

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА

Б. Т. Курбанов

Национальный центр государственных кадастров, геодезии и картографии, Республика Узбекистан, bk1948@bk.ru

Рассматриваются используемые в настоящее время методы оценки качества поверхностных вод на территории Узбекистана. Методы оценки качества поверхностных вод не соответствуют современным требованиям. Указана необходимость совершенствования методов оценки качества поверхностных вод на территории Узбекистана. Методы оценки качества поверхностных вод, предложенные в статье, основаны на использовании большего объема исходной информации, и результаты этих оценок являются более достоверными. Предложена методика оценки качества поверхностных вод с учетом класса опасности ингредиентов.

Ключевые слова: экология, гидрология, качество поверхностных вод, здоровье населения, индекс загрязнения воды.

SOME PROBLEMS OF QUALITY ASSESSMENT OF SURFACE WATERS IN THE TERRITORY OF REPUBLIC OF UZBEKISTAN

B. T. Kurbanov

National Center of State Cadastre, Geodesy and Cartography, The Republic of Uzbekistan

The article analyzes the currently used methods for assessing the quality of surface waters in Uzbekistan. The currently used method of assessing the quality of surface water does not meet modern requirements. The necessity of improving the methods for assessing the quality of surface waters in Uzbekistan is indicated. The methods for assessing the quality of surface waters proposed in the article are based on using a larger amount of initial information and the results of these assessments are more reliable. A method for assessing the quality of surface water, taking into account the hazard class of ingredients, is proposed.

Keywords: ecology, hydrology, quality of the surface water, health of the population, index of pollution of water.

Введение

Усыхание Аральского моря, произошедшее за период двух поколений, привело к беспрецедентному негативному воздействию на экологию Центральной Азии и оказало негативное воздействие всему населению региона. На обсохшем дне моря, некогда служившим природно-климатическим регулятором Приаралья, возникла песчано-соляная пустыня Аралкум площадью более 5,7 млн гектаров. Аральский кризис привел к резкому дефициту и высокой загрязненности речных вод, используемых для питьевого водоснабжения и орошения, серьезному ухудшению

здоровья населения, росту детской смертности и др. [1]. По данным ВОЗ, заболеваемость населения в мире на 50 % обусловлена именно качеством питьевой воды. В Республике Узбекистан сохраняется высокий уровень заболеваемости взрослого населения и детей. Удельная водообеспеченность в Узбекистане в связи с ростом численности населения продолжает оставаться острой проблемой. Чрезмерное загрязнение водных ресурсов, их нерациональное использование привели к сложной ситуации со снабжением питьевой водой и ее качеством. Загрязнение источников питьевого водоснабжения в Узбекистане привело к высокому уровню заболеваний печени, почек, нервной системы. Наиболее критическое положение со снабжением питьевой водой и с ростом заболеваемости, вызванным ее употреблением, приходится на Навоийскую, Хорезмскую, Сурхандарьинскую области и на Каракалпакстан [6]. Дефицит питьевого водоснабжения порой вынуждает население бросать свои дома и уезжать в более благоприятные с точки зрения питьевого водоснабжения районы страны. На рис. 1 приведен пример заброшенного селения в Сурхандарьинской области в 20 км к югу от Пачкамарского водохранилища.

В Нукусе в 100 % проб поверхностных вод и в 75 % проб из подземных источников обнаруживали вирусы, 28—75 % проб из подземных источников были нестандартны по коли-индексу, а 15—21 % проб содержали патогенные бактерии. В Хорезмской области прослеживалась связь между наличием возбудителей кишечных инфекций в водных объектах и заболеваемостью населения [1, 10]. Действующий в настоящее время в Республике Узбекистан мониторинг за водными объектами хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения требует совершенствования, так как не гарантирует эпидемической безопасности [11].

Наблюдаются ряд негативных социально-экономико-экологических проблем для жителей Приаралья, высокая детская и материнская смертность [13]. В регионе реки подвержены загрязняющему влиянию животноводческих, коммунально-бытовых, промышленных стоков и стоков коллекторно-дренажных вод. В пределах Республики в поверхностные водотоки поступают загрязненные сточные



Рис. 1. Заброшенное селение в 20 км к югу от Пачкамарского водохранилища (фото 2018 г.). Население покинуло жилища из-за отсутствия питьевого водоснабжения.



Рис. 2. Республика Узбекистан. Территории с плохим, очень плохим и чрезвычайно плохим качеством поверхностных вод (выделены сиреневым цветом).

воды более чем 5 тыс. объектов водопользователей, которые составляют примерно 20 % общего водоотведения в открытые водные объекты [14].

На рис. 2 сиреневым цветом выделены территории с плохим, очень плохим и чрезвычайно плохим качеством поверхностных вод в Узбекистане.

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности проведения исследований по оценке качества поверхностных вод и совершенствования используемых методов. Основной целью исследования является совершенствование методов оценки степени загрязнения поверхностных вод в Узбекистане, в том числе с учетом класса опасности ингредиентов.

Методологические вопросы оценки качества поверхностных вод

Комплексная оценка качества воды по гидрохимическим показателям в Узбекистане производится по индексу загрязнения воды (ИЗВ). В основе расчета ИЗВ лежит методика, разработанная в Управлении наблюдений и контроля загрязнения окружающей среды Государственного комитета СССР по гидрометеорологии [4]. Напомним, что под предельно допустимой концентрацией (ПДК) понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного

времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, *устанавливаемых современными методами исследований*, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений [7]. Значения ПДК, устанавливаемые на основании экспериментальных данных о токсичности и иных приводящих обстоятельств, не одинаковы в разных странах и периодически пересматриваются на основании последних научных исследований и разработок.

Как было отмечено выше, для оценки ИЗВ используют методику, разработанную еще в советские времена [4]. По данной методике ИЗВ рассчитывается по шести гидрохимическим показателям — содержанию растворенного кислорода, БПК и четырех загрязняющих веществ, имеющих наиболее высокие по отношению к ПДК показатели. Данные четыре ингредиента выбираются из нескольких десятков, по которым проводится анализ в Узгидромете. ПДК устанавливаются из расчета, что существует некое предельное значение вредного фактора, ниже которого пребывание в данной зоне (или, например, использование продукта) совершенно безопасно и при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Исследования самого последнего времени привели к выводу об отсутствии нижних безопасных порогов (а следовательно, ПДК) при воздействии некоторых ингредиентов, в частности канцерогенов и ионизирующей радиации. Список таких ингредиентов постоянно пополняется. Любое превышение ими привычных природных фонов опасно для живых организмов, хотя бы генетически в цепи поколений [9]. Следовательно, используемые для расчета ИЗВ значения ПДК не являются истиной в последней инстанции. Значения ИЗВ по методике [4] для разных створов могут быть рассчитаны по разным ингредиентам. Данный факт вызывает определенные сомнения в сопоставимости результатов расчетов ИЗВ и оценки степени загрязнения поверхностных вод для разных створов. В этой ситуации достоверность оценок ИЗВ, по мнению автора, может быть повышена, если привлечь к анализу все ингредиенты с ПДК больше единицы:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{P_i}, \quad (1)$$

где K — концентрация ингредиентов; C_i — значение i -го ингредиента; P_i — ПДК i -го ингредиента; n — число всех ингредиентов, превышающих ПДК.

Как было отмечено выше, негативное воздействие на организм человека могут оказывать ряд ингредиентов, не превышающих ПДК, и список таких ингредиентов постоянно пополняется. Если исходить из предположения, что даже в тех случаях, когда содержание отдельных ингредиентов не превышает ПДК, они могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека, целесообразно для анализа и оценки степени загрязнения поверхностных вод использовать все ингредиенты, по которым проводится анализ. В этом случае концентрация ингредиентов рассчитывалась по формуле

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{C_i}{P_i}, \quad (2)$$

где N — число всех анализируемых ингредиентов.

В настоящее время при оценке качества поверхностных вод все чаще используется «вероятностный» подход, развиваемый ЕРА (Управлением по охране окружающей среды США) с начала 1980-х годов [7]. В этой концепции учтена возможность совместного действия вредных факторов, причем их весовые коэффициенты могут изменяться в зависимости от симбатности (мера схожести зависимостей) или аддитивности (величина, относящаяся к системе в целом, равна сумме величин, относящихся к ее составным частям) этих факторов. Такой подход исключает использование жестко фиксированных ПДК — их заменяют специальными исследованиями оценки риска, более обоснованными и информативными. В предельном случае оценка риска может дать и значения лимитов на концентрации (уровни) вредных факторов, совпадающие с ПДК.

В предлагаемой ниже методике оценки степени загрязнения поверхностных вод учитывается класс опасности через повышающие весовые коэффициенты. Напомним, что класс опасности — величина, позволяющая классифицировать вещества по уровню их вредного воздействия. При установлении этой величины опираются сразу на несколько показателей. Перечень значений и правила присвоения степени опасности определяются ГОСТом 12.1.007–76. Показатели концентраций, способных вызвать летальный исход при различных способах введения вещества в организм являются основными при определении степени опасности. Решающим считается тот показатель, который соответствует более высокому классу [2]. Например, чрезвычайно опасные вещества первого (1) класса даже в малом количестве способны вызвать летальный исход. Для человека смертельной станет пероральная доза, равная всего в 15 мг на 1 кг массы тела. В случае воздействия через кожу летальным станет количество около 100 мг на 1 кг. Предельно допустимая концентрация таких соединений в воздухе — менее 0,1 мг на 1 м³ [2].

Как было отмечено выше, на основе новейших исследований в развитых странах ПДК для различных ингредиентов периодически пересматриваются и уточняются. Необходимость пересмотра методов оценки степени загрязнения поверхностных вод отмечают многие исследователи. Об этой проблеме говорится и в Национальном докладе об использовании и охране водных ресурсов в Республике Узбекистан [14], где указана необходимость разработки современных критериев для оценки качества воды и устойчивости, связанных с водным фактором экосистем.

В работе [5] на основе анализа ряда методик по оценке качества поверхностных вод было предложено использовать метод В.В. Шабанова [12]. Основным отличием предлагаемой модели является введение показателя кратности сверхнормативного загрязнения, который, с одной стороны, характеризует загрязненность воды без учета гидрохимического фона, а с другой стороны, может определяться через составляющие водохозяйственного баланса.

По предлагаемой автором методике [3] расчет ИЗВ производится по всем ингредиентам, значения которых превышают ПДК, по формуле

$$I = K_1 K_2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{P_i}, \quad (3)$$

где I — значение ИЗВ; $K_1 = 0,1n + 0,4$; K_2 — коэффициент, учитывающий степень опасности ингредиентов для здоровья человека; C_i — значение превышения ПДК концентрацией i -го ингредиента; P_i — значение ПДК; N — число ингредиентов с ПДК более единицы.

Значения коэффициента K_2 были определены с привлечением экспертов, хорошо знакомых с исследуемой проблематикой (табл. 1).

Таблица 1

Значения коэффициента K_2			
N	1—3	≥ 4	
Класс опасности	III, IV	Один ингредиент I или II класса, остальные III и IV класса	Не менее одного ингредиента I класса и одного ингредиента II класса или три ингредиента II класса, остальные III и IV класса
K_2	1,0	1,2	1,5

Примечание. N — число ингредиентов, концентрация которых превысила ПДК.

Выводы

Предлагаемые методики основаны на расчете ИЗВ по большему объему информации с учетом дополнительных параметров, в частности класса опасности ингредиентов. В опытном порядке по методикам, описываемым формулами (1) — (3), были построены карты районирования территории Узбекистана по качеству поверхностных вод.

Пример разработанной по формуле (2) гидроэкологической карты Республики Узбекистан представлен на рис. 3. Карта построена по многолетним данным на программно-технологических комплексах INTERGRAPH и ArcGIS. Исходными материалами послужили данные всех гидрометеорологических постов Республики Узбекистан за 1997—2006 гг. Общее число постов составило около 110. Это значение является приблизительным, поскольку число гидрометеорологических постов за период исследований изменялось. Районирование территории проводилось по пяти градациям загрязнения поверхностных вод — на рис. 3 каждой из них соответствует свой цвет:

- чистая (ИЗВ менее 1) — темно-зеленый,
- слабо загрязненная (1—2) — светло-зеленый,
- загрязненная (2—3) — желтый,
- сильно загрязненная (3—4) — оранжевый,
- чрезвычайно сильно загрязненная (ИЗВ более 4) — красный.

Серым тоном выделены территории, где отсутствует постоянный поверхностный сток.

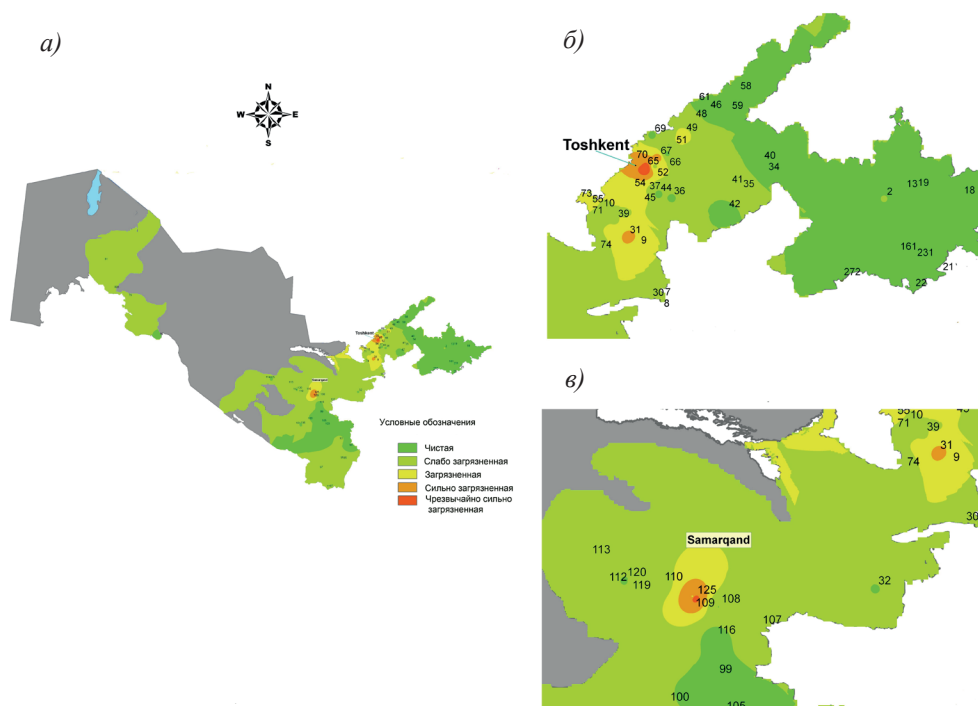


Рис. 3. Карта гидроэкологического районирования территории с выявлением наиболее проблемных территорий в густонаселенных районах.

Были выявлены наиболее проблемные территории, требующие незамедлительных действий по устранению источников сильных загрязнений. Эти территории показаны крупным планом на рис. 3 б) (Ташкент) и 3 в) (Самарканд).

Естественно, предлагаемые методики нуждаются в дальнейших уточнениях, но в целом, по мнению автора, позволяют получить более достоверную оценку степени загрязнения поверхностных вод по сравнению с используемой в настоящее время.

Список литературы

1. Гаевая Т.Я., Писарева В.Н. Экологическая ситуация в Узбекистане, 1995 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://igpi.ru/e404.html>. Дата обращения: 02.03.19.
2. Классы опасности вредных химических веществ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vtothod.ru/klassy/klassy-opasnosti-vrednyh-himicheskikh-veshhestv-i-othodov>. Дата обращения: 03.03.19.
3. Курбанов Б.Т. и др. Способ комплексной оценки качества речных вод. Государственное патентное ведомство РУз. Предварительный патент № IDP 04390.

4. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М., 1988. 11 с.
5. Мягкова Н.В. Возможности совершенствования методов оценки качества воды в Республике Узбекистан [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-sovershenstvovaniya-metodov-otsenki-kachestva-vody-v-respublike-uzbekistan>. Дата обращения: 12.02.19.
6. Норматова Ш.А., Аишурова М.Д., Эрматова Г.А., Хожиматов Х.О., Султонов Г.Н., Болтабоев У.А. Актуальные проблемы экологии и здоровья населения в Узбекистане [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://publikacia.net/archive/2014/5/2/60ч>. Дата обращения: 03.03.19.
7. Предельно допустимая концентрация [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>. Дата обращения: 02.03.19.
8. Рафиков В.А. Проблемы Аральского моря. Что дальше? /В сб.: Доклады междунар. науч. конф. «Геофизические методы решения актуальных проблем современной сейсмологии», посвященной 150-летию Ташкентской научно-исследовательской геофизической обсерватории. Ташкент, 15—16 октября 2018 г. С. 377—382.
9. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
10. Фонд защиты генофонда Приаралья [Электронный ресурс]. Режим доступа: > Эволюция Аральского моря. aralgenofond.org. Дата обращения: 11.01.19.
11. Усманов И.А., Ходжаева Г.А., Мусаева А.К. К вопросу совершенствования мониторинга водных объектов в Узбекистане [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-sovershenstvovaniya-monitoringa-vodnyh-obektov-v-uzbekistane>. Дата обращения: 02.03.19.
12. Шабанов В.В., Маркин В.Н. Методика эколога-водохозяйственной оценки водных объектов. М.: ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014. 162 с.
13. Экологическая катастрофа Аральского моря [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.godmol.ru. Дата обращения: 23.01.19.
14. Uzbekistan National Report. Seminar on the role of ecosystems as water suppliers (Geneva, 13—14 December, 2004) / Национальный доклад об использовании и охране водных ресурсов в Республике Узбекистан [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://nauka.x-pdf.ru/17raznoe/606568-1-seminar-the-role-ecosystems-water-suppliers-geneva-13-14-december-2004-uzbekistan-national-report-nacionalniy-d.php>. Дата обращения: 12.03.19.