

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

К.Ю. Силкин

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
Golden Software Surfer 8

Учебно-методическое пособие для вузов

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета
2008

Утверждено учёным советом геологического факультета 25 октября 2007 г., протокол № 2

Рецензент И.Ю. Антонова

В учебно-методическом пособии описываются основные функции геоинформационной системы *Golden Software Surfer 8*. Читателям предлагается изучить теоретические моменты, положенные в основу этой системы, и самостоятельно применить их на практике. С помощью этого пособия можно научиться осуществлять переход от неравномерно распределённых данных к цифровым моделям поверхности, производить построение разного вида карт и извлекать из данных дополнительную информацию, не вполне очевидную при визуальном анализе изображений.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре геофизики геологического факультета Воронежского государственного университета.

Рекомендовано для студентов 4 курса геологического факультета Воронежского государственного университета.

Для специальности: 020302 – Геофизика

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....	6
I. ОСНОВЫ РАБОТЫ С SURFER.....	9
I.1. ПЕРВЫЙ ЗАПУСК SURFER.....	9
I.2. РЕЖИМ ПЛОТ-ДОКУМЕНТА.....	9
I.3. СОЗДАНИЕ XYZ-ДАННЫХ.....	11
I.3.A. Открытие существующего файла с XYZ-данными.....	12
I.3.B. Создание нового файла с XYZ-данными.....	13
I.3.C. Сохранение файла с XYZ-данными.....	15
I.4. СОЗДАНИЕ СЕТОЧНОГО ФАЙЛА.....	16
II. СОЗДАНИЕ СЕТОЧНЫХ КАРТ.....	18
II.1. КОНТУРНАЯ КАРТА.....	19
II.1.A. Создание контурной карты.....	19
II.1.B. Сохранение карты.....	20
II.1.C. Использование менеджера объектов.....	22
II.1.D. Изменение уровней контуров.....	23
II.1.E. Изменение параметров линий контуров.....	24
II.1.F. Добавление цветной заливки между линиями контуров.....	26
II.1.G. Добавление, удаление и перемещение меток контуров.....	28
II.1.H. Изменение параметров осей.....	29
II.2. КАРКАСНАЯ КАРТА.....	32
II.3. ОБРАЗНАЯ КАРТА.....	35
II.4. КАРТА С ТЕНЕВЫМ РЕЛЬЕФОМ.....	35
II.5. ВЕКТОРНАЯ КАРТА.....	37
II.6. ТРЁХМЕРНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ.....	38
II.7. ТОЧЕЧНАЯ КАРТА И ОВЕРЛЕИ.....	40
II.7.A. Создание точечной карты.....	40
II.7.B. Создание оверлея.....	40
II.7.C. Добавление меток на точечной карте в оверлее.....	42

III. ОЦИФРОВКА РАСТРОВЫХ КАРТ	43
III.1. СОЗДАНИЕ КАРТЫ-ОСНОВЫ	43
III.2. ОЦИФРОВКА КАРТЫ-ОСНОВЫ	44
IV. ПОСТРОЕНИЕ СЕТКИ	45
IV.1. ОБЗОР МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ СЕТКИ	45
IV.2. СОЗДАНИЕ СЕТОЧНОГО ФАЙЛА	46
IV.3. СГЛАЖИВАНИЕ СЕТКИ	49
IV.3.A. Сплайновое сглаживание	49
IV.3.B. Низкочастотная пространственная фильтрация	51
IV.4. ПОСТРОЕНИЕ СЕТКИ ПО ФУНКЦИИ	52
IV.5. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	53
IV.6. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИСЧИСЛЕНИЯ	55
IV.7. БЛАНКИРОВАНИЕ СЕТКИ	59
IV.8. ПОСТРОЕНИЕ ЛИНИЙ ПРОФИЛЯ	61
V. ПРИЛОЖЕНИЯ	63
V.1. ОПЕРАЦИИ	63
V.1.A. Арифметические операции	63
V.1.B. Логические операции	63
V.2. СТАНДАРТНЫЕ ФУНКЦИИ	63
V.2.A. Математические функции	63
V.2.B. Вспомогательные функции	64
V.2.C. Статистические функции	64
V.3. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИЙ	65

ВВЕДЕНИЕ

Геоинформационная система *Golden Software Surfer 8* в настоящее время является отраслевым стандартом построения графических изображений функций двух переменных. Мало найдётся предприятий в геофизической отрасли, которые не использовали бы *Surfer* в своей повседневной практике при построении карт. Особенно часто с помощью *Surfer* создаются карты в изолиниях (контурные карты).

Непревзойдённым достоинством программы являются заложенные в неё алгоритмы интерполяции, которые позволяют с высочайшим качеством создавать цифровые модели поверхности по неравномерно распределённым в пространстве данным. Наиболее часто используемый при этом метод – *Криге* – идеально подходит для представления данных во всех науках о Земле.

Тем не менее, литература по этой программе отсутствует, а встроенная в *Surfer* справка написана на английском языке. В связи с этим большинство пользователей осваивают его самостоятельно, методом проб и ошибок. Такой подход не позволяет познакомиться на достаточном уровне и с половиной всех возможностей программы.

Необходимость написать полноценное, но компактное пособие по *Surfer* для студентов геофизической специальности давно уже стала очень острой. Предлагаемая работа – попытка заполнить вакуум, наблюдающийся в настоящее время вокруг *Surfer*.

Другой задачей, стоявшей перед автором в процессе подготовки пособия, была попытка научить студентов читать информацию на контурных картах, которые являются в геофизике основным способом изображения двумерной информации.

Пособие содержит необходимый для освоения программы теоретический материал, а также практические задания для самостоятельного выполнения.

Автор благодарит студентов-геофизиков геологического факультета Воронежского государственного университета (2002–2003 годов поступления), которые на собственном опыте протестировали пособие и помогли сделать его более удобным для использования: Т.В. Агафонову, А.П. Воронину, Д.В. Дмитриевцеву, С.И. Когтеву, С.Н. Родину, А.С. Сырникова, Т.Н. Трепалина, Т.А. Чеботарёву, С.П. Шатских, а также Т.Б. Силкину за помощь в подготовке издания.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Небольшая американская фирма Golden Software, названная так по имени города Голден в штате Колорадо, где она находится, существует с 1983 года и занимается разработкой пакетов научной графики. Ее первый программный продукт Golden Graphics System, выпущенный в том же году, предназначался для обработки и вывода изображений наборов данных, описываемых двухмерной функцией типа $z = f(y, x)$. Впоследствии этот пакет получил название Surfer. Автором Surfer и основателем компании был аспирант-гидрогеолог одного из американских университетов.

Несмотря на достаточно острую конкуренцию, программы фирмы Golden Software (в первую очередь Surfer) продолжают оставаться очень популярными как в США, так и в других странах. Ссылки на них имеются почти в каждом научном издании или программном продукте, связанном с численным моделированием и обработкой экспериментальных данных.

Логику работы с пакетом можно представить в виде трех основных функциональных блоков:

- 1) построение цифровой модели поверхности;
- 2) вспомогательные операции с цифровыми моделями поверхности;
- 3) визуализация поверхности.

Цифровая модель поверхности традиционно представляется в виде значений в узлах прямоугольной регулярной сетки, дискретность которой определяется в зависимости от конкретной решаемой задачи. Для хранения таких значений Surfer использует собственные файлы типа GRD (двоичного или текстового формата), которые уже давно стали стандартом для пакетов математического моделирования.

Возможно три варианта получения значений в узлах сетки:

- 1) по исходным данным, заданным в произвольных точках области (в узлах нерегулярной сетки), с использованием алгоритмов интерполяции двумерных функций;
- 2) вычисление значений функции, заданной пользователем в явном виде. В состав программы Surfer входит достаточно широкий набор функций – тригонометрических, Бесселя, экспоненциальных, статистических и некоторых других;
- 3) переход от одной регулярной сетки к другой, например при изменении дискретности сетки (здесь, как правило, используются достаточно простые алгоритмы интерполяции и сглаживания, так как считается, что переход выполняется от одной гладкой поверхности к другой).

Кроме того, разумеется, можно использовать готовую цифровую модель поверхности, полученную пользователем, к примеру, в результате численного моделирования.

Пакет Surfer предлагает своим пользователям несколько алгоритмов интерполяции: *Krige (Kriging)*, *Степень обратного расстояния (Inverse*

Distance to a Power), Минимизация кривизны (*Minimum Curvature*), Радиальные базовые функции (*Radial Basis Functions*), Полиномиальная регрессия (*Polynomial Regression*), Модифицированный метод Шепарда (*Modified Shepard's Method*), Триангуляция (*Triangulation*) и др. Расчет регулярной сетки может выполняться для файлов наборов данных X, Y, Z любого размера, а сама сетка может иметь размеры 10 000 на 10 000 узлов.

При этом обеспечены широкие возможности по управлению методами интерполяции со стороны пользователя. В частности, наиболее популярный в обработке экспериментальных данных геостатистический метод Криге включает возможность применения различных моделей вариограмм, использования разновидности алгоритма со сносом, а также учета анизотропии. При расчете поверхности и ее изображения можно также задавать границу территории произвольной конфигурации.

В Surfer реализован большой набор дополнительных средств преобразования поверхностей и различных операций с ними:

- вычисление объема между двумя поверхностями;
- переход от одной регулярной сетки к другой;
- преобразование поверхности с помощью математических операций с матрицами;
- рассечение поверхности (расчет профиля);
- вычисление площади поверхности;
- сглаживание поверхностей с использованием матричных или сплайн-методов;
- преобразование форматов файлов;
- целый ряд других функций.

Оценку качества интерполяции можно произвести с помощью статистической оценки отклонений исходных точечных значений от результирующей поверхности. Кроме того, для любого подмножества данных можно произвести статистические расчеты или математические преобразования, в том числе с использованием функциональных выражений, задаваемых пользователем.

При построении поверхности в основе работы Surfer лежат следующие принципы:

- 1) получение изображения путем наложения нескольких прозрачных и непрозрачных графических слоев;
- 2) импорт готовых изображений, в том числе полученных в других приложениях;
- 3) использование специальных инструментов рисования, а также нанесение текстовой информации и формул для создания новых и редактирования старых изображений.

В Surfer в качестве основных элементов изображения используются следующие типы карт.

1. Контурная карта (*Contour Map*). В дополнение к обычным средствам управления режимами вывода изолиний, осей, рамок, разметки, легенды и пр. есть возможность создания карт с помощью заливки цветом или различными узорами отдельных зон. Кроме того, изображение плоской карты можно вращать и наклонять, использовать независимое масштабирование по осям X и Y.

2. Трехмерное изображение поверхности: *Wireframe Map* (каркасная карта), *Surface Map* (трёхмерная поверхность). Для таких карт используются различные типы проекции, при этом изображение можно поворачивать и наклонять, используя простой графический интерфейс. На них можно также наносить линии разрезов, изолиний, устанавливать независимое масштабирование по осям X, Y, Z, заполнять цветом или узором отдельные сеточные элементы поверхности.

3. Карта исходных данных (*Post Map*). Эти карты используются для изображения точечных данных в виде специальных символов и текстовых подписей к ним. При этом для отображения числового значения в точке можно управлять размером символа (линейная или квадратичная зависимость) или применять различные символы в соответствии с диапазоном данных. Построение одной карты может выполняться с помощью нескольких файлов.

4. Карта-основа (*Base Map*). Это может быть практически любое плоское изображение, полученное с помощью импорта файлов различных графических форматов: *AutoCAD* [.DXF], *Windows Metafile* [.WMF], *Bitmap Graphics* [.TIF], [.BMP], [.PCX], [.GIF], [.JPG] и некоторых других. Эти карты могут быть использованы не только для простого вывода изображения, но также, например, для вывода некоторых областей пустыми.

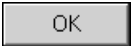
С помощью разнообразных вариантов наложения этих основных видов карт, их различного размещения на одной странице можно получить самые различные варианты представления сложных объектов и процессов. В частности, очень просто получить разнообразные варианты комплексных карт с совмещенным изображением распределения сразу нескольких параметров. Все типы карт пользователь может отредактировать с помощью встроенных инструментов рисования самого Surfer.

Все эти возможности представления изображений могут быть очень полезны при сравнительном анализе влияния различных методов интерполяции или их отдельных параметров на вид результирующей поверхности.

Полученные графические изображения можно вывести на любое печатающее устройство, поддерживаемое Windows. Двухсторонний обмен данными и графикой с другими Windows-приложениями может выполняться также через буфер обмена Windows.

I. ОСНОВЫ РАБОТЫ С SURFER

I.1. Первый запуск Surfer

После первого запуска Surfer следует убедиться, что в качестве единиц измерения расстояний и размеров внутри Surfer установлены привычные сантиметры, а не задаваемые по умолчанию дюймы. Для этого надо выполнить команду **File/Preferences**. При этом появится диалоговое окно *Preferences* (*Предпочтения*). Это окно имеет 4 вкладки. Следует перейти на вкладку *Drawing* (*Рисование*) (рис I.1). В группе *Page Units* (*Единицы измерения на странице*) надо пометить пункт *Centimeters* (*Сантиметры*). Для применения выбранного параметра щёлкнуть по кнопке .

I.2. Режим плот-документа

Главное окно Surfer показано на рис. I.2. При первом запуске Surfer автоматически создаётся новое пустое окно плот-документа *Plot1*. Окно плот-документа является тем рабочим пространством, внутри которого можно создавать сеточные файлы и карты, сопровождать их подписями и простыми графическими объектами (полигонами, прямоугольниками, эллипсами, символами и т. п.).

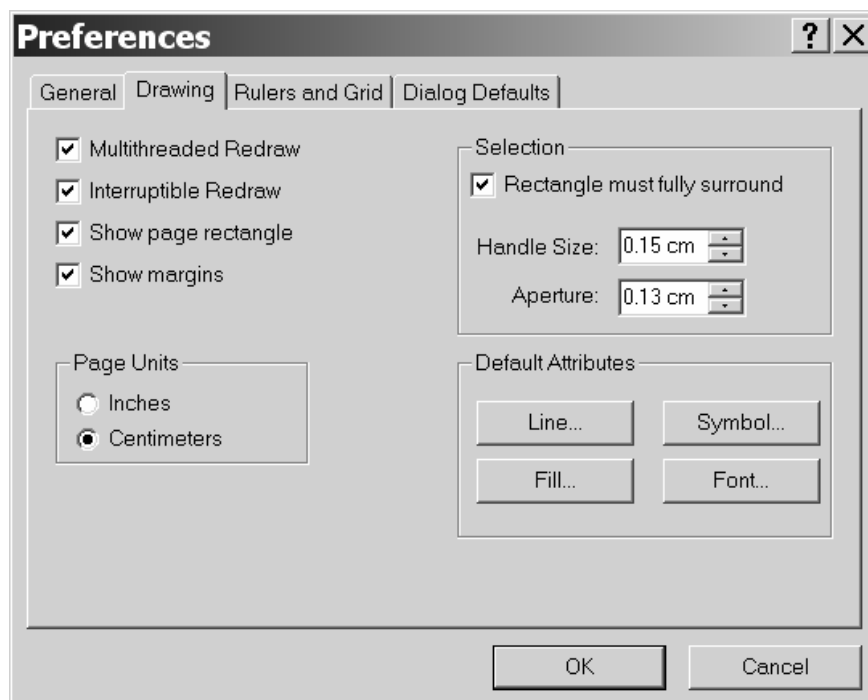


Рис. I.1. Диалоговое окно *Preferences* (*Рисование*). Вкладка *Drawing* (*Рисование*)

Главное меню этого окна содержит следующие пункты:

- File (Файл)** – команды для открытия и сохранения файлов, печати карт, изменения параметров печати и создания новых документов;

Edit (Правка)	– команды для работы с буфером обмена и вспомогательные команды редактирования объектов;
View (Вид)	– команды, контролирующие внешний вид текущего окна документа;
Draw (Рисование)	– команды для создания текстовых блоков, полигонов, полилиний символов и фигур;
Arrange (Выравнивание)	– команды, контролирующие порядок и ориентацию объектов;
Grid (Сетка)	– команды для создания и модификации сеточных файлов;
Map (Карта)	– команды для создания и модификации карт;
Window (Окна)	– команды для управления дочерними окнами;
Help (Справка)	– обеспечивает доступ к справочной службе.

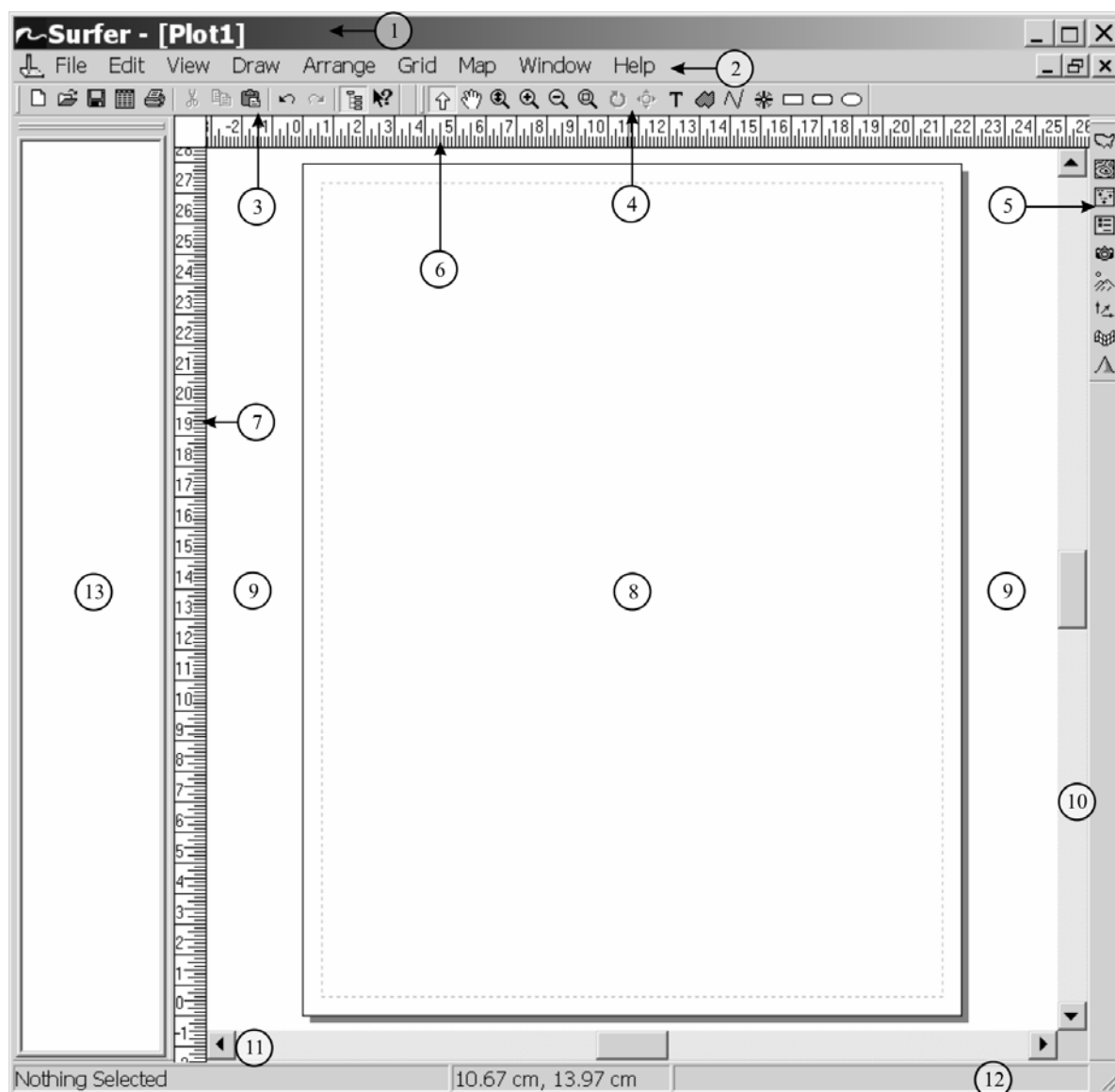


Рис. 1.2. Вид окна Surfer при первом запуске в режиме плот-документа: 1 – заголовок с именем плот-документа; 2 – главное меню; панели инструментов: 3 – «главная» (Main), 4 – «рисование» (Drawing), 5 – «карта» (Map); управляющие линейки (Rulers): 6 – горизонтальная, 7 – вертикальная; 8 – печатная страница; 9 – непечатаемое рабочее пространство; полосы прокрутки: 10 – вертикальная, 11 – горизонтальная; 12 – строка состояния (Status Bar); 13 – менеджер объектов (Object Manager)

Когда активно окно плот-документа, в главном окне Surfer имеется три панели инструментов: *Главная (Main)* (рис. 1.3), *Рисование (Drawing)* (рис. 1.4) и *Карта (Map)* (рис 1.5).



Рис. 1.3. Панель инструментов Main (Главная)

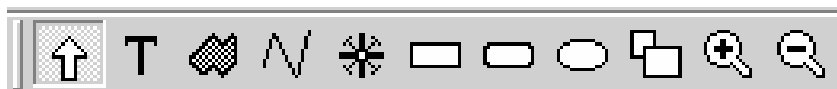



Рис. 1.4. Панель инструментов Drawing (Рисование)



Рис. 1.5. Панель инструментов Map (Карта)

Большую часть окна плот-документа занимает печатная страница рис. I.2, 8). При отправке на принтер создаваемых в Surfer изображений обычно печатается только то, что помещается внутри этой страницы. Слева от печатной страницы находится менеджер объектов рис. I.2, 13). Если при первом запуске Surfer менеджер объектов отсутствует, то следует выполнить команду **View/Object Manager** или нажать на кнопку  на панели инструментов *Main*. Менеджер объектов – это важный инструмент управления создаваемыми в окне плот-документа изображениями. Без него нельзя обойтись в том случае, когда создаётся оверлей (т. е. наложение одной на другую) нескольких карт. Об оверлее будет говориться в разделе рис. II.7.В (с. 40).

Задание 1. Изучение интерфейса Surfer. Режим плот-документа (Трудоёмкость 1)

Запустить программу Surfer. Изучить элементы интерфейса окна плот-документа. Установить сантиметры в качестве единиц измерения размеров и расстояний.

I.3. Создание XYZ-данных

Построение любой карты в Surfer обычно начинается с подготовки фала, содержащего XYZ-данные. XYZ-данные – это, как правило, числовая информация, состоящая из не менее чем трёх столбцов, первые два из которых чаще всего рассматриваются как аргументы X и Y , а третий (или остальные) – как функция (функции) Z этих аргументов.

Не допускается делать пропусков при вводе таких данных, т. е. для каждой пары значений X и Y обязательно должны присутствовать значения всех функций Z . В первой строке для каждого столбца можно задавать короткие текстовые комментарии.

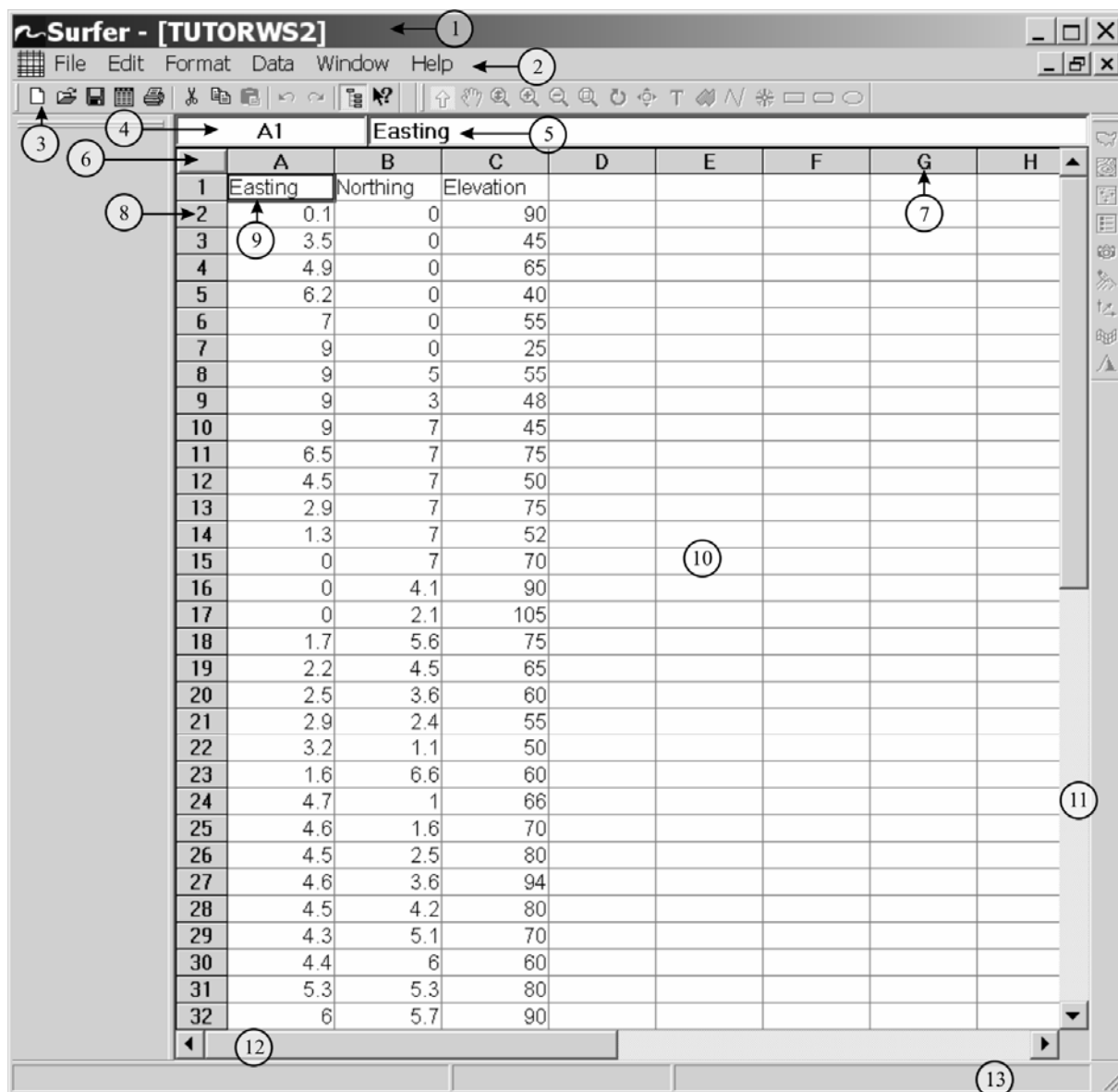




Рис. 1.6. Вид окна Surfer в режиме рабочего листа: 1 – заголовок с именем файла с данными; 2 – главное меню; 3 – панель инструментов «главная» (Main); 4 – строка адреса ячейки; 5 – строка редактирования содержимого ячейки; 6 – кнопка выделения всей таблицы; заголовки: 7 – столбцов, 8 – строк; 9 – активная ячейка; 10 – таблица рабочего листа; полосы прокрутки: 11 – вертикальная, 12 – горизонтальная; 13 – строка состояния (Status Bar)

1.3.A. Открытие существующего файла с XYZ-данными

Для того чтобы открыть готовый файл *Tutorws2.dat* (это один из примеров, поставляемых в комплекте Surfer) с XYZ-данными в отдельное окно рабочего листа необходимо:

1. Выполнить команду **File/Open** или использовать кнопку  на панели инструментов Main. Появится стандартное диалоговое окно *Open* (Открыть).
2. В списке файлов выбрать *Tutorws2.dat* и щёлкнуть по кнопке . Имя этого файла появится в заголовке окна рабочего листа (рис. 1.6).

3. Можно видеть, что в столбце *A* находятся значения координат *X* (Easting, Восточное положение), в столбце *B* – значения координат *Y* (Northing, Северное положение), а столбце *C* – значения *Z* (Elevation, Высота). Текст заголовков столбцов (текст в строке 1) не является обязательным, но помогает идентифицировать тип данных в столбцах. Кроме того, эта информация используется в разных диалоговых окнах, где требуется выбирать столбцы рабочего листа.

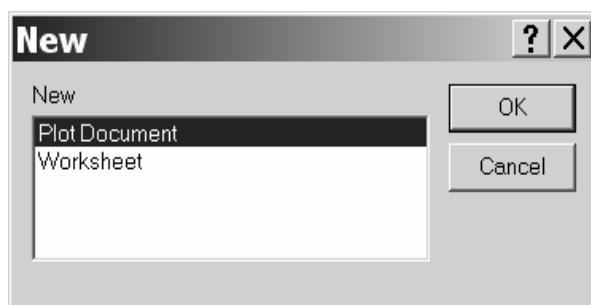


Рис. I.7. Окно *New (Создать)* предоставляет выбор для создания плот-документа или рабочего листа

Главное меню окна рабочего листа содержит следующие пункты:


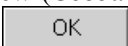
- | | |
|------------------------|---|
| File (Файл) | – команды для открытия и сохранения файлов, печати; |
| Edit (Правка) | – работа с буфером обмена и другие вспомогательные команды; |
| Format (Формат) | – установка формата ячеек, ширины столбцов и высоты строк; |
| Data (Данные) | – команды для сортировки данных, вычисления статистических характеристик и выполнения математических трансформаций; |
| Window (Окно) | – команды для управления дочерними окнами; |
| Help (Справка) | – обеспечивает доступ к справочной службе. |

Задание 2. Изучение интерфейса Surfer. Режим рабочего листа (Трудоёмкость 1)

Открыть файл Tutorws2.dat. Изучить элементы интерфейса окна рабочего листа.

I.3.B. Создание нового файла с XYZ-данными

Surfer позволяет также создавать новые файлы с данными. Для этого потребуется:

1. Выполнить команду **File/New** или использовать кнопку  на панели инструментов *Main*. Появится диалоговое окно *New (Создать)* (рис. I.7). Если выбрать пункт *Worksheet (Рабочий лист)* и щёлкнуть по кнопке , то появится новое пустое окно рабочего листа.
2. Выделить активную ячейку можно щёлкнув по ней мышью или с помощью клавиш ←, ↑, → и ↓. Активная ячейка отмечается в таблице толстой рамкой (рис. I.6, 9), кроме того, содержимое активной ячейки показывается в строке редактирования (рис. I.6, 5).
3. Когда ячейка активна, можно ввести значение или текст. Тогда информация будет показана как в активной ячейке, так и в строке редактирования.
4. Для редактирования набранных данных можно использовать клавиши ←*Backspace* и *Delete*.
5. После нажатия клавиши *Enter* данные будут введены в ячейку.
6. Для сохранения набранных данных в активной ячейке надо переместиться к следующей ячейке. Перемещение к следующей ячейке производится щелчком указателем мыши, с помощью клавиш ←, ↑, → и ↓ или клавиши *Enter*.

Задание 3. Ввод числовой информации в рабочем листе

(Трудоёмкость 5)

Создать файл, содержащий данные из табл. I.1. Дополнить данные столбцами «М» (ввести номер месяца), «D» (ввести дату) и «h» (ввести время).

Таблица I.1

Данные о погоде в г. Воронеже с 0 часов 25 октября до 21 часов 23 ноября 2003 г. с интервалом в 3 часа*

<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>
+1	738	86	+2	753	87	+4	755	93	+4	750	87	0	756	93	+1	741	80
0	738	86	+2	753	87	+4	755	93	+4	750	81	+1	757	86	0	741	86
-2	739	74	+2	753	87	+4	754	93	+2	751	93	+1	758	86	0	741	86
-1	741	59	+5	753	70	+4	755	93	+3	752	81	+1	759	86	<i>t</i>	<i>P</i>	<i>H</i>
-1	742	51	+6	753	65	+4	755	100	+2	753	75	0	758	86	0	742	74
-1	742	64	+4	751	75	+4	755	93	+2	756	64	0	758	86	0	742	80
-1	742	69	+1	751	93	+4	756	93	+1	756	86	-1	758	93	1	741	86
-1	741	74	+1	750	93	+4	756	100	+2	757	69	-1	758	93	+1	740	86
-2	741	80	0	750	93	+4	757	100	+2	758	75	-1	757	93	+1	738	86
-2	740	80	0	748	93	+5	757	100	+1	758	86	-2	756	93	+1	736	93
-2	739	86	0	749	100	+5	757	100	+2	759	75	-1	756	93	+1	735	93
0	740	74	+2	748	93	+5	759	100	+2	760	75	-1	756	86	+1	735	93
+1	740	75	+3	747	87	+5	759	93	+2	760	75	-2	755	86	+1	735	93
0	740	86	+3	746	93	+5	759	93	+1	760	80	-2	755	86	+1	738	93
0	739	86	+2	745	100	+5	761	93	0	760	80	-2	755	86	+1	740	93
0	739	100	+2	745	93	+4	762	93	0	760	86	-3	756	93	0	742	93
0	740	100	+2	744	93	+4	762	87	-1	761	93	-3	755	93	+1	744	86
0	739	100	+2	744	93	+2	763	93	0	760	86	-3	755	86	0	747	86
0	740	93	+2	744	93	+2	764	87	0	760	86	-3	755	86	0	747	80
-1	741	93	+2	744	100	+3	752	81	0	760	86	-3	756	86	+1	750	69
0	742	69	+3	745	87	+4	766	75	0	760	86	-3	755	93	+1	750	86
-1	743	80	+3	746	87	+3	765	87	0	759	86	-3	754	93	+1	751	86
-2	744	80	+3	747	87	+1	767	93	0	759	100	-3	754	93	+1	751	86
-3	745	93	+3	748	87	0	767	100	0	758	100	-2	755	86	+1	752	80
-2	745	86	+2	750	93	0	767	93	0	759	100	-2	753	86	+1	751	93
-3	747	74	+2	751	93	-1	766	100	-1	757	100	-2	754	93	+1	750	93
-4	749	86	+2	752	93	0	766	86	-1	757	93	-1	754	86	+2	749	93
-2	750	64	+3	753	93	0	765	100	-1	757	93	-1	754	80	+3	748	93
-2	751	54	+4	753	75	+1	765	93	-1	758	93	-1	754	80	+3	748	93
-3	750	59	+3	754	81	+1	762	100	-2	757	93	-1	753	59	+2	748	100
-4	751	68	+3	755	75	+1	762	100	-2	757	86	-1	753	80	+3	748	93
-5	752	74	+3	756	75	+1	759	100	-2	756	86	-1	751	100	+4	749	87
-4	752	74	+3	756	81	+2	757	93	-3	756	93	0	749	93	+4	748	93
-3	751	80	+3	756	81	+3	756	93	-2	756	86	0	747	80	+5	748	93
-1	752	80	+3	756	93	+3	753	93	-1	755	80	0	746	93	+6	747	87
+1	753	80	+4	756	87	+4	753	81	-1	755	80	0	744	100	+6	748	81
+3	753	75	+5	756	75	+5	751	87	0	754	74	+1	744	93	+6	748	87
+3	753	70	+4	754	93	+5	750	93	0	755	86	+1	743	93	+5	748	93
+2	753	80	+4	754	93	+5	749	93	0	756	100	+1	742	100	+5	750	93

* *t* – температура в °C, *P* – давление в мм. рт. ст., *H* – относительная влажность в % (по данным сайта www.gismeteo.ru).

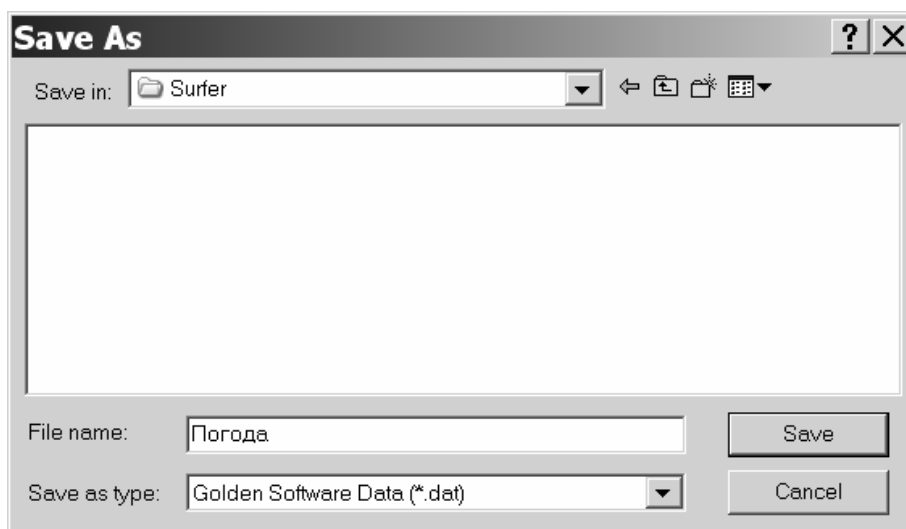




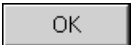
Рис. I.8. Окно Save As (Сохранить как) при сохранении XYZ-данных



Рис. I.9. Окно параметров экспорта данных при сохранении их в формате «Golden Software Data (*.DAT)»

I.3.C. Сохранение файла с XYZ-данными

После окончания ввода всех данных необходимо сделать следующее.

1. Выполнить команду **File/Save** или использовать кнопку  на панели инструментов *Main*. Если файл с данными до этого ещё не сохранялся, то появится диалоговое окно *Save As* (Сохранить как) (рис. I.8).
2. В выпадающем списке *Save File as Type* (Тип файла) выбрать пункт *Golden Software Data (*.DAT)*.
3. Ввести имя файла в строке *File name* (Имя файла).
4. Щёлкнуть по кнопке . Появится диалоговое окно *GSI Data Export Options* (Параметры экспорта данных) (рис. I.9.), которое позволяет выбрать, каким образом будет отформатирован сохраняемый файл. Те параметры, которые стоят по умолчанию, вполне подходят для большинства случаев, поэтому менять их следует, только если в этом есть конкретная необходимость.
5. После щелчка по кнопке  файл будет сохранён в формате *Golden Software Data (*.DAT)* с указанным именем. Это имя появится наверху окна рабочего листа.

Задание 4. Сохранение файла с XYZ-данными

(Трудоёмкость 1)

Сохранить созданный ранее файл с данными о погоде в Воронеже в формате Golden Software Data (*.DAT) под именем «Погода».

I.4. Создание сеточного файла

Сеточные файлы требуются для создания сеточных карт. К таким картам относятся: контурные карты (*contour maps*), образные карты (*image maps*), карты с теневым рельефом (*shaded relief maps*), векторные карты (*vector maps*), каркасные карты (*wireframe maps*) и карты-поверхности (*surface maps*). Сеточные файлы создаются с помощью команды **Grid/Data** в режиме плот-документа. Для перехода в этот режим необходимо переключиться в окно плот-документа. При этом, возможно, потребуется открыть ранее созданный или создать новый плот-документ. Это делается также как и открытие (см. раздел I.3.A, с. 12) или создание (см. раздел I.3.B., с. 13) нового рабочего листа. Только при создании плот-документа в окне *New (Создать)* (рис. I.7.) надо выбрать пункт *Plot Document (Плот-документ)*.

Команда **Grid/Data** требует наличия XYZ-данных.

Для создания сетки по данным файла «Погода.dat» требуется следующее.

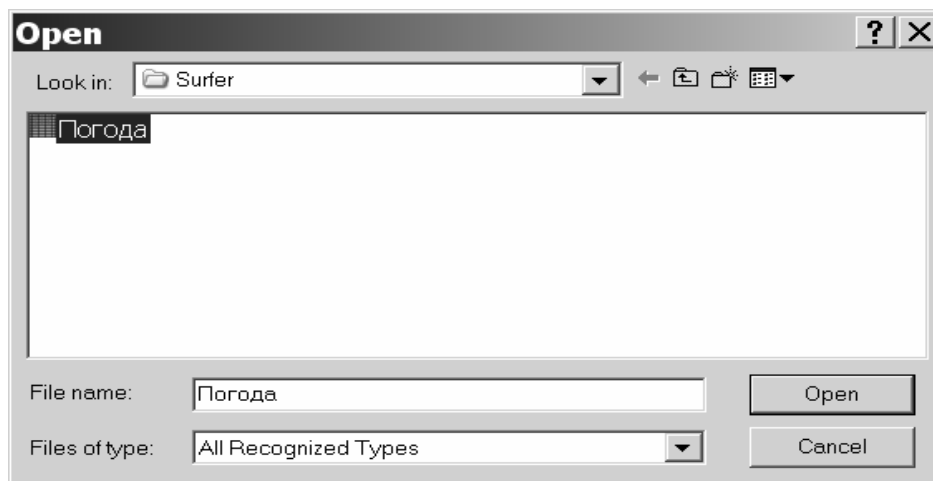


Рис. I.10. Окно Open (Открыть) при выборе файла с XYZ-данными для создания сеточного файла

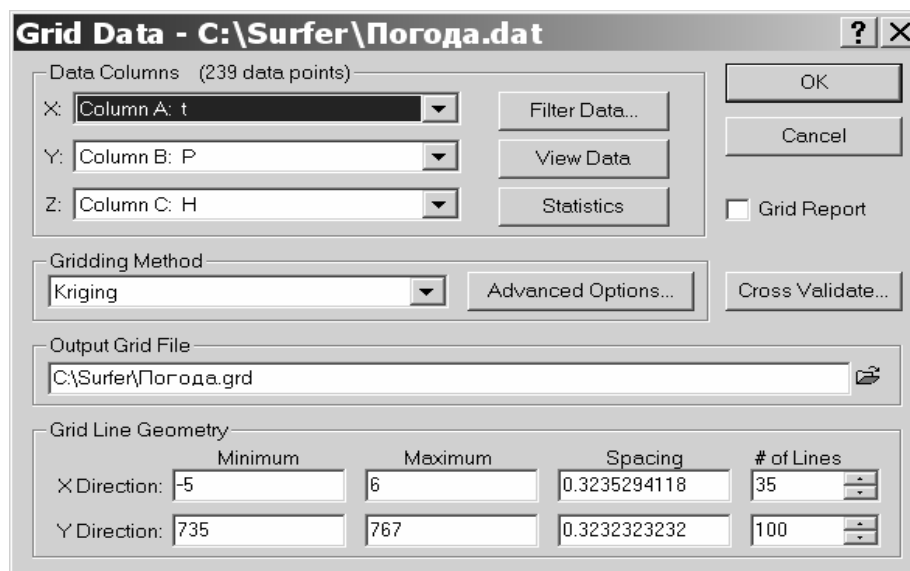


Рис. I.11. Окно Grid Data (Данные сетки) при выборе файла с XYZ-данными для создания сеточного файла

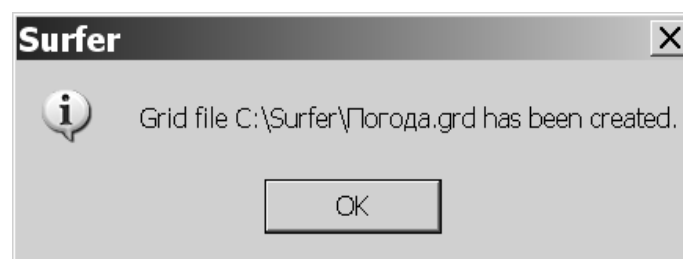


Рис. I.12. Сообщение об окончании процесса создания сеточного файла

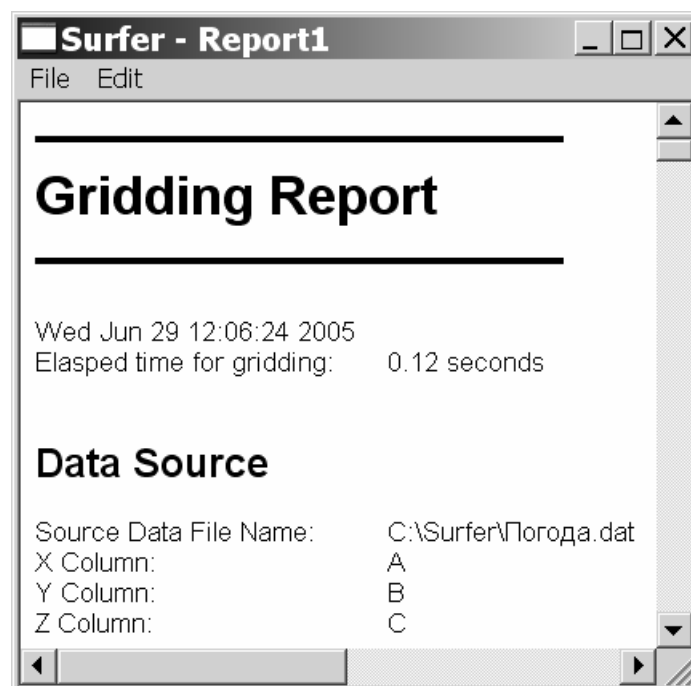
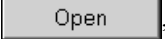
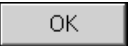


Рис. I.13. Окно статистического отчёта о процессе создания сеточного файла

1. Выполнить команду **Grid/Data**. Появится диалоговое окно *Open (Открыть)* (рис. I.10.). Это позволит выбрать файл с XYZ-данными, который будет использоваться для создания сеточного файла.
2. В списке файлов надо выбрать «Погода.dat». Это имя будет продублировано в строке *File name (Имя файла)*. Если щёлкнуть по кнопке , то появится диалоговое окно *Grid Data (Данные сетки)* (рис. I.11.).
3. Это диалоговое окно позволяет управлять параметрами создания сетки. Окно содержит большое число органов управления разнообразными параметрами:
 - группа *Data Columns (Столбцы данных)* определяет столбцы, содержащие координаты X и Y , а также значения Z из файла с данными;
 - группа *Grid Line Geometry (Геометрия линий сетки)* определяет пределы сетки по X и Y , шаг между линиями (строками и столбцами) сетки и количество этих линий;
 - группа *Gridding Method (Метод создания сетки)* определяет метод интерполяции, используемый при создании сеточного файла и параметры, контролирующие этот процесс. Обзор методов построения сеточного файла см. в разделе IV.1, с. 45;
 - группа *Output Grid File (Выходной сеточный файл)* определяет путь и имя сеточного файла, который будет создан после выполнения команды;
 - переключатель *Grid Report (Отчёт о сетке)* определяет, следует ли генерировать статистический отчёт об использованных данных. Чаще всего этот параметр отключается, так как просматривать отчёт требуется только в случае возникновения каких-либо проблем или для выбора оптимального метода создания сеточного файла.
4. После щелчка по кнопке  в строке состояния внизу главного окна Surfer появится индикатор прогресса процедуры создания сетки. Когда этот процесс завершится, создастся файл «Погода.grd», подтверждением чего будет короткое сообщение (рис. I.12) или короткий сигнал (в зависимости от настроек Surfer). По умолчанию сеточный файл появляется в той же папке и с тем же именем, что и файл исходных данных, но расширение заменяется на [.GRD].
5. Если параметр *Grid Report (Отчёт о сетке)* был включен, то в отдельном окне появится *Gridding Report (Отчёт о создании сеточного файла)* (рис. I.13.).

Задание 5. Создание сеточного файла (Трудоёмкость 1)

Создать сеточный файл «Погода.grd» по данным файла «Погода.dat». Создание отчёта о сетке отменить. Остальные параметры оставить без изменения.

II. СОЗДАНИЕ СЕТОЧНЫХ КАРТ


Сеточными картами называются такие карты, для построения которых требуется предварительное создание сеточного файла: контурные, образные, векторные, каркасные карты, карты с теневым рельефом и карты-поверхности. Построение карт, также как и создание сеточного файла производится в режиме плот-документа. Поэтому, прежде чем приступить к созданию какой-либо карты, надо переключиться в этот режим.

II.1. Контурная карта

Контурная карта – это наиболее часто используемый в науках о Земле способ изображения информации вида $z = f(x, y)$. Примером этого могут быть карты электрических, магнитных и гравитационных аномалий, построенные на основе данных соответствующих съёмок, проведённых по сети профилей. Иначе контурная карта может называться «карта в изолиниях».

II.1.A. Создание контурной карты

Создание контурной карты начинается с выполнения команды **Map/Contour Map/New Contour Map**. Для создания контурной карты на

1. Выполнить команду **Map/Contour Map/New Contour Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (*Открыть сеточный файл*, рис. II.1.). В строке *File name* (*Имя файла*) автоматически будет проставлено имя последнего создававшегося сеточного файла (например, «*Погода.grd*»).
 2. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II. 2.).
 3. Можно сделать так, чтобы карта заполняла всё доступное пространство окна плот-документа. Для этого предназначена команда **View/Fit to Window**.
- основе сеточного файла «Погода.grd» необходимо:

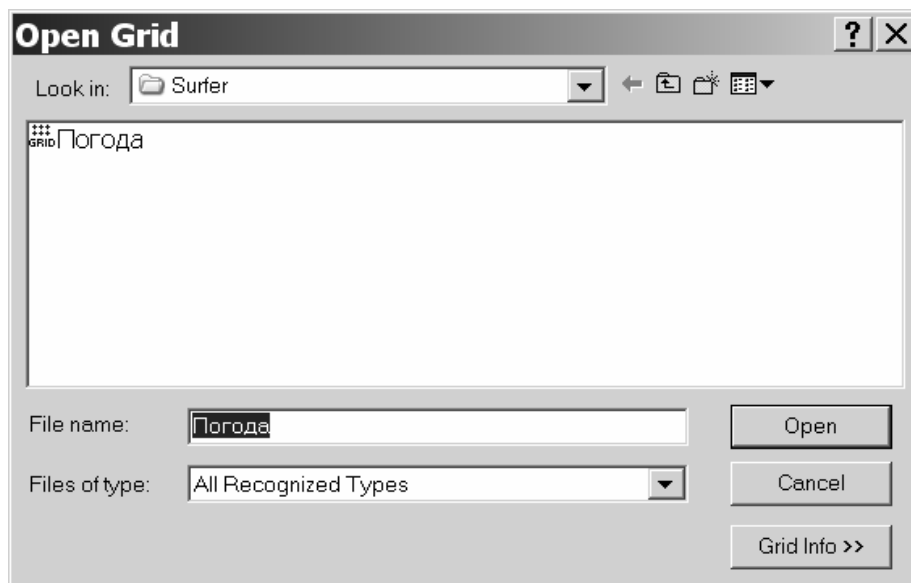


Рис. II.1. Диалоговое окно *Open Grid* (*Открыть сеточный файл*)

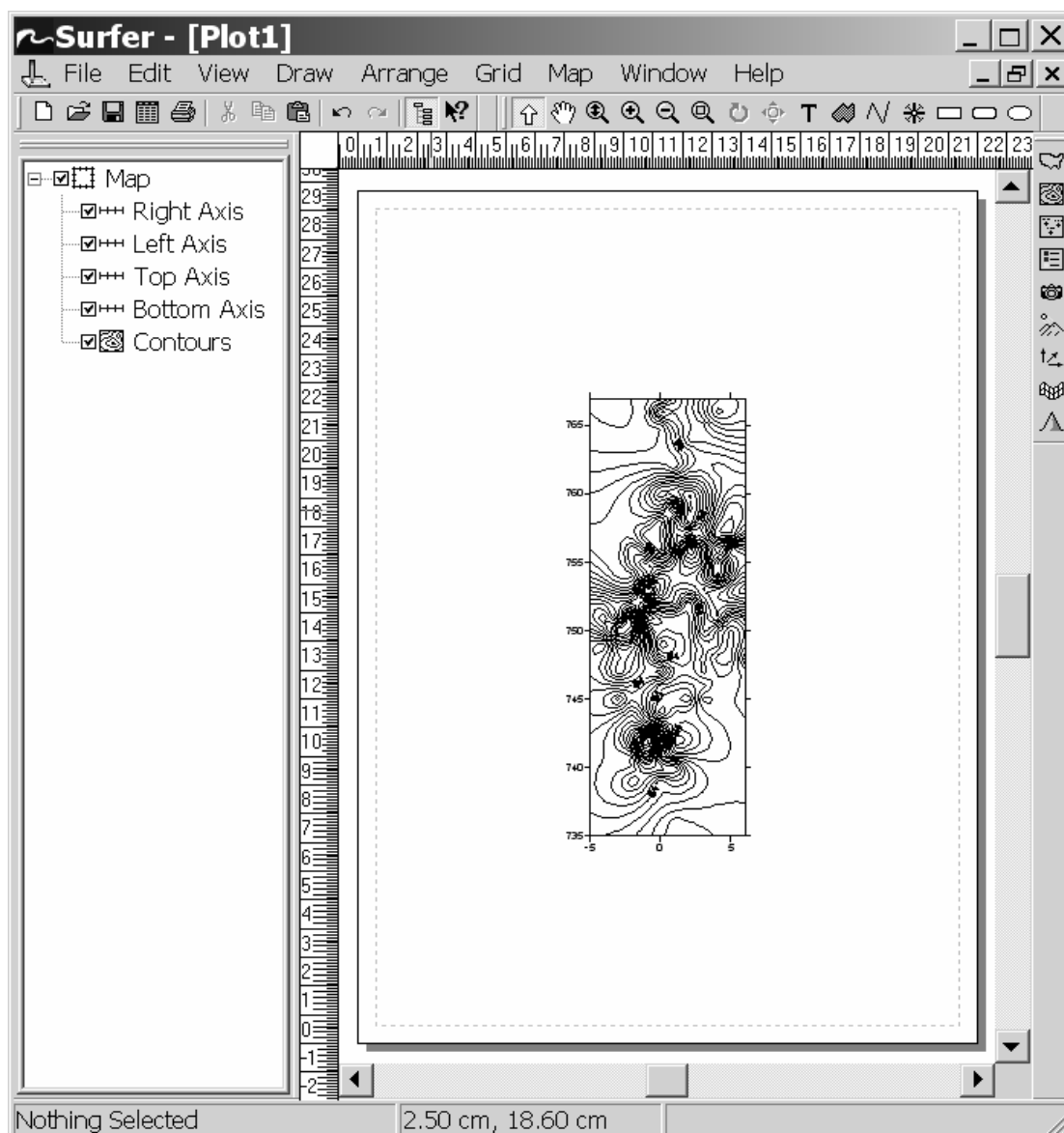



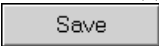
Рис. II.2. Окно плот-документа после создания контурной карты


II.1.V. Сохранение карты

После выполнения всех работ по созданию и редактированию карты или на любом промежуточном этапе можно сохранить карту в файле плот-документа Surfer (он получит расширение [.SRF]). Этот файл будет содержать всю информацию, необходимую для продолжения работы с построенной картой в дальнейшем. При сохранении карты параметры масштабирования и форматирования будут запомнены.

Для сохранения карты необходимо проделать нижеследующее.

1. Выполнить команду **File/Save** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Main*. В том случае, если карта ранее не сохранялась, появится стандартное диалоговое окно *Save As*. Это окно соответствует тому, что появлялось при сохранении XYZ-данных (рис. I.8) за исключением того, что в строке *Save as type* будет автоматически выбран тип *Surfer Files*.

2. В строке *File name* ввести «Погода».
3. Щёлкнуть по кнопке .

Подобные действия потребуется производить только один раз при первом сохранении карты. В дальнейшем при нажатии на кнопку  никаких диалоговых окон не возникнет.

Задание 6. Создание контурной карты (Трудоёмкость 1)

Создать контурную карту на основе сеточного файла «Погода.grd». Изменить масштаб изображения так, чтобы карта занимала всё доступное ей пространство окна плот-документа. Сохранить карту в файле «Погода.srf».

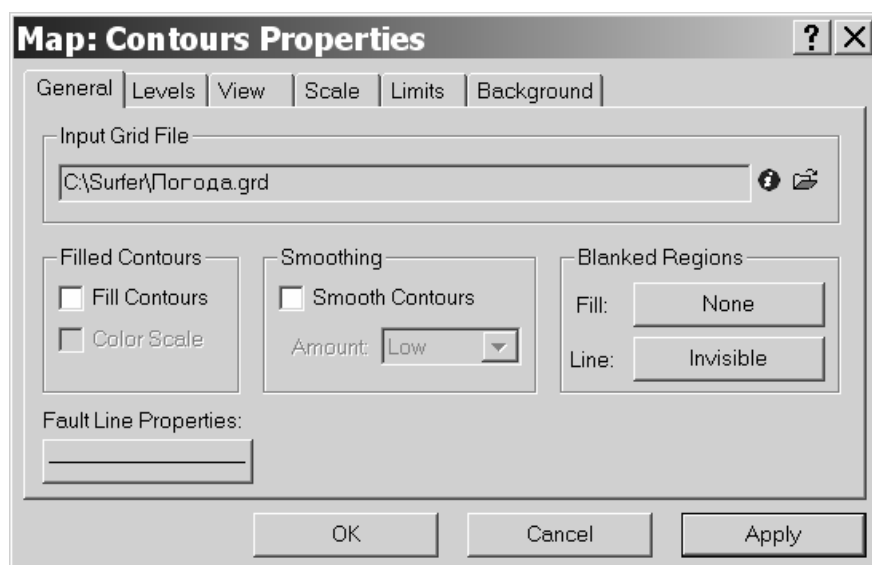


Рис. II.3. Диалоговое окно *Map: Contours Properties* (Карта: Параметры контуров). Вкладка *General* (Основные)

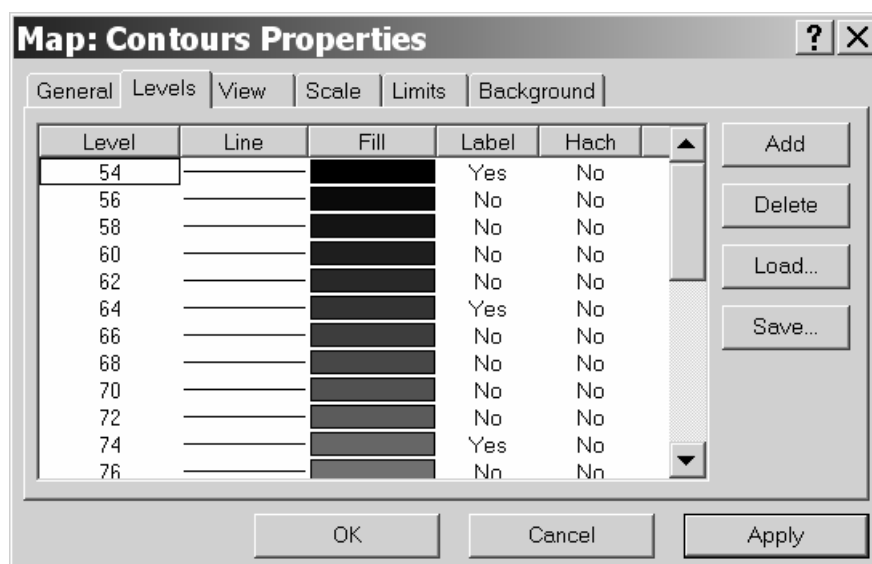


Рис. II.4. Диалоговое окно *Map: Contours Properties*. Вкладка *Levels* (Уровни)

II.1.C. Использование менеджера объектов

После построения контурной карты следует обратить внимание на менеджер объектов. Обычно он находится в левой части окна плот-документа. Если менеджер объектов всё же отсутствует, то следует обратиться к разделу I.2 (с. 9) данного пособия, где рассказывается, как его отобразить. На панели менеджера объектов всегда показывается список всех объектов, находящихся в пределах окна плот-документа. После создания контурной карты «Погода» в менеджере объектов появился один объект *Map* (Карта) с иерархической структурой (рис. II.2, слева). Объект представлен следующими компонентами: *Right Axis* (Правая Ось), *Left Axis* (Левая Ось), *Top Axis* (Верхняя Ось), *Bottom Axis* (Нижняя Ось) и *Contours* (Контуры).

Менеджер объектов позволяет получить доступ к параметрам каждого компонента объекта с помощью двойного щелчка мыши по строке с названием этого компонента. Можно заметить, что при выделении объекта *Map* в менеджере объектов также происходит выделение самой карты в окне плот-документа с помощью восьми ярко-зелёных маркеров.

Кроме того, можно отменить видимость любого компонента или всего объекта, если убрать галочку слева от их названия. При желании допускается изменение и названия объекта. Для этого надо выделить название объекта с помощью однократного щелчка мышью по строке, где оно нахо-

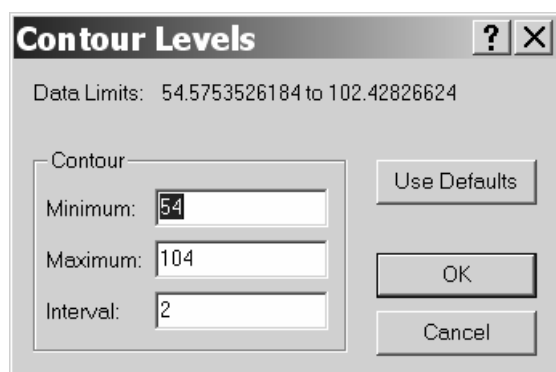


Рис. II.5. Диалоговое окно *Contours Levels* (Уровни контуров)

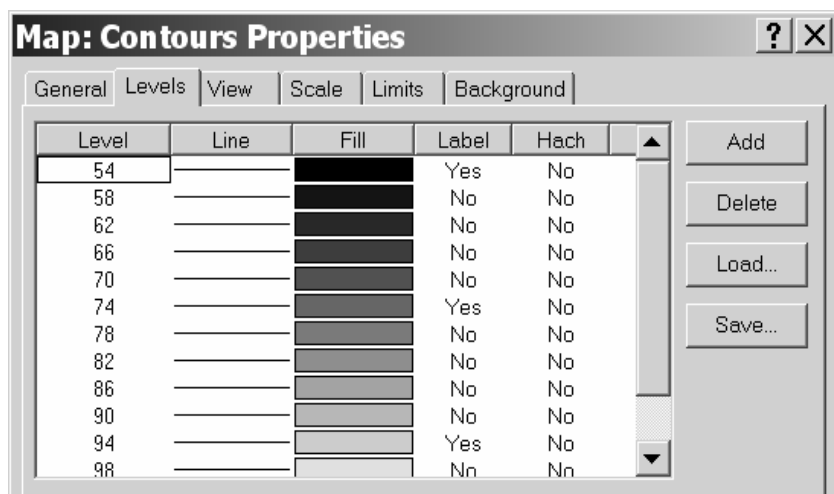


Рис. II.6. Диалоговое окно *Map: Contours Properties*. Вкладка *Levels* после изменения интервала уровней

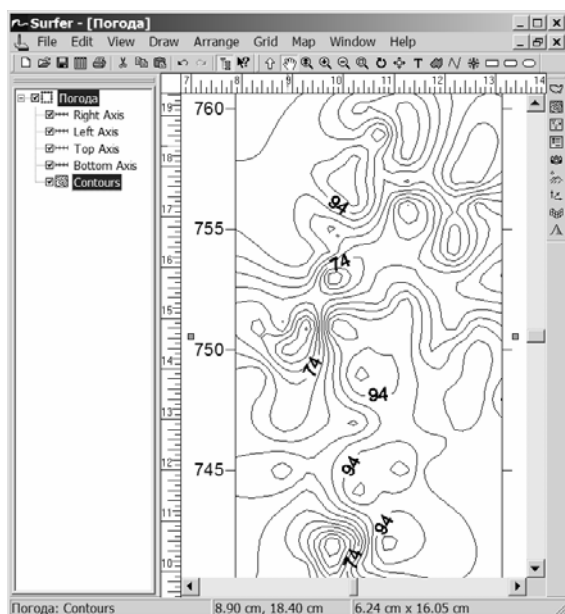


Рис. II.7. Окно плот-документа с увеличенным фрагментом контурной карты «Погода» после увеличения интервала уровней контуров

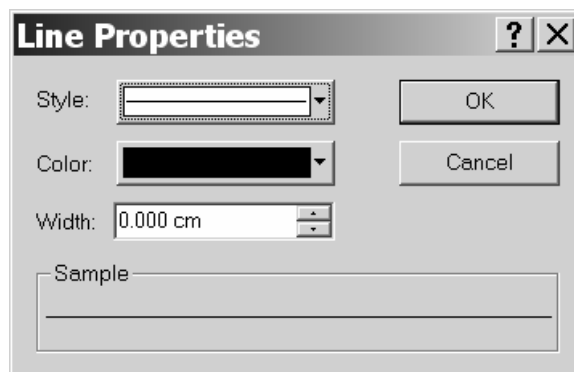


Рис. II.8. Диалоговое окно *Line Properties* (Параметры линии)

дится, подождать не менее 1 секунды и щёлкнуть ещё один раз. Затем ввести новое название и нажать клавишу *Enter*. Например, можно заменить задаваемое по умолчанию для любой карты название «Мар» на соответствующее содержанию название «Погода».

Задание 7. Использование менеджера объектов (Трудоёмкость 1)

Переименовать объект построенной контурной карты. Заменить название «Мар» на «Погода».

II.1.D. Изменение уровней контуров

После создания контурной карты можно легко изменить любые параметры её оформления, например значения уровней контуров, изображаемых на карте. Для этого надо выполнить следующие действия.

1. Установить указатель мыши в пределах контурной карты и щёлкнуть дважды. На экране появится диалоговое окно *Map: Contours Properties* (Карта: Параметры контуров) (рис. II.3).
2. На вкладке *Levels* (Уровни) (рис. II.4) показываются значения уровней и параметры линий контуров карты. В нашем примере уровни контуров начинаются с $Z = 54$. С помощью полосы прокрутки можно просмотреть весь список уровней и увидеть, что максимальный уровень контуров для данной карты соответствует $Z = 104$, а интервал между уровнями равен 2.
3. Можно легко изменить диапазон изменения и интервал для контуров. Для этого нужно щёлкнуть по кнопке **Level** (Уровень). Появится диалоговое окно *Contours Levels* (Уровни контуров). Это окно содержит строки для ввода параметров уровней: *Minimum* (Минимум), *Maximum* (Максимум) и *Interval* (Интервал).
4. Если заменить значение интервала с 2 на 4 и щёлкнуть по кнопке **OK**, то таблица уровней на вкладке *Levels* отобразит произведённые изменения (рис. II.6).

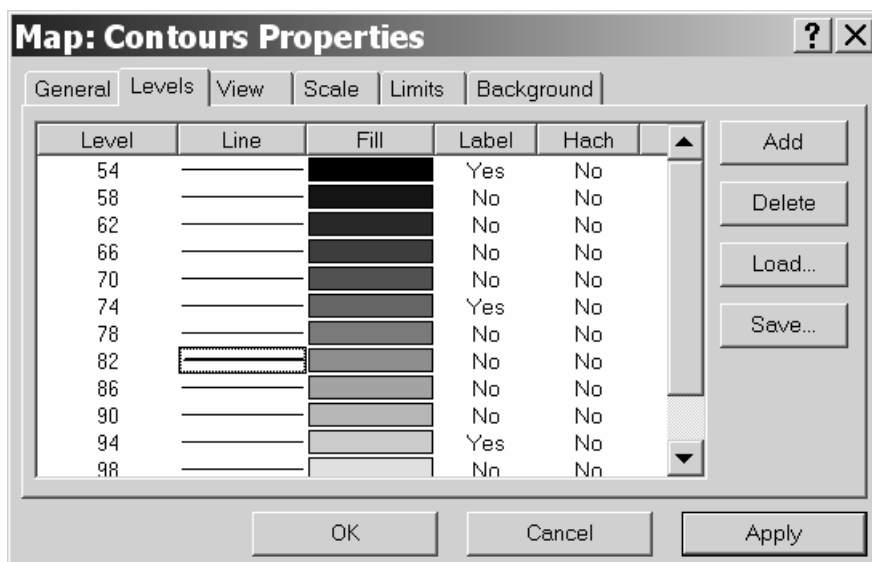


Рис. II.9. Диалоговое окно Map: Contours Properties. Вкладка Levels после изменения толщины линии контура с уровнем Z = 82

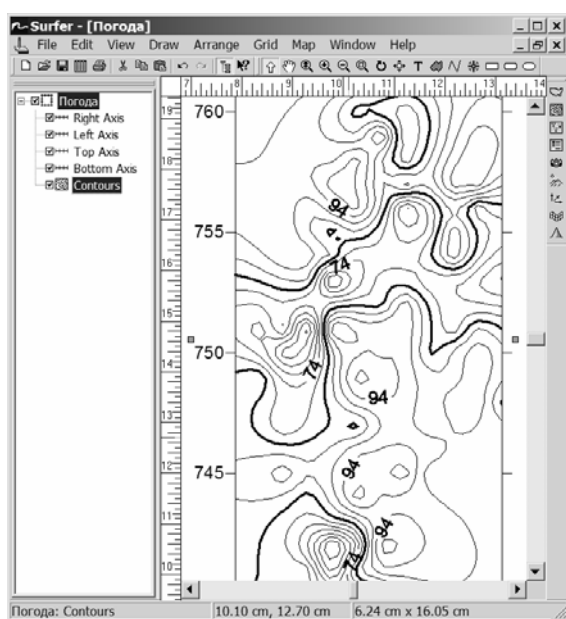


Рис. II.10. Окно плот-документа с увеличенным фрагментом контурной карты «Погода» после изменения толщины линии контура с уровнем Z = 82

- Щелчок по кнопке **OK** в диалоговом окне Map: Contours Properties приведёт к перестроению карты с новыми значениями уровней контуров (рис. II.7).

Задание 8. Знакомство с особенностями изменения параметров карты (Трудоёмкость 1)

Изменить интервал уровней контуров контурной карты «Погода» на 4.

II.1.Е. Изменение параметров линий контуров

Для изменения параметров линий контуров потребуются следующие действия.

- Дважды щёлкнуть по контурной карте, чтобы появилось диалоговое окно Map: Contours Properties (рис. II.3).
- На вкладке Levels дважды щёлкнуть по образцу линии (под кнопкой **Line**) для контура с уровнем Z = 82. Появится диалоговое окно Line Properties (Параметры линии) (рис. II.8).

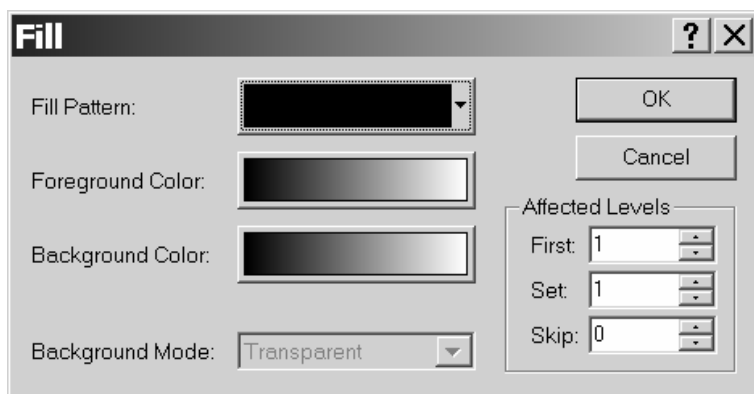


Рис. II.11. Диалоговое окно Fill (Заливка)

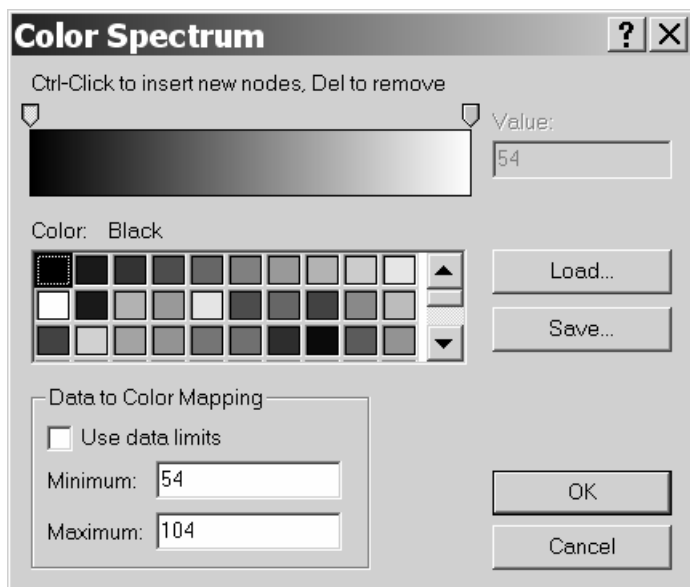

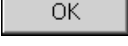


Рис. II.12. Диалоговое окно Color Spectrum (Цветовой спектр)

3. В этом диалоговом окне можно выбрать *стиль (Style)*, *цвет (Color)* и *толщину (Width)* для выбранной линии. В качестве примера изменим значение толщины с 0,000 см (минимально возможная толщина линии при воспроизведении на мониторе или принтере) на 0,050 см с помощью пяти щелчков по верхней маленькой кнопке возле строки *Width*.
4. Щелчок по кнопке  закроет диалоговое окно *Line Properties*. Таблица уровней на вкладке *Levels* отобразит произведённые изменения (рис. II.9).
5. Щелчок по кнопке  в диалоговом окне *Map: Contours Properties* приведёт к перестроению карты с увеличенным значением толщины линии контура с уровнем $Z = 82$ (рис. II.10).

Задание 9. Изменение параметров линий контуров контурной карты (Трудоёмкость 1)



Изменить на контурной карте «Погода» толщину линии контура. Самостоятельно освоить изменение цвета линии с помощью кнопки Color (Цвет) в окне *Line Properties*. Значения уровня контура, толщины и цвета линии взять из табл. II.1.

Варианты для задания 9


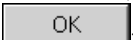
Вариант	Уровень контура Z, %	Толщина линии, см	Цвет
1	62	0,20	Black (Чёрный)
2	66	0,15	50 % Black (Серый)
3	70	0,10	White (Белый)
4	74	0,05	Blue (Синий)
5	78	0,10	Cyan (Бирюзовый)
6	82	0,15	Green (Зелёный)
7	86	0,20	Yellow (Жёлтый)
8	90	0,15	Red (Красный)
9	94	0,10	Magenta (Лиловый)
10	98	0,05	Purple (Фиолетовый)

II.1.F. Добавление цветной заливки между линиями контуров

Цветная заливка, так же как и параметры линий, может быть применена к отдельным уровням. В то же время ко всем уровням сразу можно применить цвета, основанные на градиентном спектре (плавном переходе) между двумя задаваемыми цветами.

Вкладка *Levels* в диалоговом окне *Map: Contours Properties* (рис. II.9) отражает соответствие между значением уровня (под кнопкой ) и цветом заливки (под кнопкой ). Каждый цвет используется для заполнения пространства между соответствующим уровнем и следующим более высоким уровнем.

Для изменения цвета заливки требуется:

1. Дважды щёлкнуть по контурной карте, чтобы появилось диалоговое окно *Map: Contours Properties*.
2. На вкладке *General* (рис. II.3) поставить галочку в переключателе *Fill Contours* (*Залить контуры*).
3. На вкладке *Levels* щёлкнуть по кнопке  (*Заливка*) (рис. II.9). Появится диалоговое окно *Fill* (*Заливка*) (рис. II.11).
4. Щёлкнуть по кнопке *Foreground Color* (*Цвет переднего плана*). Появится диалоговое окно *Color Spectrum* (*Цветовой спектр*) (рис. II.12). В этом диалоговом окне можно выбрать цвета, которые будут применены к определённым значениям Z. Если щёлкнуть по левой кнопке-якорю сверху спектра и выбрать Blue цвет в цветовой палитре, то спектр будет представлять собой все оттенки синего цвета от чисто-синего до белого.
5. Щёлкнуть по кнопке . Диалоговое окно *Color Spectrum* закроется, и кнопка *Foreground Color* будет демонстрировать новое состояние цветового спектра.

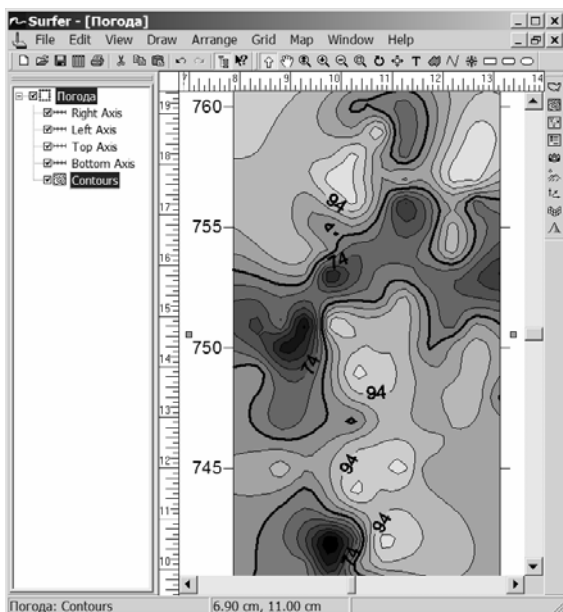


Рис. II.13. Окно плот-документа с увеличенным фрагментом контурной карты «Погода» после применения цветовой заливки между контурами

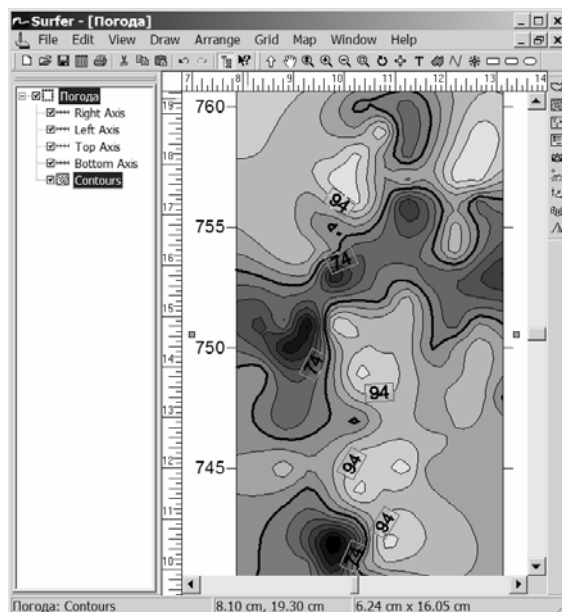


Рис. II.14. Окно плот-документа с увеличенным фрагментом контурной карты «Погода» в режиме редактирования меток контуров

6. Щёлкнуть по кнопке . Диалоговое окно *Map: Contours Properties* закроется. У контурной карты появится сине-голубая заливка между линиями контуров (рис. II.).

Задание 10. Применение цветовой заливки к контурной карте (Трудоёмкость 2)

Добавить на контурной карте «Погода» цветовую заливку между линиями контуров. Самостоятельно освоить создание цветовых спектров с тремя узловыми точками. Цвета, соответствующие узловым точкам, и значения уровня для средней точки взять из таблицы (табл. II.2.)

Таблица II.2

Варианты для задания 10

Вариант	Уровень контура Z для точки 2, %	Цвета узловых точек		
		1	2	3
1	74	Red	White	Blue
2	78	Green	White	Brown (Коричневый)
3	82	Purple	White	Cyan
4	74	Black	White	Magenta
5	78	Blue	Purple	Red
6	82	Purple	Red	Yellow
7	74	Red	Yellow	Green
8	78	Yellow	Green	Cyan
9	82	Green	Cyan	Blue
10	74	Cyan	Blue	Magenta

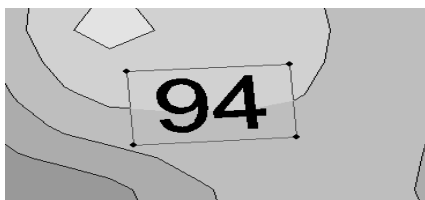


Рис. II.15. Увеличенный фрагмент карты «Погода» в режиме редактирования меток контуров с выделенной меткой «94»

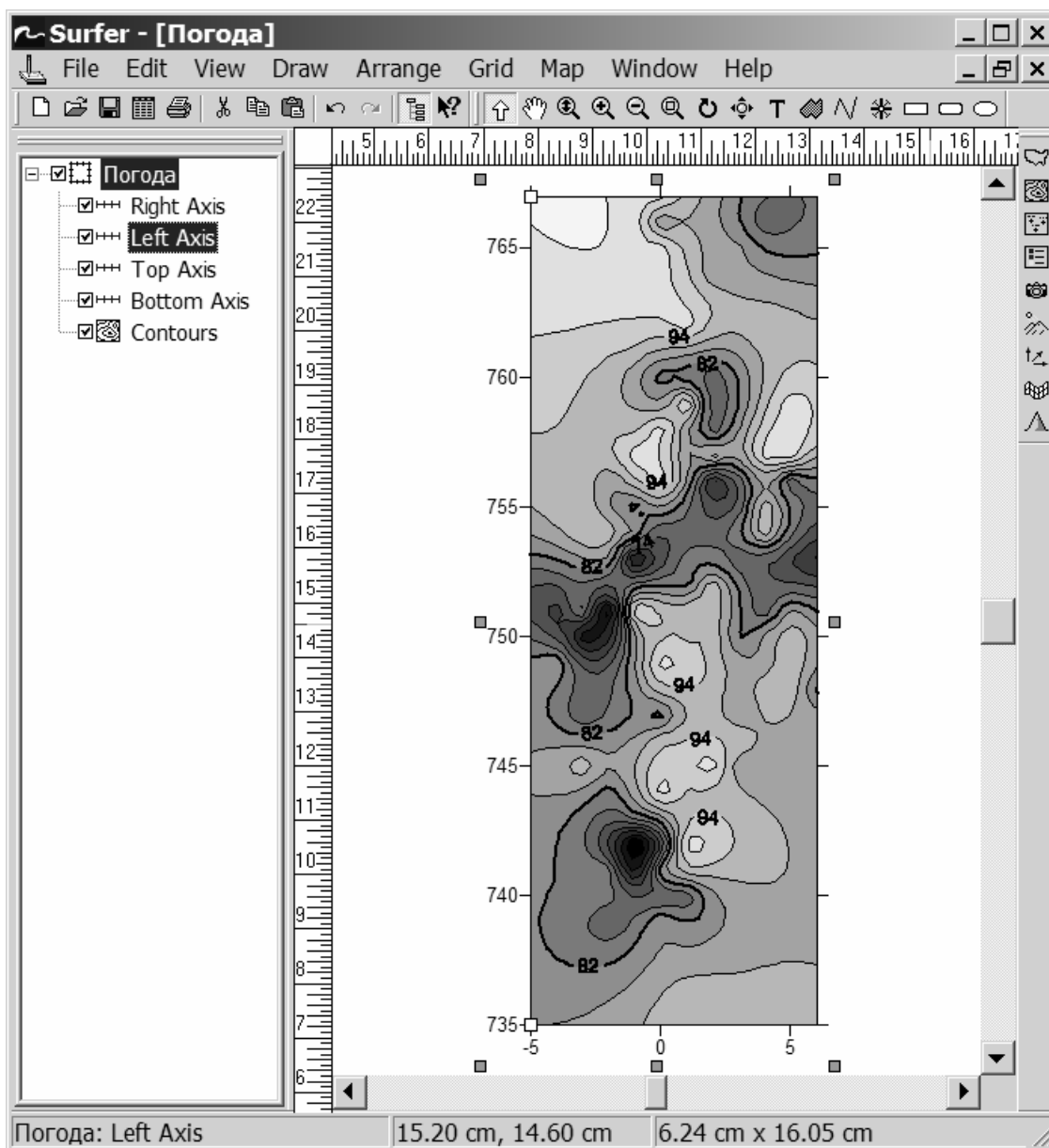


Рис. II.16. Контурная карта «Погода». Выделена левая ось

II.1.G. Добавление, удаление и перемещение меток контуров

Метки контуров – это надписи на линиях контуров, обозначающие значение уровня. Обычно метки контуров содержат только числа. Положение каждой метки контура может быть изменено по отдельности.

Для добавления, удаления или перемещения меток контуров надо выполнить следующие действия.

1. Щёлкнуть правой кнопкой мыши по контурной карте и выбрать команду **Edit Contour Labels** (*Редактировать метки контуров*). Можно также выполнить команду **Map/Contour Map/Edit Labels**. Контурная карта при этом перейдёт в режим редактирования меток контуров, который распознаётся по возникновению прямоугольных рамок вокруг меток (рис. П.14) и изменению формы указателя мыши на треугольник.
2. Для удаления метки надо выделить её однократным щелчком мыши. При этом появятся четыре круглых маркера по углам рамки выделенной метки (рис. П.15). Затем нажать клавишу *Delete* на клавиатуре.
3. Для добавления метки нажать и удерживать клавишу *Ctrl* на клавиатуре и щёлкнуть мышью в той точке линии контура, где должна появиться новая метка.
4. Для перемещения метки надо её выделить, нажать и, удерживая левую кнопку мыши, переместить метку вдоль линии контура.
5. Для выхода из режима редактирования меток контуров нажать клавишу *Esc*.

Задание 11. Изменение меток контуров на контурной карте (Трудоёмкость 2)

На контурной карте «Погода» удалить все повторяющиеся метки, указанные в столбце «Удалить» (табл. П.3), кроме одной; переместить все метки уровней в соответствии со значением в столбце «Переместить» так, чтобы надписи были ориентированы прямо (горизонтально); добавить несколько меток на линиях уровня, указанного в столбце «Добавить».

Таблица П.3

Варианты для задания 11

Вариант	Удалить	Переместить	Добавить
1	74	94	62
2	94	74	66
3	74	94	70
4	94	74	78
5	74	94	82
6	94	74	86
7	74	94	90
8	94	74	98
9	74	94	62
10	94	74	66

П.1.Н. Изменение параметров осей

Каждая контурная карта создаётся с четырьмя осями: нижней, правой, верхней и левой. Есть возможность управления параметрами любой из осей независимо от других. Например, на контурной карте «Погода» (рис. П.2) левая ось имеет главные деления через 5 мм ртутного столба, которые подписаны метками, не содержащими дробной части. Изменим эти параметры и добавим подпись оси.

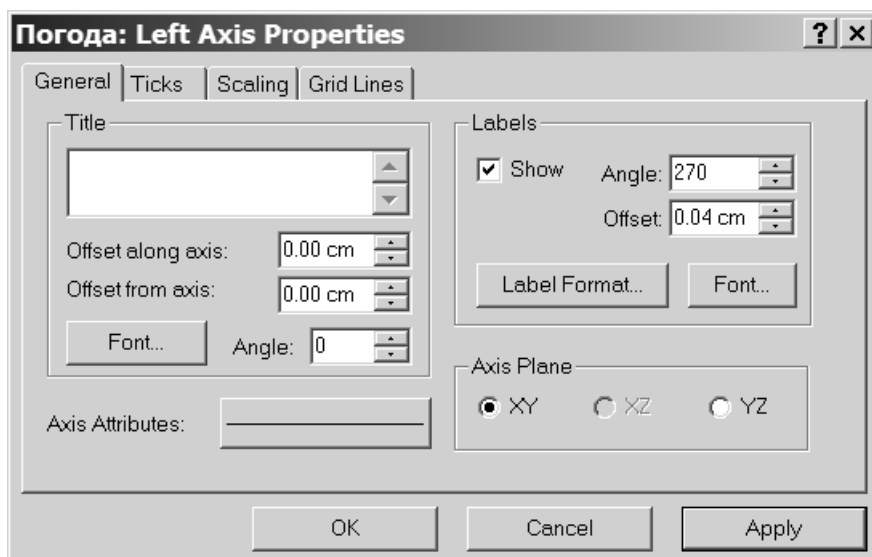


Рис. II.17. Диалоговое окно *Погода: Left Axis Properties* (*Погода: Параметры левой оси*). Вкладка *General*

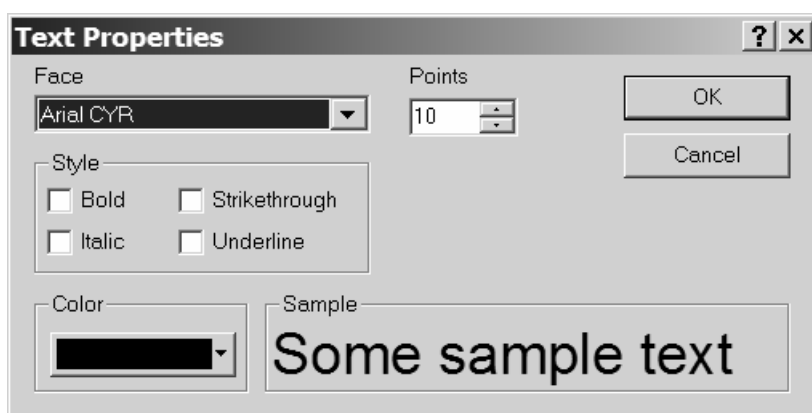


Рис. II.18. Диалоговое окно *Text Properties* (*Текстовые параметры*)

Для модификации оси потребуется:

1. Поместить указатель мыши над одной из меток или делений левой оси и щёлкнуть один раз левой кнопкой. В строке состояния внизу окна плот-документа появится надпись *Погода: Left Axis* (*Погода: Левая ось*). Это подтверждает, что выделена действительно левая ось контурной карты. Кроме того, должны появиться прозрачные маркеры у каждого конца оси и ярко-зелёные маркеры вокруг всей карты. Также в менеджере объектов (рис. II.16) среди компонентов карты «Погода» будет выделена строка *Left Axis*.
2. Дважды щёлкнуть мышкой. Появится диалоговое окно *Погода: Left Axis Properties* (*Погода: Параметры левой оси*) (рис. II.29). Это окно предназначено для изменения параметров отображения выделенной оси.
3. В окне редактирования группы *Title* (Название) вкладки *General* (*Основные*) написать «мм рт. ст.». Это приведёт к появлению названия рядом с левой осью.
4. Щёлкнуть по кнопке **Font...** группы *Title*. Появится диалоговое окно *Text Properties* (*Текстовые параметры*) (рис. II.18). В списке *Face* (*Шрифт*) выбрать шрифт *Arial CYR*. Щёлкнуть по кнопке **OK**.
5. Перейти на вкладку *Scaling* (*Масштабирование*) (рис. II.19). В строке редактирования *Major Interval* (*Основной Интервал*) ввести значение 2,5. Это приведёт к двукратному уменьшению промежутков между основными делениями на оси.

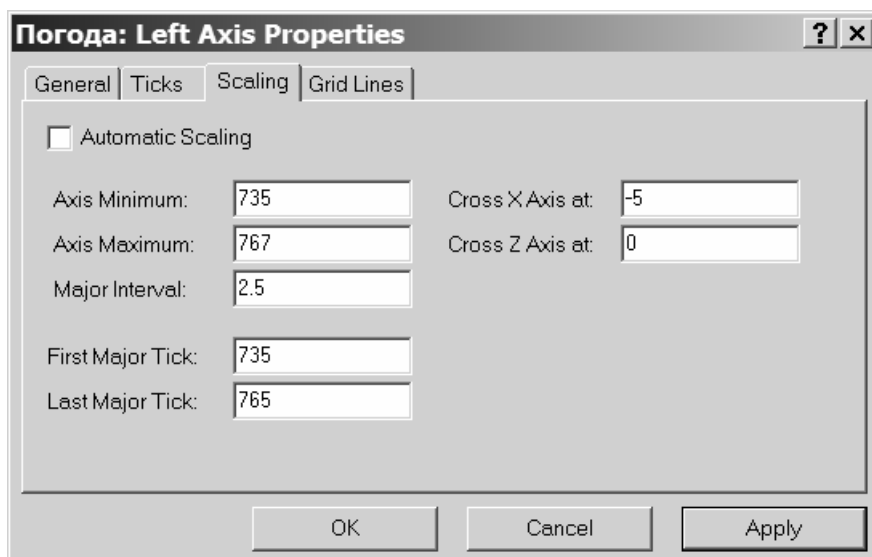


Рис. II.19. Диалоговое окно Погода: Left Axis Properties. Вкладка Scaling (Масштабирование)

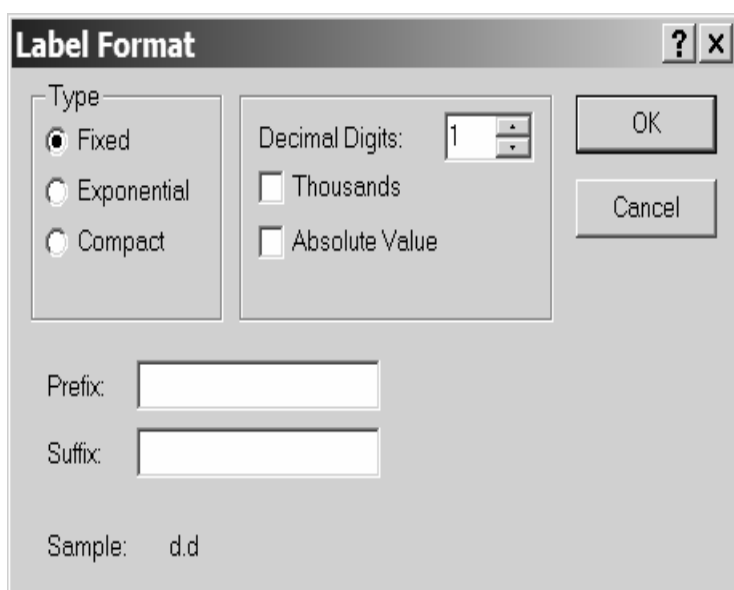


Рис. II.10. Диалоговое окно Label Format (Формат подписей)

6. Перейти на вкладку *General* и щёлкнуть по кнопке Label Format... в группе *Labels* (Подписи). Появится диалоговое окно *Label Format* (Формат Подписей) (рис. II.20). В радиогруппе *Type* (Тип) выбрать форму представления чисел *Fixed* (Фиксированный). Это позволит обеспечить одинаковое количество знаков после десятичного разделителя во всех подписях. В поле редактирования *Decimal Digits* (Количество знаков дробной части) установить значение «1». Это означает, что в подписях делений оси после десятичного разделителя будет стоять только одна цифра.
7. Щёлкнуть по кнопке OK. Диалоговое окно *Label Format* закроется.
8. Щёлкнуть по кнопке OK. Диалоговое окно *Погода: Left Axis Properties* закроется.

Задание 12. Изменение осей карты

(Трудоёмкость 3)

Изменить параметры левой оси: название «мм рт. ст.»; интервал между подписями делений – 2,5; форма представления подписей делений – с одним знаком в дробной части; толщина линии оси (кнопка Axis Attributes) – 0,1 см; прорисовать основные линии сетки (вкладка Grid Lines, группа Major Grid Lines, переключатель Show). Остальные параметры взять из табл. II.4. Аналогично изменить и нижнюю ось (название «°С»).

Таблица II.4


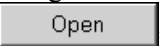
Варианты для задания 12

Вариант	Формат названия			Формат подписей		
	Шрифт	Размер	Цвет	Шрифт	Размер	Цвет
1	<i>Arial CYR</i>	12	Black	Courier New CYR	8	Purple
2	Courier New CYR	14	50 % Black	Times New Roman CYR	10	Magenta
3	Times New Roman CYR	16	White	<i>Arial CYR</i>	12	Red
4	<i>Arial CYR</i>	18	Blue	Courier New CYR	14	Yellow
5	Courier New CYR	20	Cyan	Times New Roman CYR	12	Green
6	Times New Roman CYR	18	Green	<i>Arial CYR</i>	10	Cyan
7	<i>Arial CYR</i>	16	Yellow	Courier New CYR	8	Blue
8	Courier New CYR	14	Red	Times New Roman CYR	10	White
9	Times New Roman CYR	12	Magenta	<i>Arial CYR</i>	12	50% Black
10	<i>Arial CYR</i>	10	Purple	Courier New CYR	10	Black

II.2. Каркасная карта

Каркасная карта – это трёхмерное представление сеточного файла. Каркасная карта – это блок-диаграмма, создаваемая путём рисования линий, соответствующих столбцам и строкам сетки. В каждой точке пересечения столбца и строки (т. е. в каждом узле сетки) высота поверхности пропорциональна значению Z в этой точке. Количество линий X и Y , рисующих каркасную карту, определяется числом столбцов и строк сетки.

Создание каркасной карты:

1. Выполнить команду **Map/Wireframe Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (Открыть сеточный файл, рис. II.1). Выбрать сеточный файл «Погода.grd».
2. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа возникнет вновь созданная каркасная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.21).

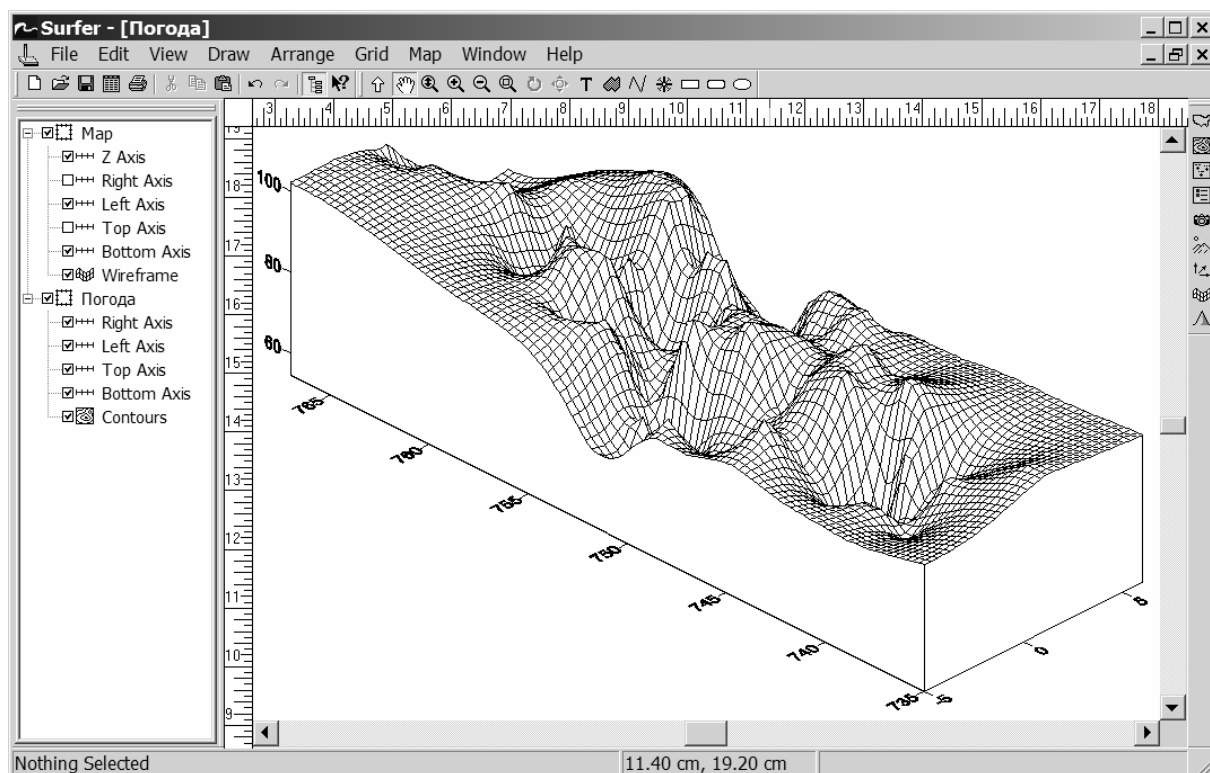


Рис. II.21. Каркасная карта «Погода». Все параметры заданы по умолчанию

Задание 13. Создание и редактирование каркасной карты (Трудоёмкость 3)

1) Открыть файл плот-документа «Погода». Переместить контурную карту за пределы печатной страницы. Создать каркасную карту.

2) Изменить параметры осей (название, интервал между подписями делений, форма представления подписей делений, толщина линии оси) аналогично контурной карте. Для вертикальной оси: название – «Влажность, %»; интервал между подписями делений – 10.

3) Включить прорисовку линий постоянного значения Z (вкладка General, группа Plot Lines of Constant).

4) Включить показ вертикальных линий (вкладка General, группа Base, переключатель Show Vertical Lines); цвет линий взять из табл. II.5. Значение Z, по которому проведена нижняя плоскость (группа Base, параметр Elevation), сделать равным 60.

5) Самостоятельно освоить создание цветовых зон (вкладка Color Zones). Включить цветовые зоны для линий постоянного значения X, Y и Z (переключатели Apply zones to lines of constant). Цветовой спектр для цветовых зон сделать в соответствии с цветами № 1 и 2 из палитры заливки контурной карты (табл. II.2, с. 27). Толщину для минимального уровня оставить равной 0,000 см; толщину максимального уровня (вкладка Color Zones, кнопка , диалоговое окно Line Spectrum, кнопка Maximum

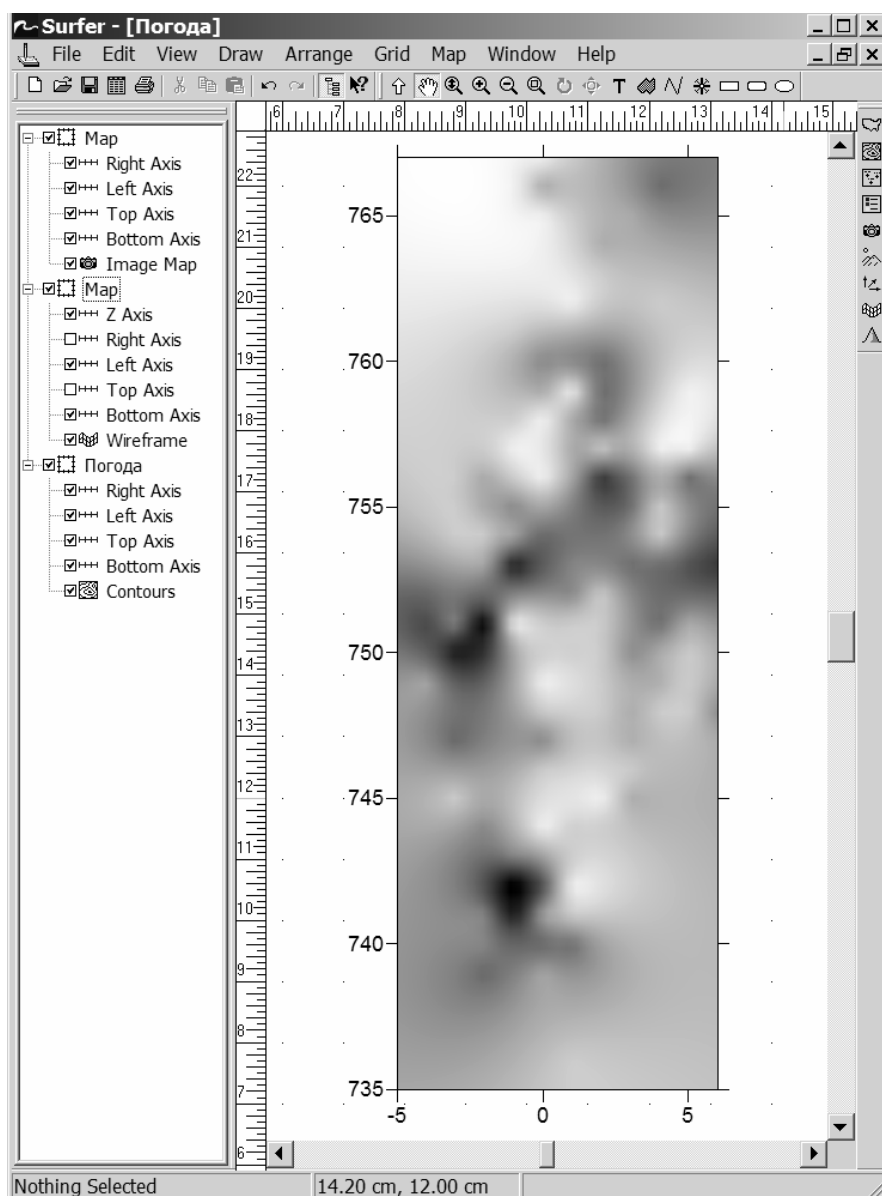


Рис. II.22. Образная карта «Погода»

Line Properties) сделать как у линии контура на контурной карте табл. II.1, с. 26.

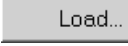
6) Изменить ориентацию каркасной карты (вкладка *View*): установить перспективную проекцию (радиогруппа *Projection*); параметры *Field of View* (Поле зрения), *Rotation* (Поворот) и *Tilt* (Наклон) взять из табл. II.5.

7) Установить масштаб карты (вкладка *Scale*): по оси *X* ($1,0 \text{ cm} = \boxed{N}$ Map units) – как указано в столбце «масштаб» табл. II.5; по оси *Y* – в 2 раза больше; по оси *Z* – в 10 раз больше.



Варианты для задания 13

Вариант	Цвет вертикальных линий	Ориентация			Масштаб
		Поле зрения	Поворот	Наклон	
1	Red	10	200	25	0,5
2	Yellow	20	225	30	1
3	Green	30	250	35	2
4	Cyan	40	25	40	2,5
5	Blue	50	50	45	5
6	White	60	75	50	2,5
7	50 % Black	70	100	55	2
8	Black	80	125	60	1
9	Purple	90	150	65	0,5
10	Magenta	100	175	70	1

II. 3. Образная карта

Образная карта – это растровая карта, основанная на сеточном файле. Эта карта представляет значения Z с помощью специфических цветов. Бланкированные области (см. главу IV.7 «Бланкирование сетки», с. 59) показываются отдельным цветом. Для определения палитры используется диалоговое окно *Color Spectrum* (см. раздел II.1.F, с. 26). Палитра образной карты (также, как и контурной) может быть сохранена в *Color Spectrum files [.CLR]* (Файлы цветового спектра) (рис. II.12, кнопка ). В этом файле положение узловых точек сохраняется в виде процентного соотношения диапазона значений Z . Впоследствии файл цветового спектра может быть использован для любой другой карты.

Создание образной карты:

1. Выполнить команду **Map/Image Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (рис. II.1). Выбрать сеточный файл «Погода.grd».
2. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная образная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.22).

II. 4. Карта с теневым рельефом

Карта с теневым рельефом – это растровая карта, основанная на сеточном файле. Такая карта использует цвета для обозначения локальной ориентации поверхности относительно заданного направления источника света. Surfer определяет ориентацию каждой ячейки сетки и вычисляет её отражательную способность. Те части поверхности, которые повернуты в сторону от источника света, будут отражать меньше света в сторону на-

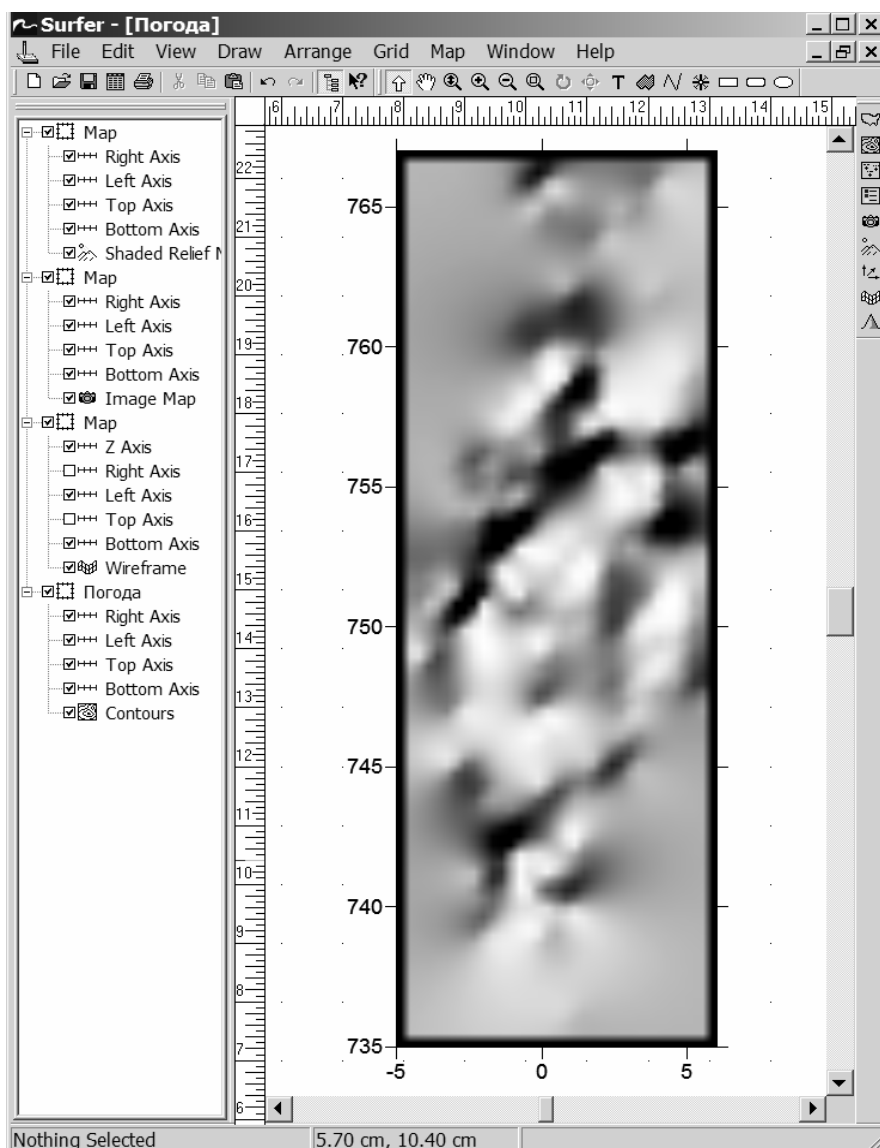



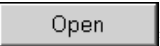
Рис. II.23. Карта с
теневым рельефом
«Погода»

блюдателя и будут выглядеть более тёмными. Источник света может рассматриваться как солнечный свет над топографической поверхностью.

Сетки с небольшими размерами плохо изображаются с помощью теневой карты, так как выглядят размытыми.

Для карты с теневым рельефом можно использовать различные цветовые схемы (как, например, для образной карты).

Создание карты с теневым рельефом:

1. Выполнить команду **Map/Shaded Relief Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (рис. II.1.). Выбрать сеточный файл «Погода.grd».
2. Если щёлкнуть по кнопке  **Открыть**, то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная образная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.23).

II.5. Векторная карта

Векторная карта изображает направление и скорость уменьшения значения Z . С помощью стрелок на векторной карте показывается направление вниз. Причём длина стрелок соответствует величине (крутизне) наклона.

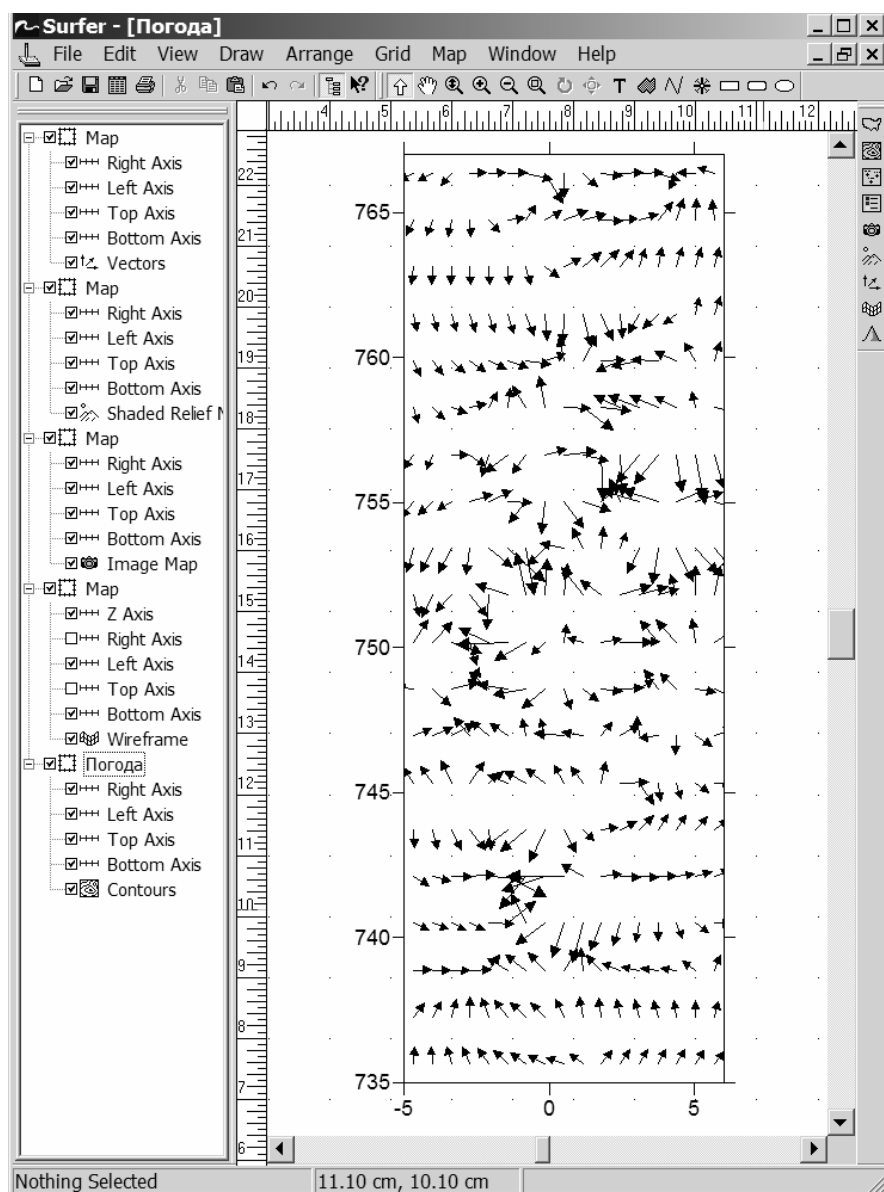

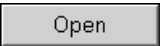


Рис. II.24. Векторная карта «Погода»

Создание 1-сеточной векторной карты:

1. Выполнить команду **Map/Vector Map/New 1-Grid Vector Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (рис. II.1). Выбрать сеточный файл «Погода.grd».
2. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная образная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.24).

II.6. Трёхмерная поверхность

Трёхмерная поверхность – это объемное теневое представление сеточного файла. Высота поверхности определяется значением Z соответствующего узла сетки. В виде трёхмерной поверхности хорошо смотрятся только довольно плотные сетки.

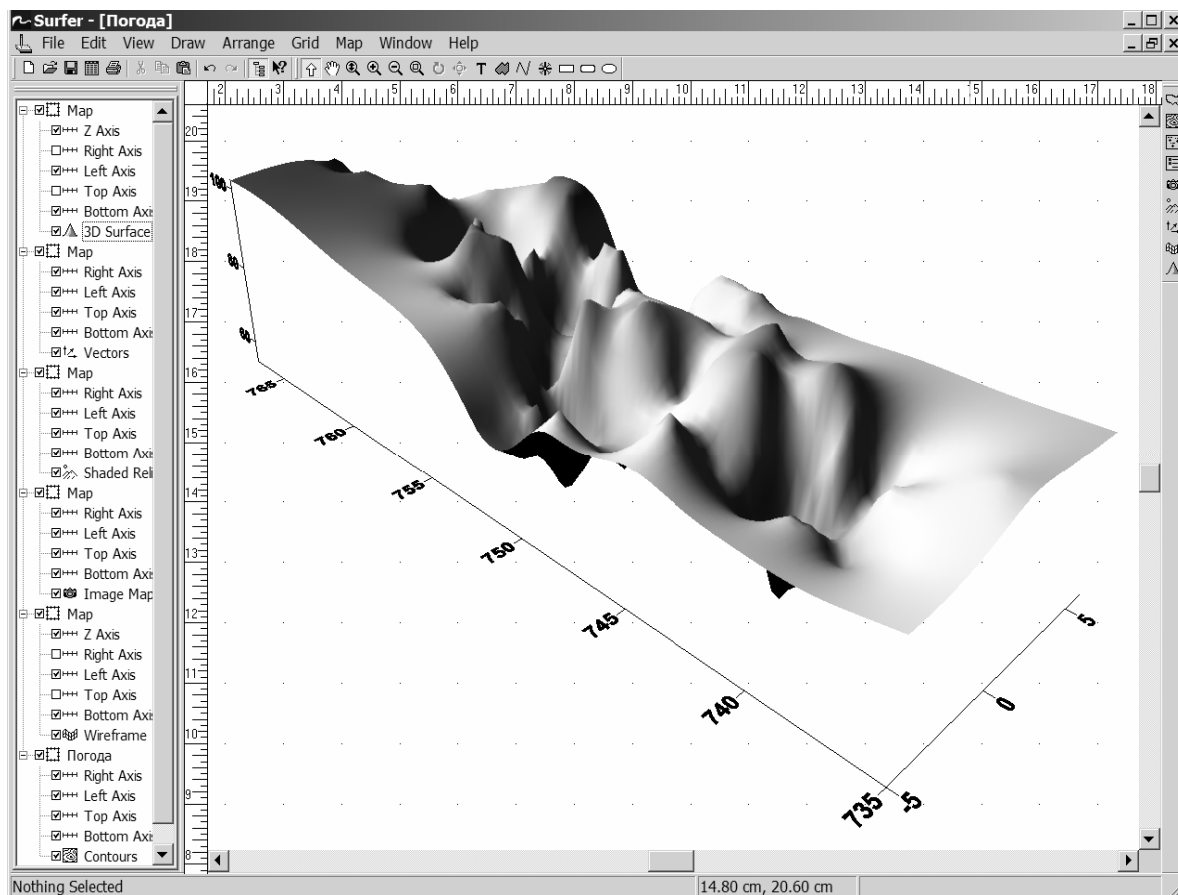

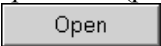


Рис. II.25. Трёхмерная поверхность «Погода»

Создание трёхмерной поверхности:

1. Выполнить команду **Map/Surface** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open Grid* (рис. II.1). Выбрать сеточный файл «Погода.grd».
2. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная образная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.27).

Задание 14. Создание и редактирование других видов сеточных карт (Трудоёмкость 3)

Самостоятельно освоить создание образной карты (*Image Map*), карты с теневым рельефом (*Shaded Relief Map*), односеточной векторной карты (*1-Grid Vector Map*) и трёхмерной поверхности (*3D Surface*). Параметры

оформления – как у контурной карты; параметры ориентации (для трёхмерной поверхности) – как у каркасной.

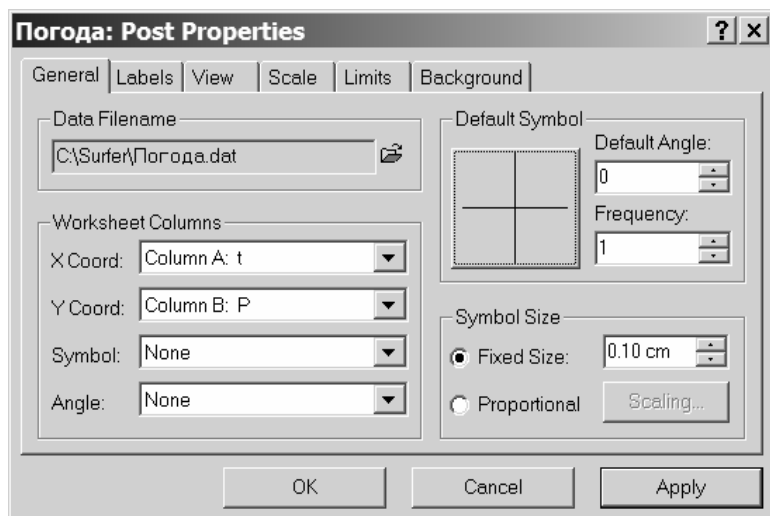


Рис. II.26. Диалоговое окно Погода: Post Properties (Параметры точек). Вкладка General

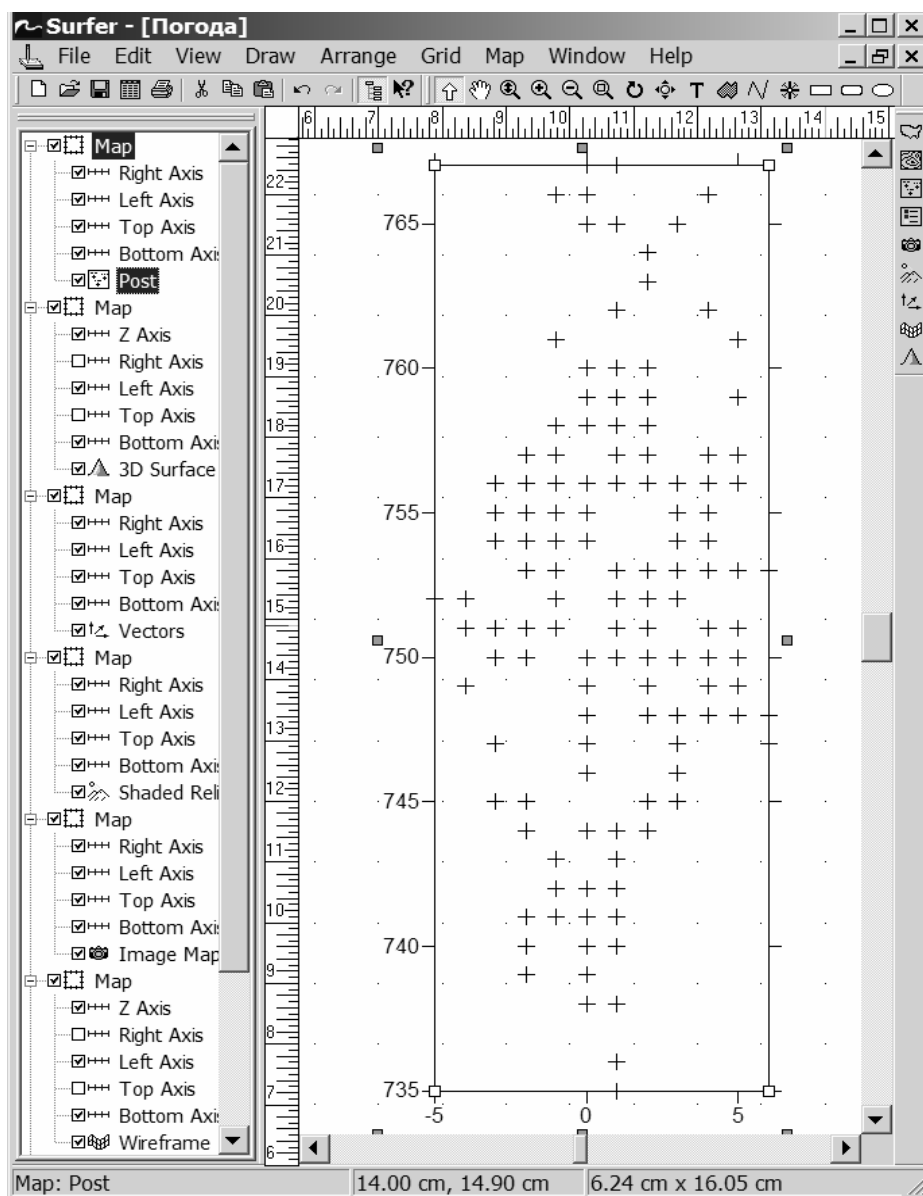

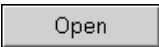



Рис. II.27. Точечная карта «Погода»

II.7. Точечная карта и оверлеи

Точечная карта создаётся путём нанесения точек на карту и подписывания точек. Показ точек данных на карте может быть полезным для определения областей распределения этих точек. Кроме того, можно помещать числовую или текстовую информацию в определённое место карты. Для построения точечной карты используются файлы данных, содержащие координаты X и Y точек. В этих файлах также могут содержаться метки (текстовые подписи), соответствующие каждой точке.

II.7. А. Создание точечной карты

1. Открыть плот-документ «Погода.srf».
2. Выполнить команду **Map/Post Map/New Post Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open* (рис. I.10). Выбрать файл XYZ-данных «Погода.dat».
3. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная точечная карта с установленными по умолчанию параметрами оформления (рис. II.27).
4. Дважды щёлкнуть по созданной карте. Появится диалоговое окно *Map: Post Properties* (*Карта: Параметры точек*) (рис. II.26).
5. Щёлкнуть по кнопке символа (Вкладка *General*, группа *Default Symbol*). Выбрать символ в виде заполненного круга. Этот символ будет использоваться на карте для обозначения точек данных.
6. Установить размер символа 0,1 см (радиогруппа *Symbol Size*, вариант *Fixed Size*).
7. Щёлкнуть по кнопке . Диалоговое окно *Map: Post Properties* закроется и к точечной карте будут применены заданные параметры

II.7.В. Создание оверлея

Оверлей – это такое объединение двух или более карт, при котором они теряют индивидуальные оси и масштаб. Все карты внутри оверлея имеют один на всех набор осей и одинаковый масштаб. Таким образом повышается информативность и наглядность создаваемых карт. Например, можно нанести контуры на трёхмерную поверхность, точки исходных данных на контурную карту или векторы на каркасную карту.

Для создания оверлея из контурной и точечной карт требуется:

1. Выделить контурную карту с помощью однократного щелчка мышью по ней или по её названию в менеджере объектов. Нажать и удерживать клавишу *Shift*. Щёлкнуть по точечной карте.
2. Выполнить команду **Map/Overlay Maps**. Появится совмещение контурной и точечной карт (рис. II.28).

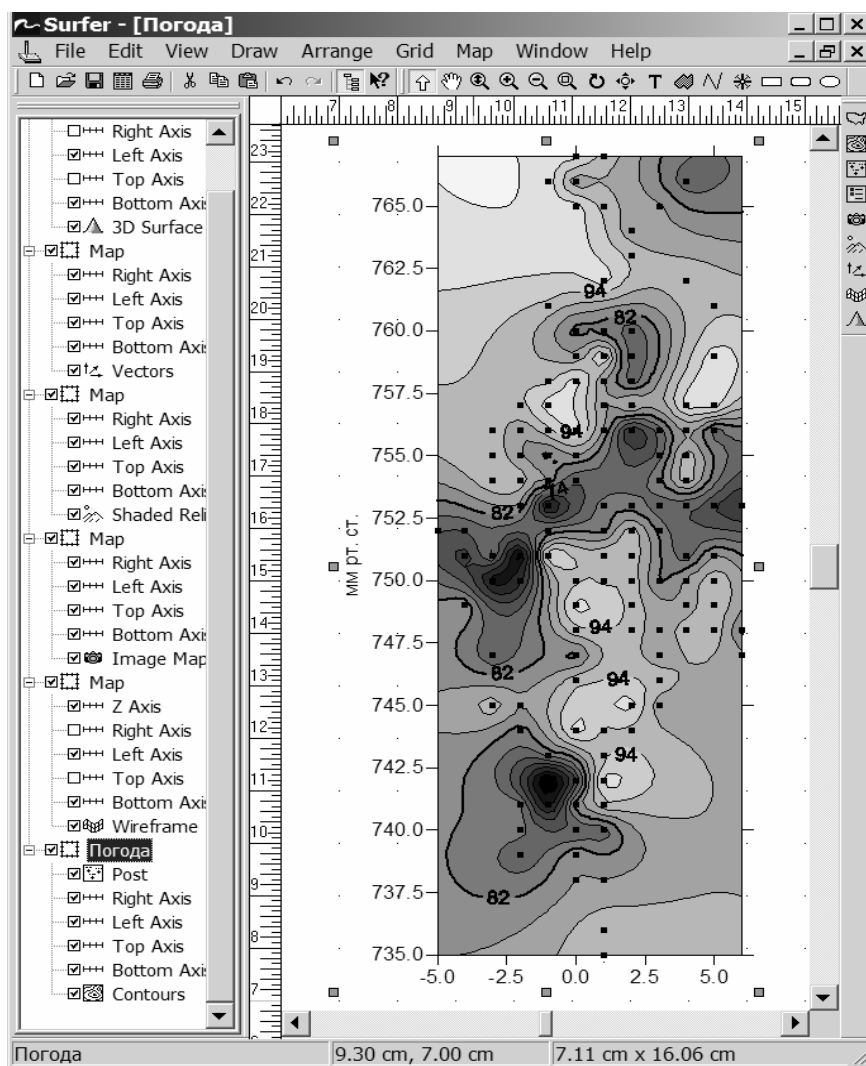


Рис. II.28. Оверлей из контурной и точечной карт

Задание 15. Точечная карта и оверлей

(Трудоёмкость 2)

- 1) Построить точечную карту с параметрами из табл. II.6.
- 2) Создать оверлей контурной и точечной карт.
- 3) Проанализировать особенности распределения точек данных по занимаемой ими области. Выявить необеспеченные данными участки.

Таблица II.6

Варианты для задания 15

Вариант	Символ	Цвет	Размер, см
1	✂	50% Black	0,05
2	📖	Black	0,1
3	✉	Purple	0,15
4	📧	Magenta	0,2
5	📧	Red	0,25
6	☹	Yellow	0,3
7	✌	Green	0,35
8	👉	Cyan	0,4
9	👉	Blue	0,45
10	📄	White	0,5

II.7.C. Добавление меток на точечной карте в оверлее

После создания оверлея карт остаётся возможность редактировать каждую карту по отдельности. Для этого надо использовать менеджер объектов:

1. Дважды щёлкнуть по строке *Post* в менеджере объектов.
2. Появится диалоговое окно *Map: Post Properties*.

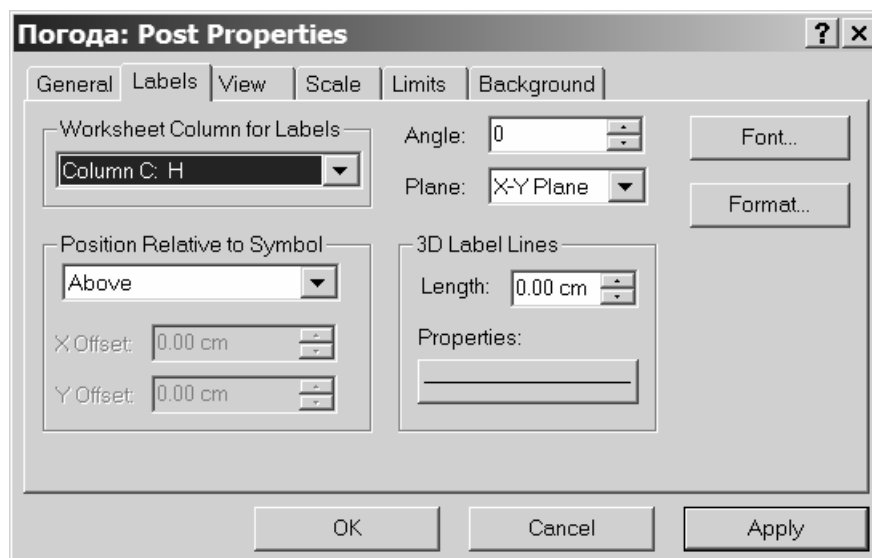
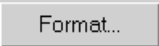




Рис. II.29. Диалоговое окно *Погода: Post Properties* (Параметры точек). Вкладка *Labels*

3. Перейти на вкладку *Labels* (рис. II.29). В группе *Worksheet Column for Labels* (Столбец рабочего листа с метками) щёлкнуть по списку. Появится перечень столбцов файла «Погода.dat».
4. Выбрать «*Column C: H*»
5. Щёлкнуть по кнопке  и появится диалоговое окно *Label Format* (рис. II.20). Установить тип *Fixed*, количество знаков после запятой – 0.
6. Щёлкнуть по кнопке . Диалоговое окно *Label Format* закроется.
7. Щёлкнуть по кнопке . Диалоговое окно *Map: Post Properties* закроется.

Задание 16. Редактирование отдельных карт внутри оверлея (Трудоёмкость 1)

Добавить метки на точечной карте. Цвет меток сделать соответствующим цвету точек.


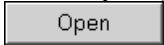
III. ОЦИФРОВКА РАСТРОВЫХ КАРТ

В Surfer предусмотрена возможность снимать значения X и Y координат в произвольных точках как построенных сеточных карт, так и импортированных извне растровых изображений. Этот процесс называется *оцифровка (Digitizing)*. Чаще всего её применяют для перевода в электронную форму старых отсканированных растровых карт. Импорт подобных карт для последующей оцифровки выполняется с помощью создания карты-основы.

III.1. Создание карты-основы

Карта-основа позволяет изобразить в окне плот-документа информацию, которая не может быть представлена в виде сеточной карты. Чаще всего карта-основа представляет собой растровый рисунок, импортированный из внешнего графического файла. В подобном случае координаты этой карты – номер пикселя, считая от левого нижнего угла изображения. Карта-основа может быть скомбинирована с любым другим видом карт.

Для создания карты-основы требуется:

1. Создать новый плот-документ. Сохранить его под именем «Чёрное море.srf».
2. Выполнить команду **Map/Base Map** или щёлкнуть по кнопке  на панели инструментов *Map*. Появится диалоговое окно *Open* (рис. I.10). Выбрать графический файл «BlackSea.jpg».
3. Если щёлкнуть по кнопке , то в середине страницы, изображённой в окне плот-документа, возникнет вновь созданная карта-основа, изображающая фрагмент карты гравитационного поля над Чёрным морем и прилегающими территориями (рис. III.1).

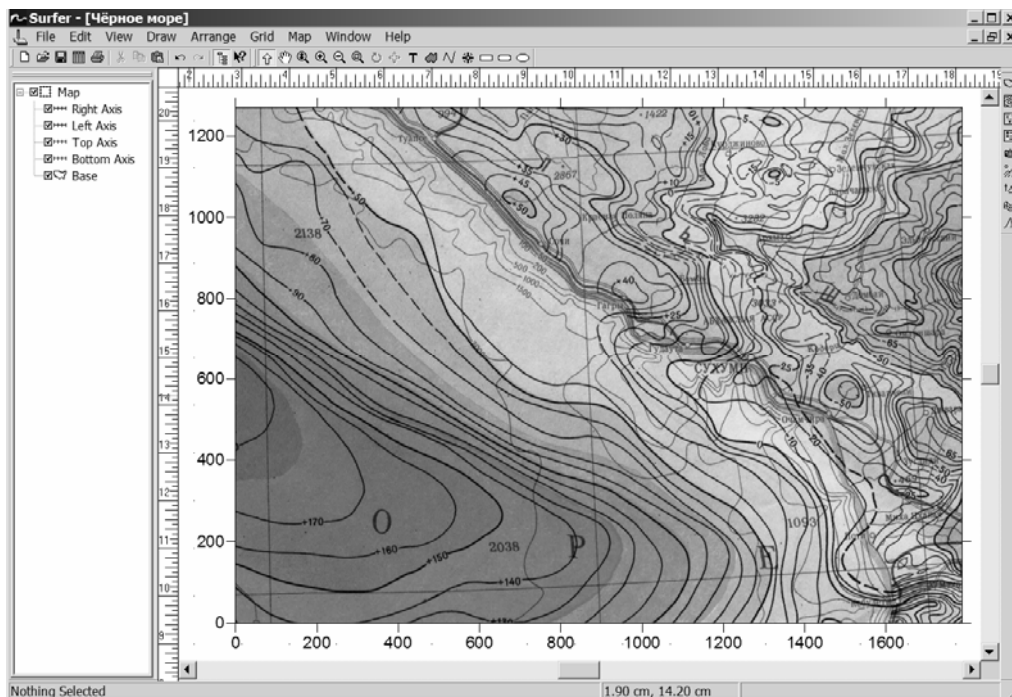


Рис. III.1.
Карта-основа:
гравитационное поле над Чёрным морем и прилегающими территориями

4. Дать название «Гравика» для карты-основы.



Рис. III.2. Окно дигитайзера после первого щелчка по оцифровываемой карте-основе

III. 2. Оцифровка карты-основы

Оцифровка карты-основы позволяет перевести её в электронную форму. Для этого потребуется:

1. Выделить карту «Гравика» с помощью однократного щелчка мышью.
2. Выполнить команду **Map/Digitize**. При этом указатель мыши поменяет вид на тонкий крестик. При перемещении указателя над картой в строке состояния будут показываться текущие координаты X и Y карты.
3. Щёлкнуть левой кнопкой мыши по карте. Появится окно дигитайзера (рис. III.2). В этом окне автоматически будет добавлена строка со значениями координат X и Y . Кроме того, на карте в месте, где был произведён щелчок, возникнет маленький (к сожалению, временный) крестик красного цвета.
4. Таким образом надо отследить всю оцифровываемую изолинию.
5. Сохранить результаты оцифровки каждой изолинии по отдельности. В окне дигитайзера выполнить команду **File/Save As**. Появится диалоговое окно *Save As (Сохранить как)* (рис. I.8). В выпадающем списке *Save as Type (Тип файла)* выбрать пункт *Data Files (*.DAT)*. Ввести имя файла в соответствии со значением (учитывая знак) оцифровываемой изолинии.
6. Заккрыть окно дигитайзера и приступить к оцифровке следующей изолинии.
7. Для окончания процесса оцифровки нажать клавишу *Esc*.

Задание 17. Оцифровка растрового изображения

(Трудоёмкость 10)

1) Создать новый плот-документ «Чёрное море». Создать карту-основу из графического файла «BlackSea.jpg». Произвести оцифровку всех изолиний поля силы тяжести.

2) После прохождения очередной изолинии производить построение точечной карты на основе только что созданного файла с результатами оцифровки. В менеджере объектов давать имя каждой точечной карте в соответствии со значением оцифровываемой изолинии. Точечные карты включать в оверлей с картой-основой.

3) Произвести сборку в режиме рабочего листа всех результатов оцифровки в едином файле с добавлением третьего столбца – значения поля силы тяжести для каждой изолинии. Сохранить в файле «Сборка.dat».

4) Создать сеточный файл «Сборка.grd» по данным файла «Сборка.dat».

5) Построить контурную карту на основе сеточного файла «Сборка.grd». Сделать цвет контуров всех изолиний белым.

6) Проверить соответствие оцифровываемого изображения и контурной карты. Исправить ошибки при их обнаружении и повторить пп. 4 и 5.

IV. ПОСТРОЕНИЕ СЕТКИ

IV.1. Обзор методов построения сетки

Построение сети – это создание регулярного массива значений Z -координат узловых точек по нерегулярному массиву (X, Y, Z) -координат исходных точек.

Термин «нерегулярный массив координат» означает, что X , Y -координаты точек данных распределены по области карты неравномерно. Для создания *карты изолиний (Contour)* или *графики поверхности (Surface)* требуется регулярный массив узловых точек. Процедура построения сети представляет собой интерполяцию или экстраполяцию значений исходных точек данных на равномерно распределенные узлы в исследуемой области.

Программа Surfer предоставляет пользователю несколько методов построения регулярных сетей. Каждый из этих методов использует свою процедуру интерполяции данных, поэтому сети, построенные по вашим данным с помощью различных методов, могут несколько отличаться друг от друга.

Метод Криге (Kriging) – это геостатистический метод построения сети, который оказался очень полезным и в других областях. Данный метод пытается выразить тренды, которые предполагаются в ваших данных. Например, точки высокого уровня предпочтительнее соединять вдоль гребня, а не изолировать с помощью замкнутых горизонталей типа «бычий глаз».

Метод **радиальных базисных функций (Radial Basis Functions)** многими авторами рассматривается как наилучший метод с точки зрения построения гладкой поверхности, проходящей через экспериментальные точки.

Триангуляция с линейной интерполяцией (Triangulation with Linear Interpolation) является точным интерполяционным методом. Суть этого метода заключается в следующем. Исходные точки данных соединяются таким образом, что результирующая поверхность покрывается «лоскутным одеялом» из граней треугольников. При этом ни одна из сторон треугольника не пересекается сторонами других треугольников. Каждый треугольник определяется тремя исходными экспериментальными точками. Значения функции в узлах регулярной сети, попадающих внутрь этого треугольника, принадлежат плоскости, проходящей через вершины треугольника.

Метод построения сеточной функции **Inverse Distance to a Power (Степень обратного расстояния)** основан на вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных Z -

значений в точках наблюдений при построении интерполяционной функции. Вес, присвоенный отдельной точке данных при вычислении узла сети, пропорционален заданной степени (*power*) обратного расстояния от точки наблюдения до узла сети. При вычислении интерполяционной функции в каком-то узле сети сумма всех назначенных весов равна единице, а весовой коэффициент каждой экспериментальной точки является долей этого общего единичного веса. Если точка наблюдения совпадает с узлом сети, то весовой коэффициент этой точки полагается равным единице, а всем другим наблюдаемым точкам присваиваются нулевые веса. Другими словами, в этом случае узлу сети присваивается значение соответствующего наблюдения, и, следовательно, данный метод работает как точный интерполятор.

Метод **Minimum Curvature (Минимальной кривизны)** широко используется в науках о земле. Поверхность, построенная с помощью этого метода, аналогична тонкой упругой пленке, проходящей через все экспериментальные точки данных с минимальным числом изгибов. Метод минимальной кривизны, однако, не является точным методом. Он генерирует наиболее гладкую поверхность, которая проходит настолько близко к экспериментальным точкам, насколько это возможно, но эти экспериментальные точки не обязательно принадлежат интерполяционной поверхности.

Метод **Polynomial Regression (Полиномиальной регрессии)** используется для выделения больших трендов и структур в ваших данных. Это метод, строго говоря, не является интерполяционным методом, поскольку сгенерированная поверхность не проходит через экспериментальные точки.

Модифицированный метод Шепарда (Modified Shepard's Method) подобен методу *обратных расстояний (Inverse Distance to a Power)*. Он также использует обратные расстояния при вычислении весовых коэффициентов, с помощью которых взвешиваются значения экспериментальных Z-значений в точках наблюдений. Отличие состоит в том, что при построении интерполяционной функции в локальных областях используется метод наименьших квадратов. Это уменьшает вероятность появления на сгенерированной поверхности структур типа «бычий глаз».

IV.2. Создание сеточного файла

Как правило, при создании сеточного файла можно принять значения параметров сети по умолчанию; это позволяет сгенерировать приемлемый сеточный файл, пригодный для построения карт изолиний и графиков поверхностей. Однако есть несколько параметров, изменение которых оказывает существенное влияние на сеточный файл. Эти параметры по смыслу можно разбить на две группы: параметры геометрии сети и параметры используемого сеточного метода.

Параметры геометрии сети (Grid Line Geometry) – это *пределы сети (Grid Limits)* и *плотность сети (Grid Density)*.

Пределы сети определяют минимальные и максимальные значения X и Y координат создаваемого сеточного файла. По умолчанию Surfer выбирает в качестве пределов сети минимальные и максимальные значения X и Y координат точек данных из XYZ файла. Пределы сеточного файла задают область определения для карт изолиний и графиков поверхностей, которые будут строиться на основе этого файла.

Плотность сети определяется количеством сеточных линий в направлении осей X и Y соответственно. Иными словами, плотности сети определяется числом строк и столбцов в сеточном файле. По умолчанию Surfer выбирает ту из осей координат (X или Y), которая длиннее, и строит 100 сеточных линий от этой оси. Сеточные линии от более короткой оси строятся с тем же шагом; их количество определяется длиной этой оси.

Плотность сети определяется количеством строк и столбцов в сеточном файле, то есть числом узлов сети. С ростом плотности сети увеличивается гладкость изолиний и графиков поверхностей. Однако увеличение числа сеточных узлов пропорционально увеличивает время построения сети, размер сеточного файла, а также время рисования карт и графиков.

Плотность сети определяет степень гладкости карт изолиний и графиков поверхностей. Изолинии, а также линии сетки, определяющей график поверхности, на самом деле являются ломаными линиями, состоящими из прямолинейных отрезков. Чем больше строк и столбцов в сеточном файле, тем короче эти отрезки и тем более гладкими выглядят изолинии и графики поверхностей.

Выбор плотности сети следует производить в соответствии с исходными данными или требуемым масштабом карты. Если известен масштаб, в котором надо изобразить карту, то шаг между линиями сетки надо задать равным тому количеству единиц карты, которые помещаются в 1 мм изображения. Например, при масштабе 1:50 000 это будет 50 м. Если требуемый масштаб заранее не известен, то шаг между линиями сетки можно задать равным половине среднего расстояния между точками данных. В любом случае следует учитывать возможности компьютера, так как создание очень плотной сетки может затянуться надолго.

Задание 18. Сравнение различных методов создания сетки

(Трудоёмкость 5)

1) Определить среднее расстояние между точками данных, полученных при оцифровке карты «Чёрное море».

2) Создать по этим данным сеточные файлы с помощью всех доступных методов интерполяции, кроме последних трёх (*Moving Average*, *Data Metrics*, *Local Polynomial*). У метода «Полиномиальная регрессия» использовать по очереди 3 метода определения поверхности (*Simple planar surface*, *Quadratic surface*, *Cubic surface*). Каждый раз сохранять сетку в от-

дельном сеточном файле с именем, соответствующим названию метода интерполяции (например, «Чёрное Море (IDP).grd», «Чёрное Море (Kriging).grd», «Чёрное Море (MinCurv).grd» и т. д.).

3) Обратить внимание на то, чтобы при построении сеточного файла пределы сетки не выходили за границы реальных значений. Например, при оцифровке растровой карты очень часто минимальные значения по X и Y могут быть меньше 0 (рис. IV.1). Для исправления ситуации ввести по 0. Проверить также и максимум.

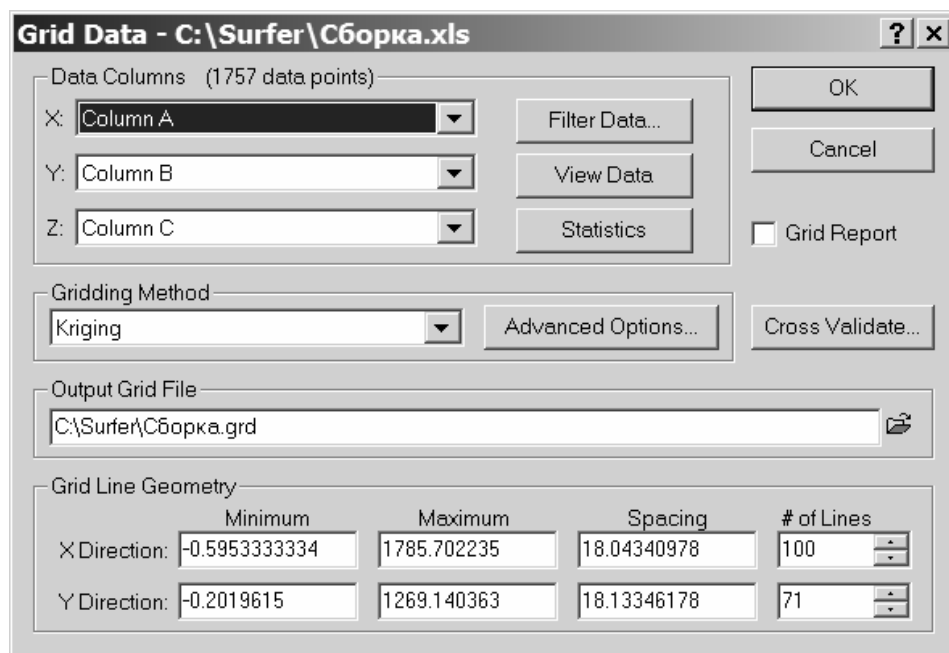


Рис. IV.1. Пример диалогового окна *Grid Data* при создании сеточного файла. Минимальные значения по X и Y меньше 0 – типичная ошибка при оцифровке растровой карты. Для построения корректной сетки ввести 0

4) Создать новый плот-документ.

5) Построить в одном окне контурные карты на основе всех сеточных файлов. Расположить карты в виде мозаики и снабдить их подписями названий методов интерполяции.

6) Провести анализ полученных карт и попарное сопоставление каждой карты с картой, построенной с помощью метода *Криге* (пусть, например, он называется «Чёрное Море (Криге).grd»). Указать сходства и отличия.

7) Сделать выводы об особенностях работы каждого метода интерполяции. Сравнить работу методов над океанической земной корой, в переходной зоне море-шельф и над материком. Определить, как методы выявляют локальные и глобальные тренды в данных. Изучить работы методов в областях с низкой, средней и высокой обеспеченностью исходными данными.

IV.3. Сглаживание сетки

Сглаживание сеточного файла используется для того, чтобы сгладить углы на линиях контуров и многогранные блоки на графиках поверхностей, а также подавить нежелательные «шумы» и «дребезг» исходного сеточного файла.

IV.3.A. Сплайновое сглаживание

Команда **Grid/Spline Smooth** использует сплайновую интерполяцию для вычисления новых узлов сетки. Интерполяция моделирует чертёжную технику (применявшуюся до середины XX века), в которой гибкая полоска (*сплайн*) использовалась для рисования гладкой кривой между заданными точками. Сплайн в действительности – не более чем изображение непрерывного набора кубических многочленов с одинаковыми наклонами на смежных концах.

Сплайновое сглаживание не может экстраполировать за пределы исходной сетки. Сглаженная сетка всегда будет иметь те же пределы, что и сглаживаемая. Сплайновое сглаживание может привести как к уменьшению минимального значения Z исходной сетки, так и к увеличению максимального.

Имеется два способа для проведения сплайнового сглаживания: с помощью *сгущения сетки* и путём *перевычисления сетки*.

В первом способе новые узлы вставляются между существующими узлами исходной сетки. Оригинальные значения узлов исходной сетки сохраняются, а новые узлы вычисляются так, чтобы получить гладкую поверхность.

Если сетка перевычисляется, то значения всех узлов сетки рассчитываются заново. В этом случае можно как увеличить, так и уменьшить количество строк и столбцов сглаженной сетки относительно сглаживаемой.

Сплайновое сглаживание может быть использовано для уменьшения плотности сетки. Это используется в том случае, если первоначально была создана слишком густая сетка и построение карты по ней занимает слишком много времени.

Другим применением сплайнового сглаживания является заполнение редкой сетки. Например, при построении карт по сети размером 10×10 узлов контуры будут представлены как ломаные линии, то есть линии, состоящие из смежных прямолинейных отрезков. При увеличении плотности сети с помощью команды **Grid/Spline Smooth** до размера 50×50 узлов представление изолиний и графиков поверхностей будет гораздо более гладким, чем при сети 10×10 .

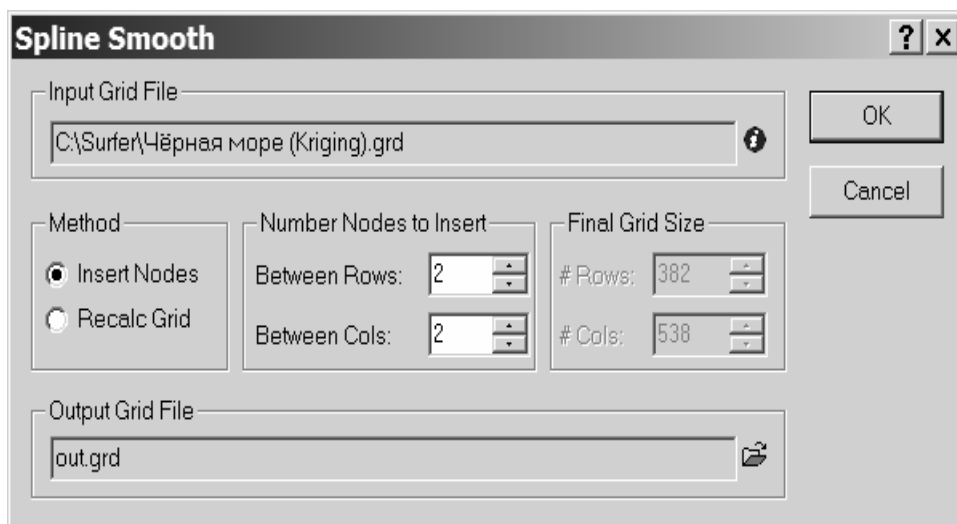







Рис. IV.2. Диалоговое окно *Spline Smooth* (Сплайновое сглаживание)

Для сгущения сетки необходимо выполнить следующие действия:

1. Перейти в режим плот-документа (открыть или создать плот-документ).
2. Выполнить команду **Grid/Spline Smooth**. Появится диалоговое окно *Open Grid* (Открыть сеточный файл, рис. II.1). Выбрать файл сглаживаемой сетки. Появится диалоговое окно *Spline Smooth* (Сплайновое сглаживание) (рис. IV.2).
3. В группе *Method* (Метод) выбрать пункт *Insert Nodes* (Вставить узлы). При этом активной станет группа *Number Nodes to Insert* (Количество узлов для вставки).
4. Параметр *Between Rows* (Количество вставляемых строк) определяет количество строк (узлов с постоянным значением *Y*) для вставки между существующими строками сеточного файла. Ввести 4.
5. Параметр *Between Cols* (Количество вставляемых столбцов) определяет количество столбцов (узлов с постоянным значением *X*) для вставки между существующими столбцами сеточного файла. Ввести 4.
6. Изменить имя выходного сеточного файла. В группе *Output Grid File* щёлкнуть по кнопке . Появится диалоговое окно *Save Grid As* (Сохранить сетку как), аналогичное тому, что обычно появляется при первом сохранении файла (рис. I.8). Задать новое имя, например «Сплайн1.grd», и щёлкнуть по кнопке .
7. В диалоговом окне *Spline Smooth* щёлкнуть по кнопке .

Для перевычисления сетки необходимо выполнить:

1. }
2. } Повторить соответствующие действия для сгущения сетки.
3. В группе *Method* (Метод) выбрать пункт *Recalc Grid* (Перевычислить сетку). При этом активной станет группа *Final Grid Size* (Конечный размер сетки).
4. Параметр *# Rows* (Число строк) определяет количество строк в сглаженном сеточном файле. Ввести вдвое меньшее округлённое значение, например 100.
5. Параметр *# Cols* (Число столбцов) определяет количество столбцов в сглаженном сеточном файле. Ввести вдвое меньшее округлённое значение, например 50.
6. Изменить имя выходного сеточного файла. Задать новое имя, например «Сплайн2.grd», щёлкнуть по кнопке .
7. В диалоговом окне *Spline Smooth* щёлкнуть по кнопке .

Задание 19. Сглаживание сетки с помощью сплайна

(Трудоёмкость 2)

- 1) Создать новый плот-документ.
- 2) Создать два новых сеточных файла с помощью обоих методов сплайнового сглаживания на основе сеточного файла «Чёрное Море (Kriging).grd».
- 3) Построить три контурные карты по исходной и сглаженным сеткам.
- 4) Произвести анализ полученных изображений друг с другом на предмет сходства и различий.

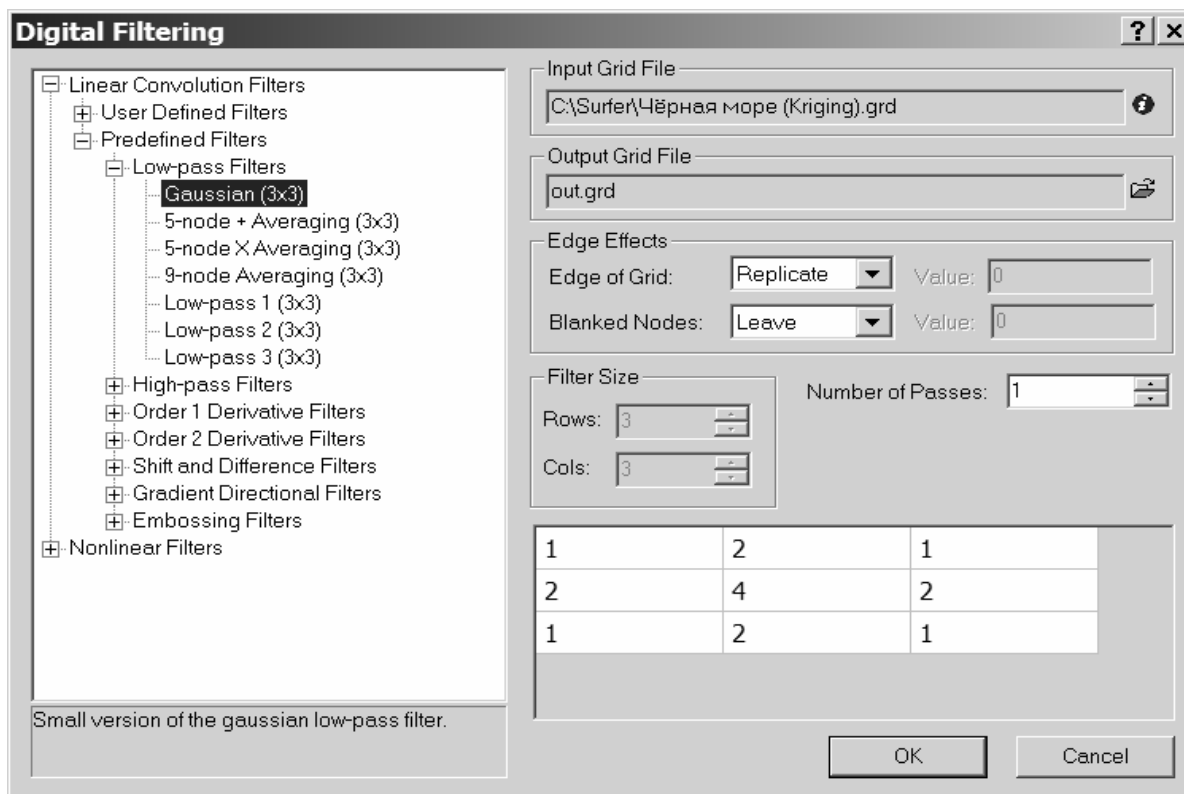


Рис. IV.3. Диалоговое окно Digital Filtering (Цифровая фильтрация)

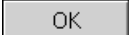
IV.3.B. Низкочастотная пространственная фильтрация

Команда **Grid/Filter** позволяет применить к сетке методы цифрового анализа её образа. Эти методы включают широкий спектр сглаживающих (низкочастотных) фильтров; фильтров, увеличивающих контрастность; фильтров, выделяющих и усиливающих края; фильтров, вычитающих региональный фон (высокочастотных).

Для целей сглаживания сетки можно использовать низкочастотные фильтры. Для этого потребуется:

1. Выполнить команду **Grid/Filter**. Появится диалоговое окно *Open Grid (Открыть сеточный файл, рис. II.1)*. Выбрать сеточный файл. Появится диалоговое окно *Digital Filtering (Цифровая фильтрация)* (рис. IV.3).
2. В структуре иерархии видов фильтров выбрать пункт **Linear Convolution Filters/Predefined**

Filters/Low-pass Filters/Gaussian (3 × 3) (Фильтры линейной свёртки/Предопределённые фильтры/Низкочастотные фильтры/Гауссовый (3×3)).

3. В диалоговом окне *Digital Filtering* щёлкнуть по кнопке .

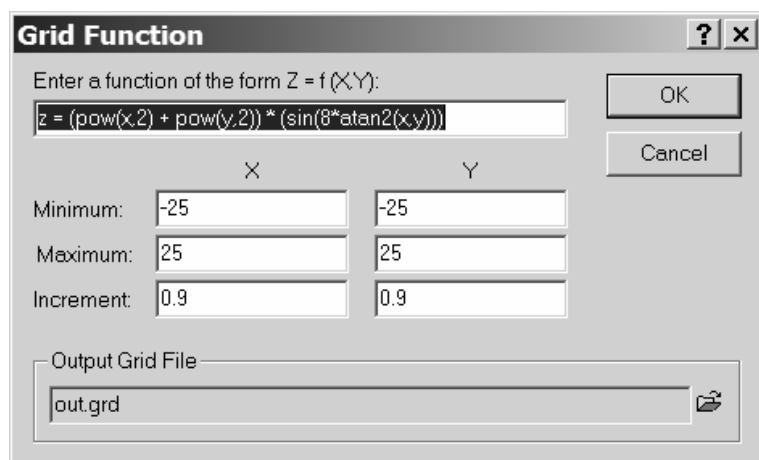


Рис. IV.4. Диалоговое окно *Grid Function* (Сеточная функция)

Задание 20. Сглаживание сетки с помощью фильтрации

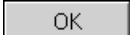
(Трудоёмкость 1)

- 1) Провести фильтрацию сеточного файла «Чёрное Море (Kriging).grd». Дать имя выходному сеточному файлу «Чёрное Море (ФНЧ).grd».
- 2) Построить контурную карту по этому сеточному файлу.
- 3) Выполнить сравнение результатов осреднения с помощью двух методов сплайнового сглаживания и фильтрации.

IV.4. Построение сетки по функции

Команда **Grid/Function** (Функция) позволяет сгенерировать сеточный файл для любой функции двух переменных вида $z = f(y, x)$. В правую часть уравнения могут входить арифметические операции (см. прил. VI.1.A. «Арифметические операции», с. 63) и математические функции, встроенные в Surfer (см. прил. V.2. «Стандартные функции», с. 62). На основе созданного сеточного файла можно затем строить карты изолиний или графики поверхностей.

Для создания сеточного файла по функции потребуется:

1. Выполнить команду **Grid/Function**. Появится диалоговое окно *Grid Function* (Сеточная функция) (рис. IV.4).
2. Ввести нужную функцию.
3. Ввести минимальные (*Minimum*) и максимальные (*Maximum*) значения переменных *X* и *Y*, а также значения шагов (*Increment*) по осям координат.
4. Задать имя выходного файла. Щёлкнуть по кнопке . Сеточный файл будет создан.

Задание 21. Создание сеточного файла с помощью функции

(Трудоёмкость 2)

1) Создать сеточные файлы с помощью функций в соответствии с табл. IV.1. Задать для X и Y минимальное значение -100 , максимальное $+100$, шаг -1 .

2) Построить по созданным сеточным файлам образные карты.

Таблица IV.1

Варианты для задания 21

Вариант	Выражение	
	1	2
1	$\cos(x^2 + y^2)$	$\sin(x)\sin(y)$
2	$(x^2 + y^2)\cos(x)\cos(y)$	$\cos(x)\cos(y)$
3	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2})$	$\sin\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
4	$\cos(\sqrt{x^2 + y^2})\cos\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin\left(8\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
5	$(x^3 + y^3)\cos\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
6	$\sin(\sqrt{2x^2 + y^2})$	$\sin(x^2 + y^2)$
7	$\cos\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$(x^2 + y^2)\sin(x)\sin(y)$
8	$\cos\left(8\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2})$
9	$\cos\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$	$\sin(\sqrt{x^2 + y^2})\sin\left(16\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$
10	$\cos(x^2 + y^2)$	$(x^3 + y^3)\sin\left(4\arctan\left(\frac{y}{x}\right)\right)$

IV.5. Математические преобразования

Команда **Grid/Math** позволяет сгенерировать сеточный файл, значения которого вычисляются по значениям Z -координат узлов двух других сеточных файлов с помощью математических операций и функций. Файлы, участвующие в операциях, должны иметь одинаковое число узлов и одинаковые X -, Y -координаты соответствующих узлов.

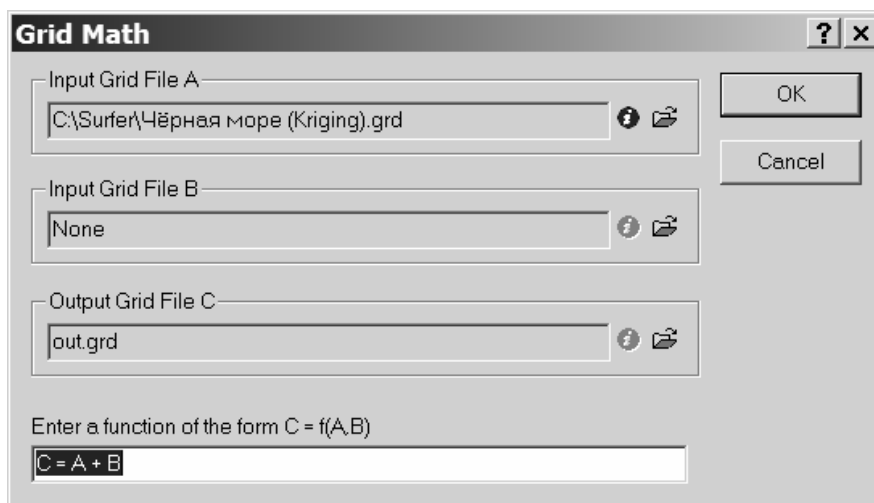




Рис. IV.5. Диалоговое окно Grid Math (Сеточная Математика)

Данная команда создает сеточный файл на основе заданной пользователем математической функции вида $C = f(A, B)$, где A и B – входные сеточные файлы, а C – выходной сеточный файл. Заданная функция вычисляется над значениями узлов входных файлов с одинаковыми X -, Y -координатами, а результат вычислений помещается в выходной файл в узел с теми же X -, Y -координатами.

Команду **Grid/Math** можно использовать также для вычисления математических функций от одного сеточного файла. В этом случае заданная функция вычисляется для всех узлов входного файла. Например, можно построить сеточный файл, элементы которого являются десятичными логарифмами от элементов входного файла. Для этого нужно воспользоваться функцией $C = \log_{10}(A)$.

Также можно выполнить простую математическую операцию над входным сеточным файлом. Например, если Вы зададите функцию $C = A - 100$, то в результате получится файл, элементы которого на 100 единиц меньше элементов входного файла.

Для создания сеточного файла с помощью математического преобразования потребуется:

1. Выполнить команду **Grid/Math**. Появится диалоговое окно *Open Grid* (Открыть сеточный файл, рис. II.1). Выбрать первый из используемых сеточных файлов.
2. Появится диалоговое окно *Grid Math* (Сеточная математика) (рис. IV.5). Группа *Input Grid File A* (Входной сеточный файл A) определяет первый файл, участвующий в вычислении сеточной математической функции. Задание этого файла обязательно, поскольку его параметры используются для определения выходного сеточного файла.
3. Групповое окно *Input Grid File B* (Входной сеточный файл B) определяет второй файл, участвующий в вычислении сеточной математической функции. При вычислении функции от двух файлов надо щёлкнуть по кнопке  и задать сеточный файл B.
4. Ввести математическую функцию в окно редактирования *Enter a function of the form C = f(A,B)* (Введите функцию вида $C = f(A, B)$). Здесь A и B – входные сеточные файлы, заданные в соответствующих панелях, а C – выходной сеточный файл.
5. В групповом окне *Output Grid File* (Выходной сеточный файл) отображаются путь доступа и имя создаваемого сеточного файла, заданные по умолчанию. Рекомендуется задавать другое имя.
6. Щёлкнуть по кнопке . Сеточный файл будет создан.

Задание 22. Математические преобразования с сеточными файлами (Трудоёмкость 3)

1) Произвести вычисления разности сеточных файлов, созданных по результатам оцифровки, с помощью методов Radial Basis Functions, Inverse Distance to a Power и Minimum Curvature (элемент А функции $C = A - B$), и Kriging (элемент В функции). Создаваемые сеточные файлы сохранять с соответствующими именами (например, «RBF-Kriging.grd»).

2) Произвести вычисления разности сеточных файлов, созданных по результатам оцифровки, с помощью метода Kriging (элемент А функции $C = A - B$), и Polynomial Regression, все три варианта (элемент В функции). Создаваемые сеточные файлы сохранять с соответствующими именами (например, «Kriging-Polynom1.grd»).

3) Построить по созданным сеточным файлам образные карты с цветовой шкалой, включив их в оверлей с контурной картой без заливки, построенной по сеточному файлу «Чёрное Море (Kriging).grd».

4) Произвести анализ различий методов построения сеточных файлов (по п. 1 задания) и способов вычитания регионального фона (по п. 2 задания).

IV.6. Математические исчисления

Команда **Grid/Calculus** предоставляет набор инструментов для интерпретации сеточных файлов. Сеточные исчисления могут помочь определить такие числовые характеристики сетки, которые не являются вполне очевидными на контурной карте, построенной по этой сетке. Диалоговое окно *Grid Calculus (Сеточные исчисления)* (рис. IV.6) разделено на четыре секции.

1. Directional Derivatives (Дирекционные производные)

Дирекционные производные предоставляют информацию о наклоне или степени изменения наклона сеточной поверхности в указываемом направлении (задаётся дирекционным углом). В связи с учётом направления получаемые значения не обязательно соответствуют максимальным в данной точке.

Имеется три вида дирекционных производных: *First Derivative (Первая производная)*, *Second Derivative (Вторая производная)* и *Curvature (Кривизна)*. Для каждого из них можно задавать *дирекционный угол*.

1. First Derivative.

Производит вычисление наклона поверхности вдоль указанного направления. Контурные карты, построенные по результатам работы этого исчисления, изображают линии постоянного наклона вдоль фиксированного направления. В любом конкретном узле сетки, если поверхность направлена вверх, её наклон положителен, а если вниз – отрицательный.

2. Second Derivative.

Производит вычисление степени изменения наклона поверхности вдоль указанного направления. Контурные карты, построенные по результатам работы этого исчисления, изображают линии постоянной степени изменения наклона вдоль фиксированного направления.

3. Curvature

Кривизна – это мера степени изменения угла падения касательной плоскости вдоль линии профиля, определённого на поверхности с помощью дирекционного угла. Кривизна представляется своими абсолютными значениями и поэтому всегда больше нуля.

2. Terrain Modeling (Моделирование террейна)

Террейн – это изображение земной поверхности. Моделирование террейна, кроме топографии, также может использоваться для анализа геометрии сеточного файла и в других науках о Земле. Результаты моделирования базируются на направлении *градиента* (направлении наибольшего наклона в данной точке), а не на заранее заданном направлении, как в случае дирекционных производных.

При моделировании террейна можно использовать пять операций: *Terrain Slope* (*Наклон Террейна*), *Terrain Aspect* (*Аспект Террейна*), *Profile Curvature* (*Профильная Кривизна*), *Plan Curvature* (*Плановая Кривизна*) и *Tangential Curvature* (*Тангенциальная Кривизна*).

При выборе последних четырёх операций можно задавать значение *Threshold* (*Порог*). В областях, где наибольший наклон стремится к нулю (где поверхность почти горизонтальна), трудно бывает определить направление градиента (т. е. направления «вниз» и «вверх» изменяются произвольно). В подобных случаях предпочтительнее поверхность классифицировать как плоскую. Порог *Threshold* – это минимальное значение наклона, для которого ещё вычисляются аспект и кривизна. На участках, где значение *Threshold* не достигается, сетка бланкируется (см. раздел IV.7 «Бланкирование сетки», с. 59). По умолчанию порог *Threshold* устанавливается в очень маленькое значение.

1. Terrain Slope

Производит вычисление наклона поверхности в каждом узле сетки. Получаемые значения – это угол, измеряемый в градусах, изменяющийся от 0 (горизонтальная поверхность) до 90 (вертикальная). Для каждой конкретной точки поверхности наклон террейна определяется по направлению самого крутого спуска или подъёма (аспект террейна). Наклон террейна подобен первой дирекционной производной, но является более мощным инструментом, т. к. автоматически определяет направление наибольшего наклона.

2. Terrain Aspect

Производит вычисление азимута направления «вниз» для наибольшего наклона (т. е. азимута падения) в каждом узле сетки. Это направление всегда перпендикулярно контурным линиям и точно противоположно направлению градиента. Значения аспекта террейна – это азимутальный угол, где 0° указывает на север, а 90° – на восток.

3. Profile Curvature

Определяет степень изменения наклона поверхности в направлении градиента (против направления аспекта террейна) для каждого узла сетки. Профильная кривизна подобна второй дирекционной производной, но является более мощным инструментом, т. к. автоматически определяет направление наибольшего наклона. Отрицательные значения указывают ускорение потока воды, вылитой на поверхность. Положительные значения отмечают замедление потока воды.

4. Plan Curvature

Отражает степень изменения угла аспекта террейна при рассмотрении его в горизонтальной плоскости и является мерой кривизны изолиний на контурной карте. Отрицательные значения отмечают расхождение потока воды на поверхности, а положительные – схождение потока.

5. Tangential Curvature

Измеряет кривизну в отношении вертикальной плоскости, перпендикулярной направлению градиента или перпендикулярной изолинии на контурной карте. Отрицательные и положительные значения означают то же, что и у плановой кривизны, но значения кривизны другие.

3. Differential and Integral Operators (Дифференциальный и интегральный операторы)

Раздел включает *Gradient Operator* (*Оператор Градиента*), *Laplacian Operator* (*Оператор Лапласа*), *Biharmonic Operator* (*Бигармонический оператор*) и *Integrated Volume* (*Интегральный Объём*).

1. Gradient Operator

Создаёт сетку со значениями наибольших наклонов (т. е. величин градиентов) в каждой точке поверхности. Это подобно наклону террейна, но оператор градиента даёт результат в тех же единицах измерения, что и исходная функция, а не в градусах. Кроме того, направление градиента противоположно наклону террейна. Оператор градиента равен нулю для горизонтальной плоскости и стремится к бесконечности для вертикальной.

2. Laplacian Operator

Обеспечивает измерение степени накопления или разгрузки воды, вылитой на поверхность. Положительные значения соответствуют областям накопления, а отрицательные – разгрузки. Оператор обычно применяется для расчётов в тех областях, где величина локального потока пропорциональна локальному градиенту (например, в гидрогеологии, термодинамике, электродинамике).

3. Biharmonic Operator

Используется для математического описания таких физических процессов, как изгиб плит и пластов, вязкий поток в пористой среде, функция напряжения для случая линейной упругости.

4. Integrated Volume

Определяет аккумулятивный (с накоплением) объём при вычислении от юго-западного к северо-восточному углу сетки или её части произвольной формы.

4. Fourier and Spectral Analysis (Анализ Фурье и спектральный анализ)

Коррелограммы (*Correlogram*) и периодограммы (*Periodogram*) используются во множестве областей, таких как: гидрология, гидрогеология, сельское хозяйство, лесное хозяйство, метеорология, экология и социология.

1. Correlogram

Определяет пространственную структуру и пространственную корреляцию для сетки. Коррелограмма показывает, насколько хорошо значения сетки коррелируются вдоль неё. Это позволяет выявить присущие поверхности тренды и дать меру её анизотропии. Коррелограмма симметрична: $Z(x, y) = Z(-x, -y)$. Создаваемая сетка имеет такие же размеры, что и исходная, но оси представляют пространственные сдвиги между коррелируемыми узлами.

2. Periodogram

Представляет собой декомпозицию поверхности на взвешенную сумму множества двумерных синусоид. Эта операция выявляет скрытую периодичность, которая не является очевидной при рассмотрении контурной карты исходной поверхности. При вычислении периодограмм **Surfer** использует двухмерное преобразование Фурье. Периодограмма симметрична: $Z(x, y) = Z(-x, -y)$. Создаваемая сетка имеет такие же размеры, что и исходная, но оси представляют пространственные волновые числа, ассоциируемые с частотами гармоник преобразования Фурье.

Команда **Grid/Calculus** создаёт новый сеточный файл из генерируемых данных. Этот сеточный файл имеет такую же размерность, что и исходный. При вычислении численной производной для каждой точки используются формулы центральной разности, которые требуют значения с обеих сторон данной точки. Вследствие этого происходит бланкирование узкой полосы сетки вдоль её краёв.

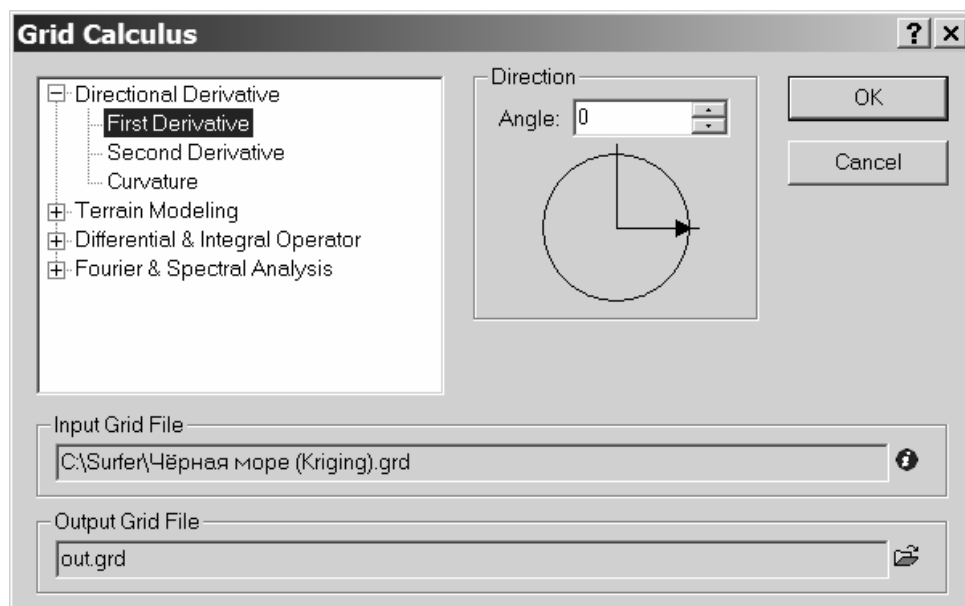
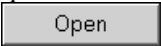




Рис. IV.6. Диалоговое окно Grid Calculus (Сеточные исчисления)

Для создания сеточного файла с помощью математического преобразования потребуется:

1. Выполнить команду **Grid/Calculus**. Появится диалоговое окно *Open Grid* (Открыть сеточный файл, рис. II.1.). Выбрать исходный сеточный файл. Щёлкнуть по кнопке .
- Появится диалоговое окно *Grid Calculus* (Сеточные исчисления) (рис. IV.6).
2. В структуре иерархии видов исчислений выбрать пункт **Directional Derivative/First Derivative** (Дирекционная производная/Первая производная).
3. Установить дирекционный угол 90° .
4. В группе *Output Grid File* с помощью кнопки  задать имя выходного сеточного файла.
6. Щёлкнуть по кнопке . Сеточный файл будет создан.

Задание 23. Применение сеточных счислений (Трудоёмкость 4)

1) Произвести вычисления следующих функций математического счисления над сеточным файлом «Чёрное Море (Kriging).grd»: а) First Derivative (первая производная) по дирекционным углам 0 и 90° ; б) Second Derivative (вторая производная) по дирекционным углам 0 и 90° ; в) Terrain Slope (наклон террейна); г) Terrain Aspect (аспект террейна) и д) Profile Curvature (профильная кривизна).

2) Построить образные карты с цветовой шкалой по рассчитанным сеткам и включить каждую в оверлей с контурной картой без заливки, построенной по сеточному файлу «Чёрное Море (Kriging).grd».

3) Проанализировать полученные результаты. Выявить дополнительные особенности исходного поля, которые не были очевидными на простой карте.

IV.7. Бланкирование сетки

Бланкирование – это удаления изолиний и (или) заливки из каких-то областей карты. Обычно это делается с целью скрыть от потребителя карты те её участки, которые нельзя показывать из-за их недостоверности или секретности. Такие скрываемые участки карты называются *бланковыми*. При построении карт изолиний бланковые участки сеточного файла остаются пустыми. При построении графиков поверхностей бланковые участки отображаются как плоские горизонтальные области, уровень которых равен минимальному значению Z сеточного файла.

Команда **Grid/Blank** создает на основе имеющейся сетки новый сеточный файл, содержащий бланковые области, узлам которых присвоено специальное значение – код пробела, равный $1,70141e+038$. Прежде чем выполнять команду **Grid/Blank**, необходимо создать *бланкирующий* [.BLN] файл (*Golden Software blanking* [.BLN] file). Бланкирующие файлы можно создать в окне рабочего листа или с помощью команды **Map/Digitize** в режиме плот-документа.

Бланкирующий файл – это простой текстовый файл, содержащий X , Y -координаты границ бланковых областей. Отличие этого формата от формата «*Golden Software Data (*.DAT)*», обычно используемого для хранения XYZ-данных, заключается в том, что в первой строке бланкирующего файла содержится служебная информация. Необходимо определить два параметра: N и C . Здесь N – это число точек, описывающих границу бланковой области. Таким образом, количество строк в бланкирующем файле должно быть $N+1$. Параметр C может принимать одно из двух значений: значение «1» означает, что бланкирование будет применяться к области, находящейся внутри задаваемой границы; значение «-1» – соответственно, снаружи.

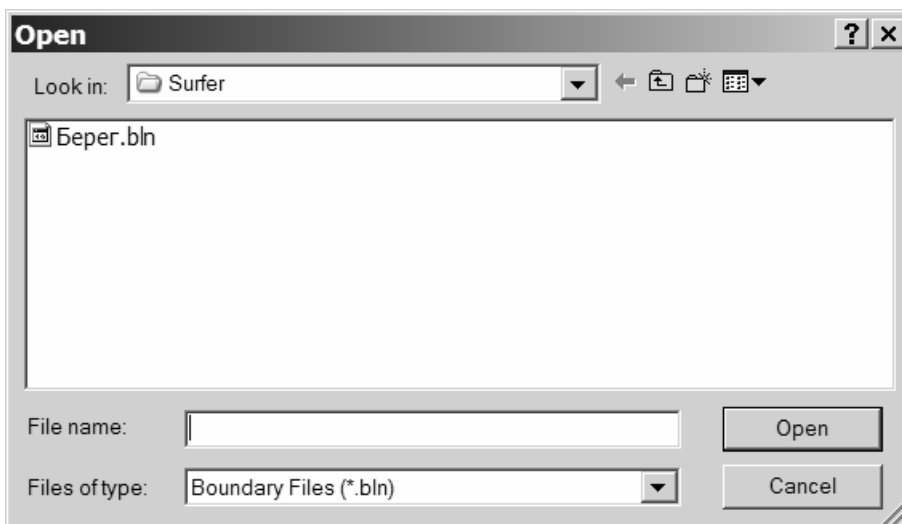




Рис. IV.7. Диалоговое окно *Open* (Открыть) при выборе бланкирующего файла

На картах, построенных по сеточному файлу, содержащему бланковые области, изолинии усекаются не на границах этих областей, а на сторонах любой ячейки сетки, хотя бы один узел которой содержит код про-

бела. Следствием является зубчатость границы бланковой области. Этот эффект наиболее явно выражен при использовании грубых (редких) сетей.

Для создания сеточного файла, содержащего бланковые области, на основе уже имеющейся сетки потребуется:

1. Открыть плот-документ «Чёрное море.srf», содержащий карту-основу «BlackSea» (см. раздел III.1, с. 43).
2. Выделить карту-основу и выполнить команду **Map/Digitize**. Произвести оцифровку береговой линии Чёрного моря. Также надо учесть края карты (левый и нижний), ограничивающие море с запада и юга. О правилах оцифровки см. раздел III.2, с. 44.
3. Сохранить результат оцифровки в формате «*Golden Software blanking [.BLN] file*» под именем «Берег.blm».
4. Выполнить команду **Grid/Blank**. Появится диалоговое окно *Open Grid (Открыть сеточный файл, рис. II.1.)*. Задать имя входного сеточного файла, который будет подвергаться бланкированию.
5. Если щёлкнуть по кнопке , то появится стандартное диалоговое окно *Open (Открыть)* с установленным типом файлов *Boundary Files (*.bln) (Граничные файлы)* (рис. IV.7). Открыть файл «Берег.blm».
6. Появится диалоговое окно *Save Grid As*, позволяющее задать имя выходному сеточному файлу. Ввести «Берег.grd». После щелчка по кнопке  бланкирование будет выполнено.
7. Построить контурную карту с заливкой на основе полученного сеточного файла.
8. Дважды щёлкнуть по контурной карте и в диалоговом окне *Map: Contours Properties* (рис. II.3, с. 21) на вкладке *General*, в группе *Blanked Regions (Бланковые области)* определить цвета и стиль границы и заполнения этих областей.

Задание 24. Бланкирование карты

(Трудоёмкость 2)

1) Оцифровать границы Чёрного моря: береговую линию, западный и южный края карты. Создать бланкирующий файл «Берег.blm».

2) Произвести бланкирование сеточного файла «Чёрное Море (Kriging).grd».

3) Создать новый плот-документ. Построить контурную карту с заливкой. При определении цветов границы и заливки бланковых областей воспользоваться табл. IV.1. Способ заливки Fill Pattern выбрать самостоятельно.

Таблица IV.1

Варианты для задания 24

Вариант	Цвет границы	Цвет заливки
1	Yellow	50% Black
2	Green	Black
3	Cyan	Purple
4	Blue	Magenta
5	White	Red
6	50 % Black	Yellow
7	Black	Green
8	Purple	Cyan
9	Magenta	Blue
10	Red	White

IV.8. Построение линий профиля

Линии профиля получаются при сечении поверхности вертикальным разрезом, проведенным вдоль заданной линии.

Команда **Grid/Slice** (*Сечение*) строит точки профиля, которые могут быть выведены на график с помощью программы *MS Excel*. Линия разреза берется из заданного файла типа «*Golden Software blanking [.BLN] file*».

Полученные значения точек профиля записываются в текстовый файл типа «*Golden Software Data [*.DAT]*» или в бланкирующий файл типа «*Golden Software blanking [.BLN] file*».

Каждая строка выходного текстового файла данных содержит информацию об одной точке профиля. Точка профиля – это точка пересечения линии разреза с сеточной линией.

Выходной текстовый *DAT*-файл состоит из пяти столбцов. Столбцы размещены в файле следующим образом:

- 1) Столбец A: X-координата точки пересечения линии разреза с сеточной линией;
- 2) Столбец B: Y-координата точки пересечения линии разреза с сеточной линией;
- 3) Столбец C: Z-значение в точке пересечения;
- 4) Столбец D: суммарное расстояние вдоль линии разреза (по горизонтали);
- 5) Столбец E: номер линии разреза (используется, когда в файле содержится более одной линии разреза).

Выходной текстовый *BLN*-файл содержит только первые 3 из этих столбцов.

При построении графика на основе полученных в результате работы команды **Grid/Slice** данных значения из *столбца C* используются как Y-координаты точек. В качестве X-координат можно использовать значения *столбца A*, *столбца B* или *столбца D*.

- Если в качестве X-координат точек выбираются значения из *столбца A*, то двумерный график будет проекцией трехмерной линии профиля на *XZ*-координатную плоскость Surfer.
- Если в качестве X-координат точек выбираются значения из *столбца B*, то двумерный график будет проекцией трехмерной линии профиля на *YZ*-координатную плоскость Surfer.
- Если в качестве X-координат точек выбираются значения из *столбца D*, то абсцисса точки двумерного графика будет равна суммарному расстоянию до этой точки вдоль линии разреза.

Для того чтобы создать файл данных, содержащий точки поперечного сечения, необходимо выполнить следующие действия.

1. Выберите команду **Slice** из меню **Grid**. На экране откроется панель диалога **Open Grid (Откройте сеть)**. Задайте имя сеточного файла, который вы хотите использовать для построения линии профиля и щелкните по клавише *OK*.
2. В панели диалога **Open File (Откройте файл)** задайте blanking [.BLN] файл, определяющий линию разреза. Щелкните по клавише *OK*, и откроется панель диалога **Grid Slice (Сечение Сети)**.
3. Если вы хотите записать точки профиля, вычисленные при выполнении команды **Slice**, в файл формата [.BLN], то щелкните по клавише *Change (Изменить)* в окне *Output BLN File (Выходной BLN файл)* и введите имя выходного [.BLN] файла. Это имя появится в окне *Output BLN File*.
4. Если вы хотите записать точки профиля, вычисленные при выполнении команды **Slice**, в ASCII файл данных, то щелкните по клавише *Change (Изменить)* в окне *Output DAT File (Выходной DAT файл)* и введите имя выходного ASCII файла данных. Это имя появится в окне *Output DAT File*.

- Переключатель *Clip outside grid* (*Обрезать за пределами сети*) задает усечение построенного профиля до пределов исходного сеточного файла. Если ваш [.BLN] файл, определяющий линию разреза, выходит за пределы сети, то в случае, когда переключатель *Clip outside grid* включен, точки вне сети отсекаются.
 - Переключатель *Clip blanked areas* (*Исключить бланковые области*) вырезает из построенного профиля точки, попадающие в бланковые области сеточного файла, используемого в операции **Slice**. Если какие-то участки вашего сеточного файла бланкированы (то есть входящие в них узлы имеют код пробела 1,70141e+038), то в случае, когда переключатель *Clip blanked areas* включен, точки профиля, попадающие в эти участки, не включаются в выходной файл.
5. Щелкните по клавише *OK*, и будет создан файл данных (или [.BLN] файл, если он задан), содержащий точки линии профиля. Вы можете использовать программы **GRAPHER** или **GRAPHER for Windows** из пакета **Golden Software** для построения двумерного графика полученного поперечного сечения.

Задание 25. Построение графика профиля

(Трудоёмкость 2)

- 1) Создать бланкирующий файл «Профиль.blm», содержащий координаты юго-западного и северо-восточного углов карты.
- 2) Произвести вычисление линии профиля по сеточному файлу «Чёрное Море (Kriging).grd».
- 3) Построить график профиля.

V. ПРИЛОЖЕНИЯ

V.1. Операции

Определяя выражение функции при работе с командами **Grid/Function**, **Grid/Math**, **Grid/Data**, **Grid/Variogram** и **Data/Transform**, можно использовать арифметические и (или) логические операции. Порядок выполнения выражения зависит от приоритета операций, входящих в выражение, и может быть изменён с помощью круглых скобок («и»).

V.1.A. Арифметические операции

Арифметические операции в порядке возрастания их приоритета:

+	Сложение
-	Вычитание
*	Умножение
/	Деление

V.1.B. Логические операции

Логические операции в порядке возрастания их приоритета:

=	Равно
<>	Не равно
<	Меньше
>	Больше
<=	Меньше либо равно
>=	Больше либо равно
OR	Логическое ИЛИ
XOR	Логическое исключающее ИЛИ
AND	Логическое И
NOT	Логическое НЕ

V.2. Стандартные функции

V.2.A. Математические функции

aCos(x)	Арккосинус. Значение x должно быть в пределах от -1 до 1
aSin(x)	Арксинус. Значение x должно быть в пределах от -1 до 1
aTan(x)	Арктангенс. Определение угла по его тангенсу
aTan2(y,x)	Арктангенс. Определение угла по катетам прямоугольного треугольника. Значения x (прилежащий катет) и y (противолежащий катет) должны быть больше 0
Cos(x)	Косинус

CosH(x)	Гиперболический косинус $\operatorname{ch}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$
Exp(x)	Экспоненциальная функция e^x
Ln(x)	Натуральный логарифм. Значение x должно быть больше 0
Log10(x)	Десятичный логарифм. Значение x должно быть больше 0
Pow(x,y)	x^y . Ошибка возникнет, если $x = 0$ и $y \leq 0$, а также, если $x < 0$ и y не целое
Sin(x)	Синус
SinH(x)	Гиперболический синус $\operatorname{sh}(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$
Tan(x)	Тангенс. Значение x не должно быть кратно $\pi/2$
TanH(x)	Гиперболический тангенс $\operatorname{th}(x) = \frac{\operatorname{sh}(x)}{\operatorname{ch}(x)}$

V.2.B. Вспомогательные функции

Ceil(x)	Наименьшее целое, большее или равное x
D2R(x)	Конвертирование аргумента из градусов в радианы
Fabs(x)	Абсолютное значение
Floor(x)	Наибольшее целое, меньшее или равное x
FMod(x,y)	Вещественный остаток от деления x/y . Если $y = 0$, то функция также возвращает 0
Max(x,y)	Большее из x и y
Min(x,y)	Меньшее из x и y
R2D(x)	Конвертирование аргумента из радианов в градусы. Например, $\sin(d2r(30))$ вычислит синус 30° , а $\sin(30)$ вычислит синус 30 радиан ($\sim 1719^\circ$)
RandN(x,y)	Случайное число, имеющее приблизительно нормальное (гауссово) распределение с матожиданием (средним значением) x и стандартным отклонением (дисперсией) y
RandU(x)	Случайное число, имеющее равномерное распределение, в интервале $[0, x]$
Row()	Номер строки рабочего листа
SqRt(x)	Корень квадратный. Значение x не должно быть меньше 0

V.2.C. Статистические функции

Avg(a..z)	Вычисление среднего значения из значений в ячейках столбцов a..z для каждой строки по отдельности
RowMax(a..z)	Определение минимального значения из значений в ячейках столбцов a..z для каждой строки по отдельности
RowMin(a..z)	Определение минимального значения из значений в ячейках столбцов a..z для каждой строки по отдельности
Std(a..z)	Вычисление стандартного отклонения (дисперсии) значений в ячейках столбцов a..z для каждой строки по отдельности
Sum(a..z)	Вычисление суммы значений в ячейках столбцов a..z для каждой строки по отдельности

При использовании этих функций надо заменить «a..z» на любой правильный интервал столбцов, например, «C..H» или «W..AC». Между именами столбцов должно быть две точки.

V.3. Примеры использования функций

Здесь приводятся примеры синтаксиса математических функций, принятого в Surfer. При использовании команды **Data/Transform** в рабочем листе следует заменить X, Y и Z на имена столбцов.

Выражение	Синтаксис
x^2	pow(x,2)
$\ln(x)$	ln(x)
$\log_{10}(x)$	log10(x)
$1 - e^{-x}$	(1-exp(-x))
$1 - e^{-x^2}$	(1-exp(-x*x))
$1 - \frac{\sin(x)}{x}$	1-(sin(x)/x)
$\frac{x^2}{1+x^2}$	pow(x,2)/(1+(pow(x,2)))
$2x - x^2$	(2*x)-pow(x,2)
$(x^3 + y^3)(\sin(8 \arctan(xy)))$	(pow(x,3)+pow(y,3))*(sin(8*atan(x*y)))

Учебное издание

Силкин Константин Юрьевич

**ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА
Golden Software Surfer 8**

Учебное пособие

Редактор О.А. Исаева

Подписано в печать 16.04.08. Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 3,8.
Тираж 50 экз. Заказ 353.

Издательско-полиграфический центр
Воронежского государственного университета.
394000, г. Воронеж, пл. им. Ленина, 10. Тел. 208-298, 598-026 (факс)
<http://www.ppc.vsu.ru>; e-mail: pp_center@ppc.vsu.ru

Отпечатано в типографии Издательско-полиграфического центра
Воронежского государственного университета.
394000, г. Воронеж, ул. Пушкинская, 3. Тел. 204-133.