



Фототаблица I

Фиг. 1. *Sorestirpum radiatus* (Mantell, 1822); экз. СГУ № 121/2628 (x 0,8): 1a – вид на фронтальную поверхность; 1б, 1в – с противоположных фланговых поверхностей; 1б – первичный сегмент в смещенном положении, 1в – реконструкция вертикального положения первичного сегмента; 1г – сверху; с. Багаевка, нижний сантон;

Фиг. 2. *Sorestirpum radiatus* (Mantell, 1822); экз. СГУ № 121/2628: прорисовка скелета: 2a – первичный сегмент расположен субгоризонтально; 2б – реконструкция вертикального положения первичного сегмента; с. Багаевка, нижний сантон; условные обозначения: SK₁, SK₂, SK₃ – первичный и последующие сегменты скелета; O₁, O₂, O₃ – оскулюмы; VK – верхний край

Фототаблица II

Фиг. 1. *Lepidospongia (Flexurispongia) involuta* Perv., 1998; экз. СГУ № 121/2253 (x 0,9): 1a, 1б – сбоку, с противоположных латусных поверхностей скелета; 1в – сверху, на участок перекрытия стенок; 1г – на ангулатную поверхность, участок шва; 1д, 1е – противоположные поверхности аншлифа; г. Татищево, нижний сантон;

УДК [550.846.2 : 551.510.42](470.40)

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ И ОЦЕНКА ЗАПЫЛЁННОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ВОЛЬСКА (в зоне влияния ОАО «Вольскцемент»)

М.В. Решетников, Д.Ф. Гейджер¹, В.Ф. Лазарева¹, А.С. Шешнёв

Саратовский государственный университет,
лаборатория геоэкологии геологического факультета

¹ ОАО «Вольскцемент»

E-mail: sheshnev@inbox.ru

Рассматриваются результаты эколого-геохимического опробования почв и проводится оценка запыленности в зоне влияния цементного производства ОАО «Вольскцемент» (г. Вольск, Саратовская область), которое является градообразующим предприятием и основным источником воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: запыленность, экологическое состояние почв, Вольск, цементный завод.

Ecological and Geochemical Research on Soil and Estimate of Dusting in the City of Volsk (the JSC «Volskcement» Affection Zone)

M.V. Reshetnikov, D.F. Geiger, V.F. Lazareva, A.S. Sheshnev

Considered the results of ecological and geochemical soil sampling and made the estimate of dusting in the «Volskcement» cement producing plant affection zone (the city of Volsk, Saratov region), which is the city-forming company and also the main source of environmental impact

условные обозначения: O₁, O₂ – оскулюм; fsk – основание скелета; sh – шов

Фототаблица III

Фиг. 1. *Sestrocladia sp.*; экз. СГУ № 121/3146 (x 0,8): 1a, 1б – сбоку, на широкую поверхность; 1в – сбоку, на узкую поверхность, на вырост; 1г – снизу, 1д – сверху, на оскулюм; с. Багаевка, нижний сантон;

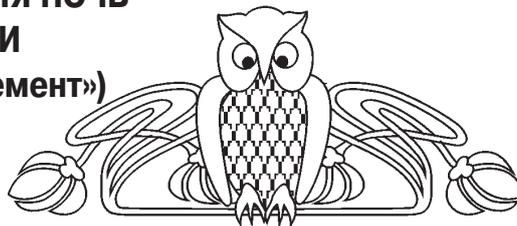
условные обозначения: O – оскулюм; sd – седловина; vt – вырост с оскулюмом

Фототаблица IV

Фиг. 1. *Guettardiscyphia sp.*; экз. СГУ № 122/4788 (x 0,8): фрагмент лопасти; 1a – на широкую сторону; 1б, 1в – с противоположных узких сторон, на видоизмененные субоскулюмы; с. Александровка – 03, нижний сантон;

Фиг. 2. *Guettardiscyphia sp.*; экз. СГУ № 122/3661 (x 1): фрагмент лопасти; 2a, 2в – с противоположных широких сторон; 2б – на узкую поверхность, на вырост; г. Саратов, «Заплатиновка», нижний сантон;

условные обозначения: subo – субоскулюмы, видоизмененные; vt – выросты



Key words: dusting, ecological state of soil, the city of Volsk, cements plant.

Введение. Город Вольск является одним из промышленных центров Поволжья. Основой социально-экономического развития города более 100 лет является цементная промышленность. В настоящее время крупнейшее предприятие Вольска – ОАО «Вольскцемент» – является основным источником отрицательного воздействия на окружающую среду. Цементное производство влияет на литосферу (изъятие вещества, изменение рельефа) и атмосферу (пылевые выбросы). В рамках настоящего исследования рассматриваются проблемы запыленности в северной части Вольска в результате выпадения тонких частиц на поверхность в течение летнего периода 2010 года.

Многoletний климатический режим в районе Вольска характеризуется преобладанием ветров западного направления, которые гонят пылевые



выбросы цементного завода через территорию промышленной площадки в сторону р. Волги и далее в Заволжье. В течение летнего периода 2010 г. на территории установились аномальные погодные условия, сопровождающиеся южным и юго-восточным ветровым переносом; ветровой режим способствовал осаждению пылевых выбросов в жилых микрорайонах города.

В данном исследовании осуществлена попытка разработки подхода к созданию новой комплексной методики оценки запыленности в пределах крупного цементного производства. Она основана на методах эколого-геохимических, биоиндикационных, метеорологических исследований. Были выбраны показатели, отражающие совокупное влияние атмосферных пылевых выбросов за теплый период года на древесно-кустарниковую растительность, почвы, поверхность зданий и сооружений.

Методика отбора проб почв. Методика исследований определялась государственными стандартами по контролю загрязнения почв и методическими рекомендациями по проведению эколого-геохимических исследований [1–8].

На подготовительном этапе была разработана схема опробования с учётом положения источников загрязнения относительно рельефа местности, розы ветров и функциональной структуры города. В качестве анализируемых компонентов были выбраны соединения меди, цинка и марганца, так как эти тяжёлые металлы присутствуют в атмосферных выбросах предприятия.

Отбор проб проводился селективно, главным образом на неблагоприятных в эколого-геохимическом отношении площадях опробования (ПО). Всего на исследуемом участке было заложено 19 ПО, представляющих собой площадки со сторонами 5×5 м (рис. 1).

Отбор проб почвогрунтов осуществлялся по трансекте от конечной остановки общественного транспорта в центре города через жилые микрорайоны, окаймляющие цементный завод, практически до микрорайона Асбестно-цементных изделий. Данный территориальный объём работ выбран, исходя из зоны потенциального распространения большей части пылевых выбросов. Непосредственно в районе пос. АЦИ степень воздействия выбросов цементного завода ОАО «Вольскцемент» уменьшается, и возникают трудности при определении доли влияния в совокупных пылевых выбросах близ расположенного цементного производства ЗАО «Волгоцемент» и известкового производства ООО «Волгоизвесть». Схема расположения точек опробования позволяет наглядно проследить поступление техногенного материала в почвогрунты на значительной площади.

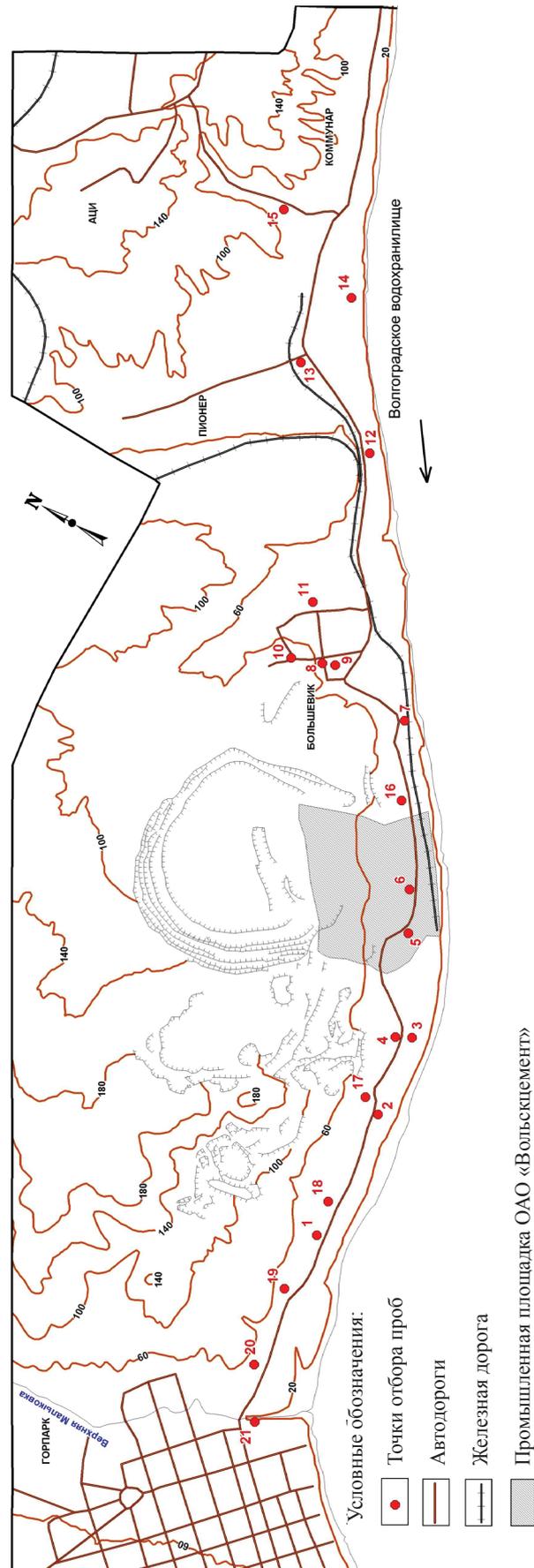


Рис. 1. Схема расположения площадок эколого-геохимического опробования



Некоторое сгущение точек наблюдения имеется в районе пос. Большевик, в зоне многоэтажной жилой застройки с наибольшей плотностью проживающего населения. Общая длина трансекты более 7 км.

Отбор проб проводился методом конверта – одна проба в центре, четыре по углам площадки. Вес объединённой пробы варьировал в пределах 1,5–2 кг. Почвенный материал отбирали из стенок закопушек, предварительно очищенных, во избежание вторичного загрязнения, пластмассовым шпателем. Сухие пробы тщательно перемешивали и очищали от обломков и корней растений в точке пробоотбора на клеёнке или плотной плёнке. После перемешивания проба квартовалась и помещалась в двойной полиэтиленовый пакет с сопроводительной этикеткой. Влажные пробы предварительно просушивали на воздухе и подвергали квартованию в лаборатории. Просеивание всех проб на сите 1×1 мм проводили в лаборатории. Каждая проба, отправленная на анализ, имела дубликат, который сохранялся до конца работ для страховки от непредвиденных обстоятельств или повторного анализа в случае необходимости.

Методика определения запыленности растительности. С целью определения запыленности воздуха, на площадках опробования отбирали также образцы растительности – деревья одной породы. На высоте 1–1,5 м с каждого дерева срывали по 10 листьев, которые помещали в чистую стеклянную посуду с притёртой крышкой. В другую посуду отбирали таким же образом листья с контрольных деревьев, произрастающих вдали от дороги.

Листья в стеклянной посуде заливали 300 мл дистиллированной воды, затем с поверхности каждого листа тщательно смывали пыль. После этого воду пропускали через бумажный фильтр (синяя или красная лента), который затем высушивали и производили взвешивание массы осадка. Тем самым было получено значение массы пыли, осевшей на обмытой поверхности.

Поверхность листьев определяли следующим образом: обмытые листья протирали, выкладывая на чистый лист бумаги и обводили по контуру. Затем эти контуры вырезали и взвешивали. Из этой же бумаги вырезали квадрат со сторонами 10×10 см и также взвешивали. Далее для каждой пробы рассчитывали поверхность обмытых листьев по формуле

$$S = M_1 / 5 \cdot \Pi_1 / M_2, \quad (1)$$

где M_1 – масса бумаги, вырезанной по контурам 5 листьев; M_2 – масса 1 дм² бумаги, Π_1 – количество обмытых листьев.

После проведенного расчёта можно определить массу пыли, осаждающейся на 1 м² поверхности листьев, а зная точное время накопления пыли (от последнего выпадения осадков до даты

исследования), можно подсчитать среднюю скорость осаждения пыли в сутки по формуле:

$$V = (M \cdot 100) / (S \cdot t), \quad (2)$$

где M – масса пыли, г; S – поверхность обмытых листьев, дм²; t – время осаждения пыли, сут.

Проведя подробные исследования в разных точках изучаемого участка, при помощи графических редакторов Surfer 8.0 и MapInfo 8.5 были построены схемы запыленности воздуха на данную территорию.

Методика аналитических работ. Определения Zn, Cu и Mn проводились методом атомной абсорбции на спектрофотометре ААС-1N. Валовые формы извлекались путём химического разложения почв кипячением с HNO₃ (1 : 1).

Погрешности определения: Zn – 8%; Cu, Mn – 10%. Аналитические данные обрабатывались на компьютере с использованием общепринятых параметров и формул. В каждой пробе для всех элементов подсчитывались коэффициенты концентрации по формуле

$$K_c = C_i / C_{\phi}, \quad (3)$$

В этом отношении C_i – составляет содержание элемента в пробе, а C_{ϕ} – его фоновое значение.

А также коэффициент опасности по формуле

$$K_o = C_i / \text{ПДК}. \quad (4)$$

В этом отношении C_i – содержание элемента в пробе, а ПДК – его предельно допустимая концентрация в почвах.

Аддитивное загрязнение почв в каждой точке группой элементов определялось через суммарный показатель загрязнения:

$$Z_c = K_{c1} + K_{c2} + \dots + K_{cn}, \quad (5)$$

где K_{cn} – коэффициент концентрации (опасности) каждого элемента; n – число элементов в выборке.

Районирование территории по опасности загрязнения, согласно принятым методическим установкам [6], предусматривает выделение четырёх уровней значений Z_c : допустимый уровень ($Z_c < 16$), умеренно опасный уровень ($Z_c = 16–32$), опасный уровень ($Z_c = 32–128$), чрезвычайно опасный уровень ($Z_c > 128$).

Результаты эколого-геохимических исследований. Медь (Cu) – валовые формы. Медь встречается во всех пробах в концентрациях от 9,5 до 250 мг/кг, при местном фоне в 17 мг/кг (таблица). При анализе распределения концентраций в общей выборке выяснилось, что в 14 из 20 образцов содержание меди превышает фон. Максимальное превышение составляет 14,7 раза на площадке опробования № 4. В качестве исходного аналитического уровня для выделения аномальных зон был принят двойной местный фон – 34 мг/кг. С



учётом этого уровня в аномальную зону попадают площадки опробования № 2, 3, 4, 5, 6, 17 и 18.

Превышение ПДК установлено в 7 анализируемых пробах, значение коэффициента опасности изменяется от 1 до 7 раз. Таким образом, на исследуемом участке территории Вольска образуется единое техногенное поле загрязнения валовыми соединениями меди, зафиксированное по 7 площадкам опробования, которое территориально приурочено к частной селитебной застройке.

Цинк (Zn) – валовые формы. Цинк обнаружен во всех пробах в концентрациях от 34 до 54 мг/кг, при местном фоне 29 мг/кг (см. таблицу). При анализе распределения концентраций в общей выборке выяснилось, что местный фон превышен во всех исследуемых образцах, но не более чем в 2 раза, что не дает нам оснований на выделение аномальных зон.

ПДК в анализируемых пробах не превышены. Таким образом, на исследуемой территории не зафиксировано зон загрязнения почв валовыми формами цинка.

Марганец (Mn) – валовые формы. Марганец задокументирован во всех анализируемых пробах в концентрации от 75 до 154 мг/кг, при местном фоне 106 мг/кг (см. таблицу). При анализе данных относительно местного фона было установлено, что на 8 площадках опробования он не превышает аномального порога в 2 фоновых значения.

Превышение над ПДК в исследуемых пробах не зафиксировано. Таким образом, на изучаемой территории нет никаких оснований для выделения зон загрязнения по валовым формам нахождения марганца.

Результаты определений тяжелых металлов в почвах и грунтах г. Вольска, мг/кг, а также расчёты K_c и Z_c относительно фона и ПДК

№	Mn	Cu	Zn	$K_{с\ фон}$ Mn	$K_{с\ фон}$ Cu	$K_{с\ фон}$ Zn	$Z_{с\ фон}$	$K_{с\ пдк}$ Mn	$K_{с\ пдк}$ Cu	$K_{с\ пдк}$ Zn	$Z_{с\ пдк}$
1	75	15,7	44,7	0,71	0,92	1,54	3,17	0,05	0,46	0,88	1,39
2	110	42,3	50,8	1,04	2,49	1,75	5,28	0,07	1,24	0,85	2,17
3	88	40,1	49,3	0,83	2,36	1,70	4,89	0,06	1,18	0,93	2,17
4	132	250	54,2	1,25	14,71	1,87	17,82	0,09	7,35	0,89	8,33
5	142	36,4	51,7	1,34	2,14	1,78	5,26	0,09	1,07	0,90	2,06
6	154	38,4	52	1,45	2,26	1,79	5,50	0,10	1,13	0,87	2,10
7	94	27,6	50,6	0,89	1,62	1,74	4,26	0,06	0,81	0,89	1,77
8	85	23,4	51,7	0,80	1,38	1,78	3,96	0,06	0,69	0,91	1,65
10	102	31,6	52,6	0,96	1,86	1,81	4,63	0,07	0,93	0,88	1,88
11	88	21,9	51,2	0,83	1,29	1,77	3,88	0,06	0,64	0,86	1,56
12	100	25,3	49,8	0,94	1,49	1,72	4,15	0,07	0,74	0,78	1,60
13	104	16	45,5	0,98	0,94	1,57	3,49	0,07	0,47	0,89	1,43
14	119	18,8	51,5	1,12	1,11	1,78	4,00	0,08	0,55	0,59	1,23
15	111	9,5	34,5	1,05	0,56	1,19	2,80	0,07	0,28	0,86	1,22
16	85	29,2	50,1	0,80	1,72	1,73	4,25	0,06	0,86	0,87	1,78
17	117	53,4	50,2	1,10	3,14	1,73	5,98	0,08	1,57	0,86	2,51
18	94	36,1	50,1	0,89	2,12	1,73	4,74	0,06	1,06	0,77	1,90
19	101	10,3	44,7	0,95	0,61	1,54	3,10	0,07	0,30	0,84	1,21
20	94	14,7	48,6	0,89	0,86	1,68	3,43	0,06	0,43	0,91	1,41
21	138	12,6	5,3	1,80	0,74	1,83	3,87	0,09	0,37	0,59	1,06

Результаты определения запылённости биоиндикационными методами. Проведённые исследования растительности на предмет накопления ими пылевых частиц показали нам следующие результаты: наибольшая запыленность территории наблюдалась на площадках опробования № 4, 5, 8, 9, 12 и 17, во всех остальных точках показатель запылённости был на уровне фона. Средняя скорость выпадения пыли на данных

площадках изменялась от 0,05 до 0,29 г/м² · сут. Наибольшая скорость выпадения пыли приурочена к площадкам опробования № 5, 8 и 12.

В целом относительно уровней запыленности исследуемого участка необходимо отметить, что на данной территории **складывается вполне приемлемая экологическая ситуация, практически соответствующая местному фоновому состоянию.**



Метеорологический режим и его влияние на распределение выбросов в 2010 году. Метеорологический режим территории оказывает существенное влияние на распределение и накопление пылевых выбросов в тех или иных элементах городской среды. Наиболее важный показатель – ветровой режим. На территории Вольска, по данным многолетних наблюдений, в теплый период года преобладают ветры северо-западных, северных и западных румбов (рис. 2).

С целью анализа метеорологического режима в течение летнего периода 2010 г. была подготовлена и статистически обработана база данных. На основе этих данных получено представление о распределении ветров по румбам за летний период. Характер распределения направления ветра наиболее хорошо иллюстрируется в виде роз-диаграмм. С этой целью были построены розы-диаграммы отдельно для июня, июля и августа, а также для всего летнего периода в целом (рис. 3).

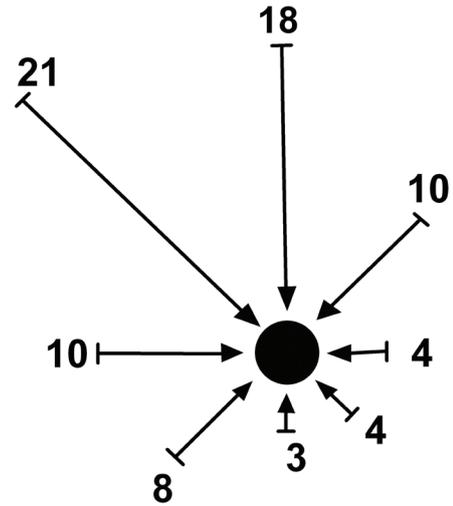


Рис.2. Роза ветров в течение теплого периода года (апрель-октябрь) на территории Вольска [9]: цифры у стрелок обозначают повторяемость ветра данного направления в процентах от общего числа наблюдений без штилей

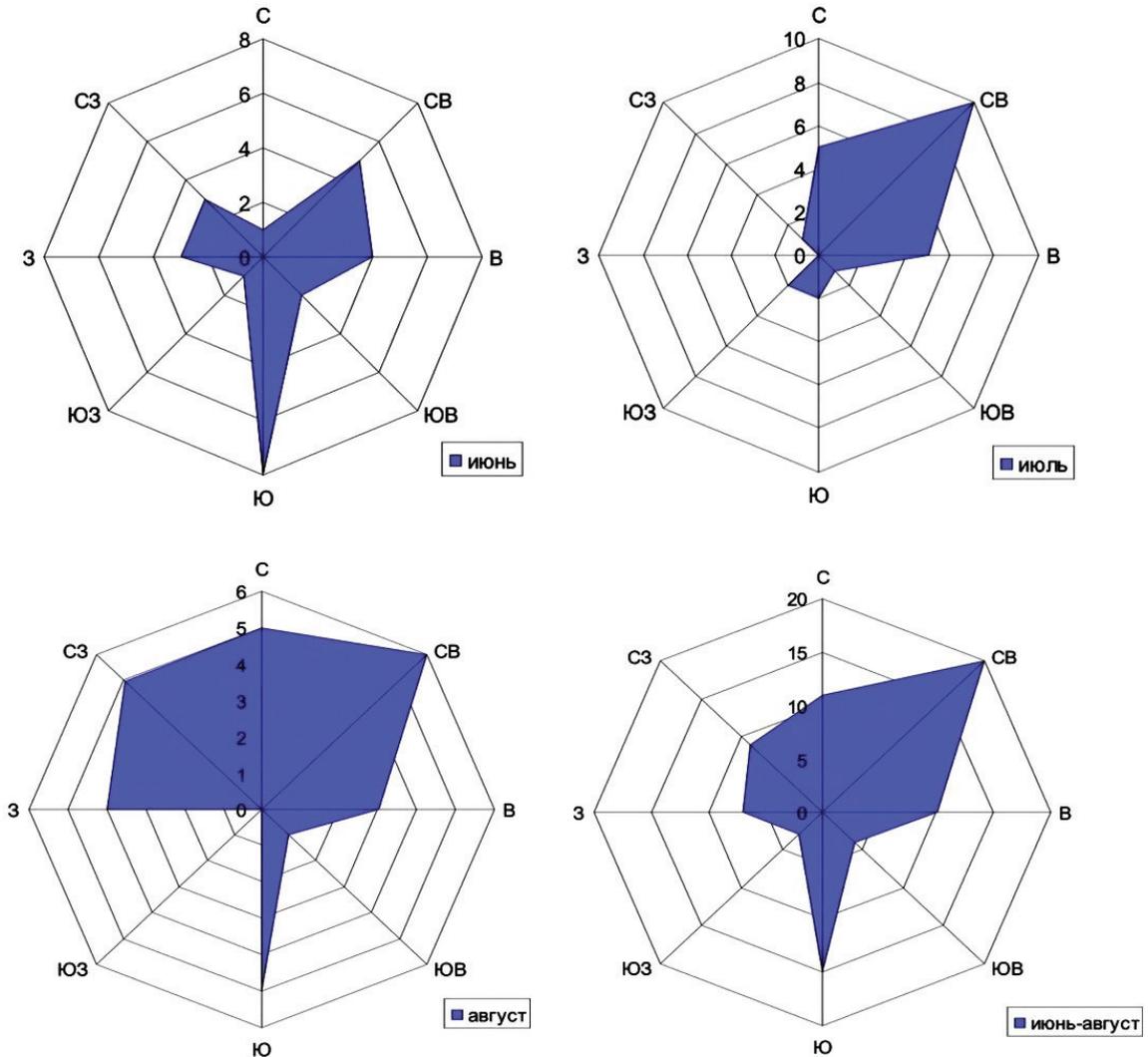


Рис.3. Розы-диаграммы распределения направления ветра по румбам в течение летнего периода 2010 г. (для каждой из роз-диаграмм в целях большей наглядности принят различный масштаб)



Наглядным показателем является распределение повторяемости ветров различного направления в процентах относительно общего числа дней без штилей (рис. 4).

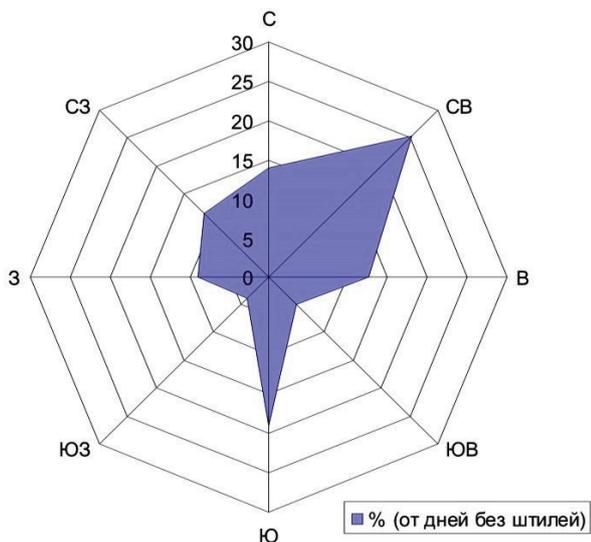


Рис. 4. Роза ветров в течение летнего времени (июнь–август) 2010 г. на территории Вольска: цифры обозначают повторяемость ветра данного направления в процентах от общего числа наблюдений без штилей

Из анализа роз-диаграмм устанавливаем, что в июне на территории Вольска преобладали ветры южного, восточного и северо-восточного румбов, в июле – северо-восточного, восточного и северного румбов, в августе – северо-восточного, северного, северо-западного, южного и западного румбов. В целом за летний период наибольшая повторяемость обнаружена для ветров северо-восточного (20 дней, или 25,32%), южного (15, или 18,99%), северного (11, или 13,92%) и восточного (10, или 12,66%) румбов. Общее количество безветренных дней – 10.

Данное распределение является не самым характерным для территории Вольска, что легко фиксируется из сравнения рис. 2 и 4. В среднемноголетнем распределении ветров преобладают северо-западное и северное направления, а в 2010 г. – северо-восточное и южное, что благоприятствует накоплению пылевых выбросов в жилых районах «Маяк» и пос. Большевик. При штилях пылевые выбросы наиболее интенсивно осаждаются в ближайших к заводу районах (в частности, на «Маяке»).

Таким образом, распределение направления ветров в течение летнего периода 2010 г. отличается от среднемноголетних значений, что способствовало осаждению пылевых выбросов в жилых микрорайонах, находящихся вблизи от завода.

Заключение. Проведенные комплексные исследования почвенного покрова, растительности и метеорологических условий позволили сформировать более целостную картину о ситуации, связанной со степенью запыленности

территории. Каждый метод, применяемый нами в данном исследовании, несет определённую информацию об экологическом состоянии того или иного компонента среды: концентрация тяжёлых металлов может указывать на негативное воздействие на почвенный покров; масса пыли и скорость её выпадения свидетельствуют о возможном отрицательном воздействии на растительность; сведения о метеорологических условиях дают представление о негативных атмосферных явлениях, способствующих общему накоплению загрязнителей. При комплексировании этих по своей сути разных методов можно получить новую информацию, которая используется для оценки общей запыленности территории Вольска. По результатам исследований сформулированы следующие выводы.

1. Концентрация тяжелых металлов – марганца (Mn) и цинка (Zn) – присутствующих в выбросах цементного производства, в почвенном покрове исследуемого участка не превышает существующих нормативов и, следовательно, не представляет угрозы здоровью местного населения. Концентрация валовых форм меди (Cu) в почвенном покрове на некоторых площадях опробования превышает существующие нормативы, но интенсивность этого загрязнения мала и не превышает допустимого уровня загрязнения. В процессе проведения исследований не было установлено конкретных фактов, указывающих на то, что рост концентрации данных тяжелых металлов связан с деятельностью предприятия ОАО «Вольскцемент». Более того, изучение корреляционных связей между определяемыми элементами указывает на их различное происхождение; так, значимый коэффициент корреляции был установлен только для пары «Cu–Zn», что, скорее всего, говорит об их общем парагенезисе.

2. Биоиндикационные показатели запыленности исследуемого участка отражают вполне приемлемую экологическую ситуацию, соответствующую местному природному фону, и не являются экстремальными для данной территории.

3. В течение летнего периода 2010 г. наблюдался существенно отличный от среднемноголетних значений метеорологический (ветровой) режим, что благоприятствовало распределению пылевых выбросов над жилыми микрорайонами. Это является, на наш взгляд, основной причиной обостренного восприятия сложившейся ситуации местным населением.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований инженеру лаборатории геоэкологии О.И. Рейх и студенту-геоэкологу А.А. Кузьмичёву.

Библиографический список

1. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест: методические указания МУ 2.1.7.730–99. М., 1999.



2. ГОСТ 17.4.01.-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. М., 1981.
3. ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М., 1983.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. Почвы. Общие требования к отбору почв. М., 1983.
5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., 1984.
6. Методические указания по оценке степени опасности

загрязнения почвы химическими веществами (№ 4266–87 от 13.03.87). М., 1987.

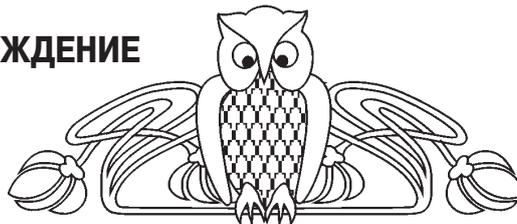
7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах (Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229–91). Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020–94. М., 1995.

8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. М., 2006.

9. Атлас Саратовской области / под ред. В.Г. Лебедева. М., 1978.

УДК 550.2

ЗЕМНОЙ ОТКЛИК НА ОРБИТАЛЬНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ И ИЕРАРХИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ И ПОРОДНЫХ ЦИКЛИТОВ НА ПРОТЯЖЕНИИ НОВЕЙШЕГО ВРЕМЕНИ



В.Ф. Салтыков

Саратовский государственный университет,
лаборатория петрофизики
E-mail: dekanat@geol.sgu.ru

В результате рассмотрения опубликованных материалов показано, что циклические вариации земного отклика практически совпадают с флюктуациями орбитальных параметров при учете временного лага величиной 5–6 тыс. лет. Но в земном отклике изменения периодичностей носят более сложный характер за счет явления резонанса и появления многочисленных обратных связей в системе, в результате чего возникают дополнительные периоды. Ход земных процессов проходит точку бифуркации с изменением амплитуды, темпа и направления развития, что отражается в цикличности седиментогенеза как в океане, так и на континенте. Такой подход позволяет представить обновленную иерархию климатических событий и породных циклитов. Для плейстоцена предлагается вариант Общей хроностратиграфической шкалы, на которой отражены палеомагнитные и изотопно-кислородные данные.

Ключевые слова: орбитальные параметры Земли, иерархия, климатические события, цикличность, седиментогенез, плейстоцен.

Earth's Response to Orbital Excitation and Hierarchy of Climatic Events and Rock Cyclites Over the Recent Time

V.F. Saltykov

Analysis of the published material has made it possible to show the cyclic variations of the earth's response to be practically coincident with the orbit parameter fluctuations, when the time lag of 5–6 thousand years is considered. In the earth's response, however, periodicity changes are more complicated due to resonance phenomena and to numerous feedbacks in the system responsible for additional period occurrences. The course of the earth's processes passes the bifurcation point with changes in the development amplitudes, rates and directions, which are reflected in sedimentogenesis cyclicity both, in the ocean and on the continent. Such approach allows to present an updated hierarchy of climatic events and rock cyclites. A version

of General chronostratigraphic scale is proposed for the Pleistocene, with paleomagnetic and oxygen-isotope data presented.

Key words: Earth's orbital parameters, hierarchy, climatic events, cyclicity, sedimentogenesis, Pleistocene.

Интерпретация откликов земной климатосферы на орбитальное возбуждение

Основной объем информации о климатической изменчивости в течение новейшего времени получен в результате анализа особенностей распределения изотопов кислорода в непрерывных разрезах глубоководных осадков. Дополнительные сведения, касающиеся вариаций парниковых газов, основаны на изучении ледовых колонок в Антарктиде и Гренландии. В итоге можно констатировать следующее:

1) вариации соотношения изотопов химических элементов являются откликами на изменения полуметодом инсоляции за счет циклических колебаний орбитальных параметров; при этом установлен факт запаздывания отклика на внешнее возбуждение и его величина в настоящее время оценивается в 5–6 тыс. лет;

2) флюктуации отклика происходят циклически в соответствии с подобным поведением орбитальных компонентов;

3) последние действуют как в отдельности, так и совместно, а также вызывают многочисленные обратные связи в климатосфере. В результате здесь возникают дополнительные периодичности как отражение резонанса влияния первоначальных элементов;

4) вопрос о периодах изменения сигналов отклика обстоятельно обсуждается во многих публикациях при использовании математических моделей различного ранга. Важным моментом является установление и объяснение закономерного колебания между двумя климатическими состояниями –