

## Оценка экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам на примере ТЭЦ-2 г. Читы

Работу выполнил:

ученик 10 класса МБОУ СОШ № 42 города Читы Забайкальского края  
Бочарников Александр Федорович

### План исследований

Городская экосистема представляет собой пространственно ограниченную природно-техногенную систему, сложный комплекс взаимосвязанных и взаимопроникающих подсистем: квазиприродной, ландшафтно-архитектурной, социально-экономической, общественно-производственной. Тесное взаимодействие этих компонентов практически не дает возможности функционировать им по отдельности, и в то же время отсутствие одной из подсистем влечет за собой разрушение городской экосистемы.

Часть золошлакоотвалов (ЗШО) угольных электростанций России по мере урбанизации территорий оказалась в районах жилой застройки. Пыление и фильтрация золошлакоотвалов является одним из источников опасности для здоровья населения, растительного и животного мира близлежащих к золошлакоотвалам районов. Опасность представляют и золошлакоотвалы, расположенные вблизи водных бассейнов (рек и озер) из-за возможного прорыва дамб [5].

Гипотеза: ухудшение экологической ситуации на территории, прилегающей к золошлакоотвалам ТЭЦ-2 города Читы, происходит в результате:

- невыполнения требований, к эксплуатации золошлакоотвалов;
- нарушение СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03;
- отсутствие мероприятий по пылеподавлению окружающей территории

Цель работы: исследование экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 города Читы.

Задачи:

1. Изучить научно-методическую литературу по теме исследования.
2. Произвести забор проб почвы, золы и воды.
3. Исследовать физико-химические свойства золошлаковых отходов, почвы и воды.
4. Проанализировать количественный и качественный состав золошлаковых отходов, почвы и воды.
5. Дать практические рекомендации по созданию благоприятных условий для снижения вредного воздействия золошлаковых отходов на окружающую природную среду, здоровье населения.
6. Разработать модель системы пылеподавления «СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор» для золошлаковых отвалов ТЭЦ-2 города Читы.

Методы исследования.

1. Теоретический (изучение и анализ литературы).
2. Экспериментальный (титриметрический анализ, спектральный атомно-адсорбционный анализ)

3. Эмпирический (наблюдения, опрос, описания и объяснения результатов исследований).

Объект исследования – золошлаковые отвалы тепловых электростанций и их влияние на окружающую среду

Предмет исследования - экологическое состояние территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы.

Научная новизна исследований заключается в следующем:

- впервые дана оценка почвенного покрова в результате рассеивания, пыления и последующего их осаждения на территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы;

- в результате оценки состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы нами были выявлены нарушения СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03;

- даны практические рекомендации по созданию благоприятных условий для снижения вредного воздействия золошлаковых отходов на окружающую природную среду, здоровье населения;

- разработана модель системы пылеподавления «СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор» для золошлаковых отвалов ТЭЦ-2 г. Читы. Впервые в качестве пылеподавления на ЗШО предложена «СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор»;

Практическая значимость работы. Результаты исследования являются научной основой для разработки природоохранных мероприятий, стратегии и тактики улучшения экологической ситуации в районе золоотвалов ТЭЦ-2 г. Читы и других городов и регионов.

Сроки проведения исследований: с октября 2014 года по настоящее время.

1) Точечные пробы почвы взяты в соответствии с [ГОСТ 28168-89 «Почвы. Отбор проб»](#)

Забор проб проводили на территории, прилегающей к золошлакоотвалам ТЭЦ-2 г. Читы.

Исследование золы, воды и почвы осуществлялось в лаборатории при Забайкальском государственном университете. Количественный химический анализ почв, анализ выполнялся по методике: ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02 методика допущена для целей государственного экологического контроля. Методика выполнения измерений валового содержания меди, кадмия, цинка, свинца, никеля и марганца в почвах, донных отложениях и осадках сточных вод методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии

Атомно-эмиссионный спектральный метод мы определили основной состав золы, проба №4 (Таблица № 1), затем атомно-абсорбционным методом определили содержание некоторых металлов в исследуемых образцах (Таблица № 2)

Таблица 1. Основной состав золы (Проба №4)

	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
--	------------------	--------------------------------	-----	-----	--------------------------------	-------------------

Валовое содержание элемента в пересчете на оксид, %	52,68	7,93	9,64	1,48	21,07	0,61
---	-------	------	------	------	-------	------

Таблица 2. Содержание некоторых металлов в исследуемых образцах почвы и золы

мг/кг	Cu	Hg	Pb	Zn
Проба 1	246,6	118,5	1734,2	205,3
Проба 2	118,0	0		185,8
Проба 3	160,6	89,0	0	169,2
Проба №4	91,1	1,3	21,4	98,1
Проба 5	115,1	0	58,6	197,9
ПДК	55	2,1	20+1	100

Из таблицы видно, что есть повышение ПДК.

II) В рамках нашего исследования был осуществлён забор воды со скважины с глубиной 8 метров. Земельный участок индивидуальной жилищной застройки находится на расстоянии 370 метров от ЗШО.

Воду анализировали методами титриметрического и атомно-абсорбционного анализа. Даны проведенных анализов приведены в таблице 3.

Таблица 3 Содержание некоторых металлов в воде.

мг/л	Cu	Hg	Pb	Zn
Содержание металлов в воде	8,65	7,8246	0	0,071
ПДК	0,251	0,0005	0,03	1

Из результатов видно, что в пробе воды многократно увеличено содержания Hg и Cu.

Жесткость воды - один из технологических показателей, принятых для характеристики состава и качества природных вод. Жесткость воды определяли титриметрическим анализом (метод комплексонометрии). Временная жёсткость воды = 1. Постоянная жёсткость воды = 10,6. Полученные результаты говорят, что вода жёсткая.

III) В 2014, 2015 г. мы наблюдали с сопки Батарейной за территорией, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы. В результате нашего наблюдения мы зафиксировали периодические пыльные вихри и завесы в районе ЗШО. Данные явления были зафиксированы в весенний и летний период времени. Пылеобразования обусловлены неблагоприятными погодными условиями - очень сильный ветер, отсутствие осадков. Мы отметили, что от пылеуноса особенно страдают прилегающие территории, такие как СНТ

«Заячий ключ» и земли, выданные по государственной программе «бесплатная земля для многодетных семей».

IV) Так же нами был проведен опрос специалистов :«Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае», «Роспотребнадзор», Росстата. Специалистов данных организаций задавался вопрос: «Какие исследования проводятся на территории прилегающей к ЗШО ТЭЦ-2, т.к. нарушена санитарно-защитная норма (санитарно-защитная зона менее 500 м)». Ответ организаций: «Никаких исследований мы не проводили, проводим проверку только по заявлению или по претензии».

1. Замана Л.В., Усманов М.Т., Чечель Л.П. и др. отчёт о научно-исследовательской работе «оценка воздействия реконструкции и эксплуатации золоотвала Читинской ТЭЦ на окружающую среду». Чита: Фонды ИПРЭК СО РАН., 2003 г. 49 с.
2. Усманова Л.И., Усманов М.Т. Влияние золоотвалов Читинских ТЭЦ-1 И ТЭЦ-2 НА Усманова Л.И., Природные воды прилегающих территорий // Вестник Камчатской региональной организации «Учебно-научный центр». Серия: Науки о Земле. 2010. № 16. С. 167-178.
3. Мязина В.И. Эколого-технологическая отходов тепловых электростанций Восточного Забайкалья: авто-реф. дис. ... канд. техн. наук. Чита, 2004.
4. Курмазова Н.А. Использование пылеподавляющих устройств на угольном разрезе (на примере разреза «Восточный» Забайкальского края.) Наука и бизнес: пути развития № 3(45) 2015 научно практический журнал.
5. С.В. Комонов, Е.Н. Комонова [Ветровая эрозия и пылеподавление](#) Курс лекций. - Красноярск: Изд-во СФУ, 2008. - 192 с
6. Крамарев, П.Н. Некоторые геоэкологические и гидрогеологические аспекты захоронения отходов теплоэлектростанций / П.Н. Крамарев // Труды молодых ученых Воро- неж. ун-та. – 2002. – Вып. 2. – С. 102–107.].

## **Оценка экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам на примере ТЭЦ-2 г. Читы**

### **Научная статья**

В связи с ростом хозяйственной деятельности человека и существенным изменением окружающей природной среды появляется острая необходимость в оценке ее состояния и степени благоприятности для человека и других живых существ. Проблема экологически безопасного складирования и хранения отходов становится всё более актуальной для крупных городов - основных производителей отходов, и носит ярко выраженный социальный характер, так как от этого зависит здоровье и качество жизни населения.

В настоящее время в золошлакоотвалах на территории Российской Федерации накоплено около 1,5 млрд. тонн золошлаковых отходов, их объем ежегодно увеличивается, в среднем, на 22-23 млн. тон в год. В настоящее время в российской энергетике работает 135 угольных электростанций, золоотвалы которых содержат 238 секций общей площадью 28 тысяч гектаров. [1].

В г. Чита золошлакоотвалы находятся вблизи жилых строений, что и послужило поводом для дальнейшего исследования оценки экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалом ТЭЦ-2 г. Читы.()

До последнего времени проблема захоронения промышленных нерадиоактивных отходов так остро не стояла. Однако накопление огромного объема золошлаковых отходов ТЭЦ, не отличающихся повышенной радиоактивностью, тем не менее опасно для окружающей среды и в первую очередь для человека [2].

Крамарев П.Н. в своих работах отмечает, поскольку ТЭЦ в своем технологическом процессе использует большое количество воды, они сооружаются на берегах крупных водоемов. Размывание золошлаковых терриконов тальми водами и дождевыми потоками, ветровая эрозия приводят к накоплению в поверхностных и подземных водах токсичных элементов 2-4 классов опасности, попаданию в приземной слой атмосферы пыли, несгоревших микрочастиц угля, металло- и хлорорганических соединений, наиболее опасным из которых является бенз(А)пирен. Зачастую в пределах действующих ТЭЦ и зонах их санитарной охраны грунтовые воды по ряду показателей не соответствуют санитарно-гигиеническим нормам. Следовательно, экологически безопасное хранение и захоронение промышленных отходов возможно только на специально оборудованных полигонах, создаваемых вне городской черты, в благоприятной геологической обстановке, прежде всего с устойчивой естественной защищенностью подземной гидросферы[2].

Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. отмечают, что основная опасность загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами состоит в том, что даже небольшие их концентрации способны тормозить рост и развитие живых организмов, а также вызывать ряд серьезных заболеваний, в том числе онкологических и иммунологических [3].

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами чаще всего имеет скрытый характер. В ряде нормативных документов, принятых за рубежом, золошлаки от сжигания углей на ТЭС отнесены к неопасным отходам. Существует мнение, что отходы добычи и переработки угля не могут составлять какой-либо опасности, поскольку имеют природное происхождение и близки по составу к осадочным породам. В то же время неоспоримым сегодня является факт, что концентрация оксидов тяжелых металлов в золошлаках может в разы превышать их содержание в сжигаемом топливе [4,5,6,7].

Обострившаяся в последнее время проблема хранения золошлаков, вызванная переполнением отвалов, содержание которых стало экономически не выгодным, а также увеличившимся вместе с занимаемой площадью их негативным влиянием на прилегающие территории, сделала особенно актуальным вопрос изучения токсического воздействия элементов и соединений, содержащихся в золошлаках. Исследования концентрации тяжелых металлов в почвах, прилегающих к отвалам [8], проводимых российскими учеными, показывают не только повышенный уровень меди, кадмия, свинца и цинка, но и наличие корреляции между валовым содержанием кадмия в почве и выращиваемом картофеле.

А.Е. Левченко в своей работе говорит, что дополнительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит золоотвал ТЭС, с поверхности которого сдувается 104,3 т пыли в год, которая оседает на почву. Поступление тяжелых металлов (ТМ) из золоотвала также возможно с ливневым стоком при выщелачивании ТМ из шлаков и смывании высокодисперсных фракций золы. Золоотвал занимает площадь 350 га, а объем накопленной золошлаковой смеси составляет около 25 млн т..

Территория для нашего исследования выбрана не случайно, в 2014 и 2015 годах мы исследовали снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха на примере города Читы. В результате нашего исследования определили то, что в образце снега с сопки Батарейной в лесном массиве, в отличии от других проб слабо - щелочная реакция (данная сопка находится напротив золошлакоотвалов, на расстоянии 2 км ). Мы предположили, что причиной щелочной реакции является пыль с ЗШО, наносимая ветром на сопку Батарейная. Далее наше исследование предполагает оценку экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы.

Экологическое состояние - это совокупность условий среды обитания и жизнедеятельности населения города (состояния атмосферного воздуха, вод, почв, растительности и др.), определяемых воздействием природных и антропогенных (производственных, социальных и бытовых) факторов.

В качестве объекта изучения нами выбран полигон золошлаковых отходов ТЭЦ-2 г. Читы (Забайкальский край, г. Чита, Ул. Лазо, 1), расположенный на южной окраине г. Читы, на правом берегу р. Ингоды, в 1.2 км ниже впадения в нее р. Читы и прилегающая к нему территория. Читинская ТЭЦ-2 находится на территории Ингодинского административного района г. Читы. На станции установлено пять паровых котлов марки Е-42-40Р с топками НТКС, производительностью 42 т/ч. В качестве основного топлива на ТЭЦ используется бурый уголь Харанорского месторождения марки 2БР. Годовая выработка котлов составляет 580 тыс. Гкал, годовой расход топлива 215,3 тыс.т натурального топлива. Система удаления золошлакового материала гидравлическая, со складированием ЗШМ в золошлакоотвале. Золошлакоотвалпредназначен для складирования, образующегося на Читинской ТЭЦ-2 золошлакового материала (ЗШМ). ЗШО имеет сезонный режим эксплуатации с октября по май в отопительный период. В

теплое время года золошлакоотвал не эксплуатируется. Существующий золошлакоотвал Читинской ТЭЦ-2 состоит из двух карт: действующей и недействующей с разделительной дамбой между ними. Действующая карта золошлакоотвала – намывной ЗШО. Намыв ЗШМ гидравлическим способом осуществляется в гидроотвал (действующая карта), который огражден дамбами с трех сторон. Ограждающая дамба - насыпная, выполнена из утрамбованного шлака, по основанию из бутового камня толщиной 0,8 м и шириной 50 м. Внутри намывного золотвала устроены две струе- направляющие дамбы, выполненные из золошлакового материала. Емкость намывной карты золошлакоотвала – 0,367 млн.м<sup>3</sup> , площадь – 6 га. Недействующая карта золошлакоотвала – в настоящее время выведена из эксплуатации. Площадь недействующей карты золоотвала-10 га. В летний период ЗШМ автотранспортом из действующей карты перемещается в недействующую карту. Карта наполовину заполнена золошлаковым материалом [9]. (Приложение №IV)

В течение 2015 года и в начале 2016 года мы исследовали отходы от ТЭЦ-2 г. Читы, а так же почву и воду территории, прилегающей к золошлаковым отвалам. Золошлакоотвал (ЗШО) располагается в центре жилищных застроек: с южной стороны окружен садоводческим некоммерческим товариществом (СНТ) «Заячий ключ», с северо-запада размещена индивидуальная жилищная застройка, а с востока земли по государственной программе «бесплатная земля для многодетных семей».

Почва занимает особое положение в природных ландшафтах и в экосистемах. Она является важнейшим блоком экосистем, выступает как фактор плодородия для растений и как самая насыщенная организмами средства жизни. Почва обладает способностью накапливать весьма опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например тяжелые металлы.

Содержащиеся в золошлаках тяжелые металлы относятся к трем классам опасности: среди высокоопасных элементов в золошлаках встречаются мышьяк, ртуть, селен, свинец; бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьму и хром классифицируют как умеренно опасные, а барий, ванадий, вольфрам, марганец и стронций относятся к III классу опасности (малоопасные).

Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений - токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира[5,9,4,7,8].

Территория нашего исследования относится к региону недостаточного атмосферного увлажнения, климат района резко континентальный, количество осадков в г. Чите в среднем за год составляет 320-350 мм максимум осадков приходится на июль или август (30 мм и более), минимум – на январь-февраль (2 мм) в г. Чите часто наблюдаются резко выраженные влажные и засушливые периоды, высокая температура, низкая влажность воздуха и легкий механический состав почв способствуют быстрому испарению влаги.

Теоретико-методологические основы нашего исследования показали актуальность выбранной темы. Приступая к практической части нашего исследования, первоначально мы определились с методами исследования, затем приступили к отбору проб. (Приложение № III)

Забор проб проводили на территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы, в центре жилищных застроек, земли выданные по государственной программе «бесплатная земля для многодетных семей» (Пробы №2,3,5), рядом с дачным товариществом «Заячий ключ» (Проба № 1) и зола ЗШО (Проба №4). Приложение № I)

Атомно-эмиссионным спектральным методом мы определили основной состав золы, проба №4 (Таблица № 1) , затем атомно-абсорбционным методом определили содержание некоторых металлов в исследуемых образцах (Таблица № 2)

Таблица 1. Основной состав золы (Проба №4 )

	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O
Валовое содержание элемента в пересчете на оксид, %	52,68	7,93	9,64	1,48	21,07	0,61

Таблица 2. Содержание некоторых металлов в исследуемых образцах почвы и золы

мг/кг	Cu	Hg	Pb	Zn
Проба 1	246,6	118,5	1734,2	205,3
Проба 2	118,0	0		185,8
Проба 3	160,6	89,0	0	169,2
Проба №4	91,1	1,3	21,4	98,1
Проба 5	115,1	0	58,6	197,9
ПДК	55	2,1	20+1	100

Анализ выполнен по методике ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02 которая описана в приложении № VIII. Из таблицы видно, что есть повышение ПДК. (Приложение VII)

II) По данным буровых работ, в исследование Замана Л.В.[9] говорится, что в геологическом строении участка принимают участие осадочные породы юрско-мелового и четвертичного возраста. Мощность насыпных грунтов составляет 0,5-6,9 м, мощность золошлаковых отложений – 0,4-10,5 метров.

В литературе встречается изучения воды взятой с прилегающей территории золошлакоотвала (из скважин и р. Ингоды). К примеру, работы Замана Л.В., Усманова М.Т., Чечель Л.П. и др. [9,10] В исследовательской работе Усмановой Л.И. говорится, что загрязненность поверхностных и подземных вод в районе золоотвала Читинской ТЭЦ-2 является умеренной. ЗШО ТЭЦ-2 не являются основным источником загрязнения на этой территории, но несмотря на это, расположение золоотвала в пойме реки Ингоды предполагает возможность серьезной экологической опасности в случае катастрофических паводков. [10]. Наличие естественного противодиффузионного экрана из суглинистых и глинистых отложений под ТЭЦ-2 препятствует интенсивной фильтрации загрязненных вод в водоносные горизонты и в реку.



В рамках нашего исследования был осуществлён забор воды со скважины с глубиной 8 метров. Земельный участок индивидуальной жилищной застройки находится на расстоянии 370 метров от ЗШО. Проведённый нами анализ пробы воды показал содержание металлов в исследуемом образце воды Таблица № 3. (Приложение № IX)

Таблица 3 Содержание некоторых металлов в воде.

мг/л	Cu	Hg	Pb	Zn
Содержание металлов в воде	8,65	7,8246	0	0,071
ПДК	0,251	0,0005	0,03	1

Из результатов видно, что в пробе воды многократно увеличено содержания *Hg* и *Cu*.

Временная жёсткость воды =1. Постоянная жёсткость воды = 10,6. Полученные результаты говорят, что вода очень жёсткая

III) В 2014, 2015 г. мы наблюдали с сопки Батарейной за территорией, прилегающей к золошлаковым отвалом ТЭЦ-2 г. Читы. В результате нашего наблюдения мы зафиксировали периодические пыльные вихри и завесы в районе ЗШО. Данные явления были зафиксированы в весенний и летний период времени. Пылеобразования обусловлены неблагоприятными погодными условиями - очень сильный ветер, отсутствие осадков. Мы отметили, что от пылевыноса особенно страдают прилегающие территории, такие как СНТ «Заячий ключ» и земли, выданные по государственной программе «бесплатная земля для многодетных семей».

IV) Так же нами был проведен опрос «Центр гигиены и эпидемиологии в Забайкальском крае», «Роспотребнадзор», Росстата. Данным организациям задавался вопрос: «Какие исследования проводятся на территории прилегающей к ЗШО ТЭЦ-2, т.к. нарушена санитарно-защитная норма (санитарно-защитная зона менее 500 м)». Ответ организаций: «Никаких исследований мы не проводили, проводим проверку только по заявлению или по претензии».

Таким образом, можно сделать вывод, что отрицательное влияние золошлакоотвалов ТЭЦ-2 г. Читы, на прилегающее территории, осуществляется в большей степени из-за пылеуноса. Отсутствия озеленения и не проведения мероприятий по пылеподавлению, усугубляет ситуацию. Одна из основных причин неблагоприятной ситуации мест жилой застройки нарушения СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03

В результате оценки состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы нами были выявлены некоторые нарушения: Так санитарно-защитная зона (СЗЗ) является обязательным элементом любого объекта, который является источником воздействия на среду обитания и здоровье человека. Использование площадей СЗЗ осуществляется с учетом ограничений, установленных действующим законодательством и настоящими правилами и нормативами. Ширина санитарно-защитной зоны устанавливается с учетом санитарной классификации, результатов расчетов ожидаемого

загрязнения атмосферного воздуха и уровней физических воздействий, а для действующих предприятий и натурных исследований.

Территория санитарно-защитной зоны предназначена для обеспечения снижения уровня воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за ее пределами.

1. Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25 сентября 2007 г. N 74 «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов» СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». 7.1.10. Производство электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива Класс II - санитарно-защитная зона 500 м. ТЭЦ и районные котельные тепловой мощностью 200 Гкал и выше, работающие на угольном и мазутном топливе, относятся к II классу. Установленная электрическая и тепловая мощность Читинской ТЭЦ-2, 12 МВт и 229 Гкал/ч, соответственно II класс, санитарно-защитная зона должна быть не менее 500 м. Мы определили расстояние между ЗШО и земельными участками: индивидуальной жилищной застройкой (ИЖС) (улица 4-я Южная) от 15 до 60 м; СНТ «Заячий ключ» менее 100 м. индивидуальной жилищной застройкой земли, выданные по государственной программе «бесплатная земля для многодетных семей». 250 м.- 340 м

Согласно нашим измерениям мы выявили нарушение расположения ИЖС и СНТ застройки. Санитарно-защитная зона должна быть не 500 метров. Мы выявили, что санитарно-защитная зона практически отсутствует (Приложение № IV).

2. Недостатком, общим для всех золошлакоотвалов, является пыление тонкодисперсных отходов на открытых поверхностях пляжей, образующихся при гидромеханизированном складировании отходов. Пыление происходит как в теплый период года, так и зимой вследствие высыхания поверхностного слоя, сублимации льда, скрепляющего частицы отходов, и ветровой эрозии, беспрепятственно развивающейся в бездождевые и малоснежные периоды. Пылящие поверхности пляжей становятся интенсивными источниками загрязнения окружающей среды. Мы не выявили, каких либо проводимых мероприятий по подавлению пыли с ЗШО ТЭЦ-2

3. Территория ЗШО не озеленена, хотя согласно СНиП II-60-75 необходимо организация дополнительных озелененных площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха, и повышение комфортности микроклимата.

4. Мы не нашли сведения о мониторинге здоровья жителей живущих в непосредственной близости к ЗШО, соответственно отсутствует профилактические мероприятия по предупреждению заболеваний.

5. Анализ воды и почвы показал, что в ряде проб, увеличена предельная допустимая концентрация тяжёлых металлов. Из результатов видно, что в пробе воды многократно увеличено содержания Hg и Cu. Результаты нашего исследования говорят о необходимости более тщательной проверки данной территории.

Практические рекомендации по созданию благоприятных условий для снижения вредного воздействия золошлаковых отходов на окружающую природную среду, здоровье населения: В мире накоплен огромный опыт использования золы и шлаков. (Приложение №V) Тем самым мы можем снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду, негативное влияния ЗШО на людей, почву воду и т.д. Оценивая адекватно социально экономическую ситуацию, данные методы использования золошлаковых отходов в ближайшее время маловероятны. Было бы правильным, учитывая то, что ЗШО оказались в центре жилой застройки провести рекультивацию золошлакового отвала. Но и это ближайшее время не осуществимо. Поэтому в рамках нашего исследования разработаны рекомендации для ТЭЦ № 2 города Читы, по снижению негативного влияния прилегающей к золошлаковым отвалам территории. Данные рекомендации экономически приемлемые. Модель оценки экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы (Приложение №III): Озеленение периметра золошлакоотвала ТЭЦ-2 г. Читы; Проведения мониторинга здоровья жителей живущих в непосредственной близости ЗШО; На основании проведенного нами исследования, разработана модель системы пылеподавления «СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор» для ЗШО. (Приложение № VI)

К настоящему времени недостаточно полно разработаны научные основы проектирования систем пылеподавления на золошлакоотвалах в районах с продолжительными отрицательными температурами воздуха, где на процесс пылеобразования влияют такие специфические факторы, как сезонное промерзание-оттаивание массива складированных золошлаковых отходов, сублимация и ветровая эрозия. Процесс пыления на пляже возникает не только в теплые периоды года, но и зимой. Сухая поверхность мерзлого пляжа в значительной мере подвержена процессам ветровой эрозии. При скорости ветра 5 м/с и более эти поверхности становятся интенсивными источниками выделения пыли и загрязняют окружающую среду. Регулируя и изменяя влажность золошлакового материала, можно влиять на процесс пыления. Обеспечение необходимого увлажнения в период наиболее интенсивного пыления может быть осуществлено путём продления периода оттаивания пляжа.

Предлагаемое изобретение позволит очистить атмосферный воздух по экологическим показателям - от пыли, вредных веществ. Очистка воздуха от пыли на большой территории достигается благодаря тому, что рассеивают снег. В настоящее время разработано несколько снегогенераторов для получения искусственного снега, однако принцип получения искусственного снега для всех снегогенераторов единый и заключается в следующем: распыляемая в воздухе масса водяных капель, имеющей отрицательную температуру, принудительно охлаждается и оседает в виде снега. (Приложение №II)

Достоинством данной технологии относиться, невысокая стоимость, экологическая безопасность покрытия обеспечивающая высокую эффективность пылеподавления в зимний и весенне-летний период года. При нанесении снежной теплоизоляции процесс оттаивания льда и зольного пляжа под ним и обеспечивает постепенное увлажнение намывного массива пляжа в наиболее пылеопасный период. Данная модель предложена впервые для ЗШО. Основанием послужил опыт по пылеподавлению в угольных карьерах и научные разработки по Криогенной технологии пылеподавления.

Оценка экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалом ТЭЦ-2 г. Читы показала, что размещение жилищной застройки на территории санитарно-защитной зоне ЗШО связано с риском для населения и окружающей среды, что обусловлено возможным использованием загрязненных субстратов для выращивания сельскохозяйственных растений и, как следствие, накоплением загрязняющих веществ в растительной продукции выше допустимых уровней. Близкие от поверхности уровни содержащихся в ЗШО вод и их подъем в периоды таяния снега и обильных дождей будут вызывать подтопление, и как следствие, вызовет загрязнение поверхностных вод.

Наиболее целесообразным представляется размещение на рассматриваемой территории общественной или транспортно-логистической инфраструктуры, гаражей, складских зон.

С поверхности золоотвала происходит вынос пылевых частиц в результате ветровой эрозии и осаждение их на почве, что приводит к загрязнению атмосферного воздуха и почвенно-растительного покрова.

Физико-механические свойства золошлаковых отходов подтверждают большую вероятность пыления и рассеивания загрязняющих частиц на прилегающие территории, что связано с их низкой способностью к оструктуриванию при незначительной микроструктурности и очень слабой противоэрозионной стойкостью. Поэтому нами предложена в качестве пылеподавления на ЗШО предложена «СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор». (Приложение №II)

Таким образом, золоотвалы оказывают существенное отрицательное влияние на лито, гидро, атмо и биосферу путем нарушения саморегуляции биосферы и естественного баланса взаимодействия составляющих природы. В результате проведенного исследования нашла подтверждение гипотеза.

#### **Список используемой литературы**

1. Резолюция участников Конференции «Расширение использования золошлаковых отходов угольных станций» Москва, МВЦ «Крокус Экспо» 1 июня 2011.
2. Крамарев П.Н. Геоэкологическая оценка воздействия на окружающую среду полигонов захоронения золошлаковых отходов теплоэлектростанций / П.Н. Крамарев // Геологи XXI века. Матер. IV Всеросс. научн. конф. Саратов: Изд-во СО ЕАГО, 2005. - С.117-119.
3. Овсейчук В.А., Крылов Д.А., Сидорова Г.П. Радиоактивность углей и продуктов их сжигания [Электронный ресурс] URL:<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=print&sid=4326>.].
4. Исхаков Х. А., Счастливец Е. Л., Кондратенко Ю. А., Лесина М. Л. Радиоактивность углей и золы // Кокс и химия. 2010. № 5. С. 41-45.
5. Ершов В. В., Арбузов С. И., Рихванов Л. П., Поцелуев А. А. Радиоактивные элементы в углях Кузбасса // Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию: Тр. междунар. науч.-практ. конф. Т.2. Кемерово: Кузбассвуиздат, 1999. С.132-139.

6. Романов С.М., Шилов А.А., Гурьянова О.Н., Актуальность радиационного контроля на угольных шахтах и разрезах // Безопасность труда в промышленности. 2009.№ 8.С. 26-27.
7. Таипова О.А., Семенова И.Н. Эколого-токсикологическая оценка качества картофеля, выращиваемого на территориях, сопредельных с отвалами карьеров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1; URL: <http://www.science-education.ru/101-5399>]
8. Усманова Л.И., Усманов М.Т. Влияние золоотвалов Читинских ТЭЦ-1 И ТЭЦ-2 НА Усманова Л.И., Природные воды прилегающих территорий // Вестник Камчатской региональной организации «Учебно-научный центр». Серия: Науки о Земле. 2010. № 16. С. 167-178.
9. В.Г. Кондратьев, Н.Ю. Наквасина Проблемы организации мониторинга геологической среды в районе размещения золоотвала Читинской ТЭЦ-2 [Горный информационно-аналитический бюллетень \(научно-технический журнал\)](#) Выпуск № 12 / том 17 / 2009.

## Приложение I

### Забор почвы на территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 города Читы



### Работа в лаборатории ЗабГУ





Приложение II

**«СНЕЖНАЯ ПУШКА - вентиляторный снегогенератор» для золошлаковых отвалов».**



Перемешивание снега с пылью, приводит к измельчению снежинок и увеличению их удельной поверхности, т.е. повышению пылеемкости снега. Кроме того снежные кристаллы, скорость падения которых значительно ниже, чем скорость падения минеральных частиц, образует снежный экран, препятствующий распространению

пылевого облака. В летний период мелкие капли воды обволакивают частицы в воздухе и притягивают их к земле.

Снегогенератор, предполагается эксплуатировать круглогодично. Зимой засыпает искусственным снегом. Летом используется в качестве распылителя. Особенно важно использовать в летний период когда ЗШМ автотранспортом из действующей карты перемещается в недействующую карту. Передвижная насосная станция ПНС предусмотрена для работы в составе технологического оборудования для производства искусственного снежного покрова. Насосная станция это сборно-сварная конструкция, размещенная в теплоизолированном корпусе, имеющая колесное шасси. Техническая вода доступна уже на глубине 6 - 8 метров, что значительно снижает затраты на бурение

Станция снабжена: пультом управления гидравлических систем низкого и высокого давления, электрической системой, силовыми несущими элементами, агрегатом гидравлической системы, фильтром, обеспечивающим очистку воды от механических примесей. По манометру осуществляется контроль давления воды на входе и выходе в насосы.

Температурный режим внутри станции поддерживается электрическим обогревателем. Для ведения работ внутри корпуса станции установлена лампа электроосвещения и розетка.

### Приложение III

#### Модель оценки экологического состояния территории, прилегающей к золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы





Приложение IV

**Карта территории, прилегающей к  
золошлаковым отвалам ТЭЦ-2 г. Читы. Расстояние от ЗШО до жилищной  
застройки**



Приложение V

Приложение VII

ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве

Наименование вещества	Форма содержания	ПДК в-ва мг/кг почвы с учетом фона	Уровни показателей вредности мг/кг			Класс опасности
			Транслокационный	Миграционный	Воздушный	

1	2	3	4	5	6	7	8
Me	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	3	3,5	72	-	3	2
Хром	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	6	6	6	6	6	2
Никель	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	4	6,7	14	-	4	2
Цинк	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	23	23	200	-	37	1
Марганец чернозем	Подвижные формы, извлекаемые из почвы ацетатно-аммонийным буфером с рН 4,8	140	320	1860	-	140	3
Марганец дерновоподзолистая почва с рН 4	"	60	220	1000	-	60	3
Марганец дерново-	"	80	220	1000	-	80	3

подзолистая почва с рН 1,4-5,6							
Марганец дерновопод- золистая почва с рН>6	"	100	-	1600	-	100	3
Марганец черноземы	Извлекаемый 0,1 н Н SO	700	1600	9300	-	700	3
Марганец дерновопод- золистая почва рН 4	"	300	1100	5000	-	300	3
рН 5,1-6	"	400	1100	5000	-	400	3
рН>6	"	500	1100	8000	-	500	3
Кобальт	Аммонийно- натриевый буфер рН 3,5 для сероземов и 4,7 для /*дерновоподзоли- стой почвы	5	25	>100 0	-	5	2
Фтор	Водорастворимый	10	10	10	-	25	1
Сурьма	Валовая	4,5	4,5	4,5	-	50	2
Марганец	Валовая	1500	3500	1500 0	-	1500	3
Ванадий	Валовая	150	170	350	-	150	3
Марганец + ванадий	Валовая	1000+10 0	1500+ 150	2000 + 200	-	1000+100	3
Свинец	Валовая	32	35	260	-	32	1
Мышьяк	Валовая	2	2	15	-	10	1

Ртуть	"	2,1	2,1	33,3	2,5	5	1
Свинец + ртуть	"	20+1	20+1	30+2	-	30+2	1
Хлористый калий (К О)	"	560	1000	560	1000	5000	3
Нитраты	"	130	180	130	-	225	2
Сернистые соединения (S): Элементарная сера	"	160	180	380	-	160	3
Сероводород (HS)	"	0,4	160	140	0,4	160	3
Серная кислота	"	160	180	380	-	160	1
Отходы флотации угля (ОФУ)	"	3000	9000	3000	6000	3000	2
Комплексные редуцируемые удобрения (КГУ) NPK (64:0:15)	"	120	800	120	800	800	3
Жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) NPK (10:4:0)	"	80	>800	80	>8000	800	3
Бенз(а)-Пирен	"	0,02	0,2	0,5	-	0,02	1

Приложение VIII

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ Анализ выполнялся по методике: ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.36-02 МЕТОДИКА ДОПУЩЕНА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ, КАДМИЯ, ЦИНКА, СВИНЦА, НИКЕЛЯ И МАРГАНЦА В ПОЧВАХ, ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ОСАДКАХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ПЛАМЕННОЙ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ.

## . Средства измерений

Спектрофотометр атомно-абсорбционный (ААС). Весы лабораторные, квадрантные ВЛКТ-500 ГОСТ 24104-2001. Пипетки мерные с одной отметкой вместимостью 1, 2, 5, 10, 20 см<sup>3</sup>, класс точности 2 ГОСТ 29169-91. Колбы мерные вместимостью 100, 500, 1000 см<sup>3</sup>, класс точности 2 ГОСТ 1770-74. Цилиндры мерные вместимостью 50, 100, 1000 см<sup>3</sup>, класс точности 2 ГОСТ 1770-74. Пипетки мерные градуированные вместимостью 2 см<sup>3</sup> ГОСТ 29227-91. Государственные стандартные образцы состава водных растворов ионов свинца, никеля, марганца, меди, цинка, кадмия с массовой концентрацией 1 мг/см<sup>3</sup>. 3. Приготовление градуировочных растворов ионов металлов

3.1. Приготовление 0,5 М хлористоводородной кислоты 48 см<sup>3</sup> концентрированной хлористоводородной кислоты помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм<sup>3</sup>, доводят до метки дистиллированной водой.

3.2. Приготовление градуировочных растворов А с содержанием ионов металлов 100 мкг/см<sup>3</sup>

Растворы готовят из ГСО с содержанием ионов металлов 1 мг/см<sup>3</sup>.

В мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 5 см<sup>3</sup> ГСО и доводят объем в колбе до метки раствором 0,5 М хлористоводородной кислоты.

Раствор устойчив при хранении в течение месяца.

3.3. Приготовление градуировочных растворов В с содержанием ионов металлов 10 мкг/см<sup>3</sup>

В мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> вносят 5 см<sup>3</sup> градуировочного раствора А и доводят объем в колбе до метки раствором 0,5 М хлористоводородной кислоты. Раствор устойчив при хранении в течение 10 дней.

3.4. Приготовление рабочих градуировочных растворов ионов металлов

Градуировочные растворы для построения и проверки градуировочного графика готовят в день проведения анализа в мерных колбах вместимостью 50 см<sup>3</sup> в соответствии с таблицей 1. После введения в колбу раствора металла доводят объем растворов в колбах до метки раствором 0,5 М хлористоводородной кислоты.

Приготовление градуировочных растворов.

4. Подготовка проб к анализу

4.1. Пробы доводят до воздушно-сухого состояния в зависимости от содержания влаги, разложив на слое бумаги на лабораторном столе.

4.2. После тщательного перемешивания пробу распределяют равномерным слоем (1 см) и отбирают методом квартования, необходимое для анализа количество образца. Затем измельчают в фарфоровой ступке, хранят в коробках или пакетах.

4.3. Навеску 0,1 - 0,5 г (в зависимости от предполагаемого содержания определяемых элементов) помещают в фарфоровый тигель и прокаливают в муфельной печи при  $t = (400 - 450) ^\circ\text{C}$  в течение двух часов. Разложение фтористоводородной кислотой применяют при анализе проб с большим содержанием кремнекислоты. Остаток после прокаливания, помещенный в чашку из стеклоуглерода (или в платиновую чашку), обрабатывают 10 - 20 см<sup>3</sup> хлористоводородной кислоты ( $\rho = 1,19$ ) и нагревают до разложения силикатной части и затем до влажных солей. Ещё раз добавляют 5 см<sup>3</sup> хлористоводородной кислоты для перевода всех солей в хлориды и выпаривают досуха. К остатку приливают 20 см<sup>3</sup> 0,5 М хлористоводородной кислоты и нагревают до растворения остатка. Раствор переносят в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup> и доливают до метки 0,5 МНCl.

Разложение смесью хлористоводородной, фтористоводородной, хлорной и азотной кислот применяют для анализа проб, содержащих остатки органического вещества. Для этого навеску 0,1 - 0,5 г помещают в чашку из стеклоуглерода (или в платиновую чашку), обрабатывают смесью азотной и фтористоводородной кислот (10 ÷ 20 см<sup>3</sup>) и выпаривают до влажных солей. Если образец разложился не полностью, добавляют ещё 10 см<sup>3</sup> фтористоводородной кислоты и выпаривают досуха до полного её удаления. К сухому остатку добавляют 5 см<sup>3</sup> азотной кислоты, нагревают осторожно до растворения солей и переводят раствор с осадком в стаканчик на 50 см<sup>3</sup>, смывая стенки чашки дистиллированной водой. Стаканчик ставят на плитку и упаривают раствор до 5 см<sup>3</sup>. Добавляют 10 см<sup>3</sup> концентрированной азотной кислоты, 3 см<sup>3</sup> хлорной кислоты и выпаривают до паров хлорной кислоты. Далее продолжают более сильное нагревание для полного сжигания органических веществ. Если растворы остаются темными, в дымящую хлорную кислоту добавляют по каплям, очень осторожно, концентрированную азотную кислоту, предварительно сняв чашки с плитки. Хлорная кислота обладает сильными окислительными свойствами и смесь азотной и хлорной кислот при нагревании до паров хлорной кислоты быстро разрушает все органические вещества. После полного разложения образца (раствор должен быть бесцветным или слабо желтым) раствор выпаривают досуха, добавляют 3 см<sup>3</sup> концентрированной хлористоводородной кислоты и выпаривают до влажных солей. Влажный остаток растворяют в 10 см<sup>3</sup> 0,5 М хлористоводородной кислоты и переводят раствор в мерную колбу вместимостью 50 см<sup>3</sup>, доливают до метки 0,5 МНCl и перемешивают.

4.4. Для пересчета массы навески на абсолютно сухую пробу определяют содержание гигроскопической влаги. Для этого берут 3 навески той же массы, помещают в предварительно подготовленные фарфоровые чашки и высушивают при  $t = (105 \pm 5) ^\circ\text{C}$  в сушильном шкафу до постоянной массы.

$$g = \frac{P_{\text{возд.сух.}} - P_{\text{сух.}}}{P_{\text{возд.сух.}}} \cdot 100, \quad (2) \text{ где } g - \text{содержание гигроскопической влаги, \%};$$

$P_{\text{возд.сух.}}$  - масса воздушно-сухой навески, г;  $P_{\text{сух.}}$  - масса абсолютно сухой навески, г.

При выполнении условия:  $|g_{\text{max}} - g_{\text{min}}| \leq 12 \%$  вычисляют  $g_{\text{ср.}}$  вычисляют  $g_{\text{ср.}}$ :

$$g_{\text{ср}} = \frac{g_1 + g_2 + g_3}{3} \quad (3) \text{ Определяют коэффициент пересчета на абсолютно сухую пробу:}$$

$$K = \frac{100}{100 + g_{\text{ср}}}, \%, \quad (4) \text{ где } g_{\text{ср}} - \text{ содержание гигроскопической влаги, \%}.$$

Точная масса навески абсолютно сухой пробы почвы (г) рассчитывается по формуле:

$$m_{\text{абс.сух.}} = m_{\text{возд.сух.}} \times K, \quad (5) \text{ где } K - \text{ коэффициент пересчёта.}$$

## 5. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Соответствующую определяемому металлу лампу прогревают 15 - 20 минут. Устанавливают монохроматор на соответствующую анализируемому элементу длину волны. Выбирают целесообразную ширину спектральной щели. Устанавливают согласно инструкции к прибору соотношение газа и подачу воздуха для поддержания горения газа, поджигают пламя. Ставят на распыление дистиллированную воду. Устанавливают нулевую линию по дистиллированной воде.

5.2. Распыляют в пламя градуировочные растворы, затем пробы, и регистрируют значения атомно-абсорбционных сигналов анализируемых проб. В растворе, полученном после разложения образцов, измеряют величину поглощения резонансного излучения атомами определяемого элемента. При высоком содержании определяемого компонента раствор разбавляют 0,5 М хлористоводородной кислотой настолько, чтобы величина атомной абсорбции находилась в прямолинейной зависимости от концентрации определяемого элемента.

$$X = \frac{K \cdot A}{B} \cdot 0,1, \quad \text{где } A - \text{ найденное количество диоксида кремния, мг;}$$

$B$  - навеска образца, взятая для анализа, г;  $K$  - коэффициент пересчета на абсолютно-сухую пробу (3).

## 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Содержание анализируемых металлов в пробе в мг/кг ( $X$ ) рассчитывают по формуле:

$$X_{\text{ср}} = \frac{X_1 + X_2}{2}, \quad (6) \text{ для которых выполняется следующее условие:}$$

(7) где  $X_p$  - массовая концентрация металла в анализируемом растворе, найденная по градуировочному графику, мкг/см<sup>3</sup>;

$m_1$  - масса навески в пересчете на абсолютно-сухое вещество, г;  $V$  - объем анализируемой пробы, см<sup>3</sup>.  $|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot X_{\text{ср}}$ , Превышения ПДК/ОДК выявлены в Степень загрязнения исследуемых почв допустимая. Экологическая обстановка относительно удовлетворительная. Элементный анализ золошлаковых отходов свидетельствует о возможности использования их в качестве вторичного ресурса. Физико-химические свойства золошлаковых отходов и низкая удельная активность естественных радионуклидов позволяют применять их во всех видах строительства (класс как строительного материала -1, как отхода - V). Внедрение комплексной схемы переработки,

позволяющей получать металлы, вторичный уголь, глинозем, удобрения и строительные материалы, позволит высвободить занимаемые отвалами площади, понизит негативное воздействие на окружающую среду и обеспечит экономический, экологический и социальный эффекты.

## Приложение IX

### «Определение жесткости воды»

#### I. Определение временной жёсткости воды

Так как вода, содержащая гидрокарбонаты кальция и магния имеет щелочную реакцию, определение карбонатной жёсткости производится непосредственным титрованием воды соляной кислотой в присутствии индикатора - метилового оранжевого. Для анализа в коническую колбу отмерить с помощью мерного цилиндра 100 мл исследуемой воды. Добавить 2-3 капли индикатора метилового оранжевого. В приготовленную заранее бюретку налить 0,1N раствор соляной кислоты. Установить уровень на нулевое деление и по каплям приливать соляную кислоту в воду до изменения окраски раствора от жёлтой до оранжево-розовой. Определить объём израсходованной на титрование кислоты. Титрование повторить ещё два раза, каждый раз доливая в бюретку кислоту до нулевого деления.

2. Рассчитать временную жесткость воды (Ж врем в мэкв/л) по формуле:

$$C_n(\text{HCl}) \times V_{\text{сред}}(\text{HCl})$$

$$\text{Ж врем} = \text{-----} \times 1000$$

$$V(\text{H}_2\text{O})$$

Определение общей жёсткости воды трилонометрическим методом. Метод основан на комплексонометрическом титровании исследуемой воды с применением реактива трилона Б (натриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты) в присутствии индикатора эриохрома черного Т. В присутствии ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  при pH = 7-11 индикатор за счёт образования комплексов с этими ионами приобретает характерный лилово-красный цвет. При добавлении трилона Б эти комплексы распадаются и ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  связываются в бесцветный более прочный комплекс с трилоном Б, а раствор приобретает бледно-синюю окраску индикатора. Изменение окраски происходит в тот момент, когда израсходуются все ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . При этом количество вступившего в реакцию трилона Б эквивалентно количеству ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Для анализа в коническую колбу отмерить 50 мл исследуемой воды и добавить 5мл аммонийного буферного раствора ( $\text{NH}_4\text{OH}+\text{NH}_4\text{Cl}$ ) и микрошпатель индикатора эриохрома черного. Затем 0,01N раствором трилона Б оттитровать пробу воды до перехода лилово-красной окраски в синюю. Титрование повторить ещё два раза. Рассчитать общую жесткость воды. (Ж общая в мэкв/л) по формуле:



$C_n$  (трилонаБ)  $\times V$  сред(трилонаБ)  $J$  общая = -----  $\cdot x$   
1000

$V(H_2O)$  2. Определить по таблице 2.1 к какой группе относится анализируемая вода.

3. Рассчитать постоянную жесткость воды ( $J$  постоянная в мэкв/л), зная её общую и временную жёсткость:  $J$  постоянная =  $J$  общая -  $J$  врем.