

Колесников А. В., Маковецкая Е. А.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г.Одесса

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Результаты анализа химического состава природных сред могут служить двум взаимосвязанным целям: оценке их качества, пригодности использования в хозяйственной деятельности и изучению характера воздействий, оказываемых на нее со стороны остальных элементов экосистемы, в том числе и антропогенных. Так, для загрязнений водных ресурсов характерным является не только его количественная мера, но и его структура – виды основных источников загрязнения, их подчиненность и взаимосвязь. Уточнение сведений о этой структуре является ключевым моментом для организации рационального использования водных ресурсов.

Основой для такого исследования могут служить данные анализа проб воды в изучаемой экосистеме. Результаты их статистической обработки позволяют качественно оценить характер и структуру загрязнений водного бассейна.

Один из методов статистического анализа на основе данных, полученных при исследовании поверхностных вод [1], основан на методах многомерной статистики – кластерного анализа и метода главных компонент [2]. В качестве исходных данных были использованы результаты анализа по следующим показателям: 1 – запах при 20°C; 2 – цветность; 3 – сухой остаток; 4 – рН; 5 – жесткость; 6 – кальций; 7 – магний; 8 – натрий; 9 – калий; 10 – аммоний; 11 – железо; 12 – хлориды; 13 – сульфаты; 14 – бикарбонаты; 15 – нитриты; 16 – нитраты; 17 – окисляемость перманганатная; 18 – БПКполн.; 19 – ХПК; 20 – нефтепродукты; 21 – фенолы; 22 – СПАВ; 23 – число ЛКП в 1 дм³ воды. Схема исследования отражена на рис. 1.

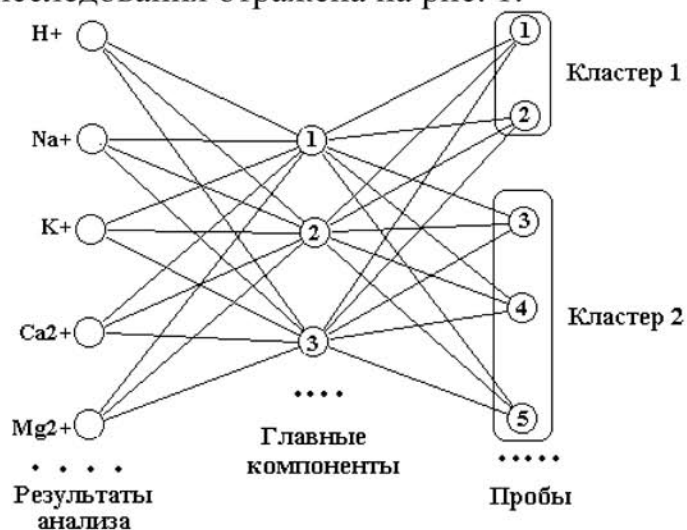


Рис.1. Схема статистического исследования результатов анализа поверхностных вод

Метод главных компонент, в основе которого лежит идея приведения

эллипсоида рассеяния к главным осям, позволяет уменьшить число независимых переменных. Кроме этого он позволяет приблизительно (эвристически) указать истолкование компонент, это полезное свойство более выражено в факторном анализе. В результате применения метода главных компонент формируются линейные комбинации исходных характеристик, приблизительно соответствующих типам загрязнения поверхностных вод.

Анализируемые пробы воды при таком истолковании рассматриваются как результат смешения вод, состав которых соответствует главным компонентам. Первые три основных компонента отображены графически на рис. 2.

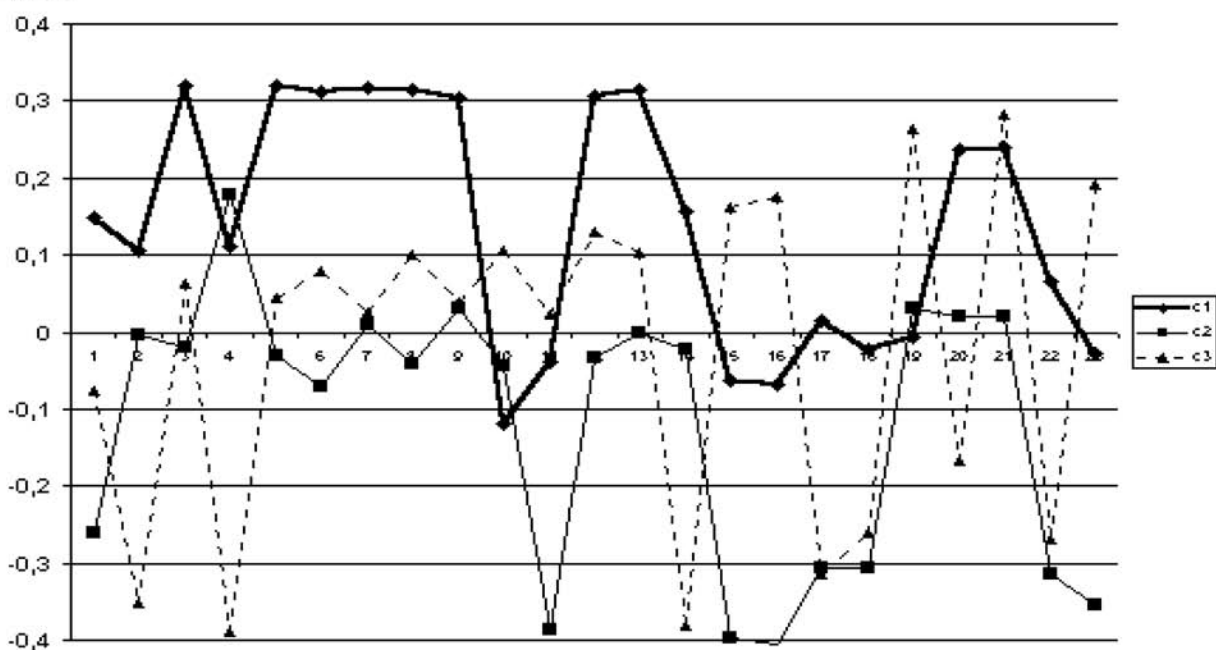


Рис.2. Коэффициенты первых трех главных компонент c_1 , c_2 , c_3

Данные рис.2 позволяют дать возможные истолкования компонентам.

Так, в первый компонент с положительными знаками вошли концентрации ионов (показатели 4–9, 12–13), концентрации фенолов и нефтепродуктов (20, 21). Компонента 1 отражает, таким образом, небактериологические виды загрязнений. Отрицательные значения коэффициентов (например, 9 и 10 – аммоний, железо) можно рассматривать как эффекты разбавления, добавления к источникам определенного объема воды с малыми концентрациями этих соединений относительно среднего уровня.

Поскольку применение метода главных компонент позволило уменьшить число эффективных переменных (с 23 до 6), относительно легко на основании полученных скоров проб (координат каждой пробы в новом базисе) реализовать метод кластерного анализа.

Для анализа группировки данных в кластеры использовался метод Варда и евклидово расстояние. Другие методы показали несколько худший результат. Вначале отдельные данные проб рассматриваются как отдельные группы, затем две группы с наименьшим взаимным расстоянием

объединяются в новую группу, выполняется пересчет расстояний, этот процесс повторяется пока не осталось 3 группы. Ход процесса отражен на дендрограмме (рис.3).

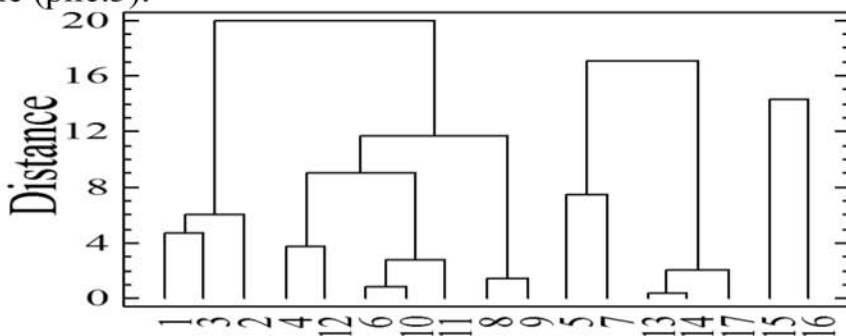


Рис. 3. Дендрограмма кластерного анализа

Анализ дендрограммы позволяет выделить пробу 16 и 15 в особую группу, остальные данные образуют еще две группы – всего три кластера. Структура кластеров хорошо просматривается уже для первых трех главных компонент (рис.4).

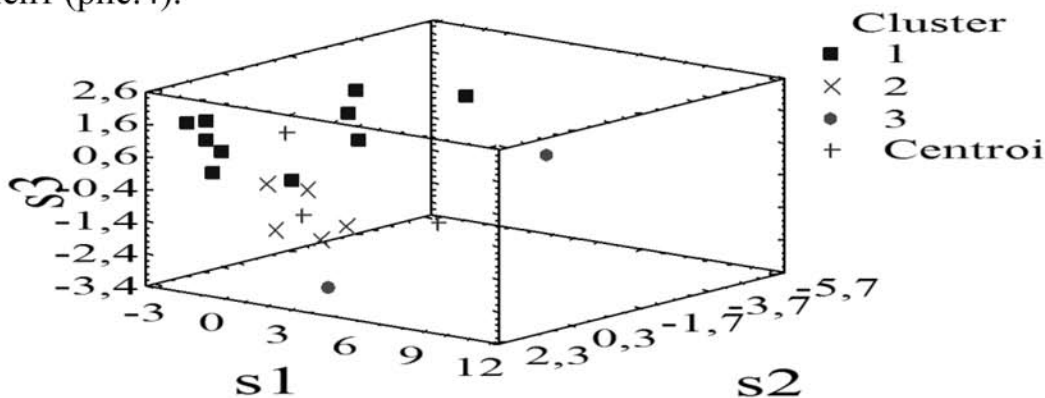


Рис. 4. Структура кластеров и группировка результатов анализа

Таким образом, применяемая процедура позволила выделить три основных вида поверхностной природной воды, со многими внутренними вариациями. Вода каждого из трех видов взаимодействует с другими компонентами экосистемы сходным образом. Характер антропогенных влияний здесь также подобен. Для воды каждого вида необходим индивидуальный способ водоподготовки при необходимости ее использования в бытовых и хозяйственных целях. Таким образом, у ингредиентных воздействий присутствует как количественный, так и качественный аспект – структура (рис.3, 4), что было показано на примере загрязнения гидросферы.

1. Медведева О.И. Практикум з охорони навколишнього середовища / О.И.Медведева, В.І. Жудіна, С.В. Красильникова, М.Н. Степанов, М.І. Стоянов, В.Г.Топуз, В.М. Шаригін. – Київ, ІСДО, 1994. – 229 с.
2. Афифи А. Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ / А. Афифи, С. Эйзен. – М.: Мир, 1982. – 486 с.