

# Технология создания кадастра загрязненных земель г. Сумгайыта

**Х.Р. Исмадова, А.И. Исламзаде**

*Институт Космических Исследований Природных ресурсов  
AZ1106Г Баку, пр. Азадлыг, 159  
E-mail: [khasiyat@box.az](mailto:khasiyat@box.az)*

Основная идея предлагаемой в статье информационной кадастровой системы – создание инструмента инвентаризации загрязнённых территорий с помощью современных компьютерных средств, информационных технологий и аэрокосмических методов исследований. Кроме основных блоков – база данных, геоинформационная система, обработка изображений - разработана также информационно-аналитической система для управления данными, их интеграции и выработки оценки загрязнённых территорий.

## Введение

В связи с интенсивным освоением земель, которое ведётся в настоящее время в Азербайджане, в частности на Апшеронском полуострове и крупных городах (Баку, Сумгайыт) остро встала проблема инвентаризации земель с учётом их экологического состояния. Особенно остро стоит проблема учёта различных мест захоронения промышленных отходов, неучтённых свалок, загрязнённых земель. Промышленные отходы г. Сумгайыта имеют сложный механический состав и выделяют в окружающую среду хлор, ртуть, фтористый водород, сернистый ангидрид, мышьяковистые соединения, тяжелые металлы, углеводороды и др. токсичные вещества. Предприятия г. Сумгайыта вынуждены складировать отходы не только на организованных, но и выносить на неорганизованные свалки, как на территории предприятий, так и вне.

Для управления информацией и принятия решений в сфере перечисленных выше проблем необходимо иметь достаточно полную, многоцелевую автоматизированную информационную систему об исследуемых территориях, их объектах и субъектах землепользования. Ключевым аспектом реализации эффективного управления является ведение земельного кадастра. Земельный кадастр, который в настоящее время ведётся практически во всех странах мира, непрерывно связан с понятием учёта, оценки состояния и использования земельных ресурсов, что позволяет быстро и достаточно полно обеспечить соответствующие органы и организации необходимой информацией о земельных ресурсах.

В настоящей работе речь идёт о создании автоматизированной кадастровой системы учёта загрязнённых земель г. Сумгайыта и его промышленной зоны. Рассматриваются принципы создания автоматизированной системы для выявления зон промышленного и бытового загрязнения с помощью ГИС-технологий, аэрокосмических методов исследований, введения базы данных экологического земельного кадастра и использования этой системы службами управления земельными ресурсами. Разработана технология создания интегрированных с данными дистанционного зондирования и базами данных геоинформационных систем. В базе данных сформирована структурированная информация о промышленных предприятиях, составе отходов, местах захоронений отходов, степени токсичности, зоны влияния и др., которая графически отображается картографическими методами визуализации с помощью взаимосвязанной с базой данных геоинформационной системы (ГИС). Большую роль в сборе информации и уточнении мест захоронения отходов имели данные обработки аэрокосмической информации. При обработке данных отмечено естественное или антропогенное зарастание мест захоронения отходов, что естественно представляет скрытую угрозу для дальнейшего использования этих территорий при отсутствии соответствующей информации. Много внимания было уделено созданию простого и доступного интерфейса с

пользователем, так как основным пользователем ГИС должны стать муниципальные и другие органы управления территориями г. Сумгайыта.

### Постановка задачи

Интенсивное освоение территорий, которое в настоящее время наблюдается на Апшеронском полуострове, а также многолетние исследования в области охраны здоровья человека в таких промышленных зонах как Сумгайыт, обусловили проблему инвентаризации загрязнённых территорий с целью оповещения пользователей и владельцев земельных участков об экологическом состоянии этих территорий и окружающей среды. В настоящее время идёт освоение таких загрязнённых территорий как законсервированные промышленные свалки, и очень часто без знания соответствующей экологической информации, а большей частью и сознательно. Например, на рис. 1 показан один из отсеков шламонакопителя от ТЭЦ 2 г. Сумгайыта, на котором выращивается сельскохозяйственная культура.



*Рис. 1. Один из отсеков шламонакопителя от ТЭЦ 2, где выращивается с\х культура*

Отсюда, задача ставится следующим образом: обосновать документально оценку территорий, подлежащих или уже освоенных под использование, применяя различные средства визуализации информации, в том числе, картографические, фотографические и др. Потенциал различных вариантов оценок, методов составления высококачественных карт, совершенных моделей для расчетов возможных последствий может быть очень велик. В каждом конкретном случае из всего этого множества нужно выбирать максимально простой, но достаточный для данных условий и конкретной задачи вариант решения, отвечающий международным стандартам. Однако детальность проектных разработок не должна превышать реально существующих возможностей восприятия и использования информации лицами, принимающими решение в системе управления. Так, например, карты должны быть освобождены от всей информации, прямо не связанной с целями и задачами управления. Количественные показатели должны быть переведены на язык, понятный для любого грамотного человека. На картах ясно и наглядно должны быть выделены проблемные территории, области рисков и т. п. То есть, свести сложное к простому, не потеряв при этом содержания, важнейшая задача проектировщика системы.

Исходя из описанных выше позиций, при выборе структуры и технологии функционирования кадастровой системы учёта загрязнённых территорий мы ориентировались на реального пользователя – муниципальные и другие органы городского управления территориями. Решения должны были соответствовать условиям программного и технического обеспечения реального пользователя. Очевидно, что кадастровые системы опираются на локальную сеть, при минимальной конфигурации – это компьютеры, сканер, принтер, модем. Что касается программного обеспечения, то можно сказать, что не для каждого пользователя доступны ГИС- программы, программы обработки аэрокосмической информации. Поэтому, создавая систему для города, мы выбрали гибкую структуру функционирования системы как в среде MS ACCESS, GIS ArcView, так и в гибридной информационной среде объединяющей свойства баз данных и ГИС-технологий.

Таким образом, ставя основной идеей кадастра создание инструмента инвентаризации загрязнённых территорий с помощью современных компьютерных средств и информационных технологий, мы определили следующие этапы создания системы: сбор информации, ввод в базу данных и выбор структуры базы данных, создание геоинформационной системы для Кадастра, разработка методов обработки аэрокосмической информации, интеграция всех данных в единой информационно-аналитической системе, анализ данных и разработка способов визуализации информации и интерфейса с пользователем.

Для всех предприятий был составлен вопросник, по которому осуществлялся сбор информации и куда вошли:

- *Информация о предприятиях:* Местоположение, рельеф местности, основная продукция, типы отходов, состав отходов, способы захоронения и утилизации, документация на захоронение отходов, места захоронений, окружающая среда.

- *Типы отходов:* выбросы в атмосферу, жидкие стоки, твёрдые отходы.
- *Первичная информация о свалках г. Сумгайыта и его промышленной зоны:*
  - Статус свалки: (стихийная или государственная);
  - Дата регистрации свалки;
  - Тип (действующая или закрытая, дата закрытия);
  - Кем зарегистрирована свалка (организация, где зарегистрирована свалка);
  - Код регистрации свалки;
  - Использование места сброса отходов: до начала сброса, в настоящее время, запланировано на будущее;
  - Использование территории вокруг места сброса: в настоящее время, запланировано на будущее;

- Проведена рекультивация (да, нет, в каком году).

- *Вторичная информация о свалках:*
  - Название предприятия, складирующее свои отходы на конкретной свалке;
  - Название министерства, кому починено предприятие;
  - Адрес предприятия;
  - Статистический код идентификации предприятия;
  - Отрасль предприятия, сбрасывающая отходы
  - Дата открытия, дата закрытия;
  - Степень приоритетности;
  - Свалка существовала (до 1980г, до 1992г, до 2004 или другая дата);
  - Заросла растительностью (да, нет);
  - Территория используется для других целей (да, нет);
  - Что построено на её территории;
  - Кто раньше был собственником территории места сброса свалки;
  - Кто в настоящий момент является собственником территории, если свалки даже нет, но раньше была;

- Географическое местоположение (на территории завода, города, между двумя заводами, между заводом и жилым массивом, вдоль дороги, между железной дорогой и мостом и т.д.);
- Степень токсичности (1- первая категория вредности, 2 –вторая, 3- третья, 4 –четвёртая категория вредности);
- Если складирование было больше чем от одного предприятия, то информация о других предприятиях;
- Описание рельефа места сброса: вид почвы, грунтовые воды, описание окружающей среды;
- Ввозились ли отходы с других предприятий;
- Список предприятий (указать отрасль экономики), представляющих интерес для составления кадастра.

### Структура базы данных

Собранная информация по промышленным предприятиям г. Сумгайыта и другим предприятиям (автозаправки, ремонтные, красильные мастерские и др.) составила основу базы данных «Кадастр», которая в табличном виде создавалась в среде MS ACCESS. Была проведена индексация данных и были установлены все взаимосвязи данных в следующей последовательности: зона загрязнения; свалки или другие виды захоронения отходов предприятий; предприятия, складывающие в данной зоне; состав их отходов; степень токсичности отходов; способы захоронения; ингредиенты отходов; куда ещё вывозились отходы (рис.2). Таблицы объединены по типу информации.

Во-первых, таблицы справочной информации, куда вошли таблицы с информацией о предприятиях и других организациях, загрязняющих территорию, согласно указанному выше вопроснику.

Во-вторых, таблицы кадастровых объектов (в нашем случае различные виды захоронений промышленных и бытовых отходов, источники загрязнений, окружающая среда), в ходе анализа параметры которых могут редактироваться. Они непосредственно связаны с геоинформационной системой и справочной информацией.



Рис. 2. В базе данных хранится полный код места захоронения отходов

### Геоинформационная система Кадастра

При сборе информации, обоснованием для создания Кадастра должны быть:

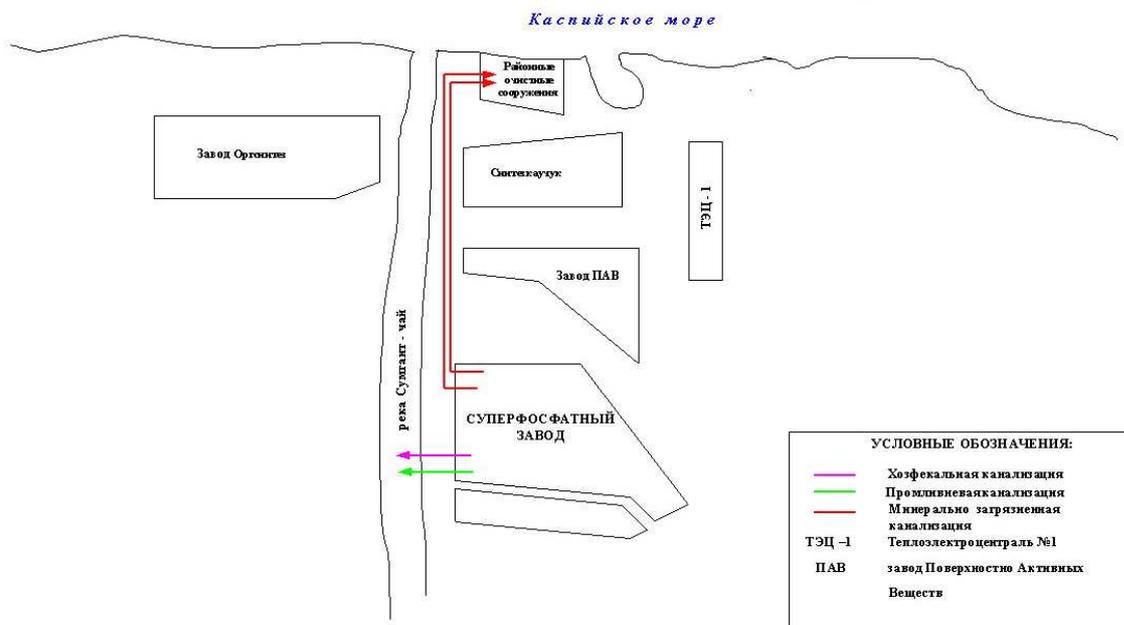
- Наличие достоверных информационных источников;
- Наличие точной геодезической сети для картографических данных;
- Ссылки на точные топографические карты;
- Юридически обоснованные документы о границах землепользования.

Отсюда в качестве базовых источников информации в системе были взяты следующие:

- Топографические карты в масштабе 1: 100000, 1 :25 000, 1 : 10 000;
- Тематические карты в масштабе 1: 500 000;

- Аэрофотоснимки, 1992 г., соответствующие масштабу 1:10000. Изображение со спутника Ландсат ТМ, разрешением 30x30 м, 1998 г.
- Карта учтённых свалок, представленная отделом экологии г. Сумгайыта Министерства Экологии и Природопользования Азербайджана;
- Материалы экологической экспертизы промышленных предприятий г. Сумгайыта и план-схемы предприятий;
- Результаты полевых исследований с помощью GPS-технологий (регистрировались также всевозможные мелкие предприятия, загрязняющие территорию).

КАРТА-СХЕМА СИСТЕМЫ КАНАЛИЗАЦИИ СУПЕРФОСФАТНОГО ЗАВОДА.



СХЕМАТИЧНЫЙ ПЛАН РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕХОВ СУПЕРФОСФАТНОГО ЗАВОДА.

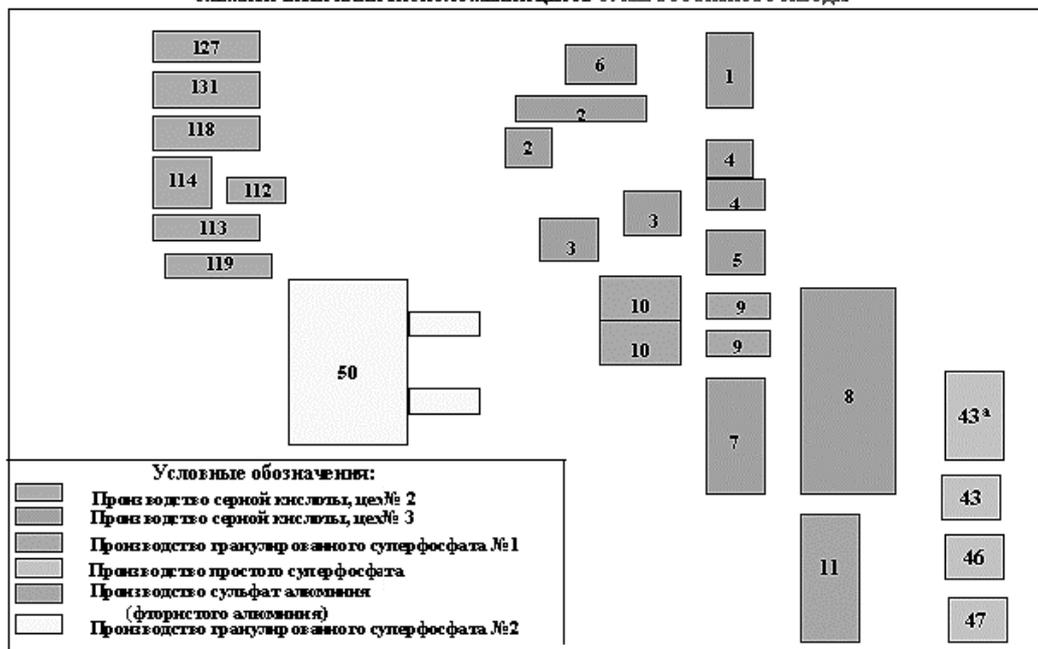


Рис. 3а,б. Карта-схема системы канализации и план-схема расположения

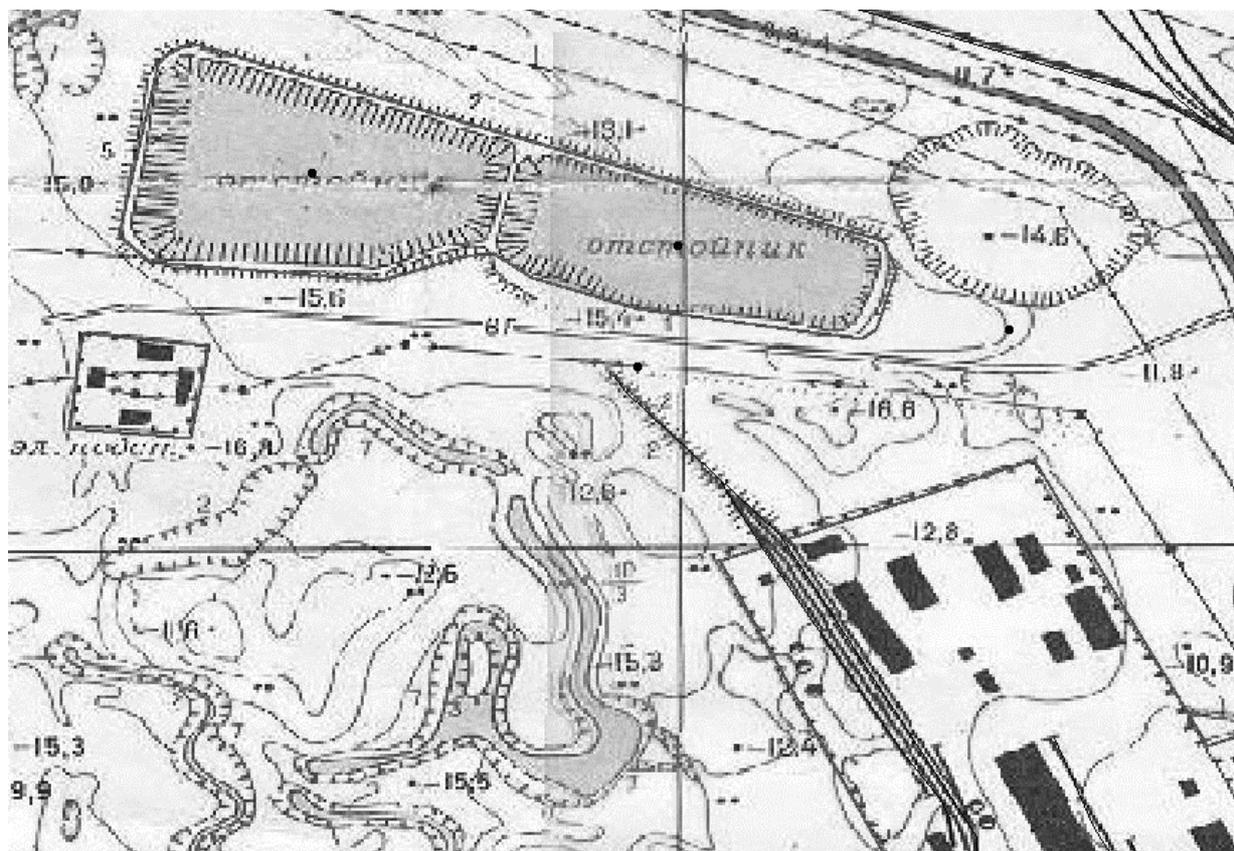


Рис. 4а,б. Наложение точечного слоя информации о местоположении свалок на аэроснимок и сопоставление с топокартой показывает, что в данном случае у нас шламонакопитель. Однако внизу обнаруживается ещё один шламонакопитель, не указанный на официальных источниках информации

Таким образом, информация о местах захоронения отходов предприятий, бытовых отходов и зоны их влияния на окружающую среду обеспечивается картографическими данными и данными по результатам обработки аэрокосмической информации. Учитывая специфику поставленной задачи, картографическая информация представлена как в пространственном, так и во временном масштабе. В основу была взята топографическая карта местности в масштабе 1:10 000 (1980г). Всего 8 планшетов, которые были собраны в единую мозаику, используя средства ГИС-технологий (Image Warp 2). На данную территорию были собраны 40 планшетов аэросъёмки (1992 г.), которые также были собраны в единую мозаику. Также были составлены подробные план-схемы предприятий, с указанием продукции, выпускаемой цехами, типов отходов, системами канализации и других путей транспортировки и складирования отходов (рис.3а,б).

Для создания геоинформационной поддержки кадастра, в среде ArcView 3.2 был создан проект «Сумгаит», который был разделён на несколько структур (ВИДОВ):

**Veiw1:** Sumgait. Тематические слои, отражающие кварталы, микрорайоны, жилые массивы, постройки, улицы, зелёную зону, спортивные сооружения, рельеф, почвы;

**Veiw2:** Industrial zone (контура промышленных предприятий, постройки на их территории: здания, цеха, водные бассейны, железнодорожные пути, станции и др. объекты);

**Veiw3:** Waste territories in Sumgait. По имеющейся информации выделены зоны загрязнённых территорий внутри города, даны оценки каждой зоны, в каждой зоне указано наличие свалок и предприятий, возможно загрязняющих зону. В основном это ремонтные, красильные мастерские, различные строительные организации, автозаправки, автостоянки, бензоколонки, хлебный завод, молочный комбинат.

**Veiw4:** Waste territories in Industrial zone. В зону загрязнения промышленной зоны входят: А) Территории промышленных предприятий: трубопроводы, газопровод, канализация, отстойники, места складирования отходов, шламонакопители, отвалы); Б) Территории вне предприятий, но являющиеся местами захоронения и складирования отходов этих предприятий.

Исходная информация о местоположении зарегистрированных свалок и других мест складирования токсичных веществ была предоставлена отделом экологии г.Сумгайыта и в проекте ГИС, исходя из способа представления информации на исходной карте, она была реализована в точечном слое. ГИС-проект создан в картографической проекции Гаусса-Крюгера, зона 9, эллипсоид Красовского. Одним из преимуществ ГИС-проекта является вызов по запросу пользователя фотографической информации из базы данных фотографий мест свалок, города, предприятий, выбросов канализаций и других фотографий, показывающих неблагоприятные территории города и его промышленной зоны.

### **Блок обработки аэрокосмической информации**

Мозаика, состоящая из 40 аэроснимков, была трансформирована в базовую проекцию. Используя методы визуального и сравнительного анализа, а также опыт и методы автоматического дешифрирования аэрокосмической информации обработка снимков производилась по нескольким направлениям. 1. Обнаружение мест захоронения отходов, выделения контуров свалок и других мест складирования, которые соответствовали официальной картографической и документальной информации.

2. Обнаружение незафиксированных на официальных источниках информации мест складирования отходов. Часто – это засыпанные места складирования, заросшие растительностью, или неучтённые в официальной информации (рис. 4а,б).

3. Обнаружение и выделение зоны влияния на окружающую среду в местах захоронения промышленных и бытовых мест отходов (рис. 5).

4. Редактирование объектов топографической карты 1980г по аэроснимкам 1992г. Обнаружение и редактирование изменений дорожных, железнодорожных путей, систем канализации, трубопроводов, линий ЛЭП и других линейных объектов. Обнаружение и редактирование изменений береговой линии Каспийского моря (рис. 6).

5. Редактирование объектов жилых массивов города по аэроснимкам и составление векторных слоёв плана города и промышленной зоны на 1992 г. (рис. 6).

На данном этапе создания системы в наличии имелись космоснимки только среднего разрешения – Ландсат ТМ, 30х30м, 1998-2000г. К сожалению, снимки с таким разрешением не соответствуют поставленной задаче. Однако, по данным снимкам отчётливо видны места выбросов канализации в Каспийское море и акватория загрязнения при выносе р. Сумгайтчай, а также в базе данных системы есть данные по составу жидких стоков в реку с очисткой и без очистки. Структура системы и алгоритмы обработки изображений предусматривают ввод в систему снимков высокого разрешения и дальнейшее включение в базу данных результатов их обработки.



Рис. 5. Загрязнение окружающей среды потоками из шлакоотвала

### **Информационно-аналитическая система управления информацией**

После обработки всех видов информации, привязки их к местности в единой картографической проекции решалась задача создания управляющей системы, наделённой функциями анализа всей информации и возможностями выбора той совокупности информации, которая позволяла бы пользователю оценивать кадастровый объект исследования, не вникая в подробности обработки информации, то есть автоматизировать процесс выбора и оценки информации.

Для этого была создана рабочая оболочка системы в виде макета «КАДАСТР загрязнённых территорий г. Сумгайыта», где функции выбора информации были возложены на инструменты MS ACCESS (рис.7а, б). Функции выбора заложены также в ГИС-проекте. Макет представляет собой управляющую систему и состоит из 4 блоков. В верхнем основном блоке осуществляется выбор одной из зон, загрязнённой территории, с указанием типов складирования: шламонакопитель, свалка, отстойник, отвал. Номер зоны индексирован и связан с индексами предприятий и типов отходов от этих предприятий: жидкие стоки или твёрдые (в данном варианте системы, блок выбросов в атмосферу не рассматривался) (рис.7а,б). Второй блок – это сам кадастр зоны, где



## Жилой массив г. Сумгайыта

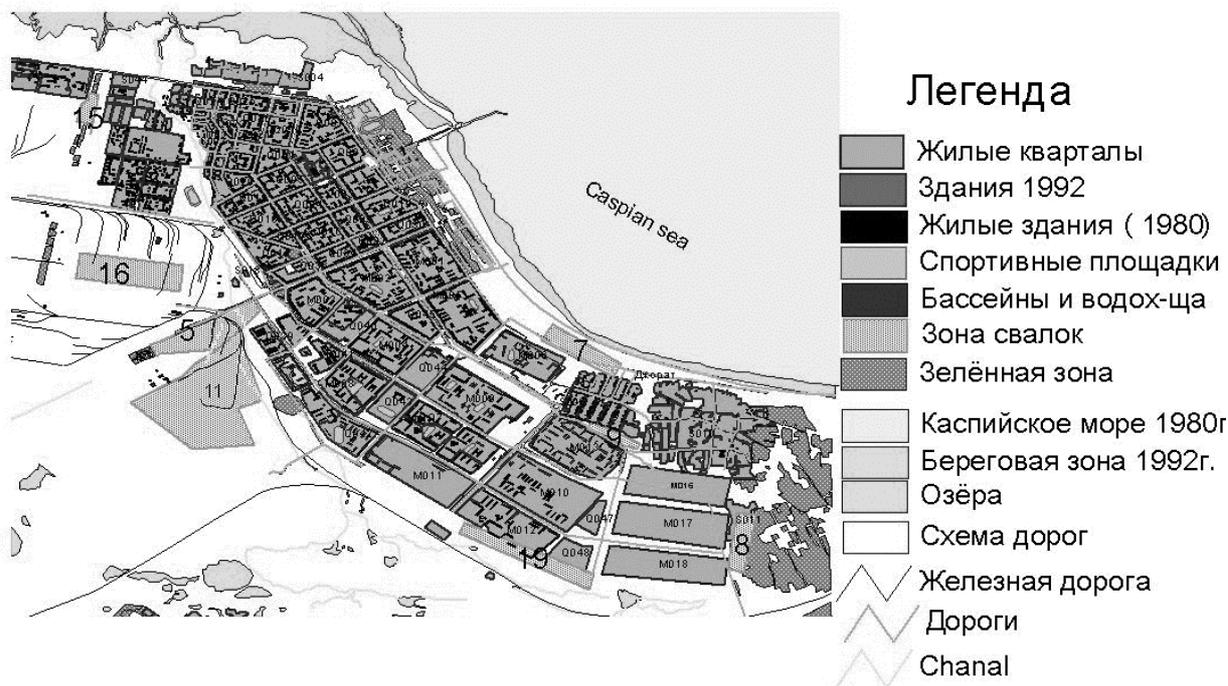


Рис. 6. На карте-схеме контура микрорайонов 11,16, 17, 18, 42, 48,47 оцифрованы с аэроснимка, на топокарте 1980г. эти микрорайоны не обозначены. В черте береговой линии более тёмным цветом показана зона затопления

просматривается и редактируется информация о местах складирования отходов от предприятий. Индекс кадастрового объекта связан с индексами зоны, предприятий, индексом вида выпускаемой продукции, индексами типов и состава отходов.

Далее, идет блок справочной информации о предприятиях и два блока справочной информация о составе твёрдых и жидких отходов тех предприятий, которые выбраны, как складирующие на территории фиксированной зоны.

Именно используя справочную информацию можно редактировать кадастровую информацию, при этом для картографической поддержки при принятии решения существуют функции вызова ГИС-проекта. или картографической базы данных в другом приложении просмотра растровых и аналоговых изображений (в нашей системе – это ACDSsee 7.0). Последний вариант предложен для пользователей не имеющих ГИС-программы. Структура системы позволяет расширять состав базы картографической информации или ГИС-проекта с вводом новой информации без потери взаимосвязи предыдущей информации. На рис.7а,в показан макет управляющей информационно-аналитической системы, и фрагмент вызова ГИС-проекта или картографической базы данных. При вызове ГИС-проекта предусмотрены функции вызова одной из структур проекта, отвечающей запросу пользователя по индексу зоны загрязнения. При вызове картографической базы данных в среде ACDSsee 7.0 раскрывается папка с картами и вызывается файл с картой по номеру зоны и запросу пользователя.

Таким образом, автоматизированная система состоит из четырёх составляющих, каждая создана в той программной среде, где осуществляется обработка данных. Информационно-аналитический блок – макет – осуществляет связь всех составляющих и данных, путём управления процессом выбора необходимых параметров, описывающих конкретную задачу, конкретную территорию. Все управляющие параметры взаимосвязаны посредством выбора номера зоны. Та-

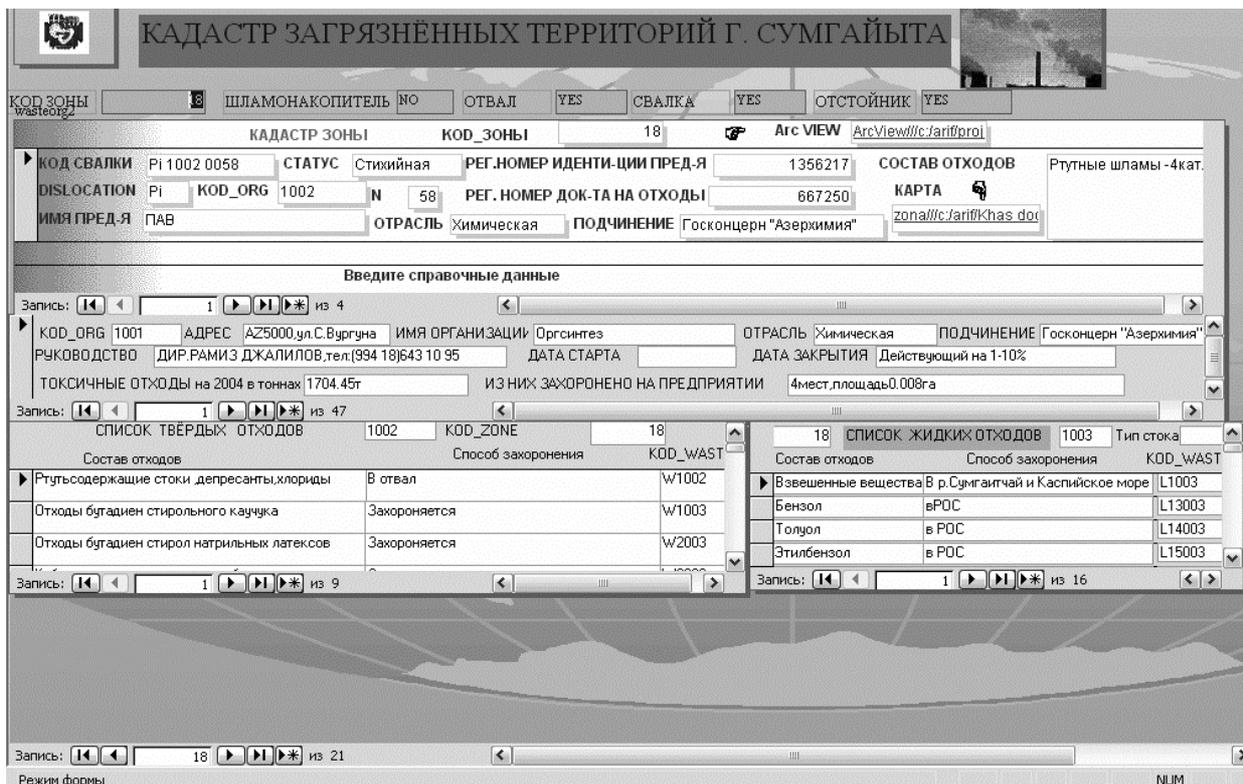


Рис. 7а. Макет управляющей программы

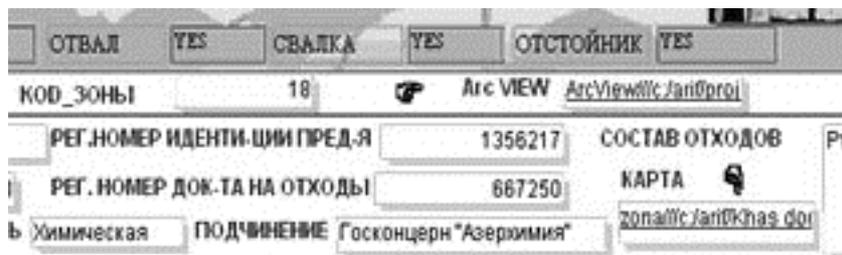


Рис. 7б. Фрагмент макета, где показаны функции перехода в ГИС-проект или к базе картографических данных

ким образом, создаётся виртуальный образ кадастрового объекта, что значительно упрощает процесс оценки данной территории. Все редактируемые записи заносятся в Кадастр зоны и осуществляется оценка территории по степени токсичности.

Для анализа информации разработана методика интеграции данных в ГИС-проект. Например, используется оверлейная методика и на рис.4а,б показано совмещение картографической информации, аэроснимка и векторного слоя. В ГИС-проект осуществляется выборка информации по запросу пользователя, с этой целью написаны скрипты и внесены в проект.

## Заключение

Ценность автоматизированной кадастровой системы для учёта загрязнённых территорий состоит в том, что современными компьютерными средствами осуществляется учёт, систематизация и паспортизация загрязнённых территорий, их экологическая оценка, удобный и доступный интерфейс для пользователя, возможность ввода и хранения разновременной информации, а также ее актуализация по запросу, обеспечение соответствующих государственных структур и орга-

низации необходимой информацией о загрязнённых территориях и окружающей среды. Геоинформационная система Кадастра применима в любых областях, имеющих хоть какое-нибудь отношение к геодезии, картографии, кадастру. Система позволяет обрабатывать данные геодезических измерений, химико-физических параметров, формировать электронную карту местности, производить администрирование и мониторинг электронных карт, вести учёт пространственной и атрибутивной информации об кадастровых объектах, вывод на печать картографической и разнообразной отчётной информации.

Работа выполнена в рамках проекта Германского общества технического сотрудничества (GTZ) «Сотрудничество городов-партнеров Германии и Кавказа». Авторы статьи приносят благодарность партнёрам по проекту и надеются при приобретении снимков высокого разрешения составить вариант современного состояния загрязнённых территорий.