаровск. 154 с.
- Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. 1999.** М.: ВНИРО. 304 с.
- Подгорная Т.И., Росликова В.И. 1999.** Влияние техногенных геологических процессов на современное почвообразование в городах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 75 с.