

ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

ТЕХНОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРАХ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Ю.К. Иванов, В.А. Бешенцев, А.А. Ястребов

В последние десятилетия экология Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) испытывает значительные изменения в нежелательном для человечества направлении под влиянием природных и в особенности антропогенных факторов [Иванов, 2002]. Развитие нефтегазовой промышленности ЯНАО и, как следствие, увеличение водоотбора пресных подземных вод, способствовало появлению такой острой проблемы, как сохранение их качества. Эколого-гидрогеологические исследования, проводимые на территории ЯНАО в последние десять лет (1995-2005 гг.), позволили обеспечить достоверность и оперативность данных о текущей экологической обстановке и дать научно обоснованный прогноз изменения геоэкологической ситуации [Ковальчук и др. 1998; Иванов, Ковальчук, 1998; Иванов, Тагильцев, 1999; Иванов и др., 2003]. По результатам работы по опробованию водозаборных сооружений округа, сделан ряд важных выводов, которые в краткой форме можно выразить табл. 1, описывающей отклонения химического состава подземных вод от нормируемых показателей и содержащей прогноз изменения качества. В таблицу не включено содержание Mn, по которому все водозаборы имеют превышение ПДК.

Из таблицы следует, что практически ни один водозабор округа не имеет экологически здоровую воду. Графа «Прогноз», приведенная в таблице, указывает, на каких водозаборах отмечается временной тренд роста содержания железа, марганца, общей минерализации и других компонентов, что в первую очередь необходимо учитывать при рассмотрении вопроса организации водоподготовки.

Далее в сжатой форме приводятся данные о техногенных изменениях химического состава подземных питьевых вод на основных водозаборах округа за последние десять лет.

Водозабор г. Салехард

Хозяйственно-питьевое водоснабжение г. Салехарда осуществляется с двух водозаборов [Иванов и др., 2003]. Один из них расположен непосредственно в городской черте и эксплуатируется на протяжении 30 лет. Второй находится на правом берегу р. Оби, в 10 км от г. Салехарда, и начал работать с сентября 2001 г. с производительностью 8000 м³/сутки. По химическому составу подземные воды на этом участке здоровые, пригодные для питьевых целей, гидрокарбонатные кальциевые с минерализацией от 69 до 200 мг/дм³.

В подземных водах первого водозабора на протяжении всего периода эксплуатации наблюдалось повышенное содержание железа (до 4 мг/дм³) и марганца (0,5 мг/дм³) [Ковальчук, 1998]. Содержание этих двух компонентов изменяется с глубиной. В нижнем водоносном пласте железа и марганца в значительной степени меньше чем в верхнем. Следует отметить нестабильность в концентрациях железа (табл. 2), которая, по-видимому, происходит по причине перетекания вод из смежных горизонтов.

Начиная с 1986 года, в воде присутствует NH₄⁺ с концентрацией в среднем 0,12 мг/дм³. В 1987 году она повысилась до 0,6 мг/дм³, а уже в 1988 г. достигла 1,5-2 мг/дм³. Начиная с 1993 и по 2003 годы, концентрация аммония устойчиво держится на отметках 2,0-2,5 мг/дм³. Показатель мутности по всем скважинам превышает предельно допустимые концентрации (ПДК), где он достигает 5,8-7,5 мг/дм³ (3,8-5 ПДК), а в единичных пробах до 11 мг/дм³ (7,3 ПДК). Изменения содержания NO₃⁻ во времени происходили следующим образом. В период многоводной фазы (с 1982 по 1984 гг.) величина NO₃⁻ достигла значений 6-7 мг/дм³, затем в 1985-1986 годах уменьшилась до 0,5-1,0 мг/дм³ и вновь возросла до величины в

Таблица 1

Сравнение содержания компонентов в подземных водах ЯНАО с нормируемыми и прогноз изменения качества (мг/дм³)

N	Местоположение	Фенол	Ca	Mg	Fe	SiO ₂	pH	Минерализация	Окисляемость	PO ₄	Прогноз
Норматив											
		<0,001	>60	>6	<0,3	<22	6-9	>200	<5	<3,5	
1	п, Красноселькуп п, Толька Лонг-Юганское ЛПУ Надымская КС	0,001	25,00	12,10	0,30	12,40	7,20	224,56	3,60	0,04	
2		0,001	25,30	10,30	0,25	33,01	7,63	209,74	4,00	0,01	
3		0,002	7,40	4,67	2,80	22,67	6,84	85,33	4,97	1,81	
4		0,001	4,00	1,90	2,20	23,80	7,20	114,00	1,00	0,27	
5	Надымский городской водозабор	0,001	17,55	7,80	3,30	25,75	6,70	178,43	4,20	2,12	Ухудшение
6	Пангоды, поселковый водозабор	0,001	5,45	2,40	2,23	19,70	6,20	73,62	1,10	0,90	Ухудшение
7	Приозерное ЛПУ	0,002	5,80	3,10	1,60	24,20	6,37	86,00	2,80		
8	Юбилейное ГКМ		4,90	3,00	3,00	26,00	7,06	66,00			
9	Ягельная КС	0,002	6,00	3,15	1,10	23,35	6,35	78,00	2,40		
10	Салехардский городской водозабор	0,002	17,45	7,62	2,12	20,32	6,17	176,75	1,83	0,65	
11	Новый Салехардский городской водозабор	0,001	18,54	9,56	0,24	16,02	6,91	190,69	1,92	0,42	
12	Харпское	0,001	20,67	11,55	0,03	10,44	7,26	139,22	1,64	0,01	
13	Барсуковское НГМ	0,005	3,65	1,95	2,15	25,40	6,22	65,00			
14	п, Вынгапур, поселковый водозабор	0,001	7,85	3,15	1,40	30,40	7,14	129,60	2,80		
15	Губкинское НГКМ	0,001	4,90	2,45	2,85	25,40	6,43	60,00	1,90		
16	Муравленковское (Суторма)	0,001	6,48	4,62	1,65	27,07	6,11	93,33	2,06		
17	Муравленковский городской водозабор	0,001	5,90	2,75	1,90	31,80	6,69	91,81	1,60	0,79	Ухудшение
18	Новоуренгойский городской водозабор	0,001	3,40	1,30	0,53	22,60	6,15	56,10	1,00	0,07	

Таблица 1 (продолжение)

N	Местоположение	Фенол	Ca	Mg	Fe	SiO ₂	pH	Минерализация	Окисляемость	PO ₄	Прогноз
19	Ноябрьский городской водозабор	0,001	10,70	4,00	3,29	31,75	6,94	109,35	2,45	0,64	Ухудшение
20	Поселок Пуговек	0,001	19,10	9,73	0,18	34,20	6,92	240,83	4,60	1,36	
21	Поселок Пурпе	0,001	7,75	3,40	5,06	37,30	6,35	106,70	2,75		
22	Поселок Ханьмей	0,001	16,90	7,53	2,37	36,63	6,68	243,77	2,53	0,24	
23	Станция Пурпе	0,001	7,75	3,40	5,06	37,30	6,35	106,70	2,75		
24	Табьяхинский поселковый водозабор	0,002							5,90		
25	Губкинский городской водозабор	0,001	3,40	2,20	0,96	29,80	6,16	71,85	1,10	0,37	Ухудшение
26	Тарасовское НГМ	0,002	6,50	2,80	1,00	31,00	6,10	70,00	3,20	0,18	
27	Таркосалинский городской водозабор	0,001	7,80	4,30	2,80	32,00	6,87	108,00	4,90	2,70	Ухудшение
28	УКПГ-10	0,001									
29	УКПГ-1АС	0,001									
30	УКПГ-2	0,002	3,40	2,30	0,20	20,80	5,00	74,00			
31	УКПГ-3	0,001									
32	УКПГ-4	0,002							0,90	1,40	
33	УКПГ-5	0,003	0,50	0,60	0,50	15,40	4,80	34,00	0,30		
34	УКПГ-6	0,001	0,60	0,60	0,20	10,00	4,90	34,00	0,50	0,90	
35	УКПГ-7	0,002								1,20	
36	УКПГ-8	0,001							0,40	0,68	
37	УКПГ-9	0,001							0,40	0,09	
38	Харампурское месторождение		31,53	9,73	0,78	19,30	6,48	163,43	0,30		
39	Карантинное	0,001	50,60	38,20	0,40	32,00	7,30	502,00	7,70		
40	Муравленковский ГПЗ	0,001	2,70	1,90	0,20	23,40	5,80	52,00	0,60		
41	АБЗ г. Муравленко	0,002									
42	Комсомольский ГП	0,004	2,80	3,20	1,30	30,00	6,55	64,00			

* Курсивом выделено отклонение от нормируемых значений. Концентрации компонентов принимаются, как медианные значения в период 1995-2005 гг.

Таблица 2

Изменение гидрохимических параметров на водозаборе г. Салехард (мг/дм³)

Дата	РН	Fe об	Сухой остаток
21.06.2001	7,40	2,40	133,00
22.06.2001	8,00	2,60	137,00
10.10.2001	5,70	7,40	354,00
15.10.2001	7,00	5,70	98,00
15.10.2001	7,60	0,70	76,00
15.10.2001	7,20	6,00	109,00
16.10.2001	6,60	10,90	96,00
16.11.2001	6,40	10,00	56,00
22.11.2001	8,20	2,60	260,00
22.11.2001	7,60	4,80	78,00
28.11.2001	6,70	1,40	83,20
28.11.2001	7,10	1,50	88,80
28.11.2001	7,00	2,00	76,00
11.12.2001	7,80	8,40	60,00
11.12.2001	6,90	6,20	120,00
25.12.2002	7,10	5,66	136,00
25.12.2002	7,50	5,05	90,00
25.12.2002	8,12	2,84	164,00
23.09.2003	8,10	1,21	96,00
23.09.2003	7,56	2,84	112,00
23.09.2003	8,67	20,10	210,00
23.09.2003	8,75	3,05	105,00

среднем 4,5-5 мг/дм³, а в отдельных пробах до 16 мг/дм³, вплоть до 1995 г. Колебания содержания ионов азотистой группы в подземных водах зависит не только от водности года, но имеет сезонный характер: увеличиваясь в осенне-зимние и весенние периоды и уменьшаясь в летнее время.

Ион PO_4^{3-} в скважинах городского водозабора, расположенного в черте города, изменяется в пределах от 0,13 до 3,52 мг/дм³. ПДК по фосфатам, согласно ГОСТ 2874-82 и СанПИН 2.1.4.1074-01, не должны превышать 3,5 мг/дм³. Присутствие его в подземных водах указывает на наличие процесса антропогенного загрязнения, т.к. наряду с аммонийным азотом, хлоридами и взвешенными веществами фосфаты являются основной составной частью бытовых сточных вод. Исходя из данных анализов питьевых вод водозабора, можно сделать вывод, что население г. Салехарда получало из старого водозабора разбавленные сточные воды, что связано с наличием вблизи водозабора прудов-остойников бытовых стоков горо-

да. Проблема была разрешена с запуском нового водозабора в 2001 г.

Водозабор г. Ноябрьск

Поверхностные воды в районе города Ноябрьска имеют пониженное содержание железа (по сравнению с центральными площадями района) и обладают повышенной мутностью и окисляемостью. За период эксплуатации водозабора с 1995 по 2005 г. произошел рост содержания железа с одновременным ростом минерализации и снижением содержаний кальция и магния [Иванов, Тагильцев, 2000б]. Наблюдается незначительный рост гидрокарбонатов при заметном увеличении цветности подземных вод. Все это косвенно служит подтверждением наличия перетекания в горизонтах. Предварительные данные показывают, что значительного ухудшения показателей (мутности, окисляемости, рН) здесь не происходит, что, по-видимому, необходимо связывать со стабилизацией водоотбора и перехода водозабора в стационарный режим. По нефтепродуктам и тяжелым металлам обстановка за последние десять лет оставалась стабильной, роста показателей выше фоновых не отмечается.

Водозабор г. Муравленко

Исследования, проведенные на водозаборе в 1995 г., показали, что имеются превышения содержаний фосфатов, хлоридов и азотной группы выше фонового, что указывало на начальную стадию процесса антропогенного загрязнения [Иванов, Тагильцев, 1999]. Работы 2005 года подтвердили, что данный процесс по-прежнему отслеживается в скважинах водозабора, при этом содержание полифосфатов и хлоридов заметно снизилось при одновременном росте азотной группы – показателей свежего загрязнения. Тогда же, на ранних этапах опробования, было отмечено, что потенциальными источниками загрязнения, попадающими в пределы зон санитарной охраны (ЗСО), являются: пруды-отстойники ливневой канализации, расположенные в одном километре западнее водозабора ЗСО II пояса и кусты нефтедобычных скважин Суторминского месторождения, попадающие в ЗСО III пояса. За последние десять лет минерализация выросла незначительно (практически в пределах точности определения), при фоновом значении остальных основных компонентов (см. табл. 1).

Водозабор г. Губкинский

Обработка данных химического состава за десятилетний период позволила сделать сле-

дующие основные выводы по подземным водам Губкинского водозабора: ряд компонентов имеет четко выраженный временной тренд (рН, железо, жесткость, фосфаты). Другие макрокомпоненты носят случайный характер. В то же время, наличие компонентов азотной группы демонстрирует бактериологическое загрязнение, что необходимо увязывать с наличием в зонах санитарной охраны II и III пояса городской застройки и производственной база фирмы «Гея». В настоящий момент произошло снижение рН до значений, иногда не соответствующих ПДК. Отмечается четко выраженный тренд увеличения концентраций железа в 1,5 раза за последние четыре года. Все это может отрицательно сказаться на работе водоподготовки, в частности, возможны проблемы с обезжелезиванием подземных вод.

Водозабор пос. г. т. Тарко-Сале

За период наблюдений фиксируется плавный рост содержания железа и снижение рН то есть отмечается процесс, аналогичный изменениям на водозаборе г. Губкинский. Также, исходя из превышения выше фонового содержания фосфатов, хлоридов и азотной группы, можно говорить и о процессе антропогенного загрязнения подземных вод [Иванов, Ковальчук, 1998]. Причиной данного загрязнения является наличие вблизи водозабора (1,5 км) полей фильтрации бытовых стоков поселка (рис. 1).

В настоящее время процесс стабилизировался, тем не менее, обращает на себя внимание рост содержания NO_3^- . Следовательно, по-прежнему сказывается влияние полигона сброса жидких стоков. По-видимому, по аналогии с другими водозаборами, где также отмечалось бытовое загрязнение, колебания азотной группы сильно зависят от сезона опробования и заметно отличаются в течение года как по величине, так и по ионному составу (рис. 2).

Водозабор г. Надым

Результаты неоднократного опробования показывают, что за

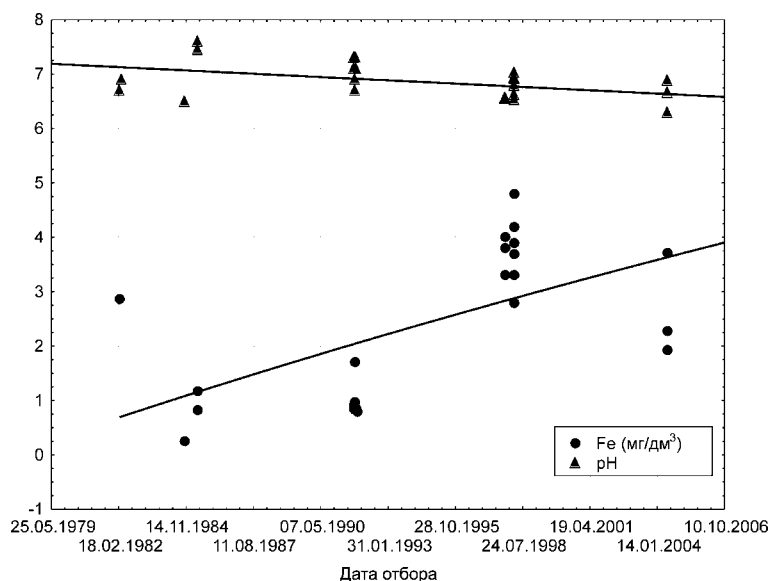


Рис. 1. Изменение содержания железа и величины рН на водозаборе пос. г. т. Тарко-Сале.

десятилетний период наблюдений произошел ряд изменений в содержаниях определяемых компонентов. Наблюдается устойчивый рост общей минерализации подземных вод. За двадцатилетний период она выросла с 60 до 250 мг/дм³, т.е. в четыре раза. Содержание железа за последние десять лет выросло с 2 до 6 мг/дм³. Необходимо отметить, что бурение скважин на более нижний интервал (эоцен-олигоценный комплекс) лишь снизило темпы прироста минерализации, не уменьшив, а даже увеличив содержание железа (рис. 3).

Параллельно росту естественных компонентов, на водозаборе отмечается увеличение содержания ионов азотной группы и полифос-

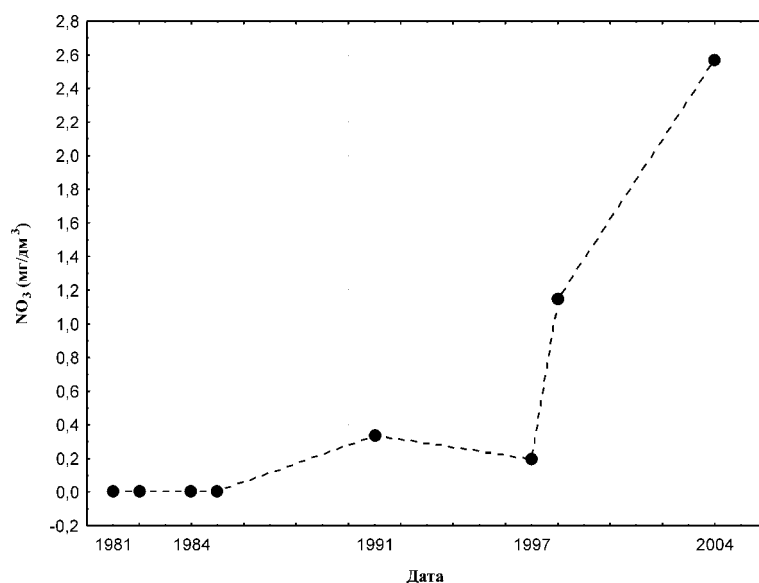


Рис. 2. Рост содержания NO_3^- на водозаборе пос. г. т. Тарко-Сале.

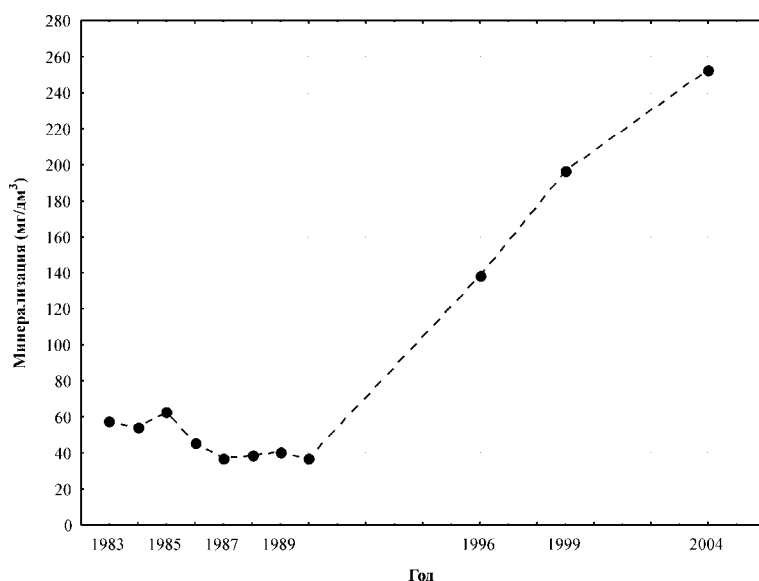


Рис. 3. Изменение общей минерализации за период наблюдений на водозаборе г. Надым.

фатов, что позволяет говорить о бытовом загрязнении подземных вод, источник которого до конца неясен и требует конкретизации.

Водозабор п. Пангоды

Основное, что обращает на себя внимание при рассмотрении результатов многолетнего опробования, – это увеличение содержаний железа, при одновременном снижении величины pH (с 6,5 до 6,0). Картина, характерная для гидрохимии большинства других водозаборов округа, наблюдается и на данном объекте. За период наблюдения отмечается увеличение общей минерализации за счет роста основных солеобразующих компонентов.

Водозабор г. Новый Уренгой

Отличительной особенностью подземных вод Новоуренгойского месторождения является их низкая (ультрапресная) минерализация, редко превышающая 56 мг/дм³. Отмечаются пониженные концентрации для таких основных

солеобразующих компонентов, как кальций и магний. На фоне значений этих ионов резко выделяются высокие содержания ионов железа и марганца, а также кремниесилоты [Иванов, Тагильцев, 2000а]. По скважинам Новоуренгойского водозабора отмечаются отклонения от нормируемых и рекомендуемых концентраций по ряду компонентов (СанПИН 2.1.4.1074-01) (табл. 3).

Таким образом, вода без предварительной подготовки не соответствует Санитарным нормам по показателям химического состава, влияющим на органолептические свойства, по которым разрешены временные отклонения от

гигиенических нормативов: железо, марганец, мутность. Также вода не соответствует нормам по санитарно-токсикологическим показателям, по которым запрещены временные отклонения от гигиенических нормативов фтора (СанПИН 2.1.4.1074-01).

Проведенное гидрохимическое опробование показало отсутствие в скважинах источников бактериального и химического загрязнений водозабора. Единственное, на что хотелось бы обратить внимание – это относительно повышенное содержание фосфатов в районах, приближенных к городской застройке. При общем фоне по водозабору около 0,03 мг/дм³, содержание фосфатов на порядок выше (около 0,4 мг/дм³), что может являться косвенным признаком процесса загрязнения подземных вод хозяйственно-бытовыми стоками.

Наиболее опасным источником химического загрязнения для водозабора является железная дорога, проходящая к югу от р. Томчаруха. Водозаборная скважина, расположенная вблизи дороги, показала значительное содержание (превышение ПДК) в подземных водах нефтепродуктов, фенола, никеля, железа и метанола. Последний, как известно, используется в технологических процессах при добыче газа и доставляется по железной дороге.

Остальные основные водозаборы округа, имеющие многолетний ряд опробования (Красноселькуп, Толька, Харп), демонстрируют стабильную в гидрогеохимическом отношении ра-

Таблица 3

Основные компоненты-загрязнители водозабора г. Новый Уренгой

Компоненты мг/дм³	Содержание мг/дм³	Предельно допустимые концентрации (ПДК) по СанПИН 2.1.4.1074-01
Fe ³⁺	1,52	0,3
Mn	0,3	0,1
SiO ₂	22,4	10
Мутность	4,3	2,6

боту. На данных объектах не отмечается сколько-нибудь значительных изменений в химическом составе подземных вод на протяжении последних десяти лет.

Таким образом, многолетние геоэкологические исследования показали, что система «вода-почва-породы» в условиях многолетне мерзлых пород находится в состоянии крайне неустойчивого равновесия, а изменение величины водообмена техногенным путем приводит к резкому изменению обстановки и ухудшению химического состава питьевых вод. За десять лет, прошедших с начала опробования, pH водной среды на многих водозаборах снизился, а содержание железа возросло, за редким исключением. По-видимому, это происходит по причине интенсивного поступления кислорода в подземные воды, что приводит к созданию окислительной обстановки и активному выщелачиванию гумусовых веществ, преимущественно фульвокислотного состава. Как следствие, это ведет к усилению миграционных характеристик ряда компонентов (Fe, Mn и т.д.). Также необходимо обратить внимание на наличие бытового загрязнения на ряде водозаборов, расположенных вблизи источников слива стоков селитебных зон, где отмечается стабильный рост содержания фосфатов и компонентов азотной группы.

Список литературы

Иванов Ю.К. Техногенная трансформация состава природных вод Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа. Канд. дисс. Екатеринбург, 2002. 140 с.

Иванов Ю.К., Бешенцев В.А., Ковальчук А.И. и др. Оценка ресурсов и качества подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. Тюмень: ОАО СибНАЦ, 2003. 300 с.

Иванов Ю.К., Ковальчук А.И. Оценка современного состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения ЯНАО. Водозабор п.г.т. Тарко-Сале. Тюмень: СибНАЦ, 1998. 120 с. (Фонды).

Иванов Ю.К., Тагильцев А.И. Оценка современного состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения ЯНАО. Водозабор г. Муравленко. Тюмень: СибНАЦ, 1999. (Фонды).

Иванов Ю.К., Тагильцев А.И. Оценка современного состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения ЯНАО. Водозаборы г. Новый Уренгой и п.Пангоды. Тюмень: СибНАЦ, 2000а. 210 с. (Фонды).

Иванов Ю.К., Тагильцев А.И. Оценка современного состояния хозяйственно-питьевого водоснабжения ЯНАО. Водозабор г. Ноябрьск. СибНАЦ, Тюмень, 2000б. 180 с. (Фонды).

Ковальчук А.И., Иванов Ю.К., Бешенцев В.А. Экологическая оценка ресурсов и качества подземных вод Ямало-Ненецкого автономного округа. Отчет Бюро экологических экспертиз. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. 125 с.