

Вестник

Томского государственного

университета

№ 340

Ноябрь

2010

- ФИЛОЛОГИЯ
- ФИЛОСОФИЯ, СОЦИОЛОГИЯ, ПОЛИТОЛОГИЯ
- КУЛЬТУРОЛОГИЯ
- ИСТОРИЯ
- ПРАВО
- ЭКОНОМИКА
- ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА
- НАУКИ О ЗЕМЛЕ
- ХИМИЯ

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Майер Г.В., д-р физ.-мат. наук, проф. (председатель); **Дунаевский Г.Е.**, д-р техн. наук, проф. (зам. председателя); **Ревушкин А.С.**, д-р биол. наук, проф. (зам. председателя); **Катунин Д.А.**, канд. филол. наук, доц. (отв. секретарь); **Аванесов С.С.**, д-р филос. наук, проф.; **Берцун В.Н.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Гага В.А.**, д-р экон. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Глазунов А.А.**, д-р техн. наук, проф.; **Голиков В.И.**, канд. ист. наук, доц.; **Горцев А.М.**, д-р техн. наук, проф.; **Гураль С.К.**, канд. филол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Демин В.В.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Ершов Ю.М.**, канд. филол. наук, доц.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Кривова Н.А.**, д-р биол. наук, проф.; **Кузнецов В.М.**, канд. физ.-мат. наук, доц.; **Кулижский С.П.**, д-р биол. наук, проф.; **Парначев В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Петров Ю.В.**, д-р филос. наук, проф.; **Портнова Т.С.**, канд. физ.-мат. наук, доц., директор Издательства НТЛ; **Потекаев А.И.**, д-р физ.-мат. наук, проф.; **Прокументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прокументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Савицкий В.К.**, зав. редакционно-издательским отделом ТГУ; **Сахарова З.Е.**, канд. экон. наук, доц.; **Слизов Ю.Г.**, канд. хим. наук, доц.; **Сумарокова В.С.**, директор Издательства ТГУ; **Сущенко С.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Тарасенко Ф.П.**, д-р техн. наук, проф.; **Татьянин Г.М.**, канд. геол.-минер. наук, доц.; **Унгер Ф.Г.**, д-р хим. наук, проф.; **Уткин В.А.**, д-р юрид. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.; **Шрагер Э.Р.**, д-р техн. наук, проф.

НАУЧНАЯ РЕДАКЦИЯ ВЫПУСКА

Аванесов С.С., д-р филос. наук, проф.; **Галажинский Э.В.**, д-р психол. наук, проф.; **Гураль С.К.**, канд. филол. наук, проф.; **Демешкина Т.А.**, д-р филол. наук, проф.; **Зиновьев В.П.**, д-р ист. наук, проф.; **Канов В.И.**, д-р экон. наук, проф.; **Парначев В.П.**, д-р геол.-минер. наук, проф.; **Петров Ю.В.**, д-р филос. наук, проф.; **Прокументов Л.М.**, д-р юрид. наук, проф.; **Прокументова Г.Н.**, д-р пед. наук, проф.; **Унгер Ф.Г.**, д-р хим. наук, проф.; **Шилько В.Г.**, д-р пед. наук, проф.

Журнал «Вестник Томского государственного университета»
входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов
и изданий, в которых должны быть опубликованы
основные научные результаты диссертаций
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук»
Высшей аттестационной комиссии
(Подробнее см.: <http://vak.ed.gov.ru>)

ВЛИЯНИЕ КРУПНЫХ ПРИТОКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОД СРЕДНЕЙ ОБИ

Выполнен сравнительный анализ данных о химическом составе вод рр. Обь, Томь, Чулым, Парабель, Васюган в 1991, 1999 и 2006 гг. по величине рН, содержанию главных ионов, биогенных и органических веществ, железа и 15 микроэлементов. Показано, что влияние притоков на состояние вод Оби в целом неоднозначно. В наибольшей степени оно проявляется в увеличении: концентраций главных ионов – после впадения Чулыма; содержания $C_{орг.}$ – после впадения рр. Парабель и Васюган.

Ключевые слова: р. Обь; притоки Оби; химический состав и качество вод; речные воды; Западная Сибирь.

Ухудшение качества речных вод вследствие их антропогенного загрязнения является одной из важнейших проблем современного мира, требующей комплексного изучения с учетом различных аспектов водного, геохимического и гидробиологического режимов рассматриваемых объектов. Такого рода исследования проводятся нами в бассейне Оби с начала 1990-х гг.

В данной работе представлены результаты одного из этапов этих исследований – изучения влияния крупных притоков Томи, Чулым, Парабели и Васюгана на химический состав Оби на участке ее среднего течения (далее – Средняя Обь). Актуальность исследования обусловлена тем, что именно в пределах водосборов указанных выше притоков Оби сосредоточены основная часть производственного потенциала Томской и Кемеровской областей и значительное количество предприятий Красноярского края. Следовательно, на этой территории должна формироваться и

большая часть загрязнений, поступающих затем в р. Обь.

Однако существующая сеть Росгидромета не обеспечивает полноценную оценку влияния основных притоков на состояние Оби, что определило содержание рассматриваемой работы – сравнительный анализ данных о химическом составе речных вод в устьевых участках Томи, Чулыма, Парабели, Васюгана и непосредственно в Оби в створах, расположенных выше и ниже по течению от устьев указанных рек. Исходной информацией послужили материалы исследований, проведенных в Томском политехническом университете, Томском филиале Института нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН и ОАО «Томскгеомониторинг» под руководством и при непосредственном участии автора в летне-осенний период в 1991, 1999 и 2006 гг. [1–4]. Схема расположения пунктов наблюдений приведена на рис. 1. Методика отбора и анализа проб воды изложена в [1, 4].

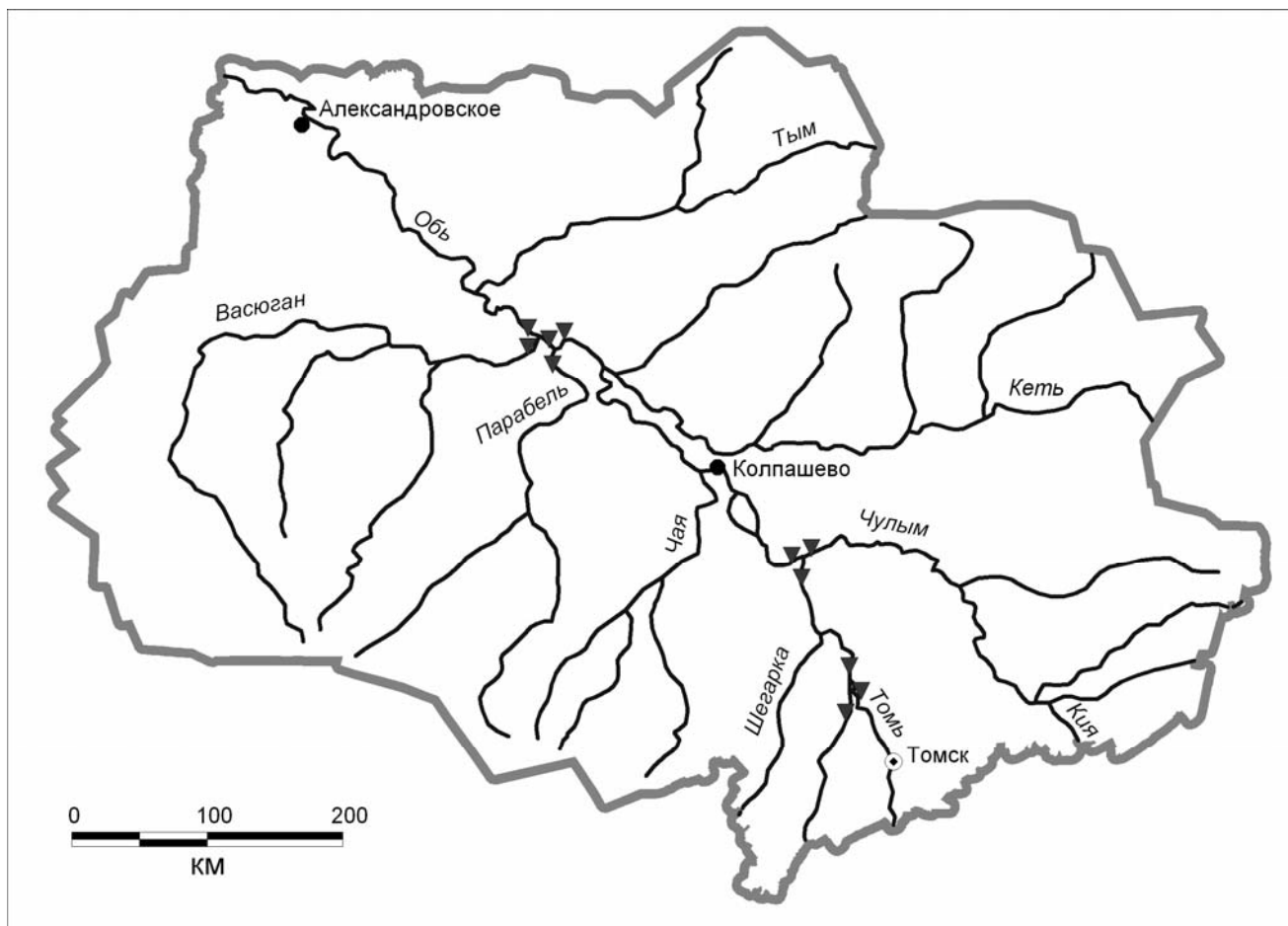


Рис. 1. Схема расположения пунктов отбора проб воды (▼) на территории Томской области в 1991, 1999, 2006 гг.

Общие закономерности изменения химического состава вод Оби по длине реки

Воды Оби, Томи, Чулыма, Парабели и Васюгана характеризуются как пресные, по классификации О.А. Алекина – с малой и средней минерализацией, в целом нейтральные, в летний период в случае Оби, Томи и Чулыма – слабощелочные, в весенний период в случае Оби, Парабели и Васюгана – слабокислые. В водах содержится большое количество железа, азота аммонийного, органических веществ (ОВ) по величине химического потребления кислорода (ХПК), заметно превышающее нормативы, установленные для водных объектов рыбохозяйственного назначения. Концентрации NO_3^- и PO_4^{3-} , напротив, меньше как нормативных значений, так и содержаний во многих других крупных реках Евразии.

Для Средней Оби главной закономерностью пространственного изменения является уменьшение минерализации, величины рН, увеличение величины ХПК и содержаний углерода органических соединений ($C_{\text{орг}}$) по мере движения водных масс вниз по течению, что обусловлено поступлением относительно более кислых вод крупных притоков с меньшим содержанием растворенных солей и большим содержанием органических веществ. Кроме значений ХПК и $C_{\text{орг}}$, с юга на север отмечается рост средних содержаний железа, азота нитритного и аммонийного. Средние концентрации NO_3^- , напротив, уменьшаются, что закономерно связано с ухудшением условий развития нитрифицирующей микрофлоры и более оптимальными условиями развития аммонифицирующих и денитрифицирующих микроорганизмов по мере понижения среднегодовой температуры воздуха, уменьшения концентраций растворенного кислорода и значений рН, увеличения увлажненности водосборов и притока большого количества ОВ [4].

В пространственном изменении концентраций микроэлементов наиболее значимые тенденции связаны с определенным увеличением содержания ряда редкоземельных и рассеянных элементов в водах р. Оби ниже устья р. Кеть, не соотносящимся с каким-либо достоверно известным техногенным воздействием [1]. Наиболее достоверной гипотезой, объясняющей это повышение, на наш взгляд, является, с одной стороны, дренирование Обью глубоко залегающих подземных водных горизонтов с повышенным содержанием ряда микроэлементов, а с другой стороны, образование водорастворимых и коллоидных соединений с ОВ, средние концентрации которых практически удваиваются на участке от г. Колпашево до с. Александровское [4].

Оценка влияния притоков. Томь – наиболее крупный по водности приток Средней Оби, в который поступает более 2 км³ загрязненных, нормативно-чистых и нормативно-очищенных сточных вод от предприятий Кемеровской и Томской областей. По полученным данным, величина рН вод Оби ниже по течению от устья Томи заметно менялась только в июле 1999 г., однако это изменение не связано с влиянием Томи (табл. 1). Соотношения концентраций макрокомпонентов в Оби и Томи на момент проведения исследований в 1991, 1996 и 2006 гг. варьировали в достаточно широком диапазоне, но в среднем существенных изменений суммы главных ионов в Оби под влиянием притока не отмечено. Наибольшие среди главных ионов превышения содержаний в Томи по сравнению с соответствующими показателями в Оби выше устья притока зафиксированы в случае SO_4^{2-} , Cl^- и Na^+ . В то же время повышение концентрации в Оби ниже по течению от устья Томи (по сравнению с верхним створом на Оби) установлено только для Cl^- в 1999 и 2006 гг.

Таблица 1

Химический состав вод р. Томь и р. Обь в районе устья р. Томь

Показатель	14.09.1991 г. [1, 2]			12.07.1999 г. [3]			04.10.2006 г.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
рН	7,3	7,0	7,3	8,2	8,6	8,8	7,8	7,8	7,8
мг/дм ³									
Ca^{2+}	32,0	28,0	28,0	26,0	24,0	22,0	30,1	28,1	38,1
Mg^{2+}	4,9	6,1	6,1	3,7	1,2	3,7	12,2	21,9	8,5
Na^+	6,9	14,0	6,9	4,5	6,7	4,0	4,8	7,9	5,0
K^+	1,6	1,4	1,4	1,1	0,6	1,0	1,7	1,7	1,8
HCO_3^-	110,0	110,0	110,0	97,6	97,6	97,6	131,3	116,1	137,4
SO_4^{2-}	14,0	16,0	10,0	9,4	13,0	9,2	15,4	18,1	15,7
Cl^-	5,7	11,4	5,7	2,1	7,1	5,0	4,3	6,7	7,1
$\Sigma_{\text{и}}$	175,1	186,9	168,1	144,4	150,2	142,5	199,8	200,5	213,6
NO_3^-	3,0	3,3	2,7	3,12	<0,1	0,67	0,43	2,53	0,38
NO_2^-	<0,01	<0,01	<0,01	0,015	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01
NH_4^+	0,1	0,7	<0,1	<0,1	<0,10	0,15	0,43	0,69	0,35
PO_4^{2-}	0,24	0,17	0,20	0,114	0,092	<0,01	0,06	0,13	0,06
Si	2,2	1,3	2,2	1,97	3,5	4,19	3,0	1,90	2,8
$\text{Fe}_{\text{общ}}$	2,0	6,0	1,5	0,80	0,73	0,79	0,54	0,14	0,24
$C_{\text{орг}}$	6,88	8,8	7,41	6,50	4,10	4,67	5,96	1,99	4,76
ФК	4,74	7,93	10,54	0,48	1,20	1,38	–	–	–
ГК	1,25	0,77	0,72	0,42	0,15	0,06	–	–	–
Нефтепродукты мкг/дм ³	–	–	–	–	–	–	<0,02	<0,02	<0,02
Pb	1,3	0,0	0,6	0,6	0,4	0,3	<2,0	<2,0	<2,0
Hg	0,010	0,007	0,010	<0,01	0,03	0,100	<0,03	<0,03	<0,03
Cu	3,4	0,6	1,6	1,0	2,2	1,0	2,0	5,0	2,0
Zn	43,0	17,0	8,3	1,0	5,1	1,5	<1,0	<1,0	<1,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cd	0,16	0,13	0,17	<0,1	<0,1	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0
Li	6,0	8,0	6,0	3,0	6,0	6,0	–	–	–
Cr	2,1	3,6	1,7	–	5,0	5,0	<2,0	<2,0	<2,0
Al	–	14	–	62	100	–	<5,0	<5,0	<5,0
Mn	19,1	1,3	29,8	–	4,5	5,4	20,0	<5,0	16,0
Ba	30,3	54,4	32,2	–	10,0	10,0	–	–	–
Sr	150,0	170,0	120,0	–	200	150,0	–	–	–
Th	0,11	0,12	0,11	–	<0,01	<0,01	–	–	–
U	0,47	0,57	0,36	–	<0,7	1,1	–	–	–
Sc	0,16	0,21	0,15	–	0,68	0,82	–	–	–
La	0,32	0,47	0,28	–	<0,05	<0,05	–	–	–

Примечание. I – р. Обь выше устья р. Томь; II – р. Томь в устье; III – р. Обь ниже устья р. Томи

Биогенные вещества, за исключением Si, в Томи обнаружены в среднем в больших количествах, чем в Оби. При этом их концентрации (также кроме Si) в Оби ниже устья Томи меньше, чем выше по течению от него. Содержание $C_{орг}$ в Томи в сентябре 1991 г. было заметно выше, чем в Оби. Однако в 1999 и 2006 гг. наблюдалась уже противоположная ситуация, причем во всех случаях можно констатировать влияние Томи на содержание ОВ в Оби. Так, в 1991 г. в Оби по мере движения водных масс вниз по течению отмечено увеличение концентраций $C_{орг}$, связываемое с поступлением вод Томи с повышенным содержанием ОВ, а в 1999 и 2006 гг., напротив, уменьшение, обусловленное разбавлением водами с пониженными концентрациями ОВ (табл. 1). В случае микроэлементов влияние Томи (в сторону уменьшения) прослеживается только для Pb и Mn. Для прочих изученных микроэлементов характер изменения их концентраций не может быть однозначно

объяснен, исходя из соотношений содержаний в водах Оби и Томи.

Чулым – второй по водности и первый по площади водосбора приток Средней Оби. Эта река является приемником стоков промышленных и сельскохозяйственных предприятий Красноярского края, Кемеровской и Томской областей, поступающих как непосредственно в Чулым, так и в его многочисленные притоки. Влияние Чулыма на макрокомпонентный состав и pH вод Оби проявляется несколько заметнее по сравнению с Томью, а содержание главных ионов в Чулыме в целом выше, чем в Оби. Концентрации Cr (в 1991 и 1999 гг.), Ba, Sc и La (в 1999 г.) в водах Чулыма была, напротив, меньше, чем в Оби. При этом отмечено последовательное снижение содержаний указанных элементов в ряду: Обь выше устья Чулыма, устье Чулыма, Обь ниже устья Чулыма. В пространственном изменении концентраций прочих веществ в водах Оби влияние Чулыма не очевидно (табл. 2).

Таблица 2

Химический состав вод р. Чулым и р. Обь в районе устья р. Чулым

Показатель	15.09.1991 г. [1, 2]			13.07.1999 г. [3]			20.06.2006 г.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7,4	7,0	7,0	8,25	8,0	8,05	7,7	7,0	7,7
мг/дм ³									
Ca ²⁺	32,0	46,0	32,0	28,0	42,0	32,0	26,0	16,7	48,0
Mg ²⁺	7,3	7,3	7,3	2,4	4,9	1,2	1,2	3,4	6,0
Na ⁺	6,4	9,4	8,5	5,0	6,7	5,0	18,8	14,1	6,2
K ⁺	2,0	1,4	1,4	0,9	1,4	1,0	2,4	1,9	1,8
HCO ₃ ⁻	122,0	171,0	122,0	85,4	170,8	122,0	82,5	56,5	128,8
SO ₄ ²⁻	10,0	6,0	14,0	9,1	8,7	9,0	15,7	16,6	23,4
Cl ⁻	2,5	5,7	2,2	7,1	2,1	5,0	2,9	2,3	3,2
Σ _и	182,2	246,8	187,4	137,9	236,6	175,2	149,5	111,5	217,4
NO ₃ ⁻	2,5	1,6	2,2	0,67	0,76	0,75	0,73	0,29	0,54
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
NH ₄ ⁺	0,1	0,1	<0,1	0,15	0,2	0,10	0,29	0,55	0,16
PO ₄ ²⁻	0,19	0,19	0,18	–	0,096	–	0,12	0,06	<0,01
Si	1,8	3,5	1,8	4,06	3,84	3,55	3,1	4,1	–
Fe _{общ}	1,0	2,2	0,5	0,76	1,01	0,86	0,32	0,23	0,16
C _{орг}	6,46	7,1	7,94	4,77	6,42	6,15	7,50	7,5	5,89
ФК	8,75	8,61	5,87	0,43	1,29	2,58	–	–	–
ГК	1,09	1,83	3,90	0,30	<0,1	0,66	–	–	–
Нефтепродукты	–	–	–	–	0,3	–	<0,02	–	0,08
мкг/дм ³									
Pb	0,5	0,8	0,7	<0,1	1,2	0,28	<0,1	–	<0,1
Hg	0,470	0,070	0,010	0,13	0,43	0,05	–	–	–
Cu	4,8	0,7	4,2	0,5	1,2	0,8	<0,1	–	<0,1
Zn	12,7	6,0	12,0	0,4	2,1	2,0	<0,1	–	<0,1
Cd	0,70	0,16	0,06	<0,1	<0,1	0,16	<0,1	–	<0,1
Li	8,0	10,0	8,0	6,0	9,0	4,0	–	–	–
Cr	3,0	2,0	1,8	7,1	<2	17,0	<2,0	–	<2,0
Al	–	12,9	–	–	301,0	–	<5,0	–	<5,0
Mn	3,6	16,8	35,4	10,3	8,0	11,0	10,0	–	10,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ba	51,1	29,8	43,9	13,0	–	10,0	–	–	–
Sr	114,0	160,0	134,0	140	–	230	–	–	–
Th	0,16	0,08	0,07	<0,01	–	<0,01	–	–	–
U	0,51	0,67	0,67	<0,7	–	1,3	–	–	–
Sc	0,22	0,06	0,12	0,62	–	0,76	–	–	–
La	0,45	0,21	0,26	<0,05	–	<0,05	–	–	–

Примечание. I – р. Обь выше устья р. Чулым, с. Молчаново; II – р. Чулым в устье; III – р. Обь ниже устья р. Чулым, с. Могочино.

Реки Парабель и Васюган существенно уступают по водности Оби, Томи и Чулыму [4], но характеризуются очень высокой заболоченностью водосборов (более 30%), а также развитием нефтегазодобывающего комплекса. Воздействие данных притоков на химический состав Оби в целом проявляется в увеличении концентраций $C_{орг}$ (табл. 3, 4). Однозначное влияние рр. Парабель и Васюган на содержание прочих веществ, в том числе веществ, идентифицируемых как «нефтепродук-

ты», не выявлено, что не позволяет сделать вывод о значимом влиянии нефтегазодобычи в бассейнах рассматриваемых притоков непосредственно на р. Обь. Это не означает, что такого влияния нет вовсе, а лишь свидетельствует о том, что основная масса нефтяного и солевого загрязнения вследствие аварий на промыслах и при транспортировке накапливается (а затем в той или иной степени трансформируется) на водосборных и территориях и в донных отложениях притоков.

Таблица 3

Химический состав вод р. Парабель и р. Обь в районе устья р. Парабель

Показатель	18.09.1991 г. [1, 2]			16.07.1999 г. [3]			05.10.2006 г.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
pH	7,2	7,0	7,8	7,5	7,0	7,65	7,8	7,8	7,7
мг/дм ³									
Ca ²⁺	34,0	6,0	38,0	22,0	40,1	22,0	44,1	62,1	62,1
Mg ²⁺	7,3	13,4	7,3	8,5	7,2	3,7	1,2	15,8	13,8
Na ⁺	12,4	2,0	9,7	3,5	13,2	4,2	4,8	6,9	6,6
K ⁺	1,4	1,5	1,4	1,1	1,8	1,2	1,0	1,2	1,3
HCO ₃ ⁻	134,0	244,0	146,0	97,6	164,1	97,6	161,9	406,2	293,2
SO ₄ ²⁻	18,0	2,0	12,0	11,0	13,8	11,5	11,5	9,7	5,3
Cl ⁻	5,7	5,7	5,7	1,1	1,6	1,1	6,2	3,5	3,1
$\Sigma_{и}$	212,8	274,6	220,1	144,8	241,8	141,3	230,7	505,4	385,4
NO ₃ ⁻	2,0	2,3	2,1	0,13	0,72	0,83	0,82	1,22	1,21
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	<0,03	<0,03	<0,03
NH ₄ ⁺	0,1	0,2	0,1	0,4	3,8	0,9	<0,05	<0,05	0,72
PO ₄ ²⁻	0,37	0,23	0,19	<0,01	0,17	–	0,22	0,12	0,10
Si	2,4	6,3	2,9	3,55	5,8	5,63	2,0	10,2	10,5
Fe _{общ}	0,6	2,0	0,5	1,3	1,13	2,50	0,09	0,40	0,52
C _{орг}	11,53	14,5	10,18	7,68	51,3	7,66	1,88	12,38	6,38
ФК	14,07	22,17	10,36	–	–	5,46	–	–	–
ГК	2,84	3,95	2,84	–	–	0,84	–	–	–
Нефтепродукты	–	–	–	–	–	–	<0,02	<0,02	<0,02
мкг/дм ³									
Pb	0,5	0,0	1,8	0,3	–	1,0	<2,0	<2,0	<2,0
Hg	0,016	0,005	0,012	0,03	–	0,015	<0,03	<0,03	<0,03
Cu	2,0	1,1	2,0	0,8	–	1,2	<1,0	<1,0	2,0
Zn	43,4	8,2	11,0	3,5	–	2,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cd	0,04	0,20	0,07	<0,1	–	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0
Li	7,0	10,0	7,0	5,0	–	5,0	–	–	–
Cr	5,0	2,3	1,5	9,3	–	7,3	<2,0	<2,0	<2,0
Al	–	11,4	–	–	–	–	<5,0	<5,0	<5,0
Mn	8,4	17,8	44,4	9,0	–	10,7	<5,0	30,0	40,0
Ba	46,6	41,9	40,6	9,0	–	10,0	–	–	–
Sr	291,0	180,0	110,0	160	–	150	–	–	–
Th	0,26	0,11	0,06	<0,01	–	<0,01	–	–	–
U	0,49	0,43	0,55	<0,7	–	<0,7	–	–	–
Sc	0,45	0,13	0,09	0,7	–	1,0	–	–	–
La	0,67	0,34	0,28	0,14	–	0,2	–	–	–

Примечание. I – р. Обь выше устья р. Парабель; II – р. Парабель в устье; III – р. Обь ниже устья р. Парабель, с. Каргасок.

Таблица 4

Химический состав вод р. Васюган и р. Обь в районе устья р. Васюган

Показатель	18.09.1991 г. [1, 2]			16.07.1999 г. [3]			05.10.2006 г.		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH	7,8	6,5	7,4	7,65	7,0	7,55	7,6	7,5	7,5
мг/дм ³									
Ca ²⁺	38,0	40,0	30,0	22,0	28,5	26,0	42,1	34,1	34,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mg ²⁺	7,3	9,8	8,5	3,7	6,0	1,2	4,9	15,8	4,9
Na ⁺	9,7	1,8	9,9	4,2	10,6	4,1	5,5	5,5	6,0
K ⁺	1,4	1,3	3,1	1,2	1,5	1,1	1,0	<1,0	<1,0
HCO ₃ ⁻	146,0	159,0	122,0	97,6	109,5	85,4	152,7	164,9	335,9
SO ₄ ²⁻	12,0	2,0	18,0	11,5	11,1	11,0	12,5	10,4	10,5
Cl ⁻	5,7	5,7	5,7	1,1	3,1	1,1	5,7	7,6	5,7
Σ _и	220,1	219,6	197,2	141,3	170,3	129,9	224,4	238,3	397,1
NO ₃ ⁻	2,1	2,3	1,5	0,13	0,12	0,50	0,40	1,39	1,32
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	0,04	0,1	<0,01	0,05	<0,03	<0,03	<0,03
NH ₄ ⁺	0,1	0,1	0,1	0,9	0,95	0,9	0,58	1,30	2,06
PO ₄ ²⁻	0,19	0,37	0,19	<0,01	0,19	0,29	0,08	<0,05	<0,05
Si	2,9	4,4	2,6	5,63	2,65	5,88	2,4	5,6	6,4
Fe _{общ}	0,5	3,0	1,7	2,5	1,06	1,1	0,17	1,89	1,45
C _{орг}	10,18	11,2	10,65	7,66	24,9	7,09	5,63	16,88	12,38
ФК	10,18	11,5	10,65	5,46	–	4,5	–	–	–
ГК	2,84	4,30	1,99	0,84	–	0,75	–	–	–
Нефтепродукты мкг/дм ³	–	–	–	–	–	–	<0,02	<0,02	<0,02
Pb	1,8	2,5	0,8	1,0	–	<0,1	<2,0	<2,0	<2,0
Hg	0,012	0,006	1,063	0,015	–	0,04	<0,03	<0,03	<0,03
Cu	2,0	1,5	2,4	1,2	–	0,5	<1,0	<1,0	<1,0
Zn	11,0	23,0	65,0	2,0	–	0,5	<1,0	5,0	2,0
Cd	0,07	0,30	0,20	<0,1	–	<0,1	<1,0	<1,0	<1,0
Li	7,0	10,0	8,0	5,0	–	5,0	–	–	–
Cr	1,5	2,5	3,6	7,3	–	5,2	<2,0	<2,0	<2,0
Al	–	9,5	27,6	–	–	–	<5,0	<5,0	<5,0
Mn	44,4	86,1	41,3	10,7	–	10,5	10,0	30,0	30,0
Ba	40,6	26,1	133,1	10,0	–	9,0	–	–	–
Sr	110,0	83,0	288,0	150	–	160	–	–	–
Th	0,06	0,06	0,28	<0,01	–	0,048	–	–	–
U	0,55	0,42	0,46	<0,7	–	0,6	–	–	–
Sc	0,09	0,08	0,48	1,0	–	0,72	–	–	–
La	0,28	0,27	0,89	0,2	–	0,2	–	–	–

Примечание. I – р. Обь выше устья р. Васюган; II – р. Васюган в устье; III – р. Обь ниже устья р. Васюган.

В целом сопоставление имеющихся данных с нормативами рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого водопользования позволяет оценить качество вод Оби и ее притоков как неудовлетворительное (табл. 5). Но при этом следует отметить следующее.

Во-первых, влияние Томи, Чулыма, Парабели и Васюгана на состояние обских вод неоднозначно.

Во-вторых, в последние десятилетия очень часто несоответствие качества вод нормативам автоматически приравнивается к их загрязнению, что, по меньшей мере, некорректно. Например, железо присутствует в поверхностных и подземных водах региона практически всегда в количествах, превышающих ПДК, и, как правило, независимо от близости каких-либо источников загрязнения.

Таблица 5

Средние значения суммы отношений фактических концентраций веществ к соответствующим предельно допустимым значениям (ΣС/ПДК), установленным для водных объектов рыбохозяйственного значения

Объект – створ	Санитарно-токсикологический лимитирующий признак вредности	Токсикологический лимитирующий признак вредности
Обь выше устья Томи	0,76	17,71
Устье Томи	0,81	29,45
Обь ниже устья Томи	0,63	16,52
Обь выше устья Чулыма	0,66	30,85
Устье Чулыма	0,74	35,64
Обь ниже устья Чулыма	1,02	12,56
Обь выше устья Парабели	0,84	12,37
Устье Парабели	1,08	17,24
Обь ниже устья Парабели	0,99	20,18
Обь выше устья Васюгана	0,89	17,25
Устье Васюгана	1,04	27,35
Обь ниже устья Васюгана	0,79	60,26

В-третьих, превышения ПДК по содержанию некоторых веществ отмечаются так часто и повсеместно, что возникают определенные вопросы о сопоставимости результатов установления нормативов и реальной водно-экологической ситуации. В частности, концентрации Си и веществ, идентифицируемых как «нефтепродукты», по данным Росгидромета, выше соответ-

ствующих ПДК для водных объектов рыбохозяйственного назначения практически по всей территории Российской Федерации [5].

И, наконец, в-четвертых, приведенный в санитарных правилах и нормах Российской Федерации [6] и использованный в данной работе показатель качества воды ΣС/ПДК должен быть равен или меньше 1. Для

группы из 15–20 показателей это условие достижимо только тогда, когда концентрация каждого из них соответственно в 15–20 раз меньше ПДК. С учетом существующих методик определения это означает требование практически нулевых концентраций, что приводит к определенным сомнениям относительно объективности данного показателя, используемого в природоохранной практике уже многие десятилетия.

Выполненное исследование показало, что воздействие притоков на химический состав и качество вод Оби имеет весьма сложный характер и в наибольшей степени проявляется в изменении: концентраций главных ионов – после впадения Чулыма и Томи; содержаний $S_{орг}$ – после впадения Васюгана и Парабели. Неоднозначность этого влияния объясняется прежде всего тем, что химический состав вод и гидрохимический сток не только Оби, но и любой другой большой реки не является простой суммой вкладов отдельных источников. В результате впадения притоков происходит не только

смешение водных масс с различным химическим составом, но и меняются условия взаимодействия в системе «вода – органическое вещество – порода», а именно – время и площадь контакта речных вод с наносами, донными отложениями и атмосферным воздухом.

Аналогичные условия могут возникать и на участках размещения крупных выпусков сточных вод, вследствие чего ниже по течению от отдельных выпусков или промышленных центров в ряде случаев наблюдается снижение минерализации и концентраций некоторых веществ. В качестве примера можно привести данные Росгидромета о состоянии Томи, согласно которым в 1995 г. среднегодовое значение ХПК вод Томи выше Томска составило 12,1 мгО/дм³, а ниже по течению – 11,2 мгО/дм³ [7]; в 2005 г. выше Томска отмечены среднегодовые концентрации Ca^{2+} в размере 28,7 мг/дм³, Mg^{2+} – 4,97 мг/дм³, ниже Томска – 20,6 и 4,7 мг/дм³ соответственно [8] и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шварцев С.Л., Савичев О.Г., Вертман Г.Г. и др. Эколого-геохимическое состояние речных вод Средней Оби // Водные ресурсы. 1996. № 6. С. 723–731.
2. Шварцев С.Л., Савичев О.Г. Эколого-геохимическое состояние крупных притоков Средней Оби // Водные ресурсы. 1997. № 6. С. 762–768.
3. Шварцев С.Л., Савичев О.Г., Хвацевская А.А. и др. Комплексные эколого-геохимические исследования вод р. Оби // Экология пойм Сибирских рек и Арктики: Тр. I межрегион. совещания. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. С. 110–115.
4. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, использование и охрана. Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2003. 202 с.
5. Черняев А.М., Прохорова Н.Б., Белова Л.П. и др. Воды России. 1996–2000 гг. Екатеринбург: Изд-во РосНИИВХ, 2002. 254 с.
6. СанПин 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Дата введения 01.01.2001. 11 с.
7. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведения водоохраных мероприятий по территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 1996 год: В 2 ч. Новосибирск: ЗСУГМС, 1997. Ч. 1. 89 с.
8. Ежегодник качества поверхностных вод и эффективности проведения водоохраных мероприятий по территории деятельности Западно-Сибирского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за 2005 год: В 2 ч. Новосибирск: ЗСУГМС, 2006. Ч. 1. 94 с.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 13 сентября 2010 г.