

МКБК

SDC

НИЦ МКБК

UNEP/GRID-Arendal

UNECE

Проект «Региональная информационная база водного сектора  
Центральной Азии» (CAREWIB)

# **Руководство по использованию Географической информационной системы (ГИС) для национальных контактных точек**

Ташкент

Июль 2009

Научно-информационный центр  
МКВК (НИЦ МКВК)

Республика Узбекистан, 100 187,  
г. Ташкент, м-в Карасу-4, 11

Тел. (998 71) 265 92 95, 266 41 96  
Факс (998 71) 265 27 97

dukh@icwc-aral.uz  
iskander@icwc-aral.uz

<http://sic.icwc-aral.uz>  
[www.cawater-info.net](http://www.cawater-info.net)

GRID-Arendal  
UNEP Regional Office for Europe  
(UNEP/GRID-Arendal)

15, Chemin des Anemones, CH-1219  
Chatelaine, Geneva, Switzerland

Тел. (41 22) 917 82 81  
Факс (41 22) 797 34 20

[nickolai.denisov@unep.ch](mailto:nickolai.denisov@unep.ch)

[www.grida.no](http://www.grida.no)

United Nations  
Economic Commission for Europe  
(UNECE)

Palais des Nations, Room 315  
CH-1211 Geneva 10 Switzerland

Тел. (41 22) 917 23 96  
Факс (41 22) 917 06 21

[bo.libert@unece.org](mailto:bo.libert@unece.org)

[www.unece.org](http://www.unece.org)

Составители: Е.М. Рощенко, И.Ф. Беглов

## Содержание

Введение.....	4
Что такое ГИС .....	5
История ГИС.....	6
Структура ГИС .....	7
Вопросы, на которые может ответить ГИС .....	7
Основные программные продукты ГИС .....	7
Семейство программных продуктов ArcGIS .....	11
Сферы использования .....	11
ПО семейства ArcGIS .....	12
Организация работы при создании ГИС .....	13
Инсталляция программного продукта ArcView 3.2a .....	15
Ввод данных в ГИС.....	17
ArcView. Создание карт.....	20
Создаем свою ГИС .....	22
Пример создания линейного покрытия (реки) .....	23
Пример создания полигонального покрытия (озера).....	27
Заполнение атрибутивных таблиц.....	31
Создание карт .....	33

## Введение

Географическая информационная система (ГИС) – это новейшее достижение в наглядном представлении географической информации. ГИС позволяет хранить и использовать данные, описывающие места на земной поверхности, одна из многих информационных технологий, которая призвана облегчить труд исследователей и содействовать развитию общества.

Использование ГИС резко возросло в восьмидесятые годы от полной неизвестности до повседневной работы. Почему растет интерес именно к этой информационной системе? Да потому, что ГИС позволяет интегрировать информацию из различных источников для ее понимания (результаты представляются в наглядном виде) и определения наиболее важных проблем в окружающем нас мире. Среди таких проблем можно назвать глобальные: потепление климата, перенаселенность, проблемы голода и достаточно локальные проблемы: повышение урожайности в каком-либо конкретном фермерском хозяйстве, прогноз боковой приточности. Технология ГИС позволяет организовать данные по этим и другим проблемам, а также определить их пространственные взаимоотношения. Эти знания служат основой для принятия более точных и разумных решений, поэтому в течение прошлых двух десятилетий эта информационная система внесла достаточно большой вклад в развитие науки и народного хозяйства.

Кроме того, ГИС – это достаточно удобное и универсальное средство для обмена картографической информацией, так как эта информационная система создана на персональном компьютере, то при наличии интернета любая карта может быть передана в любую точку земного шара, где есть сеть интернет.

ГИС позволяет получать различные карты на компьютере и распечатывать на цветном или черно-белом принтере, также с помощью этой системы можно делать анализ объектов реального мира (создание различных карт-схем, например, направления ветров), а также событий, происходящих в нашей реальной жизни и деятельности (например, создание карты плотности населения по областям).

## Что такое ГИС

Геоинформационные системы (также ГИС — географическая информационная система) — системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных (1)<sup>1</sup> и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Другими словами, это инструменты, позволяющие пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах, например высоту здания, адрес, количество жильцов.

ГИС включают в себя возможности СУБД (2), редакторов растровой (3) и векторной (4) графики и аналитических средств и применяются в картографии (5), геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне.

По территориальному охвату различают глобальные ГИС (global GIS), субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС (regional GIS), субрегиональные ГИС и локальные, или местные ГИС (local GIS).

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования, к примеру, городские ГИС, или муниципальные ГИС, МГИС (urban GIS), природоохранные ГИС (environmental GIS) и т. п.; среди них особое наименование, как особо широко распространённые, получили земельные информационные системы. Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными), среди них инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений. Интегрированные ГИС, ИГИС (integrated GIS, IGIS) совмещают функциональные возможности ГИС и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Полимасштабные, или масштабно-независимые ГИС (multiscale GIS) основаны на множественных, или полимасштабных представлениях пространственных объектов (multiple representation, multiscale representation), обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных с наибольшим пространственным разрешением. Пространственно-временные ГИС (spatiotemporal GIS) оперируют пространственно-временными данными. Реализация геоинформационных проектов (GIS project), создание ГИС в широком смысле слова, включает этапы: предпроектных исследований (feasibility study), в том

---

<sup>1</sup> Сноски в конце данного параграфа

числе изучение требований пользователя (user requirements) и функциональных возможностей используемых программных средств ГИС, технико-экономическое обоснование, оценку соотношения «затраты/прибыль» (costs/benefits); системное проектирование ГИС (GIS designing), включая стадию пилот-проекта (pilot-project), разработку ГИС (GIS development); её тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке (test area), прототипирование, или создание опытного образца, или прототипа (prototype); внедрение ГИС (GIS implementation); эксплуатацию и использование. Научные, технические, технологические и прикладные аспекты проектирования, создания и использования ГИС изучаются геоинформатикой (6).

## **История ГИС**

### *Пионерский период (поздние 1950е — ранние 1970е гг.)*

Исследование принципиальных возможностей, пограничных областей знаний и технологий, наработка эмпирического опыта, первые крупные проекты и теоретические работы.

- Появление электронных вычислительных машин (ЭВМ) в 50-х годах.
- Появление цифрователей, плоттеров, графических дисплеев и других периферийных устройств в 60-х.
- Создание программных алгоритмов и процедур графического отображения информации на дисплеях и с помощью плоттеров.
- Создание формальных методов пространственного анализа.
- Создание программных средств управления базами данных.

### *Период государственных инициатив (нач. 1970е — нач. 1980е гг.)*

Государственная поддержка ГИС стимулировала развитие экспериментальных работ в области ГИС, основанных на использовании баз данных по уличным сетям:

- Автоматизированные системы навигации.
- Системы вывоза городских отходов и мусора.
- Движение транспортных средств в чрезвычайных ситуациях и т. д.

### *Период коммерческого развития (ранние 1980е — настоящее время)*

Широкий рынок разнообразных программных средств, развитие настольных ГИС, расширение области их применения за счет интеграции с базами пространственных данных, появление сетевых приложений, появление значительного числа непрофессиональных пользователей, системы, поддерживающие индивидуальные наборы данных на отдельных компьютерах, открывают путь системам, поддерживающим корпоративные и распределенные базы геоданных.

### *Пользовательский период (поздние 1980е — настоящее время)*

Повышенная конкуренция среди коммерческих производителей геоинформационных технологий услуг дает преимущества пользователям ГИС, доступность и «открытость» программных средств позволяет использовать и даже модифицировать программы, появление пользовательских «клубов», телеконференций, территориально разобщенных, но связанных единой тематикой пользовательских групп, возросшая потребность в геоданных, начало формирования мировой геоинформационной инфраструктуры.

### **Структура ГИС**

1. Данные (пространственные данные):
  - позиционные (географические): местоположение объекта на земной поверхности.
  - непозиционные (атрибутивные): описательные.
2. Аппаратное обеспечение (ЭВМ, сети, накопители, сканер, дигитайзеры и т. д.).
3. Программное обеспечение (ПО).
4. Технологии (методы, порядок действий и т. д.).

### **Вопросы, на которые может ответить ГИС**

1. Что находится в...? (определяется место).
2. Где это находится? (пространственный анализ).
3. Что изменилось начиная с...? (определить временные изменения на определенной площади).
4. Какие пространственные структуры существуют?
5. Что если? (моделирование, что произойдет, если добавить новую дорогу).

### **Основные программные продукты ГИС**

Наибольшее распространение имеют программные продукты ArcGIS и ArcView компании ESRI, семейство продуктов GeoMedia корпорации Intergraph и MapInfo Professional компании Pitney Bowes MapInfo.

Используются также другие программные продукты отечественной и зарубежной разработки: Bentley's MicroStation, IndorGIS, STAR-APIC, Zulu, ДубльГИС и пр.

(1) Пространственные данные (географические данные, геоданные) — данные о пространственных объектах и их наборах. Пространственные данные составляют основу информационного обеспечения геоинформационных систем.

Пространственные данные обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: координатных и атрибутивных данных. Установление связи между этими частями называется геокодированием.

Координатные данные определяют позиционные характеристики пространственного объекта. Они описывают его местоположение в установленной системе координат в виде последовательности координат точек.

Атрибутивные данные представляют собой совокупность непозиционных характеристик (атрибутов) пространственного объекта. Атрибутивные данные определяют смысловое содержание (семантику) объекта и могут содержать качественные или количественные значения.

(2) Система управления базами данных (СУБД) — специализированная программа (чаще комплекс программ), предназначенная для организации и ведения базы данных. Для создания и управления информационной системой СУБД необходима в той же степени, как для разработки программы на алгоритмическом языке необходим транслятор.

(3) Растровое изображение — это файл данных или структура, представляющая собой сетку пикселей или точек цветов (на практике прямоугольную) на компьютерном мониторе, бумаге и других отображающих устройствах и материалах.

Важными характеристиками изображения являются:

- количество пикселей. Может указываться отдельно количество пикселей по ширине и высоте (1024\*768, 640\*480,...) или же, редко, общее количество пикселей (обычно измеряется в мегапикселях);
- количество используемых цветов (или глубина цвета);
- цветовое пространство RGB, CMYK, XYZ, YCbCr и др.

Растровую графику редактируют с помощью растровых графических редакторов. Создается растровая графика фотоаппаратами, сканерами, непосредственно в растровом редакторе, также путем экспорта из векторного редактора или в виде скриншотов.

#### *Достоинства*

- Растровая графика позволяет создать (воспроизвести) практически любой рисунок, вне зависимости от сложности, в отличие, например, от векторной, где невозможно точно передать эффект перехода от одного цвета к другому (в теории, конечно, возможно, но файл размером 1 МБ в формате BMP будет иметь размер 200 МБ в векторном формате).
- Распространённость — растровая графика используется сейчас практически везде: от маленьких значков до плакатов.

- Высокая скорость обработки сложных изображений, если не нужно масштабирование.
- Растровое представление изображения естественно для большинства устройств ввода/вывода графической информации, таких как монитор, принтер, цифровой фотоаппарат, сканер и др.

#### *Недостатки*

- Большой размер файлов с простыми изображениями.
- Невозможность идеального масштабирования.
- Из-за этих недостатков для хранения простых рисунков рекомендуют вместо даже сжатой растровой графики использовать векторную графику.

(4) Векторная графика — это использование геометрических примитивов, таких как точки, линии, сплайны и многоугольники, для представления изображений в компьютерной графике. Термин используется в противоположность к растровой графике, которая представляет изображения как матрицу пикселей (точек).

Типичные примитивные объекты:

- Линии и ломаные линии.
- Многоугольники.
- Окружности и эллипсы.
- Кривые Безье.
- Безигоны.
- Текст (в компьютерных шрифтах, таких как TrueType, каждая буква создаётся из кривых Безье).

(5) Картография — наука об исследовании, моделировании и отображении пространственного расположения, сочетания и взаимосвязи объектов и явлений природы и общества. В более широкой трактовке картография включает технологию и производственную деятельность.

*Математическая картография* изучает способы отображения поверхности Земли на плоскости. Поскольку поверхность Земли (приблизительно сферическая) имеет конечную кривизну, её нельзя отобразить на плоскость с сохранением всех пространственных отношений одновременно: углов между направлениями, расстояний и площадей поверхностей. Можно сохранить только некоторые из этих соотношений. Важное понятие в математической картографии — картографическая проекция, то есть функция, задающая отображение географических координат точек на поверхности Земли на декартовы координаты на плоскости. Другой значительный раздел математической картографии — картометрия, которая позволяет по данным карты измерять расстояния, углы и площади на реальной поверхности Земли.

*Составление и оформление карт* — область картографии, область технического дизайна, изучающая наиболее адекватные способы отображения картографической информации. Эта область картографии тесно взаимосвязана с психологией восприятия, семиотикой, и т. п. гуманитарными аспектами.

Поскольку на картах отображается информация, относящаяся к самым различным наукам, выделяют также такие разделы картографии как историческая картография, геологическая картография, экономическая картография,

почвоведческая картография и т. д. Эти разделы относятся к картографии лишь как к методу, по содержанию они относятся к соответствующим наукам.

*Цифровая картография.* Относительно недавно появилась цифровая (компьютерная) картография, занимающаяся компьютерной обработкой картографических данных. Цифровая картография является не столько самостоятельным разделом картографии, сколько её инструментом, обусловленным современным уровнем развития технологии. Например, не отменяя способов пересчёта координат при отображении поверхности Земли на плоскости (изучается таким фундаментальным разделом, как Математическая картография), цифровая картография изменила способы визуализации картографических произведений (изучаются разделом Составление и оформление карт).

Так, если раньше авторский оригинал карты чертился тушью, то на начало 2009 г. он вычерчивается на экране монитора компьютера. Для этого используют Автоматизированные картографические системы (АКС), созданные на базе специального класса программного обеспечения (ПО). Например, GeoMedia, Intergraph MGE, ESRI ArcGIS, EasyTrace, Панорама и др.

При этом не следует путать АКС и Географические информационные системы (ГИС), т. к. их задачи различны. Однако, на практике один и тот же набор ПО является интегрированным пакетом, используемым для построения и АКС, и ГИС (яркие примеры — ArcGIS, GeoMedia и MGE).

(6) Геоинформатика (GIS science, geographic information science, geoinformatics) — наука, технология и производственная деятельность, применяющая средства информатики для разработки и использования географических информационных систем. Входит как составная часть в геоматику. Русский термин «геоинформатика» производный от термина «информатика» — иностранного заимствования, обозначающего научное направление, которое изучает теорию, методы и способы накопления, обработки и передачи данных, информации и знаний с помощью ЭВМ и других технических средств, или группу дисциплин, занимающихся различными аспектами применения и разработки вычислительных машин, куда обычно относят прикладную математику, программирование, программное обеспечение, искусственный интеллект, архитектуры ЭВМ и вычислительные сети.

Основные задачи:

- Создание баз геоданных (геокодирование) и управление ими
- Анализ и моделирование геоданных
- Разработка программного обеспечения для первых двух задач

## Семейство программных продуктов ArcGIS

ArcGIS — семейство программных продуктов американской компании ESRI, одного из лидеров мирового рынка геоинформационных систем. ArcGIS построена на основе технологий COM, .NET, Java, XML, SOAP. Последняя версия — ArcGIS 9.3.

ArcGIS позволяет визуализировать (представить в виде цифровой карты) большие объёмы статистической информации, имеющей географическую привязку. В среде создаются и редактируются карты всех масштабов: от планов земельных участков до карты мира. В ArcGIS также встроен широкий инструментарий анализа пространственной информации.

### Сферы использования

ArcGIS используется в самых различных областях:

- Земельный кадастр, землеустройство
- Учёт объектов недвижимости см. АИС учёта объектов недвижимости, ИСОГД
- Инженерные коммуникации
- МВД и МЧС
- Телекоммуникации
- Нефть и газ
- Экология
- Государственная пограничная служба
- Транспорт
- Лесное хозяйство
- Водные ресурсы
- Дистанционное зондирование
- Недропользование
- Геодезия, картография, география
- Бизнес
- Торговля и услуги
- Сельское хозяйство

- Образование

## ПО семейства ArcGIS

### *Настольные ГИС*

- ArcReader — бесплатная программа для просмотра данных, опубликованных средствами ArcGIS Publisher.
- ArcView — ГИС начального уровня для просмотра, создания, анализа данных, и подготовки карт.
- ArcEditor — ГИС промежуточного уровня с расширенным набором средств создания и анализа данных.
- ArcInfo — ГИС с максимальной функциональностью.

### *Серверные ГИС*

- ArcGIS Server (для создания корпоративной ГИС с неограниченным числом рабочих мест)
- ArcIMS (для публикации интерактивных карт в Интернет)
- ArcSDE (для хранения пространственных данных в СУБД, интеграции с другими ИС)

### *Инструменты разработчиков ГИС*

- ArcGIS engine

### *Мобильные ГИС*

- ArcPad — ГИС для карманных портативных компьютеров

### *Дополнительные модули ArcGIS*

- ArcGIS Spatial Analyst — для проведения пространственного анализа, основанного на данных в растровом формате.
- ArcGIS 3D Analyst — для проведения пространственного анализа, основанного на данных в формате триангуляционной нерегулярной сетки. Предоставляет также средства 3D-визуализации.
- ArcGIS Geostatistical Analyst — для комплексного статистического анализа данных в растровом формате.
- ArcGIS Schematics — для представления ГИС-данных в виде диаграм, что позволяет оценить уровень сложности данных, их связность и пр.
- ArcPress for ArcGIS (входит в поставку ArcGIS) — набор инструментов для растеризации карт перед распечаткой.
- ArcGIS Publisher — для подготовки карт к распространению в формате ArcGIS Reader.

- ArcGIS Survey Analyst — для анализа геодезических данных
- ArcGIS Tracking Analyst — для визуализации и анализа данных, собираемых в реальном времени.
- ArcGIS Data Interoperability — для конвертации данных из различных ГИС-форматов.
- Maplex for ArcGIS (входит в поставку ArcGIS уровня ArcInfo) — для автоматизации высококачественного оформления карт.
- ArcScan for ArcGIS (входит в поставку ArcGIS уровня ArcEditor и ArcInfo) — для автоматической векторизации сканированных материалов (преобразования карт в ГИС-формат).
- Production Line Tool Set (PLTS) for ArcGIS — набор инструментов для массового производства картматериалов из ГИС-данных в соответствии с какими-либо промышленными стандартами.
- ArcGIS Business Analyst - для проведения маркетинговых исследований на основе пространственной информации (геомаркетинг).

## **Организация работы при создании ГИС**

Для работы с ГИС необходимо следующее:

### 1. Технические средства:

- компьютер;
- принтер для распечатки готовых карт (цветной или черно-белый);
- плотер (для распечатки карт большого формата).

### 2. Программное обеспечение:

- ArcInfo;
- ArcView.

### 3. Источники информации:

- карты;
- статистические и прогнозные данные.

Основной особенностью создания карт с использованием ГИС является выделение среди множества объектов реального мира группы объектов, объединенных общими признаками. Географическая карта дает зрительный образ величины и взаимного расположения отображаемых объектов; позволяет получить качественные и количественные характеристики объектов и явлений, сопоставить их свойства и взаимосвязи и зависимости между ними и с географическими явлениями; устанавливать причины, способствующие формированию характерных черт и особенностей отдельных территорий; изучать закономерности развития

природы и общества, исследовать изменения во времени, осуществлять прогноз и оценивать перспективные направления развития природы и общества.

Реальный мир состоит из многих географических компонентов, которые могут быть представлены в виде связанных слоев данных. В качестве базовых слоев информации нами при создании Географической информационной системы (ГИС) были выбраны следующие:

- Гидрология;
- Оросительная сеть;
- Коллекторно-дренажная сеть;
- Топография;
- Землепользование;
- Почвы;
- Административные границы - районы и некоторые другие.

Региональная Географическая информационная система управления водными и земельными ресурсами бассейна Аральского моря, создаваемая в НИЦ МКВК включает три уровня:

- региональный
- национальный
- первичных водопользователей

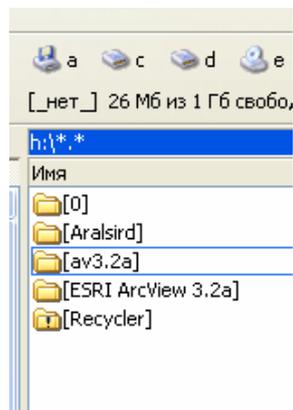
Географическая информационная система, разработанная в НИЦ МКВК, включает в себя следующие информационно-графические подразделы, созданные для регионального и национального уровня:

- Топографическую информацию
- Водную инфраструктуру бассейна Аральского моря
- Ирригационные зоны, во взаимосвязи с ВАРМИС
- Почвенно-мелиоративные карты
- Гидромодульное районирование
- Урбанизированные площади
- Уровни Аральского моря за разные годы

В качестве базового программного продукта для создания национальных Географических информационных систем (ГИС), выбран пакет ArcView 3.2a. Данный продукт выбран в связи с тем, что он удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым при разработке национальных ГИС систем – удобство, простота и т.д.

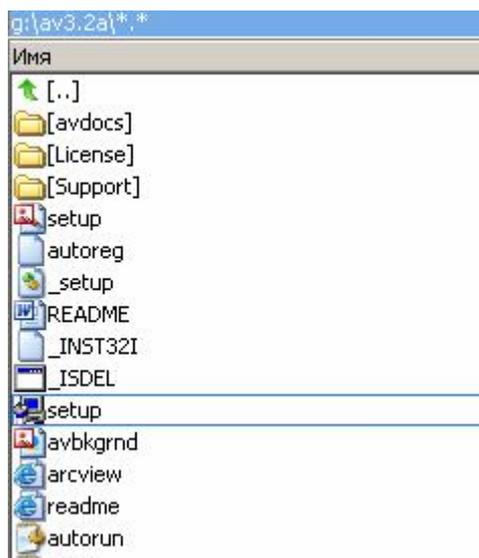
## Инсталляция программного продукта ArcView 3.2a

Инсталляция программного продукта ArcView 3.2a – установка на ваш компьютер программы для создания тематических слоев информации – ГИС системы.

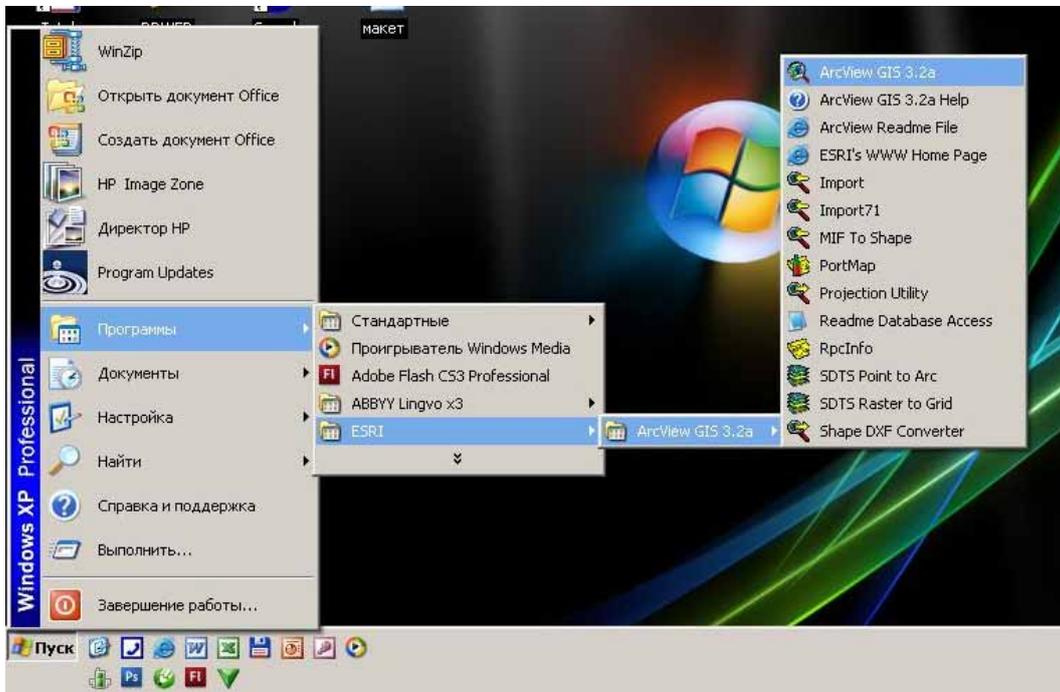


Для установки программы необходимо выполнить следующую последовательность действий:

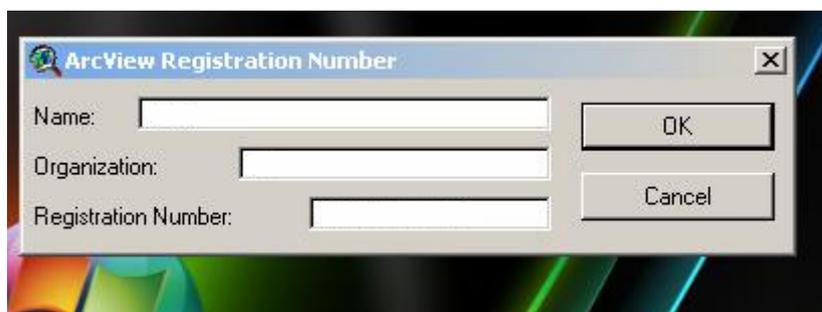
1. Открыть диск (или любой другой носитель информации, на котором записана программа ArcView 3.2a), найти папку av3.2a.
2. Открыть папку av3.2a.
3. Выбрать из меню файл – setup.exe



4. Двойным щелчком мыши на файл – setup.exe начать инсталляцию программы на Ваш компьютер.
5. Далее на все вопросы, которые Вы увидите на мониторе, вы даете утвердительные ответы:
  - выбираете ответ Yes, из предложенных вариантов
  - либо нажимаете кнопку NEXT.
6. После успешного завершения установки программного продукта ArcView 3.2a на ваш компьютер, необходимо его перезагрузить.
7. Далее, через меню ПУСК, выбираем программу ArcView 3.2a, запускаем ее.



8. Всплывает меню, которое вам необходимо заполнить один раз, для дальнейшей работы с программным продуктом.



9. Поля **Name** и **Organization** можно заполнить произвольной информацией – это может быть Ваше имя или название вашей организации.

Поле Registration Number – регистрационный номер – стандартное (всегда одинаковое).

## Ввод данных в ГИС

Существуют два основных типа картографической информации:

- Пространственная информация, описывающая положение и форму географических объектов и их пространственные связи с другими объектами;
- Описательная информация об этих объектах (атрибуты).

Информация на карте представляется графически в виде набора компонентов карты, для каждого графического объекта карты заносится описательная информация - атрибутивная. То есть для каждого объекта в географической информационной системе создается не только его графическое представление, но и таблица с информацией. Автоматически в эту таблицу заносятся следующие показатели:

- Длина линии – для линейных объектов;
- Периметр и площадь полигона – для площадных объектов;
- Пользовательские поля – заносятся разработчиками ГИС.

Существует несколько базовых элементарных фигур используемых для отображения реальных объектов различного типа. Мы используем:

- **Точку** – точечные элементы представляют точечные объекты или метки полигонов. Они изображаются знаками, подписываются, используя значения атрибутов. Точка на карте обычно обозначают скважины, водозаборов из подземных вод, скважины наблюдения за мелиоративным состояние земель, высоты на местности и другие.
- **Линию** – линейные элементы это дуги, например, дороги или водотоки. Дуги изображают линиями и подписывают, используя значения атрибутов.

- **Ограниченную фигуру (контур)** – площадные объекты, это полигонные объекты, например, участки землепользования, границы районов, областей и государства. Кроме того, в качестве полигонов выступают также границы орошаемых площадей, границы дренажных зон и другие тематические полигоны. Границы полигонов изображаются линиями. Полигоны могут быть закрашены, причем разными цветами и типами штриховки. Можно также подписывать полигоны, используя значения атрибутов.

Для точечных объектов заносится, например, номер скважины. Для линейных объектов в табличную информацию ГИС в первую очередь заносится идентификатор линии, например для водной инфраструктуры нами приняты следующие идентификаторы: 7 – коллектор, 9 – канал, 10 – река. Для основных рек и каналов в базу данных рек вносятся коды рек, которые разработаны для базы данных ВАРМИС, для того чтобы осуществить связь географической базы данных и блока «Вода», связав две эти базы данных можно делать водные балансы.

Для ввода пространственных данных следует:

- Подобрать карту-основу хорошего качества;
- Определить последовательность действий;
- Провести подготовку карт;
- Оцифровать карту.
- Провести исправление ошибок;
- Провести трансформацию покрытия в нужную систему координат.

**Карта-основа** – условно картографический материал можно разделить на две группы:

- топографические карты;
- тематические карты.

Топографическая карта – картографическое изображение на плоскости в ортогональной проекции в крупном масштабе ограниченного участка местности, в пределах которого кривизна уровенной поверхности не учитывается. Топографические карты классифицируются по масштабу:

- крупномасштабные - 1:200 000 и крупнее;
- среднемасштабные – мельче 1:200 000 до 1:1 000 000 включительно;
- мелкомасштабные – мельче 1:1 000 000.

Тематическая карта – основное содержание которой определяется отображаемой конкретной темой. Тематические карты подразделяются на карты:

- природных явлений (физико-географические) – климатические, гидрологические, гидрогеологические, рельефа и т.п.;

- общественных явлений – населения, экономики, политико-административного деления и т.п.

**Последовательность действий** – зависит от вида карты, например, топографические карты сразу создаются в реальной системе координат, а тематические карты создаются в локальной системе координат, а затем трансформируются в реальную систему координат.

**Оцифровка** – это процесс преобразования пространственных объектов карт в цифровой формат, то есть внесение объектов с бумажной копии карты в компьютер. Оцифровка заключается в обведении контуров всех объектов карты. Точность оцифровки зависит от качества оригинала карты. Оригинал должен быть в хорошем состоянии, без разрывов и перегибов.

Для оцифровки карту следует закрепить на поверхности дигитайзера, а затем обвести точки и линии курсором дигитайзера. Оцифровка с дигитайзера выполняется вручную, либо путем предварительного создания растровой копии карты специальным устройством – сканером, а затем ручной оцифровкой дискретных объектов с экрана компьютера.

**Исправление ошибок** – после того как оцифровка завершена, надо убедиться, что уже оцифрованные данные на покрытии не содержат пространственных ошибок:

- Все объекты, которые должны быть оцифрованы, действительно имеются (нет пропущенных данных);
- Все, что оцифровано, имеется на карте (нет лишних данных);
- Все объекты правильно расположены, и дуги имеют правильную форму;
- Объекты которые должны быть связаны – действительно связаны;
- Каждый полигон имеет одну и только одну метку;
- Все объекты находятся в пределах внешних границ карты.

Исправление ошибок – одна из важнейших стадий создания графической базы данных. До тех пор пока не исправлены ошибки, расчет площадей, любые виды анализа и выдаваемые карты не будут верны. Например, полигоны, не имеющие меток, не могут быть поставлены в соответствие описательные данные, а незамкнутый полигон сольется с окружающими полигонами. Исправление ошибок означает, что добавляются отсутствующие данные, а неверные стираются и заменяются правильными.

**Трансформация** – проводится трансформация карты из локальной системы координат в реальную систему координат, используется для тематических карт. При создании тематического слоя информации следует иметь в виду, что карта, которую необходимо ввести в компьютер может быть сделана, как в реальной географической системе координат (топографическая основа), так и в локальной системе координат, как большинство тематических карт (например, карта место-

рождений подземных вод). Если карта введена в компьютер в локальной системе координат, то ее необходимо трансформировать в реальную систему координат.

На каждой тематической карте кроме ее тематики представлена топографическая основа, то есть границы областей, водная инфраструктура и озера. Создается два покрытия одно пустое в реальной системе координат и базовое оцифрованная с дигитайзера тематическая карта. Далее расставляются в одинаковых местах реперные точки (характерные) для обеих карт. Например, точка пересечения реки с границами области или характерный изгиб реки. Карта трансформируется с помощью **ArcInfo**, если при трансформации выдается небольшая ошибка, то процесс можно считать законченным, если ошибка большая, то процесс необходимо продолжить.

Далее о каждом объекте карты заносится в компьютер атрибутивная информация. Когда этот процесс закончен можно приступить к созданию непосредственно карты в **ArcView**.

Создание различных слоев информации может занимать более или менее продолжительное время, все зависит от необходимой степени детализации и, естественно, реальной площади, для которой создается карта. Создание оросительной сети государства и конкретного хозяйства не могут занять одно и то же время.

Каждое тематическое покрытие связано с базой данных ГИС, куда вносится вся информация по данному покрытию. База данных цифровой карты включает два типа информации: пространственную и описательную которые хранятся компьютером в виде набора файлов, содержащих либо пространственную, либо описательную информацию об объектах карты. Объединение данных позволяет получить доступ к информации в табличной базе данных через карту или создать карты на основе этой информации.

Покрытия и связанные с ними таблицы атрибутов объектов являются основными строительными блоками базы данных ГИС.

Географические объекты создаются и хранятся в виде отдельных слоев в соответствии с типами объектов (точечные, линейные или площадные) и логической группировкой объектов (водотоки отделяются от дорог, потому оба эти класса имеют специфические атрибуты).

## **ArcView. Создание карт**

Когда процесс создания покрытий и введения атрибутики закончен можно приступить к созданию непосредственно карты в **ArcView**. **ArcView** содержит многочисленный набор инструментов, ориентированных на данные и графическую информацию: графические связи, конвертирование, масштабирование. **ArcView**

предоставляет возможность географически, то есть в более наглядной и удобной для восприятия форме, отображать, исследовать и анализировать данные. Для создания карты в **ArcView** необходимо иметь несколько законченных тематических слоев информации. Внутри **ArcView** слои группируются в карты с помощью видов. Набор карт, их атрибуты и конструкция составляют проект.

Первым действием, которое необходимо выполнить, является создание вашего рабочего проекта в **ArcView**. Создание карты можно разделить условно на два этапа:

- Создание вида. Вид это рабочая карта, которую можно редактировать, с помощью которой можно анализировать пространственные данные. В вид вы вносите все тематические слои информации, которые, вы хотели бы видеть на создаваемой вами карте. Используя стандартные средства **ArcView** можно строить диаграммы, графики и в последующем выносить их на карту.
- Далее вы создаете компоновку, то есть законченную карту с легендой и со всеми необходимым пояснениями.

Создание карт в географической информационной системе достаточно трудоемкий процесс, каждая законченная тематическая карта представляет собой несколько слоев информации. Например, для создания карты Центрально-Азиатского региона использовались следующие слои информации:

- Границы государств (линейные объекты);
- Границы областей (линейные объекты);
- Границы районов (линейные объекты);
- Реки ЦАР (линейные объекты);
- Каналы ЦАР (линейные объекты);
- Коллектора (линейные объекты);
- Озера ЦАР (площадные объекты); и другие.

С помощью ГИС визуализация самих карт может быть дополнена графиками, таблицами, диаграммами, трехмерными изображениями, фотографиями и другими средствами. Процесс создания карт в ГИС намного более прост и гибок, чем в традиционных методах ручного или автоматического картографирования. Подготовленные в ГИС картографические базы данных (слои данных) могут быть непрерывными (без разделения на отдельные листы) и не связанными с конкретным масштабом или картографической проекцией. В любое время база данных может пополняться новыми данными, а имеющиеся в ней данные можно корректировать и тут же отображать на экране по мере необходимости.

## Создаем свою ГИС

После того, как Вы установили программное обеспечение на свой компьютер и определились с источником исходной картографической информации можно приступить к созданию Географической информационной системы.

Главное – определить перечень тематической, т. е. картографической информации, которую Вы будете вносить в создаваемую Вами ГИС.

Желательно создать на рабочем диске вашего компьютера директорию «GIS», в которой вы будете накапливать, создаваемые вами слои информации, кроме того, это необходимо, чтобы избежать утери информации.

Как уже отмечалось выше, каждая карта включает в себя достаточно большое количество информации и для внесения этой информации в ГИС систему необходимо распределить ее на тематические слои. Рассмотрим создание национальной ГИС системы на примере топографической карты.

Основные тематические слои информации:

1. Административное деление территории
2. Города
3. Реки
4. Каналы
5. Коллекторно-дренажная сеть и т. д.

Как уже отмечалось выше каждый тематический слой информации должен быть отнесен к определенному типу тематического покрытия - линейное, точечное полигональное.

1. Административные границы могут быть оцифрованы с карты источника как линия или полигон.
2. Города и населенные пункты – в виде полигона или точки
3. Речная сеть – линейное или полигональное покрытие, предпочтительнее – линейное покрытие
4. Каналы и коллекторно-дренажная сеть – линейные покрытия.

## Пример создания линейного покрытия (реки)

### 1. Открываем ArcView

Из меню необходимо выбрать работаем с новым видом (with a new View) или открываем созданный ранее проект (Open an existing project).

При создании нового проекта желательно его сохранить в начале работы.

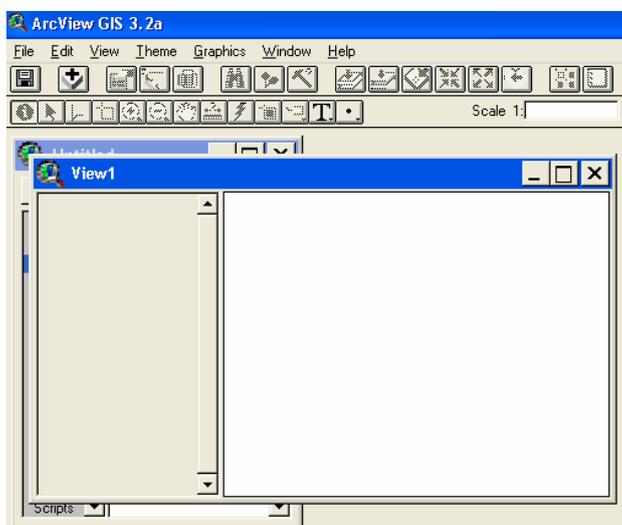
Для этого выбираем в основном меню пункт File и далее функцию Save Project As... и сохраняем его в рабочую директорию, то есть в ту директорию, в которую вы создали ранее.



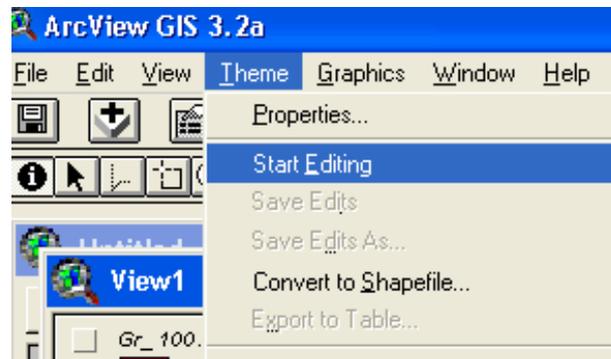
### 2. Открываем Вид (View)

Вид это Ваша рабочая область, то есть фактически это то место, где вы создаете Ваши тематические слои информации.

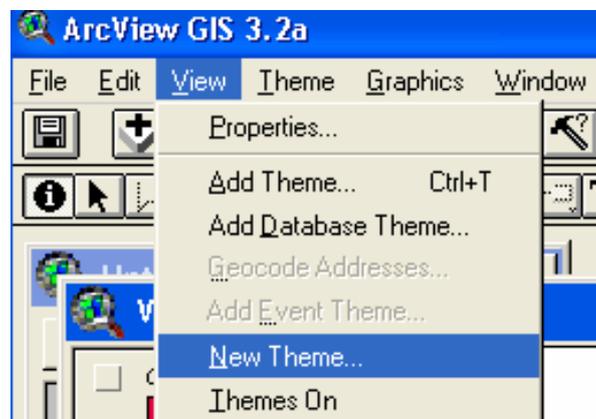
Добавляем в Вид источник картографической информации – карту источник, то есть ту карту, которую вы будете вводить (оцифровывать) в компьютер.



3. Необходимо создать новое покрытие, если вы только приступаете к работе, или выбрать в меню пункт Theme (Тема - тематическое покрытие) начать редактирование ранее созданной темы.

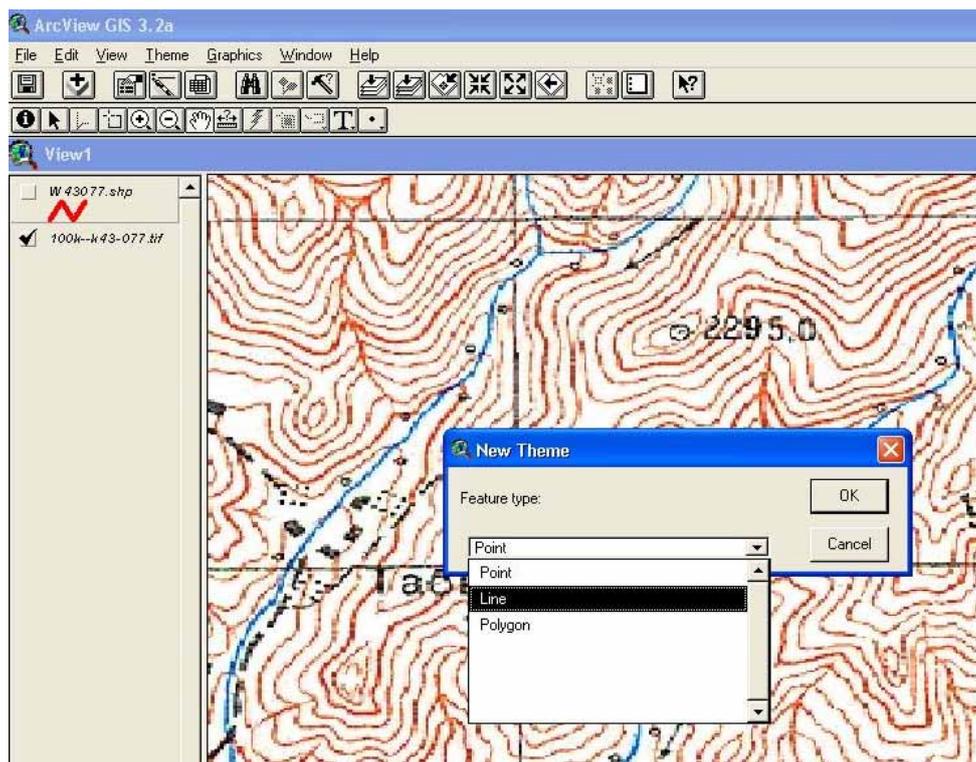


4. При создании новой темы необходимо выполнить следующую последовательность действий в основном меню выбрать пункт View, раскроется вложенное меню, далее выбираем пункт New Theme (новая тема - новый тематический слой) выбираем его.



5. Далее открывается вложенное меню для выбора, какое именно тематическое покрытие Вы будете создавать:

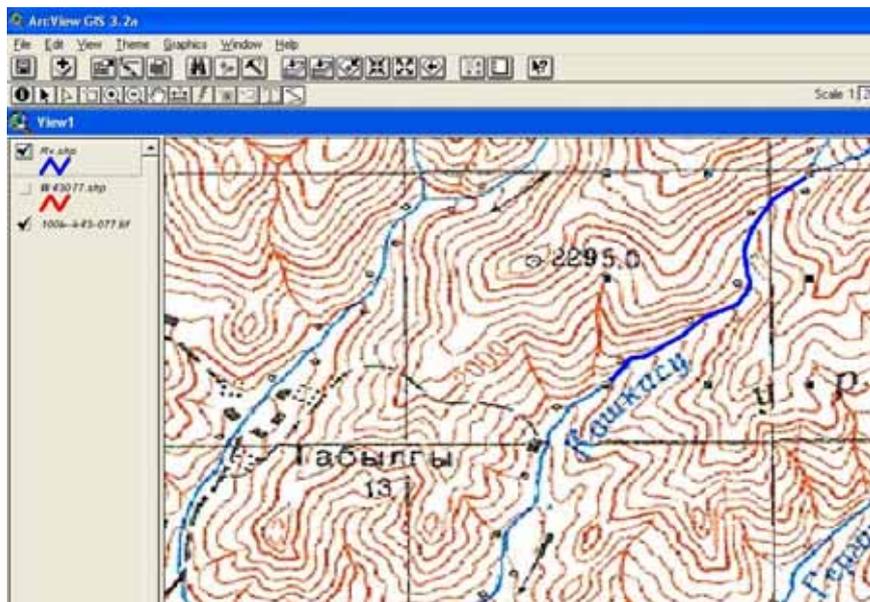
- Point – точечное
- Line-линейное
- Polygon- полигональное (замкнутый контур)



6. Выбираем тип покрытия, которое создаем и сохраняем его в ту директорию, в которой мы работаем. (Если ранее Вы создали рабочую директорию GIS, то именно в нее Вы сохраняете создаваемое Вами тематическое покрытие).

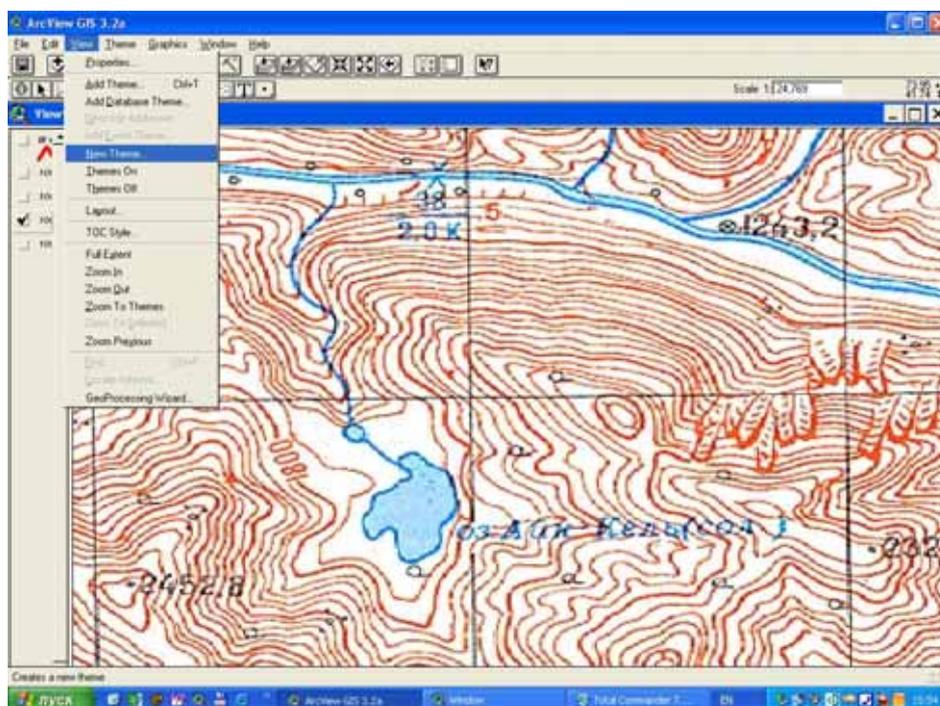


На рисунке представлен фрагмент оцифровки реки Кашкасу.

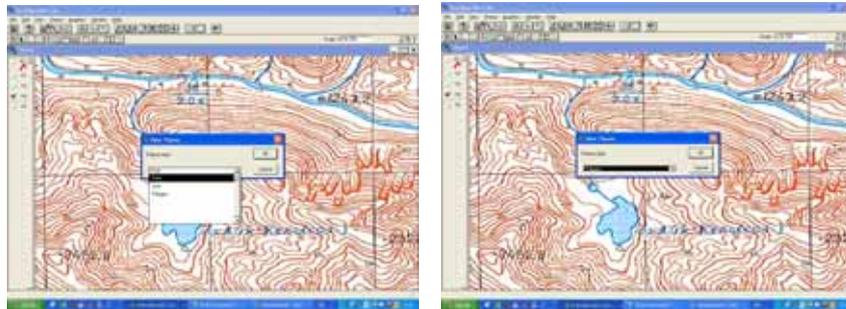


### Пример создания полигонального покрытия (озера)

1. Выполняем ту же самую последовательность действий, что и при создании новой линейной темы, то есть создаем новую тему - тематическое покрытие.

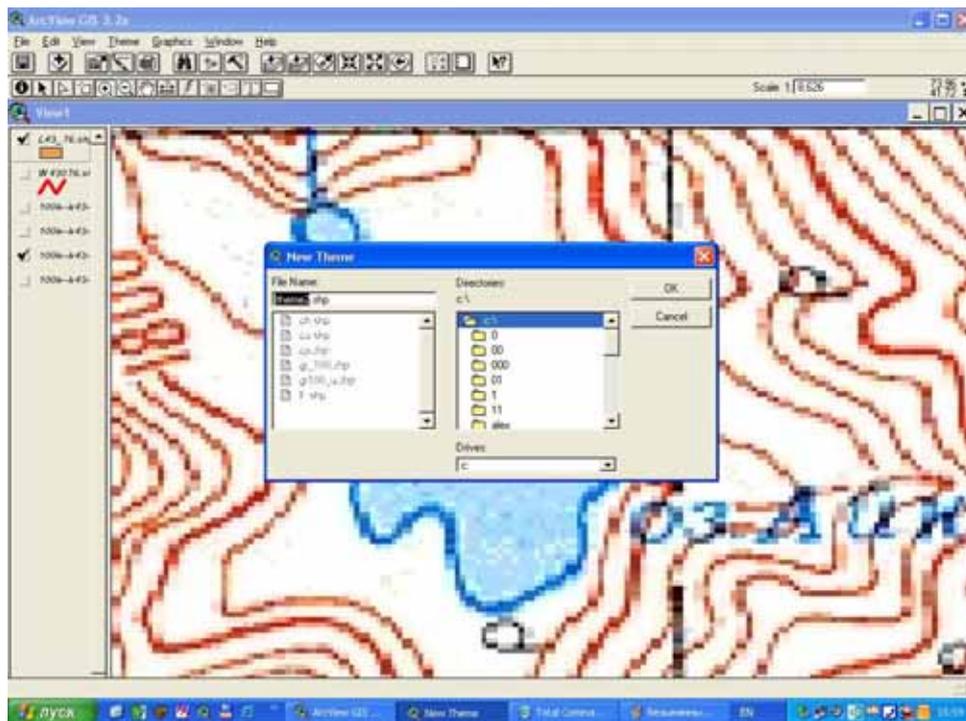


2. Далее из вложенного меню – выбираем тип покрытия, для озер это будет полигональное покрытие.

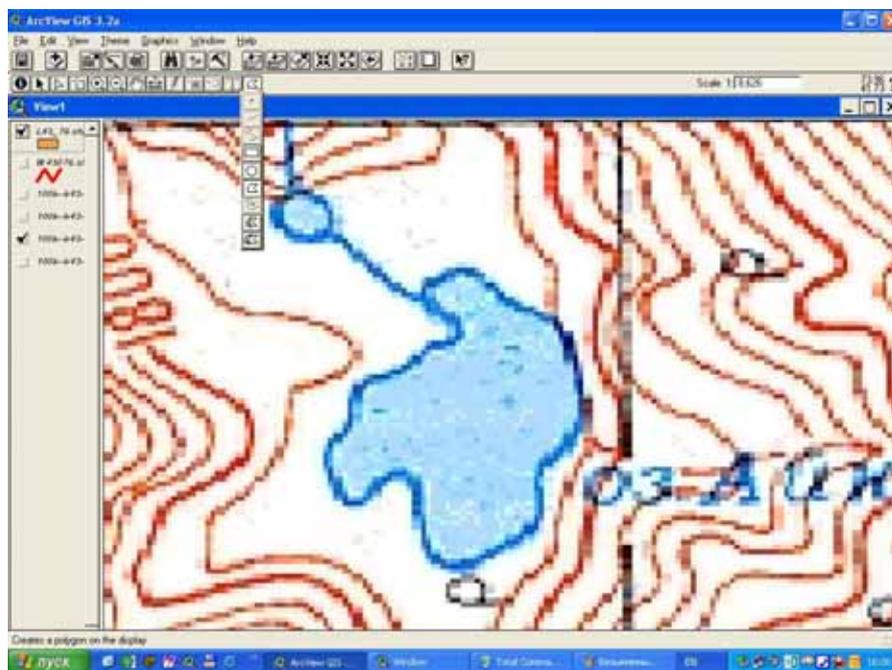


3. Сохраняем покрытие в рабочую директорию с именем, которое будет отражать тематику покрытия.

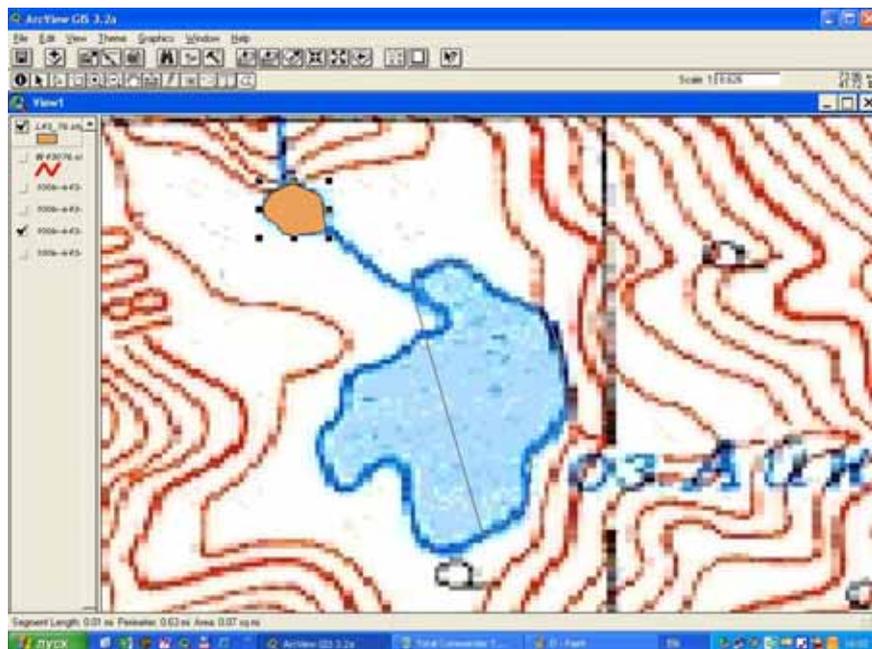
Убираем имя, которое присвоено по умолчанию и вводим свое. Желательно давать имена покрытий – тематических слоев информации на английском языке.



4. Далее из вложенного меню выбираем тип полигона, который мы будем оцифровывать.

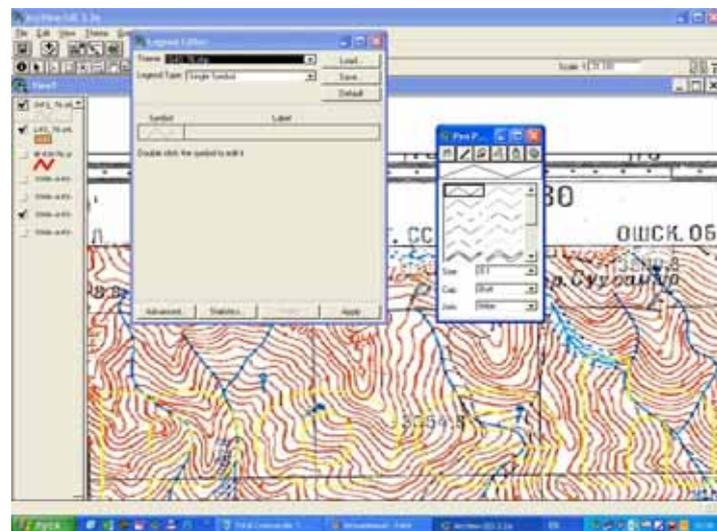
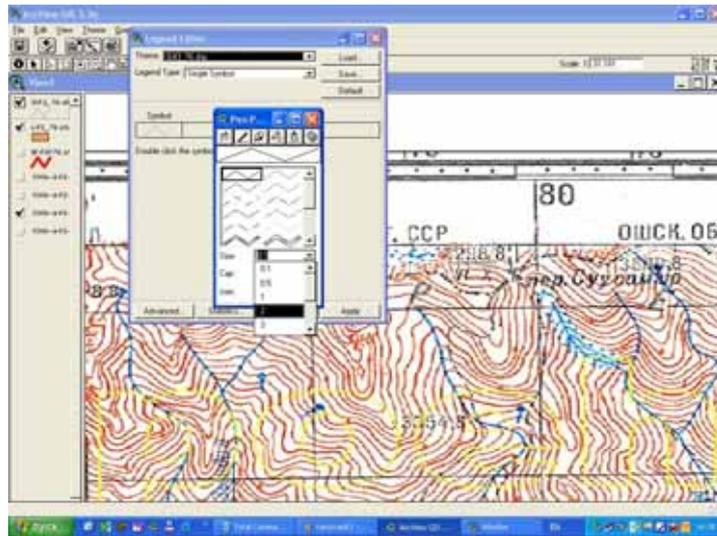


5. Далее с помощью мышки аккуратно обводим контур водоема.



Точечные покрытия создаются аналогично линейным и полигональным. При создании вашей ГИС в качестве точечных покрытий будут:

- Водозаборы
- Насосные станции
- Гидропосты
- Города



Для того, чтобы изменить цвета объектов в виде необходимо двойным щелчком мыши щелкнуть по тематическому слою, далее во всплывающем меню поменять цвета и толщину линий.





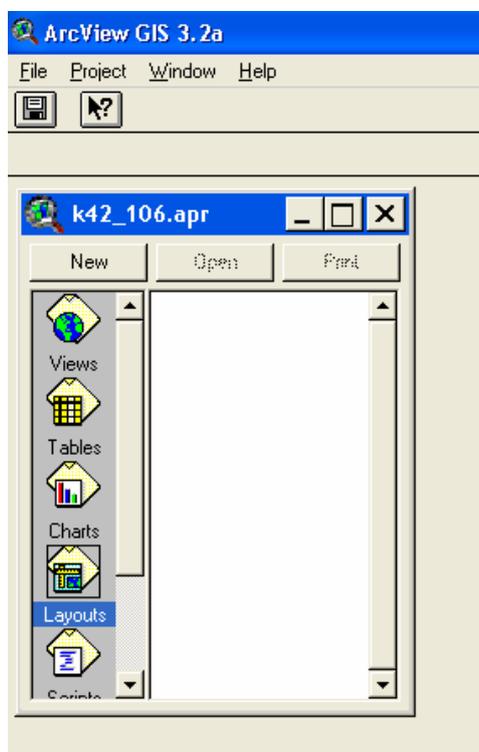
Далее необходимо указать имя (Name) для создаваемого поля его Type – Тип:

- Number-для числовых значений
- String-для буквенных (название объекта)

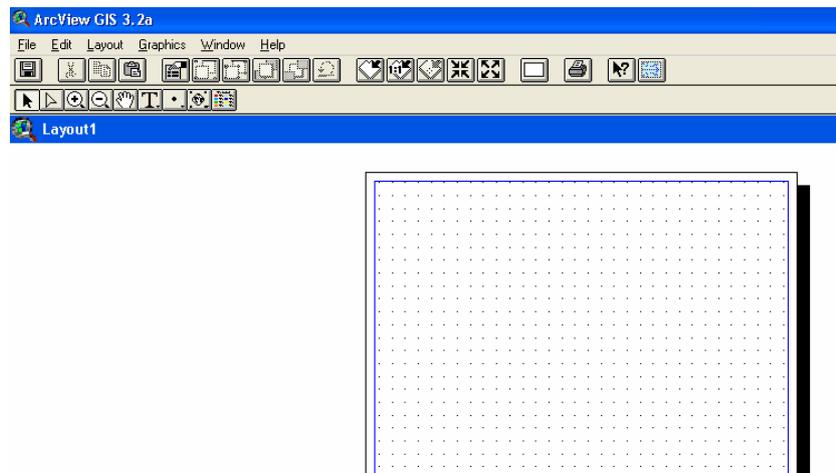
## Создание карт

После того как Вы закончили ввод информации - создание тематических слоев можно приступить к созданию карты.

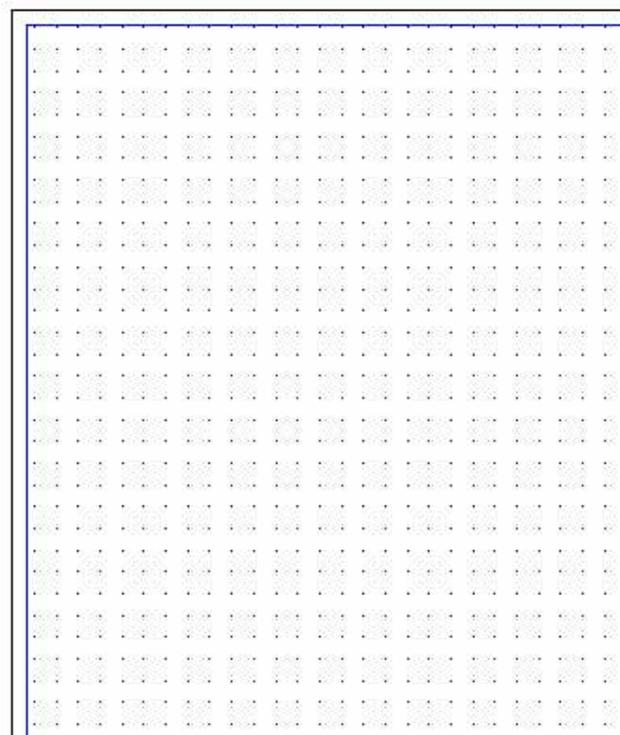
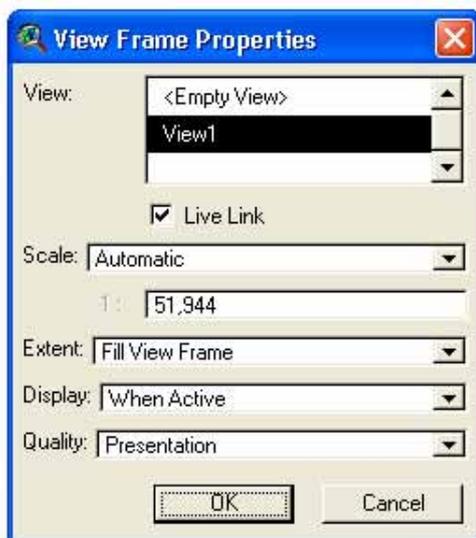
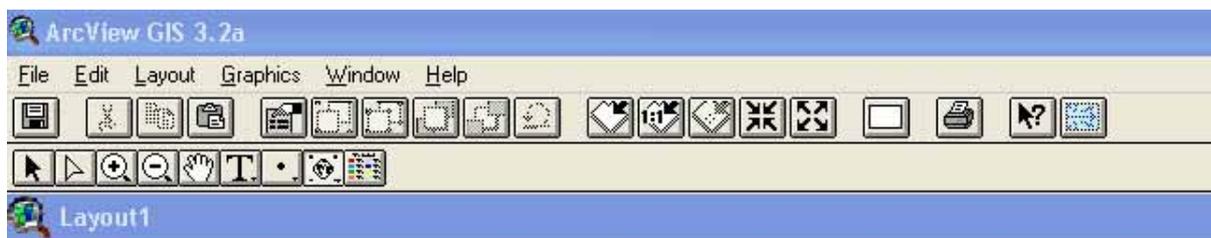
Выбираем в основном меню функцию Layouts, далее нажимаем кнопку New.



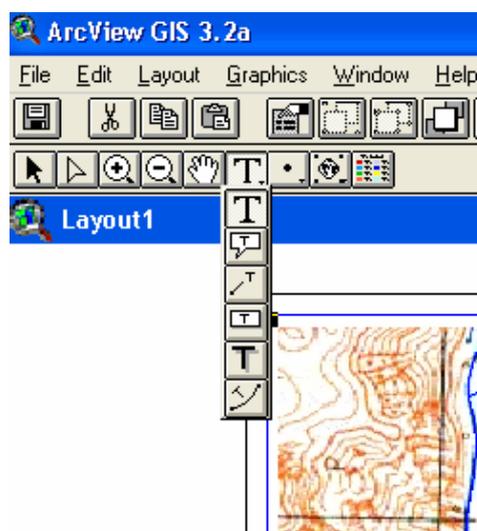
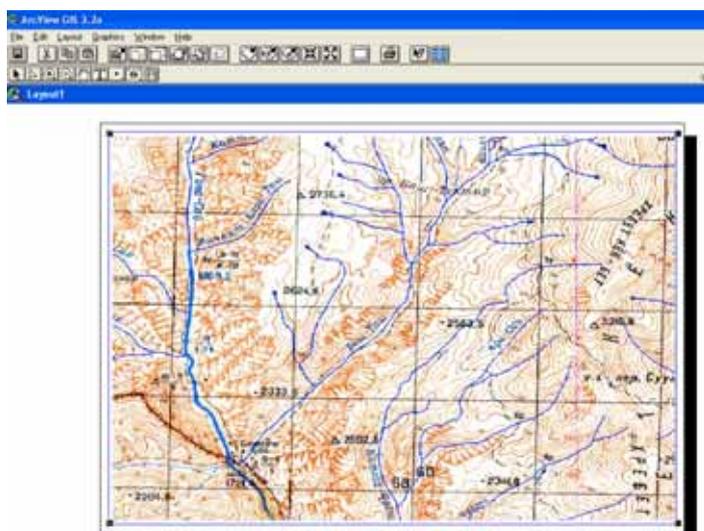
Создается рабочая область, для создания карты.



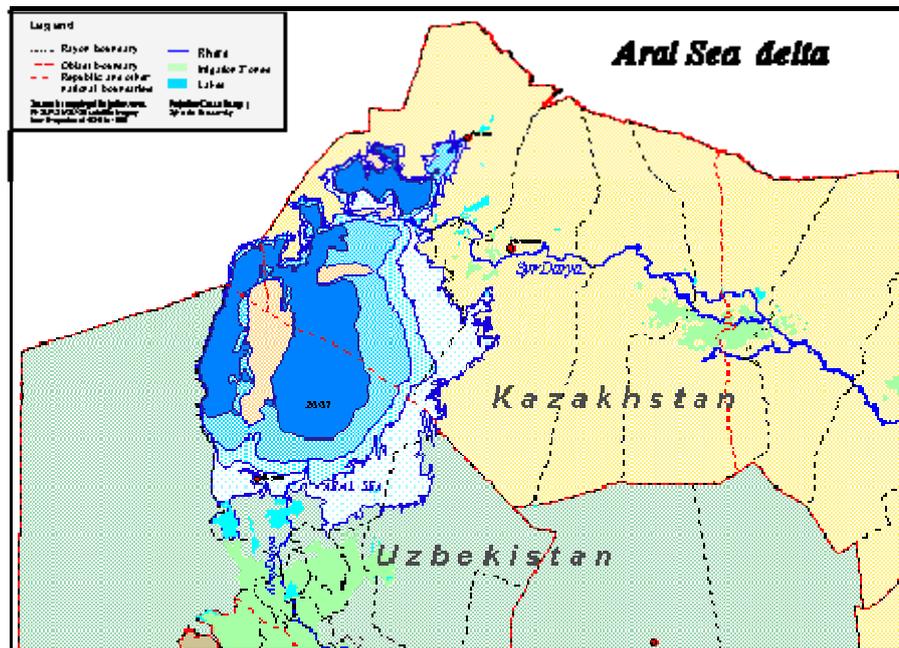
Из меню выбираем тот «Вид», на основании которого делается карта



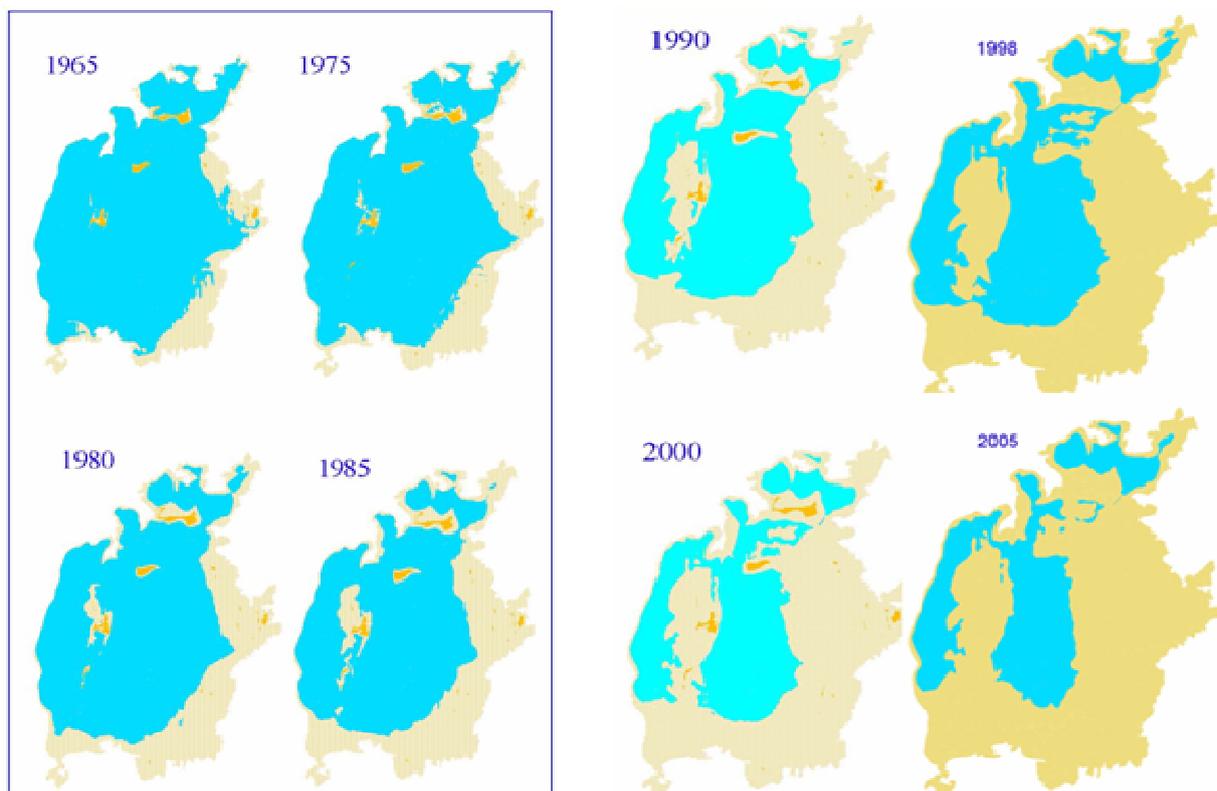
В результате получаем карту. Кнопка Т используется для создания надписей



## Примеры карт, созданных в НИЦ МКВК



## Аральское море и Приаралье



## Уровни Аральского моря







Верстка - **Беглов И.Ф.**

Издание осуществлено при финансовой поддержке  
Швейцарского управления по развитию и сотрудничеству

Подготовлено к печати и отпечатано  
в Научно-информационном центре МКВК

Республика Узбекистан, г. Ташкент, м-в Карасу-4, д. 11