

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ ХМАО-ЮГРЫ

Д.В. Московченко, А.Г. Бабушкин

**Институт проблем освоения Севера СО РАН, г. Тюмень,
Институт криосферы Земли СО РАН, г. Тюмень**



Одной из наиболее актуальных экологических проблем Западной Сибири является нефтяное загрязнение. Добыча нефти оказывает влияние на все компоненты гидросферы таежных экосистем — поверхностные, грунтовые и подземные воды [1]. На территории Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО-Югры), основного нефтедобывающего региона России, ежегодно происходит более 2,5 тыс. аварийных разливов [2]. Особенно опасно поступление нефти в реки и озера. Основное количество загрязнителей поступает в гидросеть округа с поверхностными и внутрипочвенными стоками, на формирование которых оказывают влияние источники антропогенного загрязнения — буровые и технологические площадки, места утечек нефти из трубопроводов

и сточные воды населенных пунктов [3]. Экологические последствия нефтяного загрязнения — уменьшение биоразнообразия, сокращение биоресурсов, морфологические изменения отдельных организмов. Водные экосистемы рек и озер отличаются низкой устойчивостью к загрязнению и длительным циклом самовосстановления.

Экологическое состояние водных объектов ХМАО-Югры было предметом многочисленных научных исследований [3 — 9]. На основании результатов этих исследований можно говорить о том, что назревает проблема качественного истощения водных ресурсов Западной Сибири как результат антропогенных нагрузок локального и глобального масштабов [10].

Природные воды, вследствие процессов водной миграции веществ, в своем составе отражают геохимические условия своего водосборного бассейна и служат "зеркалом" общей экологической обстановки в регионе. Загрязнители с водосборов поступают в притоки, затем в основную водную артерию региона реку Обь и далее в Обскую губу и моря Арктики. Понимание этого обусловило широкомасштабное применение поверхностных вод в качестве объектов мониторинга на нефтяных месторождениях.

В соответствии с законодательством ХМАО-Югры, на территории округа предусмот-

рена реализация проектов по ведению мониторинга окружающей среды в границах и вне границ лицензионных участков. В результате их выполнения к настоящему времени получен огромный объем данных, характеризующих экологическую ситуацию. Результаты производственного мониторинга поступают в единую информационную систему сбора и обработки данных. Применение новых информационных технологий позволило существенно оптимизировать процесс обработки, анализа и распространения получаемых сведений [8]. Значение информационной системы, объединяющей результаты наблюдений многих сотен пунктов мониторинга для оперативного анализа экологической ситуации трудно переоценить. Использование структурированного массива данных, содержащего, помимо сведений о составе поверхностных вод, разнообразную информацию, характеризующую водный объект и потенциальные источники воздействия, позволяет провести эколого-геохимический анализ: оценить основные гидрохимические показатели и выявить тенденции загрязнения.

Объективный эколого-геохимический анализ должен дать ответы на ряд вопросов: как часто происходят аварийные разливы, приводящих к катастрофическому загрязнению водных объектов и деградации гидробионтов; где нахо-

дятся наиболее опасные техногенные объекты и какие недропользователи допускают аварии чаще других; какие реки и озера наиболее загрязнены, а также наметить тенденции загрязнения.

Для оценки качества поверхностных вод округа и влияния техногенных факторов на их состав авторами были обработаны данные, полученные недропользователями в ходе мониторинговых работ за период 2009 — 2011 гг. Основное внимание было уделено нефтяным углеводородам (НУВ), являющимся индикаторами техногенеза. Анализировались пространственно-временные ряды наблюдений (показатели содержания загрязнителей в пунктах наблюдений различных водных объектов, различных лицензионных участков и хронологическая последовательность среднегодовых величин). Для оценки регионального фонового уровня были вычислены статистические показатели содержания НУВ в поверхностных водах на различных месторождениях распределенного фонда недр ХМАО-Югры — среднее арифметическое (M), медиана (Me), стандартное отклонение (SD) и коэффициент вариации (V).

По гидрологическому режиму и характеру внутригодовых изменений минерализации реки округа относятся к Западно-Сибирскому типу, с ярко выраженным весенне-летним половодьем, во время которого происходит падение минерализации, и максимальной минерализацией в зимнюю межень [11]. Рассматриваемый период характеризовался низкими расходами воды в половодье, уровни которого были ниже средних многолетних характеристик на 0,2 — 1,8 м. В зимнюю межень расходы большинства рек были близки к норме.

Всего в период 2009 — 2011 гг. на распределенном фонде недр ХМАО-Югры было сделано 32268 замеров содержания нефтепродуктов в поверхностных водах. Получена информация о составе более 800 водных объектов. Максимальное число наблюдений (более 200) проведено на реках Обь, Вах, Аган,

Пим, Большой и Малый Салым, Ватинский Еган, Конда и Большой Балык. Детальные наблюдения были проведены на Самотлорском, Приобском, Лянторском, Мамонтовском, Советском и Варьеганском месторождениях, в пределах каждого из которых выполнено более 400 замеров содержания нефтепродуктов в поверхностных водах. Как свидетельствуют результаты мониторинга, превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК_{рп}) было выявлено за трехлетний период в 2670 пробах, что составляет 8,3 % выборки. Среднее арифметическое за год содержание НУВ составило в 2009 г. 0,036 мг/дм³, значение медианы — 0,028 мг/дм³; в 2010 г. соответственно 0,031 и 0,027 мг/дм³ и в 2011 г. — 0,025 и 0,023 мг/дм³ соответственно.

Результаты мониторинга гидросферы на распределенном фонде недр ХМАО-Югры в целом не подтверждают устоявшуюся точку зрения о повсеместном и хроническом загрязнении. Напротив, в последнее трехлетие уровень нефтяного загрязнения был низок, причем при сопоставлении с предшествующим периодом наблюдается тенденция к его дальнейшему снижению (рис. 1).

Известно, что поступление веществ-загрязнителей связано с точечными и диффузными источниками. Точечные источники производят сброс загрязнителей непосредственно в гидросеть. Диффузное поступление происходит вследствие выноса почвенными водами НУВ из рассредоточенных по территории водосборного бассейна шламовых амбаров, котлованов-отстойников, многочисленных нефтяных разливов. Диффузное загрязнение обуславливает повышение фонового уровня, при этом крупные аварийные разливы приводят к кратковременному, но значительному росту концентрации загрязнителей. Исходя из этого, рассмотрим встречаемость аномальных концентраций НУВ по месторождениям и водным объектам ХМАО-Югры. Ранее авторами при статистическом анализе закономер-

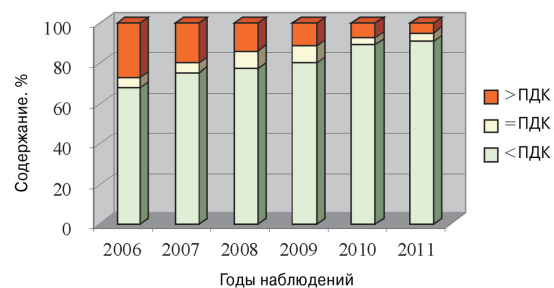


Рис. 1. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностных водах на месторождениях ХМАО-Югры

ностей распределения содержания НУВ в поверхностных водах региона был сделан вывод, что порог аномальных величин при 95 % уровне значимости составляет 0,45 мг/дм³ или 9 ПДК_{рп} [8]. Таким образом, при концентрации свыше 9 ПДК_{рп} уровень содержания нефтепродуктов в речных водах статистически достоверно является аномальным. Поэтому можно утверждать, что при концентрациях, превышающих ПДК_{рп} в 9 и более раз, поступление нефтепродуктов в воды рек ХМАО-Югры связано с техногенным влиянием — загрязнением при аварийном фонтанировании из скважин, утечками из трубопроводов, хранилищ топлива и ГСМ, шламовых амбаров, расположенных в непосредственной близости от водного объекта.

Анализ данных регионального мониторинга свидетельствует, случаи превышения ПДК_{рп} в 9 и более раз редки и составляют примерно десятую долю процента от общего числа наблюдений. Интенсивное нефтезагрязнение наблюдалось в период 2009 — 2011 гг. на 12 месторождениях ХМАО-Югры (табл. 1). По три раза аномальные концентрации были отмечены в водных объектах Мало-Балыкского, Средне-Балыкского и Петелинского месторождений, дважды — в водах Южно-Балыкского, Мамонтовского, Правдинского и Нижневартовского месторождений, по одному разу — Приобского, Угутского, Солкинского, Советского и Северного месторождений (рис. 2). Примечательно, что все выявленные случаи загрязнения связаны с деятельностью двух недропользовате-

Таблица 1. Результаты мониторинга нефтяного загрязнения поверхностных вод на участках распределенного фонда недр ХМАО-Югры (2009-2011 гг.)

Месторождение	Недропользователь	Водный объект	Максимальная концентрация, мг/дм ³	Превышение ПДК _{вр} , раз
2009 г.				
Полуденное	ОАО "Томск-нефть"	р. Б. Еган	4,9	98
Нижневартовское		р. Крым-Сым-Еган	0,68	13,6
Советское	ВНК	пр. Никулкина	0,55	11
Мало-Балыкское	ОАО "Роснефть-Юганск-нефтегаз"	р. Суйка	1,08	21,6
Мамонтовское		р. Пучил-Игый	0,70	14,0
Петелинское		р. Ляркина	1,27	25,4
Приобское		р. Малый Салым	1,08	21,6
Солкинское (юж.ч.)		пр. Сингапай	0,69	13,8
Угутское		р. Угутка	1,24	24,8
Южно-Балыкское		р. Парки	0,727	14,5
2010 г.				
Первомайское	ОАО "Томск-нефть"	оз. Лэпыкигльтойлор	4,6	92
Нижневартовское		р. Вах	0,82	16,4
Северное		Безымянный ручей - приток р. Курьеган	0,66	13,2
Правдинское	ООО "Роснефть-Юганск-нефтегаз"	р. Б. Варьеган	1,87	37,4
		р. Б. Варьеган	0,97	19,4
Петелинское		р. Устинкина	1,6	32
		р. Устинкина	1,22	24,4
Южно-Балыкское		р. Ай-Яун	0,76	15,2
Мамонтовское		р. Энтль-Энкаигль	0,74	14,8
Средне-Балыкское		р. Ай-Яун	0,71	14,2
			0,61	12,2
Мало-Балыкское	р. Тихая	0,61	12,2	
Мало-Балыкское	р. Тихая	0,58	11,6	
2011 г.				
Правдинское	ООО "Роснефть-Юганск-нефтегаз"	р. Мохкотьега	0,91	18,2
		р. Вырсь-Ега	0,45	9,0
Средне-Балыкское (основная часть)		р. Ай-Яун	0,77	15,4

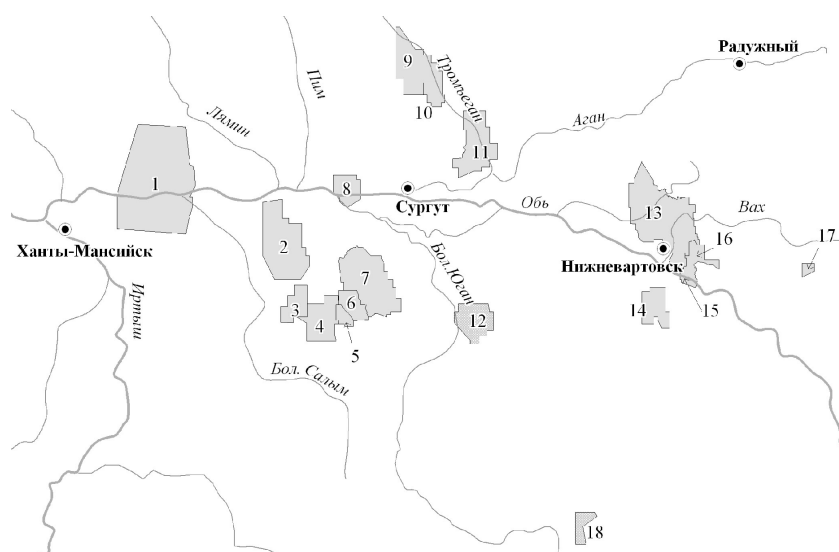


Рис. 2. Месторождения ХМАО-Югры:
 1 — Приобское; 2 — Правдинское; 3 — Петелинское; 4 — Мало-Балыкское; 5 — Средне-Балыкское; 6 — Южно-Балыкское; 7 — Мамонтовское; 8 — Солкинское; 9 — Рускинское; 10 — Савуйское; 11 — Родниковое; 12 — Угутское; 13 — Самотлорское; 14 — Полуденное; 15 — Нижневартовское; 16 — Советское; 17 — Северное; 18 — Первомайское

лей — ОАО "Роснефть-Юганскнефтегаз" (19 случаев) и ОАО "Томскнефть ВНК" (5 случаев). Остальные недропользователи, включая крупнейшие нефтедобывающие компании, судя по данным мониторинга, не допускали аварийного попадания нефти в реки.

Следует отметить, что в 2011 г. число случаев выявления аномальных концентраций значительно сократилось по сравнению с предшествующими годами.

Наибольшее поступление НУВ связано с рассредоточенными источниками и в первую очередь с локальными разливами в пределах водосборной площади [12 — 14]. Поступление из диффузных источников приводит к повышению уровня "фона" НУВ в речных и озерных водах. Таким образом, обобщенные величины их содержания в речных водах могут служить индикаторами экологической ситуации и характеризовать соблюдение недропользователями норм рационального природопользования.

Месторождения с наиболее высоким уровнем содержания НУВ в поверхностных водах приведены в табл. 2. Наибольший уровень загрязнения выявлен на Первомайском месторождении, разрабатываемом ОАО "Томскнефть" ВНК. Здесь в период наблюдений превышение ПДК_{вр} отмечено в 95 % проанализированных проб, содержание НУВ имеет широкий диапазон варьирования, верхние и нижние квартили составляют 0,07 — 0,31 мг/дм³ (1,4 — 6,2 ПДК_{вр}). Таким образом, загрязнение носит хронический характер.

У многих месторождений наблюдаются значительные различия между средним арифметическим значением и медианой, что свидетельствует о неоднородности выборки. Применительно к рассматриваемому явлению это говорит о присутствии аномально высоких концентраций, вызванных аварийными разливами нефти. Следует отметить, что выявленные на территории Средне-Балыкского, Южно-Балыкского и Правдинского месторождений (см. табл. 1) случаи за-

рязнения с превышением ПДК_{вр} в 10 и более раз единичны и наблюдаются на фоне низкого содержания НУВ в поверхностных водах. Однако для некоторых месторождений, в частности Русскинского, Савуйского и Родникового, характерно совпадение среднего арифметического и медианы (см. табл. 2). Проверка значений показала, что выборки статистически однородны и содержание НУВ подчиняется закону нормального распределения. Таким образом, на перечисленных месторождениях происходит весьма интенсивное поступление НУВ из рассредоточенных источников, что вызывает рост фонового уровня. На Северном, Русскинском, Савуйском и Родниковом месторождениях превышение ПДК_{вр} фиксируется более чем в половине проанализированных проб.

В целом нужно отметить, что более половины (58 %) месторождений отличаются низкими показателями содержания нефтепродуктов в речных водах, не превышающими ПДК рыбохозяйственных водоемов (рис. 3). Большинство из них находятся в стадии начального освоения. Десятилетие ранее в реках нефтедобывающих районах Западной Сибири типичный уровень содержания НУВ оценивался значительно выше, на уровне 0,1 — 0,2 мг/дм³ [6, 7, 15]. Таким образом, происходит снижение общей нагрузки, связанной с утечками нефти.

Концентрация загрязнителей в окружающей среде зависит как от интенсивности их поступления, так и от самоочистительного потенциала. Это правило наглядно подтверждается при сопоставлении уровней нефтяного загрязнения различных рек округа. Максимальная загрязненность характерна для рек с наибольшими расходами воды, протекающими по территории месторождений с большим числом источников поступления загрязнителей (табл. 3).

Для крупных рек уровень нефтезагрязнения значительно ниже и не превышает ПДК_{вр}. Обобщенные за многолетний период наблюдений данные о со-

Таблица 2. Статистические показатели содержания НУВ в поверхностных водах (2009 -2011 гг.)

Месторождение	Недропользователь	Водные объекты	М, мг/дм ³	Ме	n*
Первомайское	ОАО "Томскнефть"	оз. Лэпыкигльтойлор, р. Энтль-Лэпыкигль	0,43	0,19	20
Северное	ВНК	Безымянный ручей, приток р. Курьеган	0,11	0,054	64
Полуденное		р. Большой Еган, р. Акимкина	0,08	0,037	150
Нижневартовское		р. Вах, пр. Савкинский Пасол, пр. Безымянная	0,06	0,038	222
Средне-Балыкское	ООО "Роснефть-Юганскнефтегаз"	р. Ай-Яун	0,09	0,032	54
Южно-Балыкское		р. Пыть-Ях, р. Парки, р. Ай-Яун, р. Межевая	0,08	0,038	108
Правдинское		пр. Большая Юганская, р. Большой Варьеган, р. Пойк	0,07	0,035	254
Петелинское		р. Устинкина, р. Ляркина, р. Тепла	0,06	0,022	138
Русскинское	ОАО "Сургутнефтегаз", НГДУ	р. Тромъеган, р. Лимпас, р. Муюлор-Яун	0,08	0,08	96
Родниковое	"Комсомольскнефть"	р. Ульт-Ягун, р. Сегут-Ягун	0,07	0,07	160
Савуйское	НГДУ "Комсомольскнефть"	р. Савуй-Пэу, р. Люх-Ягун	0,07	0,07	102

Примечание. Среднее значение превышает уровень ПДК_{вр}.
*n — число измерений.

держании НУВ в воде крупных рек ХМАО-Югры приведены в табл. 4. Повышен, относительно других рек, уровень содержания НУВ в реке Пим, дренирующей территорию Нижнесортымского, Алехинского и Лянторского месторождений.

Концентрация НУВ отличается высокой изменчивостью. Коэффициенты вариации для ряда рек превышают 100 %. Наиболее сильна изменчивость в реках Малый Салым, Большой Балык, в протоке Юганская Обь, что косвенно свидетельствует о периодических кратковременных случаях роста концентрации нефтепродуктов в случае техногенного загрязнения. Также необходимо отметить, что в оз. Самотлор (Самотлорское месторождение), которое долгое время справедливо считалось одним из наиболее загрязненных, в настоящее время средний уровень не превышает ПДК_{вр}.

Таким образом, опираясь на данные мониторинговых наблюдений последних лет, можно констатировать, что уровень нефтяного загрязнения на территории округа постепенно снижается. Если в 90-е гг. XX в.

концентрация нефтепродуктов в водах р. Оби и ее основных притоках составляла 0,1 — 0,3 мг/дм³, то в последнее трехлетие оно сократилось до 0,03 мг/дм³. Количество измерений, в которых зафиксировано превышение ПДК_{вр}, снизилось с 27 % в 2006 г. до 5,1 % в 2011 г. Тем не менее, наблюдаются аварийные разливы нефти, вызванные, прежде всего, коррозией на трубопроводах. Наибольшее число случаев поступления нефти в гидросеть, приводящее к значительному превышению ПДК_{вр} наблюдалось в последнее трехлетие на участках, разрабатываемых ОАО "Роснефть-

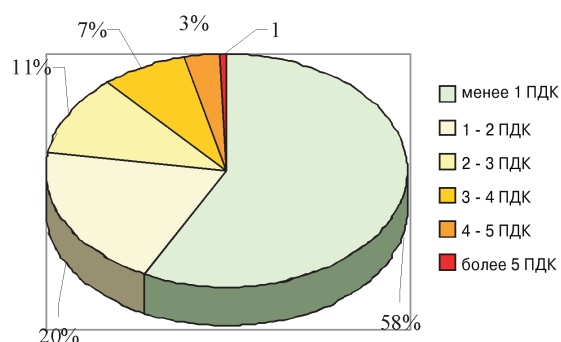


Рис. 3. Доля месторождений с различной степенью загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами

Таблица 3. Статистические показатели содержания НУВ в наиболее загрязненных реках ХМАО-Югры (2009 – 2011 гг.)

Месторождение	Недропользователь	Водный объект	М, мг/дм ³	Me	SD	V, %	n
Правдинское	ООО "Роснефть-Юганскнефтегаз"	р.Мохкотьега	0,108	0,071	0,124	116	60
		р.Большой Варьеган	0,089	0,032	0,222	248	90
Южно-Балыкское	ООО "Роснефть-Юганскнефтегаз"	р.Межевая	0,105	0,065	0,098	93	30
Средне-Балыкское, Южно-Балыкское, Мамонтовское		р.Ай-Яун	0,086	0,039	0,139	162	135
Петелинское	ОАО "Сургутнефтегаз"	р.Устинкина	0,084	0,026	0,230	275	47
Русскинское		р.Муюнлор-Яун	0,100	0,100	0,048	49	39
Савуйское		р.Лимпас	0,074	0,082	0,047	63	76
	р.Савуй-Пэу	0,087	0,088	0,050	57	47	

Таблица 4. Содержание нефтепродуктов в основных водных объектах ХМАО-Югры на участках нефтедобычи (2009-2011 гг.)

Водный объект	М, мг/дм ³	Me	SD	V, %	n
р. Аган	0,025	0,025	0,016	63	310
р. Большой Балык	0,029	0,015	0,044	152	253
р. Большой Салым	0,017	0,01	0,021	123	200
р. Большой Юган	0,029	0,024	0,029	101	184
р. Ватинский Еган	0,027	0,025	0,02	75	362
р. Вать-Еган	0,036	0,04	0,019	53	276
р. Вах	0,033	0,027	0,047	141	517
р. Конда	0,032	0,03	0,034	108	247
р. Лемья	0,029	0,029	0,015	51	185
р. Малый Балык	0,017	0,01	0,024	138	217
р. Малый Салым	0,024	0,01	0,069	293	280
р. Мулымья	0,027	0,028	0,01	36	307
р. Нонг-Еган	0,028	0,028	0,015	54	174
р. Обь (в пределах ХМАО)	0,028	0,025	0,025	91	1234
р. Пим	0,036	0,034	0,018	50	301
р. Пыть-Ях	0,027	0,01	0,034	126	190
р. Супра	0,028	0,03	0,011	39	202
р. Тромьеган	0,038	0,033	0,024	63	216
р. Урьевский Еган	0,015	0,013	0,01	65	182
пр. Юганская Обь	0,019	0,01	0,035	187	317
оз.Самотлор	0,045	0,04	0,029	64	72
Всего по округу	0,031	0,026	0,053	171	32268

Юганскнефтегаз" (Средне-Балыкский, Южно-Балыкский, Правдинский, Приразломный) в реках Ай-Яун, Межевая, Мохкотьега. Второе место по уровню нефтезагрязнения гидросферы занимает ОАО "Томскнефть" ВНК.

Насколько объективно эти данные отражают экологическое состояние гидросферы? Разумеется, наивно было бы ожидать, что нефтяные компании обязательно будут проводить опробование при явном загрязнении и оперативно оповещать об этом экологические службы, даже если это надлежит сделать в соответствии с утвержденным графиком мониторинга. Существующая система контроля со стороны департамента экологии

ХМАО-Югры не в состоянии обеспечить верификацию даже небольшой части проводимых замеров. Тем не менее проводимые независимыми организациями исследования подтверждают некоторые благоприятные тенденции, в частности снижение загрязнения реки Ватинский Еган. Поэтому весь огромный массив гидрохимических данных, без сомнения, является важнейшим источником информации, позволяющим выявить основные тенденции изменения экологической ситуации на территории округа, наметить пути ее оздоровления, оценить эффективность природоохранной стратегии крупнейших российских нефтедобывающих компаний.

Литература

1. Моисеенко Т.И., Соромотин А.В., Шалабодов А.Д. Качество вод и методология нормирования загрязнения // Вестник ТюмГУ. 2010. № 7.
2. Соромотин А.В. Экологические последствия различных этапов освоения нефтегазовых месторождений в таежной зоне Тюменской области // Сибирский экологический журнал. 2011. № 6.
3. Московченко Д.В., Алешин С.А., Казанцев Ю.В. Эколого-гидрохимическая оценка состояния поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2006. № 6.
4. Михайлова Л.В., Уварова В.И., Бархович О.А. Особенности ионного состава и минерализации воды р.Обь и некоторых ее притоков // Водные ресурсы. 1988. № 3.
5. Михайлова Л.В. Современный гидрохимический режим и влияние загрязнений на водную экосистему и рыбное хозяйство Обского бассейна (обзор) // Гидробиологический журнал. 1991. Т.27. № 5.
6. Уварова В.И. Современное состояние качества воды р. Оби в пределах Тюменской области // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. Вып. 1. Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 2000.
7. Московченко Д.В. Экологическое состояние рек Обского бассейна в районах нефтедобычи // География и природные ресурсы. 2003. № 1.
8. Бабушкин А.Г., Московченко Д.В., Пикунов С.В. Гидрохимический мониторинг поверхностных вод Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Новосибирск: Наука, 2007.
9. Шорникова Е.А. Комплексная диагностика состояния экосистем поверхностных водотоков широтного отрезка Оби // Биологические ресурсы и природопользование. Вып. 10. Сургут: Дефис, 2007.
10. Моисеенко Т., Шалабодов А., Гашев С. Качество сибирских вод // Наука в России. 2012. № 4.
11. Алевкин О.А. Основы гидрохимии. Л., 1970.
12. Калинин В.М. Поступление нефтепродуктов в речную сеть от рассредоточенных источников (по материалам Среднего Приобья) // Вестник ТюмГУ. 2001. № 2.
13. Хорошавин В.Ю. Загрязнение нефтепродуктами малых рек бассейна Пура рассредоточенными источниками // Геоэкологические проблемы Тюменского региона. Вып. 1. Тюмень: Вектор Бук, 2004.
14. Хорошавин В.Ю. Прогноз формирования качества речных вод под влиянием рассредоточенных источников нефтепродуктов // Вестник ТюмГУ. 2010. № 7.
15. Дорожукова С.Л. Эколого-геохимические особенности нефтегазодобывающих районов Тюменской области. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2004. ■