

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

## **ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ**

Учебно-методическое пособие для вузов

Составитель  
К.Ю. Силкин

Издательско-полиграфический центр  
Воронежского государственного университета  
2009

## 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 .....	19
II.1. Контурная карта .....	19
II.1.A. Создание контурной карты.....	19
II.1.B. Сохранение карты.....	21
II.1.C. Использование менеджера объектов .....	21
II.1.D. Изменение уровней контуров .....	22
II.1.E. Изменение параметров линий контуров.....	25
II.1.F. Добавление цветной заливки между линиями контуров .....	26
II.1.G. Добавление, удаление и перемещение меток контуров .....	29
II.1.H. Изменение параметров осей.....	30
II.2. Каркасная карта .....	33
II.3. Образная карта.....	35
II.4. Карта с теневым рельефом .....	36
II.5. Векторная карта.....	37
II.6. Трёхмерная поверхность .....	38
II.7. Точечная карта и оверлей.....	39
II.7.A. Создание точечной карты.....	39
II.7.B. Создание оверлея.....	40
II.7.C. Добавление меток на точечной карте в оверлее.....	42
III. Оцифровка растровых карт .....	43

## 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 двухмерных 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: *Криге (Kriging)*, *Степень обратного расстояния (Inverse Distance to a Power)*, *Минимизация кривизны (Minimum Curvature)*, *Радимальные 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* (трехмерная 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.