

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫХ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Лепихин А.П.

Горный институт УрО РАН, Россия

В общем случае, в силу своего генезиса, гидрохимические показатели качества воды поверхностных водных объектов образуют $(3+1)$ -мерное случайное поле. Наиболее полно и компактно оно может быть описано с помощью характеристических функционалов. Соответственно, регламентация состояния качества водных объектов должна строиться с использованием данных показателей. Однако в настоящее время наблюдение за их состоянием осуществляется по достаточно дискретной пространственно-временной схеме. При этом нормативные требования к состоянию качества водного объекта также относятся к некоторым дискретным точкам, как правило, без учета структуры внутрирядовой связности колебаний рассматриваемых ингредиентов. При преемственности данных допущений рассматриваемая проблема сводится, в определенной мере, к построению и анализу распределений $(N+1)$ -мерных функций распределений $P_N(t, C_1, C_2, \dots, C_N)$ декларируемых поллютантов для отдельных контрольных точек. Достаточно тесные корреляционные связи имеют поллютанты, характеризующиеся близким генезисом. В противном случае эти связи не являются статистически значимыми, а, следовательно, для данных ингредиентов $P_N(t, C_1, C_2, \dots, C_N) = P_1(t \cdot C_1) \cdot P_2(t \cdot C_2) \cdot \dots \cdot P_N(t \cdot C_N)$.

В простейшем случае изменение содержания рассматриваемых ингредиентов в какой-либо заданной точке водного объекта представляет собой одномерный случайный процесс, который на определенном временном интервале может рассматриваться как стационарный относительно первого и второго моментов. Случайный процесс достаточно полно, как известно, описывается совокупностью функций распределения и автокорреляции. Положенная в основу действующего мониторинга поверхностных водных объектов дискретная схема наблюдений с шагом $T_d \ll T_i$ (где T_i - характерное время изменения i -го ингредиента под воздействием естественных или антропогенных факторов) делает практически невозможным анализ автокорреляционной функции. Соответственно, продолжительности непрерывного «стояния» определенных концентраций нормируемых поллютантов в действующих российских нормативно-методических документах, связанных с регламентацией антропогенных воздействий на водные объекты [1,2], в отличие от ряда

зарубежных стандартов, в явном виде не учитываются. Поэтому в данном приближении характеристики изменения содержания химических веществ в воде водных объектов могут быть описаны достаточно полно на одномерных функциях распределения.

Использование статистических функций распределения гидрохимических показателей качества воды требуется при решении следующих задач:

- оценка корректности и обоснованности использования методов параметрического статистического анализа при анализе гидрохимической информации;
- построение эффективных, устойчивых показателей «характерных» значений содержания лимитирующих показателей качества воды как естественных, так и искусственных водных объектов;
- установление эффективных «статистических» фильтров отбраковки «испорченных», некорректных результатов анализов проб воды;
- оценка (расчет) экстремальных значений заданной обеспеченности лимитирующих показателей качества воды.

В настоящее время традиционные схемы статистического анализа гидрохимических показателей качества воды основываются, как правило, на параметрических методах статистики.

Данная ситуация приводит к тому, что несмотря на то, что статистические колебания химических показателей качества воды характеризуются существенной асимметрией, традиционные статистические оценки строятся на основе среднеарифметических значений. При этом они часто оказываются неэффективными из-за неустойчивости определяемых на их основе характеристик.

В настоящее время достаточно широко обсуждается вопрос о том, что функции распределения химических показателей качества воды не подчиняется нормальному закону распределения [3, 4, 5].

Поэтому при анализе эмпирических функций распределения, в первую очередь, проверялась их согласуемость с нормальным распределением. При этом в качестве критериев нормального распределения использовались следующие:

- критерий Колмогорова-Смирнова;
- критерий асимметрии;

- критерий Шапиро-Уилка.

Как следует из выполненной в [6] сравнительной оценки мощности, критерий Шапиро-Уилка по большинству показателей является наиболее эффективным.

Основные статистические расчеты были проведены на основе использования лицензионного программного продукта Statistica 6, а имитационное статическое моделирование с использованием программного продукта Mathcad 14, они позволяют достаточно просто и эффективно выполнить требуемые расчеты.

Литература

1. Методические указания по разработке нормативов допустимых воздействий. Утв. Приказом МПР России №328 от 12.12.2007 г.
2. РД 52.24.622-2001 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков.
3. Банникова О.А., Бычкова Е.Н. К вопросу об установлении региональных нормативов качества воды // Водное хозяйство России: Проблемы, Технологии, Управление – Екатеринбург, 2011, №6. С.54-68.
4. Лепихин А.П., Мирошниченко С. А. Анализ функциональных зависимостей между содержанием поллютантов, обусловленных техногенными факторами, и расходами водотоков-приемников //Водохозяйственные проблемы. Вып. 2. Екатеринбург, 1997. С.41-60.
5. Лепихин А.П., Мирошниченко С. А. Особенности задания «фоновой» концентрации в естественных водотоках // Водное хозяйство России: Проблемы, Технологии, Управление. Екатеринбург, 2002. Т3, №3. С.247-262.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.