

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ КАТАСТРОФ*†

АН. Г. МАРЧУК

Вычислительный центр СО РАН, Новосибирск, Россия

Рассматриваются некоторые основные принципы построения географических карт на мониторе персонального компьютера, и описываются некоторые технологии для создания географической поддержки для ГИС.

1. Введение

Географические информационные системы (ГИС) создаются для визуализации на экране компьютера различных объектов и результатов моделирования. Основной идеей ГИС является отображение визуальной информации на фоне географической карты, что имеет большое прикладное значение. Поэтому первоочередной задачей при построении какой-либо ГИС является создание географической подсистемы, которая бы давала возможность вывода на экран карты интересующего нас географического региона. Важно иметь простой способ наполнения векторных баз географических данных.

2. Растровые карты

Если пользователь ГИС собирается работать только с одним географическим регионом без сильного масштабирования в процессе работы, то можно обойтись только одной растровой картинкой, которую легко ввести в компьютер при помощи сканера. В этом случае допустимо небольшое увеличение с коэффициентом в 2, 4 или 8 раз, при этом качество изображения карты на экране будет еще удовлетворительным. Например, одна точка (пиксел) на исходной карте после двойного зуммирования превращается в квадратик из четырех пикселей. При четырехкратном увеличении масштаба та же точка превратится в квадратик уже с размерами 4×4 пиксела и т. д. Линии становятся в соответствующее количество раз толще. Таким образом, при очень сильном “зуммировании” исходной растровой карты получаемое на экране изображение может стать не очень качественным, то есть слишком явно будет видна ее квадратичная структура (все элементы станут угловатыми). В качестве примера использования растровых карт в ГИС можно привести одну из версий Системы моделирования цунами, разработанной в лаборатории моделирования

*© Ан. Г. Марчук, 1996.

†Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты №93-05-14499, №95-07-19335.

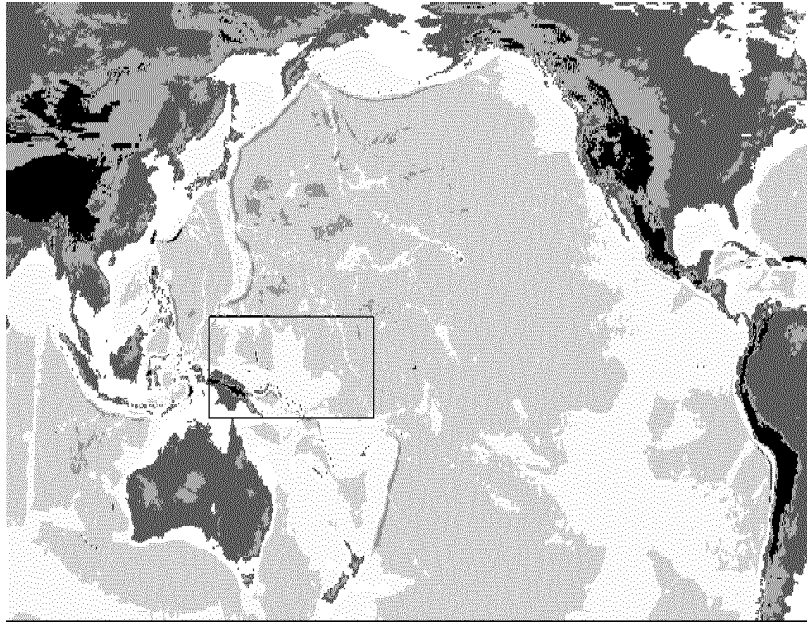


Рис. 1. Выбор географического региона на исходной растровой карте.

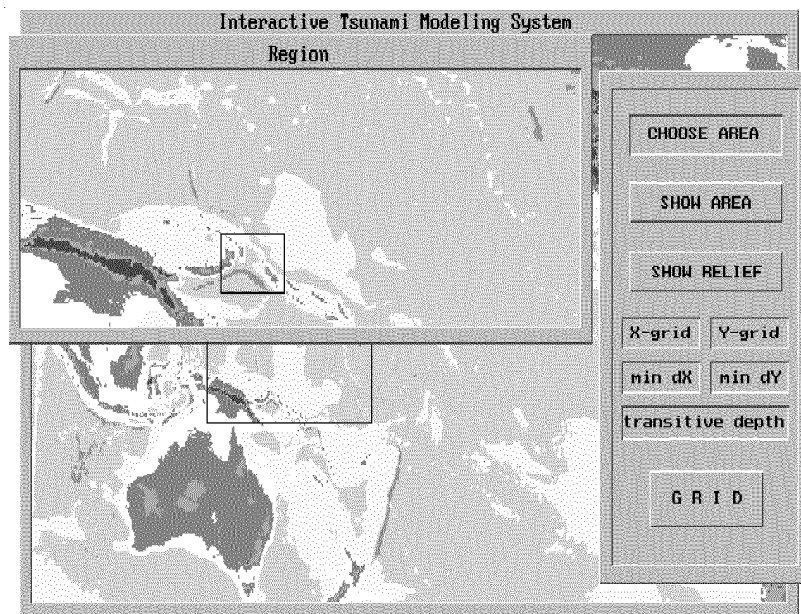


Рис. 2. Выбор небольшого района для моделирования цунами в юго-западной части Тихого океана с помощью движущейся рамки.

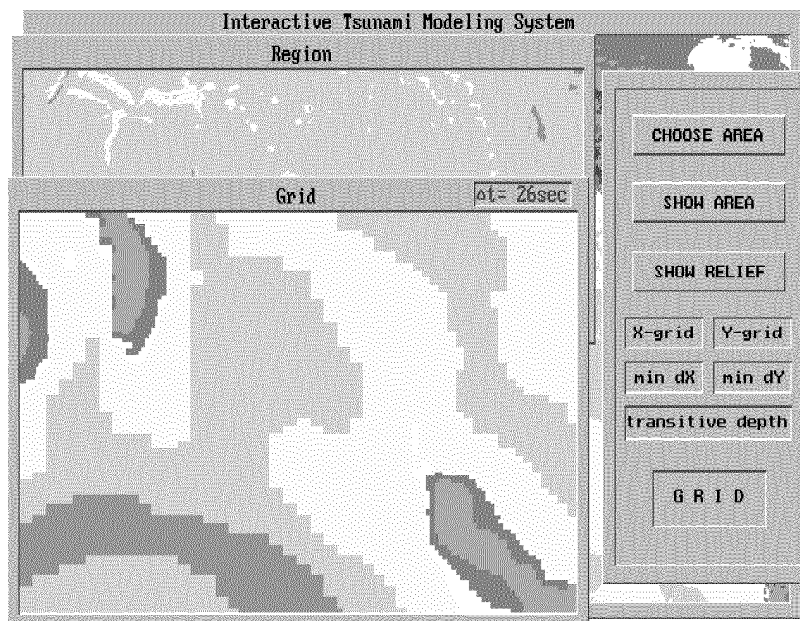


Рис. 3. Часть акватории Соломонова моря, выбранная для численного эксперимента. Сильное зуммирование делает карту низкокачественной.

волн цунами Вычислительного центра СО РАН. В качестве исходной карты для последующего выбора региона там используется растровая карта Тихого океана, построенная средствами машинной графики на основе глобальных данных рельефа ETOPO-5 (рис. 1). В этом случае плотность данных о рельефе выше плотности пикселей на экране, поэтому на экран выведены каждая третья строка из массива данных и каждая третья точка вдоль строки. По этой обзорной карте пользователь выбирает один из фиксированных регионов размером 45° по долготе и 20° по широте. После этого на экран выводится (каждый элемент массива отображается в один пиксел) этот регион (рис. 2). Далее с помощью рамки на данной карте выбирается произвольный участок акватории, на котором и производится численное моделирование процессов генерации и распространения цунами. На рисунке 3 показано, как выглядит на экране персонального компьютера карта маленького участка акватории около острова Новая Гвинея в юго-западной части Тихого океана. Отчетливо видна квадратичная структура рисунка. Здесь каждый узел пятиминутной расчетной сетки отображается в квадрат, цвет которого определяется глубиной или высотой над уровнем моря. Данный пример иллюстрирует недостатки использования только растровых карт в системах, где необходимо глубокое зуммирование.

3. Векторные карты

Другим подходом к построению географических карт на экране компьютера является векторная технология изображения карты. В этом подходе в памяти содержатся географические (или иные) координаты точечных объектов или точек вдоль линейных объектов, которые при визуализации отображаются на экране в виде точек или геометрических фигур заданного цвета и размера и линий заданной толщины. При таком способе отображения карт появляется возможность наносить на экран не все, а только необходимые элементы географической карты. Например, можно нарисовать береговые линии, изолинии рельефа

и города, но не рисовать (это можно сделать позднее) реки и границы государств. Можно также убрать с экрана какой-то класс географических объектов. При зуммировании таких карт толщина линий и размеры геометрических фигур, которыми отображаются элементы географической карты, остаются неизменными. Еще одним преимуществом векторных карт является возможность быстрого изменения географической проекции (прямоуголь-

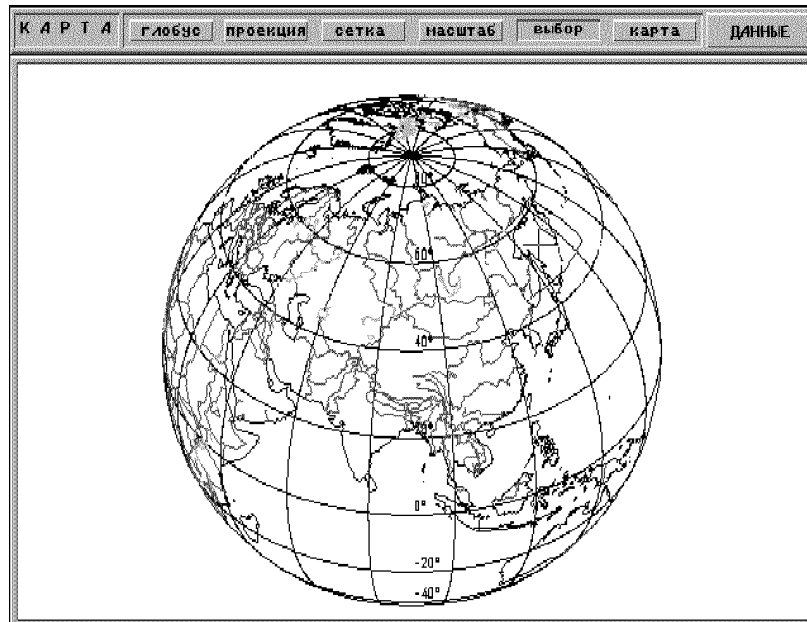


Рис. 4. Карта земного шара для первичного выбора географического региона в геоинформационной системе, использующей векторную картографию.

ной, ортографической, меркаторской и т. д.). В глобальных ГИС географические координаты элементов карты обычно представляют собой абсолютные географические координаты (широта и долгота), но в региональных или локальных ГИС возможно использование относительных географических или вообще неких листовых координат, никак не связанных с географической широтой и долготой. В глобальных ГИС чаще всего используются абсолютные географические координаты, т. е. географическая широта и географическая долгота. В региональных и локальных ГИС могут быть использованы некие относительные координаты (скажем, разница в координатах рассматриваемой точки и левого нижнего угла рассматриваемой области). Могут использоваться также листовые координаты, измеряемые в мерах длины. При визуализации элементов географической карты программа пересчитывает координаты, записанные в памяти компьютера, в положения на экране монитора и отрисовывает точку, отрезок или геометрическую фигуру.

В качестве примера глобальной ГИС, построенной на векторном принципе, продемонстрируем изображения географической карты, выведенные на экран с помощью Системы картографической поддержки, реализованной в лаборатории моделирования волн цунами ВЦ СО РАН. В качестве примера небольшой геоинформационной системы можно продемонстрировать картографическую оболочку, разработанную в лаборатории моделирования волн цунами ВЦ СО РАН. Она позволяет выбирать любой участок земной поверхности, отрисовывать географическую карту выбранного региона и проводить визуализацию каких-либо геофизических объектов (из имеющихся баз данных или каталогов). Первоначальный выбор региона производится с имеющейся в памяти обзорной карты земно-

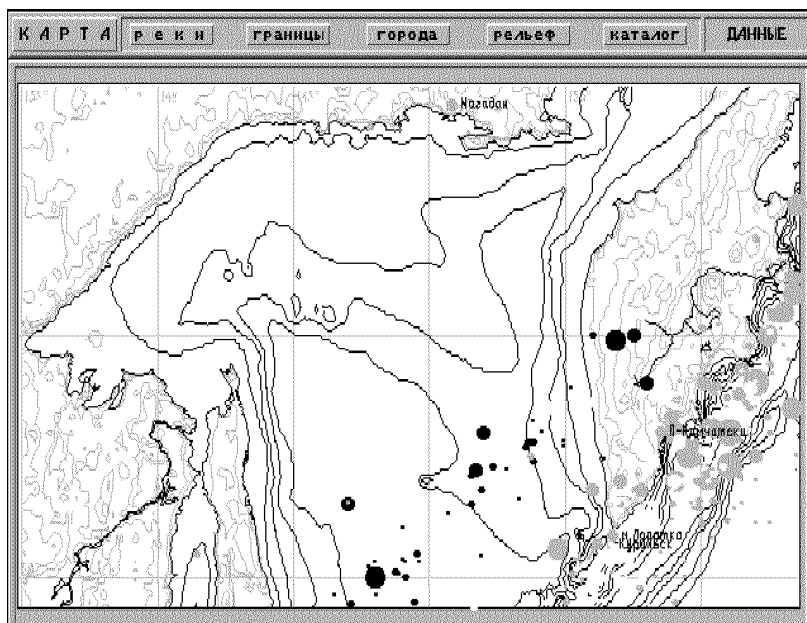


Рис. 5. Пример векторной карты Дальневосточного региона в прямоугольной проекции.

го шара в ортографической проекции, который можно поворачивать нажатием клавиши каждый раз на четверть оборота. На этой карте глобуса с помощью движущегося курсора можно выбирать центр нужного региона, а затем, растягивая рамку, — желаемые размеры области (рис. 4). После того, как в окне появятся контуры береговой линии выбранной области, отрисовываются элементы географической карты и эпицентры сильных землетрясений (рис. 5). Есть возможность наложения географической координатной сетки с любым желаемым шагом, а также смены проекции с прямоугольной на ортографическую. На рис. 6 показана карта того же региона, что и на рис. 5, только в ортографической проекции.

Некоторые ГИС практикуют комбинированный подход к построению карт. Для предварительного выбора области может быть использована обзорная растровая карта всего региона. А уже все последующие карты выбранных областей строятся с использованием векторного принципа [1].

4. Подготовка цифровых картографических данных

Для картографических систем, использующих векторное представление, необходима предварительная подготовка цифровых географических данных. В некоторых случаях такие данные можно найти в имеющихся базах данных. Если известен формат географических данных в этих базах, то не представляется сложным переписать имеющиеся данные в числовой формат используемой геоинформационной системы. Если же векторные географические данные, пригодные для использования в вашей ГИС, отсутствуют, то есть несколько способов для подготовки таких данных. Кратко опишем эти технологии. Во-первых, можно применить "ручную" технологию введения географических контуров и других элементов в память компьютера. Для этого интересующий участок карты вначале сканируется, а затем при помощи "мыши" и соответствующего программного обеспечения пользователь вводит необходимые элементы географической карты. Далее после привязки к

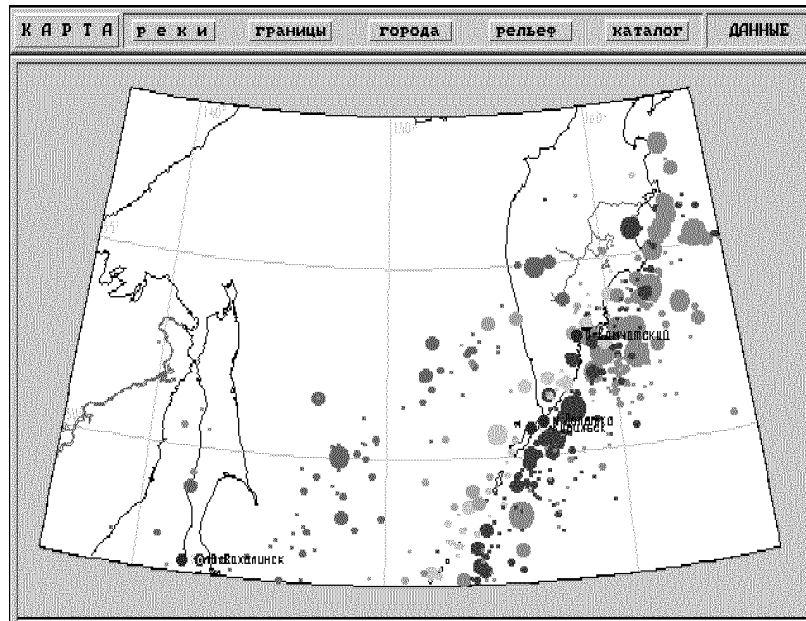


Рис. 6. Карта выбранной области в ортографической проекции.

географическим координатам происходит пересчет экранных координат введенных точек в географические координаты, используемые в вашей ГИС. Вместо сканирования можно вводить картографическую информацию с помощью планшетных дигитайзеров, хотя и здесь процесс оцифровки проводится вручную. Преимуществом планшетных дигитайзеров является возможность работы с достаточно большими картами (больше стандартного листа формата А4), в то время как после сканирования с достаточно высоким разрешением (150–300 точек на дюйм) на экран может поместиться лишь не очень большой фрагмент исходной карты (без уменьшения). Но недостатком цифрования на дигитайзере является отсутствие информации у пользователя о том, какие линии уже введены в компьютер, а какие еще нет. В качестве примера применения описанной технологии приводится векторное изображение острова Шикотан (рис. 7), а также растровое изображение этого же острова, полученное путем сканирования географической карты (рис. 8). Некоторая “угловатость” векторного рисунка объясняется ограничением разрешающей способности данной системы картографической поддержки [1], связанной с форматом, который используется для хранения географических координат.

Можно предложить технологию ввода координат точек и линий с бумажной карты в компьютер почти без применения ручного труда. Для этой цели создана программа векторизации растровых изображений, которая с участка карты в формате РСХ или TIF отслеживает точки и линии заданного цвета и вводит в компьютер экранные координаты точек вдоль линий, при этом задается шаг вдоль них. В дальнейшем с помощью специальной программы векторная запись “чистится” от “мусора”, а с помощью упомянутой выше программы ручной оцифровки (с помощью “мыши”) ее можно подкорректировать. Возьмем, к примеру, растровое изображение батиметрической карты участка Японского моря (рис. 9). Для сравнения на рисунке 10 представлено векторизованное изображение, полученное из растровой карты (см. рис. 9). Видно, что наряду с изолиниями глубин на векторную запись попал и “мусор” (градусная сетка, различные буквы и цифры). После чистки с помощью соответствующей программы в векторном массиве останутся только необходимые

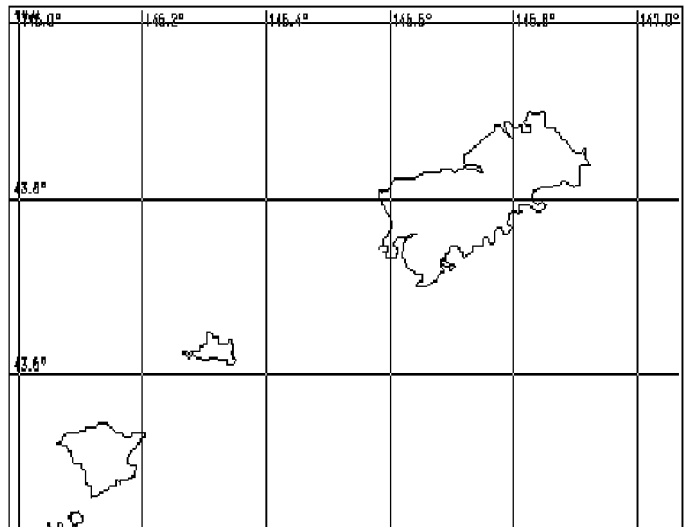


Рис. 7. Векторная карта района острова Шикотан, на основе данных, введенных с помощью мыши.

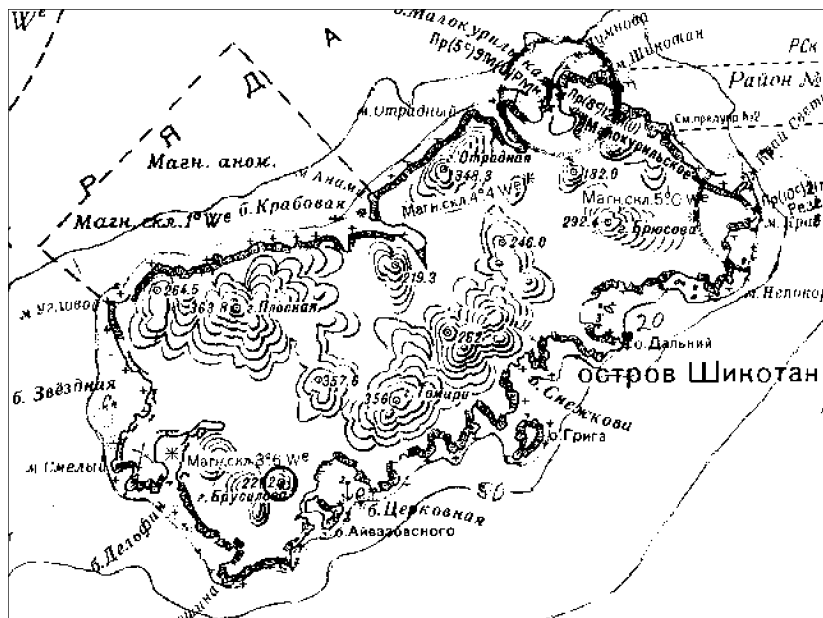


Рис. 8. Карта острова Шикотан, с которой контуры вводились в векторную базу данных.

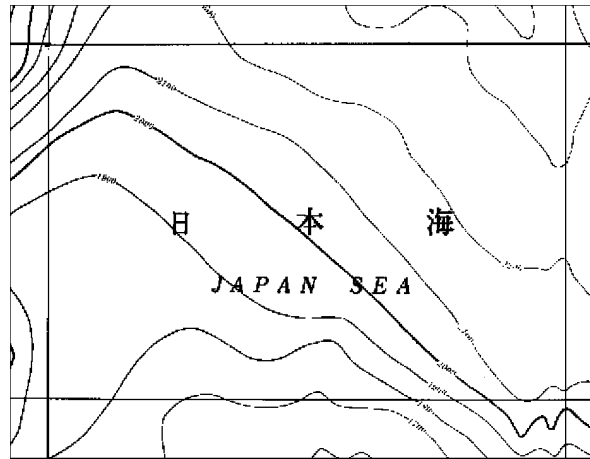


Рис. 9. Фрагмент японской батиметрической карты, введенный с помощью сканера в компьютер (в формате РСХ).

линии и точки (рис. 11). После привязки к географическим координатам можно произвести пересчет экранных (листовых) координат точек в географические (широта, долгота). Если векторизация изолиний глубин требуется для создания цифровой

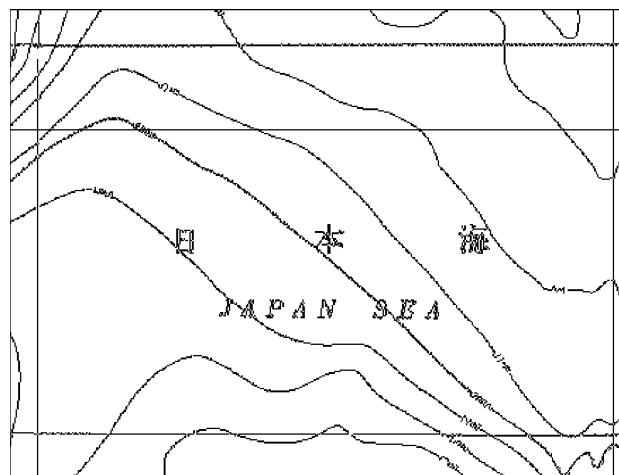


Рис. 10. Векторизованное изображение растровой карты, приведенной на рис. 9.

батиметрии [2], то в процессе чистки полученных на первом этапе векторных данных от "мусора" производится также сортировка изобат, то есть к каждому сегменту изолинии привязывается соответствующее значение глубины.

5. Заключение

Существует несколько подходов при создании электронной картографии на персональных компьютерах. Их использование определяется спецификой ГИС, для которой эта картографическая поддержка создается. У каждого из этих подходов (растровый и векторный) есть свои плюсы и минусы. В данной работе сделана попытка сориентировать читателя в этом вопросе и предложить некоторые технологии для создания картографической поддержки ГИС.

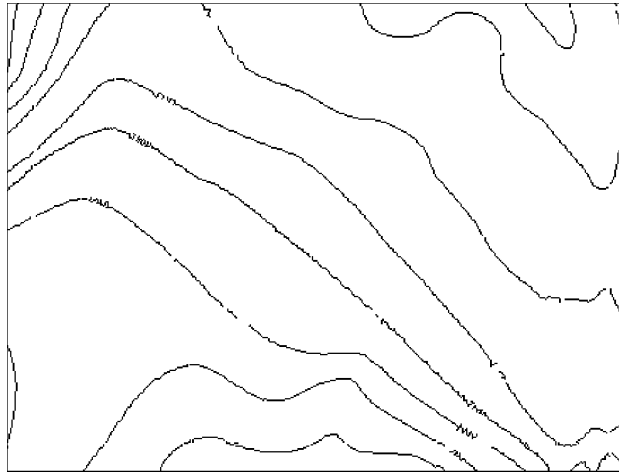


Рис. 11. Векторизованное изображение после "чистки".

Список литературы

- [1] GUSIAKOV V. K., MARCHUK AN. G., OSIPOVA A. V. Expert tsunami database for the Kuril-Kamchatka region. In *"Bul. of the Novosibirsk Computing Center. Ser. Mathem. Modeling in Geophysics"*, **1**, NCC Publisher, Novosibirsk, 1994, 65–77.
- [2] МАРЧУК АН. Г. Технология создания цифровой батиметрической информации на персональном компьютере. В *"Вычислительные технологии"*, ИВТ СО РАН, Новосибирск, **4**, №11, 1995, 176–183.

Поступила в редакцию 15 сентября 1995 г.