

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗОЛОТВАЛОВ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА)

В.П. Зверева, Дальневосточный федеральный университет и Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Россия

Л.Т. Крупская, Тихоокеанский государственный университет, Россия

В статье приведены результаты оценки влияния золоотвалов теплоэлектростанций (г. Владивосток и г. Хабаровск) на объекты окружающей среды. Высокая радиоактивность Дальневосточных углей способствует накоплению радионуклидов в золе и шлаке, что приводит к загрязнению атмосферы, литосферы, биосферы и гидросферы токсичными и радиоактивными элементами. Сточными водами они выносятся в Уссурийский залив Японского моря. Отмечается отрицательное воздействие этих отходов на организм человека. Показаны возможные способы их утилизации и даны рекомендации.

Введение. Теплоэлектростанции (ТЭЦ), как неотъемлемые составляющие гг. Владивостока и Хабаровска, являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Поэтому особое внимание необходимо уделять утилизации золошлаковых отходов для обеспечения их экологической и социальной безопасности. В связи с этим возникает необходимость решения актуальной для Дальневосточного региона проблемы мониторинга, контроля над изменением объектов природной среды. Детальная объективная информация о состоянии природной среды, позволит не только выявить и оценить опасность уровней загрязнения, но также установить тенденции происходящих изменений и прогнозировать их скорость. Исходя из этого, определена цель исследования, состоящая в оценке влияния техногенных объектов на экосистемы, выявлении закономерностей и изучении динамики накопления тяжелых металлов (ТМ) в почвах и растениях в зоне влияния ТЭЦ (на примере Приморского и Хабаровского краев) для снижения их негативного воздействия на окружающую среду. Сформулированы следующие задачи:

- изучить особенности распределения поллютантов в снежном покрове;
- исследовать воздействие ТЭЦ-2 (г. Владивосток) и ТЭЦ-3 (г. Хабаровск, Хабаровская ТЭЦ) на почвенно-растительный покров, поверхностные воды и оценить степень накопления загрязнителей в них;
- разработать мероприятия по снижению влияния ТЭЦ на объекты окружающей среды и здоровье человека.

Объекты и методы исследования. Методологической основой послужило учение академика В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере [1] и основные положения, изложенные в «Программе и методике биогеоэкологических исследований» [2]. Используются комплексный и системный подходы. Работа проводилась с применением маршрутных и экспериментальных исследований в зоне влияния теплоэлектростанций. В процессе изучения проблемы применялись современные инструментальные и традиционные физико-химические и химические методы. На каждой исследуемой площадке закладывался разрез с подробным морфологическим описанием почвенного профиля и отбором почвенных образцов по генетическим горизонтам. Ежегодно буром отбирались смешанные почвенные образцы (весом 1.5-2 кг) из горизонтов методом конверта для исследования агрохимических показателей, радионуклидов и тяжелых металлов. Отбор смешанных проб растений проводился в фазу технической спелости, весом 2 кг для зерновых, зернобобовых и трав; 5-8 кг – для пропашных, овощных и плодовых культур. Исследовался гамма фон прибором СРП 68-01 П. В зоне влияния источника загрязнения (ТЭЦ-3) площадки закладывались радиусом 1,5 км по 8 румбам; в радиусе 3 км – по 10-12 румбам, согласно методике [3-5]. Снежный покров изучался по методике В.Н. Василенко [6].

Мониторинг состояния объектов природной среды предусматривал агрохимические и радиохимические анализы, а также определение тяжелых металлов. Пробы готовились по «Методике выполнения гамма спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов» [3], определение содержания удельной активности

естественных радионуклидов (^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) осуществлялось на спектрометрической установке «ГАММА-ПЛЮС» [4]. Радиологическое обследование проводилось согласно методическим указаниям комплексного агрохимического обследования почв сельхозугодий [5]. Контрольные участки закладывались с учетом почвенно-климатических условий, направления преобладающих ветров, типичности возделываемых культур и особенностей их агротехники, расположения вблизи потенциальных источников загрязнения.

Отобранные на золоотвалах ТЭЦ-2 золошлаковые образцы (120 проб по площади и в разрезе) исследованы с помощью рентгеновского анализа и метода ИК-спектроскопии. Во время отбора проб на золоотвалах проводились работы по перескладированию зол с одних отвалов на другие, со вскрытием последних на глубину до 5-7 м, что позволило отобрать пробы с более глубоких горизонтов. Внешне зола представлена, главным образом, тонкодисперсным, мягким, сыпучим порошком от светло-серого до темно-серого цвета. Также встречались достаточно уплотненные прослойки, которые при легком нажатии рассыпались в пыль. Отобранные с золоотвалов образцы золы проанализированы с использованием полуколичественного спектрального анализа. С помощью прибора СРП-68-01 образцы зол были исследованы на радиоактивность. В районе золоотвала ТЭЦ-2 взяты пробы инфильтрационных вод. В этих пробах методом атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе марки Plas-mequant-110 определены следующие элементы: Ca, Na, Al, Ba, Mg, Fe, Mn, V, Cr, Ni, Co, Ag, Cu, Pb, Zn, Cd, Li, Sr, Se, Ga, Hg и B.

Полученные количественные показатели обработаны статистически с поиском корреляционных связей.

Результаты и обсуждения. Дальневосточный каменный уголь и его отходы, используемые для получения электроэнергии, в Приморском и Хабаровском крае, являются источниками радиоактивного загрязнения экосистем. Все угли содержат радионуклиды уранового и ториевого рядов распада. Сравнение средних значений удельной активности естественных радионуклидов для углей Дальнего Востока показало, что они превышают мировые данные в 1,3-2 раза [7-11]. В результате сжигания угля нелетучие компоненты остаются в золе, что приводит к концентрированию радионуклидов в продуктах сгорания (табл. 1).

Таблица 1 – Концентрация радионуклидов в углях и золе, Бк/кг [12-13]

Изотоп	Уголь	Шлак	Летучая зола
U^{238}	9-31	56-185	70-370
Ra^{226}	7-25	20-166	85-281
Th^{232}	9-19	59	81-174
K^{40}	26-130	230-962	233-740

Эксплуатация тепловых электростанций, муниципальных и производственных котельных гг. Владивостока и Хабаровска, работающих на твердом топливе (каменные и бурые угли, торф, сланец), способствует образованию значительного количества отходов в виде золы и шлака, которые выносятся с пульпой на золоотвалы. Такие отходы служат источниками загрязнения природной среды при их ненадлежащем хранении [9].

Для гидроудаления золы используется не только пресная, но и морская вода, которая после отстаивания в виде инфильтрационных растворов сливается в бухту Промежуточную (Японское море). Загрязнение поверхностных и подземных вод суши, а также прибрежных морских вод, возникающее при работе угольных ТЭЦ, служит одним из главных источников экологических проблем водохозяйственного комплекса города Владивостока. По массе золошлаковые отходы составляют более 90 % всех видов отходов, образующихся на тепловых электростанциях.

С экологической точки зрения целесообразнее в качестве топлива использовать газ, но доставка газа очень дорогая, и в условиях острого дефицита финансовых средств остается практически единственным и самым верным применением наиболее совершенных технологий сжигания твердого топлива [14].

Золошлаковые отходы размещаются в специально оборудованных хранилищах – золоотвалах, сложных гидротехнических сооружениях, к изготовлению и эксплуатации которых предъявляют-

ся жесткие требования. Емкости существующих золоотвалов периодически исчерпываются, и создается критическая ситуация со складированием золошлаковых отходов, которая характерна в настоящее время и для ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 (гг. Владивосток и Хабаровск). К сожалению, проблема рекультивации изученных золоотвалов не решается. На энергопредприятиях, например, г. Владивостока АО «Энерго» производство по переработке золошлаковых отходов практически отсутствует, за исключением ОАО «Дальэнерго», где имеется технологическая линия РИФЕЙ-4 по производству стеновых блоков из шлакобетона. Ее производительность около 416 м³ в год, а это позволяет перерабатывать всего 1,2-1,9 тыс. т золы в год, что составляет малую часть отходов [15].

Следует заметить, что с ростом городов золоотвалы часто попадают в черту города. Их пытаются перенести или ликвидировать, но не всегда удается это сделать успешно. Например, в центре Владивостока на площадке старых золоотвалов была организована автостоянка, изменившая внешний вид этой территории в лучшую сторону, но не решившая экологическую проблему до конца.

Земли, отведенные под золошлаковые отходы, безвозвратно изымаются из полезного пользования. Нередки случаи прорыва дамб, ограждающих эти участки, сопровождающиеся выносом за их пределы больших объемов сильно минерализованной воды из прудов отстойников и золошлаковых материалов, накопленных в отвалах.

Золоотвалы ТЭЦ-2 состоят из трех секций (21, 36 и 47 га), объемы заполнения которых, соответственно, равны 3704, 6045 и 5623 тыс. т, и двух проектируемых участков (36,5 и 41 га).

На ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 сжигаются бурые и каменные угли из семнадцати разных угольных месторождений: Райчихинского, Ретиховского, Павловского и других. Химический состав золошлаков, полученных после сжигания этих углей представлен следующими компонентами (%): SiO₂ – 10-58, Al₂O₃ – 10-30, Fe₂O₃ – 2-20, CaO – 2-60, MgO – 0-10, R₂O – 0-5 (R₂O – сумма TiO₂, FeO, MnO, K₂O) [15, 16]. Золошлаки содержат микропримеси различных элементов. Основой минеральной части углей являются главным образом глинистые минералы с незначительным количеством оксидов железа, пирита и сидерита. Указанные компоненты претерпевают термическое превращение в процессе сжигания. Большинство из них плавится при активном горении, а затем застывает в виде стекловидных частиц. Часть серы реагирует с кальцием с образованием CaSO₄. В золе и шлаке содержится значительная доля углерода (механического недожога). При содержании микроэлементов (Mn, As, Hg, Pb, Sb, Cd и др.) существенно выше фоновых, возникает повышенная экологическая опасность золошлаков.

Например, в отобранных и проанализированных спектральным методом образцах шлаков (на золоотвалах ТЭЦ-2, шлаки составляют не более 5 % от массы всех отходов) токсичные химические элементы не обнаружены. Спектральный состав золы показал, что в ней содержатся (в %) следующие химические элементы: Sn и Pb – 0.0001-0.0004; Zn – 0.003-0.005; Be – 0.0001-0.0005; Cu – 0.0007-0.005; Ge – 0.0001-0.0002; Co – 0.0005-0.6; Ni – 0.0003-0.008; Zr – 0.002-0.008. Результаты спектрального анализа изученных проб золы довольно близки, несмотря на то, что сжигаемые угли использовались с различных месторождений. Содержания As, Cd, Hg, Sb, Bi, Au, Pt и In в исследуемых пробах оказались ниже чувствительности метода (0,01). Полученные данные по содержанию элементов-примесей в изученных образцах близки к литературным и к кларковым [17], а для некоторых элементов даже на порядок ниже. С этой стороны золы ТЭЦ-2 можно считать безопасными.

Определение удельной активности (УА) в углях (месторождений Нерюнгринское, Чегдомынское, Харанорское, Райчихинское, Ургальское, Лучегорское), используемых на ТЭЦ-3, свидетельствует о том, что в зависимости от месторождений она изменяется (Бк/кг) следующим образом: для ⁴⁰K от 24 до 171, ²³²Th – 4,39-46,25 и ²²⁶Ra – 7,85-55,75. В летучей золе УА составляет (Бк/кг): для ⁴⁰K – 75-427,2, ²³²Th – 51,24-190 и ²²⁶Ra – 65,8-153,3. В шлаке УА варьирует (Бк/кг): для ⁴⁰K от 89,76 до 510,1, ²³²Th – 15,46-125,1 и ²²⁶Ra – 81,55-165,3. Концентрация естественных радионуклидов ⁴⁰K и ²²⁶Ra в золе увеличивается от 2 до 8 раз по сравнению с углем, а ²³²Th – 3-8, а в шлаке ⁴⁰K возрастает от 2 до 7 раз, ²³²Th – 3-9, а ²²⁶Ra – 3-8. Следует отметить, что угли м. Нерюнгринское обогащены ²³²Th, а – м. Чегдомынское – ⁴⁰K и ²²⁶Ra, а после их сжигания эти элементы концентрируются в золе и шлаке.

Авторами выявлена закономерность в распределении радионуклидов искусственного и естественного происхождения зоны влияния ТЭЦ-3 (г. Хабаровск) в системе: уголь – зола и шлак – снег – почва – растения: с удалением от источника загрязнение их количество уменьшается. Определение в снежном покрове (СП) радионуклидов показывает, что величина удельной активности изменяется на расстоянии от 1,5 до 3 км от Хабаровской ТЭЦ-3 (Бк/л). Она составляет: по ^{40}K от 45,29 до 22,48, – 28 и 35-22,23, соответственно, – ^{226}Ra – 9,08-4,04 и 7,75-4,97 и – ^{232}Th 7,78- 3,37 и 4,38-3,27. В СП на расстоянии 1,5 и 3 км содержание тяжелых металлов (мг/л) колеблется: для Cd – от 0,003 до 0,001 и 0,002-0,0006, а Pb – 0,027-0,006 и 0,018-0,003, соответственно. Установлено, что наибольшее накопление тяжелых металлов в снежном покрове происходит в северо-восточном направлении в зоне 1,5 км, а в юго-западном – 3 км. Следовательно, снежный покров является индикатором загрязнения природной среды, т. к. в нем накапливаются поллютанты, поступающие в атмосферу в результате сжигания угля на ТЭЦ.

Почвы также являются депонентом техногенного загрязнения. Радиоэкологические исследования, проведенные авторами, показывают, что загрязнение почвенного покрова естественными и искусственными радионуклидами (^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) характеризуется показателями выше средних значений для России, что видно на рисунках № 3. Как показали результаты исследования содержание Cu, Pb, Hg, Zn, Cd, Ni и др. тяжелых металлов находится в пределах естественного фона и в концентрациях, близких к ПДК.

Почвы также являются депонентом техногенного загрязнения. Радиоэкологические исследования, проведенные авторами, показывают, что загрязнение почвенного покрова естественными и искусственными радионуклидами (^{90}Sr , ^{40}K , ^{232}Th , ^{226}Ra) характеризуется показателями выше средних значений для России. Как показали результаты исследований, содержание Cu, Pb, Hg, Zn, Cd, Ni и др. тяжелых металлов находится в пределах естественного фона и в концентрациях, близких к ПДК.

Наши данные по накоплению радионуклидов в растительности на юге Хабаровского края свидетельствуют о том, что УА ^{90}Sr в них изменяется (Бк/кг): от 13,4 в соломе сои до 1,35 в плодах – груши, что значительно выше, чем в Омской области [18]. Коэффициенты накопления ^{90}Sr варьируют от 1,64 в многолетних травах до 0,09 в зерне пшеницы. Таким образом, ^{90}Sr максимально концентрируется в вегетативной массе овса и сои, а минимально – в репродуктивных органах растений.

Результаты изучения образцов зол (ТЭЦ-2) на радиоактивность свидетельствуют о том, что эта величина колеблется в пределах 17-21 мкР/ч. Известно [19], что величина радиоактивности 4-8 мкР/ч считается пониженной, 9-20 – нормальной, а 21-27 – повышенной. Следовательно, полученные в результате исследования данные попадают в категории нормального и повышенного содержания радиоактивных элементов. Такие золы оказывают негативное влияние на здоровье населения и неблагоприятны для жизнедеятельности человека. Замеры радиоактивности проб проводились летом, когда отмечалась значительная влажность, которая способствует уменьшению ее величины. По данным Экоцентра ПГО «Приморгеология», радиоактивность золы на ТЭЦ-2 может достигать 40 мкР/ч [20].

Радиационный мониторинг золоотвала ТЭЦ-2, проведенный В.П. Молевым [19, 20], показал, что его гамма-фон изменяется от 24 до 30 мкР/ч и превышает фоновые показатели в 2-3 раза. Установлено, что уровень радиометрического поля золоотвала в засушливое время года возрастает до 30-33, а в период осадков или оттаивания почвы уменьшается до 18-25 мкР/ч. Мелкая фракция золы по сравнению с крупной более радиоактивна, в среднем на 10 %. По результатам проведенной спектрометрической съемки, золоотвал характеризуется пониженным содержанием K и повышенным U и Th, т. е. имеет ураноториевую природу. В основании котлована концентрации K и U несколько ниже, чем в верхней части. Для тория характерна обратная зависимость, и его содержание в разрезах сверху вниз возрастает от $19 \cdot 10^{-4}$ до $28 \cdot 10^{-4}$ %, что, по-видимому, связано с миграцией и выносом K и U и накоплением менее подвижного Th в нижних слоях разреза.

Величина pH проб инфильтрационных вод ТЭЦ-2, по нашим замерам, колеблется от 6,7 до 9,3. Эти пробы проанализированы методом атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе марки Plasmеquant-110 на следующие элементы: Ca, Na, Al, Ba, Mg, Fe, Mn, V, Cr, Ni, Co, Ag, Cu, Pb, Zn,

Cd, Li, Sr, Se, Ga, Hg и В. Как видно из табл. 2, содержание выше перечисленных элементов в изученных пробах № 9 (из осветленного пруда) и № 10 (из ручья, впадающего в бухту Промежуточную) близки. В пробе № 11, отобранной в бухте Промежуточной, содержание Ag, Cd, Cu, Ga, Hg, Li, Ni, Pb, Se, V и Zn близко к таковым для проб № 9 и № 10, а для остальных элементов – ниже. Содержания Ag, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe и Ni в этих пробах близко к предельно допустимым концентрациям (ПДК) для морской воды [21, 22]. Содержание Al, B, Li, Mn, Pb и Se превышает ПДК на порядок, а Sr и V – на два порядка. Литературные данные имеются только для Fe, Mn, Cd и Cu [23]. По нашим данным, содержание Fe и Mn в гидрохимических пробах на порядок выше, а для Cd и Cu результаты близки. Полученные результаты по содержанию Cu, Zn, Cd, Pb, Ni и Zn в морской воде бухты Промежуточной незначительно отличаются от данных, имеющих по Уссурийскому заливу (пробы отобраны на расстоянии до 15 км от береговой полосы), что свидетельствует о накоплении рудных элементов в морской воде за многие годы работы ТЭЦ-2. К сожалению, наши данные по содержанию редких элементов, таких как Ga, Sr, Hg, Se и V, сравнить не удалось.

Полученные результаты (табл. 2) позволяют сделать вывод о том, что вода, используемая для транспортировки золы, должна отстаиваться длительное время и очищаться, прежде чем будет сброшена в море, так как по содержанию рудных элементов она близка к гидротермальным растворам. С фильтратом выносятся значительное количество перечисленных выше элементов, следовательно, идет накопление их в морской воде, донных осадках, флоре и фауне, и по трофическим цепям они попадают в организм человека. Кроме того, просачиваясь в грунтовые воды, фильтрат из золоотвала представляет угрозу для подземной гидросферы – вызывает загрязнение вредными элементами родниковых и питьевых вод.

Исследования на радиоактивные элементы инфильтрационных вод нами не проводились, но такие данные имеются в литературе [19, 20]. Обладающий высокой миграционной способностью уран выносятся инфильтрационными растворами, которые характеризуются значительной радиоактивностью – от 7 до 17 мкР/ч. Район впадения ручья в море (бухта Промежуточная) характеризуется аномальными значениями U и Th, превышающими фоновые концентрации на 20-30 %, что свидетельствует о выносе и накоплении этих элементов в море. Величина радиационного фона бухте Промежуточной достигает 15 мкР/ч.

В работе Виткиной Т.И. [24] показано, что Владивосток и другие города Приморского края (Артем, Спасск, Дальнегорск, Уссурийск, Фокино и Находка) входят в критическую группу по показателям экологической напряженности. К этой же группе можно отнести и г. Хабаровск. В этих городах расположены ТЭЦ, которые имеют сильное антропогенное воздействие на окружающую среду. Для населения этих городов характерен широкий спектр заболеваний: бронхиальная астма, аллергический бронхит и аллергический ринит и др. В большинстве случаев они вызываются или усугубляются пылевым воздействием золоотвалов на человека. Наличие тонкодисперсной золы, которая складывается в гигантских объемах (ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3) и разносится на большие расстояния благодаря сильным ветрам, характерным для климата Приморья и Приамурья (в том числе и для городов Владивостока и Хабаровска), способствует распространению отмеченных выше заболеваний, а поэтому золоотвалы необходимо выносить значительно дальше за черту города. Кроме того, желательнее не складировать большие объемы зол, а организовать их использование в различных отраслях народного хозяйства.

Следует заметить, что в зимний период, когда выпадают осадки в виде снега, зола ТЭЦ часто используется в больших объемах дорожными службами для отсыпки дорог и тротуаров [25]. Зола разносится ветром, что способствует загрязнению окружающей среды и негативному воздействию на здоровье людей и все живое. Органы дыхания, являясь открытой системой, находятся на первой линии защиты организма от неблагоприятного влияния токсико-аллергических, инфекционных и физических факторов внешней среды, к которым относится и тонкодисперсная зола. Детям в таких условиях дышится труднее, и они болеют значительно чаще и тяжелее. Учитывая отрицательное воздействие на организм человека зол и шлаковых отходов, их использование следует запретить.

Таблица 2 – Содержание элементов в гидрохимических пробах, мг/л

Элемент	ПДК	№ пробы		
		9	10	11
Ag	0,0059	<ПО	<ПО	<ПО
Al	0,04	0,238	0,248	0,145
B	0,1	4,46	4,54	3,79
Ba	0,74	0,259	0,284	0,077
Cd	0,005	<ПО	0,001	<ПО
Co	0,01	0,028	0,035	0,014
Cr	0,02	0,013	0,018	<ПО
Cu	0,001	<ПО	<ПО	<ПО
Fe	0,1	0,122	0,123	0,084
Ga	-	<ПО	<ПО	<ПО
Hg	-	<ПО	<ПО	<ПО
Li	0,08	0,266	0,266	0,279
Mn	0,01	0,217	0,302	0,045
Ni	0,01	0,012	0,024	0,022
Pb	0,006	<ПО	0,016	<ПО
Se	0,002	<ПО	<ПО	<ПО
Sr	0,4	11,14	12,75	7,76
V	0,001	0,239	0,268	0,23
Zn	0,01	<ПО	<ПО	<ПО

Примечание. ПДК – предельно допустимые концентрации; <ПО – меньше предела определения; прочерк – данные отсутствуют.

По существующей классификации золы, с учетом направления использования в строительстве в зависимости от химического состава, как сырьевой компонент, можно применять при производстве глиняного кирпича, но не следует забывать, что содержание золы в стройматериалах в качестве наполнителя не должно превышать 60 % [20]. В настоящее время разработано много способов, и имеется обширная научная литература с рекомендациями использования золошлаков в строительстве, сельском хозяйстве, химической промышленности, металлургии и других отраслях народного хозяйства. Следовательно, масштабы практического использования золошлаковых отходов должны быть более рациональными.

Если сами золы содержат незначительное количество токсичных элементов, то пульпа даже после отстойника насыщена ими и радиоактивными элементами, а поэтому способствует интенсивному загрязнению Уссурийского залива и других водных акваторий.

Таким образом, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 – это мощные источники загрязнения рудными, радиоактивными элементами и тонкодисперсной золой атмо-, био-, лито- и гидросферы. Все токсичные элементы, по трофическим цепочкам попадая в организм человека, вызывают широкий спектр тяжелых заболеваний. Для снижения негативного влияния золоотвалов на объекты окружающей среды и состояние здоровья населения необходимо предусмотреть мероприятия по рекультивации золоотвалов и организовать экологический мониторинг изменения компонентов биосферы.

Заключение. Сравнение средних значений удельной активности естественных радионуклидов для углей Дальнего Востока показало, что они превышают мировые данные в 1,3-2 раз. При сжигании углей на Приморской и Хабаровской ТЭЦ к наиболее опасным последствиям относятся: высвобождение радионуклидов природного происхождения, находящихся в угле, выбросы летучей золы, содержащей токсичные микроэлементы и канцерогены, а также само накопление в гигантских объемах золошлаковых отходов, содержащих радионуклиды Ra, Th и K.

Следует предусмотреть содержание золошлаковых отвалов в соответствии с правилами их эксплуатации. Необходимо полностью отказаться от использования природных водоемов и водотоков для сброса загрязненных и недостаточно очищенных сточных вод. Загрязнение природных вод (поверхностных и подземных вод суши, прибрежных морских вод), происходящее в результате работы угольных ТЭЦ, является одним из главных источников (в том числе и радиоактивных) возникновения экологических проблем водохозяйственного комплекса. Недопустимо отсутствие информации об объемах образования инфильтрационных вод ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3. Это не менее важный и необходимый показатель по сравнению с составом загрязняющих и токсичных элементов инфильтрационных вод, так как накопление их прямо пропорционально объемам сбрасываемых вод.

В ближайшее время крайне важно построить отстойники для неоднократного отстаивания и очищения инфильтрационной воды с золоотвалов. Считаю целесообразным ее многократное использование по замкнутому циклу.

Для обеспечения экологической безопасности в зоне влияния золошлаковых отходов ТЭЦ необходимо своевременное проведение их рекультивации и организация экологического мониторинга изменения объектов окружающей среды.

Список литературы

1. Вернадский В.И. Живое вещество. – М.: Наука, 1978. – 357 с.
2. Колесников Б.П. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах. // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М., 1978. – 521 с.
3. Методика выполнения гамма спектрометрических измерений активности радионуклидов в пробах почвы и растительных материалов. – М.: Рослесхоз, 1994. – 16 с.
4. Методы и средства радиационного контроля в сельском хозяйстве. – М.: Главчернобыль, 1995. – 178 с.
5. Василенко В. Н. и др. Мониторинг загрязнения снежного покрова. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 105 с.
6. Титаева Н.А. Геохимия радиоизотопов радиоактивных элементов (U, Th, Ra) // Автореф. диссерт. на соискание ученой степени д-ра наук. – М., 2002. – 39 с.
7. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России. Справочник. – М.: Недра, 1996. – 175 с.
8. Крупская Л.Т., Матвиенко Т.И., Самагин В. Д. Содержание естественных радионуклидов в дальневосточных углях и золошлаковых отходах тепловых электростанций // Известия Вузов. Горный журнал. 2007. № 1. – С. 51-53.
9. Китаев И.В. Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1989. – 136 с.
10. Виноградов А.П. Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры // Геохимия. 1962. № 7. – С. 555-571.
11. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристики почв Западной Сибири: монография. – Омск: ОмГАУ, 2002. – 144 с.
12. Молев В.П. Геолого-геофизический анализ и комплексная оценка малоинтенсивных радиометрических аномалий полуострова Муравьева-Амурского. Автореф. дне. ... канд. геол.-минер. наук. – Владивосток, 2000. – 23 с.
13. Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: Изд-во ВНИРО, 1999. – 304 с.
14. Юрченко С.Г., Чудаева В.А. Распределение химических компонентов в водах полуострова Муравьева-Амурского // Деп. в ВИНТИ № 2677-ВОО. – Владивосток, 2000. – 41 с.
15. Виткина Т.И. Экологическая обусловленность иммунопатологий у жителей Приморского края. Автореф. дне. ... канд. биол. н. – Владивосток, 2000. – 20 с.