

УДК 504.4.064.36 (282.256.14)

Е. А. ШОРНИКОВА

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ ВОДОТОКОВ
ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ)**

Приведены результаты мониторинга водотоков на территории лицензионных участков нефтяных месторождений Среднего Приобья. Дана комплексная оценка состояния водотоков по показателям химического состава. Наиболее показательными для индикации антропогенной нагрузки на водные экосистемы в пределах лицензионных участков нефтяных месторождений являются хлориды, сухой остаток, нефтепродукты и рН.

© 2009 Шорникова Е. А. (сарусин72@mail.ru)

Ключевые слова: нефтяные месторождения, мониторинг водотоков, загрязнение водоемов, оценка качества воды, индикаторы антропогенной нагрузки.

Presented are the results from monitoring the water streams on the territory of licensed areas of oil fields in the Middle Ob region. A comprehensive assessment was made of the state of the water streams from chemical composition indices. Chlorides, dry residual, oil products, and pH are the most representative indicators of anthropogenic load on water ecosystems within the licensed areas of oil fields.

Keywords: oil fields, monitoring of water streams, pollution of water bodies, water quality assessment, indicators of anthropogenic load.

ВВЕДЕНИЕ

Хозяйственная деятельность, осуществляемая на территориях, как непосредственно прилегающих к водотокам, так и находящихся в пределах их водосборов, оказывает негативное воздействие на состояние поверхностных вод. Загрязняющие вещества могут поступать в водные объекты со сбросами сточных вод предприятий (так называемые организованные или точечные источники). Нагрузка от источников такого типа в безаварийных условиях работы сравнительно постоянна по объемам сбросов (расходу сточных вод) и концентрациям загрязняющих веществ. Пространственная локализация точечных источников также является постоянной, что обеспечивает потенциальную возможность их контроля [1].

Для водотоков бассейна средней Оби, несмотря на достаточно высокую концентрацию промышленных объектов в водоохраных зонах и, следовательно, большие объемы сточных вод, организованно сбрасываемых в поверхностные водоемы, актуальна проблема диффузного загрязнения [2], рассредоточенного по водосборной территории (так называемые неточечные источники). В составе поверхностного стока наблюдается большое разнообразие техногенных загрязнителей, находящихся на поверхности водосборных территорий вследствие их хозяйственного освоения.

Основные виды технологических процессов, протекающих на описываемой территории, — это процессы обустройства и эксплуатации нефтяных месторождений, добычи, первичной переработки и транспортировки углеводородного сырья. Как в аварийных ситуациях, так и в режиме нормальной эксплуатации промышленных объектов данного типа происходят утечки, сбросы или иное поступление различных химических веществ не только непосредственно в водные объекты, но и на поверхность площади водосбора.

Перечень реагентов, которые используются в процессах нефтедобычи и могут оказаться в составе загрязняющих веществ, очень обширен [3]: кислоты, анионоактивные и неионогенные ПАВ, углеводородные растворители, водопоглотители (метанол, диэтиленгликоль, ацетон, ацетоновые растворы кремнийорганических соединений), водорастворимые полимеры, ингибиторы отложения солей (на основе фосфорорганических соединений, производные карбоновых и сульфокислот, алкиленаминов, растворы хлорида натрия, гидроксида калия и др.), ингибиторы коррозии (амины, амиды, карбоновые кислоты, эфиры, спирты, альдегиды, кетоны и др.).

Современная система экологического мониторинга в России предполагает оценку качества воды водоемов по гидрохимическим показателям. Критерием состояния водотока являются нормативы ПДК, при разработке которых не учитываются региональные гидролого-геохимические особенности водосбора, в пределах которого происходит формирование гидрохимического режима водоема. Такая практика не позволяет оценить обобщенное воздействие загрязняющих веществ на экосистему водоема. Поэтому в практике мониторинга принято использовать комплексные показатели (индексы) состояния водного объекта [4].

Цель настоящего исследования — интегральная оценка состояния экосистем водотоков на территории лицензионных участков нефтяных месторождений Среднего Приобья по гидрохимическим показателям.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Широтный отрезок средней Оби расположен в центральной части Западной Сибири. Водообеспеченность территории очень высока, густота речной сети составляет 0,1–0,3 км/км² [5]. С 1950-х гг. поверхностные воды территории испытывают прогрессирующую антропогенную нагрузку, связанную с освоением и эксплуатацией объектов нефтегазового комплекса, интенсивной урбанизацией, созданием обширной и разноплановой инфраструктуры. В бассейне широтного отрезка средней Оби осуществляют хозяйственную деятельность подразделения таких крупных нефтяных компаний, как «Сургутнефтегаз», «Роснефть», «Мегионнефтегаз», «ЛУКОЙЛ», «British Petroleum» и др. По берегам рек расположены крупные города — Сургут, Нижневартовск, Нефтеюганск. Наблюдается постоянный прирост численности населения. В то же время большинство водных объектов имеет рыбохозяйственное значение.

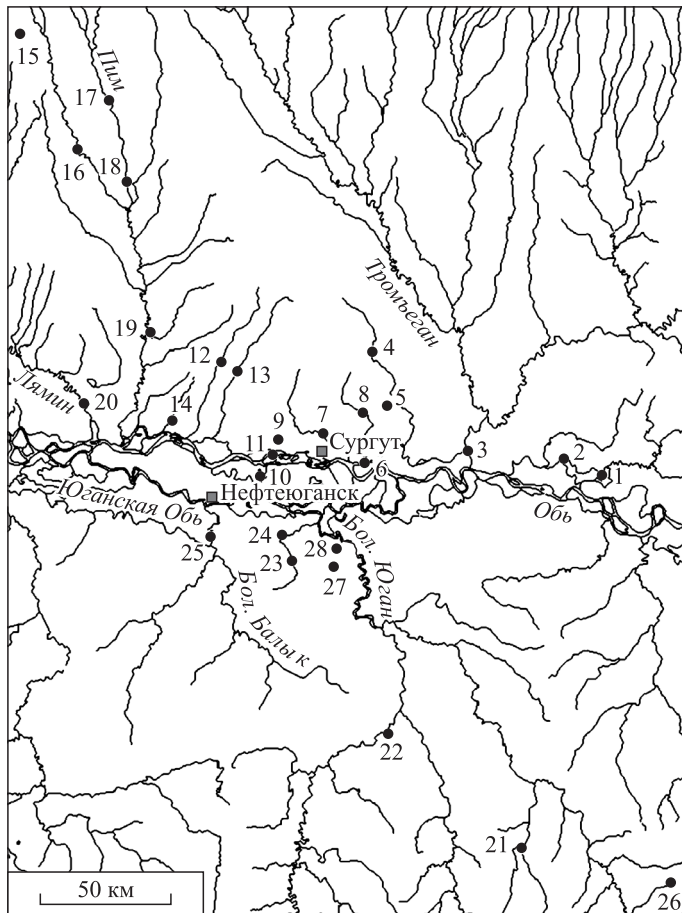


Рис. 1. Схема расположения контрольных створов водотоков Среднего Приобья.

1, 2 — протока Лангепас; 3 — протока Чумпас; 4 — р. Бол. Моховая; 5 — р. Мал. Моховая; 6 — р. Тромъеган; 7 — р. Замятина; 8 — р. Почекуйка; 9 — р. Калинина; 10 — протока Кривая; 11 — р. Глухая; 12 — р. Минчимкина; 13 — р. Быстрый Кульгун; 14 — р. Аношкина; 15 — р. Кемчаяха; 16 — р. Ай-Пим; 17–19 — р. Пим; 20 — р. Лямин; 21 — р. Вуяаны; 22 — р. Бол. Юган; 23, 24 — р. Сортымъеган; 25 — р. Бол. Балык; 26 — р. Кутым-Игай; 27, 28 — р. Ик-Ях.

Помимо антропогенной нагрузки водные объекты рассматриваемой территории подвергаются действию природных стрессовых факторов, определяющих длительный ледостав, короткий вегетационный период, низкую концентрацию кислорода и, как следствие, периодически возникающие восстановительные условия в водной среде, заморные явления и др.

Мониторинг водотоков проводился в характерные гидрологические сезоны (половодье, осенняя межень, зимняя межень) 2003–2006 гг. Отбор проб воды осуществлялся из поверхностного горизонта водной толщи в соответствии с ГОСТом 17.1.5.05–85. Обследовано 23 водотока в 28 контрольных створах на территории Сургутского, Нefтеюганского и Нижнеартовского

районов. На территории лицензионных участков нефтяных месторождений были организованы 25 створов, три — на относительно ненарушенных участках водотоков, в том числе один створ располагался на территории ГПЗ «Юганский». Общая протяженность обследованного участка русла Оби составила около 300 км (рис. 1).

Пробы воды исследовались по 16 показателям химического состава с использованием стандартных методов гидрохимического анализа [6]. Анализ проб поверхностных вод проводился в лаборатории экологического мониторинга Сургутского государственного университета и ФГУ ЦЛАМ по ХМАО. Для статистической обработки результатов использовался пакет статистического анализа для MS Excel.

Расчет индекса состояния водоема I_{wq} (Water Quality Index) осуществлялся по формуле [4, 7]:

$$I_{wq} = \sum_{j=1}^n \alpha_j \cdot \frac{P_{sj} - P_{jcp}}{\sigma_j},$$

где s — контрольный створ; j — контролируемый показатель; P_{sj} — значение показателя j для контрольного створа s ; P_{jcp} — среднее арифметическое значение показателя j , рассчитанное для акватории всех исследованных водотоков; σ_j — стандартное отклонение параметра P_{sj} от среднего значения; α_j — доля параметра P_{sj} в индексе I_{wq} .

В индекс состояния водоема включались только те показатели, для которых соблюдается условие $P_{sj}/P_{jcp} > 1$ [7]. При расчете α_j принималось $\sum \alpha_j = 1$.

По полученным значениям индексов состояния водные объекты могут быть отнесены к определенному классу качества воды [7]: $I_{wq} \leq 0,5$ — чистые (1-й класс); $0,5 \leq I_{wq} \leq 1,0$ — относительно чистые (2-й класс); $1,0 < I_{wq} \leq 1,5$ — умеренно загрязненные (3-й класс); $1,5 < I_{wq} \leq 2,0$ — загрязненные (4-й класс); $I_{wq} > 2,0$ — сильно загрязненные (5-й класс).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика гидрохимического режима водотоков. Результаты гидрохимических исследований рек, дренирующих территории нефтяных месторождений, представлены в таблице.

Характеристика гидрохимического режима водотоков на нефтяных месторождениях Среднего Приобья, 2003–2006 гг.

Показатель	Половодье (23 пробы)	Осенняя межень (10 проб)	Зимняя межень (14 проб)
pH	4,55 – 7,43/6,62 –/26,1	4,38 – 7,61/6,21 –/50,0	5,39 – 8,40/6,4 –/46,2
	мг/дм ³		
Цветность, Pt/Co	125 – 668/359 –/35,7	55 – 630/417 –/57,0	114 – 659/268 –/46,2
Взвешенные вещества	< 2,0 – 29,5/10,1 –/43,8	11,2 – 41,7/24,5 –/50,0	5,0 – 24,9/7,5 –/16,7
Сухой остаток	11 – 421/143 –/35,3	60 – 197/132 –/42,9	82 – 233/131 –/28,6
Растворенный кислород	3,9 – 9,8/6,9 27,3/45,5	1,0 – 9,2/4,7 44,0/55,6	< 1,0 – 6,9/3,5 50,0/35,7
БПК ₅	0,5 – 7,5/2,6 36,8/21,0	0,3 – 6,4/2,1 50,0/50,0	0,4 – 5,2/2,0 38,5/38,5
Перманганатная окисляемость	7,78 – 27,56/15,75 57,1/57,1	3,56 – 15,65/9,93 12,5/62,5	0,48 – 15,60/9,18 7,1/57,1
Железо общее	0,13 – 16,0/4,92 100/37,5	0,18 – 4,61/2,76 100,0/44,4	0,65 – 8,50/3,04 100,0/42,9
Хлориды	< 1,0 – 122,7/19,5 –/39,1	< 1,0 – 113,4/46,2 –/50,0	< 1,0 – 53,3/19,2 –/35,7
Азот аммонийный	0,25 – 2,42/1,14 87,0/43,5	0,11 – 0,89/1,41 87,5/37,5	0,28 – 3,15/1,78 92,9/42,9
Азот нитритов	< 0,020 – 0,045 13,0/–	< 0,020 – 0,183 62,5/–	< 0,020 – 0,053 35,7/–
Азот нитратов	< 0,10 – 0,45/0,13 –/43,5	< 0,10 – 0,72/0,34 –/42,9	< 0,10 – 0,63/0,14 –/35,7
Фосфаты	< 0,05 – 0,33/0,15 10,0/50,0	< 0,05 – 0,21/0,06 –/37,5	0,09 – 2,59/0,96 64,3/28,6
Нефтепродукты	0,01 – 0,16/0,04 15,8/47,4	0,03 – 0,75/0,18 50,0/16,7	0,02 – 0,27/0,13 85,7/50,0
Фенолы	0,002 – 0,003/0,0025 –/33,3	< 0,0005	< 0,0005–0,0010
АПАВ	< 0,015 – 0,080/0,020 –/33,3	0,050 – 0,122/0,078 12,5/37,5	< 0,015 – 0,095/0,013 –/100,0

Примечание. В числителе — минимальное и максимальное значения показателя / среднее значение; в знаменателе — процент проб, превышающих ПДК_{пр} / процент проб, превышающих среднее значение показателя.

pH. Во все гидрологические сезоны отмечено наличие проб воды со значениями pH > 7. Отклонение pH от характерных для вод данной ландшафтной зоны значений (5,50–7,00 [5]) явно свидетельствует об антропогенной нагрузке. Максимальное абсолютное значение pH (8,40) выявлено в период зимней межени. Максимальное среднее значение pH получено во время половодья, что также является показателем нарушения водных экосистем. В период открытой воды, когда питание рек осуществляется за счет кислых поверхностно-склоновых и почвенно-грунтовых вод, образующихся на заболоченных водосборах, формируется кислая и слабокислая реакция водной среды. Максимальные абсолютные значения pH отмечены в протоке Кривая (половодье и осенняя межень) и р. Бол. Балык (зимняя межень).

Для данного показателя не приведен процент проб, значения pH которых не укладываются в нормативный диапазон 6,5–8,5, соответствующий слабокислой, нейтральной и слабощелочной реакциям среды, в то время как природные геохимические и физико-химические особенности рассматриваемых ландшафтов обуславливают формирование кислых и слабокислых значений pH воды рек. Следовательно, данный нормативный диапазон значений pH не подходит для оценки качества воды рек лесной зоны Западной Сибири.

Цветность. Это один из показателей присутствия растворенного аллохтонного органического вещества. Для исследованных водотоков выявлен значительный диапазон значений цветности. Особен-

но заметно это проявилось в период осенней межени, когда отмечено максимальное среднее значение, что объясняется, прежде всего, снижением уровня воды с одновременным концентрированием органического вещества. Несмотря на то, что основная масса аллохтонной органики поступает в водотоки с поверхностно-склоновыми водами в период половодья, в это время наблюдаются минимальные значения цветности, что подтверждает разбавляющую роль воды в ее формировании.

Взвешенные вещества. В водной толще рек они представлены минеральными частицами, нерастворимым органическим веществом, планктонными формами гидробионтов. Наименьшие концентрации взвешенных веществ с минимальным разбросом значений получены в зимнюю межень, что обусловлено отсутствием взмучивания воды и поверхностного питания. Близкое к показателям периода зимней межени среднее значение концентрации взвешенных веществ отмечено во время половодья, что объясняется разбавляющей ролью воды. Наибольшие концентрации получены для периода осенней межени, когда для водотоков характерны снижение расхода воды и увеличение количества отмершего органического вещества.

Сухой остаток. Концентрация растворенных веществ в пробах воды за время проведения исследований значительно колебалась. Наибольший разброс значений отмечался в период половодья. Это обусловлено двумя разнонаправленными процессами: с одной стороны, в половодье большое количество растворенных веществ поступает в водотоки с поверхностно-склоновыми водами, с другой — в этот период наблюдается максимальный расход воды в реках, что обеспечивает разбавление присутствующих в воде растворенных веществ маломинерализованными талыми и атмосферными водами. Степень вклада указанных процессов в формирование значений сухого остатка зависит от характеристик конкретной водосборной площади, что и объясняет варьирование значений показателя по акватории исследованных водотоков.

Средние значения сухого остатка за период исследования составили 131–143 мг/дм³. Максимальное среднее значение показателя отмечено в половодье. Высокие значения сухого остатка могут быть хорошим диагностическим признаком состояния водотока, так как свидетельствуют о поступлении растворенных солей, в частности хлоридов, которые присутствуют в составе подтоварных вод. Во все гидрологические сезоны выявлены значения сухого остатка, не характерные для водотоков данной природно-климатической зоны. Максимальные значения зафиксированы в протоке Лангепас (половодье), р. Калинина (осенняя и зимняя межень). Значения сухого остатка, как абсолютные, так и средние, полученные для сезонов с низким расходом воды, достаточно близки.

Кислород. Сезонная динамика концентрации кислорода в реках четко прослеживается и связана с процессами его поступления и потребления. Максимальные средние значения наблюдались в половодье. В этот период источниками кислорода в воде рек становятся атмосферный воздух, поверхностно-склоновые воды и процессы фотосинтеза, протекающие в водной толще. Однако даже во время половодья в 27,3 % проб концентрация кислорода не достигала значений ПДК (6 мг/дм³).

Далее, к периоду осенней и зимней межени, она закономерно снижается. Минимальное среднее значение отмечено в зимнюю межень, когда обогащения воды кислородом не происходит. В 50 % проб его концентрация не достигала значений ПДК (4 мг/дм³). В целом для водотоков выявлена характерная картина дефицита кислорода с максимальным проявлением в период зимней межени, что обусловлено природными причинами.

БПК₅. На протяжении всех исследований в водотоках наблюдалось высокое содержание легкоокисляемых органических веществ. Средние значения показателя превышают ПДК_{вр} (2 мг/дм³) в период открытой воды. Максимальные значения БПК₅ отмечены в половодье, что связано в первую очередь с поступлением в водотоки аллохтонного органического вещества с площади водосбора. С другой стороны, сезонная динамика БПК₅ также определяется температурой воды и начальной концентрацией кислорода, которые лимитируют физиологическую и биохимическую активность микроорганизмов и скорость процесса потребления кислорода на окисление органического вещества.

Перманганатная окисляемость. Сходная динамика выявлена для значений перманганатной окисляемости воды. Максимальные значения отмечены в период половодья, когда увеличение концентраций органического вещества в водотоках связано с их поверхностным питанием. Наибольшая окисляемость воды зафиксирована в р. Аношкина во время половодья.

Железо. Это типоморфный элемент в таежных ландшафтах. Подвижное в кислой среде, оно легко мигрирует в водотоки в составе органо-минеральных комплексных соединений с поверхностно-склоновыми водами. Это объясняет столь высокое содержание общего железа в исследованных реках. В 100 % проб содержание железа превышает ПДК_{вр} (0,1 мг/дм³). В периоды половодья и зимней межени выявлены водотоки, в которых концентрация общего железа составляет более 100 ПДК_{вр}. Максимальное абсолютное значение концентрации общего железа зафиксировано в половодье и достигает 16 мг/дм³. Следовательно, установленный норматив ПДК_{вр} не является подхо-

дящим критерием оценки качества воды водотоков. Средняя концентрация общего железа в разные гидрологические сезоны изменялась в диапазоне 2,76–4,92 мг/дм³.

Хлориды. Для ненарушенных участков водотоков таежной зоны Западной Сибири характерно невысокое содержание хлорид-ионов. Так, до начала нефтяного освоения территории содержание хлоридов в Оби составляло менее 10 мг/л [8–10]. Основным источником поступления хлоридов в речную сеть — высокоминерализованные пластовые воды апт-сеноманского водоносного комплекса, которые извлекаются на поверхность при бурении скважин и добыче нефти. В случае аварийной ситуации хлоридное загрязнение сопровождается нефтяное, но проявляется более выражено, так как хлорид-ионы обладают прекрасной растворимостью и мало сорбируются взвешенными частицами. Следовательно, значительное увеличение концентрации хлоридов в воде рек может служить чувствительным индикатором техногенной нагрузки.

В исследованных водотоках максимальное среднее значение (46,2 мг/дм³) отмечено в период осенней межени, что несколько выше концентраций, характерных для рек данной территории. Максимальное абсолютное значение было зарегистрировано в период половодья и составило 122,7 мг/дм³. Причем этот максимум был зафиксирован в протоке Лангепас, где отмечался максимум сухого остатка. То есть, предположение об определяющем вкладе хлоридов в состав сухого остатка было верным. Максимальные значения концентраций хлорид-ионов отмечены также в протоке Глухая (осенняя межень) и р. Калинина (зимняя межень). Однако ни в одной пробе воды не отмечено превышения ПДК_{вр} (300 мг/дм³). Это свидетельствует о неэффективности данного норматива для оценки качества воды рек Среднего Приобья. Во все гидрологические сезоны значительную долю составили пробы, в которых концентрация хлоридов не превышала 1 мг/дм³.

Минеральные формы азота. Для рек с заболоченными водосборами характерно высокое содержание восстановленных форм минерального азота. Так, максимальное среднее значение концентрации аммонийного азота было зарегистрировано в период зимней межени (когда в реках максимально проявляется дефицит кислорода) и составило 1,78 мг/дм³. В 87,0–92,9 % проб содержание аммонийного азота превышало ПДК_{вр} (0,39 мг/дм³). Кратность превышения достигала 10 раз. Это явление обусловлено окислительно-восстановительной обстановкой в таежных ландшафтах с характерным дефицитом кислорода, необходимого для процессов нитрификации.

Данный факт подтверждается присутствием в 13,0–62,5 % проб воды нитритного азота, накопление которого связано с расходом кислорода на окисление органических веществ и, как следствие, торможением второй стадии нитрификации. Максимальное количество проб, содержащих нитритный азот, отмечено в период осенней межени, когда в процессы окисления в водотоке вовлекается наибольшее количество автохтонного и аллохтонного органического вещества. Причем, поступление в водотоки нефтепродуктов — одна из причин накопления нитритного азота вследствие торможения второй стадии нитрификации. Максимальная концентрация нитритного азота отмечена в р. Минчимкина в осеннюю межень.

Высокие концентрации нитратного азота, напротив, не характерны для водотоков Среднего Приобья. Низкие концентрации в вегетационный период обусловлены потреблением его водной растительностью и фитопланктоном. Также относительно низкое содержание вещества наблюдается в период зимней межени вследствие дефицита кислорода. Максимальное содержание нитратного азота в реках закономерно наблюдалось во время осенней межени, однако в количестве многократно ниже ПДК_{вр} (9,1 мг/дм³).

Фосфаты. Присутствие фосфат-ионов в воде рек связано, с одной стороны, с процессами трансформации органического вещества, с другой — с поступлением со сточными водами. В период вегетации фитопланктона концентрация фосфат-ионов в воде низкая, однако в 10 % проб превышает ПДК_{вр} (0,25 мг/дм³). Во время зимней межени происходит накопление фосфатов в водотоках, что объясняется максимальной степенью разложения органического вещества и отсутствием потребления минерального фосфора гидробионтами. Антропогенное происхождение фосфатов в водотоках связано с использованием этих веществ в составе моющих средств и компонентов буровых растворов.

Анионоактивные поверхностно активные вещества. АПАВ поступают в водотоки исключительно со сточными водами — как промышленными (от предприятий нефтегазового комплекса), так и хозяйственно-бытовыми. Следовательно, присутствие даже минимальных количеств АПАВ в воде рек является свидетельством антропогенной нагрузки. В исследованных водотоках максимальное содержание АПАВ отмечалось в период осенней межени в р. Почекуйка. При этом наблюдалось незначительное превышение ПДК_{вр} (0,1 мг/дм³). Во все гидрологические сезоны выявлены пробы, содержание АПАВ в которых было ниже предела обнаружения аналитической методики, причем в зимнюю межень количество таких проб составило 71,4 %.

Нефтепродукты. Это основной вид загрязнения поверхностных вод на территории Среднего Приобья. Их поступление в водные объекты возможно как в режиме нормальной эксплуатации объектов нефтегазового комплекса, так и в аварийных ситуациях. Известна определенная корреляция концентраций нефтепродуктов в поверхностных водах с уровнем аварийности на территории водосборов [10]. В последние годы вследствие снижения аварийности отмечено некоторое уменьшение концентрации нефтепродуктов. В исследованных водотоках минимальная концентрация выявлена в период половодья. Несмотря на то, что в это время с площади водосбора поступает большое количество загрязняющих веществ, в том числе нефтепродуктов, сказывается разбавляющая роль огромных масс питающей реки воды.

В половодье средняя концентрация нефтепродуктов в воде не превышает ПДК_{вр} (0,05 мг/дм³). Выявлено 15,8 % проб, в которых концентрация нефтепродуктов превышает ПДК_{вр}. Максимальная концентрация зафиксирована в р. Почекуйка. В периоды осенней и зимней межени, когда расход воды в реках минимален, наблюдается увеличение содержания нефтепродуктов. В эти гидрологические сезоны в 50,0–85,7 % проб отмечено превышение ПДК_{вр} нефтепродуктов (максимальная кратность — 15 раз), также ПДК_{вр} превышают и средние значения их концентраций. Максимальные значения отмечены в реках Почекуйка (осенняя межень) и Тромъеган (зимняя межень).

Фенолы. Присутствие в водотоках фенолов обусловлено как природными особенностями заболоченных водосборных территорий, так и их поступлением в составе нефтесодержащих сточных вод. Несмотря на небольшой объем исследований, следует отметить, что максимальное содержание фенолов отмечалось в период половодья, когда они поступали с поверхностно-склоновыми водами. Во время осенней межени фенолы в пробах не обнаружены. Ни в одной из исследованных проб не отмечено превышения ПДК_{вр} (0,001 мг/дм³) фенолов.

Комплексная оценка состояния водотоков по гидрохимическим показателям. Для обобщения большого количества цифровой информации в практику мониторинга водных объектов включены комплексные показатели (индексы) состояния водоема. На сегодняшний день их насчитывается достаточно много. В основу большинства индексов положены нормативы ПДК.

Однако для водотоков таежной зоны Западной Сибири такой подход неприемлем, так как природный фон по некоторым показателям химического состава многократно превышает ПДК (например, общее железо) или, напротив, гораздо ниже ПДК (хлориды, нитраты). К тому же некоторые показатели, несущие ценную диагностическую информацию о состоянии водотока, не имеют нормативов ПДК_{вр} (сухой остаток, взвешенные вещества). Следовательно, оценка уровня загрязнения по такому индексу не будет отражать реального состояния водной экосистемы.

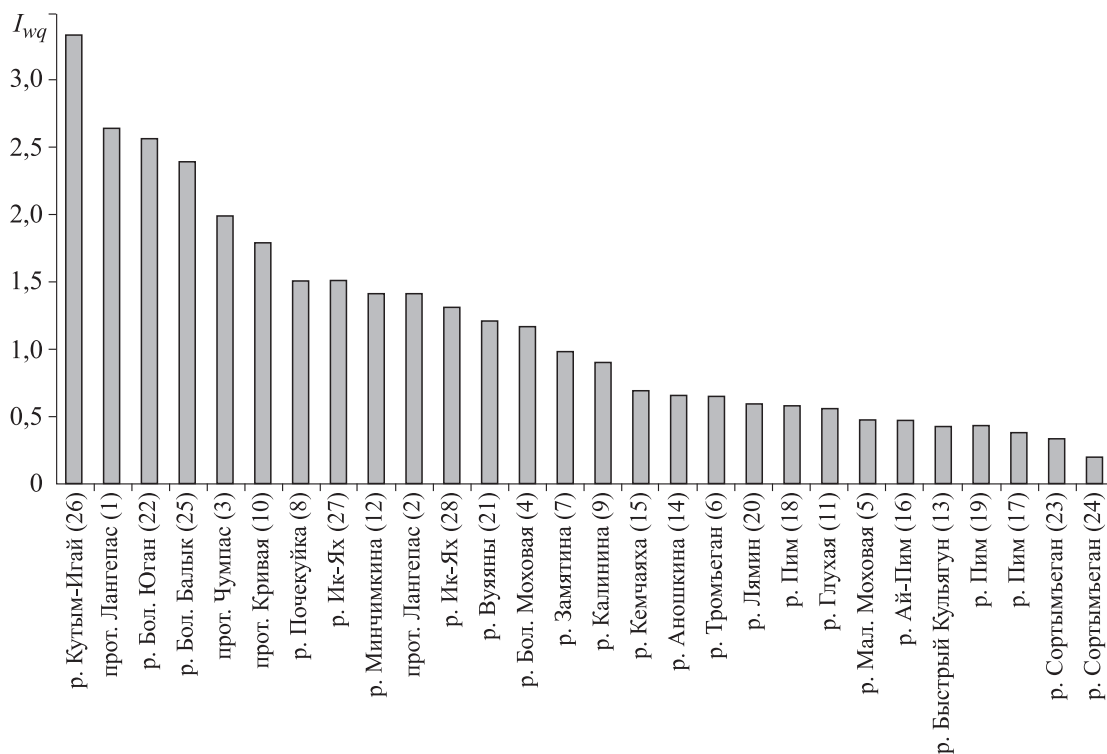


Рис. 2. Диаграмма индексов качества воды в исследованных водотоках (1–28 см. на рис. 1).

Индекс I_{wq} , который использован для оценки состояния водотоков в данной работе, рассчитан на основе статистической обработки результатов химических анализов. В массив данных для обработки были включены результаты исследований водотоков не только на территории нефтяных месторождений, но также населенных пунктов и относительно ненарушенных участков рек.

На рис. 2 четко прослеживается разброс значений I_{wq} исследованных водотоков. К классу чистых отнесены семь водотоков, наименьшие значения индексов получены для левобережного водотока Сортымъеган. В класс относительно чистых включены восемь водотоков, в том числе два фоновых (реки Лямин и Кемчаяха), к классу умеренно загрязненных — пять, в том числе один фоновый (р. Вуяяны, ГПЗ «Юганский»), к классу загрязненных — четыре, к классу сильно загрязненных — четыре. Наибольший уровень загрязнения выявлен для правобережной протоки Лангепас, левобережных рек Кутым-Игай, Бол. Балык. Несмотря на небольшую долю левобережных водотоков в составе исследованных рек, в целом для них характерны более высокие значения I_{wq} . Низкие значения отмечены для средних правобережных водотоков (реки Пим, Лямин), класс качества воды которых характеризуется как чистые—относительно чистые.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование позволило сделать следующие выводы.

Короткое лето, особенности гидрологического режима (длительный ледостав, растянутое весенне-летнее половодье, преимущественно снеговое питание с заболоченных водосборов) определяют гидрохимические особенности рек таежной зоны Западной Сибири: высокую цветность, кислые значения рН, высокие концентрации аллохтонного органического вещества, соединений железа, дефицит растворенного кислорода.

Вместе с тем хозяйственная деятельность, осуществляемая на водосборах рек, оказывает определенное, иногда значительное, влияние на химический состав воды. Наиболее показательными для индикации антропогенной нагрузки на водные экосистемы в пределах лицензионных участков нефтяных месторождений являются хлориды, сухой остаток, нефтепродукты и рН.

В результате исследованные водотоки по значениям индексов качества воды отнесены к разным категориям: от чистых до сильно загрязненных. Однако состояние преимущественного числа исследованных водотоков весьма благополучно (1-й—3-й классы). Наименьший уровень загрязнения выявлен для средних правобережных притоков Оби. Для левобережных водотоков характерны более высокие значения I_{wq} .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлов С. А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. — Барнаул: День, 2000. — 130 с.
2. Шорникова Е. А. Роль диффузного загрязнения в формировании гидрохимического режима поверхностных водотоков широтного отрезка средней Оби // Экол. вестник Югории. — 2004. — Т. 1, № 1–2. — С. 28–41.
3. Солнцева Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 376 с.
4. Башмакова И. Х. Экологические индексы для оценки уровня загрязненности водоемов на примере Килийской дельты Дуная // Гидробиол. журн. — 2004. — Т. 40, № 3. — С. 76–82.
5. Лезин В. А. Реки Ханты-Мансийского автономного округа: Справочное пособие. — Тюмень: Вектор Бук, 1999. — 160 с.
6. Булатов А. И., Макаренко П. П., Шеметов В. Ю. Справочник инженера-эколога нефтегазодобывающей промышленности по методам анализа загрязнителей окружающей среды. — М.: Недра, 1999. — Ч. 1. — 732 с.
7. Шорникова Е. А. Методические рекомендации по планированию, организации и ведению мониторинга поверхностных водотоков: гидрохимические и микробиологические методы. — Сургут: Дефис, 2007. — 80 с.
8. Ресурсы поверхностных вод СССР. Алтай и Западная Сибирь. Средняя Обь / Под ред. Н. А. Паниной. — Л.: Гидрометеиздат, 1972. — Т. 15, вып. 2. — 45 с.
9. Уварова В. И. Современное состояние уровня загрязнения воды и грунтов некоторых водоемов Обь-Иртышского бассейна // Изучение реки Оби и ее притоков в связи с хозяйственным освоением Западной Сибири: Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. — Л., 1989. — Вып. 305. — С. 23–33.
10. Михайлова Л. В. Современный гидрохимический режим и влияние загрязнений на водную экосистему и водное хозяйство Обского бассейна (обзор) // Гидробиол. журн. — 1991. — Т. 27, № 5. — С. 80–88.