

Необходимыми предпосылками для образования карбоната кальция является активная деятельность цианобактерий, которые в процессе своей жизнедеятельности могут повышать pH среды и поступление необходимого количества катиона  $\text{Ca}^{2+}$ . В зависимости от состава растворов и состояния микробного сообщества кальцит в той или иной мере вновь переходит в раствор или сохраняется. Осаждение карбонатов может быть обусловлено усиленным притоком минерализованных вод из глубины и резким изменением pH в зоне фотосинтеза. Прослой карбоната кальция, образованные в фотозоне, претерпевают ряд превращений, связанных с жизнедеятельностью микроорганизмов. С одной стороны, здесь возможна мобилизация Ca при образовании органических кислот первичными анаэробами, с другой – разложение органических кислот вторичными анаэробами, метаногенами и сульфидогенами может привести к новому отложению  $\text{CaCO}_3$  (Будугаева и др., 2014). В микробных сообществах Верхне-Паратунских источников и в оранжевом микробном мате Малкинских термальных вод также отмечено осаждение магнетита в небольших и средних количествах. Известно, что биогенный магнетит обнаруживается в отложениях докембрия и может служить свидетельством геохимической деятельности микроорганизмов (Заварзин, 1993). В лабораторных экспериментах ранее доказано, что биогенный магнетит образуется в результате диссимиляционного процесса восстановления Fe(III) термофильными микроорганизмами (Слободкин и др., 2004). Таким образом, наиболее вероятно, что образование магнетита в микробных сообществах гидротерм Камчатки связано с деятельностью микроорганизмов.

Таким образом, полученные результаты показывают, что микробные сообщества термальных источников Камчатки играют важную роль в накоплении микроэлементов, а также в осаждении и растворении различных минералов.

*Работа выполнена при поддержке проекта Российского научного фонда, проект РНФ №14-17-00415*

Литература.

1. Будугаева В.Г., Бархутова Д.Д., Доржиева С.Г. Минералообразование в микробных матах термальных источников Байкальской рифтовой зоны // Вестник Бурятского государственного университета. 2014. № 3. С. 65-68.
2. Лазарева Е.В., Брянская А.В., Таран О.П., Тикунова Н.В., Жмодик С.М. Накопление элементов галофильными и термофильными циано-бактериальными сообществами (соленые озера Юга Западной Сибири, термальные источники Байкальской рифтовой зоны и Узон-гейзерной депрессии) // Современные проблемы геохимии: Материалы Всероссийского совещания, посвященного 95-летию со дня рождения академика Л.В. Таусона. - Иркутск, 2012. - С. 167-170.
3. Заварзин Г.А. Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. М.: Наука, 1993. С. 212-222.
4. Слободкин А.И., Чистякова Н.И., Русаков В.С. Высокотемпературная микробная сульфатредукция может сопровождаться образованием магнетита // Микробиология. 2004. Т. 73. С. 553-557.

### **ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЛАМП**

*К.И. Сабанина, студентка, А.А. Муравская, студентка, О.Д. Лукашевич, д. т. н., профессор  
Томский государственный архитектурно-строительный университет  
634003, г. Томск, пл. Соляная.2. тел. (3822)-66-01-45  
E-mail: [odluk@yandex.ru](mailto:odluk@yandex.ru)*

Аннотация. В статье проанализированы возможные причины ртутного загрязнения городской среды обитания. Выполнена экспериментально оценка степени экологической опасности со стороны потенциального ртутного загрязнения ряда аудиторий и вспомогательных помещений строительного вуза. Установлено, что эксплуатация и хранение ртутьсодержащих энергосберегающих ламп не представляет угрозу для здоровья сотрудников и студентов учреждения при соблюдении работниками электроцеха нормативных требований.

Abstract. The article analyzes the possible causes of mercury pollution of the urban habitat. The authors have experimentally estimated the ecological danger of the auditoriums of the Tomsk high school from the side of mercury contamination. Maintenance and storage of mercury-containing energy-saving lamps does not pose a threat to the health of employees and students, if the electricians comply with regulatory requirements.

Около 90% времени большинство горожан проводит в замкнутом помещении, поэтому качество атмосферного воздуха является важным условием экологической безопасности среды. На сегодняшний день использование строительных и отделочных материалов, предметов быта и объектов, обеспечивающих освещение, несут риск ртутного загрязнения помещений [1,2]. По своим уникальным физико-химическим свойствам и высокой токсичности ртуть занимает особое место среди тяжелых металлов, используемых человеком. Она быстро испаряется в воздухе, образует легко мигрирующие органические соединения. Предельно допустимая концентрация (ПДК) ртути в атмосферном воздухе и воздухе жилых, общественных помещений составляет 0,0003 мг/м<sup>3</sup>. На Интернет-сайтах (например, <http://solex-un.ru/energo/reviews/utilizaciya-lamp/obzor-1>; <http://zametkielectrika.ru/razbilas-energoberegayushhaya-lampa/>) можно встретить информацию о чрезвычайной опасности ртутьсодержащих ламп. Сообщается, что в условиях стандартного закрытого (не проветриваемого) помещения в результате повреждения одной лампы кратковременно, в течение нескольких часов, возможно достижение концентрации ртути в воздухе до 0,05 и более, то есть более чем в 160 раз превышает предельно допустимую концентрацию. Одна разбитая ртутьсодержащая лампа способна загрязнить 6 м<sup>3</sup> воздуха.

Актуальность темы исследования связана с необходимостью обеспечения экологической безопасности для человека в помещениях, где долгое время используются ртутьсодержащие осветительные приборы, а также с необходимостью ответа на вопрос о профессиональном риске для работников отдела электрообеспечения, в чьи функции входит замена, транспортировка, хранение отработавших свой срок ртутьсодержащих ламп (в том числе – сломанных). Ртутьсодержащие люминесцентные лампы являются осветительными устройствами, для которых несоблюдение надлежащих условий сбора, накопления, использования, обезвреживания, транспортирования и размещения может стать причиной вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде.

Отработанные ртутьсодержащие лампы в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (утвержден приказом Минприроды России от 02.12.2002 № 786) отнесены к отходам I класса опасности (так же как и ртуть), то есть являются чрезвычайно опасными.

Цель проведенного исследования – оценка возможности ртутного загрязнения ряда аудиторий и вспомогательных помещений в учебных корпусах Томского государственного архитектурно-строительного университета.

**Объекты и материалы.** Наличие паров ртути в производственном помещении может быть обусловлено присутствием металлической ртути (например, из разбитого или разгерметизированного изделия); конвекцией воздуха, загрязненного ее парами; ртутью, сорбированной строительными материалами и предметами. Исходя из местонахождения вероятных источников загрязнения, были выбраны объекты исследования: материалы покрытий стен (краска, штукатурка, обои), картон короб, в которых хранятся разбитые лампы до их передачи для утилизации в специальные службы, а также стекло с люминесцентным покрытием разбитой лампы PST2-25 Вт-4000-K-E27TDM. Кроме того, проведен анализ пыли, накопленной в снеге вблизи электростанции ГРЭС-2, чтобы оценить степень загрязнения атмосферного воздуха вблизи предприятия, на котором сжигается уголь, добываемый на разрезах в Кузбассе.

**Эксперимент.** Исследование отобранных образцов на наличие паров ртути было проведено в лаборатории микроэлементной диагностики Института природных ресурсов на кафедре геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета с использованием анализатора ртути с зеемановской коррекцией неселективного поглощения «РА-915М» и пиролитической приставки «ПИРО-915+ и пакета программ RA915P (рис 1). В качестве стандарта использовался ГСО 7183-95 утвержденного типа. Подготовку образцов, проведение измерений, обработку результатов измерений, контроль постоянства градуировочной характеристики, контроль точности измерений выполняли в соответствии нормативным документом ПНДФ 16.1:2.2.80-2013 (М 03-09-2013).



Рис. 1. Анализатор ртути «РА-915+» с пиролизической приставкой «ПИРО-915+» и эпизод проведения исследований на этом приборе

Двухсекционный атомизатор «ПИРО-915+» содержит испаритель, в котором происходит парообразование жидких и пиролиз твердых проб, а также реактор для каталитической деструкции веществ, содержащихся в пробе. После пиролизатора газовый поток сразу направляется в аналитическую кювету, нагретую до 700°C.

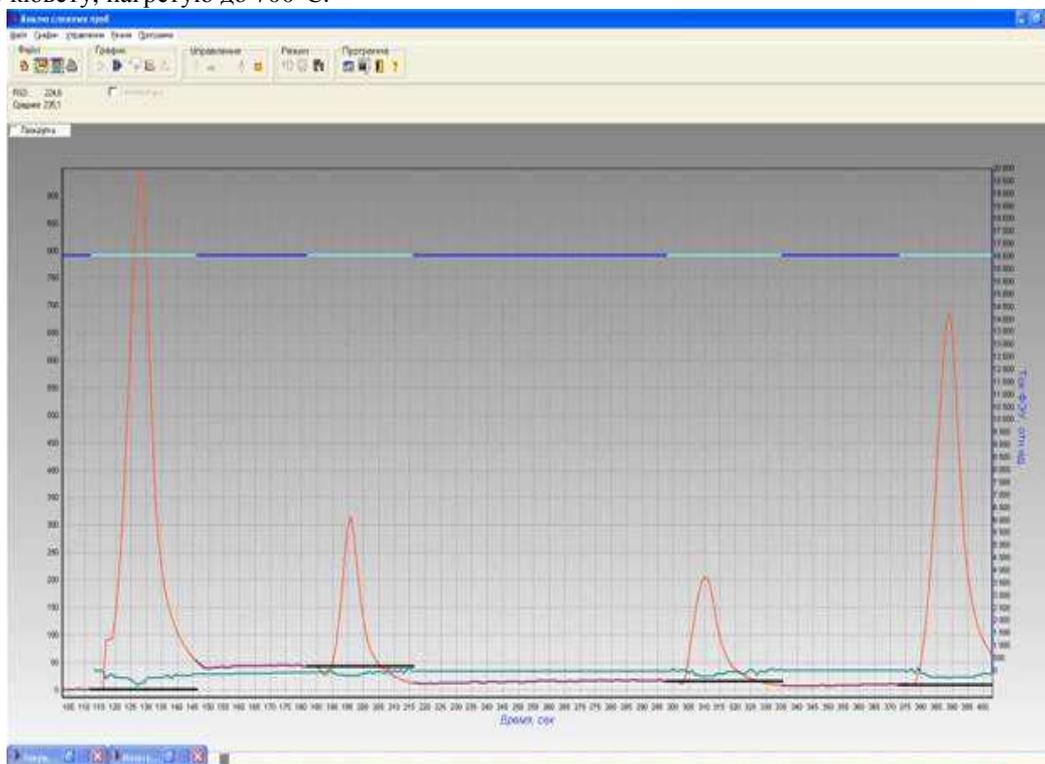


Рис. 2. Определение концентрации обнаруженной ртути по площади пиков

Для управления анализатором ртути РА-915 + с ПК, обработки, хранения сведений, информация о которых поступает с анализатора, применяется специальная программа. Программный документ работает в графической среде. На рис. 2 приведен график регистрации количественной оценки содержания ртути в пробах. Величина площади пика соответствует концентрации Hg, обсчет ведется автоматически.

**Результаты и выводы.** В табл.1 представлены результаты проведенных исследований. Самая большая концентрация ртути, как и ожидалось, наблюдаются в разбитой энергосберегающей лампе. Среднее содержание ртути в люминесцентных лампах составляет 3-5 мг, минимальное – 1 мг. В течение срока службы (1-3 года) пары ртути адсорбируются стеклом, люминофором, металлом. Такая «связанная» ртуть уже не попадает в воздух из разбитой лампы, но обнаруживается в стекле при анализе..

В картоне от коробок, где хранились энергосберегающие лампы, обнаружено относительно высокое содержание ртути, которое составляет 66,1 нг/г. Незначительные количества ртути были обнаружены в седьмом учебном корпусе ТГАСУ на краске и штукатурке вблизи люминесцентных ламп. Концентрация Hg в этом образце составляет 5,5 нг/г.

Таблица 1

№ п/п	Среднее содержание ртути в образцах Характеристика пробы	Средние значения содержания ртути, нг/г
1	Краска и штукатурка со стены возле люминесцентной лампы (7 корпус, коридор)	5,5
2	Штукатурка со стены из склада, где хранятся старые лампы (1 корпус)	27,2
3	Штукатурка из склада (4 корпус)	1,9
4	Пыль и частицы стекла от разбитой люминесцентной лампы с пола у плинтуса склада подсобного помещения (1 корпус)	70,9
5	Обои и шпатлевка из склада, где хранятся новые люминесцентные лампы (4 корпус)	0
6	Картон от коробки с лампами	66,1
7	Стекло разбитой энергосберегающей лампы PST2-25 Вт-4000-К-E27TDM	497,4

Вопреки ожиданиям, низкое содержание паров ртути фиксируется в образцах краски и штукатурки из складов, где временно хранятся старые лампы (пробы 2 и 3). В складе с новыми энергосберегающими лампами в материале обоев и шпатлевки ртуть не была обнаружена (проба 5).

В ходе лабораторных исследований было установлено, что многолетняя пыль с частицами разбитого стекла из склада, отобранная в труднодоступных местах, является вторичным источником ртутного загрязнения: в пробе 4 содержание ртути составило 70,9 нг/г (рис.3).

Полученные результаты показывают, что энергосберегающие лампы являются источником попадания паров Hg в атмосферный воздух в изолированном помещении, однако не выявлено фактов превышения нормативных значений даже в местах хранения непригодных люминесцентных ламп.

Для оценки потенциально возможного загрязнения помещений при их проветривании были выполнены дополнительные исследования степени ртутного загрязнения снегового покрова. Как известно, атмосферные осадки концентрируют в себе различные загрязнители, поэтому исследование снежного покрова, накопившегося за зимних 3-4 месяца, служит доступным и надежным источником информации об экологическом состоянии атмосферы. [3].

В районе перекрестка Фрунзе и Льва Толстого значительное загрязнение воздуха происходит со стороны ГРЭС-2. Представляло интерес оценить вклад ГРЭС-2 в ртутное загрязнение атмосферы, оценить риски со стороны газовых выбросов, поступающих из котлов органического топлива. Как известно, они содержат As, Pb, Zn, Cd, Hg, Se, Cu, Co, Cr, Ni, V, Mn, Fe и другие элементы [3]. Гипотеза о значительном содержании ртути в снеговом покрове подтвердилась. Концентрация паров ртути составила 3977,0 нг/г, что во много раз превышает допустимую норму для почвенного покрова.

В зонах, отдаленных от производств, фоновые концентрации паров Hg в земном слое воздушной среды насчитывает 2-4 нг/м<sup>3</sup>, а в городах – почти 10 нг/м<sup>3</sup>. Предельно допустимая концентрация паров Hg в атмосфере поселений - 300 нг/м<sup>3</sup>.



Рис. 3. Содержание ртути в помещениях корпусов ТГАСУ (обозначения объектов см. в табл.1)

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Ртутное загрязнение, связанное с эксплуатацией энергосберегающих ламп, не выходит за пределы санитарно-гигиенических нормативов при соблюдении правил эксплуатации.
2. Анализ содержания ртути в пробах, отобранных в учебных корпусах ТГАСУ (коридорах, аудиториях и в местах хранения энергосберегающих ламп), не выявил превышения ПДК.
3. Условия труда работников службы главного энергетика со стороны ртутного загрязнения можно признать удовлетворительными. Условия производственной среды участников учебного процесса не создают угрозу экологической безопасности студентов и сотрудников.

Литература.

1. Будников, Г.К. Эколого-химические и аналитические проблемы закрытого помещения / Г.К Будников. Соросовский образовательный журнал. Т. 7. №3. 2001.
2. Янин, Е.П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды / Е.П Янин.– М.: ИМГРЭ, 2005. – 28 с.
3. Таловская А.В. Оценка уровня пылевого загрязнения территории Томской области по данным снеговой съемки / А.В. Таловская, Е.А. Филимоненко, Е.Г. Язиков. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Томской области в 2014 году».- Томск: Дельтаплан, 2015.- С. 151-153.

#### **ВЛИЯНИЕ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ НА ФИТОЭКСТРАКЦИЮ ИОНОВ ЦИНКА**

*Т.А. Александрова, Н.А. Шилова, к.б.н., С.М. Рогачева, д.б.н., проф.,  
Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.  
410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, тел. (8452)998557  
E-mail: aleksandrowa.tatiana2016@yandex.ru*

Аннотация. Изучено влияние ионов цинка в концентрациях 1, 5, 10 ПДК, хлорида натрия в концентрациях 0,2; 0,5; 0,8% на рост высших растений *Brássica júncea* и *Tagétes erecta*. Оценена способность растений аккумулировать ионы цинка (II), отмечена возможность их применения в фиторемедиационных мероприятиях.

Abstract. The effect of zinc ions at concentrations of 1, 5, 10 MPC, sodium chloride in concentrations of 0.2, 0.5%, 0.8% at the growth of higher plants *Brássica júncea* and *Tagétes erecta* was investigated. The ability of plants to accumulate zinc ions was assessed, which indicates the possibility of their application in phytoremediation events.

Ежегодно в окружающей среде, в частности в почве, увеличивается содержание различных поллютантов, выбрасываемых промышленными предприятиями и автотранспортом. Одними из опасных загрязнителей почвы являются тяжелые металлы, которые в небольших количествах необходимы живым организмам, а в чрезмерном, вызывают различного рода заболеваний [1].

Засоление также является неблагоприятным фактором, который ухудшает плодородие почв, в следствие значительно снижает рост и развитие растений.

В последние годы на крупных участках сельскохозяйственных угодий отмечается одновременное увеличение содержания тяжелых металлов и засоления, что вызывает серьезную экологическую угрозу [2].

Наиболее рациональным решением этой проблемы является фиторемедиация – очистка почвы от тяжелых металлов при помощи специально подобранных растений. Фиторемедиация представляет собой недорогой, экологически чистый и эффективный метод обеззараживания загрязненных тяжелыми металлами почв. Галофиты, которые могут выжить и размножаться в условиях высоких солей, являются потенциально идеальными кандидатами на фиторемедиацию загрязненных тяжелыми металлами соленых почв [3].

Целью данной работы явилось исследовать влияние различной степени солености почвы на фитоэкстракцию ионов цинка горчицей (*Brássica júncea* L.) и бархатцами (*Tagétes erecta* L.).

Для проведения исследований были выбраны *Brássica júncea* L. и *Tagétes erecta* L. Выбор данных культур обоснован тем, что эти растения являются известными растениями-