

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА Р. РАЗДАН ЗА 2006-2011 ГГ.

Проведена комплексная оценка качества воды р. Раздан с учетом естественных процессов самовосстановления водного режима за период 2006-2011 гг. Для расчетов уровня загрязненности были выбраны индексные методы оценки качества воды: удельно-комбинаторный индекс качества воды (УКИКВ) и канадский индекс качества воды (КИКВ); в качестве индикатора самовосстановления использован кислородный режим воды реки. Полученные данные показали, что в верхних и средних стоках реки качество воды соответствует 3 загрязненному классу, и этот уровень остается неизменным в течение наблюдаемого периода. В нижних стоках качество воды реки соответствует 4, грязному и 5 экстремально грязному классу. Переход между 4 и 5 классами обусловлен процессами самовосстановления, что также подтверждает изменение кислородного режима.



Введение

Экосистемы обладают способностью к самовосстановлению — экологической емкостью. За счет внутренних химико-биологических и физических процессов экосистемы наделены способностью нейтрализовать или значительно смягчать отрицательное влияние антропогенных нагрузок и естественных факторов. Эта способность имеет пределы, превышение которых приводит к структурным и функциональным перестройкам систем, а затем и к их деградации и гибели. Последнее существенно отражается на водных экосистемах, которые при периодически возрастающей антропогенной нагрузке загрязняются

М.Г. Петросян*,
соискатель,
Ереванский государственный университет

значительным количеством химических веществ, при этом расширяется и перечень загрязняющих ингредиентов. В результате данный водный объект становится непригодными для водопользования [1-3].

При экологической оценке состояния водных экосистем важен выбор методов, комплексно оценивающих качество воды, а также определение экологической емкости системы. Для этих целей в настоящее время преимущество дается индексным методам качества воды (**ИКВ**). ИКВ созданы для обобщения начальных экологических данных мониторинга водных объектов в единичном модуле, который характеризует уровень загрязненности воды по многолетней или кратковременной динамике. ИКВ различаются по структуре, степени сложности, совершенности, применимости и используемым подходам [1-4].

*Адрес для корреспонденции: marglian83@mail.ru

В данной работе для оценки экологического состояния р. Раздан с учетом естественных процессов самовосстановления водного режима были выбраны два индекса качества воды: удельно-комбинаторный индекс качества воды (**УКИКВ**) и канадский индекс качества воды (**КИКВ**), а в качестве индикатора самовосстановления — кислородный режим воды реки.

КИКВ и УКИКВ

Эти индексы качества воды обобщают многолетнюю базу данных мониторинга по математическим квадратным уровням. Индексы имеют широкий спектр выбора показателей качества воды, которые могут иметь для КИКВ гидрохимический и биохимический характер, а для УКИКВ — гидрохимический и гидрологический характер. В обоих методах учитывается кратность превышения предельно допустимых концентраций (**ПДК**) загрязнителя и повторяемость случаев загрязненности. В зависимости от используемых ПДК можно определить степень пригодности водного ресурса для использования в питьевых, рекреационных, оросительных, рыбоводных и др. целях [4].

Методы рассчитаны на использование минимального числа показателей (4) при данных четырехкратного анализа, а верхний предел не ограничен, но нужно также учитывать, что при использовании множественных показателей реальная картина экологического состояния данного водного объекта искажается [4, 5].

По значениям КИКВ качество воды распределяется на 5 классов: 1 — условно чистая (КИКВ = 100-95), 2 — слабо загрязненная (КИКВ = 94-80), 3 — загрязненная (КИКВ = 79-65), 4 — грязная (КИКВ = 64-45), 5 — экстремально грязная (КИКВ = 44-0) [4, 5], по значениям УКИКВ (также на 5 классов, но по нескольким категориям): 1 — условно чистая, 2 — слабо загрязненная, 3 — загрязненная (3а и 3б категории), 4 — грязная (4а, 4б, 4д и 4г категории) и 5 — экстремально грязная [3, 4].

Во избежание решения сложных математических уравнений создана специальная электронная программа в excel формате: «Электронная модель расчета индексов качества воды» [6].

Целью данной работы является:

- оценить степень загрязненности вод р. Раздан по КИКВ и УКИКВ за 2006-2011 гг.;
- определить изменение качества воды по руслу реки и по годовой динамике;

Ключевые слова: комплексная оценка, индекс качества воды, самовосстановление, антропогенная нагрузка, кислородный режим

• выявить способность к самовосстановлению реки по индексным значениям и по изменению кислородного режима.

Гидрологическая характеристика р. Раздан

Р. Раздан — одна из самых больших и многоводных левых притоков р. Аракс. Длина реки 141 км, площадь водосбора 7310 км² (без бассейна оз. Севан — 2560 км²). Общее ее падение около 1000 м, средний годовой сток 0,71 км³. Истоком реки считается канал, отводящий воду из оз. Севан к подземной Канакерской ГЭС (в результате создания Севано-Разданского гидроэнергетического ирригационного комплекса). Река течет в обвалованном русле по густо населенной местности и, орошая поля Араратской долины, впадает в р. Аракс. На верхних течениях реки построены несколько гидро- и тепло-электростанций, а на участке нижнего течения р. Раздан стоит г. Ереван — столица Республики Армения. Средний сток в черте г. Еревана является активной зоной отдыха [7].

Материалы и методы исследования

Гидрохимические исследования воды реки проводились в 2006-2011 гг. в 7 пунктах наблюдения: №51 — 13 км выше г. Раздан, около с. Гегамаван, №52 — 0,5 км ниже села Кахси, №53 — 0,5 км ниже с. Аргел, №54 — 0,5 км ниже Разданского ГЭС, №225 — на окраинах г. Еревана, около с. Геганист, №55 — 6 км ниже г. Еревана, около с. Дарбник, №56 — в устье реки. В отобранных пробах воды определялись 34 гидрохимических показателя: O₂, pH, БПК₅, ХПК, N-NO₂⁻, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, SO₄²⁻, Cl⁻, PO₄³⁻, минерализация, общий фосфор, Si, B, Al, Na, K, Mg, Ca, Br, Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Cd, Se, V, Ni, Co, Pb, As, Ba, Sb, Mo для расчетов индексными методами [6]. Отбор проб, консервирование и измерение параметров проводились согласно ISO и EPA стандартам [8, 9]. Элементный анализ воды проводился ИСП (индуктивно-связанная плазма) масс-спектрометрическим методом [8]. Для исследований были использованы деионизированная вода с удельной электропроводимостью 18,2 мегаом·см⁻¹ и азотная кислота (марки CORCO CHEMICAL CORP., US) двойной дистилляции. Все используемые стандартные растворы производства Fisher ChemAlert, US. Для ИСП

Таблица 1

Значения УКИКВ и класса загрязнения для пунктов наблюдения р. Раздан за 2006-2011 гг.

№ пункта наблюдения	Значения УКИКВ и класс загрязнения											
	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
51	2,5	III	2,9	III	2,4	III	2,1	III	2,3	III	2,3	III
52	3,8	III	4,1	IV	3,2	III	2,9	III	2,9	III	3,3	III
53	3,7	III	3,6	III	3,1	III	2,9	III	3,0	III	3,0	III
54	3,7	III	3,1	III	3,2	III	2,9	III	3,8	III	4,0	IV
225	4,4	V	4,7	V	5,2	V	4,6	V	4,9	V	4,2	IV
55	5,5	V	5,2	V	4,8	V	4,8	V	4,6	V	4,6	V
56	4,0	IV	4,2	IV	4,1	IV	3,9	IV	4,2	IV	4,0	IV

масс-спектрометрического анализа в качестве несущего газа был использован 99,998 % аргон («УРАЛТЕХГАЗ», РФ).

Индексные расчеты основывались на рыбохозяйственных ПДК [10].

Результаты и их обсуждение

По данным гидрохимических исследований, было оценено качество и уровень загрязненности воды р. Раздан по УКИКВ и КИКВ за период 2006-2011 гг. (табл. 1, 2). Согласно полученным данным верхний и средний стоки р. Раздан (до с. Геганист) по УКИКВ соответствуют 3, загрязненному классу (табл. 1), а по КИКВ варьируют от 3 загрязненного до 4 грязного класса (табл. 2).

Комплексная гидрохимическая оценка вод р. Раздан показала, что уровень загрязненности воды в верхних и средних стоках реки почти не меняется, несмотря на постепенное увеличение значений УКИКВ и уменьшение значений КИКВ по течению

реки (табл. 1, 2). Такие изменения индексных значений свидетельствуют о том, что несмотря на наличие естественных процессов самовосстановления, воды реки по течению вниз постоянно подвергаются увеличивающейся антропогенной нагрузке, что постепенно приводит к ухудшению качества вод.

Верхний и средний стоки р. Раздан протекают по сельской местности и орошаемым полям, подвергаясь диффузному антропогенному загрязнению [11].

В нижних стоках р. Раздан (пункты наблюдения №№225, 55, 56) качество воды по обоим индексам резко ухудшается в пунктах №225, №55 до 5, экстремально грязного класса (по КИКВ в пункте №225 вода соответствует 4, грязному классу), в связи с протеканием реки по г. Ереван (табл. 1, 2), а уже в устье реки (пункт №56) значительно улучшается до 4, грязного класса.

Речной сток реки в пунктах наблюдений №225 и №55 находится под воздействием высокой антропогенной нагрузки. Пункт №225 находится сразу после выхода реки от водоочистой станции «Аэрация» г. Еревана, куда сбрасываются коммунально-бытовые

Таблица 2

Значения КИКВ и класса загрязнения для пунктов наблюдения р. Раздан за 2006-2011 гг.

№ пункта наблюдения	Значения КИКВ и класс загрязнения											
	2006		2007		2008		2009		2010		2011	
51	81,1	II	62,7	IV	67,7	III	71,2	III	64,3	IV	71,0	III
52	56,5	IV	52,1	IV	65,0	III	70,2	III	65,9	III	65,2	III
53	54,8	IV	53,2	IV	62,4	IV	66,5	III	64,9	IV	65,6	III
54	58,0	IV	61,4	IV	62,3	IV	62,8	IV	49,9	IV	52,2	IV
225	47,3	IV	46,0	IV	48,2	IV	48,5	IV	38,0	V	51,6	IV
55	39,8	V	43,0	V	42,7	V	44,9	V	45,7	IV	49,0	IV
56	52,2	IV	51,9	IV	50,8	IV	53,6	IV	48,8	IV	53,3	IV

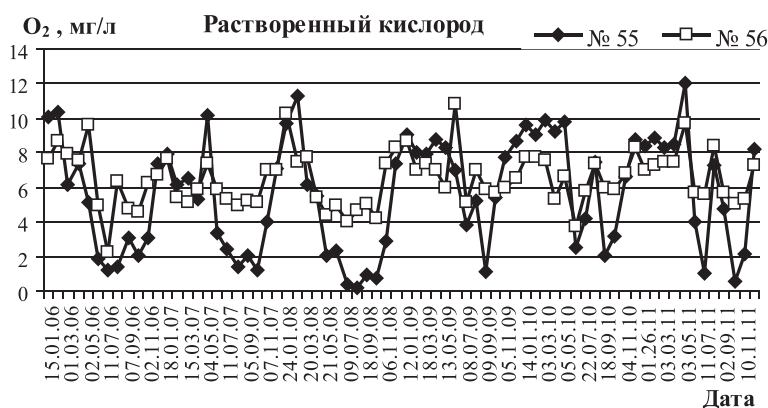


Рис. 1. Изменение кислородного режима в нижних стоках р. Раздан за 2006-2011 гг.

и сточные воды от малых промышленных предприятий. Учитывая, что водоочистная станция города работает не в полную мощность и осуществляет лишь частичную механическую очистку, можно предположить, что сточные воды сбрасываются в реку неочищенными. От пункта наблюдения №55 до устья реки антропогенная нагрузка на реку значительно уменьшается, но, имея ввиду, что эта часть реки течет по густо населенной местности (большинство — малые села) и проходит по орошаемым полям, то полное ее исключение также невозможно [11].

Сравнивая индексные значения, полученные для нижних стоков р. Раздан, видно, что качество воды в пункте №56 по сравнению с пунктом №55 улучшается, в среднем, в 1,2 раза. Такое улучшение качества вод реки можно охарактеризовать как следствие природных самовосстанавливающих процессов. Способность к самоочищению воды в реке можно наблюдать только на расстоянии между пунктами №55 и №56 (протяженность 17 км), где резко уменьшается сильная антропогенная нагрузка и действие самовосстанавливающих процессов играет значительную роль.

В качестве индикатора самовосстанавливающих процессов в работе рассматривается кислородный режим реки (рис. 1). Кислород в природных водах участвует в окислительно-восстановительных и в дыхательных процессах водных организмов. Он является важным фактором при окислении органических загрязнителей, участвует в радикальных и химических процессах в природных водах.

Многолетние данные о кислородном режиме реки показали четкое сезонное варьирование концентраций растворенного кислорода в воде. Его максимальные

концентрации наблюдаются зимой, а минимальные — летом. В летний период в нижних стоках реки отмечена сильная нехватка растворенного кислорода из-за уменьшения аэрационных процессов (уменьшение водных объемов и расхода воды реки) и загрязнения коммунально-бытовыми сточными водами. В летний период в пункте №55, после впадения городских сточных вод г. Еревана, уровень кислорода падает до нулевых значений, что чрезвычайно опасно для жизни водных организмов.

По течению вниз от с. Дарбник (пункт наблюдения №55) до устья реки концентрация растворенного кислорода в летний и осенний период увеличивается, в среднем, в 3,5 раза, а в зимний и весенний период не имеет заметного изменения. Этот факт свидетельствует о том, что процессы самоочищения воды в реке быстрее протекают в летние месяцы.

Заключение

Обобщая полученные данные по индексным методам и по кислородному режиму, можно заключить, что при резких уменьшениях высоких антропогенных нагрузок на природные воды химико-биологические и физические процессы внутри водоемов играют существенную роль в самовосстановлении природного состояния водной экосистемы. Не исключается также вклад самовосстановительных процессов при наименьших антропогенных нагрузках. В данном случае выявление способности к самовосстановлению водной экосистемы значительно усложняется.

Литература

1. Порядин А.Ф. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды / А.Ф. Порядин, А.Д. Хованский. М.: Прибой, 1996. 350 с.
2. Калинин М.Ю. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / М.Ю. Калинин, А.Г. Ободовский. Минск: Белсэс, 2003. 269 с.
3. Никаноров А.М. Научные основы мониторинга качества воды. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2005. 576 с.
4. Маргарян Л.А. Сравнение Канадского и Удельно-комбинаторного индексов качества

воды при оценке загрязненности р. Раздан / Л. А. Маргарян, С. Г. Минасян, Г. П. Пирумян // Журнал «Вода и экология. Проблемы и решения». 2008. 3 (36), с. 57-64.

5. Saffran K. Canadian Water quality guidelines for the protection of aquatic life. CCME water quality index 1.0. / Saffran K., Cash K., Hallard K. Users Manual.: Canadian Council of Ministers of the environment. 2001. 5 p.

6. Маргарян Л. А. Комплексная оценка качества поверхностных вод при помощи компьютерного моделирования / Л. А. Маргарян, С. Г. Минасян, Г. П. Пирумян // Вода и экология: проблемы и решения. 2009. 3 (40). С. 50-61.

7. Чилингарян Л. А. Гидрография рек и озер Армении / Л. А. Чилингарян, Б. П. Мнацаканян, К. А. Агабабян, О. В. Токмаджян. Ереван: Агротресс. 2002. 50 с.

8. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20th edition USA. Edited by Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton. 1998. p. 411

9. Фомин Г. С. Вода: контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. М.: Изд-во «Энциклопедический справочник», 2000. 370 с.

10. Рыбоохрана. Сборник нормативных актов. Министерство рыбного хозяйства СССР, Москва: Юрид. Лит, 1988. 370 с.

11. Мелкумян С. Экономическая и социальная география Республики Армения и Нагорного Карабаха. Ереван: Изд-во «Зангак-97», 2005. 448 с.



M.G. Petrosyan

DETERMINATION OF SELF-REGENERATION CAPACITY OF HYDROCHEMICAL REGIME OF THE HRAZDAN RIVER OVER A PERIOD OF 2006-2011 YEARS

Complex assessment of water quality of the Hrazdan River was carried out taking into account natural processes of self-regeneration of hydrochemical regime over a period of 2006-2011 years. Pollution level was calculated using water quality indexes such as specific-combinatorial and Canadian. Also river oxygen regime was used as indicator of self-regeneration. Obtained data show that water quality in upper and middle river flow conforms to third contamination class and this level is constant. Water quality in lower flow conforms to fourth and fifth classes (polluted and acute polluted water). Transfer from fourth to fifth class determinates by self-regeneration and oxygen regime changes prove it.

Key words: complex assessment, water quality index, self-regeneration, anthropogenic power, oxygen regime.