

ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОХИМИЯ

УДК 556.114 (282.251.1)

В.И. Уварова

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ НИЖНЕЙ ОБИ

Представлены результаты гидрохимических исследований в бассейне Нижней Оби. Приводятся данные по уровню загрязнения вод и донных отложений нефтепродуктами, фенолами, СПАВ, тяжелыми металлами в летний и зимний периоды 2001 г.

Гидрохимия, загрязнение, поверхностные воды, формирование химического состава вод, нефтяное загрязнение, тяжелые металлы, качество воды водоемов, донные отложения.

На современное экологическое состояние бассейна р. Оби — крупнейшей реки Западной Сибири — оказывает негативное влияние интенсификация хозяйственной деятельности. Под действием антропогенных факторов, в частности из-за попадания большого количества сточных вод, содержащих отходы промышленного производства, бытовых стоков, происходит изменение химического состава воды. Многократно отмечались факты загрязнения вод Оби нефтью и нефтепродуктами, тяжелыми металлами, соединениями азота [Бабушкин и др., 2007; Темерев, 2008; Калинин, 2010]. Техногенное воздействие проявляется и в бассейне Нижней Оби, достаточно удаленном от основных его источников — многочисленных нефтяных месторождений Среднего Приобья. Это определяет актуальность изучения гидрохимических показателей при анализе экологической ситуации в регионе. Цель работы — дать оценку гидрохимического режима, качества вод и донных отложений в бассейне Нижней Оби в условиях усиления техногенного воздействия.

Протяженность Нижней Оби от устья р. Иртыша до впадения в Обскую губу составляет 1118 км. Замыкающий створ у г. Салехарда принят за речную границу на Оби. От устья р. Иртыша до п. Перегребное р. Обь течет в одном глубоком русле, ниже делится на Большую и Малую Обь, близ Салехарда происходит их слияние. Природные условия в бассейне Нижней Оби, определяющие формирование стока, специфичны из-за континентальности климата, наличия вечномерзлых пород, глубокого и длительного сезонного промерзания почвогрунтов, растущей заболоченности таежного севера.

Литогенная основа ландшафтов на рассматриваемой территории представлена четвертичными отложениями преимущественно морского и озерно-аллювиального генезиса, по гранулометрическому составу они разнообразны — от глин до песков. По внутригодовому распределению стока реки относятся к району с абсолютным преобладанием весеннего стока; питание рек преимущественно снеговое, доля грунтового питания мала [Атлас..., 1971]. На изучаемой территории количество осадков значительно превышает испаряемость. Все эти факторы в совокупности способствуют формированию гидрокарбонатных поверхностных вод преимущественно с малой и средней минерализацией [Ресурсы..., 1973].

Материалы и методика исследований

Исследования состава воды и донных отложений проводились в летнюю межень 2001 г. на р. Большая Обь от п. Казым-Мыс до п. Катравож (ниже впадения р. Сось), на р. Малая Обь от п. Илья-Горт до п. Шурышкар, на р. Оби в районе г. Салехарда, п. Аксарка и п. Салемал. В зимний период пробы воды отбирались на р. Оби выше и ниже г. Салехарда, на р. Полуй ниже города. Химические анализы воды и донных отложений, результаты которых рассматриваются в настоящей статье, проводились в аккредитованной лаборатории «Госрыбцентра» в соответствии с утвержденными нормативными документами. Качество поверхностных вод оценивалось по ПДК вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов [Перечень..., 1999] и согласно комплексной экологической классификации [Оксиюк и др., 1993].

Результаты и обсуждение

Результаты исследований, характеризующие химический состав водотоков Нижней Оби, представлены в табл. 1–3.

Для водоемов Нижней Оби характерно снеговое питание, оно обуславливает малую минерализацию воды с преобладанием ионов HCO_3^- и Ca^{+2} , которые доминируют в составе атмосферных осадков Тюменского севера [Дорожкова, 2004]. Залегающие под снежным покровом мерзлые почвы являются своеобразным водоупором, и талые воды способны растворять только те соли, которые заключены в самом верхнем слое почвы. Преобладание у реки снегового питания вызывает резкое понижение минерализации во время половодья. Максимальная минерализация наблюдается зимой. Для водного режима реки исследуемой территории характерны весеннее или весенне-летнее половодье и летне-осенняя межень.

По солевому составу, согласно классификации О.А. Алекина, воды Нижней Оби в августе 2001 г. относились к маломинерализованным, гидрокарбонатного класса, кальциевой группы. Общая сумма ионов в воде р. Большая Обь изменялась от 114 мг/дм³ у п. Казым-Мыс до 121 мг/дм³ ниже устья р. Соси, в воде р. Малая Обь — от 115 мг/дм³ в районе п. Шурышкар до 131 мг/дм³ у п. Илья-Горт, в воде р. Оби — от 116 мг/дм³ выше г. Салехарда до 113 мг/дм³ ниже п. Салемал (табл. 1). Из анионов в воде реки преобладали гидрокарбонаты, содержание их находилось в пределах 73,2–79,3 мг/дм³. Общая жесткость, обусловленная присутствием ионов кальция и магния, в летний период составляла менее 1,5 мг-экв./дм²: вода «очень мягкая». Содержание кальция изменялось в пределах 8,0–16,0 мг/дм³, магния — 3,4–8,7 мг/дм³. Количество ионов кальция в обской воде в 2–3 раза выше по сравнению с магнием. Содержание хлоридов и сульфатов в период исследований было невысоким. Резких колебаний в содержании хлоридов и сульфатов не отмечалось. Минимальное количество хлоридов — 5,7 мг/дм³ зафиксировано в районе п. Салемал, в воде р. Малая Обь количество хлоридов было выше и составляло 7,8–8,5 мг/дм³. Содержание сульфатов в воде р. Малая Обь изменялось в пределах 5,76–9,6 мг/дм³, в воде р. Обь — 4,8–7,68 мг/дм³. В нижнем течении р. Оби минерализация воды снижена за счет увеличения доли снегового питания. Изменение минерализации и состава речных вод носит сезонный характер, что обусловлено изменением в течение года соотношения различных источников питания реки. При увеличении поверхностного стока во время половодья минерализация речной воды падает, а при его уменьшении и увеличении доли грунтового питания — возрастает. Содержание кальция, магния, хлоридов и сульфатов изменяется аналогично изменению минерализации. Это хорошо видно на примере р. Оби в зимний (подледный) период и

летнюю межень. Так, в зимний период 2001 г. общая сумма ионов на участке выше г. Салехарда составляла 289,7 мг/дм³, ниже города — 265,3 мг/дм³, в летнюю межень — 116,4 и 114,5 мг/дм³ соответственно. Содержание хлоридов в зимний период изменялось от 14,2 до 16,3 мг/дм³, в летнюю межень уменьшалось до 7,1 мг/дм³, количество сульфатов варьировало в пределах 19,2–21,1 мг/дм³ в подледный период и снижалось в летний период до 5,76–7,68 мг/дм³ (табл. 1, 2). По величине водородного показателя в подледный период реакция была близка к нейтральной — pH в среднем 6,7 ед.; в летний период наблюдалось незначительное подщелачивание, значение pH изменялось в пределах 7,28–7,4 ед. Все водоемы Нижней Оби связаны между собой многочисленными протоками, поэтому резких различий в химическом составе воды не отмечалось.

Таблица 1

Солевой состав воды водотоков Нижней Оби, мг/дм³ (август 2001 г.)

Место отбора проб	pH	HCO ₃	Жестк. общ., мг-экв./дм ³	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Na + K	Σ _и
р. Большая Обь									
Выше на 0,5 км пос. Казым-Мыс	7,25	73,2	1,16	14,4	5,35	7,1	5,76	8,28	114,11
Выше на 0,5 км пос. Горки	7,21	73,2	1,12	8,0	8,75	7,1	5,28	8,97	111,3
Выше на 0,5 км п. Питляр	7,22	73,2	1,16	16,0	4,37	7,1	6,72	8,74	116,13
Выше на 0,5 км устья р. Собь	7,21	73,2	1,08	16,0	3,4	7,1	7,2	10,81	117,71
Ниже на 0,5 км устья р. Собь	7,25	73,2	1,1	16,0	3,65	7,1	9,6	11,5	121,0
р. Малая Обь									
Выше на 0,5 км п. Илья-Горт	7,23	79,3	1,04	12,0	5,35	8,5	9,6	16,1	130,85
Выше на 0,5 км п. Мужы	7,21	79,3	1,02	15,2	5,35	7,8	9,12	11,73	128,54
Выше на 0,5 км п. Шурышкары	7,15	73,2	1,16	13,6	5,83	7,8	5,76	8,74	114,94
р. Обь									
Выше на 0,5 км г. Салехарда	7,20±0,1	73,2	1,12	12,0	6,32	7,10	7,68	10,1	116,42
Ниже на 0,5 км г. Салехарда	7,21±0,1	73,2	1,12	14,4	4,80	7,1	5,76	9,20	114,49
Ниже на 0,5 км п. Аксарка	7,18±0,1	73,2	1,14	14,0	5,35	5,68	5,28	7,59	111,1
Выше на 0,5 км п. Салемал	7,15±0,1	73,2	1,16	14,4	5,35	5,68	4,80	6,90	110,36
Ниже на 0,5 км п. Салемал	7,10±0,1	73,2	1,18	14,2	5,71	6,39	5,76	7,36	112,64

К биогенным элементам в природных водах относятся соединения азота и фосфора. Они имеют особое значение для развития жизни в водоемах, входят в состав тканей каждого живого организма, без них не могли бы развиваться водные растения и животные [Алекин, 1989]. В свою очередь, концентрации биогенных элементов и их режим целиком зависят от интенсивности биохимических и биологических процессов, происходящих в водоемах. В период исследований в воде Оби и Малой Оби из всех соединений группы азота больший процент приходился на ионы аммония. Содержание их в воде колебалось в узком диапазоне (0,38–0,52 мг/дм³). Количество нитратов в воде

р. Оби было меньше в 2–3 раза и изменялось в пределах 0,1–0,23 мг/дм³. Повышенная концентрация ионов аммония отмечена выше п. Казым-Мыс (0,51 мг/дм³), выше устья р. Собь (0,52 мг/дм³) и ниже г. Салехарда (0,5 мг/дм³). На остальных станциях количество аммонийного азота изменялось в пределах 0,37–0,46 мг/дм³. Нитритов в исследуемый период не обнаруживалось (табл. 3).

Таблица 2

Химический состав воды рек Оби и Полуй в зимний период 2001 г., мг/дм³

Место отбора проб	pH	HCO ₃	N/NH ₄	N/NO ₂	N/NO ₃	Fe _{общ.}	PO ₄	Окисл. перманг., мгО/дм ³	Жестк. общ., мг-экв./дм ³	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Na + K	Σ _и	БПК ₅
р. Обь, выше на 0,5 км	6,7	183,0	0,44	0,07	0,17	1,78	0,33	8,0	2,6	36,0	9,72	14,2	19,2	27,6	289,72	1,8±0,46
г. Салехарда																
р. Обь, ниже на 0,5 км	6,7	158,6	0,5	0,03	0,1	2,5	0,57	13,6	2,2	32,0	7,3	16,33	21,1	29,9	265,26	2,6±0,67
г. Салехарда																
р. Полуй, ниже г. Салехарда	6,4	97,6	0,54	0,02	0,08	3,7	1,41	16,0	1,2	12,0	7,3	21,3	23,05	34,04	195,29	2,0±0,52

Также в период наблюдений было определено содержание в воде неорганического фосфора. Как и для азота, биологический круговорот фосфора является основным фактором, определяющим его концентрацию. В вегетационный период происходит уменьшение количества фосфатов за счет интенсивного потребления биотой. В воде р. Оби в августе 2001 г. содержание фосфатов колебалось в пределах 0,21–0,35 мг/дм³. Повышенные концентрации отмечались в воде р. Оби ниже г. Салехарда — 0,35 мг/дм³, выше п. Казым-Мыс — 0,31 мг/дм³. В зимний период содержание фосфатов ниже г. Салехарда увеличилось до 0,57 мг/дм³ против 0,35 мг/дм³ в летний период.

Таблица 3

Содержание органических и биогенных веществ в воде водотоков Нижней Оби, мг/дм³ (август 2001 г.)

Место отбора проб	N/NH ₄	N/NO ₂	N/NO ₃	PO ₄	Fe _{общ.}	БПК ₅	Окисл. перманг., мг/дм ³
р. Большая Обь							
Выше на 0,5 км п. Казым-Мыс	0,51	< 0,006	0,23	0,31	1,10	1,4	16,8
Выше на 0,5 км п. Горки	0,43	< 0,006	0,21	0,22	0,96	2,0	17,6
Выше на 0,5 км п. Питляр	0,42	< 0,006	0,20	0,21	0,97	1,6	16,9
Выше на 0,5 км устья р. Собь	0,52	< 0,006	0,26	0,22	1,00	1,5	17,2
Ниже на 0,5 км устья р. Собь	0,40	< 0,006	0,20	0,22	0,96	2,4	14,8
р. Малая Обь							
Выше на 0,5 км п. Илья-Горт				0,23	1,03	1,2	14,0
Выше на 0,5 км п. Мужы	0,38	< 0,006	0,11	0,23	1,00	1,0	16,0
Выше на 0,5 км п. Шурыш-кары	0,37	< 0,006	0,18	0,24	1,30	1,0	16,2
р. Обь							
Выше на 0,5 км г. Салехарда	0,39	< 0,006	0,19	0,3	1,12	1,4	14,8
Ниже на 0,5 км г. Салехарда	0,50	< 0,006	0,17	0,35	1,05	1,4	17,2
Ниже на 0,5 км п. Аксарка			0,19	0,23	0,78	1,6	15,2
Выше на 0,5 км п. Салемал	0,41	< 0,006	0,18	0,25	0,89	1,4	16,0
Ниже на 0,5 км п. Салемал	0,46	< 0,006	0,20	0,25	0,91	1,0	17,2

Содержание железа на всех станциях превышало ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения ($0,1 \text{ мг/дм}^3$) и составляло $0,78\text{--}1,3 \text{ мг/дм}^3$. Повышенное количество железа в водоемах Обь-Иртышского бассейна определяется природными факторами (высокой подвижностью в кислых болотных водах, способностью образовывать железоорганические соединения). В летний период содержание общего железа в воде р. Большая Обь колебалось в пределах $0,96\text{--}1,1 \text{ мг/дм}^3$, в воде р. Малая Обь — $1,0\text{--}1,3 \text{ мг/дм}^3$. В подледный период количество железа увеличивается. Так, в створе Салехарда концентрация железа возросла до $2,5 \text{ мг/дм}^3$ против $1,05 \text{ мг/дм}^3$ летом.

Согласно А.И. Перельману [1982], одной из наиболее типичных черт водных источников таежной зоны является высокое содержание в них органического вещества (ОВ). ОВ в речных водах присутствует в виде смываемых с почв и болот веществ гумусового происхождения и продуктов распада различных органических веществ, преимущественно растительного происхождения. Величина перманганатной окисляемости, характеризующая содержание ОВ в пробе, очень разнообразна. Все речные воды по этому показателю, согласно классификации О.А. Алекина [1989], соответствуют градации: от «очень малой» (до $2,0 \text{ мг/дм}^3$) до «очень высокой» (свыше $30,0 \text{ мг/дм}^3$) величины. Наибольшие значения перманганатной окисляемости фиксируются в присутствии органических веществ гумусового происхождения. Для режима окисляемости типично снижение в зимнее время, когда в питании реки доминируют грунтовые воды, содержащие минимальное количество органических веществ. Повышение окисляемости происходит при половодье и паводках, в результате которых в реку смывается с почв и болот значительное количество органических веществ.

В воде Большой и Малой Оби величина перманганатной окисляемости резко не различалась и варьировала в пределах $14,0\text{--}17,2 \text{ мг/дм}^3$, что соответствует «повышенным» значениям по классификации качества вод [Оксиюк и др., 1993]. В зимний период в р. Оби выше г. Салехарда величина перманганатной окисляемости составляла $8,0 \text{ мг/дм}^3$ («средняя» величина), ниже г. Салехарда — $13,6 \text{ мг/дм}^3$, на р. Полуй ниже г. Салехарда — $16,0 \text{ мг/дм}^3$ («повышенная»), т.е. стоки города увеличивают количество органических веществ в воде.

Относительное представление о содержании в воде легкоокисляющего органического вещества дает также величина БПК₅ (биохимическое потребление кислорода). Как показали результаты исследований, вода Малой Оби по величине БПК₅ относится к «чистым» водам, Большой Оби — к «умеренно загрязненным». В летнюю межень на всех станциях величина БПК₅ не превышала ПДК ($2,0 \text{ мгО/дм}^3$). Отношение величины БПК₅ к величине перманганатной окисляемости в период исследований в воде составляло $< 0,5$, что характеризует органическое вещество, присутствующее в воде, как «стойкое». Содержание органических веществ в зимний период снизилось вследствие перехода реки на грунтовое питание.

Ведущую роль в загрязнении водоемов Обь-Иртышского бассейна играют нефть и нефтепродукты. Большая часть нефтепродуктов поступает в речные воды в Среднем Приобье, где расположены наиболее крупные нефтяные месторождения Западной Сибири. Немалый вклад вносят судоходство и местные локальные источники. В августе 2001 г. содержание нефтепродуктов в воде Большой и Малой Оби находилось в пределах $0,03\text{--}0,09 \text{ мг/дм}^3$ (табл. 4). В зимний период в районе г. Салехарда содержание нефтепродуктов составляло $0,06\text{--}0,07 \text{ мг/дм}^3$. Таким образом, величина ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения ($0,05 \text{ мг/дм}^3$) была превышена несущественно.

Содержание фенолов в период исследований в воде Большой Оби изменялось в пределах 0,001–0,003 мг/дм³, Малой Оби — 0,001–0,002 мг/дм³, в районе г. Салехарда — 0,001–0,002 мг/дм³ (табл. 4), что соответствует «слабо загрязненным» водам. Содержание СПАВ в воде не превышало предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного назначения и составляло 0,006–0,02 мг/дм³ при ПДК 0,1 мг/дм³.

Таблица 4

**Содержание нефтепродуктов, СПАВ, фенолов в воде водотоков
Нижней Оби, мг/дм³ (август 2001 г.)**

Место отбора проб	Нефтепродукты	СПАВ	Фенолы
1. Выше п. Казым-Мыс	0,06	< 0,006	< 0,001
2. Выше п. Горки	0,07	0,01	0,003
3. Выше п. Питляр	0,03	< 0,006	0,002
4. Выше устья р. Соби	0,07	0,01	0,002
5. Ниже устья р. Соби	0,02	0,02	0,002
6. Выше п. Илья-Горт	0,04	0,01	0,002
7. Выше п. Мужы	0,03	0,01	0,001
8. Выше п. Шурышкар	0,03	0,03	0,001
9. Выше г. Салехарда	0,06	< 0,006	0,001
10. Ниже г. Салехарда	0,09	0,01	0,002
11. Ниже п. Аксарка	0,09	0,03	0,002
12. Выше п. Салемал	0,05	0,01	< 0,001
13. Ниже п. Салемал	0,08	0,02	0,002
ПДК для р/х водоемов	0,05	0,1	0,001

Микроэлементы представляют самую большую группу элементов химического состава природных вод. Они необходимы для нормальной жизнедеятельности растений, животных и человека. Однако при повышенной концентрации многие элементы вредны и даже ядовиты для живых организмов. Тяжелые металлы, поступающие из антропогенных источников загрязнения, оказывают огромное влияние на водные экосистемы. Увеличение их содержания в воде, донных отложениях и биоте приводит к снижению продуктивности водных экосистем. В природных водах микроэлементы присутствуют в виде взвесей, коллоидов, в форме комплексов, образуемых с гумусовыми и другими органическими кислотами [Линник, Набиванец, 1986].

В воде р. Оби повторяемость превышения ПДК марганца (10 мкг/дм³) в период наблюдений составляла 100 %. Максимальное количество марганца отмечалось в подледный период, минимальное — в летнюю межень, диапазон колебаний концентрации марганца в воде очень велик: от 27,0 до 46,0 мкг/дм³ летом и от 457 до 1002 мкг/дм³ в зимний период (табл. 5, 6). Содержание алюминия в воде р. Оби в районе г. Салехарда изменялось в пределах 36,0–62,0 мкг/дм³ в зимний период при величине ПДК 40 мкг/дм³; летом в воде Большой и Малой Оби определялось от 10 до 16,0 мкг/дм³ алюминия (табл. 5). Содержание меди в воде от п. Казым-Мыс до г. Салехарда изменялось от 0,7 до 1,9 мкг/дм³ при величине ПДК 1,0 мкг/дм³, т.е. превышение ПДК было незначительным. Содержание свинца, никеля, хрома в воде в период исследований не превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов.

Таким образом, в летний период в воде Большой и Малой Оби превышение допустимых норм концентрации тяжелых металлов отмечалось по марганцу в 100 % случаев в 3–4 раза, по цинку на отдельных станциях — в 1,5–2,8 раза, меди — в 1,1–1,8 раза. В зимний период происходит накопление тя-

желых металлов в воде. Так, в районе г. Салехарда содержание марганца выше нормы в 45–100 раз, цинка — в 2,7 раза, меди — в 5–6 раз (табл. 6).

Таблица 5

Содержание тяжелых металлов в воде водотоков Нижней Оби, мкг/дм³
(август 2001 г.)

Место отбора проб	Hg	Mn	Al	Zn	Cr	Pb	Cu	Ni
р. Большая Обь								
Выше п. Казым-Мыс	< 0,050	43,0	10,0	13,0	5,7	6,0	1,7	2,0
Выше п. Горки	< 0,050	32,0	16,0	7,0	9,4	4,0	1,2	2,2
Выше п. Питляр	< 0,050	43,0	10,0	11,0	5,9	5,0	1,6	1,7
Выше устья р. Соби	< 0,050	34,0	10,0	26,0	6,2	11,0	1,4	1,8
Ниже устья р. Соби	< 0,050	27,0	10,0	25,0	7,6	8,0	0,7	1,1
р. Малая Обь								
Выше п. Илья-Горт	< 0,050	45,0	10,0	32,0	11,0	8,0	1,8	2,6
Выше п. Мужы	< 0,050	34,0	11,0	25,0	16,0	11,0	1,7	3,0
Выше п. Шурышкары	< 0,050	36,0	10,0	11,0	5,5	7,0	0,8	1,0
р. Обь								
Выше г. Салехарда	< 0,050	46,0	10,0	16,0	9,5	7,0	1,0	1,6
Ниже г. Салехарда	< 0,050	39,0	10,0	10,0	10,0	4,0	1,1	2,5
Ниже п. Аксарка	< 0,050	44,0	10,0	20,0	13,0	4,0	1,0	3,9
Выше п. Салемал	< 0,050	37,0	10,0	9,0	16,0	9,0	1,7	3,0
Ниже п. Салемал	< 0,050	34,0	10,0	28,0	10,0	4,0	1,9	4,1
ПДК для р/х водоемов	Отсут. (0,00001)	10,0	40,0	10,0	70,0	100,0	1,0	10,0

Таблица 6

Содержание тяжелых металлов в воде рек Обь и Полуй
в подледный период 2001 г., мкг/дм³

Место отбора проб	Hg	Mn	Zn	Pb	Cu	Ni	Al	Cd
р. Обь								
Ниже г. Салехарда	< 0,5	1002,0	27,0	2,0	6,0	8,0	62,0	0,26
Выше г. Салехарда	< 0,5	457,0	8,00	2,0	5,0	7,0	36	0,1
р. Полуй								
Ниже г. Салехарда	< 0,5	891,0	4,0	9,0	4	4,0	5,0	< 0,1
ПДК	Отсут.	10,0	10,0	100	1,0	10,0	4,0	5,0

Донные отложения исследуемых водоемов представлены песком, заиленным песком, заиленной глиной. Они являются аккумулятором всех загрязнителей, в том числе нефтяных углеводородов, которые находятся во взвешенной фракции и рано или поздно поступает на дно, где их биохимический распад резко замедляется и они накапливаются в осадочном материале [Патин, 1997].

Исследованные в августе 2001 г. грунты загрязнены нефтепродуктами в разной степени. Содержание их зависит от состава грунта, его сорбирующей активности, специфических свойств их бактериальной среды. На основе классификации, принятой в СибрыбНИИпроекте [Уварова, 1988], донные отложения Большой Оби в основном относятся к «слабо загрязненным» грунтам; грунты р. Оби — к «умеренно загрязненным», Малой Оби — к «слабо загрязненным». Наиболее загрязнены нефтепродуктами донные отложения выше п. Казым-Мыс — 16,0–37,3 мг/кг; выше п. Илья-Горт — 36,0–11,0 мг/кг;

ниже г. Салехарда — 26,7 мг/кг, ниже п. Аксарка — 33,0 мг/кг; ниже п. Салемал — 20,8–53,3 мг/кг.

Всего в 2001 г. доля «чистых» грунтов составила 14,3 %, «слабо загрязненных» — 53,6 %, «умеренно загрязненных» — 32,1 %. В исследованиях 1998 г. по классификации, принятой в СибирьБНИИпроекте, 19,3 % грунтов относили к «чистым», 50 % — к «слабо загрязненным», 30,7 % — к «умеренно загрязненным». Таким образом, загрязнение грунтов нефтепродуктами остается стабильным.

Донные отложения активно накапливают тяжелые металлы, содержание которых рассматривается в качестве информативного показателя качества вод. В то же время донные отложения являются одним из главных источников вторичного загрязнения. Наиболее опасными для речных биоценозов считаются ртуть, свинец и кадмий. При изменении физико-химических условий (например, pH, Eh, растворенного кислорода и др.) связанные с донными отложениями соединения могут растворяться в водной толще, поступать в пищевую цепь и оказывать вторичное воздействие на водных обитателей [Алексеев, 1987]. Исследование состава донных отложений вне сферы техногенного влияния позволяет установить фоновые уровни концентраций элементов и соединений. Для оценки экологического состояния Нижней Оби было определено содержание в донных отложениях ртути, цинка, марганца, никеля, меди, хрома, свинца (табл. 7).

Таблица 7

**Содержание тяжелых металлов в донных отложениях
водотоков Нижней Оби, мг/кг (август 2001 г.)**

Место отбора проб	Hg		Zn		Mn		Ni		Cu		Cr		Pb		Fe	
	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П	Л
р. Большая Обь																
1. Выше на 0,5 км п. Казым-Мыс	0,003	0,022	87,4	104	182	403	8,9	42,8	12,6	47,2	13,3	52,1	5,5	8,7	938	4512
2. Выше на 0,5 км п. Горки	0,005	0,020	202	57,5	271	301	30,1	38,8	12,3	37,5	31,6	51,8	1,3	30,8	1312	1847
3. Выше на 0,5 км п. Питлярь	0,034	0,021	67,4	72,3	392	298	52,5	19,1	9,7	3,6	91,7	43,2	10,4	9,9	2850	1694
4. Выше на 0,5 км устья р. Собь	0,020	0,005	79,4	66,1	185	337	19,8	33,1	18,0	< 0,5	19,1	18,1	5,0	4,8	681	1491
5. Ниже на 0,5 км устья р. Собь	< 0,005	0,015	102	71,7	122	218	18,3	39,4	4,3	7,4	6,1	58,7	5,2	< 0,5	575	1824
р. Малая Обь																
6. Выше на 0,5 км п. Илья-Горт	0,018	0,022	96,4	137	446	313	49,1	38,8	24,5	50,4	74,9	65,0	1,4	16,2	2686	2777
7. Выше на 0,5 км п. Мужик	0,033	0,041	81,2	69,4	269	426	36,1	41,9	3,6	11,7	69,9	81,4	8,5	7,9	2509	3342
8. Выше на 0,5 км п. Шурышары	0,025	0,024	46,6	87,5	418	306	45,7	46,9	17,5	23,1	59,8	57,7	12,6	7,3	3328	3466
р. Обь																
9. Выше на 0,5 км г. Салехарда	0,005	0,030	65,9	143	225	248	12,4	62,3	17,8	22,8	30,5	73,7	5,7	10,2	726	2351
10. Ниже на 0,5 км г. Салехарда	0,020	0,025	129	66,0	214	104	44,2	46,5	6,9	11,8	46,6	42,5	0,5	1,8	1416	1780
11. Выше на 0,5 км п. Аксарка	0,005	0,025	85,6	644,5	151	378	17,6	113,1	42,0	44,5	7,9	132,8	4,4	1,0	647	3423
12. Выше на 0,5 км п. Салемал	0,008	0,017	88,6	129,3	231	325	16,2	38,5	14,9	23,2	71,4	66,3	1,9	6,4	896	3303
13. Ниже на 0,5 км п. Салемал	0,013	0,031	67,1	90,6	347	420	27,3	47,7	22,1	10,7	74,2	95,2	4,8	6,9	2219	2979
Кларк (сред. содержание)	0,03		50		800		40		20		100		10		3800	
ПДК почв (валовые формы)	2,1		100		1500		85		55		—		32		—	

Примечание: П — правый берег, Л — левый берег.

Нужно отметить, что для донных отложений величины ПДК тяжелых металлов не установлены. Оценить загрязненность микроэлементами грунтов рек можно в сравнении с ПДК для почв или усредненными характеристиками горных пород (кларками).

Ртуть. Среднее содержание ртути в земной коре 0,01 мг/кг [Справочник..., 1990]. ПДК для почвы — 2,1 мг/кг. В период исследований количество ртути в донных отложениях не превышало предельно допустимой концентрации для почв и находилось в рамках фоновых значений, варьируя от 0,01 до 0,037 мг/кг. Таким образом, уровень загрязнения ртутью был низким.

Цинк. Среднее содержание цинка в осадочных горных породах составляет 50 мг/кг [Справочник..., 1990], диапазон колебаний содержания цинка в

донных отложениях р. Оби — 46,6–143,0 мг/кг. Таким образом, выявлена повышенная концентрация этого элемента, что особенно примечательно, учитывая дефицит цинка в почвах рассматриваемой территории [Сорокина и др., 2001].

Марганец тесно связан с органическими веществами почв; установлена прямая корреляция между его содержанием и органическим веществом. Предельно допустимая концентрация марганца в почвах составляет 1500 мг/кг, кларк почв — 850 мг/кг [Справочник..., 1990]. В донных отложениях р. Оби количество марганца колебалось в пределах 104,0–426 мг/кг, т.е. находилось на низком уровне.

Никель. Среднее содержание никеля в осадочных породах земной коры составляет 40 мг/кг с колебаниями от 10 до 1000 мг/кг, ПДК — 85 мг/кг. В исследуемых донных отложениях концентрация никеля в р. Большой Оби колебалась в пределах 25,85–35,8 мг/кг, в Малой Оби — 39,0–46,3 мг/кг, в Оби — 27,4–65,3 мг/кг. Эти показатели близки к среднему содержанию никеля в почвах.

Медь. Общее содержание меди в земной коре составляет приблизительно 0,01 % [Справочник..., 1990]. Содержание меди зависит от количества органических веществ в донных отложениях. Наиболее прочные комплексные соединения медь способна образовывать с гуминовыми кислотами, связывается преимущественно в форму гумата. В реках медь в основном мигрирует в адсорбированном состоянии на глинистых и гумусовых частицах. Она более подвижна в кислой и слабокислой среде и менее подвижна в нейтральной и щелочной [Перельман, Касимов, 1999]. Адсорбированная гелями железа, марганца и др. медь частично вовлекается в биологический круговорот, поступая при отмирании организмов в коллоидальные осадки. Среднее содержание меди в почвах составляет 20 мг/кг [Справочник..., 1990]. В донных отложениях Большой Оби количество меди составляет 5,8–29,9 мг/кг, Малой Оби — 7,65–37,45 мг/кг, Оби — 16,4–43,25 мг/кг. Таким образом, уровень содержания меди в донных грунтах Нижней Оби средний, не представляющий экологической угрозы для гидробионтов.

Хром относится к химическим элементам, которые играют важную роль в регуляции процессов жизнедеятельности организмов. С избытком хрома в воде, почвах, донных отложениях связывают канцерогенный эффект. Среднее содержание хрома в осадочных горных породах составляет 100 мг/кг [Справочник..., 1990]. В донных отложениях Большой Оби среднее содержание хрома изменялось от 18,6 до 67,45 мг/кг, Малой Оби — 58,75–69,95 мг/кг, Оби — 42,45–70,3 мг/кг. Таким образом, для донных отложений Нижней Оби характерен дефицит хрома.

Свинец. Среднее содержание свинца в осадочных породах земной коры равно 20 мг/кг [Справочник..., 1990]. Донные отложения Большой Оби содержали свинца 2,8–16,0 мг/кг, Малой Оби — 8,2–9,95 мг/кг, Оби — 0,9–7,95 мг/кг. Варьирование концентраций связано с различиями гранулометрического состава: глинистые породы содержат свинца значительно больше, чем песчаные. Превышения ПДК свинца для почв (32 мг/кг) не зафиксировано, уровень загрязнения свинцом донных отложений низкий.

Проведенные исследования качества воды и донных отложений водоемов Нижней Оби позволяют сделать следующие выводы.

Условия формирования химического состава воды водоемов исследуемой территории сходны, что определяет узкий диапазон изменения показателей солевого состава. Вода р. Оби маломинерализованная (в подледный период — средней минерализации), гидрокарбонатного класса, кальциевой группы. Общая минерализация и все основные показатели солевого состава

изменяются в связи со сменой гидрологических условий. С повышением уровня воды происходит уменьшение минерализации. Из биогенов во все периоды наблюдений преобладают ионы аммония, по величине водородного показателя реакция слабокислая либо нейтральная в подледный период и слабощелочная в период летней межени. Выявлены значительные количества железа, содержание органических веществ по величине перманганатной окисляемости повышенное. В подледный период происходит увеличение содержания нитритов, фосфатов, железа.

Согласно классификации качества вод [Оксиук и др., 1993], вода р. Оби в летний период 2001 г. по таким показателям, как азот аммонийный, фосфаты, относилась к «слабо загрязненным»; величине перманганатной окисляемости — к «умеренно загрязненным»; содержанию нитритов, нитратов, БПК₅ — к «достаточно чистым» водам. В зимний период, когда происходило накопление всех биогенных элементов, вода р. Оби в районе г. Салехарда преимущественно относилась к категории «умеренно загрязненных» вод.

Общее содержание в природных водах некоторых металлов, в частности меди, цинка, железа, значительно превышает предельно допустимые (для рыбохозяйственных водоемов) концентрации. По содержанию нефтепродуктов вода относится к категории «умеренно загрязненных». В разной степени загрязнены нефтепродуктами донные отложения водоемов Нижней Оби, однако уровень загрязнения стабилен по времени.

Таким образом на основе эколого-токсикологической классификации вода рек Большой, Малой Оби и Оби в период исследований 2001 г. относилась к категории от «слабо загрязненных» до «умеренно загрязненных» вод.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 344 с.
- Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат, 1987.
- Атлас Тюменской области. М.; Тюмень: ГУГК, 1971. 216 с.
- Бабушкин А.Г., Московченко Д.В., Пикунов С.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Новосибирск: Наука, 2007. 152 с.
- Линник П.Н., Набиванец Б.И. Формы миграции металлов в пресных водах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 286.
- Оксиук О.П., Жукинский В.И., Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиол. журн. 1993. Т. 29, № 4. С. 62–91.
- Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: Изд-во ВНИРО, 1997. 348 с.
- Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Наука, 1982. 154 с.
- Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. М.: Астрель-2000, 1999. 763 с.
- Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М.: Изд-во ВНИРО, 1999. 303 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 15, вып. 3: Нижний Иртыш и Нижняя Обь. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 420 с.
- Сорокина Е.П., Дмитриева Н.К., Карпов Л.К. и др. Анализ регионального геохимического фона как основа эколого-геохимического картирования равнинных территорий: на примере северной части Западно-Сибирского региона // Прикладная геохимия. Экологическая геохимия. 2001. № 2. С. 316–338.
- Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. М.: Недра, 1990. 480 с.

Темерев С.В. Эколого-химическая оценка состояния водных систем бассейна Оби: Автореф. ... д-ра хим. наук. М., 2008. 51 с.

Уварова В.И. Современное состояние уровня загрязненности воды и грунтов некоторых водоемов Обь-Иртышского бассейна // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1988. Вып. 305. С. 23–33.

ФГУП «Госрыбцентр», г. Тюмень

V.I. Uvarova

HYDROCHEMICAL DESCRIPTION OF THE LOW OB WATERWAYS

Basing on hydrochemical investigations, the article presents data on chemical composition of water from the Low Ob waterways, citing data on a level of polluting the waters and benthic sediments with oil products, phenols, synthetic superficially active substances and heavy metals during summer and winter periods in 2001.

Hydrochemistry, pollution, surface waters, formation of chemical composition of the waters, oil pollution, heavy metals, quality of water, benthic sediments.