

УДК 911:574:551.464:681.518.004:91

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Чугай А.В., Шилевой А.А.

Для анализа экологического состояния прибрежных территорий северо-западного шельфа Черного моря в дополнение к существующим методам представляется целесообразным использование ГИС-технологий. Работа выполнена на основе обработки информации по материалам исследований, проведенных Причерноморским государственным региональным геологическим предприятием (данные Е.Г.Калашлинской, С.А.Дворядкина). Рассматривались такие характеристики морской воды как температура, соленость, рН воды, содержание растворенного кислорода, фосфатов, нитратов, нитритов, ионов аммония, а также содержание в воде и донных отложениях нефтепродуктов и тяжелых металлов в августе 1997 г. в районах взморья Дуная и Днестровского лимана.

Для решения поставленных нами задач были использованы следующие ГИС-пакеты: MapINFO (настольная картографическая система) и IDRISI (растровый пакет географического анализа и обработки изображений) [1, 2, 3]. Первоначально наша карта была зарегистрирована в MapINFO, где по координатам станций отбора проб находились на карте соответствующие точки. Потом для этих точек составлялась база данных по различным показателям качества морских вод. Затем эти данные конвертировались в понятный для IDRISI формат. В IDRISI после импорта и представления данных в растровом виде, проводилась интерполяция значений между точками (методом обратноквадратичной дистанции) при помощи модуля INTERPOL. Интерполяция проводилась отдельно для поверхностного, придонного слоев и донных отложений. Файлы с полученными полями рассеяния для каждого показателя сравнивались между слоями с целью нахождения степени корреляции между ними при помощи модуля REGRESS. Результат этого сравнения выводился на экран в виде диаграммы распределения (корреляционное поле). Экранные копии снимались в виде файлов формата *.gif.

По имеющимся данным изучалось пространственное распределение гидрохимических параметров и токсичных загрязняющих веществ на поверхности воды, а также распределение нефтепродуктов и тяжелых металлов в донных отложениях. Кроме того, выяснялась корреляционная зависимость между концентрациями различных веществ на поверхности воды и у дна и содержанием нефтепродуктов и тяжелых металлов в придонном слое воды и в донных отложениях.

Рассматривая распределение гидрохимических показателей в поверхностном слое, можно отметить, что в августе 1997 г. в районах взморья Дуная и Днестровского лимана содержание растворенного кислорода было примерно одинаковым (рис. 1). При этом отмечалась тенденция уменьшения концентрации кислорода с удалением от

прибрежной полосы. В распределении фосфатов, нитритов и аммония отмечалась одинаковая тенденция: наибольшие концентрации этих веществ наблюдались в районе взморья Дуная, и с приближением к устьевой части Днестровского лимана концентрации данных веществ значительно уменьшались. При этом содержание фосфатов и ионов аммония уменьшалось в несколько раз, а содержание нитритов – на порядок. Это свидетельствует о более высоком содержании соединений азота и фосфора в стоках Дуная по сравнению с Днестром.

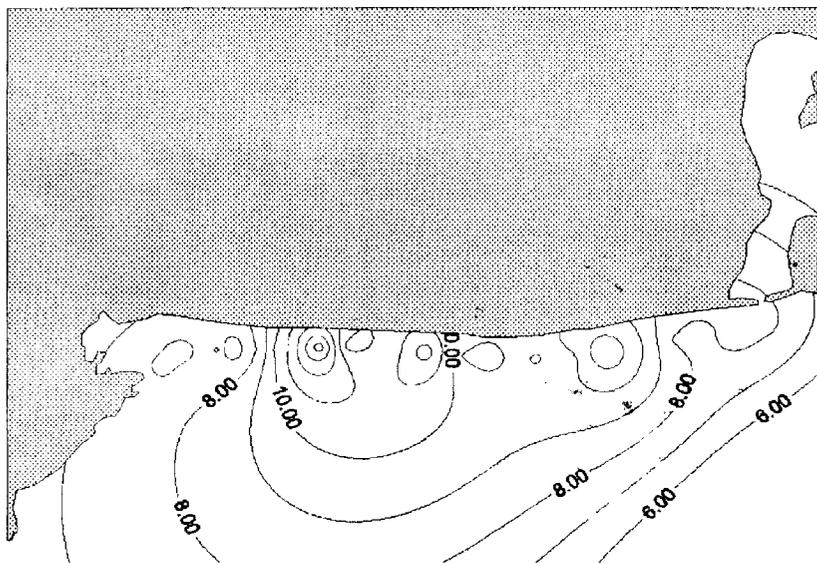


Рис. 1. Распределение растворенного кислорода (мг/л) в поверхностном слое воды в августе 1997 г. в районе Дунайско-Днестровского взморья

Пространственное распределение нефтепродуктов на поверхности воды в августе 1997 г. в Дунай – Днестровском междуречье характеризовалось относительной однородностью. Что же касается содержания их в донных осадках, то отмечались существенные различия в уровне накопления нефтепродуктов донными отложениями: наибольшее содержание отмечалось в районе прибрежной полосы, с удалением от берега концентрации уменьшались. Из спектра тяжелых металлов рассматривалось распределение свинца, кадмия, меди, хрома и никеля. В распределении свинца, хрома и никеля на поверхности отмечалась одинаковая закономерность: уменьшение концентраций от взморья Дуная к взморью Днестровского лимана. Аналогичная картина отмечается и в распределении в донных осадках соответствующих металлов. Причем, в донных отложениях отмечаются более значительные падения концентраций, чем в поверхностном слое воды. Концентрации тяжелых металлов так же, как и нефтепродуктов, уменьшались с удалением от прибрежной полосы, т.е. наибольшая часть токсичных

загрязняющих веществ накапливается в донных отложениях в устьевых частях рек, на границе «река – море».

Как указывалось выше, кроме пространственного распределения изучалась корреляционная зависимость в распределении различных веществ на поверхности и у дна, у дна и в донных осадках. Пример вывода результатов приведен на рис. 2, 3, откуда видно, что кроме коэффициента корреляции на экран выводится корреляционное поле с графиком линии тренда, уравнение линейной регрессии, показатели значимости. При анализе гидрохимических параметров было установлено, что практически для всех показателей распределение на поверхности и у дна в августе 1997 г. в районах взморья Дуная и Днестровского лимана характеризовалось тесной линейной связью (коэффициент корреляции $r > 0,7$). Исключение составили распределения нитрат-ионов ($r = 0,08$) и ионов аммония ($r = 0,53$). Что касается нитратов, то в исследуемый период в поверхностном слое отмечались очень высокие концентрации этого вещества, что может свидетельствовать о значительных поступлениях нитратов антропогенным путем. Возможно, поэтому корреляционная связь такая низкая.

Изучение корреляционной зависимости в распределении токсичных загрязняющих веществ показало, что для тяжелых металлов (свинец, кадмий, медь, хром, никель) линейная связь между содержанием их в поверхностном и придонном слое была незначительной, либо отсутствовала ($|r| < 0,5$), тогда как в распределении нефтепродуктов отмечалась тесная корреляционная связь. Что касается корреляционной связи между содержанием нефтепродуктов и тяжелых металлов в донных отложениях и придонном слое воды, то здесь отмечались высокие коэффициенты корреляции (для нефтепродуктов $r = 0,74$, для тяжелых металлов $r > 0,8$), и, значит, их распределения характеризовались тесной линейной связью.

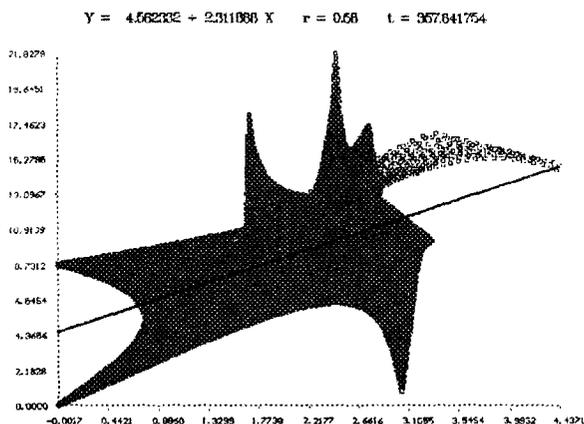


Рис. 2. График корреляционной связи между содержанием свинца в придонном слое воды и в донных отложениях

```
IDRISI : Linear Regression Analysis                                v.4.00

intercept (a) = 4.5623317
slope (b) = 2.3118875
correlation (r) = 0.5018
coeff of det (r2) = 33.05 %

s.d. of X (Sx) = 0.6730503
s.d. of Y (Sy) = 2.6745930
s.e. of estimate = 2.1753757
s.e. of beta = 0.8064643
t stat for r or beta = 357.6417542
t stat for beta<>1 = 202.9448053

n = 250000
degrees of freedom = 249998
```

Рис. 3. Показатели статистической значимости коэффициента корреляции

Таким образом, выполненные исследования показали, что использование ГИС-технологий позволяет выполнить более глубокий анализ экологического состояния прибрежных территорий и может быть применимо при решении различных экологических задач.

Список литературы

1. Светличный А.А., Андерсон В.Н., Плотницкий С.В. Географические информационные системы: технология и предложения. — Одесса: Астропринт, 1997. — 196 с.
2. IDRISI. Version 4.0. User's Guide / J. Ronald Eastman. — Clark University, Graduate School of Geography. 1992. — 178 p.
3. MapINFO Reference Guide. MapINFO Corporation, NY, 1992. — 430 p.