

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ИОННОГО СТОКА РЕК АЗЕРБАЙДЖАНА

М. А. Абдуев

Институт Географии НАНА

Введение

Работа посвящена описанию многолетних изменений гидрохимического режима и ионного стока рек Азербайджана и определению возможных причин этих изменений. В основе изучения многолетних изменений гидрохимического режима лежит вычисление средних годовых взвешенных по стоку концентраций главных ионов и минерализации, выделение из полученных рядов линейных и нелинейных трендов, расчет различных характеристик многолетних изменений с использованием линейного тренда. Ранее нами было показано [1], что для оценки многолетних изменений при обработке больших массивов гидрохимической информации удобно использовать относительные многолетние изменения – отношение изменения концентраций (по линейному тренду) за весь период наблюдений к средней концентрации за первые пять лет наблюдений.

Материалы

В данной статье приведены результаты обобщения и анализа гидрохимических данных по рекам Азербайджана [4, 5]. Для изучения направленности процессов изменения гидрохимического режима рек был выбран период 1950–2008 гг. Для анализа изменения гидрохимического режима рек за указанный период использовались данные на 39 пунктах с периодами наблюдений 25–40 лет. Эти пункты относительно равномерно распределены по территории Азербайджана и расположены на основных реках республики.

Результаты и обсуждение

Анализ относительных многолетних изменений концентраций главных ионов для рек Азербайджана показывает, что они могут достигать очень больших значений для рек с длинными рядами наблюдений. Так, относительные многолетние изменения для рядов средних годовых концентраций хлоридов, сульфатов, натрия и калия в воде 20 рек, наблюдения за химическим составом которых продолжались не менее 30 лет, обычно превышают 100–150 мг/л, достигая в отдельных случаях 400–500 мг/л. Рост концентраций отмечается и для всех остальных ионов: магния – от 30 до 78 мг/л, кальция – от 27 до 57 мг/л и гидрокарбонат-иона – от 15 до 70 мг/л. Минерализация воды рассматриваемой группы рек возрастает на 45–165 мг/л, а водный сток для большинства рек имеет тенденцию к убыванию. Концентрации всех главных ионов увеличиваются также и на других реках. Для рек с рядами наблюдений от 17 до 28 лет, как правило, имеет место тенденция к возрастанию концентраций суммы натрия и калия, сульфат- и хлорид-ионов и уменьшению концентраций гидрокарбонат-иона, кальция, магния, а также суммы ионов. Для исследуемых рек имеется много общего в характере многолетних изменений концентрации одноименных ионов. Вместе с тем характер многолетних изменений концентрации хлорид-иона существенно отличен от такового для сульфат-иона. Так, для хлорид-иона незначительное увеличение концентраций начинается в середине 60-х гг. и продолжается до середины 70-х, после чего в течение 4–6 лет происходит резкое (в 2–4 раза) увеличение концентрации. С начала 80-х гг. рост прекращается и происходит довольно существенное уменьшение концентрации хлоридов. Что касается сульфатов, то увеличение их концентрации в воде рек Азербайджана началось с середины – конца 60-х гг. и продолжалось примерно с одинаковой интенсивностью до середины 80-х, после чего наблюдается стабилизация концентрации или незначительное ее увеличение (рис. 1).

Гидрохимический режим исследуемых рек можно считать ненарушенным (условно-естественным, фоновым) только до середины – конца 60-х гг. [2]. Масштабное строительство водохозяйственных систем и их эксплуатация начались после середины 60-х гг. XX в. Это привело к расширению орошаемых площадей почти в 2,5 раза. В результате произошли большие изменения в гидрохимии поверхностных вод в количественном и качественном отношении. Таким образом, в

настоящее время при оценке антропогенного воздействия нужно пользоваться данными продолжительностью не менее 45–50 лет. Использование для этой цели более коротких рядов относительно малоинформативно и характеризует изменение интенсивности антропогенного воздействия в современный период, а не его значение по отношению к фоновому (условно-естественному) состоянию.

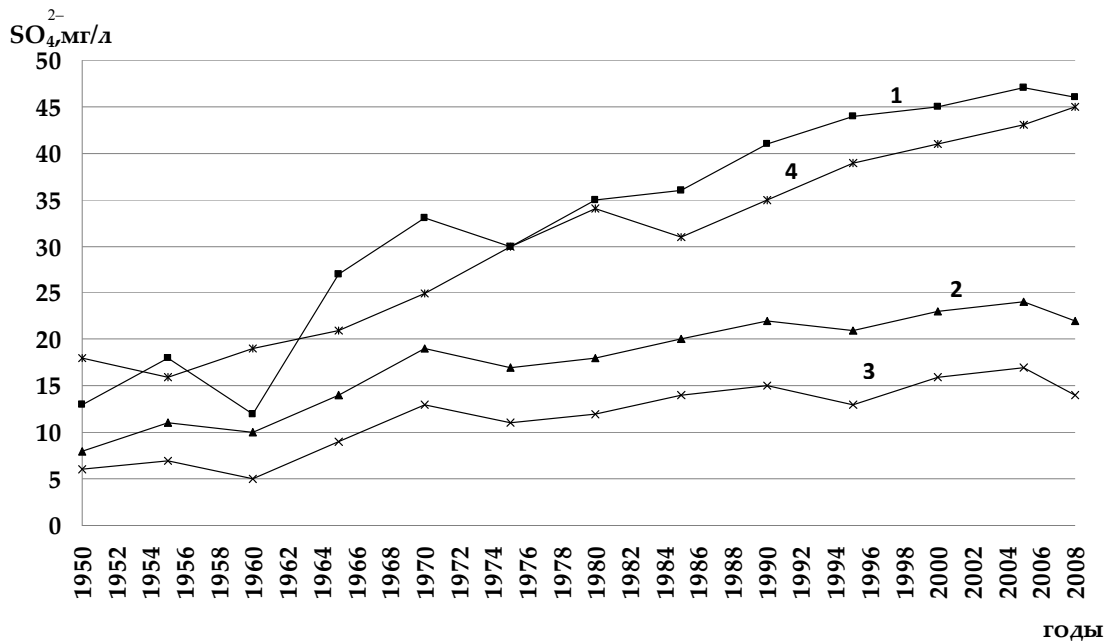


Рис. 1. Многолетние изменения концентрации сульфатов в воде рек Азербайджана:

1 – Гянджачай, с. Зурнабад; 2 – Гусарчай, с. Кузун; 3 – Талачай, г. Загатала; 4 – Ленкоранчай, г. Ленкоран

Среднемноголетняя минерализация некоторых рек Азербайджана, мг/л

Река – пункт	Годы	Февраль	Апрель	Июнь	Август	Октябрь	Декабрь
Белоканчай – Белокан	1965–1974	426	318	193	326	319	338
	1975–1984	444	340	195	342	339	364
	1985–1994	488	666	484	394	454	376
	1995–2008	512	695	622	536	583	455
Геокчай – Геокчай	1965–1974	566	387	325	376	394	382
	1975–1984	626	412	364	451	441	411
	1985–1994	668	477	374	469	510	422
	1995–2008	754	585	518	712	681	573
Кудиалчай – Куба	1965–1974	555	497	329	319	563	487
	1975–1984	604	523	381	357	589	520
	1985–1994	614	551	387	392	619	596
	1995–2008	669	609	511	468	672	629
Акстафачай – Казах	1965–1974	743	674	558	444	594	522
	1975–1984	1031	755	581	463	646	551
	1985–1994	1218	872	637	612	683	646
	1995–2008	1443	1123	877	1271	886	819
Гошгарчай – Дашкесан	1965–1974	400	300	320	465	440	395
	1975–1984	507	318	544	527	551	451
	1985–1994	979	710	696	821	1380	552
	1995–2008	640	716	732	884	828	605
Нахичеванчай – Нахичеван	1965–1974	536	529	403	641	416	424
	1975–1984	552	567	428	672	459	468
	1985–1994	570	598	447	708	760	750
	1995–2008	582	617	478	764	773	777
Виляшчай – Шыхляр	1965–1974	700	612	648	825	757	518
	1975–1984	727	669	725	887	801	524
	1985–1994	791	860	800	1095	960	815
	1995–2008	825	1000	1200	1400	1040	860

На реках Азербайджана, имеющих наиболее длинные ряды наблюдений, зафиксированы значительные изменения минерализации и содержания главных ионов. Так, вынос ионов хлора, сульфата, натрия и калия увеличился на 100–200 мг/л. Следовательно, в настоящее время дополнитель-

ное поступление этих веществ в речную сеть из антропогенных источников уже в несколько раз превышает их поступление из природных источников. Вынос гидрокарбонат-иона и кальция возрос незначительно (менее чем на 100 мг/л), а в отдельных случаях – уменьшился, магния – увеличился в среднем на 50 мг/л, прирост колеблется от 35 мг/л на р. Катехчай до 94 мг/л на р. Кудиалчай.

Анализ многолетних рядов минерализации рек Азербайджана показал, что тенденции ее изменений имеют очень сложный и неоднозначный характер (табл.).

На реках Малого Кавказа наблюдаются разнонаправленные изменения гидрохимического режима. Тренд отмечается на реках Акстафачай, Таузчай, Шамкирчай, Гянджачай, Гошгарчай, Кендаланчай и Каркарчай (рис. 2, а). За период 1975–2008 гг. минерализация р. Акстафачай в створе г. Казах повысилась за год в 1,8 раза, изменяясь от 474 до 842 мг/л. В р. Таузчай величина средней годовой минерализации составляет 13,6 мг/л. Слабый отрицательный тренд отмечается на реках Кюрракчай, Тертерчай, Ахохчай и Акерачай (рис. 2, б).

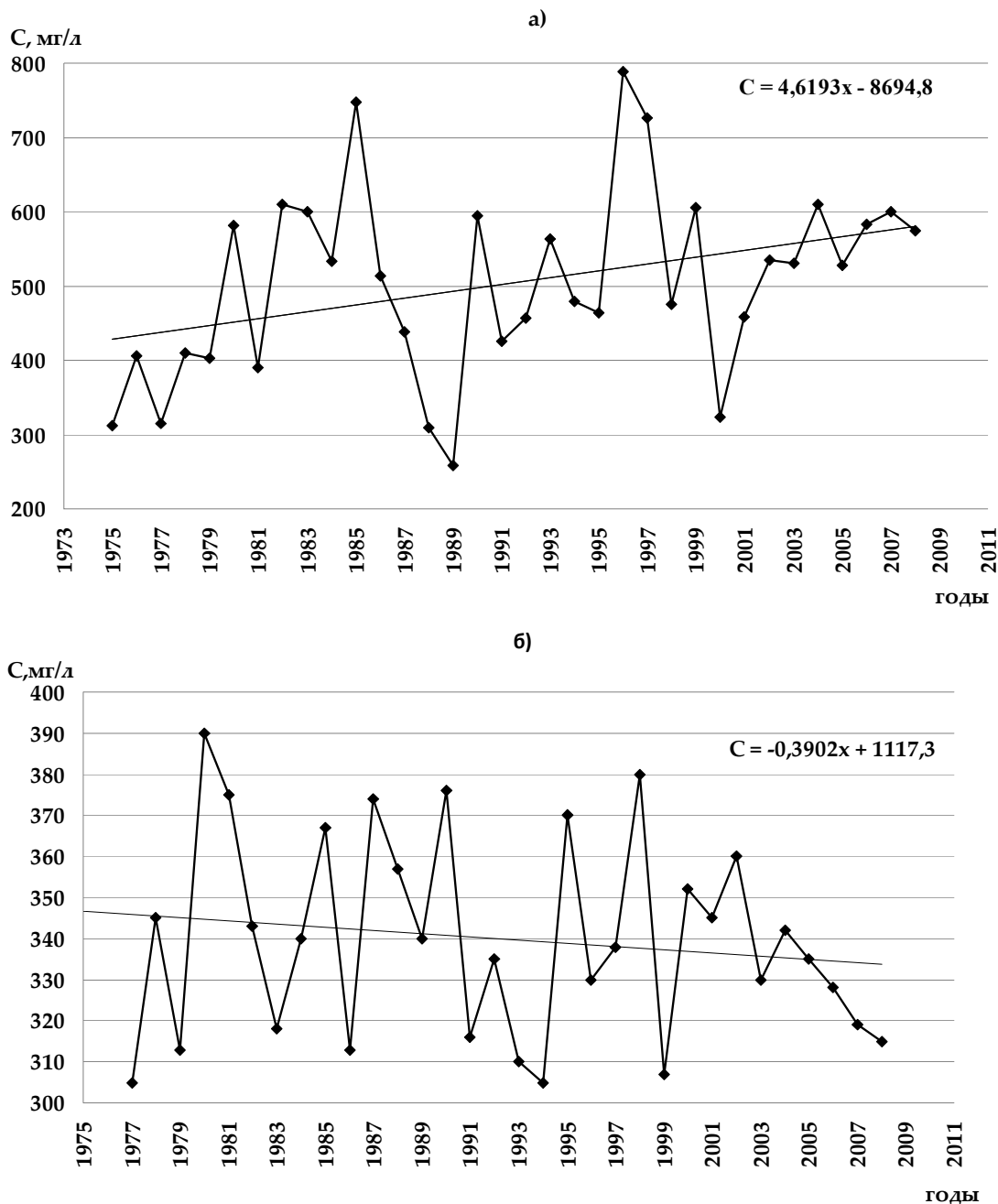


Рис. 2. Изменения минерализации за период 1975–2008 гг.:

а – Гошгарчай, г. Дашкесан; б – Ахохчай, с. Ханага

За период 1950–2008 гг., согласно полученной оценке тренда, минерализация в этих реках повысилась почти на 200 мг/л, что составляет около 60% его среднесезонной величины.

На реках Ленкоранской природной области также обнаруживаются многолетние колебания минерализации. По полученным значениям тренда, минерализация р. Виляшчай за год увеличилась от 0,68 до 6,53 мг/л, р. Ленкоранчай – от 0,83 до 2,47 мг/л, а в р. Тангерудчай она в среднем составила 1,95 мг/л.

На реках Нахичеванской АР также наблюдается положительный тренд. Среди рек Нахичеванской АР наиболее существенному изменению гидрохимического режима подвержена р. Нахичеванчай.

В Куре также обнаруживаются многолетние колебания минерализации. О современном качестве воды р. Кура и его изменении по протяженности реки можно судить по приведенным цифрам. Например, у с. Пойлу величина минерализации в течение года меняется от 351,4 (весна) до 680,2 мг/л (лето); у с. Сурра она в течение года меняется от 795,1 (весна) до 1016,2 мг/л (лето); у г. Ширван она внутри года меняется от 786,2 (зима) до 1058,9 мг/л (лето); а в устье реки минерализация в течение года меняется от 956,0 (весна) до 1227,4 мг/л (осень). Сравнение приведенных данных, а также сведений по содержанию главных ионов показывает, что в воде р. Кура наблюдается повышенное содержание не только величины минерализации, но и концентраций ионов магния, натрия, калия, хлора и сульфата. Основной причиной изменения химического состава воды являются антропогенные факторы. Коллекторно-дренажные воды, минерализация которых составляет 1–35 г/л, а также возвратные воды, попадая в реку, не только увеличивают минерализацию воды, но также обуславливают изменение ее химического состава и качества. Если раньше по химическому составу воды р. Кура в нижних течениях относились к гидрокарбонатным кальциевым, то в настоящее время относятся к сульфатным натриевым. Наиболее значительный положительный тренд отмечается на р. Араз [3]. В пределах Армении р. Араз и ее притоки, увеличивая свой сток за счет сточных вод на 2,1 млн м³ в сутки, подвергаются жесточайшему загрязнению.

Особенно интенсивно используются воды р. Габырры. В настоящее время р. Габырры не доносит своих вод до Мингечаурского водохранилища, и только в исключительно многоводные годы в период половодий в русле наблюдается сток. Протекая по территории Грузии, она значительно меняет свою водность и качественный состав. В воде р. Габырры наблюдается не только повышенная минерализация, но и повышенное содержание ионов натрия, калия, а иногда и сульфатов.

Приведенные в табл. гидрохимические данные указывают на существенное влияние сбрасываемых сточных вод на химический состав речных вод.

Предприятиями г. Агдаша в р. Турианчай ежегодно сбрасывается около 230 тыс. м³ неочищенных сточных вод. Вследствие этого вниз по течению, после сброса сточных вод в р. Турианчай, наблюдается резкое увеличение показателей загрязнения. Так, если выше сброса сточных вод в рассматриваемой реке содержание хлор- и сульфат-ионов обычно колеблется в пределах 3–7 и 40–50 мг/л, то ниже сброса сточных вод оно достигает, соответственно, 6–14 и 100–150 мг/л. Такая тенденция наблюдается и в динамике величины минерализации; так, ее величина повышается от 300–400 (выше сброса сточных вод) до 400–500 мг/л (ниже сброса сточных вод).

Значительному антропогенному воздействию подвержена также и р. Геокчай, в нее в течение года сбрасывается без очистки свыше 150 тыс. м³ сточных вод. В результате в воде указанной реки ниже сброса сточных вод отмечается значительный рост содержания хлор-иона: от 2–5 (выше источников загрязнения) до 17 мг/л (ниже источников загрязнения), сульфат-иона: от 50–60 до 150–170 мг/л и величины минерализации – от 250–300 до 420–550 мг/л. Здесь также наблюдается резкое увеличение содержания алюминия, железа и марганца.

Организованного сброса сточных вод в р. Алджиганчай нет, однако в эту реку поступают хозяйственно-бытовые сточные воды ряда мелких населенных пунктов, расположенных вдоль нее. После этого в воде указанной реки заметно увеличивается содержание таких косвенных показателей загрязнения, как сульфат-иона (на 90–110%) и хлор-иона (на 50–60%), а величина минерализации повышается на 15–20%.

Наиболее существенному антропогенному воздействию подвержена р. Кудиалчай, протекающая в пределах Самур-Дивичинской низменности. В нее предприятиями г. Кубы ежегодно сбрасывается около 1400 тыс. м³ неочищенных сточных вод, а в районе г. Хачмаса – свыше 100 тыс. м³ хозяйственно-бытовых сточных вод. После организованного сброса сточных вод предприятиями

г. Хачмаса в р. Кудиалчай качество воды данной реки резко ухудшается. Ниже источников загрязнения (г. Хачмас) в воде р. Кудиалчай содержание хлор-иона достигает 19 мг/л (при фоновом содержании для г. Хачмаса в 6–7 мг/л), сульфат-иона – до 150 мг/л (фоновое содержание 100–120 мг/л), а величина минерализации возрастает от 350–400 (фоновый створ) до 450–700 мг/л (в створе ниже сброса сточных вод).

Среди рек Нахичеванской АР наибольшему изменению гидрохимического режима подвержена р. Нахичеванчай. В нее за одни сутки сбрасывается около 47 тыс. м³ неочищенных сточных вод. Это способствует заметному росту минерализации (на 20%) и содержания главных ионов (40–80%) в воде р. Нахичеванчай вниз по течению.

Таким образом, на территории Азербайджана антропогенные факторы оказывают значительное влияние на количественный и качественный состав речных вод, приводя к глубоким изменениям в гидрохимическом режиме исследуемых рек.

Заключение

1. Гидрохимический режим рек Азербайджана характеризуется: а) небольшими средними многолетними изменениями; б) тесными связями $C = f(Q)$ для кальция, магния, гидрокарбонат-иона и минерализации, которые могут быть аппроксимированы уравнениями степенной и гиперболической зависимостей.

2. Изменения концентраций главных ионов трансформируются во времени в результате хозяйственной деятельности человека с середины – конца 60-х гг. При этом наблюдается уменьшение тесноты связей $C = f(Q)$ и преобразование их вида.

3. Наибольшее увеличение концентрации (от 200 до 600%) наблюдается при этом для хлор- и сульфат-ионов, натрия и калия; минерализация воды возрастает на 25–55%. Значительно (в 9 раз) увеличивается также концентрация хлор- и сульфат-ионов, натрия и калия.

4. Для оценки антропогенного воздействия на концентрации главных ионов продолжительность наблюдений для рек исследуемого региона должна быть не менее 45–50 лет.

Литература

1. Абдуев М. А. Изменение гидрохимического режима горных рек Азербайджана под воздействием антропогенных факторов // III Междунар. науч. конф. «Восстановление нарушенных природных экосистем». Донецк, 2008. С. 30–33.
2. Абдуев М. А. Исследование ионного стока горных рек Азербайджана // Известия РГО. 2009. Т. 141, вып. 1. С. 72–76.
3. Абдуев М. А. Охрана от загрязнения трансграничных водных ресурсов Азербайджана // Материалы V Междунар. конф. «Стратегия качества в промышленности и образовании». Варна (Болгария), 2009. С. 9–12.
4. Гидрохимический бюллетень ГГМ по окружающей среде 1995–2008 гг.
5. Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши. 1950–1994 гг. Ч. 1: Реки.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ оз. ЧЕТЫРЕХВЕРСТНОГО

Н. В. Крутских, М. В. Кричевцова

Институт геологии КарНЦ РАН

Введение

Озеро Четырехверстное расположено на юго-восточной окраине г. Петрозаводска (61°47' с. ш., 34°21' в. д., абс. отм. 105 м), в пределах холмистой моренной равнины [3]. Питание озера осуществляется за счет атмосферных осадков, поверхностного стока и подземных вод; разгрузка происходит в ручей Каменный. Вопросы питания и разгрузки озера являются малоизученными и для гидрогеологов представляют значительный интерес. Озеро имеет неправильную овальную форму, слегка вытянутую с северо-запада на юго-восток. Максимальная длина озера примерно 650 м, наибольшая ширина около 270 м.