

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ДЕНДРОГЕОХИМИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПЕТРОЗАВОДСКА

Впервые попытка проанализировать динамику загрязнения местности, используя данные о содержании химических (радиоактивных) элементов в годовых кольцах дерева (сосны), предпринималась в 1993 г. на примере Медвежьегогорского района [13]. Анализ содержания элементов в годовых кольцах проводился методом локальной лазерной спектроскопии [10].

Аналогичные исследования продолжены на трех образцах-кернах сосен с возрастом 32-33 года, отобранных 26 февраля 1998 г. в пределах Петрозаводска (два образца) и в районе не работающего в настоящее время Силикатного завода, на окраине города (один образец). Керы диаметром 0,5 см отбирались специальным буром на высоте 25-30 см от поверхности почвы. Указанным лабораторным методом в каждом годовом кольце, а также в коре деревьев (всего 104 анализа) определялось содержание 34 элементов: U, Th, Ra, W, Ac, Sr, Pu, Tl, Bi, Tc, Co, Ni, V, Pb, P, Mn, La, Zn, Ba, Sc, Ti, Ag, Cr, Cd, Be, Hg, Y, Ga, Ge, Zr, Mo, Nb, Ta, As.

В различных концентрациях в годовых кольцах сосен присутствуют Pb, Sr, V, Co, Ni, Zn, Cr, Ti, Mn, Ba и P. Пределы их количественного содержания указаны в таблице 1. Максимальная ошибка определения содержания элементов составила 12%. Некоторые элементы данным методом обнаружены лишь в коре деревьев (табл. 1).

Не были установлены ни в древесине, ни в коре сосен (в скобках указан порог обнаружения) Pu, La (10^{-3} масс. %), U, Th, Ra, Ac, Tc, Bi, Y, Hg, Ga, Ge, Zr, Mo, Nb, Ta, As (10^{-4} масс. %), Sc (10^{-3} масс. %), Tl (10^{-4} масс. %).

Ниже дается краткая характеристика динамики распределения по годовым кольцам сосен наиболее важных элементов-загрязнителей: Pb, Sr, V, Co, Ni, Cr, и также такого элемента питания, как P.

В ходе исследования с целью выявления специфики взаимоотношений элементов в процессе их накопления в древесине сосен проведен факторный анализ выборок, сформированных отдельно по каждому образцу.

Свинец

Практически повсеместное загрязнение Pb окружающей среды обусловлено применением его соединений в качестве присадок для повышения октанового числа бензина. В настоящее время во многих городах Западной Европы выбросы Pb от транспорта значительно снизились, благодаря увеличению на рынке доли неэтилированного бензина [12].

Проблема свинцового загрязнения территории России на государственном уровне рассматривалась в мае 1995 г. в Межведомственной комиссии Совета Безопасности РФ [15]. Комиссия сделала вывод о необходимости регионального подхода «с выявлением преобладающих источников свинцового загрязнения (автотранспорт, промышленные предприятия и т. д.) и их влияния на здоровье населения».

Проведенные нами исследования показали, что содержание Pb в годовых кольцах произрастающих в Петрозаводске и в его окрестностях сосен колеблется в пределах от 0,001 до 0,0065 масс. %. Кора деревьев содержит от 0,0058 до 0,0082 масс. % Pb (табл. 1).

Таблица 1. Содержание некоторых элементов в годовых кольцах (г. к.) и коре сосен (и. с. к. - наружный слой коры, в. с. к. - внутренний слой коры), масс. % $\cdot 10^{-3}$

| Объект | Pb | W | Sr | Co | Ni | V | Zn | Ti | Mn | Ba | Ag | Cr | Cd | Be | P, % $\cdot 10^{-3}$ |
|-----------|-------|---------|-------|-------|------|---------|-------|--------|-------|-------|---------|--------|---------|---------|-------------------------|
| Образец 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| г. к. | 13-47 | Не обн. | 10-85 | <1-34 | <1-9 | 1,6-4,4 | 30-80 | 10-70 | 30-70 | 10-50 | Не обн. | 10-80 | Не обн. | Не обн. | 3-9 |
| и. с. к. | 66 | 10 | 46 | 32 | 51 | 3,7 | 70 | 160 | 130 | 30 | То же | 70 | 8 | То же | 11 |
| в. с. к. | 58 | 30 | 63 | 46 | 58 | 3 | 60 | 100 | 150 | 30 | 0,5 | 70 | 3 | " | 16 |
| Образец 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| г. к. | 10-65 | Не обн. | 14-82 | <1-5 | <1-7 | 1,3-3,8 | 30-70 | 10-70 | 30-70 | 10-70 | Не обн. | 10-60 | Не обн. | " | 3-13 |
| и. с. к. | 70 | 40 | 55 | 33 | 35 | 3,1 | 40 | 50 | 110 | 70 | То же | 140 | 6 | " | 15 |
| в. с. к. | 82 | 20 | 70 | 17 | 22 | 5,8 | 130 | 50 | 140 | 80 | " | 160 | Не обн. | " | 17 |
| Образец 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| г. к. | 14-64 | Не обн. | 13-72 | <1-6 | <1-9 | 1,5-5,9 | 20-80 | <10-50 | 30-70 | 10-60 | " | 10-150 | То же | " | 3-11 |
| и. с. к. | 59 | 30 | 57 | 19 | 28 | 7,7 | 90 | 70 | 120 | 30 | " | 100 | 3 | " | 10 |
| в. с. к. | 81 | 30 | 68 | 26 | 10 | 8,5 | 30 | 60 | 90 | 60 | " | 120 | Не обн. | 0,15 | 14 |

Примечание. Образцы отобраны: 1 - в районе Силикатного завода, в 230 м от автомагистрали федерального значения М-18 (окраина); 2 - на ул. Чапаева (город); 3 - на Лосовском шоссе (город).

Анализ распределения содержания Pb по годовым кольцам выявил общую тенденцию роста свинцового загрязнения Петрозаводска во всех изученных образцах начиная с конца 1970-х годов по настоящее время (рис. 1).

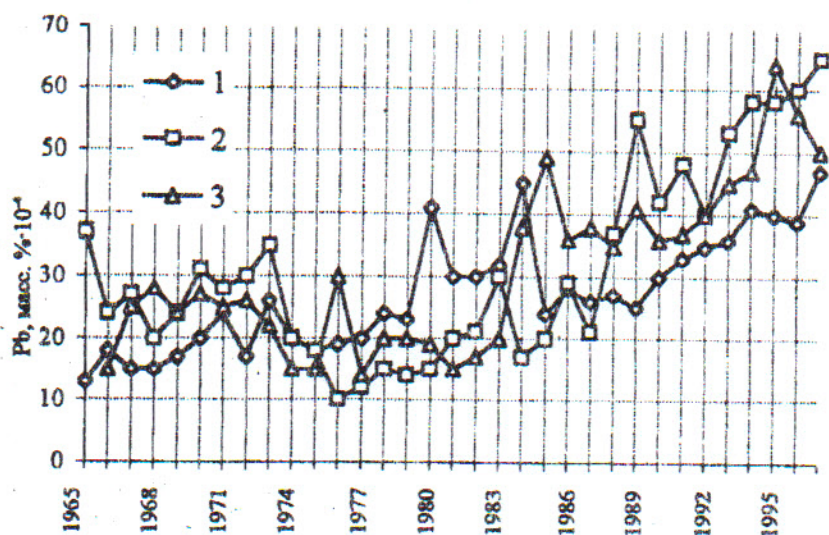


Рис. 1. Динамика распределения Рb по годовым кольцам сосен:
1-3 - номера образцов: 1 - район Силикатного завода, 2 - улица Чапаева, 3 - Лососинское шоссе

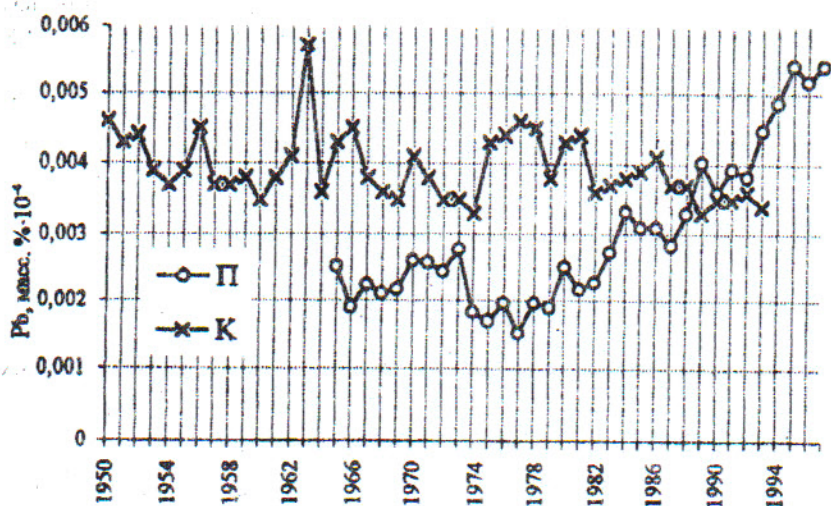


Рис. 2. Распределение Рb по годовым кольцам сосен:
П - Петрозаводск (интегрированный график по трем образцам); К - контроль (Медвежьегорский район)

Таким образом, динамика распределения Рb по годовым кольцам сосен столицы Карелии этим чрезвычайно опасным по токсичности тяжелым металлом.

Стронций

Основным антропогенным источником поступления Sr в окружающую среду является промышленное производство [1]. Между тем повышенное содержание Sr, зафиксированное нами ранее [13] в годовых кольцах сосны из Медвежьегорского района, соответствующих 1985-1986 гг., предположительно связывается с загрязнением территории радионуклидом ^{90}Sr в результате Чернобыльской аварии в апреле 1986 г. При этом не исключались и другие возможные источники глобального или регионального загрязнения. Исследование трех образцов ядерных сосен, отобранных в Петрозаводске, выявили аналогичную картину и в данном случае.

Содержание Sr в годовых кольцах сосен варьирует от 0,001 до 0,0085 масс. % (табл. 1). В коре Sr содержится: 0,0046-0,0057 масс. % (наружный слой) и 0,0063-0,007 масс. % (внутренний слой).

Максимальные концентрации Sr во всех изученных образцах приходятся на 1985 г. (рис. 3). Как видно из

Особенно значительное увеличение (от 4 до 6 раз) наблюдается для образцов, отобранных в пределах 50-метровой полосы от обочины городских автодорог. Для одного из них (Лососинское шоссе) только в двух последних годовых кольцах отмечается небольшое снижение содержания Рb. Скорее всего, уменьшение интенсивности загрязнения Рb на этом участке связано с временным закрытием на ремонт моста (по ул. Гоголя), обеспечивающего наиболее интенсивное автомобильное движение по соответствующей магистрали. Участок, расположенный на окраине города, в 230 м от автомагистрали федерального значения М-18, характеризуется несколько меньшей интенсивностью свинцового загрязнения. Тем не менее и здесь содержание Рb за последние двадцать лет выросло в 2,3 раза, а с 1965 г. по настоящее время - в 3,6 раза.

На общем закономерном росте свинцового загрязнения, основной причиной которого, безусловно, являются выбросы автотранспорта, практически не сказываются локальные всплески, связанные, возможно, с другими источниками загрязнения, например, с работающим на угле железнодорожным транспортом, крупными промышленными предприятиями города и т. п. О роли этих источников в динамике загрязнения Петрозаводска Рb можно будет судить после решения проблемы свинцового загрязнения от автотранспорта.

Среднее содержание свинца в годовых кольцах сосен, произрастающих в Петрозаводске и его окрестностях, увеличилось с середины 70-х годов по настоящее время в 3,5 раза и достигло в 1997 г. 0,0054 масс. % (рис. 2). Для контрольного района, где интенсивное свинцовое загрязнение отсутствует (1,2 км южнее оз. Пиндушозеро, Медвежьегорский район Республики Карелия), подобного роста не наблюдается.

приведенных графиков, содержание Sr в кольцах, соответствующих этому году, по сравнению с предшествующими годами резко возрастает (примерно от 2 до 5,5 раза), а затем снижается, причем интенсивность снижения элемента оказывается неодинаковой для разных участков. Так, если содержание Sr в годовых кольцах сосны из района Силикагного завода сократилось по сравнению с кольцом 1985 г. более чем в 5 раз в течение последующих 3-4 лет, то аналогичное снижение, но лишь в 2 раза, в сосне, растущей в городе (образец 3), достигнуто примерно за 10 лет.

Достаточно достоверно выглядит предположение, что Sr в виде радиоактивного изотопа ^{90}Sr откладывался в древесине и коре сосен после Чернобыльской аварии. Причем весной 1986 г. загрязнение, видимо, происходило через покровные ткани (эпидермис и перидерму) за счет интенсивного движения захваченных через устьица и чечевички веществ по флоэме, граничащей вначале со слоем 1985 г., а затем с прирастающим слоем 1986 г. В последующие годы, вероятно, возрастает степень поступления ^{90}Sr в древесину через корни деревьев. Отличие в интенсивности снижения концентраций Sr в годовых кольцах сосен может быть связано, с одной стороны, с различной степенью подвижности ^{90}Sr , зависящей от тех или иных почвенных условий (концентрации в почве Са, уровня ее кислотности и содержания органического вещества [14]). С другой стороны, она может зависеть от степени загрязнения различных участков тяжелыми металлами, разрушающими физиологические барьеры в растениях. Последнее предположение будет рассмотрено ниже.

Дополнительное (вторичное)

загрязнение сосен радионуклидом в начале 1990-х годов, возможно, осуществлялось за счет перераспределения Sr в окружающей корневой среде в результате процессов, связанных с естественной переработкой опада.

В целях безопасности населения следует провести специальные исследования в связи с загрязнением различных сред ^{90}Sr и другими радионуклидами. Особое внимание необходимо обратить на почву, растения, дождевые осадки, рыбу, мясо животных, биосубстраты человека.

Ванадий

Наиболее серьезным источником загрязнения V считается сжигание мазута [2, 9 и др.]. Другими источниками могут быть сжигание угля, обогатительные предприятия, вентиляционные выбросы различных технологических процессов, транспорт, в том числе дизельный и авиационный.

Содержание V в годовых кольцах сосен находится в пределах от $1,3-1,6 \cdot 10^{-4}$ до $3,8-5,9 \cdot 10^{-4}$ масс. %. В коре деревьев содержится от $3 \cdot 10^{-4}$ до $8,5 \cdot 10^{-4}$ масс. % V (табл. 1).

В конце 1970-х годов началась интенсивная эксплуатация работавшей до конца 1997 г. исключительно на мазуте Петрозаводской ТЭЦ. Введение в строй в 1979-1981 гг. трех энергетических котлов (помимо двух водогрейных) фиксируется ростом содержания V в годовых кольцах сосен, начиная с кольца, образовавшегося в 1981 г. (рис. 4). При этом степень загрязненности биообъекта (сосны) V зависит от преобладающей по отношению к ТЭЦ повторяемости направлений ветра [11]; максимальные флуктуации содержания V с начала

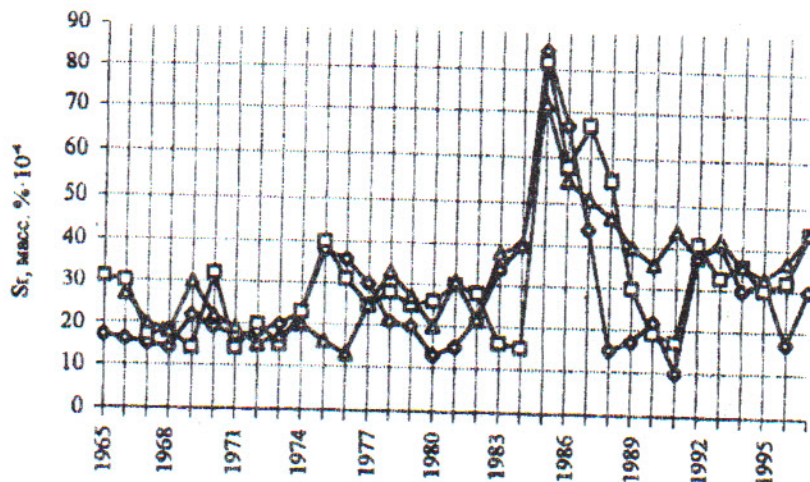


Рис. 3. Динамика распределения Sr по годовым кольцам сосен
Здесь и на рис. 4-8 обозначения, как на рис. 1

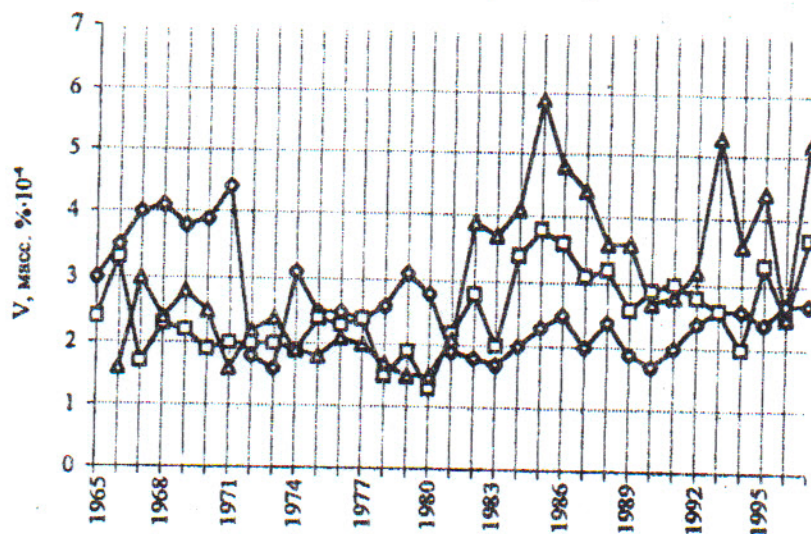


Рис. 4. Динамика распределения V по годовым кольцам сосен

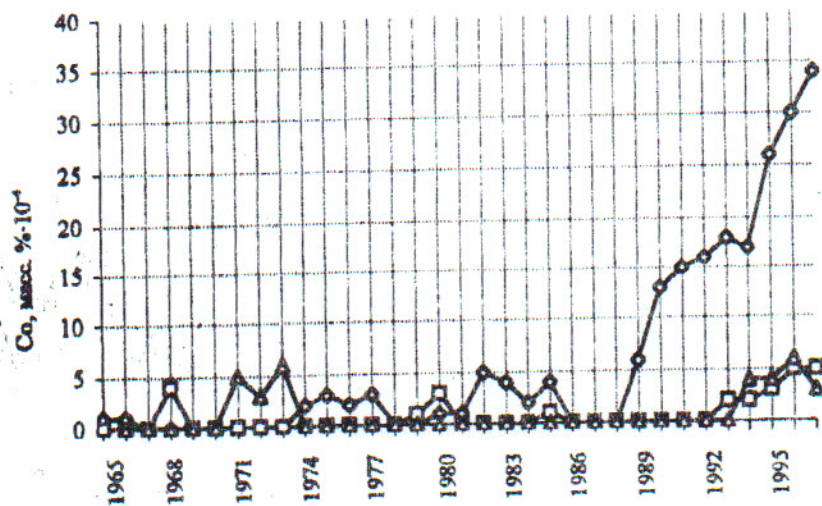


Рис. 5. Динамика распределения Co по годовым кольцам сосен

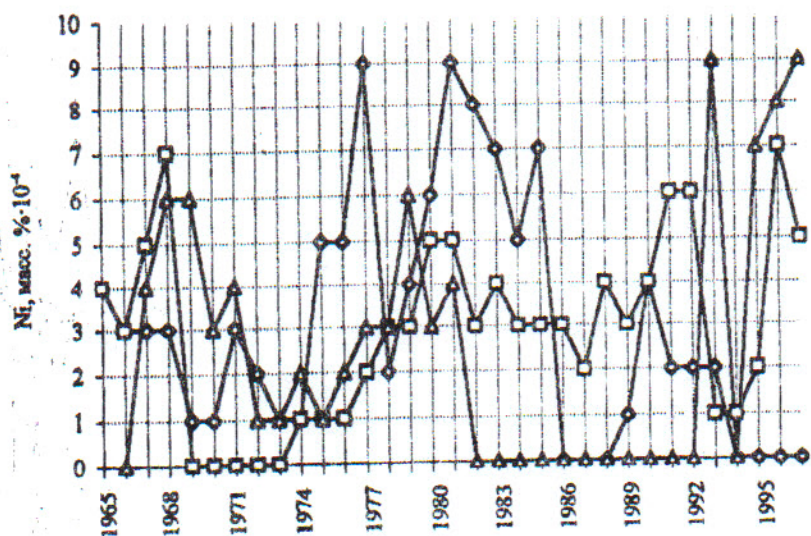


Рис. 6. Динамика распределения Ni по годовым кольцам сосен

большим накоплением V во внутреннем слое древесной коры по сравнению с наружным (табл. 1). Для менее загрязненного V участка (образец 1) соотношение обратное.

Кобальт

Одной из причин загрязнения Co окружающей среды является сжигание в процессе промышленного производства содержащих этот металл природных топливных материалов. Существенные источники загрязнения Co связаны с выплавкой цветных металлов [2].

Содержание Co в годовых кольцах сосен находится в следующих пределах: для образцов, отобранных в городе, — от $<10^{-4}$ до $5-6 \cdot 10^{-4}$ масс. %; для образца из района Силикатного завода — от $<10^{-4}$ до $34 \cdot 10^{-4}$ масс. %. В коре деревьев Co содержится от $17 \cdot 10^{-4}$ до $46 \cdot 10^{-4}$ масс. % (табл. 1).

Как видно на диаграмме (рис. 5), локальное периодическое загрязнение Co городской среды Петрозаводска отмечается на протяжении всего изученного периода времени. Наибольший (аномальный) рост содержания Co наблюдается с конца 1980-х годов в образце из района Силикатного завода, причем максимальное содержание металла, в десятки, а может быть, и в сотни раз превышающее первоначальный (фоновый) уровень, зафиксировано в годовом кольце, соответствующем 1997 г. Имеет место аналогичное, но менее интенсивное и начавшееся позднее увеличение содержания Co и в образцах, отобранных непосредственно в городе. Последнее обстоятельство говорит о том, что рост содержания Co в городской среде может быть связан не только с местными источниками, но и с причинами межрегионального характера. Это, в частности, подтверждается исследова-

1980-х годов характерны для Лососинского шоссе, минимальные — для района Силикатного завода. В последнем случае относительно повышенное содержание V в период до 1980 г. по сравнению с более поздним периодом может быть объяснено влиянием выбросов котельной Силикатного завода. Относительно резкое увеличение содержания V в образцах с Лососинского шоссе и ул. Чапаева в кольцах, соответствующих 1985 г., вероятно, связано с нарушением физиологических барьеров из-за стресса, вызванного радиоактивными «чернобыльскими» выпадениями весной 1986 г.

Вариации содержания V в годовых кольцах сосен могут зависеть от количества и качества сжигаемого на ТЭЦ мазута и частичной смены вида топлива. Так, изменение содержания V (масс. %) за период с 1993 по 1996 г. для образцов, отобранных непосредственно в городе, сопоставимо с колебанием общего количества (тыс. т) выбросов Петрозаводской ТЭЦ, например, для образца 3 (источники по выбросам [4-7]): 1993 — $5,3 \cdot 10^4$ и 19,515, 1994 — $3,6 \cdot 10^4$ и 14,904, 1995 — $4,4 \cdot 10^4$ и 15,799 (поступление некачественного мазута), 1996 — $2,5 \cdot 10^4$ и 13,487 (перевод двух котлов на природный газ). Сходные колебания содержания V наблюдаются и для образца 2 (1993 — $2,6 \cdot 10^4$; 1994 — $2 \cdot 10^4$; 1995 — $3,3 \cdot 10^4$ и 1996 — $2,5 \cdot 10^4$ масс. %). Вероятно, эти обстоятельства могут свидетельствовать также о преимущественно поверхностном (через покровные ткани) привнесении V в древесину сосен. Преобладание такого механизма по отношению к этим двум образцам косвенно подтверждается

ниями Н. Г. Федорев и других по мхам и лесным подстилкам [8].

Никель

Важнейшими источниками загрязнения Ni окружающей среды являются предприятия горнорудной промышленности, цветной металлургии, машиностроения, металлообработки. Ni попадает в биосферу также в результате сжигания мазута, каменного угля, дизельного топлива и по другим причинам техногенного характера [2, 9].

О динамике распределения содержания Ni по годовым кольцам сосен можно судить по графикам, представленным на рис. 6. Анализ показывает чрезвычайно широкий разброс содержания элемента (от $<10^{-4}$ до $7-9 \cdot 10^{-4}$ масс. %) и наличие нескольких пиков интенсивности его концентраций для каждого образца.

Для образца, взятого в районе Силикатного завода, указанные пики, соответствующие примерно 1977 и 1981–1985 гг., могут быть связаны с Ni-содержащими выбросами котельной завода. Возможно, что именно прекращение деятельности предприятия привело в дальнейшем к постепенному снижению содержания Ni в годовых кольцах сосны до необнаруживаемых концентраций (1994–1997 гг.). С другой стороны, известно [2], что ионы некоторых элементов (Co, Cu, Fe, Zn) ингибируют абсорбцию Ni на 25–42%. Поэтому возможно также, что «кислородно-ниобий» Ni способствуют слишком большие концентрации Co в указанной пробе. Определенный вклад в никелевое загрязнение двух обследованных относительно возвышенных городских участков (Лососинское шоссе и ул. Чапаева) могут вносить выбросы ТЭЦ и автотранспорта. Между тем для всех образцов, исключая описанную «кобальтовую аномалию», наблюдается (рис. 5, 6) близкое совпадение вариаций содержания Ni и Co.

Содержание Ni в коре сосен значительно выше, чем в древесине (табл. 1).

Хром

Природный атмосферный воздух содержит весьма незначительное количество Cr, причем практически весь он приурочен к мельчайшим пылевым частицам [3]. Основными антропогенными источниками поступления Cr и его соединений в атмосферу являются выбросы предприятий, где добывают, получают, перерабатывают и применяют Cr и его соединения. Активное рассеяние Cr связано со сжиганием минерального топлива, главным образом угля. Значительные количества Cr поступают в окружающую среду с промышленными стоками [2].

Содержание Cr в годовых кольцах сосен варьирует в довольно широких пределах – от 0,001 до 0,006–0,015 масс. %. В коре присутствует 0,007–0,016 масс. % Cr (табл. 1).

Аномальные периодические увеличения содержания Cr в годовых кольцах сосен зафиксированы для образца, отобранного на Лососинском шоссе (рис. 7): в кольцах, соответствующих 1981–1984 гг. – до 0,015 масс. % при фоне около 0,001–0,002 масс. % («I-я хромовая аномалия») и 1991–1994 гг. – до 0,009 масс. % («II-я хромовая аномалия»).

Фосфор

Фосфор, наряду с Ca, Mg, K и N, является важнейшим компонентом питания, и его дефицит отражается на росте и развитии растений. Баланс P и других питательных веществ исключительно важен для растений [9].

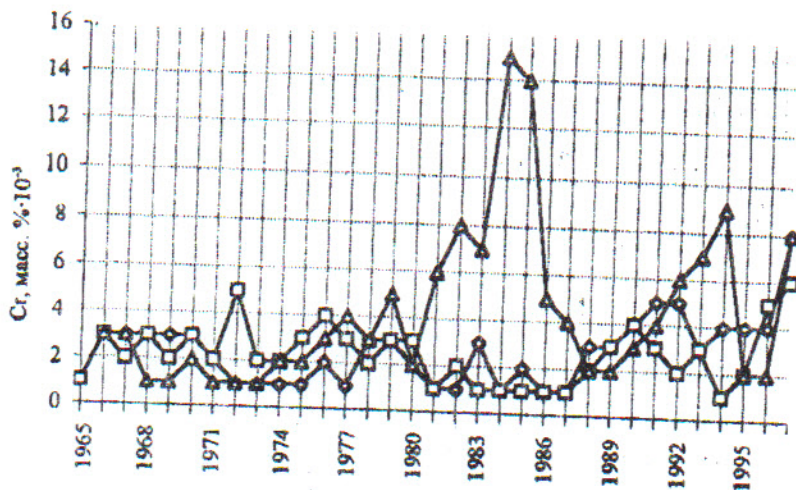


Рис. 7. Динамика распределения Cr по годовым кольцам сосен

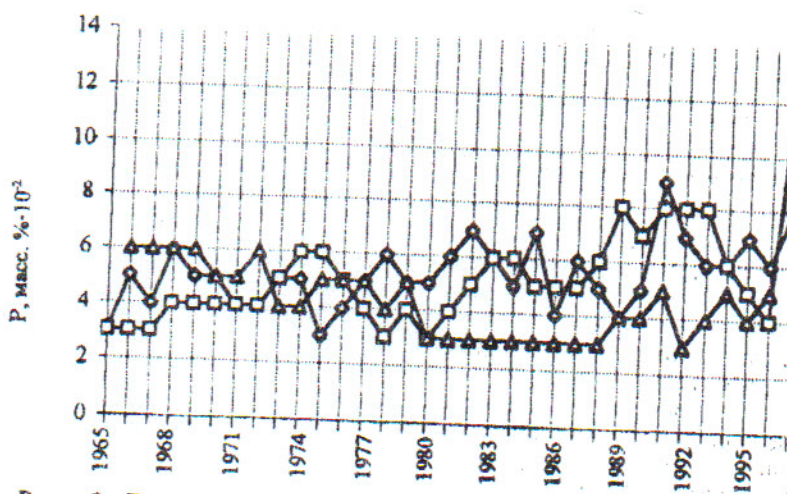


Рис. 8. Динамика распределения P по годовым кольцам сосен

В обследованных кернах сосен содержание Р в годовых кольцах колеблется от 0,03 до 0,09–0,13 масс. %. В коре деревьев содержится 0,1–0,17 масс. % Р. «Пиковые» концентрации Р обнаружены в последнем годовом кольце 1997 г. для образцов, взятых на Лососинском шоссе (0,11 масс. %) и ул. Чапаева (0,13 масс. %). По сравнению с предыдущим кольцом концентрации возросли сразу в 2,2 и 3,25 раза соответственно (рис. 8). Для образца, взятого в районе Силикатного завода, аналогичный рост составил 1,3 раза. Такое соотношение может говорить о дополнительном накоплении Р в конце вегетационного периода.

Таблица 2. Факторный анализ по выборкам

| Факторы | Элементы | Образец 1 | Образец 2 | Образец 3 |
|--------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|
| I | Pb | 0,81 | 0,71 | 0,64 |
| | Zn | -0,41 | -0,15 | 0,47 |
| | P | 0,73 | 0,76 | -0,65 |
| | Cr | 0,48 | -0,22 | 0,56 |
| | V | -0,63 | 0,69 | 0,88 |
| | Sr | 0,31 | 0,35 | 0,87 |
| | Mn | 0,73 | -0,12 | -0,36 |
| | Ba | 0,53 | 0,67 | -0,03 |
| | Ti | -0,76 | -0,62 | -0,13 |
| | <i>d_i</i> | | 38,4 | 28,8 |
| II | Pb | 0,16 | 0,19 | -0,57 |
| | Zn | 0,66 | 0,53 | 0,54 |
| | P | -0,21 | 0,44 | -0,47 |
| | Cr | -0,52 | 0,66 | 0,23 |
| | V | -0,52 | -0,25 | -0,10 |
| | Sr | 0,55 | -0,45 | 0,07 |
| | Mn | -0,01 | -0,39 | 0,74 |
| | Ba | 0,63 | 0,43 | -0,15 |
| | Ti | 0,37 | 0,40 | 0,27 |
| | <i>d_i</i> | | 20,8 | 18,8 |
| Σ <i>d_i</i> % | | 59,2 | 47,6 | 51,0 |
| n | | 30 | 31 | 29 |

Примечание. Выделенные жирным шрифтом цифры – статистически значимые при 95%-м уровне надежности факторной нагрузки; *d_i* – вклад *i*-го фактора в общую дисперсию; n – число проб. Нумерация образцов дана по табл. 1.

по II фактору. Последовательно меняется характер взаимоотношений и с другими элементами (Zn, V, Sr, Mn, Ti).

Сопоставляя эти данные с данными, полученными при анализе диаграмм динамики распределения элементов, можно сделать вывод, что степень проникновения элементов-загрязнителей в древесину растений зависит как от уровня загрязнения соответствующих участков территории, так и, вероятно, от специфики состава загрязнителей. Судя по всему, одновременное проникновение в растение помимо тяжелых металлов также и радиоактивных элементов значительно усиливает разрушение в нем физиологических барьеров. Благодаря этому и происходит дополнительное накопление в годовых кольцах сосен V, Sr, Pb, Cr и Zn, ведущее, в свою очередь, к снижению концентраций таких жизненно важных для растений элементов, как P и Mn.

Благодарности

Автор благодарит А. М. Шелехова за ценные советы, а также техническое содействие при отборе древесных кернов и выражает искреннюю признательность Е. П. Иешко, Г. Н. Гончарову и А. И. Широкову за консультативную помощь в ходе выполнения данной работы.

Литература

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп: Справ. изд. / А. Л. Бандман, Г. А. Гудзовский, Л. С. Дубейковская и др.; под ред. В. А. Филова и др. Л., 1988. 512 с.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V–VIII групп: Справ. изд. / А. Л. Бандман, Н. В. Волкова, Т. Д. Грекова и др.; под ред. В. А. Филова и др. Л., 1989. 592 с.
3. Гавриленко В. В. Экологическая минералогия и геохимия месторождений полезных ископаемых: Учебн. пособие. СПб., 1993. 150 с.
4. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1993 году. Петрозаводск, 1994. 111 с.
5. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1994 году. Петрозаводск, 1995. 126 с.
6. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1995 году. Петрозаводск, 1996. 138 с.
7. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1996 году. Петрозаводск, 1997. 176 с.
8. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Республики Карелия в 1997 году. Петрозаводск, 1998. 220 с.
9. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Пер. с англ. М., 1989. 439 с.
10. Косовец Ю. Г., Ставров О. Д. Локальный спектральный лазерный анализ в геологии. М., 1983. 104 с.

11. Медико-географический справочник Карельской АССР / Н. В. Альтшуллер, Т. Е. Гершензон, М. Н. Басов и др.; под ред. А. А. Келлера. Петрозаводск, 1990. 196 с.

12. Рабочая группа ООН/ЕЭК по прекращению использования свинца в бензине в Европе. Основной отчет. КОВИ инженерные и экономические консультации в сотрудничестве с Датским Технологическим Институтом // 4-я Конференция Министров «Окружающая среда для Европы». Орхус, Дания, 23-25 июня 1998 г. Министерство по окружающей среде и энергетике Дании, Датское Агентство по защите окружающей среды, 1998. 109 с.

13. Рыбаков Д. С., Замойский В. Л., Косовец Ю. Г. Исследования радиоактивного загрязнения в Медвежьегорском районе Республики Карелия // Проблемы геоэкологии Карелии. Петрозаводск, 1997. С. 61-73.

14. Собонович Э. В., Ольтшинский С. П. Геохимия техногенеза / Отв. ред. Г. В. Войткевич. Киев, 1991. 228 с.

15. Экологическая безопасность России. Вып. 2. Материалы Межведомственной комиссии по экологической безопасности (сентябрь 1994 г. - октябрь 1995 г.). М., 1996. 336 с.

Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 28–33: ил. 3, табл. 1.

В данной статье приведена сравнительная минералогическая характеристика жильного кварца некоторых проявлений Карелии по данным микроскопического изучения. Показана корреляция между плотностью включений в кварце и содержанием включений микроэлементов. Сделано предположение о возможности применения метода визуального определения плотности включений в кварце под микроскопом в качестве предварительной разбраковки кварца для выявления наиболее «чистого» кварца.

УДК 549.742.111 (470.22)

Первая находка исландского шпата в Северном Приладожье. Васильева Т. И., Борисов И. В. // Вопросы геологии и экологии Карелии: По материалам конференции молодых ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 33–36: ил. 3. Библиогр.

Отмеченное на территории Северного Приладожья проявление исландского шпата относится к генетическому типу месторождений в карбонатодержащих породах, связанных с глубинными региональными структурами. Проявление приурочено к нижней части разреза сортавальской серии нижнего протерозоя в обрамлении Йокирантской купольной структуры. Кристаллы в основном ромбодрического и скаленоздрического габитуса, двойники. Формирование проявления можно связать с гидротермальным воздействием интрузий плаггиомикроклиновых гранитов, формировавшихся в период становления Йокирантского купола.

УДК 561 «62/63» (470.22)

Флора и растительность аллереда перигляциальной зоны Восточной Карелии (по данным спорово-пыльцевого анализа). Лаврова Н. Б. // Вопросы геологии и экологии Карелии: По материалам конференции молодых ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 36–39: табл. 1. Библиогр.

В результате палинологических исследований ленточных глин залива Фоймогуба, сопровождавшихся видовыми определениями, получены данные, характеризующие флору и растительность аллереда. Состав ископаемой флоры позволяет отнести ее к гляциальному типу, что определялось положением разреза на периферии отступающего ледника. Анализ эколого-ценотической приуроченности видов растений свидетельствует о сложной структуре растительного покрова, сочетающего лесные, тундровые и степные ценозы, которая была обусловлена многообразием контролирующих экологических факторов. Изменения спорово-пыльцевых спектров позволяют предположить, что соотношения между ценозами и их компонентами неоднократно менялись в соответствии с особенностями деградации ледника и трансгрессивно-регрессивной деятельности Онежского приледникового водоема.

УДК [56.074.6 «627»:502.72](470.22)

Эволюция природы ландшафтного комплексного заказника «Воттоваара» в позднеледниковье и голоцене. Шелехова Т. С. // Вопросы геологии и экологии Карелии: По материалам конференции молодых ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 39–44: ил. 3, табл. 1. Библиогр.

По данным диатомового анализа донных осадков малого водоема, расположенного в зоне лесотундры на горе Воттоваара, восстанавливаются палеоэкологические условия осадконакопления и развитие природы начиная с позднего дриаса до атлантического времени. Впервые в Карелии выделен диатомовый комплекс позднего дриаса. Отмечается уникальная роль диатомей, реагирующих на изменения гидрохимических условий водоема перед землетрясениями.

УДК 502.62:550.4

К вопросу о ландшафтно-геохимическом районировании территории Карелии в геоэкологическом аспекте. Хейсканен Е. К. // Вопросы геологии и экологии Карелии: По материалам конференции молодых ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 45–50: ил. 1, табл. 1. Библиогр. 25 назв.

Предложен вариант ландшафтно-геохимического районирования территории Карелии в геоэкологическом аспекте с соответствующей схемой, отображающей экогеохимическую структуру карельских ландшафтов и ландшафтно-геохимические районы. Вводится новый геоэкологический термин – парагенетическая ассоциация геологической среды (ПАГС). Предложено ориентировочное ранжирование горных пород по ПАГС. Исследуются некоторые экологические риски, связанные с особенностями экогеохимических условий карельской природы, подвергаемой антропогенному воздействию.

УДК 504.054:54 (470.22)

Первые данные дендрогеохимического определения многолетней динамики загрязнения Петрозаводска. Рыбаков Д. С. // Вопросы геологии и экологии Карелии: По материалам конференции молодых ученых. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 1999. С. 51–57: ил. 8, табл. 2. Библиогр. 15 назв.

Дается краткая характеристика динамики распределения наиболее важных элементов-загрязнителей (Pb, Sr, V, Co, Ni, Cr), а также P по годовым кольцам осеи, произрастающих в Петрозаводске и в непосредственной близости от него. С целью выявления специфики взаимоотношений Pb, Zn, Sr, V, Cr, Mn, Ba, Ti и P в процессе их накопления в древесине проведен факторный анализ выборок, сформированных отдельно по каждому из трех изученных образцов кернов. Приводятся пределы концентраций обнаруженных в годовых кольцах и коре осеи микроэлементов.