



УДК [550.846.093.: 631.416.8]

## КОНЦЕНТРАЦИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ ГОРОДА ЭНГЕЛЬСА

М. В. Решетников, О. Г. Дингес

Саратовский государственный университет,  
кафедра геологии  
E-mail: rmv85@list.ru

Представлены результаты эколого-геохимического опробования на территории детских дошкольных учреждений г. Энгельса. Проанализированы данные о заболеваемости детей в данных учреждениях по различным типам заболеваний. Дана оценка экологического состояния почвенного покрова.

**Ключевые слова:** экологическое состояние почв, свинец, кадмий, заболеваемость детей.

### Concentration of Lead and Cadmium in Territory of Preschool Institutions of the City of Engels

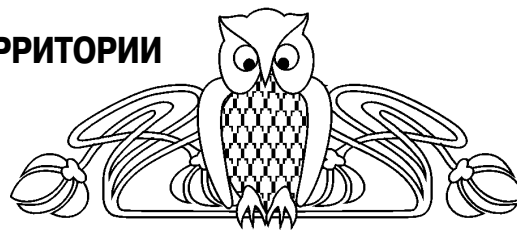
M. V. Reshetnikov, O. G. Dinges

Results of ekologo-geochemical approbation in territory of preschool institutions of a city of Engels are presented. The data about disease of children in the given establishments on various types of diseases is analysed. The estimation of an ecological condition of a soil cover is given.

**Key words:** ecological condition of soils, lead, cadmium, disease of children.

**Введение.** В процессе своего развития человек всегда был неразрывно связан с окружающим миром. Но с ростом урбанизации опасное вмешательство человека в природу резко усилилось. Загрязнение тяжёлыми металлами – одна из актуальных проблем экологии почв. Источники поступления тяжёлых металлов делятся на природные – выветривание горных пород и минералов, эрозионные процессы, вулканическая деятельность и техногенные – добыча и переработка полезных ископаемых, сжигание топлива, выбросы транспорта и др.

Тяжелые металлы, попадая в организм, остаются там навсегда, вывести их можно только с помощью белков молока и белых грибов. Достигая определенной концентрации в организме, они начинают свое губительное воздействие – вызывают отравление, мутацию. Тяжелые металлы к тому же чисто механически засоряют организм – ионы тяжелых металлов оседают на стенках тончайших систем организма и забивают почечные каналы, каналы печени, снижая фильтрационную способность этих органов. Это приводит, в свою очередь, к накоплению токсинов и продуктов жизнедеятельности клеток организма, т. е. к самоотравлению, так как именно печень отвечает за переработку ядовитых веществ, попадающих в



организм, и продуктов жизнедеятельности организма, а почки – за их выведение наружу.

Дети дошкольного возраста наиболее восприимчивы к вредному воздействию тяжелых металлов, поскольку их нервная система находится в стадии формирования. Согласно современным медицинским представлениям в организме ребенка вполне допустимо содержание свинца до 10 микрограммов на каждый децилитр крови. Даже при низких дозах свинцовое отравление вызывает снижение интеллектуального развития, внимания и умения сосредоточиться, отставание в чтении, ведет к развитию агрессивности, гиперактивности и другим проблемам в поведении ребенка. Эти отклонения в развитии могут носить длительный характер и быть необратимыми. Низкий вес при рождении, отставание в росте и потеря слуха также могут являться результатом свинцового отравления.

Отчётливый параллелизм отрицательных влияний загрязнения объектов окружающей среды на различные биологические системы организма ребёнка, на физическое развитие просматривается в работах А. И. Воробьева и Л. П. Волкотруб, Ф. Ф. Даутова, М. Г. Шандалы, Я. И. Звиняцковского и др. [1]. Как известно на изменение качества окружающей среды реагирует всё живое, и нередко человек, особенно ребёнок, может оказаться объектом, который отреагирует на экологическое неблагополучие первым.

В данной работе приводятся результаты эколого-геохимических исследований почвенного покрова на территории ряда дошкольных учреждений г. Энгельса на предмет их соответствия санитарно-гигиеническим требованиям по содержанию в них тяжёлых металлов первого класса опасности – свинца и кадмия.

**Методика работ.** Отбор проб и пробоподготовка велись в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01–83 (почвы). Согласно его требованиям опробованию подвергалась верхняя часть почвенного горизонта «А» до глубины 5 см, где обычно накапливается основная масса загрязнителей, выпадающих из атмосферы [2–9]. Пробы почвенного покрова были отобраны на территории шести детских садов, расположенных в г. Энгельсе: «Детский сад № 1 комбинированного вида» (Ленина, 1); «Детский сад № 35 комбинированного вида» (Смеловская, 21); «Детский сад компенсирующего вида № 53» (Ломоносова, 33б); «Детский сад компенсирующего вида № 6б» (Полтавская, 7); «Детский сад комбинированного вида № 63»



(Космонавтов, 10а); «Детский сад комбинированного вида № 55» (Ломоносова, 10); «Детский сад № 57» (улица Ломоносова, 4а); «Детский сад комбинированного вида № 70» (улица Ломоносова, 23) (рисунок).

На территории каждого дошкольного учреждения отбирались две почвенные пробы: одна – в пределах цветочной клумбы, другая – из песочницы.

Определения Pb, Cd проводились методом атомной абсорбции на спектрофотометре ААС-1N. Валовые формы извлекались путём химического разложения почв кипячением с  $\text{HNO}_3$  (1:1). Погрешности определения: Cd – 10%, Pb – 10%.

Аналитические данные обрабатывались с использованием общепринятых параметров и формул. В каждой пробе для всех элементов под-

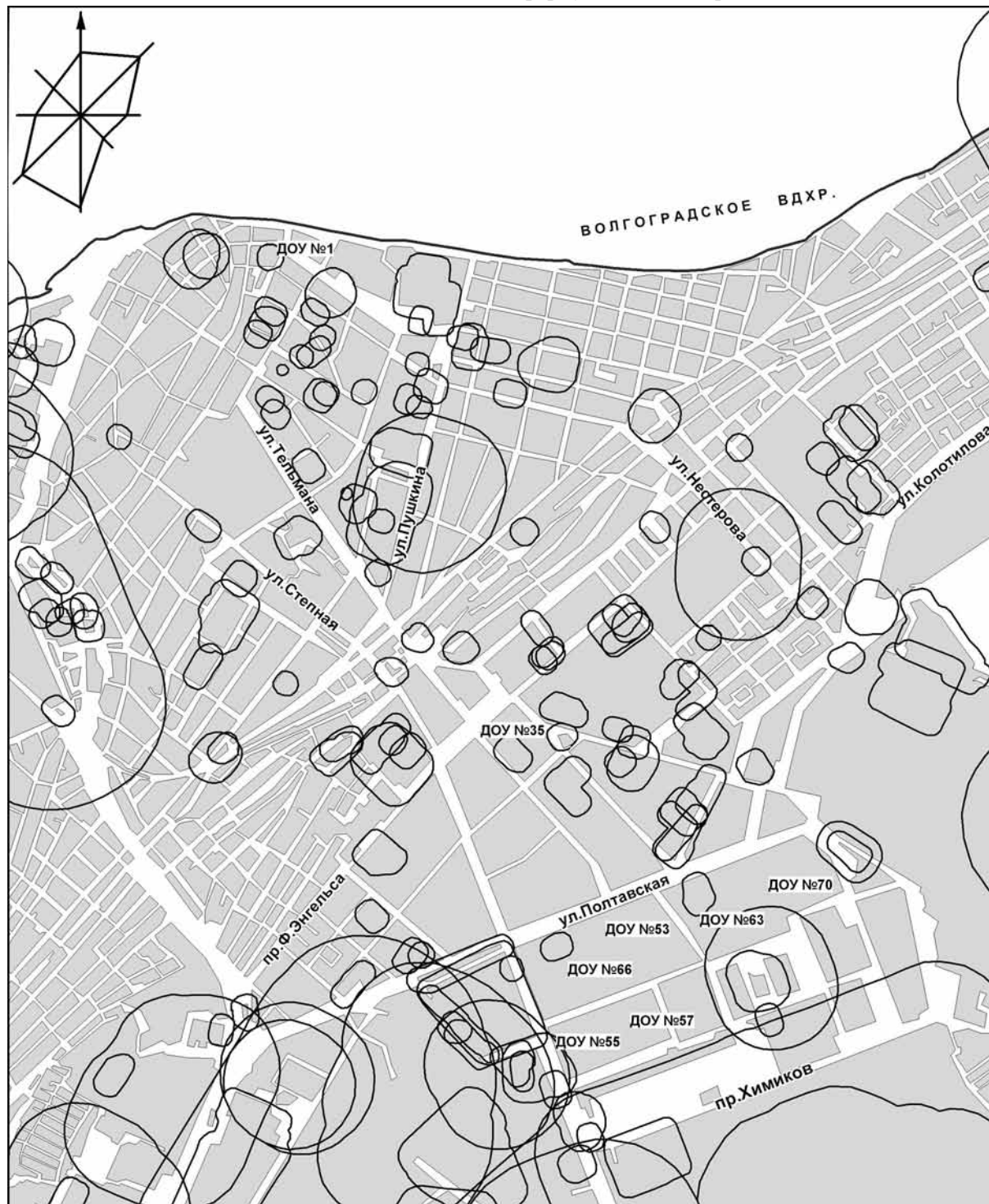


Схема расположения дошкольных учреждений и СЗЗ предприятий г. Энгельса



считывались коэффициенты концентрации по формуле:

$$K_c = C_i / C_{\phi},$$

где  $C_i$  – составляет содержание элемента в пробе, а  $C_{\phi}$  – его фоновое значение.

Фоновые содержания тяжёлых металлов были приняты для Pb 8,35 мг/кг, а для Cd 0,23 мг/кг. В настоящей работе, помимо стандартного  $K_c$  от фонового уровня, было предусмотрено определение параметра  $K_{ПДК}$ , рассчитанной по формуле

$$K_{ПДК} = C_i / ПДК,$$

где  $C_i$  – концентрации элемента в почве, а ПДК – предельно допустимая концентрация (ПДК) [8].

Сведения по заболеваемости детей дошкольного возраста были получены из различных источников: из отчетов детской городской поликлиники № 1 взяты данные по структуре заболеваемости детей по педиатрическому отделению, посещающих детские дошкольные учреждения г. Энгельса

за I полугодие 2010 года. В источнике указано количество заболевших детей за данный период по различным группам и видам заболеваемости, сведения структурированы по различным возрастным категориям (2–3 года и 3–7 лет) и по каждому дошкольному учреждению города, в которых были взяты пробы почвенного покрова. У заведующих получены данные по заболеваемости детей за I полугодие 2010 года по болезням органов дыхания (ангина, пневмония, бронхит, ОРЗ), крови (анемии), органов пищеварения (гастрит), кожи (аллергический дерматит), мочеполовой системы (цистит), центральной нервной системы (невроз), которые могут быть спровоцированы наличием тяжелых металлов в почвенном покрове на территориях детских садов.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных исследований на территории шести дошкольных учреждений отобрано 12 проб, в которых определена валовая концентрация свинца и кадмия, для всех проб рассчитаны коэффициент концентрации и коэффициент опасности (табл. 1).

Таблица 1

Результаты аналитических измерений концентрации свинца и кадмия, а также расчётов коэффициентов концентрации и опасности

Номер ДОУ	Место отбора	Свинец, мг/кг	$K_c$ Pb	$K_{ПДК}$ Pb	Кадмий, мг/кг	$K_c$ Cd	$K_{ПДК}$ Cd
63	Палисадник	27,8	3,3	0,8	0,3	1,3	0,1
	Песочница	4,2	0,5	0,1	0,1	0,8	0,1
53	Палисадник	43,4	5,2	1,3	1,0	4,3	0,5
	Песочница	4,5	0,5	0,1	0,1	0,7	0,09
66	Палисадник	30,4	3,6	0,9	1,1	5	0,5
	Песочница	2,0	0,2	0,06	0,2	0,8	0,1
55	Палисадник	102	12,2	3,2	3,1	13,5	1,5
	Песочница	2,0	0,2	0,06	0,1	0,7	0,09
57	Палисадник	300	35,9	9,3	3,8	16,5	1,9
	Песочница	0,9	0,1	0,03	0,2	0,9	0,1
70	Палисадник	38,4	4,6	1,2	1,8	7,8	0,9
	Песочница	2,0	0,2	0,06	0,1	0,7	0,09
35	Палисадник	27,7	3,3	0,8	0,6	2,6	0,3
	Песочница	9,5	1,1	0,3	0,6	2,6	0,3
1	Палисадник	14,8	1,7	0,4	0,4	2,09	0,2
	Песочница	4,0	0,4	0,1	0,1	0,52	0,06

При анализе табл. 1 видно, что концентрация свинца на территории детских садов изменяется в широких пределах – от 0,9 до 300 мг/кг при средних значениях 41,2 мг/кг. При функциональном разделении точек опробования на отобранные в палисадниках и песочницах диапазон концентрации свинца значительно снижается. В клумбах концентрация изменяется от 27,8 (ДОУ 63) до 300 (ДОУ 57) мг/кг, со средним значением 73 мг/кг. В песочницах концентрация свинца значительно

снижается и колеблется в пределах от 0,9 (ДОУ 57) до 9,5 (ДОУ 35) со средним значением 3,6 мг/кг.

Концентрация кадмия в пределах исследуемых дошкольных учреждений изменяется от 0,1 до 3,8 мг/кг со средним значением 0,85 мг/кг. В палисадниках концентрация варьирует в пределах 0,3 (ДОУ 63) до 3,8 (ДОУ 57) мг/кг со средним значением 1,5 мг/кг. В песочницах от 0,1 (ДОУ 1, 53, 55, 60 и 70) до 0,6 (ДОУ 35) мг/кг со средним значением 0,18 мг/кг.



Столь резкое падение концентрации свинца и кадмия в песочницах, по сравнению с палисадниками, связано именно с преобладанием песчаной фракции, которая обладает хорошей водопроницаемостью, низкой поглотительной способностью и малой концентрацией органического вещества. Таким образом, тяжелые металлы мигрируют в более глубокие слои и не накапливаются в приповерхностных горизонтах песочниц.

Анализируя результаты определения коэффициента опасности, можно сделать выводы о степени загрязнения почвенного покрова на территории каждого дошкольного учреждения. Согласно шкале оценки загрязнения природных сред загрязнение почвенного покрова элементами первого класса опасности по значению коэффициента опасности классифицируется следующим образом: до 1 – допустимое, от 1 до 1,5 – умеренно опасное, от 1,5 до 3 – опасное, свыше 3 – чрезвычайно опасное [11]. Таким образом, по результатам проведенных исследований можем сделать следующие выводы о загрязнении почв на территории дошкольных учреждений:

– детские сады № 1, 35, 63 и 66: в почвах палисадников и песочниц на территории учреждений коэффициент опасности по свинцу и кадмию не превышает 1, таким образом, загрязнение почвенного покрова на этих участках классифицируется как *допустимое*;

– детский сад № 53: отмечается превышение концентрации свинца в почвах клумбы, коэффициент опасности составляет 1,3, следовательно, в данной точке загрязнение оценивается нами как *умеренно опасное*. В песочнице (по свинцу и кадмию), а также клумбе (по кадмию) загрязнение на *допустимом* уровне;

– детский сад № 55: в почвах клумбы отмечается превышение ПДК как по свинцу, так и по кадмию, коэффициент опасности относительно концентрации свинца составил 3,2, а по кадмию – 1,5, загрязнение почвенного покрова в данных точках фиксируется нами как *чрезвычайно опасное* и *умеренно опасное* соответственно. В песочнице загрязнение находится на *допустимом* уровне;

– детский сад № 57: в почве палисадника задокументировано превышение ПДК по свинцу и кадмию. Относительно свинца коэффициент опасности равен 9,3, кадмия – 1,9. Загрязнение почв палисадника данного учреждения относится нами к *чрезвычайно опасному* и *опасному* соответственно. В песочнице на территории детского сада концентрация опасных элементов находится на *допустимом* уровне;

– детский сад № 70: отмечено превышение ПДК свинца в почвах палисадника, которое составило 1,2 раза, соответственно загрязнение по данному показателю классифицируется нами как *умеренно опасное*. В песочнице (по свинцу и кадмию), а также клумбе (по кадмию) загрязнение находится на *допустимом* уровне;

Подводя итог, можно утверждать, что наиболее тяжёлая эколого-геохимическая ситуация сложилась в пределах детских садов № 55 и № 57. На этих участках, на наш взгляд, необходимо провести замену почвенного покрова.

Повышенная концентрация тяжелых металлов на территории детских садов представляет потенциальную опасность для здоровья детей, поэтому дополнительно проведен анализ заболеваемости детей разных возрастных групп различными типами заболеваний. Сведения о заболеваемости приведены в табл. 2.

Таблица 2

Количество заболевших детей по различным видам заболеваемости и возрастным категориям (составлено по материалам отчётов по заболеваемости детей за 2009-2010 года).

Заболевание	Всего заболевших детей	ДОУ															
		1		35		53		55		57		63		66		70	
		2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет	2-3 года	3-7 лет
Анемия	28	0	1	2	2	1	2	2	3	3	4	1	2	1	1	1	2
Ангина	61	1	1	4	5	3	4	5	5	6	7	3	5	2	5	3	4
Пневмония	40	0	1	2	4	2	3	3	5	5	6	3	2	2	1	0	3
Бронхит	73	3	4	3	6	4	8	4	6	4	7	3	5	3	7	3	3
ОРЗ	267	10	19	15	20	12	17	18	22	18	25	11	19	11	20	11	19
Аллергический дерматит	34	1	2	2	3	2	3	2	3	2	4	1	3	2	2	1	1
Цистит	11	0	1	1	1	0	1	2	1	1	2	0	1	0	0	0	0
Гастрит	13	0	0	1	2	0	1	1	2	1	1	0	1	0	1	1	1
Невроз	36	0	2	3	4	2	4	1	3	2	4	0	3	2	3	1	2

Накопление повышенных концентраций тяжелых металлов в организме человека вызывает различные негативные изменения в организме человека. Так, например, накопление

свинца происходит в основном в костях, мягких тканях и крови и приводит к патологическим изменениям в нервной и желудочно-кишечной системах, в крови и сосудах, а также к наруше-



нию функции почек и легочным заболеваниям. Повышенные концентрации кадмия влияют на углеродный обмен, кровь, печень, костную и мышечную ткань, желудочно-кишечный тракт, центральную и периферическую нервную систему, приводит к онкологическим заболеваниям и мутагенным изменениям [10]. Таким образом, из представленных видов заболеваний повышенная концентрация тяжелых металлов может провоцировать анемию, заболевания дыхательных путей, гастрит и невроз.

Проведем сравнительный анализ показателей загрязнения тяжелыми металлами и уровня заболеваемости. По показателю заболеваемости анемией наихудшая ситуация сложилась в трёх детских садах – № 35 (4 заболевших), № 55 (5 заболевших) и № 57 (7 заболевших) (см. табл. 2). По группе заболеваний органов дыхательных путей (ангина, пневмония, бронхит, ОРЗ) сложилась аналогичная ситуация, самая неблагоприятная обстановка приходится на три детских сада – № 35 (59 заболевших), № 55 (68 заболевших) и № 57 (78 заболевших). Максимальное количество зарегистрированных заболеваний гастритом – в детских садах № 35 и № 55 – по 3 заболевших в каждом учреждении, в остальных садах количество заболевших находится на одном уровне – 1–2 заболевших. Число зафиксированных заболеваний неврозом в детских садах № 53 и № 57 составляет по 6 заболевших и детском саде № 35 – 7 заболевших.

Корреляционный анализ между заболеваемостью детей по различным видам заболеваний в разных возрастных группах и коэффициентом опасности показал значимые корреляционные связи в системах «свинец в почве – анемия» и «кадмий в почве – анемия» у детей всех возрастных групп; «свинец в почве – ангина» и «кадмий в почве – ангина» у детей 2–3 года; «свинец в почве – пневмония» у всех возрастных групп; «кадмий в почве – пневмония» у детей в возрасте 3–7 лет; «свинец в почве – ОРЗ» и «кадмий в почве – ОРЗ» у детей всех возрастных групп. Несомненно, корреляционный анализ лишь отражает взаимосвязь двух случайных величин, в данном случае уровень заболеваемости и коэффициент опасности, а не утверждает тот факт, что именно повышенная концентрация тяжелых металлов является причиной заболеваний. В тоже время столь высокие значения коэффициента корреляции указывают на тесную взаимосвязь между двумя этими параметрами.

Из приведенных данных видно, что в тройке «лидеров» по всем заболеваниям присутствуют детские сады № 55 и 57, в которых установлено наиболее неблагоприятное эколого-геохимическое состояние почв, а также в детском саду № 35, в котором обстановка оценивается как допустимая. Учреждения № 55 и 57 расположены по соседству друг с другом в зоне влияния бывшего завода «Химволокно», чем может частично объясняться

их схожая экологическая обстановка и уровень заболеваемости. Детский сад № 35 расположен в центральной части города в непосредственной близости от основной развязки автомобильных дорог и, возможно, высокая заболеваемость детей различными заболеваниями связана с высокой антропогенной нагрузкой. Детские дошкольные учреждения № 53, 63, 66 и 70 испытывают несколько меньшее влияние от выхлопных газов автомобилей, так как располагаются более чем в ста метрах от автодорог. Заболеваемость детей и загрязнение почвенного покрова на территории детского сада № 1 невысокие, несмотря на значительную близость к автомобильным дорогам, возможно, это объясняется высокой проветриваемостью территории вследствие её непосредственной близости к набережной Волгоградского водохранилища.

Подводя итог проведенным исследованиям, можно сделать несколько основных выводов:

1. Концентрация свинца и кадмия на территории обследованных детских дошкольных учреждений изменяется в достаточно широких пределах, в большей части проб находясь в пределах ПДК. При этом повышенная концентрация тяжелых металлов приурочена к почвам палисадников, а пониженная – к грунтам песочниц.

2. Наиболее сложная эколого-геохимическая ситуация сложилась в пределах детских садов № 55 и 57. Здесь уровень загрязнения в отдельных точках классифицируется как чрезвычайно опасный и опасный. Территориальная близость этих детских садов может указывать на единый источник поступления тяжёлых металлов на территорию дошкольных учреждений.

3. Высокий уровень заболеваемости детей различных возрастных групп разнообразными видами заболеваний характерен для трёх детских садов – № 35, 55 и 57. Отчетливый параллелизм между загрязнением почвенного покрова и повышенным уровнем заболеваемости можно проследить для дошкольных учреждений № 55 и 57, на это частично указывают высокие корреляционные связи между повышенной концентрацией тяжёлых металлов и отдельными видами заболеваний.

4. На территории детских садов № 55 и 57 необходимо провести мероприятия по рекультивации загрязнённых грунтов, включающие их замену незагрязнёнными культуросъёмами.

Авторы выражают благодарность за помощь в проведении исследований инженеру лаборатории геоэкологии А. С. Шешнёву. Работа выполнена в рамках госбюджетной темы по тематическому плану единого заказ-наряда Министерства образования РФ «Методологические информационные и организационные основы комплексного геоэкологического мониторинга крупного промышленного города как одного из условий устойчивого развития сложных природно-техногенных систем».



## Библиографический список

1. Даутов Ф. Ф., Яруллин И. А. Изучение связи между загрязнением окружающей среды и уровнем заболеваемости детского населения города // Гигиена и санитария. 1993. № 8. С. 4–6.
2. Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест : методические указания МУ 2.1.7.730–99. М., 1999.
3. ГОСТ 17.4.01.–81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. М., 1981.
4. ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. М., 1983.
5. ГОСТ 17.4.3.01–83. Почвы. Общие требования к отбору почв. М., 1983.

УДК 550.36:553.98(470.4/5)

## ГЕОТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ТЕПЛОЙ И ФЛЮИДНЫЙ ПОТОКИ ПРИКАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Я. А. Рихтер

Саратовского государственного университета,  
кафедра общей геологии и полезных ископаемых  
E-mail: tyr2760@yahoo.com

Особенности геотермического режима недр Прикаспийской впадины обусловлены не только присутствием мощных толщ эвапоритов и соляно-купольной тектоникой, но и глубинным строением ее безграничной земной коры и подстилающей литосферной мантии. Современный тепловой поток имеет в основном мантийное происхождение и коррелируется с глубинным флюидным потоком УВ, гелия и других подвижных компонентов. Данные по аномально высоким пластовым давлениям (АВПД) глубоких уровней подсолевого палеозойского комплекса, многоэтажность в расположении залежей нефти и газоконденсата многих месторождений вплоть до глубин, превышающих 6 км, растущая с глубиной насыщенность их газом подтверждают вывод о существовании здесь мощной глубинной флюидодинамической системы, функционирующей до настоящего времени.

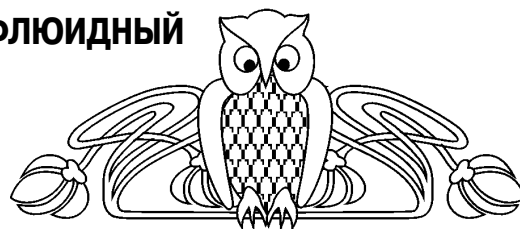
**Ключевые слова:** геотермический режим, тепловой поток, углеводороды, глубинный флюид, модель флюидодинамической системы.

### The Precaspian Depression Geothermal Conditions and Heat and Fluid Flows

Ya. A. Richter

The Precaspian depression subsoil geothermal mode characteristics result not only from presence of the huge evaporite formations and salt dome tectonics, but also from the depth structure of its no granite crust and underlying lithospheric mantle. The current heat flow is primarily of mantle origin and correlates with the HC, helium and other mobile components deep fluid flow. Data for abnormally high layer pressure in the deep levels of the Paleozoic subsalt complex, multilevel distribution of oil and gas condensate deposits up to the depths exceeding 6 km and their increasing with depth gas saturation further strengthen the conclusion that there is a strong depth fluid dynamic system functioning to this day.

6. ГОСТ 17.4.4.02–84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., 1984.
7. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами (№ 4266–87 от 13.03.87). М., 1987.
8. 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.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06. М., 2006.
10. Милютин А. Г., Андросова Н. К., Калинин И. С., Порцевский А. К. Экология : геоэкология недропользования : учебник / под ред. А. Г. Милютина. М., 2007. 440 с.



**Key words:** geothermal conditions, heat flow, hydrocarbons, deep fluid, fluid dynamic system model.

Уникальная геотектоническая позиция и своеобразная глубинная структура Прикаспийской впадины – одной из важнейших нефтегазоносных провинций России – привлекают внимание многих современных исследователей. Неясность ее строения, происхождения и геологического развития породила массу точек зрения и дискуссий. Тем очевиднее и актуальнее становится задача создания научно обоснованной геодинамической модели глубинного строения и эволюции Прикаспийской впадины, что откроет новые возможности для прогнозирования и обнаружения крупных скоплений УВ в ее недрах. Но для этого предстоит еще многое сделать, и в первую очередь развернуть широким фронтом специальные геофизические и геохимические исследования. К числу таких еще слабо разработанных проблем геодинамики и геохимии Прикаспийской впадины можно отнести геотермику ее недр, а также изучение изотопии некоторых газов, сопутствующих углеводородам (УВ) и имеющих индикаторное значение глубинных продуктов дегазации мантии (например, гелия). Современное состояние проблемы все же позволяет произвести анализ имеющихся данных и сделать некоторые предварительные выводы, чему и посвящена настоящая статья.

С точки зрения современной геодинамики первоочередной интерес представляют данные