

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ФОРМАТЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗНЫХ ТИПОВ РЕАНАЛИЗА И МЕТОДИКА ИХ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

*Е.Н. Воскресенская, В.В. Белоусов*

Морской Гидрофизический Институт  
НАН Украины  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2  
E-mail: elena\_yoskr@mail.ru

*В статье приводится краткий обзор форматов обмена гидрометеоданными, используемых в качестве входных и выходных данных в различных моделях реанализа. Показаны их достоинства и недостатки, приведены основные принципы работы с такими данными в приложении к геоклиматическому анализу. На основе этих принципов дана методика построения климатических полей температуры и давления для Черноморско-Средиземноморского региона.*

На настоящий момент существует более тридцати глобальных климатических моделей, применяемых для долгосрочных климатических прогнозов [1–5]. Все они используют определенные наборы входных данных, усвоенных и обработанных по различным методикам реанализа. Несмотря на некоторые попытки стандартизировать форматы обмена гидрометеоинформацией, каждый из вариантов такого представления данных имеет, как свои недостатки, так и достоинства. Из-за большого объема получаемых данных в большинстве из таких представлений сделан упор на уменьшение размера получаемой информации и возможность самостоятельно разобраться в её структуре. Входные данные имеют свыше десятка различных типов формата: *netCDF*, *GRIB1*, *HDF 4*, *HDFEOS2*, *CCM history files*, *GRIB2*, *netCDF4* и т.д. Следует отметить, что данные, поступающие из разных центров, отличаются друг от друга по внутренней структуре, несмотря на все попытки стандартизировать их.

Большинство вышперечисленных типов форматов разрабатывалось таким образом, чтобы можно было использовать структурированную информацию, в кото-

рой описание данных размещается в начале файла. Список переменных содержит более двух десятков разнообразных гидрометеорологических параметров, включая равномерные и неравномерные шаги по времени между ними. Все это для экономии размера упаковано в файлы бинарного типа. Основной недостаток такого рода упаковки – организация только последовательного доступа к данным. Данные доступны в виде потока информации, а объёмы отдельных файлов могут достигать гигабайт. В целом объёмы данных за период нескольких десятков лет могут достигать терабайт и более. Для различного рода визуализации и дальнейшего анализа полученной информации необходимо иметь не только последовательный (поточковый) доступ к затребуемым данным, но и делать выборки отдельных регионов земной поверхности, как по пространству (включая разного рода разрезы трехмерных данных), так и по времени, что позволяет выделять долгопериодные ряды, как для отдельных областей, так и для глобальной системы океан-атмосфера в целом.

Описанные особенности важны для исследований климатической изменчивости.

Цель настоящей работы – обсудить каким образом следует организовать и структурировать полученную информацию и построить далее конечные поля гидрометеорологических данных исследуемого района.

Организация произвольного доступа к данным включает в себя предварительную подготовку, как то: фильтрация несущественных для намечаемого исследования данных, областей и горизонтов и дальнейшая сортировка и каталогизация с присвоением индивидуальных имен. В результате этих процедур резко возрастает количество файлов, зато появляется возможность из выбранных параметров делать разнообразные выборки, как по времени, так и по пространству, используя программирование на языках высокого уровня, таких как ФОРТРАН, Pascal, разного рода языки типа BASIC и т.д. Самым простым способом является сортировка по годам. Внутри каждого каталога лежат файлы с индивидуальными именами, включая год, месяц, период осреднения, тип параметра и т.д.

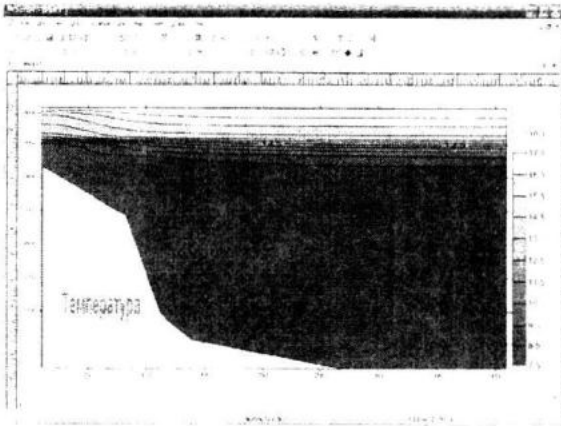


Рисунок 1 – Поле температур для летнего периода, построенное в пакете SURFER

На рисунке 1 приведено поле температур, построенное в пакете SURFER. Ниже мы покажем, как используя встроенный в SURFER Saxe Basic Language – Scripter, (командный язык типа BASIC) и, произведя предварительную сортировку, каталогизацию и индексацию данных, построить в автоматическом режиме несколько тысяч разного рода полей метеоинформации, требующей для анализа.

Используется пакет SURFER, начиная с 7 версии и выше. Создав файл с расширением \*.bas запускаем Scriper, расположенный по адресу 'C:\Program Files\Golden Software\Surfer 9\Scripter\' в среде которого можно далее запустить на исполнение программу (рисунок 2).



Рисунок 2 – Среда разработки Saxe Basic Language

В пакете SURFER'a есть подкаталог Samples в котором расположено несколько десятков готовых скриптов, созданных разработчиками [7].

' Все программы в Scriper'e SURFER'a начинаются со строки

```
Sub Main
```

' И заканчиваются строкой

```
End Sub
```

' одиночный апостроф является указателем комментария. Все строки, начинающиеся с апостофа:

' – игнорируются интерпретатором.

Между строками

```
Sub Main
```

```
End Sub
```



Строка

```
'SurferApp.Visible = True
```

Делает приложение Surfer видимым. Если не закоментировать эту строку, то запуская скрипт на исполнение несколько раз, мы столько же раз запустим и сам Surfer, что может привести к зависанию системы.

```
Path = "d:\2\"
```

```
path4 = ".dat"
```

Эти две строки указывают путь и расширение файла для работы с данными.

```
For i = 1 To 400 Step 1 'цикл по времени
```

```
StringVar1 = Str$(i)
```

' переводим переменную целого типа в строковую. При этом образуется лишний пробел.

```
StringVar1 = Trim$(StringVar1) ' отсекаем первый лишний пробел
```

```
If i < 10 Then
```

```
StringVar1 = "0" + StringVar1
```

```
' дописываем "0" к имени файла
```

```
' 9 становится 09
```

```
End If
```

```
If i < 100 Then
```

```
StringVar1 = "00" + StringVar1
```

```
' 09 становится 009
```

```
End If
```

Приведенный выше фрагмент программы образует имя файла. Складывая его с путем и расширением, получаем полное имя файла, который будет использоваться в качестве файла данных:

```
DataFile$ = path + StringVar1 + path4
```

' задаем рисунок и добавляем документ-приложение Surfer'a.

```
Set plot = SurferApp.Documents.Add
```

```
' Prompt for name of the data file
```

```
DataFile$ = path + StringVar1 + ".dat"
```

```
' Invoke the Surfer Grid Data command.
```

```
SurferApp.GridData DataFile := DataFile$,
xCol:=2, yCol:=1, zCol:=6, OutGrid :=
path+StringVar1+ _
```

```
 ".grd", ShowReport := False
```

'строим файл сетки из файла данных в декартовой системе. Данные для оси X берем из второй колонки, для оси Y – из первой колонки, для оси Z данные берем из 6 колонки.

Далее объявляем контурную карту как объект, ограничиваем её соответствующей рамкой и указываем имя файла сетки для дальнейших построений:

```
'Declares ContourMap as an object
Dim ContourMap As Object
'Declares MapFrame as an object
Dim MapFrame As Object
Set MapFrame =
Plot.Shapes.AddContourMap(GridFileName:=
path+_
StringVar1+".grd" _
)
Set ContourMap = MapFrame.Overlays(1)
```

Перенос на следующую строку осуществляется символом подчеркивания .

Заливка замкнутых контуров осуществляется следующим участком программы:

'Fills the contours with a gradation from blue to red

```
n = Levels.Count
ColorInc = 235.0 / (n-1)
For i2=1 To n
ColorInc = 235.0 * (i2-1) / (n-1)
Levels(i2).Fill.ForeColor =
RGB(ColorInc,112,235-ColorInc)
Levels(i2).Line.ForeColor =
RGB(ColorInc,112,235-ColorInc) 'красит
изолинии тем же цветом что и контуры
Levels(i2).Line.Width = 0.0001
Next i2
'Smooths the contours
ContourMap.SmoothContours =
srfConSmoothHigh
```

```
Levels.SetLabelFrequency(FirstIndex:=200,
NumberToSet:=1, NumberToSkip:=1)
```

Параметры заливки, частота изолиний, цвет контуров, размеры надписей и т.д. подбираются путем вариации соответствующих параметров.

Многоугольники вставляются как массивы, начиная с нулевого.

Нижеприведенный фрагмент кода показывает как на рисунке 1 было построено морское дно:

```
'Set Shapes = Plot.Shapes
'Declares Polygon as an object
Dim Polygon As Object
'Declares PolygonArray as a double array
Dim PolygonArray(11) As Double
PolygonArray(0) = 3.16: PolygonArray(1) = 6.35
PolygonArray(2) = 3.16: PolygonArray(3) = 19
PolygonArray(4) = 7: PolygonArray(5) = 16
PolygonArray(6) = 8.6: PolygonArray(7) = 10
PolygonArray(8) = 10: PolygonArray(9) = 8.3
PolygonArray(10) = 17: PolygonArray(11) = 6.35
'Creates a polygon and assigns it to the variable named "Polygon"
'Set Polygon = Shapes.AddPolygon(PolygonArray)
plot.Shapes.AddPolygon(PolygonArray).Fill.
Pattern="20 Percent"
'Заливка дна точками густота 20 процен-
тов.
```

Сохранение построенного рисунка осуществляется в файлы свыше 25 различного рода графических форматов (см. рис.5) очень просто:

```
Plot.Export(FileName:=path+StringVar1+".gif",
Options:="Width=900, Height=400")
```



Рисунок 3 – Типы файлов экспорта

Тип файла выбирается из указанного расширения, а необходимый размер изображения указывается в пикселях. Пропорции изображения не сохраняются, что достаточно удобно, когда одно из измерений много больше другого. Подготовив определенным образом необходимые данные, мы можем за час работы компьютера построить в автоматическом режиме несколько тысяч метеорологических полей. Одна из таких карт среднемесячной температуры для Черноморско-Средиземноморского региона за ноябрь 1961 г. приведена на рис.4.

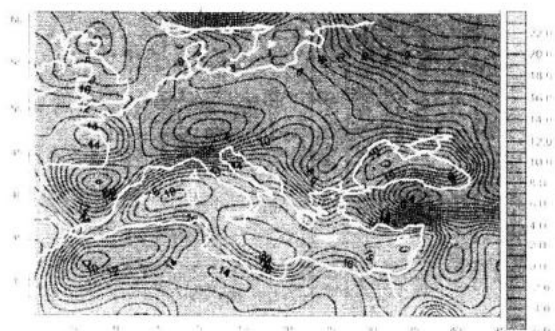


Рисунок 4 Поле среднемесячной приземной температуры для Черноморско-Средиземноморского региона за ноябрь 1961 г.

Используя приведенные алгоритмы, были построены поля среднемесячных температур и приземного давления для Черноморско-Средиземноморского региона за период 1950 - 2006 гг. для каждого месяца. Предварительный анализ качества построенных полей показал хорошую достоверность и совпадение с другими системами реанализа (JRA, NCEP). Образец поля давления приведен на рисунке 5.

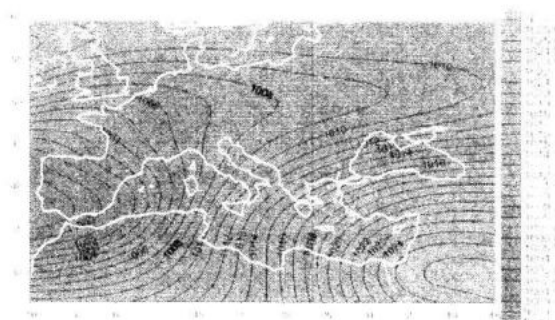


Рисунок 5 Поле среднемесячного приземного давления для Черноморско-Средиземноморского региона за ноябрь 1961 г.

Хорошим индикатором корректности построенных полей служит приземная температура, так как в зимний период изолинии среднемесячной температуры хорошо коррелируют с границами Средиземного и Черного морей (рисунок 4).

Полученные пространственные распределения указанных параметров позволяют проводить анализ их изменчивости на межгодовом и десятилетнем масштабах. Объединяя несколько десятков такого рода полей можно получать высококачественные анимации эволюции и развития во времени изучаемых гидрометеорологических компонентов.

## Литература

1. Proceedings on World Climate Change Conference/ WMO/IPCC/IGCE. –Moscow, 2007.
2. Proc. of the first WCRP International Conference on Reanalyses // WCRP-WMO, 1998, N 876. – 481 p.
3. Proceedings of the second WCRP Int. Conf. on Re-analyses (Reading, 23–27 Aug.1999), 2000. – 452 p.
4. Application of the Third WCRP International Conference on Reanalysis to be held at Tokyo University in January 2008 is now being operated on the website:  
[http://jra.kishou.go.jp/3rac\\_en.html](http://jra.kishou.go.jp/3rac_en.html)
5. WCRP, GCOS and GEO may support travel costs for participants from developing countries.
6. The Global Climate System Review// WMO-No.819. – 2007.
7. Сайт разработчика пакета “Surfer”:  
<http://www.goldensoftware.com/>