

УДК 614.777:543.544

Л.А. Долматова, Н.Г. Базарнова, О.Н. Куряшкина
**Нефтепродукты в различных объектах
 экосистемы р. Барнаулки**

Нефтепродукты поступают в поверхностные воды и другие объекты экосистемы со сточными и хозяйственно-бытовыми водами (антропогенная составляющая), а также в результате выделений растительных (например, смолистые вещества, выделяемые хвойным лесом; углеводороды, образующиеся в результате гниения зеленой массы растений в заболоченной местности и т.д.) и животных организмов (природная составляющая) [1–4].

Предельно-допустимые концентрации (ПДК) нефтепродуктов составляют: для водоемов общесанитарного пользования – 0,3 мг/дм³, для водоемов рыбохозяйственного назначения – 0,05 мг/дм³.

При поддержке РФФИ в 2000 г. было проведено исследование снежных осадков, воды, поровой воды, донных отложений и почв водосборного бассейна Барнаулки на содержание органических токсикантов, в том числе и нефтепродуктов, в различные гидрологические периоды 2000 г.

Для наблюдения по длине реки были выбраны 7 створов от истоков к устью (табл. 1). Пробы снежных осадков отбирали один раз – в конце зимы (середина марта). Снег хранили на холоде, таяли его в стеклянной посуде при температуре окружающего воздуха. Подкисленную талую воду (до pH = 5, конц. HCl) экстрагировали сразу же трихлорметаном. Далее анализ талой воды на содержание нефтепродуктов проводили, как описано в литературе [1, 2]. Пробы воды и донных отложений отбирали 6 и 5 раз соответственно: в марте (зимняя межень – ЗМ), апреле, мае (пик и конец весеннего половодья – ВП), июле, августе (летняя межень – ЛМ), октябре (осенняя межень – ОМ). Пробы почв отбирали до

снеготаяния (март) и после снеготаяния (апрель, май). Воду на содержание нефтепродуктов анализировали по той же методике, что и снег [1, 2], почвы – по [5], донные отложения и поровую воду – по [1, 2, 5, 6] с гравиметрическим окончанием. Почвы и донные отложения хранили в замороженном виде, при минусовой температуре, чтобы исключить окислительные и биохимические процессы.

Снег. На рисунке 1 представлены данные о содержании нефтепродуктов и органического вещества (определяемого как химическое потребление кислорода – ХПК и перманганатная окисляемость) в пробах снега.

Из данных, приведенных на рисунке 1, видно, что в точках 1–3, удаленных от города, концентрация нефтепродуктов в снеге имеет тенденцию к снижению. В точках 4–6, находящихся в черте Барнаула, эта тенденция меняется на противоположную – увеличение концентрации нефтепродуктов.

Минимальная концентрация нефтепродуктов в снеге (0,04 мг/дм³) наблюдается в точке 3, а максимальная (0,42 мг/дм³) – в точке 6.

В точке 1 концентрация нефтепродуктов составляет 0,34 мг/дм³. Это район соснового бора и болотистой поймы. Высокая концентрация в этой точке может быть обусловлена влиянием природной составляющей. В точках 2 и 3 концентрация нефтепродуктов уменьшается до 0,23 и 0,04 мг/дм³ соответственно, так как эти точки удалены от ленточного бора и антропогенная нагрузка на них еще отсутствует. В точках 4 и 5 концентрация нефтепродуктов в снеге увеличивается (0,06 и 0,10 мг/дм³ соответственно) так как на эти точки оказывает влияние г. Барнаул (появление активного автомобильного движения с выбросами выхлопных газов, использование

Таблица 1

Створы отбора проб на анализ органических токсикантов

№ створа	Привязка к местности
1	с. Зимино Ребрихинского района, мост, левый берег
2	с. Черемное Павловского района, водозабор, левый берег
3	ниже с. Борзовая Заимка, Центральный район г. Барнаула, левый берег
4	ниже пляжа «Лесной пруд», левый берег
5	ниже устья р. Пивоварки, пешеходный мост, правый берег
6	ниже АЗА (Алтайский завод агрегатов), левый берег
7	район Старого базара, мост через р. Барнаулку, правый берег

твердого топлива для отопления домов частного жилого фонда и др.). В точке 6 концентрация нефтепродуктов в снеге резко возрастает до 0,42 мг/дм³. По загрязненности снега нефтепродуктами это самая грязная точка на всем рассматриваемом участке вдоль Барнаулки. В точке 6 на правом берегу находится городская свалка, проходит окружная автотрасса и расположен Алтайский завод агрегатов. Поступления от этих источников, по-видимому, и загрязняют снег в этой точке. В точке 7 концентрация нефтепродуктов в снеге снижается (0,07 мг/дм³), ввиду отсутствия некоторых источников загрязнения – активного автомобильного движения, городской свалки.

Согласно данным, представленным на рисунке 1, ХПК в снеге коррелирует с изменением концентрации нефтепродуктов в снеге (коэффициент корреляции $r=0,66$). Причины снижения концентрации нефтепродуктов и ХПК в точках 1–4 общие: уменьшение природной составляющей в этих точках.

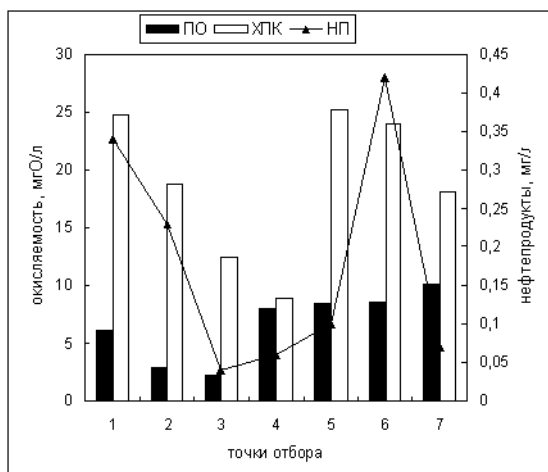


Рис. 1. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов и общих показателей содержания органического вещества в снеге

Вода. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в различные сезоны 2000 г. имеет ряд общих тенденций (рис. 2). В периоды зимней и осенней межени, весеннего половодья наблюдается тенденция постепенного увеличения концентрации нефтепродуктов в воде Барнаулки на участках, подверженных прямой антропогенной нагрузке (створы 3–7), т.е. в черте Барнаула. Очевидно, основное поступление нефтепродуктов, как загрязняющих веществ, в эти периоды происходит с территории водосборного бассейна. В период летней межени наблюдается противоположная тенденция – постепенное снижение концентрации нефтепродуктов по всей

длине реки от створа 3 до створа 7. По-видимому, в этот период происходит окисление нефтепродуктов (в отсутствие сброса сточных вод), и их концентрация снижается.

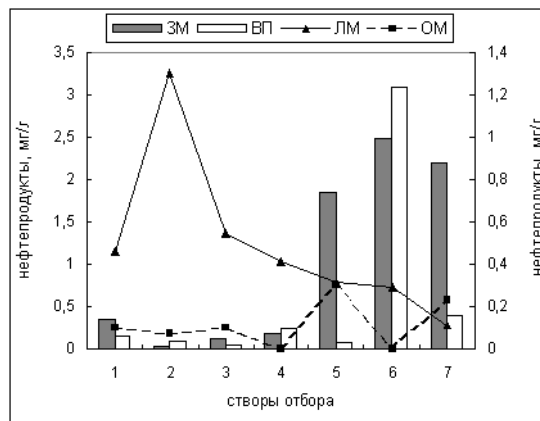


Рис. 2. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах Барнаулки в различные гидрологические периоды 2000 г.

Изменение концентрации нефтепродуктов во времени в основных створах реки протекает следующим образом. В створах, не подверженных прямой антропогенной нагрузке (створы 2–4), происходит постепенное увеличение концентрации нефтепродуктов в периоды зимней межени, весеннего паводка и летней межени и снижение в период осенней межени, с максимальной концентрацией для каждого створа в период летней межени. В створах 5–7, подверженных антропогенной нагрузке, концентрация нефтепродуктов во времени изменяется по-другому. В створах 6 и 7 происходит снижение концентрации нефтепродуктов в период летней и осенней межени. В створе 5 повышенные концентрации относятся к периодам зимней и летней межени, а пониженные – к периодам весеннего паводка и осенней межени.

За весь наблюдаемый период 2000 г. концентрация нефтепродуктов в Барнаулке колебалась от 0,02 (створ 6 в период летней межени) до 6,15 мг/дм³ (створ 6, весеннее половодье). В воде Барнаулки в створах 5–7 в зимнюю межень были идентифицированы углеводороды состава C₁₂–C₃₆ методом хромато-масс-спектрометрии. Характер распределения углеводородов позволяет сделать вывод об их антропогенном происхождении. В воде створа 1 в период летней межени (июль) методом хромато-масс-спектрометрии идентифицированы органические соединения различных классов: углеводороды состава C₈–C₂₈, высшие спирты, кислоты, производные антрацена, азот- и серосодержащие соединения. Характер рас-

пределения и состав органических соединений этого створа отличается от состава нефтепродуктов створов 5–7. Очевидно, компоненты нефтепродуктов створа 1 появились в воде в связи с деятельностью гидробионтов, их отмиранием и распадом. Таким образом, характер загрязнения створа 1 может быть объяснен естественным природным фоном данной местности.

Поровая вода. Концентрацию нефтепродуктов в поровой воде донных отложений контролировали в мае, июле, августе (рис. 3). По-

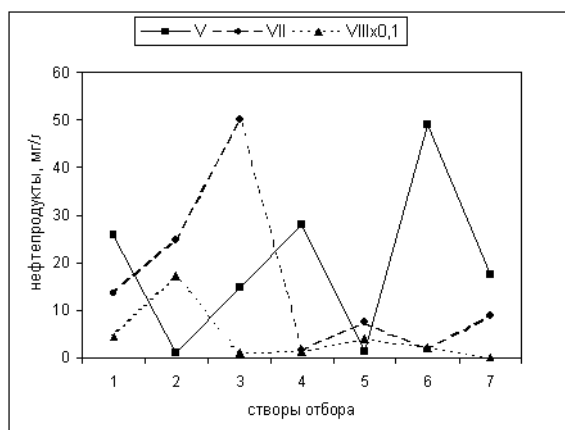


Рис. 3. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в поровой воде в период весеннего половодья и летней межени 2000 г.

ровая вода является промежуточным звеном между донными отложениями и поверхностными водами. Концентрация нефтепродуктов в поровой воде донных отложений Барнаулки 2000 г. варьирует в пределах 1,0 (створ 2, май; створ 7, август) – 174 мг/дм³ (створ 2, август). Согласно рисунку 3, в мае концентрация нефтепродуктов в поровой воде изменяется скачкообразно с минимумами в створах 2 (1,0 мг/дм³), 5 (1,25 мг/дм³) и 7 (17,5 мг/дм³) и максимумами в створах 1 (26 мг/дм³), 4 (28 мг/дм³) и 6 (49 мг/дм³). В этот период (конец паводка) наблюдается удовлетворительная корреляция между концентрацией нефтепродуктов в поровой воде и поверхностных водах Барнаулки ($r = 0,79$). В июле в створах 1, 4, 6, 7 происходит снижение концентрации нефтепродуктов в поровой воде, а в створах 2, 3, 5 – увеличение. Очевидно, в одних случаях происходит окисление нефтепродуктов, в других – развитие биоценоза. В июле минимальная концентрация нефтепродуктов в поровой воде (1,50 мг/дм³) относится к створу 4, максимальная (50,0 мг/дм³) – к створу 3.

В августе в результате отмирания биоты происходит накопление углеводов в створах 1 и 2 (44,0 и 174 мг/дм³). В створах 5 и 6

высокие концентрации нефтепродуктов связаны с поступлением их со сточными водами предприятий и загрязненными водами р. Пивоварки. В точке 7 в этот период наблюдается понижение концентрации нефтепродуктов в поверхностных водах, поровой воде и донных отложениях, вследствие снижения антропогенной нагрузки и окисления нефтепродуктов на участке между створами 6 и 7.

Донные отложения. По шкале оценки уровня нефтяного загрязнения, предложенной Л.И. Цветковой [7], донные отложения (практически во всех створах Барнаулки) могут быть отнесены к чистым, умеренно-загрязненным (до 40 мг/100 г), а в створе 7 (в периоды весеннего половодья и осенней межени) – к загрязненным (от 40 до 300 мг/100 г). В течение 2000 г. концентрация нефтепродуктов в донных отложениях Барнаулки изменялась в пределах 0,03 (створ 5, пик паводка)–2,46 мг/г (створ 7, пик паводка) (рис. 4).

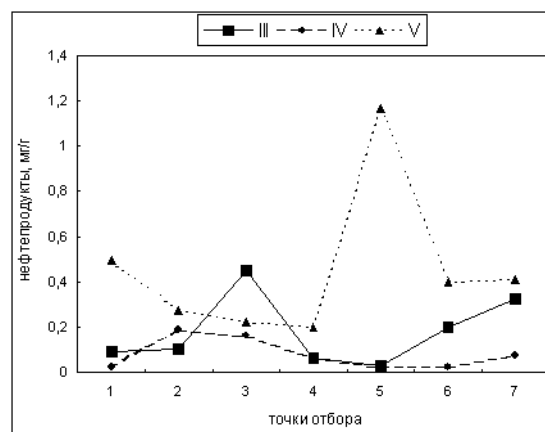


Рис. 4. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в донных отложениях р. Барнаулки в различные гидрологические периоды 2000 г.

Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в донных отложениях Барнаулки неоднородно. В пик весеннего паводка и в период осенней межени концентрация нефтепродуктов претерпевает минимумы в створах 2 и 4 и максимумы – в створах 3 и 7. В створах 4–6 концентрация нефтепродуктов в эти гидрологические периоды изменяется мало. В конце паводка в створах 2–5 происходит снижение концентрации нефтепродуктов с минимумом в створе 5. В створах 6 и 7 концентрация нефтепродуктов возрастает. В период летней межени происходит снижение концентрации нефтепродуктов в донных отложениях створов 1–3, находящихся вне черты Барнаула. В створах 4 и 7 происходят скачкообразные повы-

шения концентрации нефтепродуктов, сопровождающиеся последующими снижениями в створах 5 и 7 соответственно.

Изменение содержания нефтепродуктов в донных отложениях Барнаулки в зависимости от времени имеет ряд особенностей для различных створов. В створе 1 на протяжении всего года происходит постепенное снижение концентрации нефтепродуктов с минимумом в период осенней межени (0,11 мг/г). В створе 2 пониженные концентрации наблюдаются в пик весеннего паводка, осенний и летний межени периоды. Максимальная концентрация нефтепродуктов в донных отложениях этого створа наблюдается в конце весеннего паводка (0,16 мг/г). Донные отложения створов 3 и 7 характеризуются постепенным снижением концентрации нефтепродуктов в периоды весеннего паводка и летней межени и повышением в период осенней межени (0,05 и 1,73 мг/г). В створах 4 и 6 происходит увеличение концентрации нефтепродуктов в течение всего периода весеннего паводка и летней межени с последующим снижением в период осенней межени (0,04 мг/г). Донные отложения створа 5 характеризуются низкой концентрацией нефтепродуктов во все гидрологические сезоны 2000 г. (0,03–0,07 мг/г).

Почвы. В настоящее время нет единого критерия и показателя загрязненности почв нефтью и нефтяными компонентами, поскольку реакция почв на загрязнение нефтью, их чувствительность к нефти далеко не одинаковы не только в разных почвенно-географических зонах, но даже в пределах сопряженных ландшафтов. Некоторые авторы [8] указывают, что нижний предел концентраций нефтяных компонентов в почве, еще не вызывающих негативных явлений, находится в пределах от 0,1 до 1,0 г/кг. Данные о концентрации нефтепродуктов в почвах бассейна Барнаулки в марте-мае (рис. 5) позволяют сделать вывод о том, что они еще пока находятся на нижнем пределе и не могут вызывать негативных явлений для этих почв.

Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в почвах изменялось следующим образом. В марте уровень концентрации нефтепродуктов в почвах варьировал от 0,03 в точке 5 до 0,45 мг/г в точке 3 (рис. 5). В целом для этого периода времени наблюдается повышение концентрации нефтепродуктов в точках

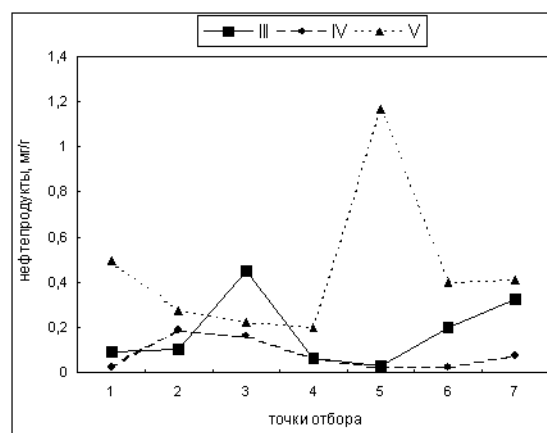


Рис. 5. Пространственное изменение концентрации нефтепродуктов в почвах бассейна Барнаулки в 2000 г.

1–3 и 5–7 и последовательное снижение на участке 3–5 точек.

В апреле уровень загрязненности почв снижается в целом для всех точек и пространственное изменение концентрации нефтепродуктов имеет те же тенденции, что и в марте, за исключением точки 2. По сравнению с мартом 2000 г., следует отметить, что в апреле повсеместное снижение концентрации нефтепродуктов в почвах связано со смывом их тальными водами в период снеготаяния. В мае происходит увеличение концентрации нефтепродуктов во всех точках, по сравнению с апрелем. Очевидно, это связано с переносом воздушными массами с территории водосборного бассейна Барнаулки частиц пыли и сажи, содержащих на себе адсорбированные нефтепродукты, и с выпадением осадков на этой же территории.

Таким образом, в апреле нефтепродукты вымываются тальными водами из почв, а в мае вновь происходит поступление загрязняющих веществ в почву с водосборного бассейна.

Авторы выражают глубокую благодарность коллективу лаборатории гидрохимических исследований ИВЭП СО РАН: заведующей лабораторией, кандидату химических наук Т.С. Папиной, кандидатам химических наук С.С. Эйрих, Е.И. Третьяковой за помощь в обсуждении результатов и написании этой статьи; инженерам Т.Г. Серых и В.Н. Морозовой – за предоставленные результаты анализа ХПК и ПО.

Литература

1. Руководство по гидрохимическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л., 1977.
2. Унифицированные методы анализа вод / Под ред. Ю.Ю. Лурье. М., 1984.
3. Синельников В.Е. Механизм самоочищения водоемов. М., 1980.
4. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. М.; Л., 1964.
5. Серегина И.Ф., Окина О.И., Кистанов А.А. Спектрофотометрическое определение нефтепродуктов в почвах // Журнал аналитической химии. 1999. Т. 54. №4.
6. Методические указания по определению нефтепродуктов в донных отложениях. РД 52. 24. 80–89. М., 1990.
7. Цветкова Л.И. Загрязнение донных грунтов р. Невы // Санитарное состояние реки Невы. Л., 1967.
8. Глазовская М.А., Пиковский Ю.И. Комплексный эксперимент по изучению факторов самоочищения и рекультивации загрязненных нефтью почв в различных природных зонах // Проблемы 3 Всесоюзного совещания по исследованию миграции загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. М., 1985.