

**ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЙ БАЛАНС ТЕРРИТОРИИ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ТОМЬ
(ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ)**

Владимирова О.Н.

Научный руководитель профессор Савичев О.Г.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Особо важной и всегда актуальной проблемой является, обеспечение населения качественной питьевой водой. На урбанизированных территориях большое значение имеют исследование условий формирования водных ресурсов, и, соответственно, контроль состояния водных объектов. В г. Томске (Российская Федерация, Сибирский федеральный округ, Томская область) территории, где располагались преимущественно земли сельскохозяйственного назначения переходят в земли городской застройки, и увеличиваются с каждым годом. Малые речные бассейны весьма чувствительны к антропогенной нагрузке и отвечают на эту нагрузку негативными изменениями, которые ухудшают или ограничивают водопользование.

Целью работы – расчет геохимического баланса, для оценки состояния водных объектов в условиях антропогенной нагрузки. Объекты исследования – подземные и речные воды в водосборах малых притоков реки Томь на участке ее нижнего течения: правобережные притоки – рр. Киргизка (Большая Киргизка), Ушайка, Басандайка; левобережные притоки – рр. Порос, Кисловка, Лебяжья.

Рассматриваемая территория расположена на стыке двух гидрогеологических структур: Алтае-Саянской гидрогеологической складчатой области (АСГСО) и Западно-Сибирского артезианского бассейна (ЗСАБ); в природных зонах: лесостепи и южной тайги. Водосборы правобережных притоков соответствуют АСГСО и границе южной тайги, водосборы левобережных – ЗСАБ и лесостепи. С гидрогеологическим строением подробно можно ознакомиться в [1, 2], тут же охарактеризуем приближенно в виде сочетания водоносных отложений возрастов (сверху вниз): 1) в левобережье р. Томи – неоген-четвертичный, палеогеновый, меловой комплексы; по минерализации четвертичный и палеогеновый водоносный горизонт воды преимущественно пресные, а меловой водоносный характеризуется заметно большим содержанием в подземных водах растворенных солей; у берега Томи к поверхности выходит щетка интрузивных пород (образования палеозоя), в водосборе р. Лебяжья более существенно распространение водоносных отложений неогена; 2) в правобережье р. Томи – четвертичного, палеогенового, мелового и палеозойского комплексов.

На изучаемой территории действуют несколько подземных водозаборов: Томский, Северский и Академический подземные водозаборы. Томский подземный водозабор (ТПВ), эксплуатирующий палеогеновый водоносный горизонт в пределах Обь-Томского междуречья, в том числе границах водосборов рек Кисловка и, особенно Порос.

Водосбор реки Лебяжьей расположен к югу от области питания ТПВ. Северский подземный водозабор находится в водосборе правобережного притока Томи – реки Киргизка, эксплуатирующий также подземные воды палеогеновых отложений. Река Ушайка протекает через весь г. Томск, а в ее водосборе расположен достаточно крупный водозабор (Академический) и значительное количество одиночных скважин. В реки Киргизка и Ушайка поступает поверхностный сток с городской территории, пригородных населенных пунктов, крупных предприятий и значительный объем сточных вод (от нормативно-чистых до неочищенных). В водосборе р. Басандайки забор речных и подземных вод, сброс стоков проводится, но в меньших объемах, по сравнению с рр. Ушайкой и Большой Киргизкой. Подытоживая вышесказанное, изучаемая территория площадью около 5000 км² обладает разнообразием природных и антропогенных условий формирования речных и подземных вод.

На первоначальном этапе производилась оценка элементов водного баланса водосборов исследуемых рек в среднем за многолетний период. Подробная методика расчета представлена в работе [3]. Анализ элементов водного баланса водосборов исследуемых рек показал, что значительная часть суммарного и, особенно, поверхностного стока сформирована снеготальными водами, а для водосборов рек Порос, Кисловка, Лебяжья – практически полностью. Это связано с тем, что, во-первых, в теплый период большая часть атмосферных осадков тратится на суммарное испарение (с привлечением влагозапасов, сформированных в период снеготаяния).

Во-вторых, в водосборах левобережных притоков р. Томи в пределах лесостепной зоны суммарное испарение выше, чем в водосборах правобережных притоков (табл. 1). На следующем этапе исследования составлено уравнение геохимического баланса на основе уравнения водного баланса для взвешенных веществ для оценки величины стока и аккумуляции вещества, определяющих их процессов, пространственно-временных закономерностей изменения в замыкающем створе и в пределах исследуемого водосбора. Интересная особенность выявлена в структуре геохимического баланса – для водосборов левых притоков Томи – рек Порос, Кисловка, Лебяжья – величина ΔG значительно меньше, чем для правых притоков (реки Киргизка, Ушайка, Басандайка), причем положительные



Рис. Схема размещения пунктов гидрологических наблюдений (номера пунктов приведены в табл. 2)

значения ΔG отмечены при слое поверхностного стока $Y_{sf} > 63$ мм/год и отрицательных значениях величины $(P - E) \geq 0$ (табл. 2). Отрицательные значения ΔG можно интерпретировать как общее преобладание в левобережной части водосбора Томи на участке ее нижнего течения процессов аккумуляции веществ, поступающих с атмосферными осадками. Напротив, положительные значения ΔG в водосборах рек Киргизка, Ушайка и Басандайка, видимо, свидетельствуют о более значительной роли процессов выщелачивания и растворения горных пород на фоне значимого пополнения влагозапасов в теплый период, при котором происходит не только пополнение ресурсов подземных вод, но и формирование поверхностного стока.

На примере шести малых рек – притоков Томи (Западная Сибирь, второй крупнейший приток Оби) – подтверждены известные выводы о том, что при снижении интенсивности водообмена увеличивается время взаимодействия в системе «вода-порода» и, соответственно, суммарное содержание в подземных водах растворенных солей. Для территорий со значительным пополнением влагозапасов в теплый период года, при котором формируется не только подземный, но и поверхностный сток, преобладают процессы выщелачивания и растворения горных пород по сравнению с аккумуляцией солей, поступающих на водосбор с атмосферными осадками. Для территорий, в пределах которых пополнение ресурсов подземных вод связано в основном в период снеготаяния, при формировании химического состава подземных вод более значительную роль играют процессы поступления веществ извне, что целесообразно учитывать при проектировании зон санитарной охраны подземных водозаборов и контроле хозяйственной деятельности в пределах области питания подземных вод [3].

Таблица 1

Среднегодовое значения элементов водного баланса водосборов малых рек

Река	F	Q_a	$Cv(Y)$	Q_g/Q_a	Q_{g1}/Q_g	Q_{g2}/Q_g	Y_g	Y_{sf}	E_y	$E_{\geq 0}$	$(P-E)_{\geq 0}$	$(P-E)_{< 0}$
	км ²	м ³ /с	–	%			мм/год					
р. Киргизка	825	5.14	1.32	36	61	39	70	126	395	366	40	156
р. Ушайка	713	4.25	1.67	16	96	4	30	158	403	374	32	156
р. Басандайка	402	2.61	1.47	23	80	20	47	158	386	358	48	156
р. Порос	316	0.45	1.31	30	85	15	13	32	546	517	-111	156
р. Кисловка	458	0.75	1.08	42	73	27	22	30	539	510	-104	156
р. Лебяжья	1390	3.57	2.21	5	97	3	4	77	445	420	-48	129

Примечание: F – площадь водосбора; Q_a – среднегодовое количество воды; $Cv(Y)$ – коэффициент вариации месячного стока; Q_g/Q_a – подземная составляющая среднегодового расхода воды; Q_{g1}/Q_g и Q_{g2}/Q_g – доля грунтовых и напорных вод в подземном стоке; Y_g и Y_{sf} – подземная и поверхностная составляющие слоя годового водного стока; E_y и $E_{\geq 0}$ – суммарное испарение за год и теплый период; $(P-E)_{\geq 0}$ и $(P-E)_{< 0}$ – разность между атмосферным увлажнением и испарением в теплый и холодный периоды.

Таблица 2

Среднегодовое значения элементов водного баланса водосборов малых рек, т/год

Река – пункт	G_r	G_{sn}	G_{Ysum}	G_{Yg}	G_{Ysf}	ΔG
1. р. Киргизка – п. Кузовлево	30380	3297	59345	29421	29923	25668
2. р. Ушайка – п. Степановка	26256	2849	54448	12111	42337	25343
3. р. Басандайка – п. Басандайка	14803	1606	37337	9386	27951	20927
4. р. Порос – с. Зоркальцево	11636	1263	2635	2161	474	-10264
5. р. Кисловка – п. Тимирязево	16865	1830	7851	3830	4021	-10845
6. р. Лебяжья – с. Безменово	46899	4624	56544	3202	53342	5021

Примечание: G_r и G_{sn} – поступление растворенных солей в водосбор с дождевыми и снеготалыми водами; G_{Ysum} , G_{Yg} , G_{Ysf} – суммарный сток растворенных солей в замыкающем створе реки, его подземная и поверхностная составляющие; ΔG – результат растворения и выщелачивания горных пород и аккумуляции веществ в водосборе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ № 23-27-00039 от 24.01.2023 г.

Литература

1. Нуднер В. А. Гидрогеология СССР. Т. XVI. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) // М.: Недра. – 1970.
2. Гидрогеология СССР. Т. 17. Кемеровская область и Алтайский край. М.: Недра, 1972. 398 с.
3. Vladimirova O. N., Savichev O. G. Interaction between River Water and Groundwater in the Lower Reaches of the Tom River, Tomsk Oblast, Russian Federation // Water Resources. – 2022. – Т. 49. – №. Suppl 2. – С. S113-S122.