

ИССЛЕДОВАНИЕ ХРАНИЛИЩ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ РАДИОАКТИВНЫХ РУД МЕТОДОМ ЕСТЕСТВЕННОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ В ДНЕПРОДЗЕРЖИНСКЕ

В результате комплексирования двух геофизических методов – радиометрической съёмки и замеров естественного импульсного электромагнитного поля Земли удалось не только определить границы хвостохранилищ опасных радиоактивных отходов в пределах г. Днепродзержинска, но и установить техническое состояние ограждающих их дамб.

В результаті комплексування двох геофізичних методів – радіометричної зйомки і вимірів природного імпульсного електромагнітного поля Землі вдалося не лише визначити межі хвостосховищ небезпечних радіоактивних відходів у м. Дніпродзержинську, але й встановити технічний стан гребель, що огорожують їх.

As a result of complexing of two geophysical methods – radioactivity survey and measuring of the natural impulsive electromagnetic field of Earth it was succeeded not only to define the borders of radio-active waste placements within Dneprodzerzhinsk town, but also set the technical state of dams, which are the barriers to them.

Город Днепродзержинск Днепропетровской области долгое время был одним из центров по переработке уранового сырья. Благодаря этому, в городе сложилась напряженная ситуация с радиационным загрязнением почв, воздуха и водной среды, что отрицательно сказывается на социальных и экономических аспектах здоровья и работы населения. Вокруг предприятий, задействованных в технологических процессах уранового производства, накопилось большое количество соответствующих отходов, находящихся в хвостохранилищах и отстойниках. Параметры таких объектов, объемы отходов, уровни и дозы радиоактивного излучения в основном известны; они находятся на балансе государственного предприятия «Барьер», которое осуществляет мониторинг и проводит мероприятия по улучшению экологической ситуации в регионе.

Вместе с тем, существует ряд мелких хвостохранилищ, которые создавались на первых этапах работы урановых предприятий и находились в 50-х годах XX века далеко за пределами городской черты. К настоящему времени из-за разрастания города некоторые из них оказались в селитебной зоне. Этому немало способствовала закрытость специфической информации и утрата технической документации, случившаяся в период после распада СССР и остановки работы предприятий. В итоге территории в непосредственной близости от хвостохранилищ были застроены жилыми домами и производственными сооружениями, что существенно осложняет, а иногда делает невозможным, изучение положения границ таких экологически опасных объектов традиционными методами – радиометрией, разведочной геофизикой и бурением. Поэтому задача оконтуривания хвостохранилищ и определения объема отходов доступными дистанционными методами продолжает оставаться актуальной, тем более что сроки эксплуатации многих ограждающих дамб подошли к концу или исчерпаны.

Целью работы является изучение возможностей применения геофизического метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИ-ЭМПЗ) для оконтуривания границ хвостохранилищ на поверхности.

Идея применения метода ЕИЭМПЗ заключается в допущении, что при формировании хвостохранилища отходы складировались в жидком или пульпообразном состоянии. Несмотря на усадку и удаление растворов на сегодняшний день они остаются более обводненными, нежели окружающие их грунты и ограничивающие дамбы. Благодаря тому, что естественное электромагнитное излучение Земли способно поглощаться в зонах обводнения или повышенного увлажнения, становится возможным отделить отходы от пород и дамб вследствие их различных физико-механических свойств.

В качестве объекта для исследований выбраны хвостохранилища по ул. Лазо в г. Днепродзержинске (рис. 1-а). Одно из них – нижнее (рис. 1-б), достаточно хорошо изученное в результате выполнения исследовательских работ в 2005-2008 годах с применением эманационной съемки[1], послужило эталоном для сопоставления с данными ЕИЭМПЗ. Другое – верхнее (рис. 1-в) имеет предположительные контуры и, по выражению бывшего работника предприятия на пенсии, «находится где-то здесь». К сожалению, подобная «привязка» характерна для многих мелких хвостохранилищ в черте города.

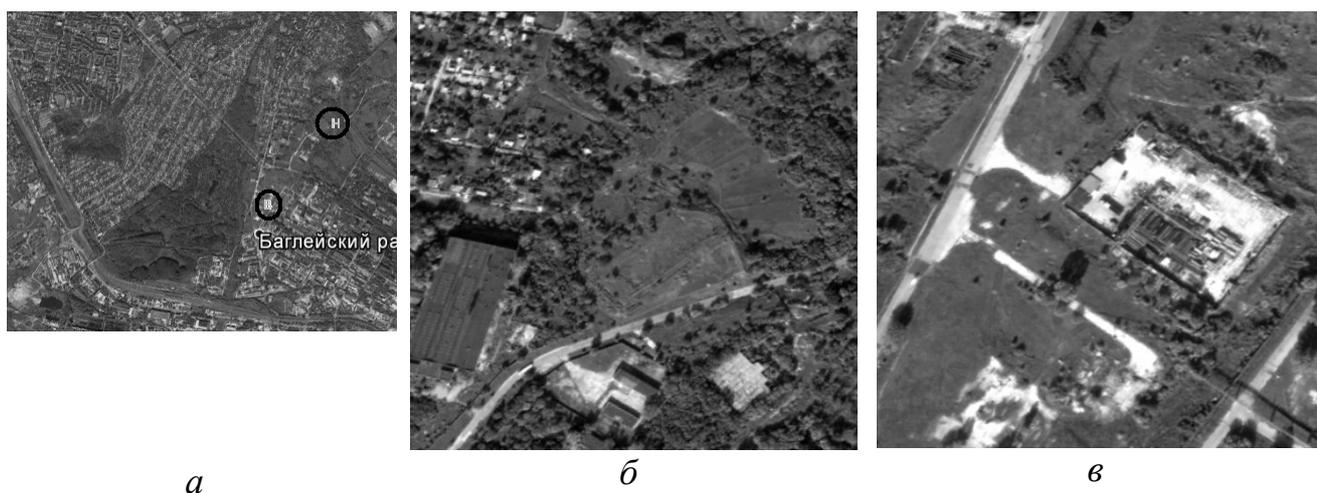


Рис. 1. Схема расположения нижнего (н) и верхнего (в) хвостохранилищ на ул. Лазо в г. Днепродзержинск (а) и общий вид нижнего (б) и верхнего (в) хвостохранилищ (по данным интернет-портала Google Earth)

Хвостохранилище было сформировано и находилось в эксплуатации в 50-60-х годах прошлого века. В нем содержатся отходы производственного объединения «Азот», использовавшего некоторое время в технологическом процессе продукты передела урановых руд производственного объединения «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ»). В период 1949–1991 гг. ПО «ПХЗ» осуществляло переработку урансодержащих руд, рудных концентратов и шлаков, которые образовались при выплавке чугуна из железоурановых руд Криворожья. Остатки гидрометаллургического производства закиси-оксида урана ней-

трализовались щелочными растворами и накапливались в прилегающих к территории завода глиняных карьерах и оврагах, которые расположены на склонах и террасе р. Днепр. Некоторое время на производственном объединении «Азот» использовалась технология извлечения фосфатов из фосфорсодержащих растворов (кислот) основного производства ПО «ПХЗ». Растворы содержали большое количество радия-226, свинца-210, полония-210 и других радионуклидов уранового ряда, которые затем попали в хвосты.

Для большинства мест накопления отходов производства построены дамбы, но дно и борта не имеют специальной инженерной защиты для долговременного и безопасного содержания отходов.

Хвостохранилище по ул. Лазо расположено в промышленной зоне ПО «Азот» в овраге, который протягивается с юго-запада на северо-восток. После заполнения хвостохранилище было покрыто слоем грунта толщиной от 2 до 4 м. В настоящий момент поверхность не спланирована и имеет вид неорганизованной свалки. Оно граничит на севере и северо-западе с незастроенной территорией, на востоке находится промышленная площадка ПО «ПХЗ», на юге - территории промышленных предприятий, на западе - жилая зона (индивидуальная застройка), вся территория кроме западного участка ограждена колючей проволокой (рис. 2). По дну оврага проходит закрытый действующий коллектор для сточных промышленных вод.

В пределах территории хранилища проложена автомобильная дорога, в месте пересечения тела дамбы она находится на 4 м ниже поверхности отходов.

В результате предшествующих исследований [1] выявлено, что в северной части территории отходы нижнего хвостохранилища по ул. Лазо классифицируются по содержанию альфа – излучающих радионуклидов как низкоактивные радиоактивные отходы второй категории. Глубина залегания технологических отходов в северной части территории от 2,0 м, а под дорогой – до 0,5 м. По данным гамма-съёмки, верхний слой покрывающих отходы грунтов не имеет значительных загрязнений и не представляет непосредственной угрозы для населения в настоящее время. В южной части территории, где расположено верхнее хвостохранилище, прилегающее к ПО «Азот», технологических отходов с повышенной радиоактивностью не обнаружено.

В качестве направления дальнейших исследований авторы [1] рекомендовали провести дополнительные работы для оценки надежности существующих гидро- и радиозащитных барьеров и определения объёмов отходов в хвостохранилищах. При этом было отмечено, что такие работы могут столкнуться с рядом трудностей. Например, в случае отсутствия радионуклидов в отходах применение радиометрических наблюдений не даёт ожидаемого результата. При просачивании техногенных грунтовых вод, загрязнённых радионуклидами, через тело дамбы, она может приобрести повышенный радиационный фон, из-за чего затухает контрастность аномалий. Буровые работы также ограничены следующими соображениями: во-первых, их дороговизной; во-вторых, труднодоступностью некоторых хвостохранилищ для размещения буровой установки; в-третьих, в случае вскрытия буровым снарядами участков (зон, линз) с повышенной радиоактивностью потребуются дезактивация механизмов, которая не всегда будет успешной.

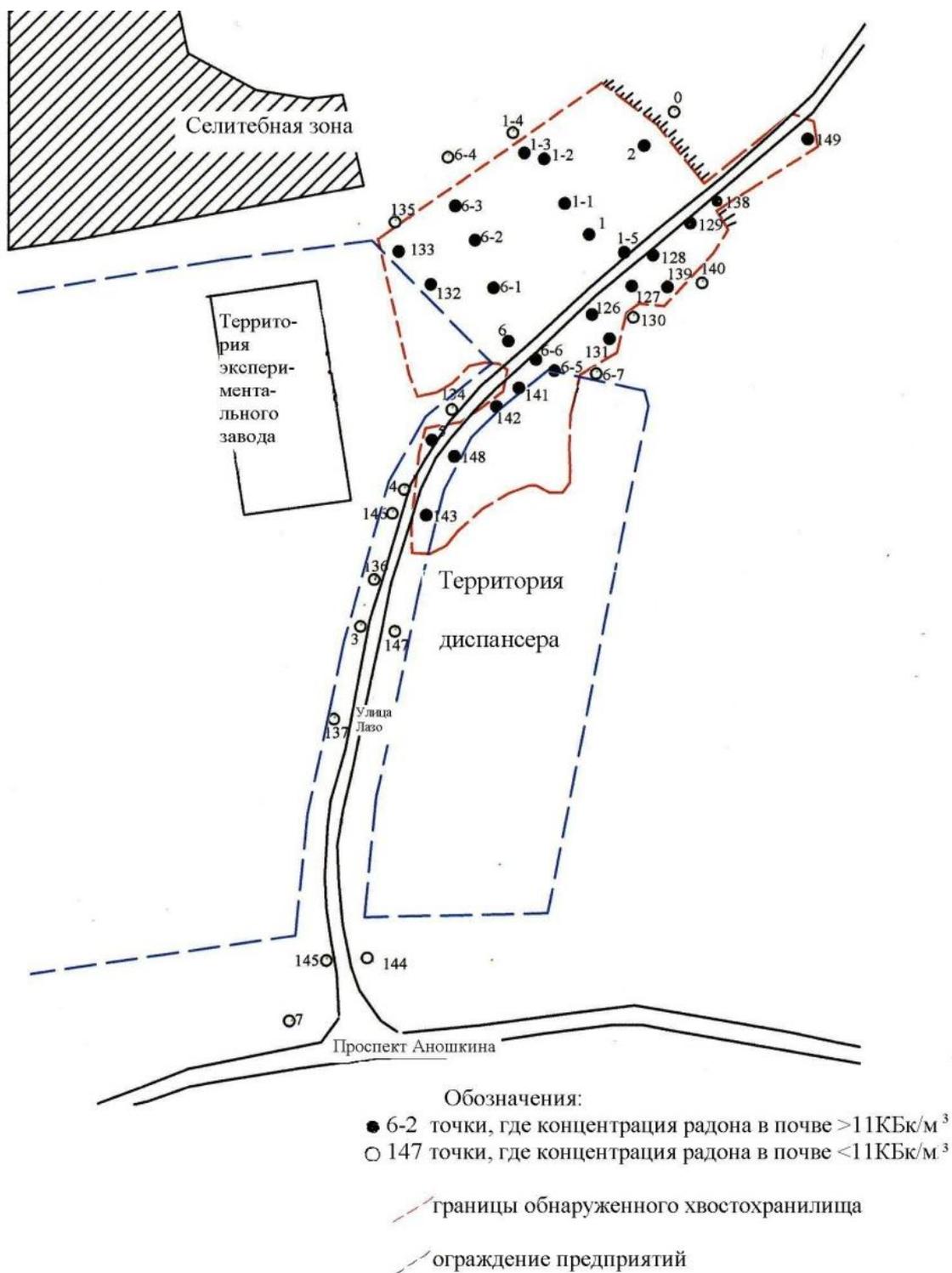


Рис. 2. Схематический план нижнего хвостохранилища по ул. Лазо (по данным [1])

Исходя из отмеченных соображений, в 2013 году проведены опытно-методические работы методом ЕИЭМПЗ для оценки его возможностей в установлении границ хвостохранилищ. Подробное описание метода и оборудования приведено в [2].

Полевые работы методом ЕИЭМПЗ проводились в профильно-площадном варианте. Расстояние между профилями – 3 м, между точками наблюдений – 3 м. По данным полевых исследований построены карты плотности

потока магнитной составляющей ЕИЭМПЗ по трем антеннам, ориентированным по направлениям С-Ю, З-В и вертикально. В основу интерпретации положена стандартная методика обработки геофизических данных и предположение о том, что разуплотненным обводненным отложениям хвостохранилища должны соответствовать в поле ЕИЭМПЗ зоны слабодифференцированного, «размытого» поля с пониженными значениями плотности потока импульсов. Рассмотрим результаты исследований.

1. Нижнее хвостохранилище на ул. Лазо.

Карты-схемы плотности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ приведены на рис. 3.

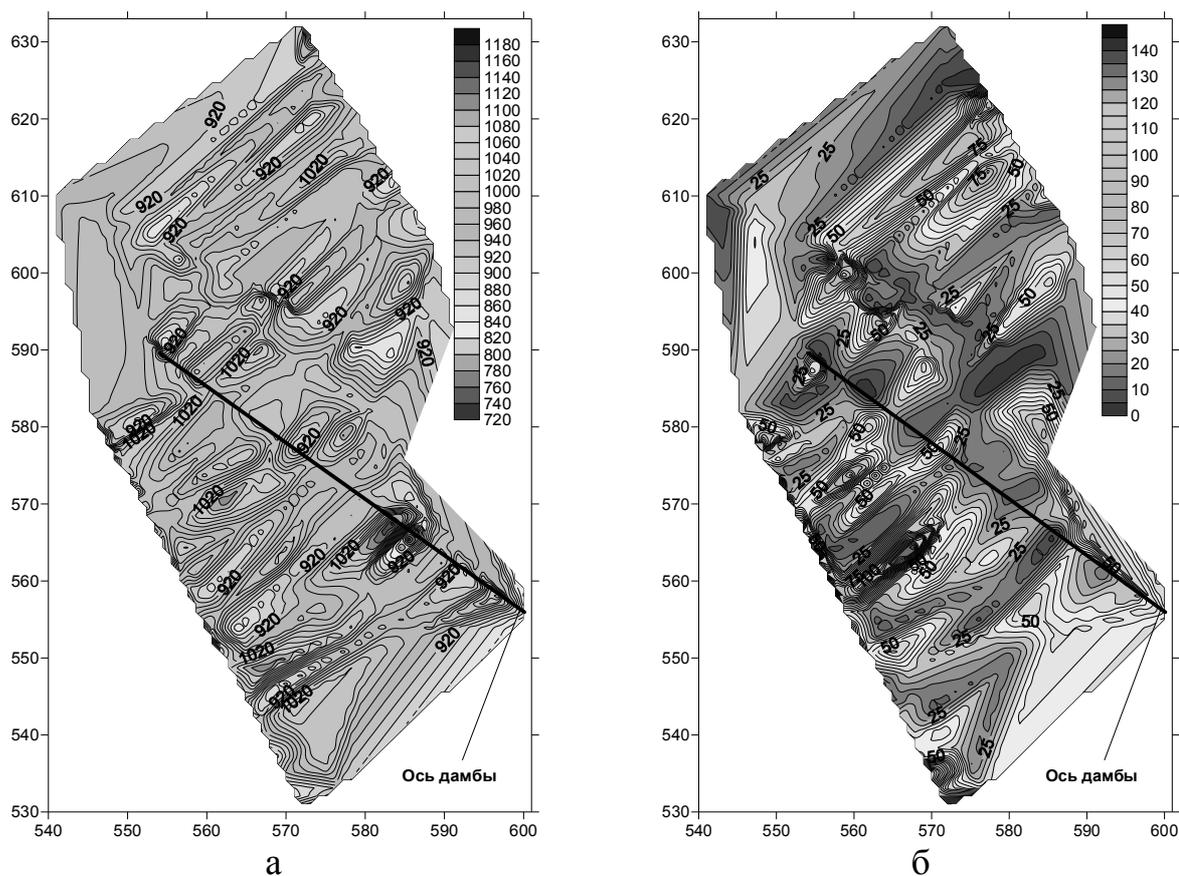


Рис. 3. Карты-схемы плотности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ для нижнего хвостохранилища по ул. Лазо: а – по данным вертикальной антенны; б – по данным антенны запад-восток. Система координат условная в метрах. Градационная шкала – количество импульсов ЕИЭМПЗ

В результате совместной интерпретации карт плотности потока магнитной составляющей ЕИЭМПЗ по трем антеннам построена схема, на которой выделены зоны обводнения и разуплотнения в теле дамбы, оползни в нижнем бьефе дамбы, а также предположительные границы хвостохранилища (рис. 4). Центральная часть района исследований, судя по ЕИЭМПЗ, представлена плотными слабообводненными породами, предположительно здесь расположен водораздел между двумя балками либо борт балки. В нижнем бьефе дамбы на-

блюдаются три оползневые зоны, что обусловлено чрезмерным увлажнением тела дамбы. Визуальный анализ тела дамбы показал, что на гребне дамбы формируется еще одна трещина отрыва, которая может привести к образованию четвертого оползня. Дренажная система для отвода воды из хвостохранилища засорена и не выполняет полностью свои функции.

Учитывая результаты исследований, следует заметить, что необходимы неотложные меры по укреплению тела дамбы, а также по очистке дренажной системы, в противном случае ситуация может стать неуправляемой и экологически опасной.

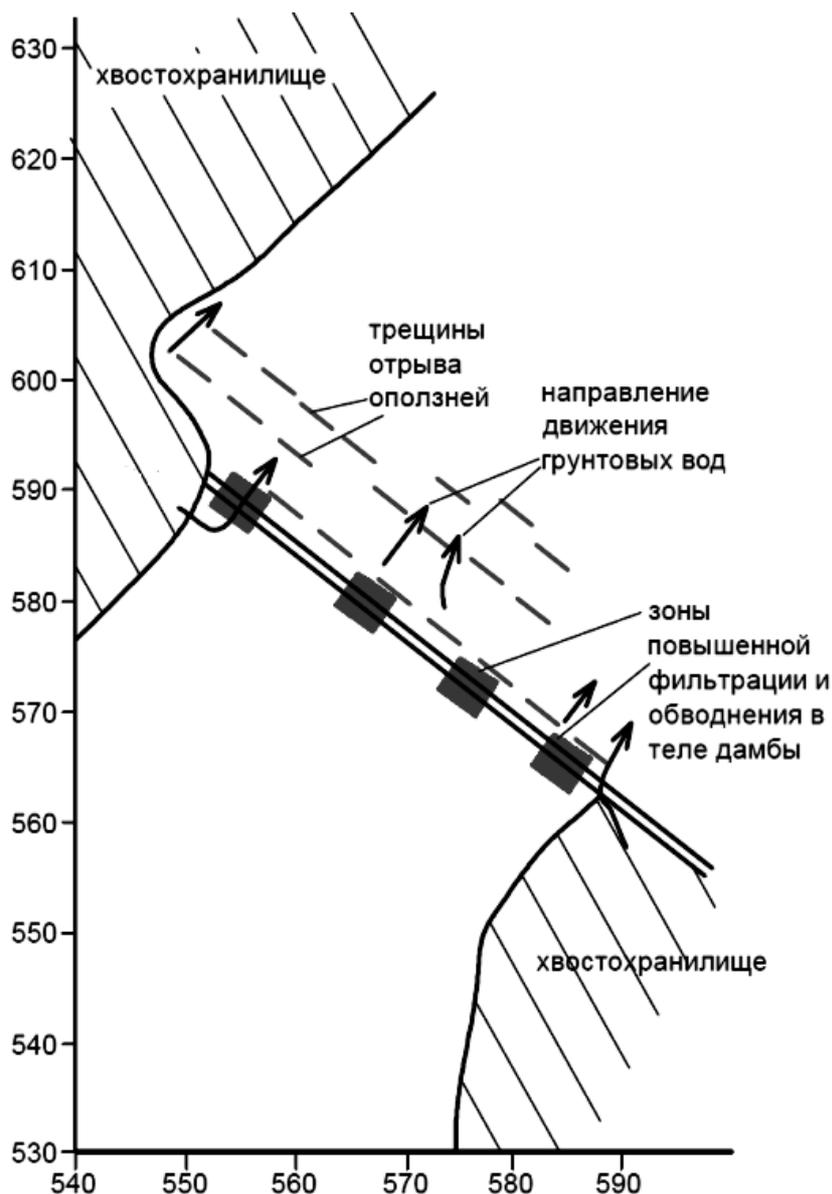


Рис. 4. Результаты интерпретации карт плотности потока магнитной составляющей ЕИЭМПЗ для нижнего хвостохранилища на ул. Лазо

2. Верхнее хвостохранилище по ул. Лазо.

Карты-схемы плотности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ приведены на рис. 5.

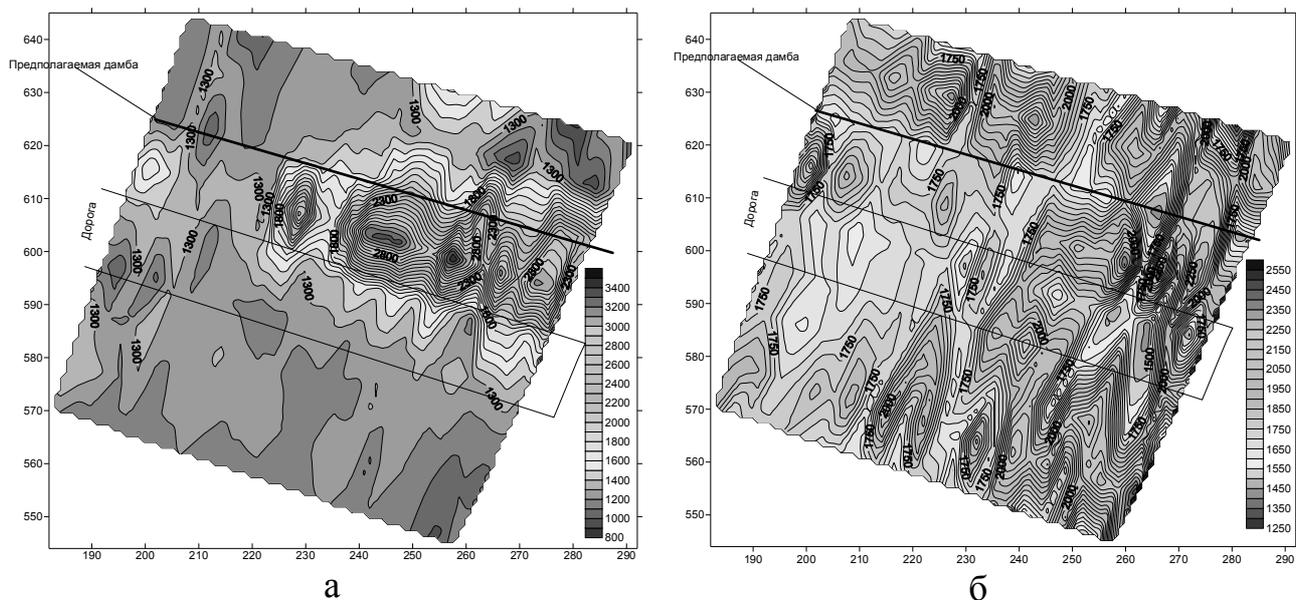


Рис. 5. Карты-схемы плотности потока импульсов магнитной составляющей ЕИЭМПЗ для верхнего хвостохранилища по ул. Лазо: а – по данным вертикальной антенны; б – по данным антенны запад-восток. Система координат условная в метрах. Градационная шкала – количество импульсов ЕИЭМПЗ

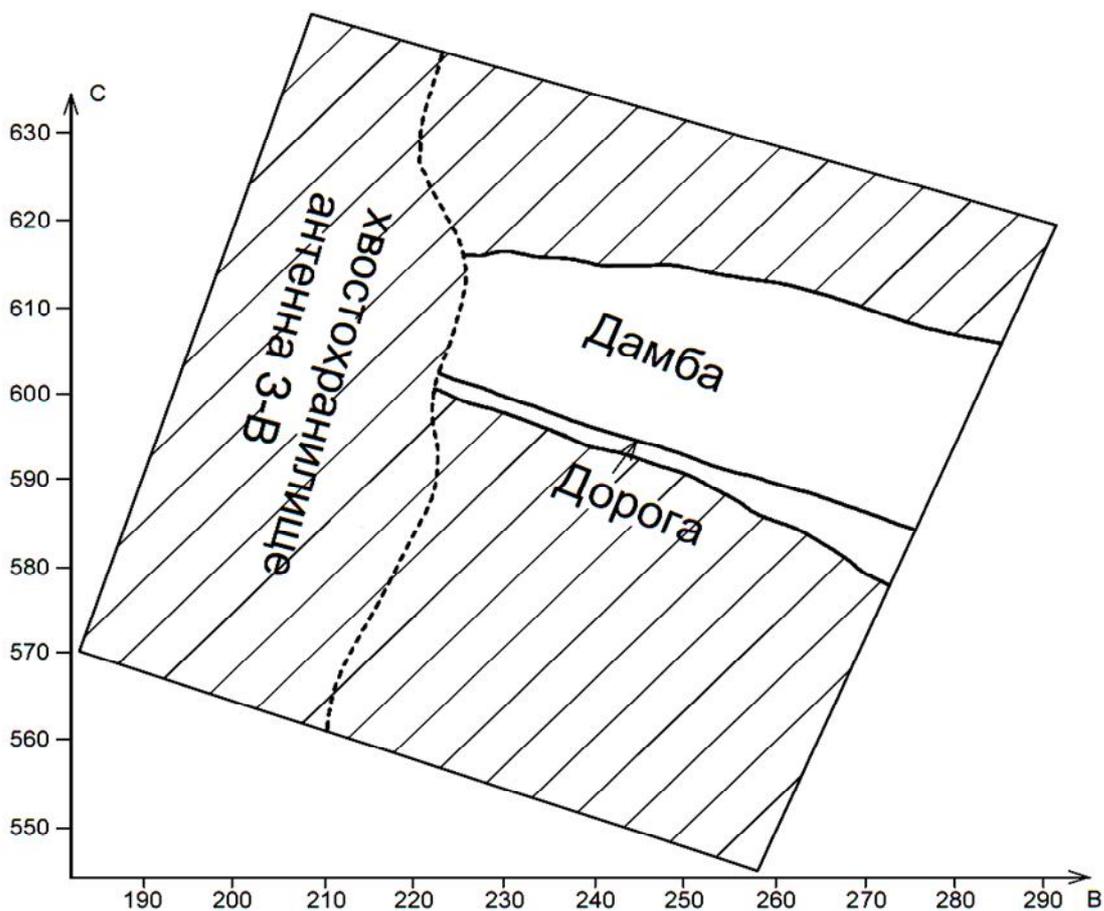


Рис. 6. Результаты совместной интерпретации карт плотности потока магнитной составляющей ЕИЭМПЗ для верхнего хвостохранилища на ул. Лазо

Интерпретация карт плотности потока магнитной составляющей ЕИЭМПЗ дает неоднозначные результаты. По двум картам, построенным по данным антенн, ориентированных вертикально и север-юг, повышенными значениями выделяются дамба и часть дороги, весь остальной участок заполнен отходами, границ хвостохранилища с естественным залеганием горных пород не выявлено. Интерпретация материалов карты с антенны запад-восток позволяет выделить часть дамбы и дороги, которые фиксируются повышенными значениями поля. Кроме того, на северо-западе и западе участка съемки выделяется зона слабоаномального поля, соответствующая породам хвостохранилища. Остальная часть территории представлена ненарушенными в естественном залегании горными породами. Результаты интерпретации этой карты сомнительны, поскольку хвостохранилище не может располагаться вне ограничивающей его дамбы. Причиной слабой достоверности этой карты может быть наличие в непосредственной близости от участка работ ЛЭП, которая проходит с севера на юг и создает помехи техногенного характера для антенны широтной ориентировки. Совместная интерпретация всех трёх карт приведена на рис. 6.

Заключение. Анализ исследований на хвостохранилищах, содержащих повышенные концентрации природных радионуклидов с помощью эманационной съемки и съёмки ЕИЭМПЗ в пределах двух хвостохранилищ показал хорошую сходимость результатов. Комплексование геофизических методов позволило существенно уточнить границы хвостохранилищ, а методом ЕИЭМПЗ установить и техническое состояние дамбы, ограждающей опасные отходы производства. В частности, обозначены пути фильтрации растворов из хвостохранилища, определено местоположение зарождающегося оползня в теле дамбы.

Таким образом, для выявления границ хвостохранилищ, содержащих повышенные концентрации природных радионуклидов и построенных в 50–60-е годы прошлого века, документация по которым утеряна, можно предложить комплекс геофизических методов, состоящий из радиометрических исследований (эманационной съемки) и съёмки ЕИЭМПЗ.

Список литературы

1. Сорока Ю. Н. Применение геофизических методов для поиска и оконтуривания старого захороненного хвостохранилища в селитебной зоне / Ю. Н. Сорока, К. Ю. Сорока, А. И. Молчанов [и др.] //Зб. статей V Міжнар. наук.-практ. конф. [«Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»], (Алушта, 7-11 вересня 2009). – Т. 2. – Харків, 2009. – С.197-202.
2. Пикареня Д. С. Опыт применения метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для решения инженерно-геологических и геологических задач / Д.С. Пикареня, О. В. Орлинская. – Днепропетровск: Изд-во «СВИДЛЕР», 2009. – 120 с.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 10.11.13*