

Отчет утверждается:

От МНТЦ	От Головного института	От Партнера
Норбер Джостен Исполнительный Директор (дата)	Гумарбек Даукеев Ректор (дата)	Вильям Фриман Директор Программ для СНГ (дата)

Второй годовой отчет

по проекту МНТЦ К-1240р

“ Последемеркуризационное управление ртутным загрязнением на территории бывшего ПО «Химпром», а также оценка риска для окружающей среды от загрязнения подземных вод и прилегающих водоемов Северной промышленной зоны г. Павлодара”

Головной институт:

НАО «Алматинский институт энергетики и связи», Кафедра методологии научного природопользования Би Джи (АИЭС)

Институты-участники:

- 1. Институт гидрогеологии и гидрофизики (ИГГ)**
- 2. АО «Каустик» (Каустик)**
- 3. Павлодарский государственный университет (ПГУ)**
- 4. АО «Биомедпрепарат-инжиниринговый центр», лаборатория мониторинга (БМП)**

Руководитель проекта:

Илющенко Михаил Алексеевич,
р.т. 8 3272 923454 (доб.106), факс 8 3272 924461, e-mail: mai@aipet.kz

Начало проекта: 1 октября 2005 г., продолжительность работ 36 месяцев

Алматы 2007

6. Краткое описание рабочего плана:

6.1. Цели проекта

I. Оценка риска, связанного с направлением потоков ртутьсодержащих подземных вод, в том числе их прохождением через сеть водозаборных скважин села Павлодарское, к реке Иртыш и/или поднятием на поверхность пастбищ, и, в случае высокой степени такого риска, определение стратегии по его сдерживанию или минимизации;

II. Определение стратегии управления для сдерживания риска окружающей среде, вызванного ртутным загрязнением озера Балкылдак, в том числе за счет бионакопления загрязнителей по пищевым цепям.

6.2. Ожидаемые результаты

Предлагаемое исследование является прикладным исследованием в области охраны окружающей среды. Предполагается, что в процессе проведения данного исследования могут быть выявлены новые факты, которые потребуют углубления и продолжения данного исследования.

- Одним из важных результатов проведенных работ будет создание мониторинговой лаборатории Каустик, которая после завершения проекта будет способна закончить выполнение Программы последемеркуризационного мониторинга в Северной промзоне г. Павлодара в 2005-2020 гг. и проводить другие исследования в области охраны окружающей среды. Завершение фазы I Проекта демеркуризации не означает прекращение работ по исследованию ртутного загрязнения в Павлодаре. Начинаются этапы II и III, которые потребует более тщательных и объемных исследований остаточного ртутного загрязнения и риска, исходящего от него. Это позволит этой лаборатории стать самокупаемой.
- Каустик совместно с АИЭС проведут мониторинговое исследование ртутного загрязнения подземных вод в Северной промзоне г. Павлодара,
- АИЭС совместно с Каустик изучат степень загрязнения ртутью пастбищ в районе возможного поднятия ртутьсодержащих подземных вод,
- БМП совместно с Каустик проведут мониторинговое исследование загрязнения ртутью почв в Северной промзоне г. Павлодара,
- АИЭС совместно с ПГУ исследуют уровни загрязнения ртутью донных отложений и биоты накопителя сточных вод – озера Балкылдак,
- АИЭС совместно с ИГГ проведут оценку риска от остаточного ртутного загрязнения подземных вод и накопителя сточных вод – озера Балкылдак
- ИГГ модернизирует и улучшит модель загрязнения подземных вод в Северной промзоне г. Павлодара, и на ее основе выполнит прогнозы распространения загрязнений подземных вод ртутью.
- АИЭС совместно с ИГГ выработают и обсудят с заинтересованными организациями и органами власти предложения по управлению рисками в северном пригороде Павлодара, включающие возможность проведения дополнительных работ по демеркуризации ПО "Химпром" и/или приведение в безопасное состояние накопителя сточных вод – озера Балкылдак.

6.3. Технический подход

При отборе проб и химико-аналитических работах будут использованы методики, рекомендованные Агентством по Охране Окружающей Среды США, а также стандартные процедуры, принятые на Западе по планированию работ и контролю качества. Химические анализы твердых образцов на содержание ртути будут выполнены с помощью AAS анализатора (Lumex RA 915+); для определения содержания общей ртути в образцах воды и биологических тканей будет использоваться AFS анализатор (PS Analytical Millennium Merlin System).

Оценка и управление риском, связанным с загрязнением подземных вод, будут осуществлены с помощью гидрогеологических моделей, выполненных на основе программного продукта ModFlow GMS 5.0. Предварительная оценка риска (Уровень 1 оценки риска), исходящего от загрязнения пастбищ и рыбы будет проводиться методом мониторинга ртутного загрязнения и сравнения показателей загрязнения с существующими государственными нормативами.

8. Технический прогресс в течение второго года

8.1. Выполненная работа в соответствии с задачами и основными этапами

8.1.1. Изучение поднятия ртутьсодержащих подземных вод в понижения в насыщенной и ненасыщенной зонах и накопления ртути в мелких водоемах, почве и растительности. Разработка стратегии управления с целью сдерживания риска на данной территории для населения и крупного рогатого скота (Задача 1)

8.1.1.1 *Обследование подземных вод:* в сентябре-октябре 2007 г. были отобраны и проанализированы пробы воды для определения ртути общей из 81 наблюдательной гидрогеологической скважины, в это же время также были проведены замеры уровней воды в 154 наблюдательных гидрогеологических скважинах.

8.1.1.2. На территории пастбища, используемого населением села Павлодарское для выпаса скота, *отобраны 2 интегральных образца кормовых трав.*

8.1.1.3. *Были проанализированы 111 проб почв, отобранных в 2006 г. по регулярной сети из слоя 0-10 см в пяти местах возможного выклинивания загрязненных ртутью подземных вод на территории между 1-й промышленной площадкой Павлодарского химического завода (ПХЗ) и накопителем Балкылдак.*

8.1.1.4. *Результаты полевых измерений и химико-аналитических работ были собраны в электронные «Итоговые таблицы 01 - 03.2007», составившие Базу данных постдемеркуризационного мониторинга в районе промплощадки бывшего ПО «Химпром» г. Павлода.*

8.1.1.5. *Результаты определения концентрации ртути в почвах были использованы для уточнения карты ртутного загрязнения почв, построенной в 2002 г. (рис. 1. Приложение 1).*

8.1.1.6. *Результаты определения в 2007 г. концентрации ртути в подземных водах в районе ртутного загрязнения («Итоговая таблица 02.2007») были нанесены на векторную карту вместе с результатами аналогичных исследований 2004, 2005 и 2006 гг. (рис. 2. Приложение 1)*

8.1.2. Оценка возможности изменения направления потока ртутьсодержащих подземных вод, исследование его взаимодействия с вмещающими породами и нижележащими водоносными горизонтами (Задача 2)

8.1.2.1. Завершена калибровка локальной модели гидрогеологических условий для участка загрязнения подземных вод ртутью.

8.1.2.2. Для оценки риска ртутного загрязнения почв в результате поднятия к поверхности земли загрязненных подземных вод и их испарения выполнен анализ особенностей гидрогеологических условий исследуемой территории и результатов моделирования с целью выявления участков с высокой вероятностью попадания ртути в зону аэрации.

8.1.2.3. Проведен лабораторный эксперимент по исследованию сорбционных равновесий в системе вмещающая порода (супесь, отобранная в Северной промзоне г. Павлодара) – раствор $HgCl_2$ и определены сорбционные коэффициенты для компьютерного моделирования гидрогеологических процессов.

8.1.3. Составление карты загрязнения ртутью почв Северной промышленной зоны г. Павлодара для разработки ТЭО их очистки (Задача 3)

8.1.3.1. Составлен и передан Институту-участнику АО Каустик План пробоотбора для составления карты ртутного загрязнения почв 2007-2008 гг.: Таблица с координатами точек отбора и 3 карты с местоположением точек отбора (рис. 3-5, Приложение 1). Персонал Каустика обучен работе с портативным GPS по определению местоположения точек отбора, методикам отбора почв, их хранения и подготовке проб к химико-аналитическим работам.

8.1.4. Оценка возможности сдерживания риска, исходящего от ртутного загрязнения накопителя сточных вод - озера Балкылдак, в том числе обитающей в нем рыбы (Задача 4)

8.1.4.1. Отбор донных отложений и замеры мощности мягких илов в накопителе Балкылдак: в марте 2007 г. из-под льда - 159 проб по 94 точкам отбора; в сентябре 2007 г. вдоль береговой линии в тростниковых зарослях - 35 проб по 35 точкам отбора.

8.1.4.2. В рамках ГИС накопителя Балкылдак с помощью модуля Spatial Analyst программного обеспечения ArcGIS составлен окончательный вариант электронной карты глубин накопителя и мощностей его донных отложений.

8.1.4.3. Отбор образцов биоты для химического анализа на ртуть общую: в мае-сентябре 2007 г. на накопителе сточных вод Балкылдак отобрано рыбы – 60 экземпляров, бентосных и планктонных организмов, соответственно, - 8 и 9 интегральных проб, на водосборе накопителя Балкылдак бентоса – 3 интегральные пробы, на контрольном водоеме озере Кривое рыбы – 30 экземпляров, бентосных организмов - 3 интегральных пробы. В это же время также проведено массовых промеров рыб для морфологического анализа на накопителе сточных вод Балкылдак – 3, на озере Кривое – 1.

8.1.4.4. Проведен морфологический анализ образцов рыбы, отобранных в 2006 и 2007 гг.

8.1.4.5. Результаты полевых измерений на накопителе Балкылдак были собраны в электронные «Итоговые таблицы 04 - 07.2007», составившие Базу данных ртутного мониторинга накопителя Балкылдак.

8.1.5. Выработка и обсуждение на региональном уровне рекомендаций по 2-й фазе демеркуризации и другим реабилитационным мероприятиям в Северной промзоне г. Павлодара в районе бывшего ПО "Химпром", включая рекомендации по ликвидации или дальнейшему безопасному использованию накопителя сточных вод – озера Балкылдак (Задача 5)

8.1.5.1. 22 декабря 2006 г. в Павлодаре *проведены общественные слушания по результатам исследований накопителя Балкылдак* в рамках проекта К-1240р (присутствовали депутаты областного маслихата, чиновники экологических и санитарно-эпидемиологических департаментов, руководители ПХЗ). Телесюжеты о слушаниях были показаны в новостях по двум областным телеканалам (Казахстан-Павлодар, Ирбис). На слушаниях обсуждены данные 2006 г. о содержании ртути общей в донных отложениях и рыбе накопителя, которые показали серьезность потенциальных рисков, исходящих из этого технического водоема. Также были *обсуждены и утверждены «Научно-обоснованные рекомендации по организации мониторинга накопителя сточных вод «Балкылдак» и «Программа научных исследований накопителя сточных вод «Балкылдак»*, которые были разработаны в сентябре 2006 г. (см. Первый годовой отчет, раздел 8.1.5.2.) и приняты как официальные документы Павлодарского областного акимата. *Обсуждены возможности радикального изменения структуры ихтеоценоза накопителя.*

8.1.5.2. С руководителями Павлодарского территориального управления охраны окружающей среды и ПХЗ *обсуждены результаты исследования ртутного загрязнения почв на территории промплощадки №1 ПХЗ и вокруг нее* (см. раздел 8.2.3.3. настоящего отчета и рис.1 Приложения 1), *а также эмиссии паров ртути в атмосферу* (см. Первый годовой отчет по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.2.3.4.) *и фильтрации растворимых форм ртути в подземные воды с загрязненных почв* (см. раздел 8.2.3.2. настоящего отчета и рис.2 Приложения 1). Это инициировало обращение Павлодарского территориального управления охраны окружающей среды к руководителям проекта К-1240р с предложением расширить программу исследования ртутного загрязнения почв, чтобы подготовить ТЭО их очистки. В связи с этим была *согласована и изменена Задача 3 Рабочего плана проекта и подготовлен План пробоотбора почв* (см. раздел 8.1.3. настоящего отчета и рис. 3-5 Приложения 1), переданные АО Каустик для выполнения полевых и химико-аналитических работ как в рамках проекта К-1240р, так и за счет других источников финансирования.

8.1.5.3. *Ход демеркуризационных и мониторинговых работ в Павлодаре был доложен на семинаре БИОМЕРКУРИ в Саутгемптоне, Великобритания (19-23 февраля 2007).*

8.1.5.4. 28 мая - 1 июня 2007 г. при поддержке Программы Глобального партнерства Правительства Канады, Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан и МНТЦ *в г. Астане проведен международный семинар «Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье»*. Одной из целей семинара являлась оценка эффективности технических решений и обмен опытом по очистке от ртути загрязненных территорий (на примере проектов по демеркуризации в городах Павлодаре и Темиртау). В Семинаре приняли участие 42 специалиста из Казахстана, России, Канады, США, Великобритании. Было сделано 25 докладов, в том числе 8, имеющих отношение к ртутному загрязнению в Павлодаре. В 4 докладах были представлены результаты, полученные по проекту К-1240р. В рамках Семинара была организован и проведен специальный технический тур, во время которого его участники посетили район ртутного загрязнения в Северной промышленной зоне г. Павлодара и встретились со специалистами Павлодарского областного территориального управления охраны окружающей среды. В работе семинара также приняли участие специалисты Министерства охраны окружающей среды Республики Казахстан, Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан и Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан. Работа семинара освещалась Республиканским телевидением.

8.1.5.5. 21 августа 2007 г. ПГУ, общественный фонд «Центр партнерства» и отдел туризма Департамента физической культуры и спорта Павлодарской области в рамках Программы "Экотурист 2007" в г. Павлодаре провели велопробег вокруг накопителя Балкылдак. В велопробеге участвовали студенты ПГУ и школьники Средней общеобразовательной школы 40, расположенной в с. Павлодарское. Во время велопробега, в котором участвовало 10 велосипедистов-школьников в сопровождении патрульной машины дорожной полиции и автобуса с медперсоналом и командой поддержки (всего 15 человек сопровождения), возле каждой из выделенных ранее трех станций наблюдения были сделаны привалы. Во время этих остановок студенты ПГУ рассказывали участникам велопробега об истории образования озера Балкылдак и его трансформации в накопитель, его нынешнем техническом состоянии, влиянии на окружающую среду, показывали приемы работ в экологических исследованиях, способы отбора проб и т.д. Итоги велопробега были подведены 15.09.07 на семинаре "Экотурист 2007", проведенном в Средней общеобразовательной школе 40.

8.1.5.6. В течение года неоднократно обновлялись веб-сайты <http://Hg-Pavlodar.narod.ru> и <http://Hg-Kazakhstan.narod.ru> (см.раздел 13 настоящего отчета), содержащие материалы о ходе демеркуризации и постдемеркуризационном мониторинге в Северной промышленной зоне г. Павлодара. Первый сайт существует уже в течение 4 лет и имеет в среднем 1000 посещений в год, второй – 2 года и имеет в среднем 500 посещений в год. Создание английской версии обоих веб-сайтов увеличило число их посещений в 2007 г. и существенно расширило географию этих посещений. Преподаватели ПГУ широко используют эти веб-сайты как учебное пособие.

8.1.5.7. В течение года были проведены переговоры со специалистами и официальными лицами из Чехии, Великобритании и Канады (в том числе организованы посещения территории очистки от ртути в Северной промышленной зоне г. Павлодара) о возможности финансирования исследований, продолжающих проект МНТЦ К-1240р. Подготовлены два пропозала, которые представлены на рассмотрение в Правительства Чехии (совместно с компанией АО GEOtestBRNO г. Брно, Чехия) и Великобритании (совместно с Оксфордским университетом). Совместно с учеными из России (доктор Фаина Ингель и профессор Михаил Шпирт) подготовлены два предпропозала на исследование влияния ртути на здоровье населения в Павлодаре и исследование вклада в эмиссию ртути в атмосферу от сжигания казахстанского угля. Профессору Светлане Абдрашитовой для составления рабочего плана проекта МНТЦ К-1477р переданы данные, относящиеся к ртутному загрязнению подземных вод в Павлодаре.

8.2. Достижения второго года

8.2.1. Полевые работы

Проведено две экспедиции в Северную промзону г. Павлодара: весеннюю – в марте 2007 г. (из подо льда обследованы донные отложения накопителя Балкылдак) и осеннюю - в сентябре-октябре 2007 г. (обследованы подземные воды, завершён отбор проб донных отложений накопителя Балкылдак, собраны образцы кормовых трав на пастбище). Полевые работы ПГУ по изучению биоты накопителя Балкылдак продолжались в течение всего летнего сезона.

8.2.1.1. Обследование подземных вод

Обследование подземных вод для получения данных о сезонном колебании их уровня было проведено по всей площади Северной промзоны г. Павлодара (эти данные необходимы при моделировании гидродинамических условий), а для получения данных об изменении концентрации в них ртути общей только в местах распространения ртутного загрязнения.

8.2.1.1.1. Замеры уровня подземных вод

В сентябре 2007 г. были проведены измерения уровня подземных вод по 154 наблюдательным скважинам. Техника измерений описана в первом годовом отчете. Результаты измерений («Итоговая таблица 01.2006») также как аналогичные данные предыдущих лет были использованы для калибровки компьютерной модели ртутного загрязнения подземных вод.

8.2.1.1.2. Отбор проб подземных вод для анализа на ртуть общую

В сентябре-октябре 2007 г. с помощью погружного электронасоса были отобраны пробы подземных вод на ртуть общую из 81 наблюдательной скважины системы ртутного мониторинга Северной промышленной зоны г. Павлодара. Используемая специальная методика отбора проб описана в первом годовом отчете.

Все пробы воды и бланки не позднее чем через 4 часа после отбора доставляли в химико-аналитическую лабораторию в айсбоксе так, чтобы их температура не поднималась выше 10°C.

8.2.1.2. Исследование ртутного загрязнения кормовых трав

Отбор кормовых трав для исследования их ртутного загрязнения проводили в местах выпаса частного скота, принадлежащего населению с. Павлодарское, на пастбище, находящемся между промышленной площадкой №1 ПХЗ и накопителем Балкылдак. В сентябре 2007 г. были отобраны две интегральные пробы, влажной массой около 1 кг каждая с двух площадок площадью 10 м². Травы были высушены в сухом неотапливаемом помещении и доставлены в химико-аналитическую лабораторию в Алматы.

8.2.1.3. Исследование ртутного загрязнения накопителя сточных вод – озера Балкылдак

Исследование ртутного загрязнения накопителя сточных вод заключалось в обследовании его донных отложений и биоты.

8.2.1.3.1. Оценка ртутного загрязнения донных отложений накопителя Балкылдак

Зимние полевые работы были проведены в марте 2007 г. и продолжали обследование по Плану пробоотбора на 200 точек отбора. Используемая методика отбора проб была той же, что и в марте 2006 г., и описана в первом годовом отчете. Из подо льда были отобраны 159 проб по 94 точкам отбора по регулярной сети. Пробы были доставлены в Алматы в замороженном состоянии в начале апреля и подготовлены к определению ртути общей аналогично пробам, отобраным в 2006 г.

В сентябре 2007 г. вблизи береговой линии было отобрано 35 проб донных отложений по 35 точкам, оставшимся из Плана на 200 точек отбора. Эти точки были недоступны как в зимний период (из-за промерзания в этих местах воды до дна водоема), так и из лодки в летний период из-за плотных тростниковых зарослей. Отборщик проб был одет в специальный гидрокостюм и осторожно заходил к точке отбора с берега. Пробы были доставлены в Алматы в замороженном состоянии и подготовлены к определению ртути общей аналогично всем остальным пробам.

Одновременно с отбором проб донных отложений были проведены батиметрические замеры и замеры мощности мягких илов, которые затем были сведены в «Итоговые таблицы 04 и 05.2007» и использованы для развития ГИС Северной промзоны г. Павлодара.

8.2.1.3.2. Отбор образцов биоты накопителя сточных вод Балкылдак и контрольного водоема

Летний сбор гидробионтов Балкылдака и контрольного водоема озера Кривое был проведен в мае-сентябре 2007 г. по трем станциям отбора (см. рис.6, Приложение 1) так же как и в 2006 г. (см. раздел 8.2.1.3.2. Первого годового отчета по проекту МНТЦ К-1240р).

Характеристики станций отбора на накопителе Балкылдак:

Станция 1.

Песчаный пляж 200x25 м, песок мелкий, толщина песчаного слоя несколько сантиметров, под ним илово-глинистые отложения черного цвета. С юга, со стороны ПХЗ имеется ручей, вытекающий из бетонного колодца и впадающий в накопитель. Вода в нем, согласно органолептическим показателям, чистая, без посторонних запахов, светлая.

На всей территории пляжа разбросаны битумоидные пятна различной величины, встречаются отдельные кучи старых битумоидов. Искусственная дамба, уплотненная глиной, высотой 2,5 м, откос 60⁰, разделяет накопитель Балкылдак и спецпруды для ртутьсодержащих отходов, превращенные в могильник и перекрытые сверху многослойным экраном, покрытым задернованной почвой. На поверхности могильника произрастают луговые травы, заросли тростника высотой до 40-60 м, только здесь встречается заросли рогоза узколистого. Также пятнами встречаются солевыносливые растения. На этой станции наблюдаются наиболее многочисленные скопления птиц: чайковые, гуси, утки, лебеди.

На станции 1 проводился сбор планктонных организмов и околотовных беспозвоночных. На берегу встречаются пустые раковины моллюсков. Стадо крупного рогатого скота использует эту часть накопителя Балкылдак в качестве водопоя, поверхность могильника – в качестве пастбища.

Станция 2.

Берег накопителя Балкылдак укреплен искусственной дамбой, выложенной плитами, от уреза воды ее отделяют 2,5 - 3 м. К берегу местами подходит тростник. Станция 2 – излюбленное место рыбаков, ловящих рыбу преимущественно на удочку, иногда здесь ставят сети. Основной улов - карась серебряный.

Состояние прибрежной полосы определяется практически постоянным присутствием человека. Огромное количество самых разнообразных предметов, преимущественно пластиковых бутылок. Для многих мелких организмов эта захламленность прибрежной полосы играет положительную роль, именно здесь можно обнаружить большое количество беспозвоночных. Птиц значительно меньше, однако в некоторые выезды наблюдали чаек, уток, журавлей. В дамбе живут суслики.

Станция 3.

Песчаный пляж 100x15 м, песок крупный. Здесь в ветренную погоду вдоль береговой линии собирается вал пены шириной до 1 м с цветовой гаммой от белого до грязно-бурого. Пена на ощупь мыльная. Вода без неприятных, или резких запахов. Берег укреплен искусственной дамбой, покрытой щебнем, от дамбы до уреза воды 2-2,5 м, на территории, ограниченной дамбой, преимущественно луговая растительность, солянки, тростник – заросли до 40-60 м. Орнитофауна представлена чайковыми, трясогузками, утками. На берегу встречаются ящерицы.

Живые моллюски отсутствуют, на берегу, на песке разбросаны пустые, чистые раковины моллюсков, которые других местах не наблюдаются совсем. Эта часть озера используется рыбаками для ловли рыбы на удочку и сетями, а берег - для водопоя лошадей, которые пасутся на прилегающей к накопителю территории.

Были отобраны для химического анализа: рыба (карась серебряный) – 60 экземпляров из накопителя Балкылдак и 30 экземпляров из озера Кривое (отдельно было проведено несколько массовых промеров рыбы для морфологического анализа); бентосных и планктонных организмов, соответственно, 8 и 9 проб из накопителя

Балкылдак, бентосных организмов на водосборе накопителя Балкылдак – 3 пробы, на контрольном водоеме озере Кривое – 3 пробы.

Образцы, предназначенные для определения в них содержания ртути, были заморожены и в замороженном состоянии отправлены в лабораторию АИЭС в Алматы.

8.2.2. Химико-аналитические работы

8.2.2.1. Анализ подземных вод на ртуть общую проводили в лабораторном помещении на территории бывшего ПО «Химпром» г. Павлодар, предоставленном АО «Каустик». Использовалось химико-аналитическое оборудование, привезенное из Алматы. Остальные химико-аналитические работы были проведены в лаборатории АИЭС в Алматы. Все операции, связанные с пробоподготовкой и анализом образцов, проводили аналогично методикам 2006 г., описанным в первом годовом отчете.

На содержание ртути общей проанализирована 81 проба воды и 111 проб почв.

Результаты анализов образцов воды и почв на ртуть общую были использованы для создания Базы данных («Итоговые таблицы 02.2007 и 03.2007»).

8.2.2.2. Лабораторный эксперимент по определению коэффициентов адсорбции ртути для гидрогеологического компьютерного моделирования заключался в установлении концентраций хлорида ртути (II) в водных растворах, находящихся в равновесии с супесью, отобранной при бурении наблюдательной гидрогеологической скважины в Северной промзоне г. Павлодара в 2002 г. Концентрация ртути в подземной воде, отобранной в это же время из этой скважины, была ниже 50 нг/л.

Навески супеси (2 г), просеянной через пластмассовое сито с ячейками 2 мм, помещали в 36 одноразовых герметично-закрываемых пробирок объемом 25 мл (в качестве пробирок использовали свежизготовленные преформы из полиэтилентерефталата (PET) для производства бутылок Кока-колы, имеющие завинчивающиеся крышки из того же материала). Во все эти же пробирки заливали по 20 мл 0,33% раствора NaCl, также содержащего различные концентрации HgCl₂: 0; 6,65; 13,3; 33,0; 66,5; 100; 133; 200; 266; 665; 1330; 2660; 6650; 13300; 33000; 66500; 100000; 133000 мкг/л. Условия каждого из 18 опытов были продублированы (всего было поставлено 36 опытов), кроме этого для приготовления бланков был использован третий ряд из 18 пробирок, не содержащих навесок супеси, но в которые были залиты те же растворы NaCl и HgCl₂, что и в указанные выше дубликаты. Все растворы были приготовлены на реакгентной воде, используемой при анализе ртути в природных водах (см. Первый годовой отчет по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.2). Пробирки закрывали крышками, помещали в шейкер и встряхивали при температуре 15 °С в течение 6 часов со скоростью 200 мин⁻¹.

После встряхивания смесь раствора и супеси из каждой пробирки (а для бланков – только растворы) отфильтровали под давлением через мембранные фильтры с размером пор 0,45 мкм в одноразовые бутылки из-под Кока-колы, имеющие метку для объема 0,5 л. После сбора фильтрата объем раствора в бутылках доводили до метки, доливая 0,6 М раствор HCl, разлагали бромид-броматной смесью и анализировали на спектрометре “Millennium Merlin” так же, как пробы воды при определении ртути в природных водах (см. Первый годовой отчет по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.2).

Результаты, полученные при определении концентрации HgCl₂ на 18 бланках, использовали как поправки для учета поглощения ртути поверхностями используемой посуды и оборудования.

По результатам измерений была построена диаграмма для изотермы адсорбции Фрейндлиха. Диаграмма состояла из двух линейных участков с изломом при концентрации ртути в исходном растворе 200 мкг/л. Левый участок диаграммы имел тангенс угла наклона близкий к единице. Это означало, что при содержании ртути в исходном растворе менее 200 мкг/л полученная зависимость была близка к изотерме

Генри. Поскольку подземные воды в Северной промзоне г. Павлодара содержат ртуть менее 200 мкг/л, для построения компьютерной гидрогеологической модели ртутного загрязнения подземных вод оказалось возможным использовать изотерму адсорбции Генри с вычисленным по итогам лабораторного эксперимента коэффициентом распределения, равным **0,04 л/мг**.

8.2.3. Камеральная обработка

8.2.3.1. Создание Базы данных

Результаты полевых измерений и химико-аналитических работ были собраны в электронные «Итоговые таблицы 01 – 07.2007», которые вместе с «Итоговыми таблицами 01 – 08.2006» составили Базу данных постдемеркуризационного мониторинга. Ввиду своих больших размеров этой Базы данных, она не приводится в отчетах проекта МНТЦ К-1240р.

8.2.3.2. Обработка результатов исследования ртутного загрязнения подземных вод

Результаты определения концентрации ртути общей в подземных водах в районе ртутного загрязнения («Итоговая таблица 02.2007») были нанесены на векторную карту вместе с результатами аналогичных исследований 2004, 2005 и 2006 гг. (Рис. 2, Приложение 1) точно так же, как и в Первом годовом отчете по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.3.3. Вместе с Таблицей 1 Приложения 1 эта карта иллюстрирует динамику изменения концентрации ртути общей в подземных водах в пределах шлейфа загрязнения в постдемеркуризационный период.

Продолжающееся сокращение уровней концентраций и площади загрязнения подземных вод ртутью западнее противодиффузионной завесы по типу «стены в грунте» вокруг бывшего корпуса 31 свидетельствует об эффективности принятых инженерных решений по сдерживанию подземного ртутного очага под корпусом 31. Однако проведенные в 2006 и 2007 гг. полевые исследования показали, что одновременно сохраняются высокие уровни загрязнения подземных вод ртутью севернее противодиффузионной завесы. Скорее всего, это связано с инфильтрацией атмосферных осадков и талых вод сквозь верхний слой почв с очень высоким уровнем остаточного загрязнения металлической ртутью (см. Первой годовой отчет по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.3.4). Если это предположение верно, то факт сохраняющейся высокой концентрации ртути в подземных водах подтверждает вывод о высокой остаточной степени риска, связанной с загрязнением ртутью верхнего слоя почв на бывшей промышленной площадке хлор-щелочного производства (см. Первой годовой отчет по проекту МНТЦ К-1240р, раздел 8.2.3.4). Это подтверждает актуальность проведения дополнительных работ по картографированию и очистке почв на промплощадке №1.

В 2007 г. было также установлено, что в скважинах 73-02 и 79-02 появились высокие концентрации ртути, хотя ранее ртуть в них не обнаруживалась совсем (см. Таблицу 1, Приложение 1). Этот результат хорошо согласуется с результатами моделирования развития ртутного загрязнения подземных вод, полученными с помощью модели-врезки в 2007 г. (см. Раздел 8.2.4.), и свидетельствует о продолжающемся распространении шлейфа ртутного загрязнения подземных вод в северо-западном направлении.

8.2.3.3. Обработка результатов исследования ртутного загрязнения почв

Результаты определения концентрации ртути в пробах почв между промышленной площадкой №1 и накопителем Балкылдак («Итоговая таблица 03.2007»), отобранных по регулярной сети, были использованы для коррекции Карты ртутного загрязнения почв 2002 г. (см. Рис. 1, Приложение 1). В результате этой коррекции на карте обозначилась

обширная область загрязнения верхнего слоя почв севернее бывшей насосной станции сточных вод № 6, образованная поднятием загрязненных ртутью подземных вод к поверхности (см. раздел 8.2.4. настоящего отчета) или утечками из канализационных сетей. Границы этого участка требуют уточнения при дополнительном отборе проб почв, как это предусмотрено Планом пробоотбора (см. раздел 8.1.3. настоящего отчета и рис. 3-5 Приложения 1). Подтверждение предположения о поднятии к поверхности загрязненных ртутью подземных вод как о причине загрязнения поверхностных почв ртутью в свою очередь подтверждает высокую степень риска, продолжающую исходить от шлейфа ртутного загрязнения подземных вод, так как обнаруженная область загрязнения верхнего слоя находится на территории пастбища стада крупного рогатого скота, принадлежащего населению села Павлодарское.

8.2.3.4. Обработка результатов исследования донных отложений накопителя Балкылдак

В рамках ГИС Северной промзоны г. Павлодара с помощью модуля Spatial Analyst программного обеспечения ArcGIS и по данным «Итоговых таблиц 01.2006 и 04-05.2007» по 200 точкам опробования были составлены окончательные электронная карта глубин накопителя сточных вод Балкылдак и мощностей его донных отложений (рис.7, Приложение 1).

8.2.3.5. Обработка результатов исследования биоты

Составлен перечень водной фауны накопителя Балкылдак:

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

Водные беспозвоночные представлены фоновыми гидробионтами, в числе которых преобладают:

Класс КОЛОВРАТКИ - Rotatoria

Семейство Brachionidae

Keratella sp.

Семейство Asplanchnidae

Asplanchna sp.

Семейство Trichocercidae

Trichocerca sp.

Семейство Synchaetidae

Synchaeta sp.

Семейство Brachionidae

Brachionus sp.

Семейство Filiniidae

Filinia sp.

Семейство Conochilidae

Conochilus sp.

Класс МАЛОЩЕТИНКОВЫЕ ЧЕРВИ – OLIGOCHEATA

Семейство Naididae

Nais sp.

Chaetogaster sp.

Семейство Tubificidae

Tubifex sp.

Limnodrilus sp.

Potamothrix sp.

В прибрежной зоне, среди зарослей макрофитов встречаются группы организмов:

Семейство Chrysomelidae - Листоеды

Chrysolina aurichalcea

Chrysochus goniostoma

Galeruca tanaceti

Galeruca interrupta circumdata

Семейство Meloidae - Нарывники

Mylabris quadripunctata - нарывник четырехточечный

Семейство Carabididae - Жужелицы

Cicindela campestris - скакун полевой

Pterostichus sp.

Anisodactylus signatus

Гидробионты литоральной зоны представлены главным образом моллюсками:

Семейство Dycididae - Плавунцы

Coelambus sp. - подводник

Laccophilus hyalinus - лужник просвечивающий

Noterus crassicornis - телерус обыкновенный

Семейство Gyrididae - Вертячки

Gyrinus minutus - вертячка-крошка

КЛАСС БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ - Gastropoda

Отряд ВОДНОЛЮБИВЫЕ - Hygrophila

Семейство Lymnaeidae - Прудовики

Lymnaea auricularia

Lymnaea kazakensis

Lymnaea fragilis

Lymnaea fontinalis

Lymnaea ampullacea

Lymnaea lagotis

ИХТИОФАУНА

В накопителе Былкылдак согласно контрольным уловам обитают **карась серебряный** *Carassius auratus gibelio*, **каrp-сазан** *Cyprinus carpio aralensis* Spitshakov и **лннь** *Tinca tinca*. Доминирует в уловах карась серебряный.

В накопителе Былкылдак моллюски обитают исключительно в устьях ручьев. На акватории самого озера живые моллюски и их синкапсулы не обнаружены. Это свидетельствует о значительной токсичности озерной воды для представителей мягкотелых. Изучение моллюсков разных размеров и возраста показали, что их раковины подвержены сильным изменениям. Значительно нарушается структура оболочки: появляются различного рода выпуклости, шероховатости, искривления, особенно в устьевой части, что не отмечено у моллюсков из «чистых» водоемов.

Сравнение видового состава моллюсков в бассейне реки Иртыш и накопителе Былкылдак свидетельствует о значительном расхождении в видовом представительстве.

Только два вида моллюсков являются общими для этих систем. По-видимому, для многих видов моллюсков водная среда накопителя является неблагоприятной средой обитания.

8.2.4. Компьютерное моделирование

Завершена калибровка локальной модели гидрогеологических условий Северной промзоны г. Павлодара для участка, где подземные воды загрязнены ртутью.

Для оценки возможного ртутного загрязнения почв в результате поднятия к поверхности земли загрязненных подземных вод и их испарения был выполнен анализ особенностей гидрогеологических условий исследуемой территории и результатов моделирования. На рис.8 Приложения 1 показано пространственное соотношение региональной модели гидрогеологических условий Северной промзоны г. Павлодара и локальной модели для участка загрязнения подземных вод ртутью. На разрезе цветом выделены водовмещающие породы с различными фильтрационными свойствами.

При создании локальной модели потребовалось воспроизведение детального литологического строения исследуемой территории (рис. 9, Приложение 1).

Качество калибровки локальной модели было оценено по степени ее соответствия существующим природным условиям с учетом результатов, полученных на региональной модели. Калибровка включала в себя решение серии обратных задач: стационарной и нестационарной гидродинамических задач, а также задачи транспорта ртути потоком подземных вод.

При решении обратной стационарной гидродинамической задачи воспроизводилось положение уровней подземных вод на условно ненарушенный период (1970 г.). Изменение уровня поверхности с 1970 по 2006 гг. имитировалось решением на модели обратной нестационарной гидродинамической задачи. Коэффициент гравитационной водоотдачи был задан равным 0.22. Коэффициент упругой водоотдачи водовмещающих пород был равен 0.001 1/м. Максимальная величина питания подземных вод за счет потерь из инженерных коммуникаций достигала 0.002 м/день. Условия по границам задавались путем интерполяции в граничные блоки локальной модели решения, полученного на региональной модели (рис. 10, Приложение 1).

Для моделирования процесса переноса ртути потоком подземных вод в плане и разрезе решалась обратная задача транспорта (на период с 1975 по 2006 гг.). Адвективная составляющая потока вещества рассчитывалась исходя из решения гидродинамической задачи. На локальной модели была воспроизведена адсорбция ртути водовмещающими породами. Было принято, что равновесие между жидкой и твердой фазами устанавливается мгновенно. Для описания процесса адсорбции растворенной ртути была использована линейная изотерма Генри (модель необратимой равновесной сорбции):

$$\bar{C} = K_d C,$$

где \bar{C} [ММ⁻¹] – концентрация сорбированного вещества, C [М/Л³] – концентрация вещества в растворе, K_d [Л³М⁻¹] – коэффициент распределения.

Основываясь на результатах лабораторных опытов по адсорбции ртути супесью, отобранной из района загрязнения (см. раздел 8.2.2.2.), было принято, что константа Генри может изменяться в пределах от 0.01 до 0.04 л/мг для глинистых пород и от 0.00001 л/мг для разнородных песков до 0.0015 л/мг для глинистых и пылеватых. Пористость глинистых пород была принята как 0.3, песчаных – 0.22. Концентрация растворенной ртути в подземных водах вблизи очагов ртутного загрязнения почв изменялась от 0.5 до 0.04 мг/л.

Совпадение с достаточной степенью точности рассчитанных значений уровней подземных вод и концентраций ртути со значениями, полученными в результате проведения полевых исследований, позволяет говорить об адекватности уточненной локальной модели существующим природным условиям (см. рис. 11, Приложение 1).

В пределах моделируемой области водовмещающие породы представлены песками с невыдержанными по простиранию прослоями глин и суглинков. Через глинистые прослои, даже маломощные, ртуть практически не проникает, но она адсорбируется на их поверхности. По результатам моделирования было установлено, что перенос ртути осуществляется не только в горизонтальном направлении в песках между глинистыми прослоями, но и в вертикальном, снизу вверх через так называемые “окна” в местах выклинивания глинистых слоев. Это позволяет говорить о наличии участков, где ртуть может попасть в зону аэрации, а затем в растения и поверхностные воды. Полученные на модели результаты требуют подтверждения результатами полевых исследований.

Выделение участков возможного попадания ртути в зону аэрации потребовало дополнительного анализа особенностей гидрогеологических условий на исследуемой территории и результатов моделирования. Для этого в пределах распространения ореола ртутного загрязнения были построены 13 уточненных гидрогеологических разрезов на основании первичной гидрогеологической информации, содержащейся в базах данных. Карта фактического материала и четыре основных разреза показаны на рис. 12-16 Приложения 1. Эти разрезы наряду с результатами решения на локальной модели различных вариантов прогнозных задач легли в основу районирования территории (по глубине залегания уровня грунтовых вод, концентрации ртути в подземных водах и особенностям литологического строения). Для выполнения районирования были использованы карты литологического строения с выделением областей отсутствия глин в верхней части разреза, распределения концентраций ртути в подземных водах на различные моменты времени и глубин залегания грунтовых вод с выделением зон, соответствующих глубинам меньше критической. Величина критической глубины (т.е. глубины, с которой начинается испарение подземных вод), по ранее проведенным полевым исследованиям была принята как 2.4 м. По результатам районирования были выявлены зоны, где загрязненные ртутью подземные воды могут подойти к нижней границе зоны аэрации (рис. 17, Приложение 1). 3D диаграмма распространения ореола ртутного загрязнения подземных вод по результатам моделирования по состоянию на конец 2006 г. приведена на рис. 18 Приложения 1.

9. Текущее состояние проекта

Работы, в основном, проводятся по Календарному плану. К сожалению, инфляция и медленная замена института-участника ПХЗ на Каустик сильно затруднила проведение полевых работ осенью 2007 г.

Согласована с партнерами и Павлодарским областным территориальным управлением охраны окружающей среды коррекция Задачи 3 Рабочего плана по замене на мониторинг ртути запланированных ранее работ по мониторингу нефтепродуктов.

10. Сотрудничество с иностранными коллабораторами

В течение второго года выполнения проекта К-1240р состоялись две встречи с зарубежным партнером Полом Рэндалом (одна в Саутгемптоне в Англии в феврале 2007 г. и одна в Павлодаре и Алматы в Казахстане в сентябре 2007 г.), а также одна встреча с

зарубежным коллаборатором Тревором Тантоном (совместно с Полом Рэндалом в Саутгемптоне в Англии в феврале 2007 г.). В ходе совместной встречи обсуждалась коррекция Рабочего плана проекта К-1240р, ход его выполнения, методики работ и полученные результаты. В Павлодаре Пол Рэндалл принял участие в полевых работах и поделился своим опытом по отбору проб.

Совместное участие на конференциях и семинарах:

С Полом Рэндалом и Тревором Тантоном:

Семинар «Биомеркури» в Саутгемптонском университете (Саутгемптон, Великобритания, 19-23 февраля 2007 г.).

11. Возникшие проблемы и предложения по их исправлению

Основные проблемы второго года были связаны с плохой вовлеченностью в работу проекта К-1240р двух казахстанских институтов-участников: ПХЗ – из-за банкротства предприятия и затянувшейся процедуры смены этого партнера на Каустик, и БМП – из-за реорганизации Степногорской лаборатории мониторинга и смены ее руководителя Сержана Аманова. Необходимая для выполнения этих организационных мероприятий коррекция финансовой части проекта заняла очень много времени и усилий.

Кроме этого больших усилий потребовало согласование замены в Рабочем плане работ по мониторингу нефтепродуктов.

Проведение международного семинара «Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астане, 28 мая - 1 июня 2007 г.) потребовало дополнительных усилий от команды АИЭС и вызвало задержку в подготовке квартальных отчетов. Однако осенью это отставание было преодолено.

12. Перспективы будущего развития исследования

Итоги второго года работ по проекту показали недостаточность финансирования только за счет МНТЦ мониторинговых исследований для оценки текущего состояния ртутного загрязнения в Павлодаре и планирования дальнейшего управления загрязнением. Без местного бюджетного финансирования проводимые работы, несмотря на огромный к ним интерес со стороны местной общественности и зарубежных специалистов, будут остановлены после завершения проекта К-1240р. При этом есть опасность, что приобретенное и используемое для полевых и лабораторных работ оборудование, навыки и опыт работы специалистов, а также собранные материалы будут безвозвратно утеряны.

Оставшееся время до окончания проекта К-1240р должно быть, в основном, использовано для создания на территории бывшего ПО «Химпром» г. Павлодар *Регионального мониторингового научно-исследовательского центра* (включающего химико-аналитическую лабораторию) и нахождения устойчивого местного источника его финансирования. Проведение мониторинговых работ за счет средств зарубежных грантов становится бесперспективным из-за высоких темпов долларовой инфляции в Казахстане и беспрецедентного роста стоимости услуг и рабочей силы.

13. Список опубликованных статей и отчетов

1. S.M.Ullrich, M.A.Ilyushchenko, I.M.Kamberov, T.W.Tanton. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part I: Sediment and water contamination of Lake Balkyldak and the River Irtysh. The Science of the Total Environment, V. 381, 2007, P. 1-16
2. S.M.Ullrich, M.A.Ilyushchenko, T.W.Tanton, G.A.Uskov. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part II: Contamination of the aquatic and terrestrial food chain and potential risks to the local population. The Science of the Total Environment, V. 381, 2007, P. 290-306
3. М.А. Илющенко, Л.В. Яковлева (Редакторы). Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, 99 с.
4. М.А. Илющенко. Проблемы демеркуризации промышленных объектов на территории бывшего СССР. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 15.
5. А.Д.Ахметов, В.А.Бедненко. Опыт проведения демеркуризационных работ на территории бывшего ПО «Химпром» г. Павлодар. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 18.
6. В.Ю.Паничкин. Оценка опасности ртутного загрязнения подземных вод северной части Павлодарского промышленного района методами математического моделирования. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 20.
7. О.Л.Мирошниченко. Методика и технология создания системы разномасштабных математических моделей ртутного загрязнения подземных вод промышленной зоны города Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 21.
8. М.А. Илющенко, Р.И. Камберов, Л.В. Яковлева. Постдемеркуризационный мониторинг и оценка риска в Северной промышленной зоне города Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 23.
9. С.А. Абдрашитова, В. Дэвис-Хувер, Р. Деверо. Разработка способа биоремедиации загрязненных ртутью подземных вод пригорода Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 24.
10. В.Е. Храпунов, Б.Л. Левинтов, С.А. Требухов. Разработка новой технологии и аппаратуры для глубокой очистки загрязнённых ртутью объектов Казахстана. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 25.

11. Ф.И.Ингель, Дж.Эйлесс, П.Иккль, М.Чиба, Ш.Н.Хусаинова. Оценка риска здоровью человека при экспозиции низкими дозами ртути. Материалы международного семинара «Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 42.

12. Обновлен веб-сайт <http://Hg-Pavlodar.narod.ru> : введен раздел, относящийся к проекту МНТЦ К-1240р, расширен текст раздела «Управление ртутным загрязнением и его мониторинг в городе Павлодаре, Республика Казахстан», создана английская редакция веб-сайта, добавлены иллюстрации

13. Обновлен веб-сайт <http://Hg-Kazakhstan.narod.ru> : введен раздел, содержащий Материалы международного семинара «Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье», Астана (28 мая – 1 июня 2007 г.).

Приложение 1: Иллюстративные материалы

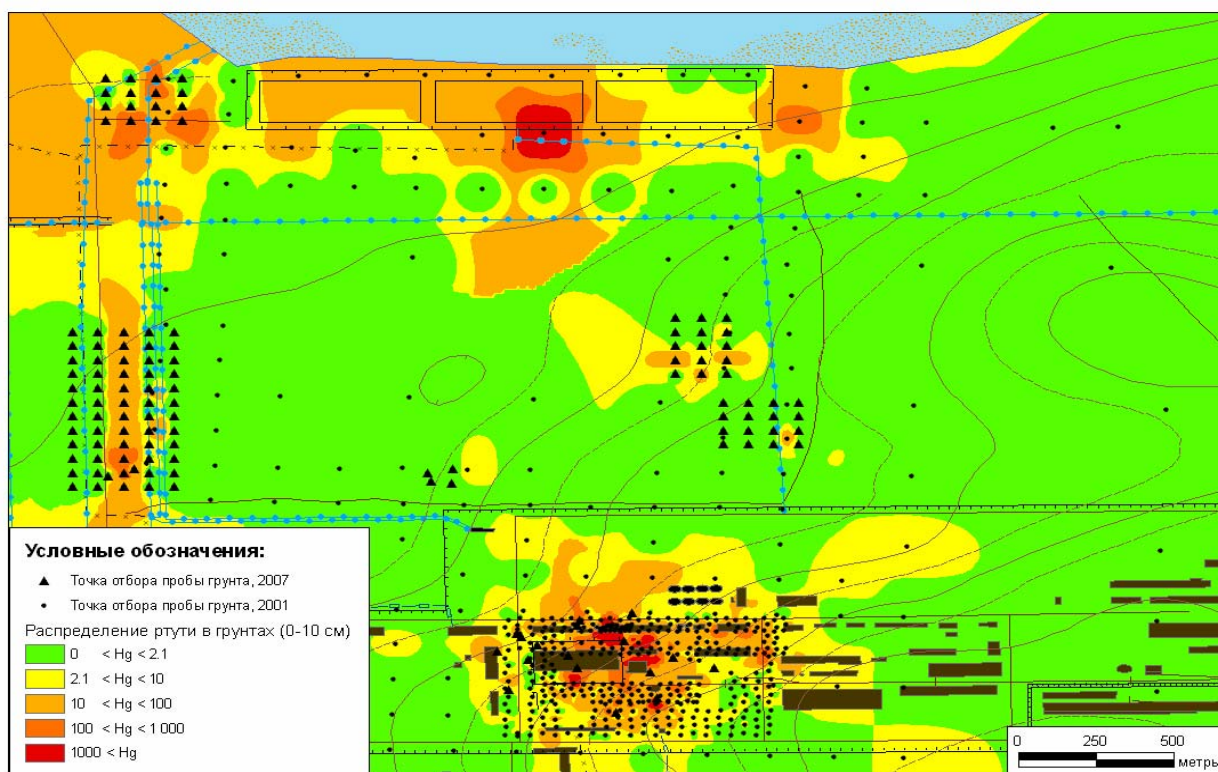


Рис. 1. Карта ртутного загрязнения почв (слой 0-10 см) Северной промзоны г. Павлодара, дополненная данными 2007 г. по 111 точкам отбора

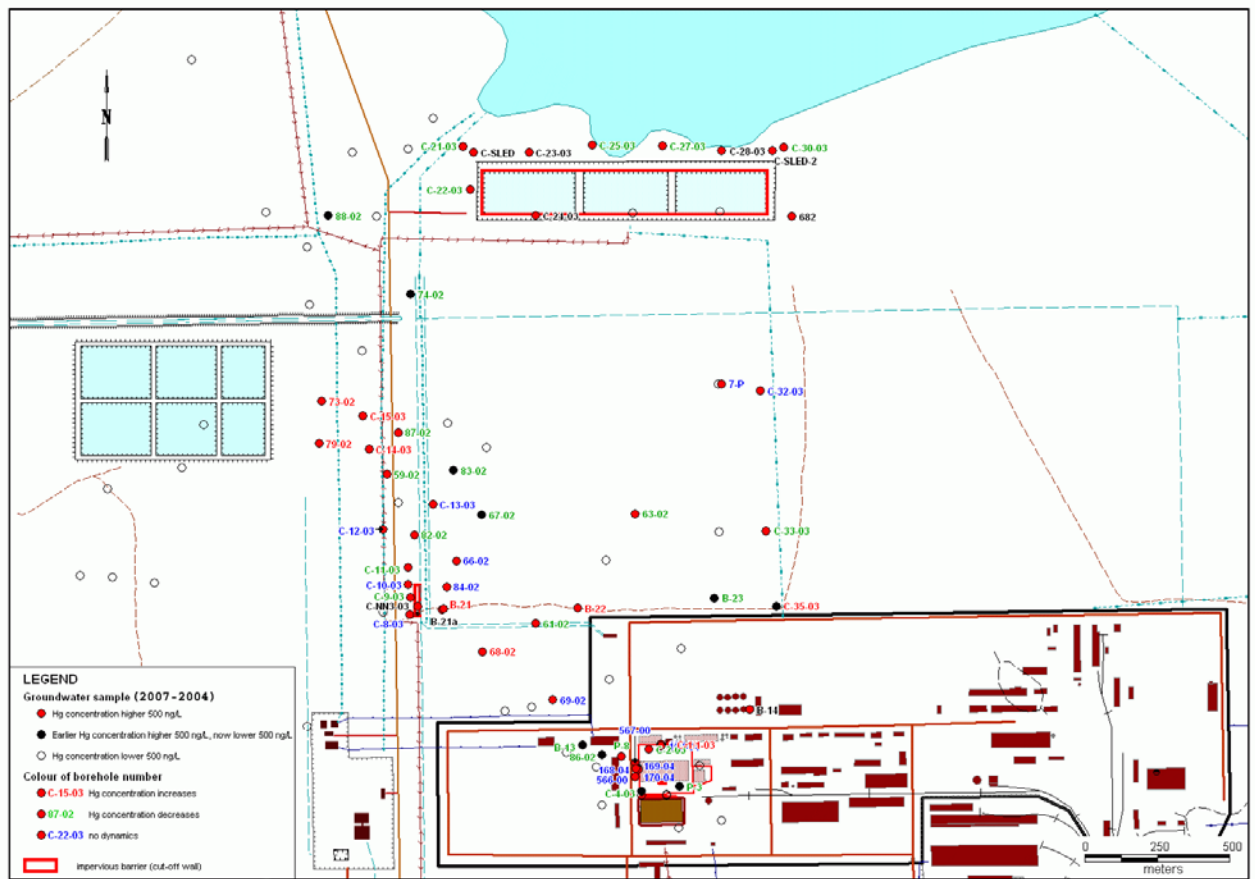


Рис.2. Динамика изменения концентрации ртути общей в подземных водах Северной промзоны г. Павлодара в 2004-2007 гг.

Таблица 1

Динамика изменения концентрации ртути общей в подземных водах Северной промзоны г. Павлодара (по результатам ртутного мониторинга в 2004-2007 гг.)

№ скважины	Содержание ртути общей, нг/л	Содержание Ртути общей, нг/л	Содержание ртути общей, нг/л		
			2004 г	2005 г	2006 г
1	C-16-03	129		144	121
2	C-17-03	223		171	71.2
3	C-18-03	36		46	42.3
4	C-19-03	175		229	98.1
5	C-20-03	97		140	83
6	C-21-03	4425		1630	734
7	C-SLED	3195		невозможно откачать	невозможно откачать
8	C-22-03	1400		1200	593
9	C-24-03	2995		невозможно откачать	невозможно откачать
10	C-26-03	19		невозможно откачать	невозможно откачать
11	C-29-03	58		невозможно откачать	невозможно откачать
12	C-30-03	45250		23500	19100
13	C-SLED-2	90650		невозможно откачать	невозможно откачать
14	C-28-03	5390		невозможно откачать	невозможно откачать
15	C-23-03	648		невозможно откачать	невозможно откачать
16	C-25-03	2455		2180	1160
17	C-27-03	24450		12500	11900
18	C-15-03	1625		11800	15000
19	C-14-03	2875		7450	12600
20	C-13-03	6175		4700	4080
21	C-11-03	29550		16400	7400
22	C-12-03	28850		31500	20600
23	C-8-03	35400		43500	38000
24	C-9-03	27200		17600	14400
25	C-NN3-03	6025		невозможно откачать	невозможно откачать
26	C-34-03	80		86	57
27	C-35-03	171		737	387
28	C-33-03	943		941	536
29	C-32-03	43850		40600	49300
30	63-02	5050		3950	3190
31	62-02	35		21	22.9
32	C-6-03	21		138	235
33	84-02	28850		30800	33600

34	67-02	854		493	439
35	83-02	798		493	445
36	72-02	69		44	31.9
37	90-02	140		140	74.2
38	74-02	1435		338	164
39	87-02	9315		6150	3990
40	70-02	105		307	232
41	73-02	479		744	763
42	79-02	126		919	2760
43	55-02	50		59	163
44	89-02	76		38	очень низкий дебит
45	88-02	468		504	262
46	682	3160		невозможно откачать	невозможно откачать
47	P-6	50		10	10.3
48	565-00	29		52	35.5
49	522-00	<5		<5	<5
50	78-02	32		111	86.6
51	81-02	14		9	13.8
52	566-00	3055		5100	2870
53	86-02	1775		287	104
54	85-02	6		<5	<5
55	P-1	23		83	56.3
56	6-P	39		29	32.1
57	5-P	12		<5	6.19
58	C-5-03	121		160	200
59	C-4-03	517		354	195
60	P-3	24700		14700	низкий дебит
61	C-2-03	137000		36500	42700
62	C-1/1-03	2135		5600	3820
63	B-22	1255		4780	2240
64	8-P	<5		невозможно откачать	невозможно откачать
65	7-P	3875		2490	2810
66	B-23	946		442	440
67	C-1-03	212		невозможно откачать	невозможно откачать
68	B-14	4030		невозможно откачать	невозможно откачать
69	B-13	2845		724	215
70	P-4	159		72	28
71	75-02	166		364	273
72	76-02	8		<5	9.25
74	61-02	17600		5420	2260
75	B-21	12150		27300	33300
76	60-02	15		невозможно откачать	невозможно откачать
77	C-10-03	41300		39300	40900
78	B-21a	126000		ликвидирована	ликвидирована
79	567-00	47000		23400	48900
80	P-8	102750	18000	14200	14500
81	82-02	57550		44600	34500
82	66-02	85300		167000	108000
83	59-02	41100		32400	24900
84	68-02	36700		57200	65200
85	69-02	153500	165000	154000	137000

86	29-Р	не обследовалась	449	не работает
87	165-04	не обследовалась	10500	8980
88	166-04	не обследовалась	3380	2830
89	167-04	не обследовалась	3310	2420
90	169-04	не обследовалась	28200	32300
91	170-04	не обследовалась	6880	7970
92	168-04	не обследовалась	7220	7410
93	171-04	не обследовалась	270	95.2
94	162-04	не обследовалась	295	невозможно откачать
95	164-04	не обследовалась	123	139
96	529	не обследовалась	44	61.6
97	64-02	не обследовалась	7	27.4
98	24-91 (93)	не обследовалась	71	87
99	77-02	не обследовалась	<5	9.49
100	23-91 (92)	не обследовалась	11	21

Примечание: Цветом отмечены в колонке «номер скважины»: **красным** – рост концентрации ртути, **зеленым** – уменьшение концентрации ртути, **синим** – отсутствие динамики; в колонках «концентрация ртути» - **красным** – превышение уровня ПДК_в, составляющего 500 нг/л.

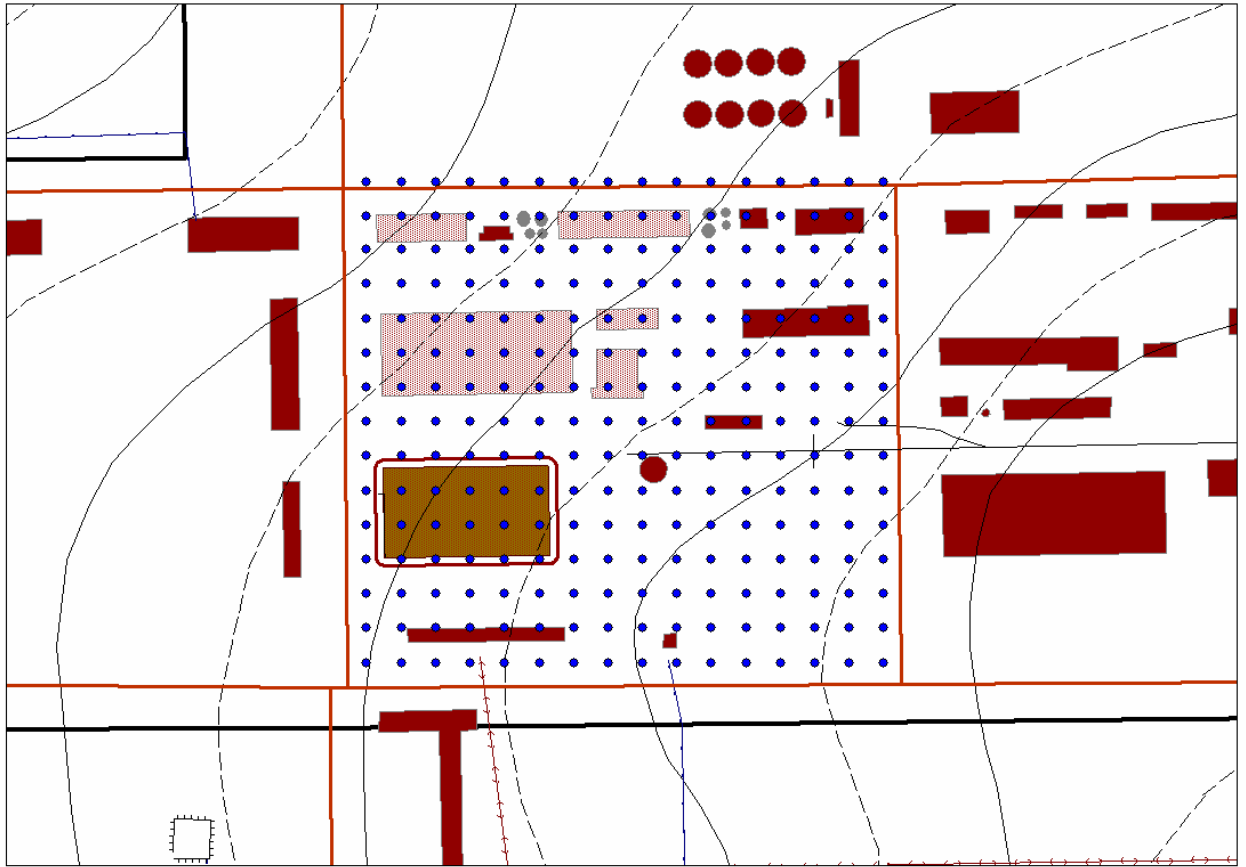


Рис. 3. План проботбора почв из слоев 0-10, 10-20, 20-50 см на территории бывшего хлорщелочного производства ПХЗ («территория демеркуризации»)

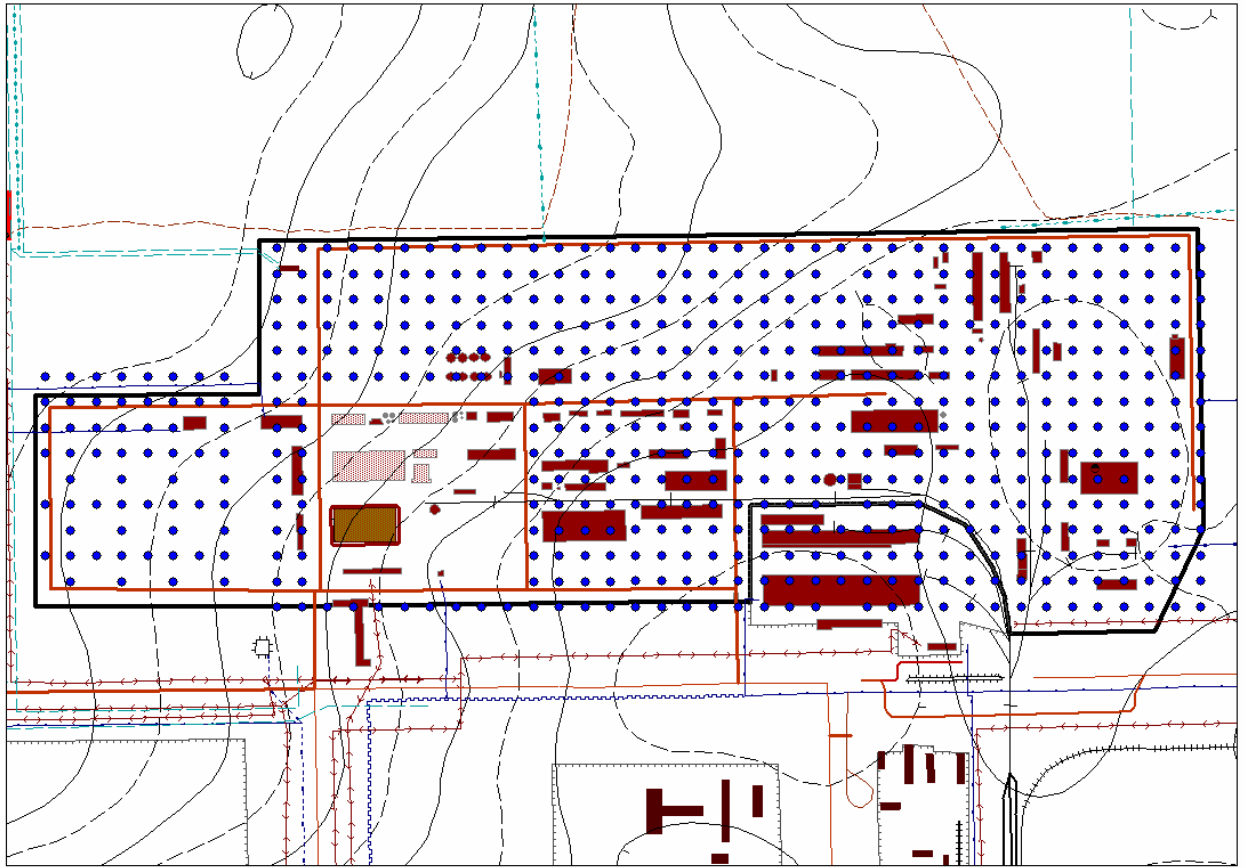


Рис. 4. План проботбора почв из слоев 0-10, 10-20, 20-50 см на территории промышленной площадки №1 ПХЗ

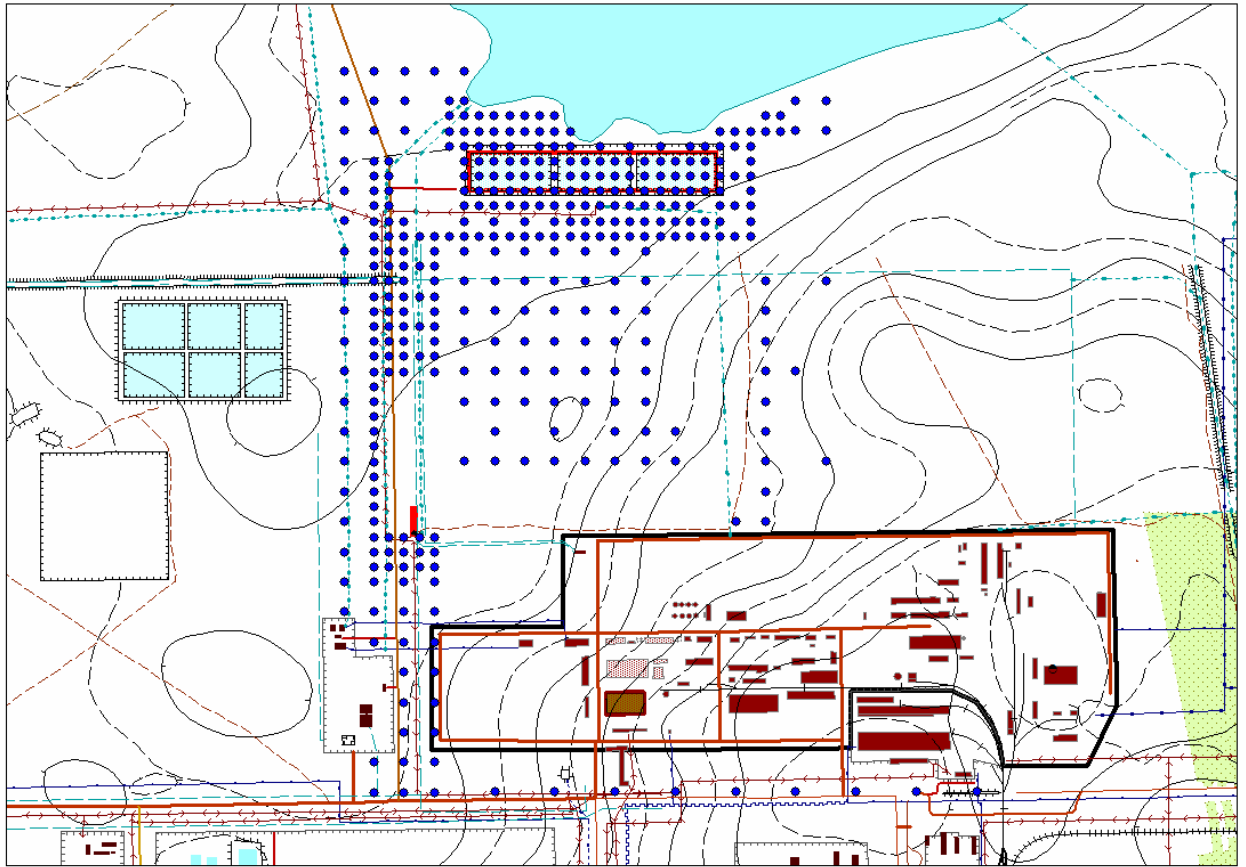


Рис. 5. План проботбора почв из слоев 0-10, 10-20, 20-50 см на территории вокруг промышленной площадки №1 ПХЗ

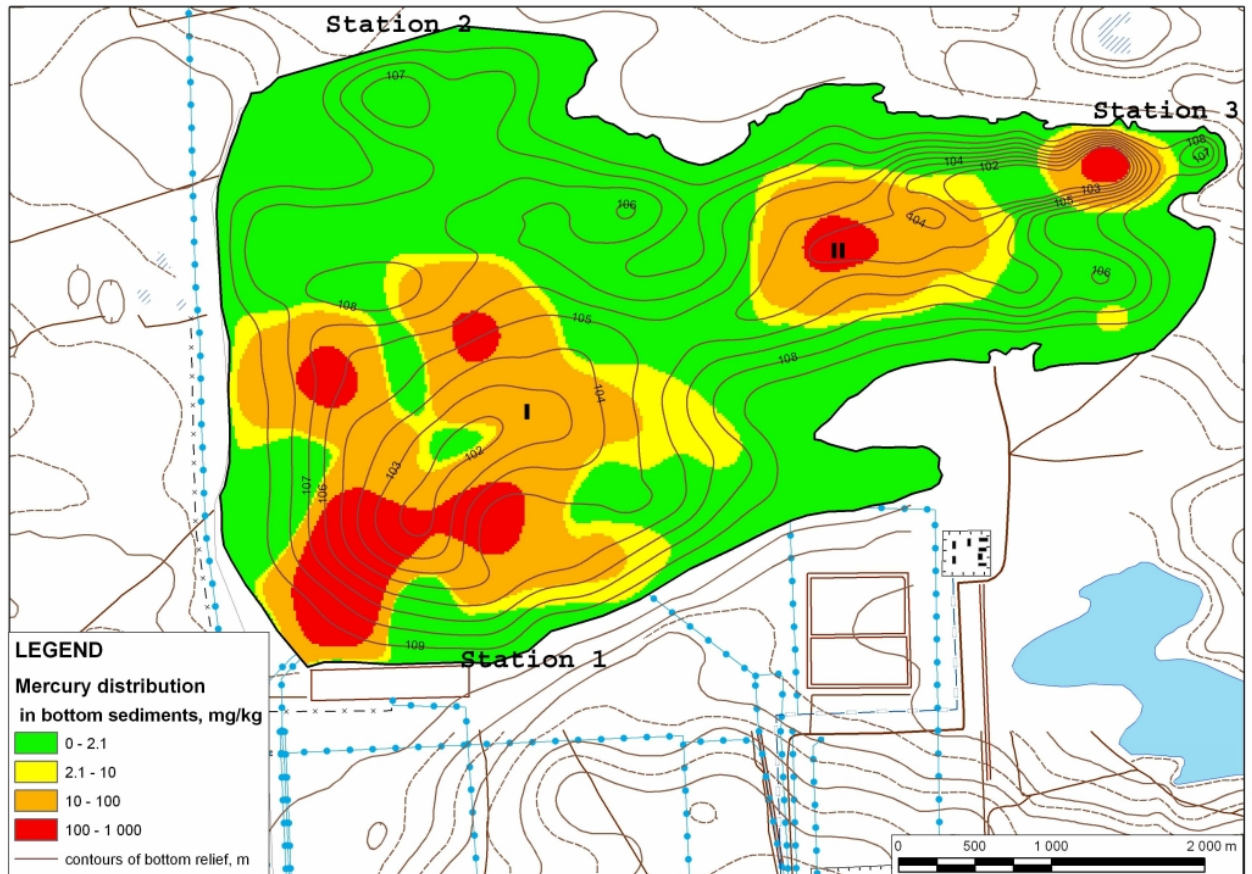


Рис. 6. Станции обследования биоты накопителя Былкылдак

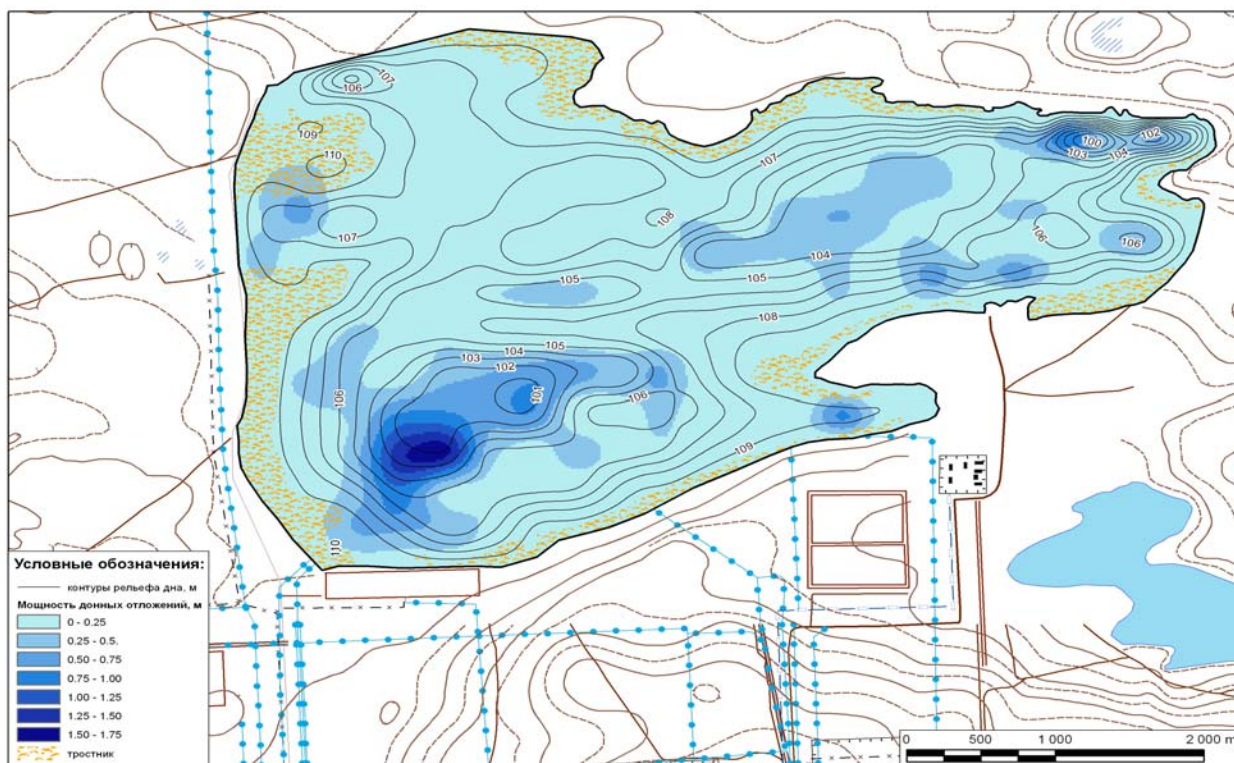


Рис.7. Батиметрическая карта и мощности донных отложений накопителя Балкылдак

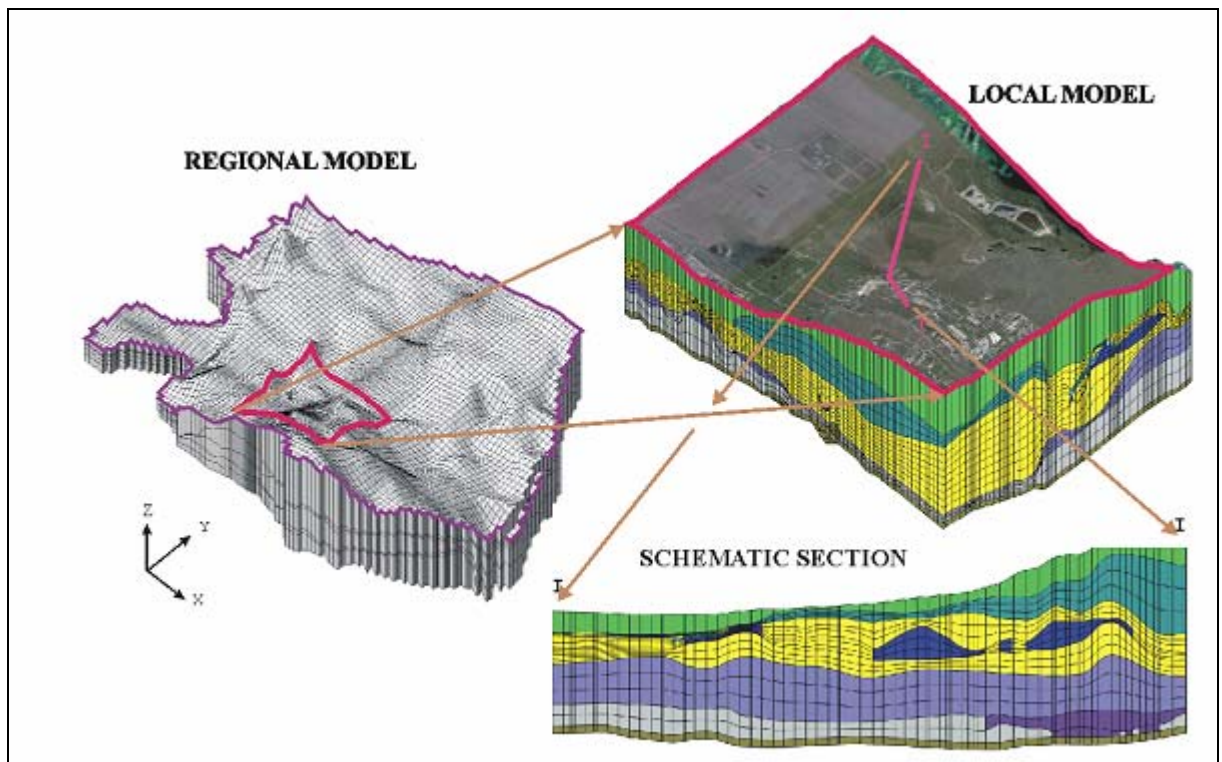


Рис. 8. Структура системы моделей гидрогеологических условий Северной промышленной зоны г. Павлодара

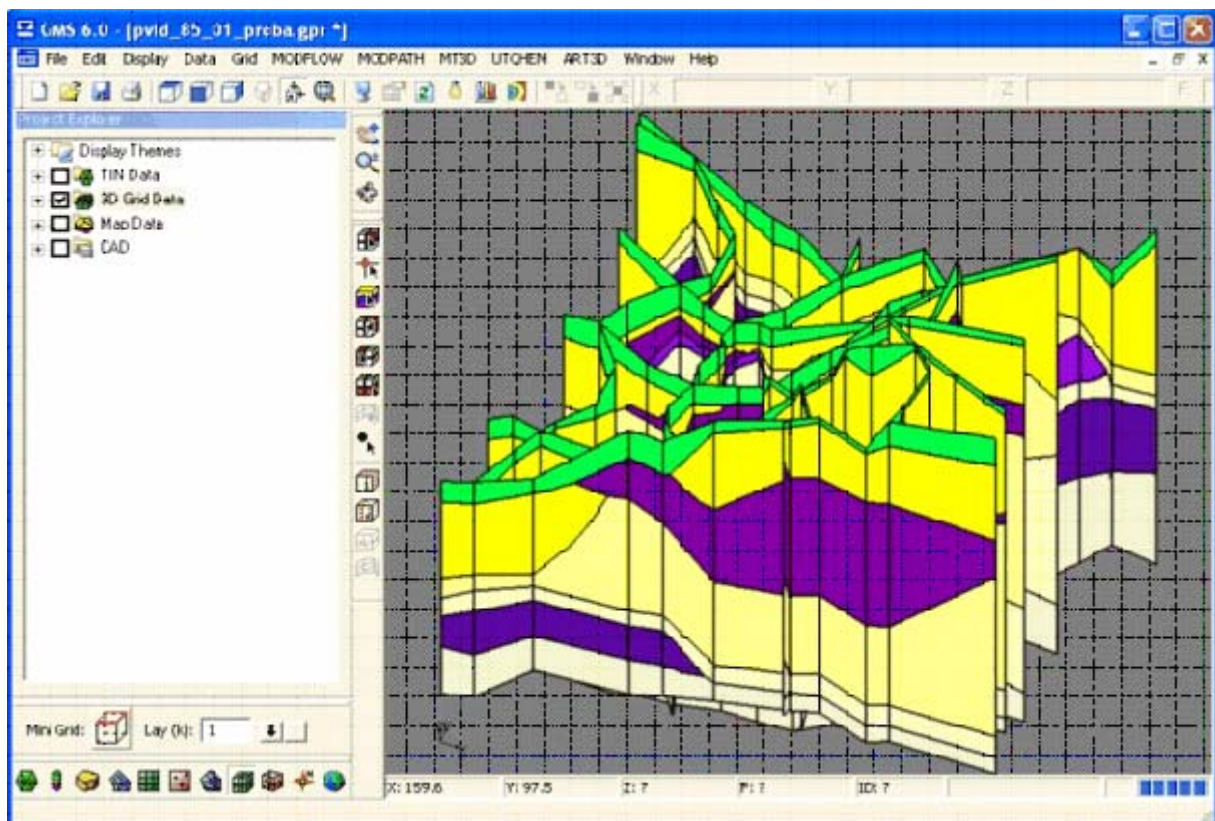


Рис. 9. 3D модель стратиграфии

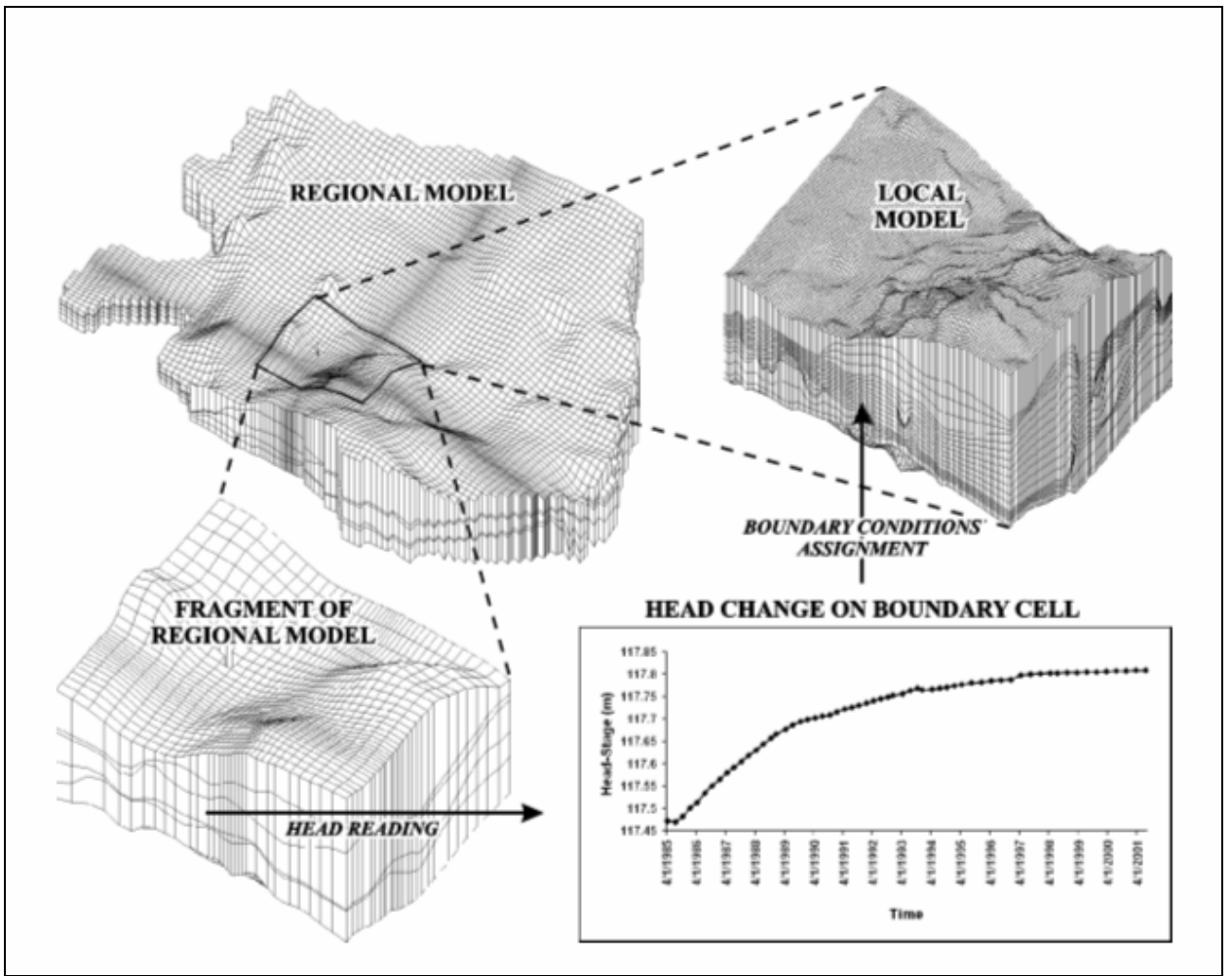


Рис. 10. Задание абсолютных отметок уровня по внешним границам локальной модели

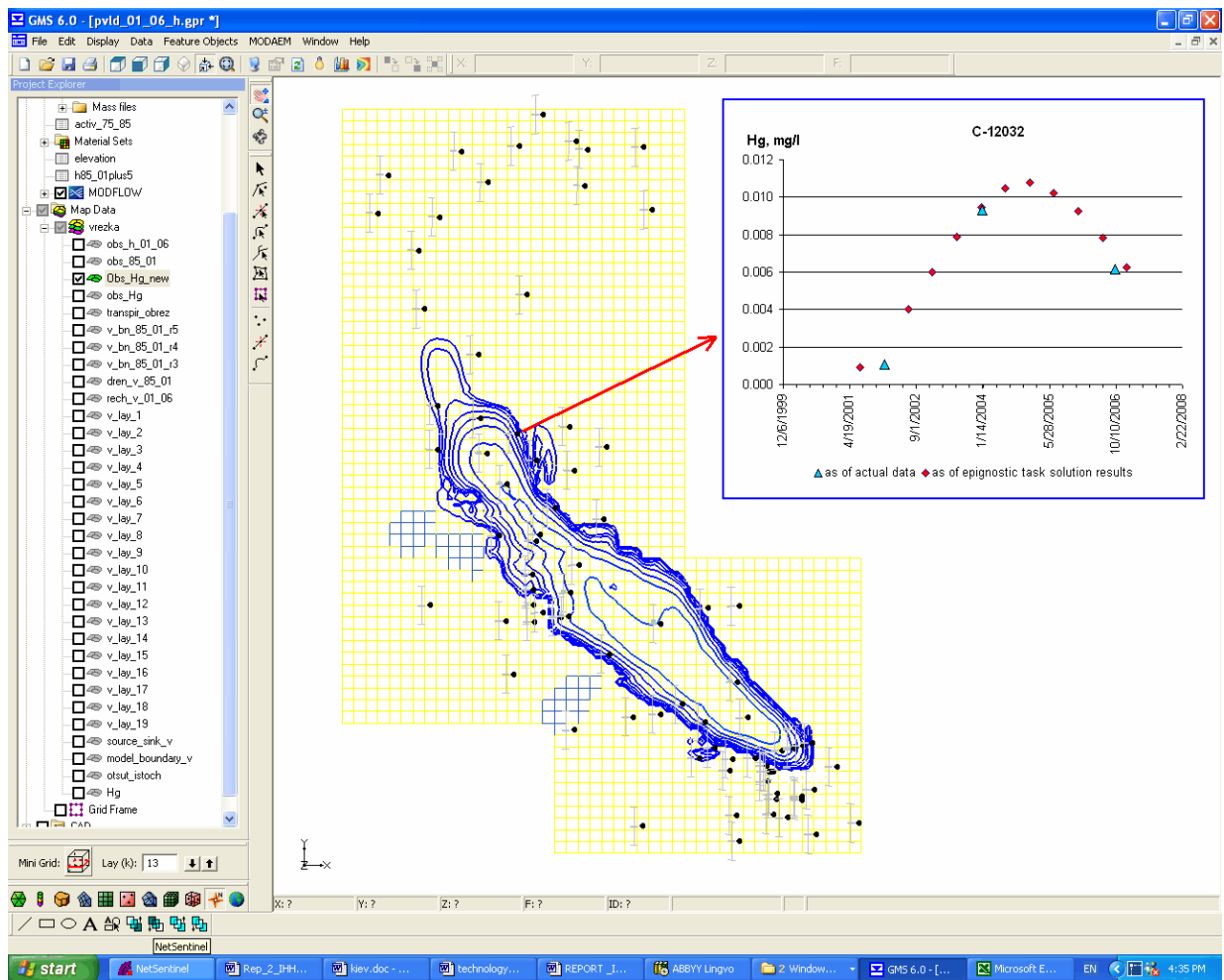


Рис. 11. Уточнение локальной модели гидрогеологических условий

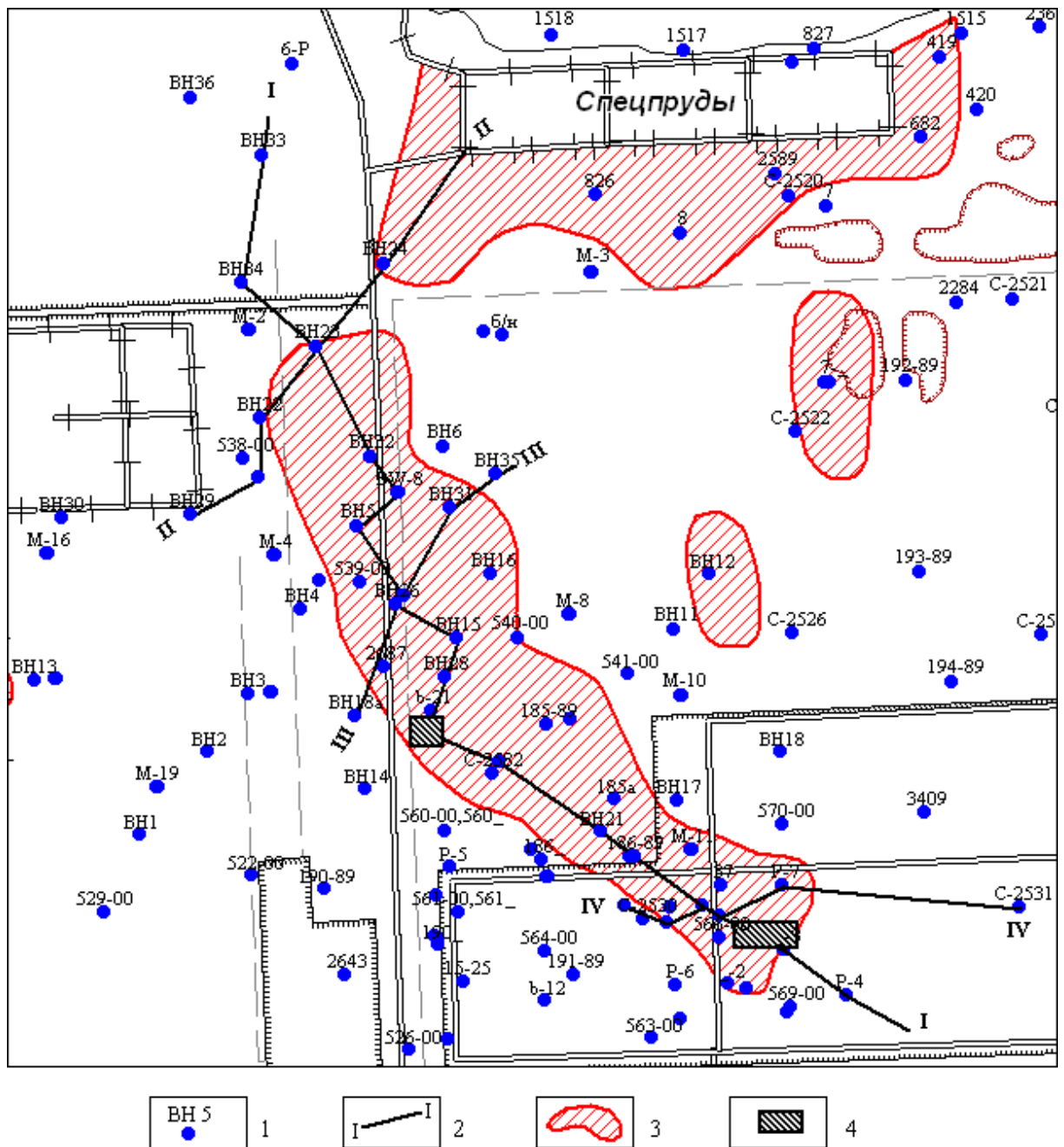


Рис. 12. Карта фактического материала

- 1 – гидрогеологическая скважина и ее номер
- 2 – линия гидрогеологического разреза и его номер
- 3 – область загрязнения подземных вод ртутью
- 4 – основные источники загрязнения ртутью

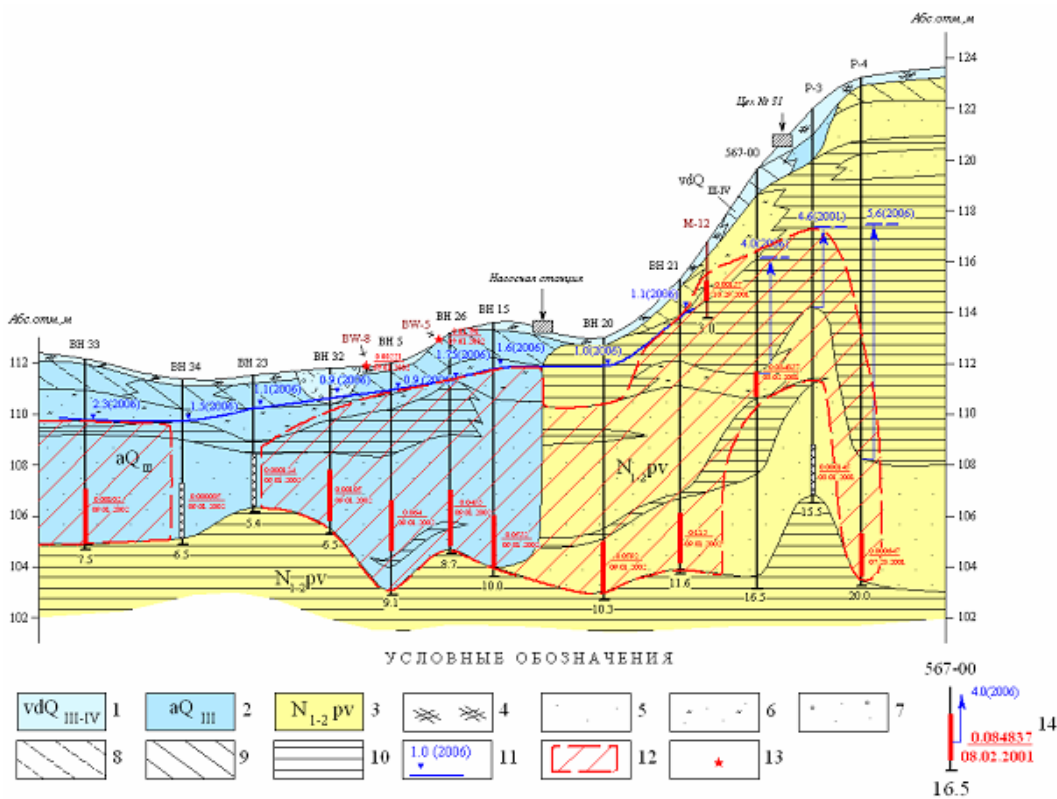


Рис. 13. Гидрогеологический разрез по линии I-I

1 – Водопроницаемые, но практически безводные верхнечетвертичные и современные эоловые отложения; 2 – водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений; 3 – водоносный комплекс ниже-среднеплиоценовых, верхнемиоценовых отложений павлодарской свиты. Литологический состав пород: 4 – почвенно-растительный слой; 5 – песок; 6 – песок глинистый; 7 – песок гравелистый; 8 – супесь; 9 – суглинок; 10 – глина; 11 – уровень и глубина залегания грунтовых вод, м; в скобках – год наблюдений. 12 – область загрязнения подземных вод ртутью. 13 – места опробования поверхностных вод. 14 – гидрогеологическая скважина. Цифры: вверху – номер скважины; внизу – ее глубина, м; справа: в числителе – содержание ртути в воде – мг/л; в знаменателе – дата опробования. Заштрихованная область – интервал опробования. Красным цветом показаны скважины с концентрацией ртути больше ПДК (0,0005 мг/л). У стрелки глубина залегания пьезометрического уровня, м; в скобках – год наблюдения

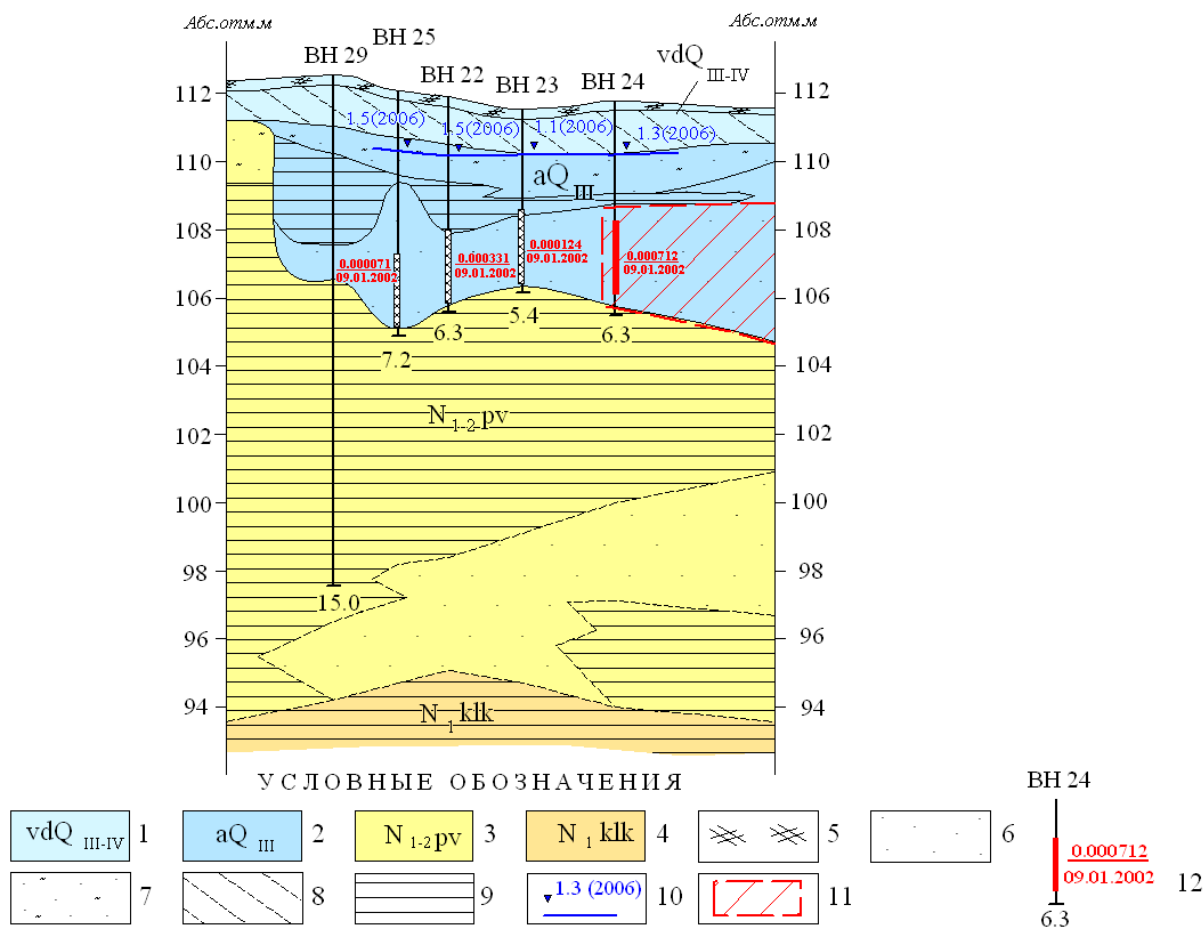


Рис. 14. Гидрогеологический разрез по линии II-II

1 – Водопроницаемые, но практически безводные верхнечетвертичные и современные эоловые отложения; 2 – водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений; 3 – водоносный комплекс ниже-среднеплиоценовых, верхнемиоценовых отложений павлодарской свиты. 4 – Водоупорные породы ниже- среднемиоценовых отложений калкаманской свиты. Литологический состав пород: 5 – почвенно-растительный слой; 6 – песок; 7 – песок глинистый; 8 – супесь; 9 – глина; 10 – уровень и глубина залегания грунтовых вод, м; в скобках – год наблюдений; 11 – область загрязнения подземных вод ртутью. 12 – гидрогеологическая скважина. Цифры: вверху – номер скважины; внизу – ее глубина, м; справа: в числителе – содержание ртути в воде – мг/л; в знаменателе – дата опробования. Заштрихованная область – интервал опробования. Красным цветом показаны скважины с концентрацией ртути больше ПДК (0,0005 мг/л).

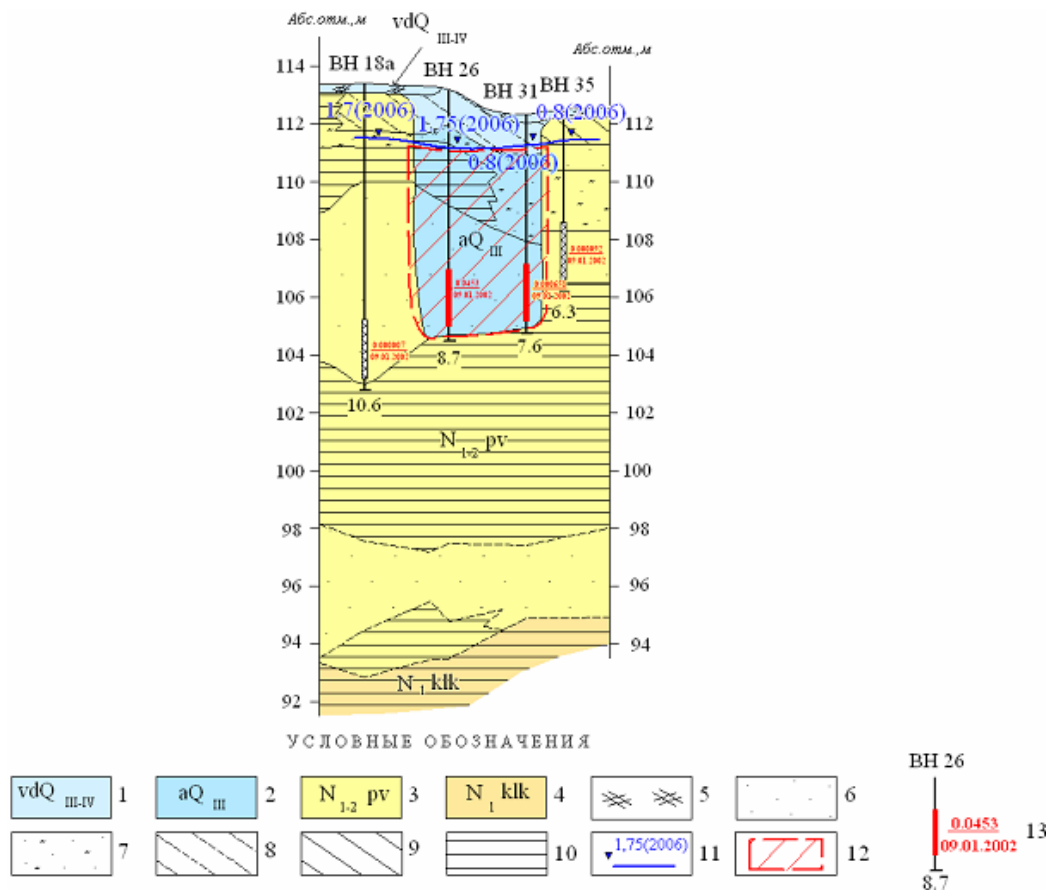


Рис.15. Гидрогеологический разрез по линии III-III

1 – Водопроницаемые, но практически безводные верхнечетвертичные и современные эоловые отложения; 2 – водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений; 3 – водоносный комплекс ниже-среднеплиоценовых, верхнемиоценовых отложений павлодарской свиты. 4 – Водоупорные породы ниже- среднемиоценовых отложений калкаманской свиты. Литологический состав пород: 5 – почвенно-растительный слой; 6 – песок; 7 – песок глинистый; 8 – супесь; 9 – суглинок; 10 – глина; 11 – уровень и глубина залегания грунтовых вод, м; в скобках – год наблюдений; 12 – область загрязнения подземных вод ртутью. 13 – гидрогеологическая скважина. Цифры: сверху – номер скважины; внизу – ее глубина, м; справа: в числителе – содержание ртути в воде – мг/л; в знаменателе – дата опробования. Заштрихованная область – интервал опробования. Красным цветом показаны скважины с концентрацией ртути больше ПДК (0,0005 мг/л).

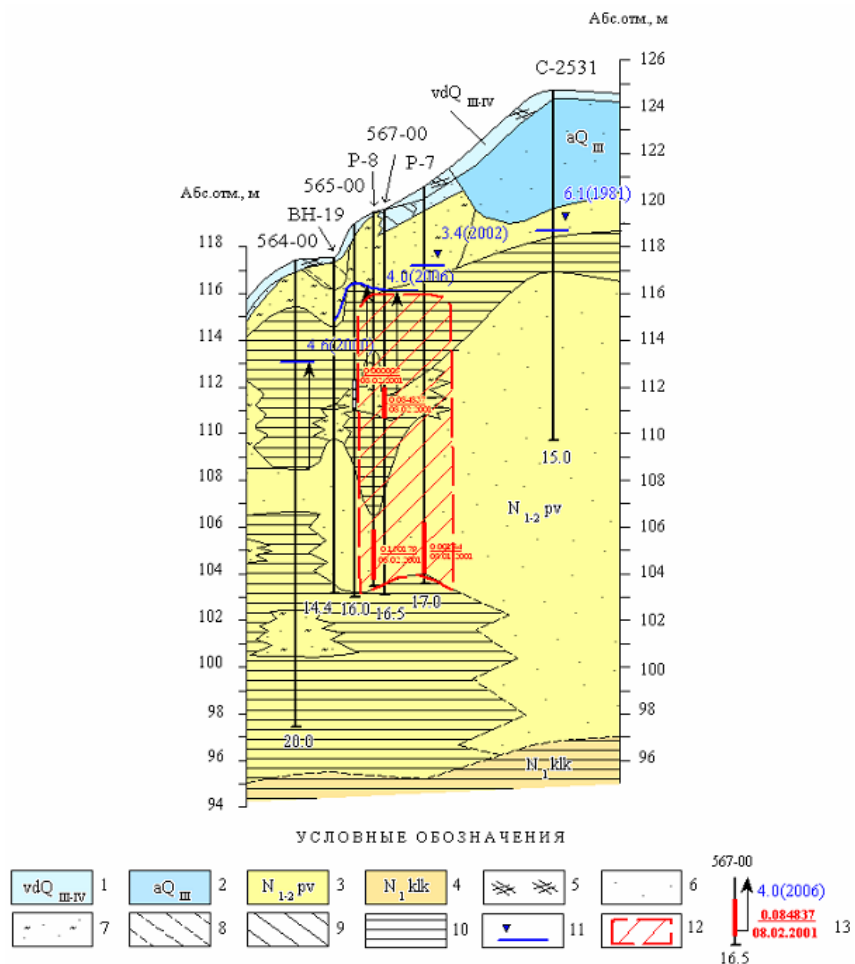


Рис. 16. Гидрогеологический разрез по линии IV-IV

1 – Водопроницаемые, но практически безводные верхнечетвертичные и современные эоловые отложения; 2 – водоносный горизонт верхнечетвертичных аллювиальных отложений; 3 – водоносный комплекс ниже-среднеплиоценовых, верхнемиоценовых отложений павлодарской свиты. 4 – Водоупорные породы ниже-среднемиоценовых отложений калкаманской свиты. Литологический состав пород: 5 – почвенно-растительный слой; 6 – песок; 7 – песок глинистый; 8 – супесь; 9 – суглинок; 10 – глина; 11 – уровень подземных вод со свободной поверхностью, м; 12 – область загрязнения подземных вод ртутью. 13 – гидрогеологическая скважина. Цифры: сверху – номер скважины; внизу – ее глубина, м; справа: в числителе – содержание ртути в воде – мг/л; в знаменателе – дата опробования. Заштрихованная область – интервал опробования. Красным цветом показаны скважины с концентрацией ртути больше ПДК (0,0005 мг/л). У стрелки - глубина залегания пьезометрического уровня, м; в скобках – год наблюдения

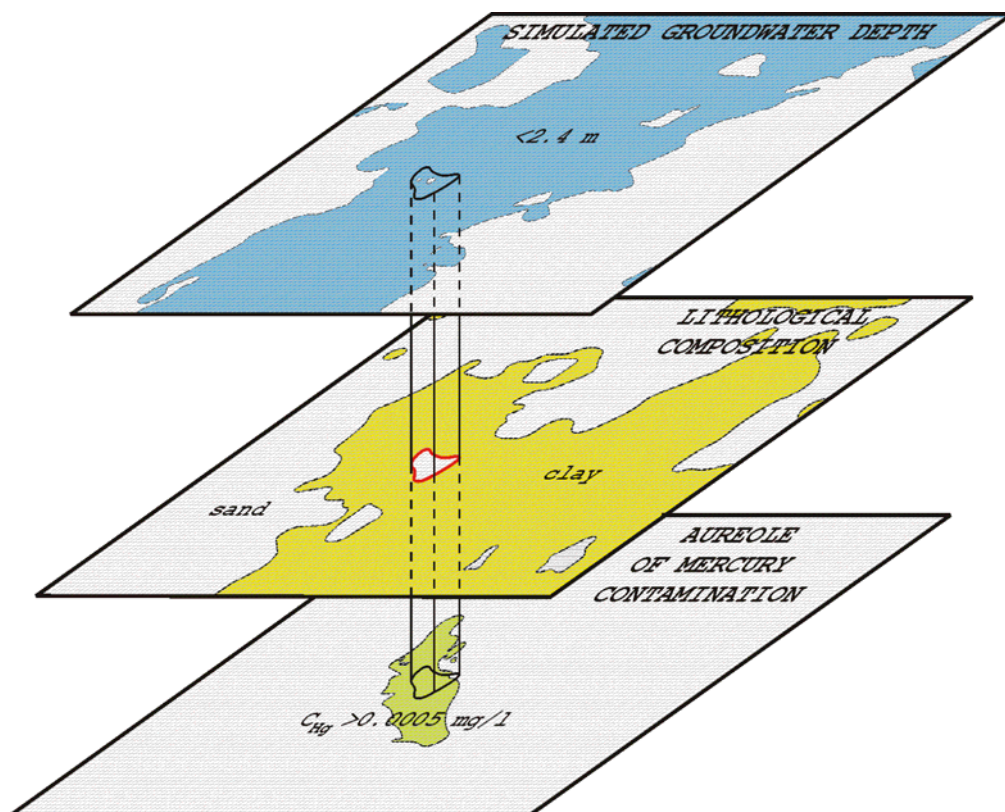


Рис.17. Районирование исследуемой территории по глубинам залегания грунтовых вод, литологическому строению и концентрации ртути в подземных водах

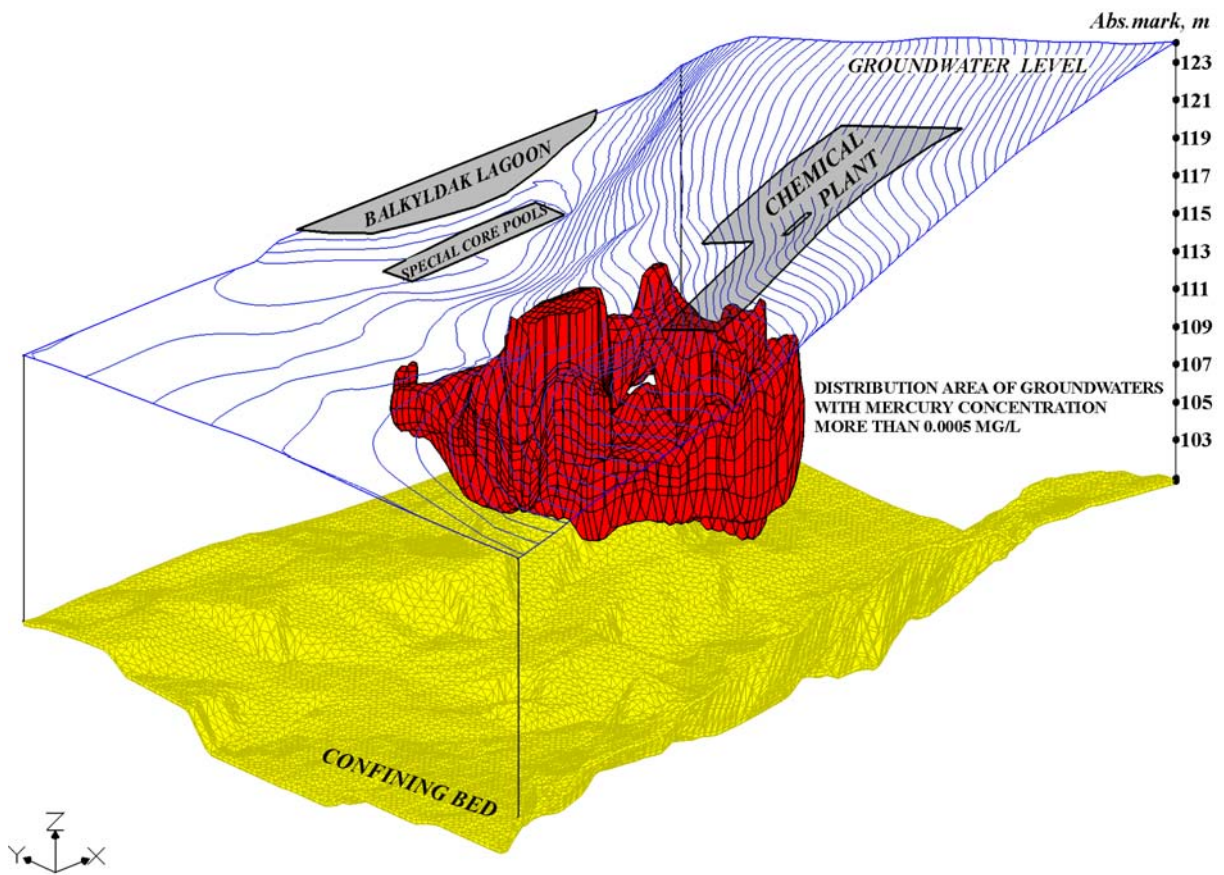


Рис. 18. 3D диаграмма распространения ореола ртутного загрязнения подземных вод по результатам моделирования по состоянию на конец 2006 г.

Приложения 3: Абстракты статей, опубликованных в течение второго года

- 1. S.M.Ullrich, M.A.Ilyushchenko, I.M.Kamberov, T.W.Tanton. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part I: Sediment and water contamination of Lake Balkyldak and the River Irtysh. The Science of the Total Environment, V. 381, 2007, P. 1-16**
- 2. S.M.Ullrich, M.A.Ilyushchenko, T.W.Tanton, G.A.Uskov. Mercury contamination in the vicinity of a derelict chlor-alkali plant. Part II: Contamination of the aquatic and terrestrial food chain and potential risks to the local population. The Science of the Total Environment, V. 381, 2007, P. 290-306**

Угроза загрязнения реки Иртыш возникла из-за высоких потерь ртути в 1975-1993 гг. при производстве хлора и щелочи в пригороде Павлодара в Казахстане. Эти потери были самыми высокими среди аналогичных предприятий СССР и составляли 1,6 кг на 1 т щелочи (общие потери ртути были оценены как 1310 т, из которых около 1100 т составили механические потери). Большая часть металлической ртути, скопившейся под зданием электролиза, образовала очаг подземных вод, загрязненных растворимым HgCl_2 . Также имели место потери ртутьсодержащих сточных вод из канализации, загрязнение ртутью почв, а также накопителя-испарителя сточных вод Балкылдак (объемом более 80 млн. м³). Ближайшими объектами, подверженными ртутной опасности и находящиеся 3-5 км западнее от завода, являлись село Павлодарское, имеющее 200 га водозаборных площадей, и река Иртыш.

Первоначальный проект демеркуризации был разработан в 1995 г. Он предусматривал выемку и переработку большей части сильнозагрязненных материалов с целью извлечения товарной металлической ртути.

Проведенные в 2000-2002 гг. исследования показали, что первоначальная оценка масштабов ртутного загрязнения была сильно занижена. Это заставило сменить стратегию управления ртутным загрязнением. Вместо дорогостоящего, но неэффективного извлечения ртути была предложена стратегия сдерживания, заключающаяся в изоляции основных очагов ртутного загрязнения от атмосферы, поверхностных и подземных вод. В 2003-2005 гг. вокруг четырех основных ртутных очагов было осуществлено сооружение противофильтрационной завесы из глины по типу «стены в грунте» с толщиной стенок 0,6 м и достигающей водоупора на глубине 15-20 м. Ее общая протяженность составила 3588 м. Почва, загрязненная только в поверхностных слоях, была извлечена на глубину до 0,5 м и перемещена внутрь объемов, ограниченных противофильтрационной завесой. Очаги ртутного загрязнения были изолированы от атмосферы специальными глиняными экранами общей площадью 180000 м². Все здания, имевшие ртутное загрязнение, были разобраны, а загрязненные ртутью строительные конструкции уложены в котлован, глубиной 3,0 м и выстланный 0,5 м слоем глины. Затем эти конструкции были залиты цементным раствором, сверху покрыты асфальтом и образовали монолитное хранилище отходов общей площадью 15671 м², стойкое к действию подземных вод и атмосферных осадков.

С 2005 г. региональные казахстанские власти начали осуществлять 15-ти летнюю Программу ртутного мониторинга в Северной промзоне города Павлодара, которая должна сделать вывод о достаточности проведенных демеркуризационных мероприятий. US EPA оказывает содействие этой программе через механизм ISTC, запуская с 2006 г. трехлетний проект K-1240.

3. М.А. Илющенко, Л.В. Яковлева (Редакторы). Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, 99 с.
4. М.А. Илющенко. Проблемы демеркуризации промышленных объектов на территории бывшего СССР. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 15.
5. А.Д.Ахметов, В.А.Бедненко. Опыт проведения демеркуризационных работ на территории бывшего ПО «Химпром» г. Павлодар. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 18.
6. В.Ю.Паничкин. Оценка опасности ртутного загрязнения подземных вод северной части Павлодарского промышленного района методами математического моделирования. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 20.
7. О.Л.Мирошниченко. Методика и технология создания системы разномасштабных математических моделей ртутного загрязнения подземных вод промышленной зоны города Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 21.
8. М.А. Илющенко, Р.И. Камберов, Л.В. Яковлева. Постдемеркуризационный мониторинг и оценка риска в Северной промышленной зоне города Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 23.
9. С.А. Абдрашитова, В. Дэвис-Хувер, Р. Деверо. Разработка способа биоремедиации загрязненных ртутью подземных вод пригорода Павлодара. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 24.
10. В.Е. Храпунов, Б.Л. Левинтов, С.А. Требухов. Разработка новой технологии и аппаратуры для глубокой очистки загрязнённых ртутью объектов Казахстана. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 25.
11. Ф.И.Ингель, Дж.Эйлесс, П.Иккль, М.Чиба, Ш.Н.Хусаинова. Оценка риска здоровью человека при экспозиции низкими дозами ртути. Материалы международного семинара “Загрязнение ртутью окружающей среды: эмиссия в атмосферу, восстановление территорий и влияние на здоровье» (Астана, 28 мая- 1 июня 2007 года). Программа. Тезисы докладов. Астана, 2007, С. 42

Публикации 3-11 на русском и английском языках размещены на веб-сайте <http://Hg-Kazakhstan.narod.ru>

Приложения 4: Информация по патентам и права собственности

Приложение к квартальному техническому отчету
о ходе работ по проекту МНТЦ №1240р за отчетный
период с 1 октября 2006 г. по 30 сентября 2007 г.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО УСТАНОВЛЕНИЮ, ОХРАНЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
СОЗДАННОЙ В ПРОЦЕССЕ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ.



СОБЫТИЯ	Да	Нет
Подписано Соглашение о неразглашении информации (с коллабораторами или другими лицами / организациями)		нет
Установлено (создано, получено) новое решение, которое может рассматриваться, как объект интеллектуальной собственности (далее именуется – инновационное решение)		нет
Направлено в МНТЦ уведомление об установлении инновационного решения		нет
Направлено в МНТЦ формальное описание инновационного решения		нет
Принято решение об охране инновационного решения в форме коммерческой тайны		нет
Подана заявка на регистрацию программного продукта / базы данных / топологии интегральной схемы		нет
Подана заявка на патентование		нет
национальное		нет
евразийское		нет
по системе РСТ		нет
Подана заявка на патентование в других странах		нет
Получен патент		нет
национальный		нет
евразийский		нет
зарубежных стран		нет
Подтверждена регистрация программного продукта / базы данных / топологии интегральной схемы		нет
Получен формальный запрос на продажу лицензии / передачу технологии		нет
Начаты формальные переговоры о продаже лицензии / передаче технологии		нет
Подписано соглашение о продаже лицензии / передаче технологии		нет
Зарегистрировано соглашение о продаже лицензии / передаче технологии		нет
Направлена заявка в МНТЦ на финансовую поддержку патентования		нет
Направлена заявка в МНТЦ на консультационную поддержку патентования		нет

Руководитель проекта

Илющенко М.А.