

Дискуссии

Розенталь О.М., Александровская Л.Н.

КОРРЕКТНАЯ ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ – КРУПНАЯ ЗАДАЧА БЕЗОПАСНОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ (комментарии к рецензии на статью Розенталь О.М., Александровской Л.Н. «Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения». Гигиена и санитария. 2019; 98(5): 563-569. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-5-563-569>)

Общие вопросы

Основное содержание упомянутой в заголовке рецензии составляет обсуждение вопроса о влиянии загрязнений воды на здоровье человека. Эта, несомненно, важная проблема в рецензируемой статье не рассматривается, и ниже не обсуждается. Авторами решается более скромная задача оценки соответствия установленным требованиям качества воды источников питьевого водоснабжения – задача, трудности решения которой из-за непостоянства контролируемых показателей при малых выборках ранее основательно не рассматривались. Для решения этой задачи невозможно прямое сопоставление норматива (ПДК) и случайной величины (концентрации загрязняющего вещества). Необходим переход от детерминированных требований типа $C \leq \text{ПДК}$ к вероятностной их форме, когда вероятность $p\{C \leq \text{ПДК}\} \geq 1 - R$, где R – риск ошибки.

Отсюда – неизбежность установления допустимого риска, означающего, что исследователь вместо истинной величины вынужден довольствоваться тем, что подтверждение требований осуществляется с некоторой вероятностью. Таковы правила теории безопасности. Даже при самолетовождении допускаемый риск невыполнения требований не равен нулю! Отсюда – не принимаемый рецензентом, но очевидный «риск-ориентированный подход», и элементы прикладной математики.

Несправедливо утверждение уважаемого рецензента о том, что «Статья посвящена исключительно предмету математической статистики!» Вероятностно-статистический подход неизбежен для корректной оценки соответствия, в том числе в реальной задаче оценки вероятности (риска) нарушения требований, установленных для приведенной авторами статьи концентрации в воде Верх-Исетского озера железа и меди. Если бы рецензент предложил оценку допуска (в рецензии – «уровней допустимого воздействия... в конкретных условиях»), то можно было бы оценить также и объем необходимой для безопасного водоснабжения информации. А утверждение о том, что превышение ПДК для воды «недопустимо ни в какой промежуток времени» неприемлемо потому, что это невозможно доказать в условиях существующего периодического контроля.

Согласны, что переход к концепции приемлемого риска требует основательных преобразований сложившейся практики оценки качества воды. Однако, такой переход

предусмотрен 184-ФЗ «О техническом регулировании», и реализован в ряде предметных областей.

Технические вопросы

Авторы предложили простейшие методы решения задачи оценки соответствия воды санитарно-гигиеническим требованиям по малым выборкам, и на практическом примере исследовали его эффективность. В зависимости от наличия или отсутствия информации о виде и параметрах закона распределения вероятностей контролируемых показателей при оценке риска как вероятности нарушения санитарно-гигиенических требований используются параметрические и непараметрические методы. Первый, основанный на наиболее «слабой» метрологической шкале («соответствие–несоответствие»), является универсальным, однако, точность оценки при этом низкая. Параметрические методы требуют задания законов распределения вероятностей и оценки их параметров. При наличии достаточного объема измерений эти методы более эффективны, чем непараметрические.

Наиболее полные результаты могут быть получены для нормального закона распределения. При малых объемах измерений отличия реальных законов распределения от нормального выявить не удастся, поскольку в этом случае результаты измерений концентрируются в сравнительно узкой области вокруг их наиболее вероятного значения (мода). Впрочем, использование «смеси распределений» в нашей статье свободно также и от условия нормальности, т.к. оперирует лишь моментами распределений.

Изменение концентрации загрязняющих веществ отражает нестационарные случайные процессы в водной среде. Обработка результатов измерений в таких случаях по годам представляет собой ступенчатую аппроксимацию без учета «памяти» (инерционности) процесса с низкой точностью оценивания на каждой ступени. Здесь логично использовать опыт обработки результатов измерений нестационарных случайных процессов (метод скользящего среднего, метод экспоненциального забывания устаревших данных и др.). Фраза из рецензии «Призыв авторов к забыванию постепенно устаревающей информации противоречит основам анализа неопределенностей» идет в разрез с теорией анализа данных*. Предлагаемая в руко-

* Как можно для оценки текущей ситуации на 100% использовать устаревшие данные, отражающие иные экологические и экономические условия?

писи обобщенная форма объединенных оценок – классическая форма обработки результатов измерений процессов с постепенным «забыванием», зависящим от степени однородности объединяемых данных с учетом предыстории. При этом текущие оценки динамики процесса более гладкие по сравнению со ступенчатой аппроксимацией и обеспечивают более высокую точность оценивания.

Заключение

Авторы не ставили перед собой задачу написать основополагающую статью. Ее цель – показать на конкретных примерах, что простое объединение данных по мере их поступления не корректно. Необходим учет статистической однородности этих данных. При этом вопрос обоснования величины приемлемого для здоровья риска не поднимался. Однако, когда речь идет об оценках или о принятии решений на основе этих оценок, естественно возникает вопрос о точности оценивания и о достоверности решений. Случайные погрешности измерений концентрации большинства опасных загрязняющих воду веществ могут достигать $\pm 40\text{--}70\%$ и более. Поэтому при приближении результата измерений к ПДК с вероятностью иногда до 50% истинное значение может быть как меньше, так и больше ПДК. При анализе выборочных значений за определенный отрезок времени возникает погрешность, связанная с малым объемом выборки, усиленная за счет непостоянства состава воды, а решение «соответствует/

не соответствует» носит принципиально вероятностный характер.

К сожалению, методы статистического анализа до сих пор не стали привычным рабочим инструментом широких кругов специалистов. Это свидетельствует не только о нарушении вышеупомянутого ФЗ, но также о не выполнении требований основополагающего стандарта ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования» и многих других нормативных документов. Необходимо продвигать статистические методы в повседневную практику, в том числе путем публикаций. Поэтому для решения поставленной санитарно-гигиенической задачи рассмотрены лишь нашедшие широчайшее применение во многих предметных областях статистические методы (байесовский метод, известный в медицинской статистике, а также критерии статистической однородности); авторы предложили также их оригинальные модификации, доведенные на ряде числовых примеров.

Заметим еще, что детерминированный подход к оценке качества воды (требования типа $C \leq \text{ПДК}$) не только ли не корректен. Он также не позволяет обосновать необходимую степень доочистки воды, не дает информации о величине и частоте возможных несоответствий; при попытках решить эту и подобные задачи мы снова приходим к необходимости вероятностного рассмотрения, что и определяет актуальность рассматриваемой статьи.

