



Томский филиал Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН
Институт химии нефти СО РАН, г. Томск



Распределение компонентов дизтоплива в разрезе донных отложений водных объектов и почвенного слоя

Докладчик: м.н.с, аспирант Волкова Н.А.

Научный руководитель: д-р.х.н Серебrenникова О.В.

Новосибирск 2022



С расширением и развитием нефтяной отрасли актуальным вопросом является влияние деятельности предприятий на окружающую среду. Причинами негативного воздействия являются не только аварийные ситуации на месторождениях и газонефтепроводах, но и утечка углеводородов за счет миграции и рассеяния при обычной эксплуатации нефтепромысловых объектов.

Цель работы:

- Изучение влияния разлива нефтепродуктов на состав органического вещества в водных (донные осадки) и наземных (различные виды почв) природных объектах

Объекты исследования: донные осадки и поверхностный слой почв, отобранные по мере удаленности от места разлива нефтепродуктов

Дизельное топливо

- Методом ГХ-МС исследован состав дизельного топлива



Рисунок 1 – Состав групп органических соединений ДТ (%)

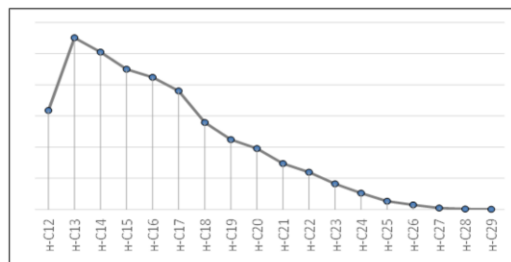


Рисунок 2 – Молекулярно-массовое распределение n-алканов в ДТ

Для распознавания возможного источника загрязнения водных объектов на территории, пострадавшей от разлива нефтепродуктов исследован исходный состав дизельного топлива (ДТ).

В результате анализа состава разлившегося дизельного топлива были идентифицированы n-алканы (n-Алк) состава C_{12} – C_{29} , изопреноидные алканы (i-Алк) состава C_{14} – C_{20} , циклогексаны (ЦГ) C_{11} – C_{25} , нафталины (Ns), включающие моно-, би- и триметилнафталины, фенантрены (Phs), алкилбензолы (н-АБ) C_{12} – C_{25} , а также C_{13} – C_{16} и C_{18} – C_{21} триметилалкилбензолы (ТМАБ) с изопреноидным заместителем, сесквитерпаны (ST) C_{15} и C_{16} , низкие концентрации полициклических наftenов (ПЦН), включающих хейлантаны, стераны и гопаны в соотношении 7:3:1 и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), состоящие из тетра- и пентациклических структур с преобладанием пирена и флуорантена. По данному составу возможно идентифицировать продукты этого разлива в исследуемых объектах и область их распространения.

Отбор проб

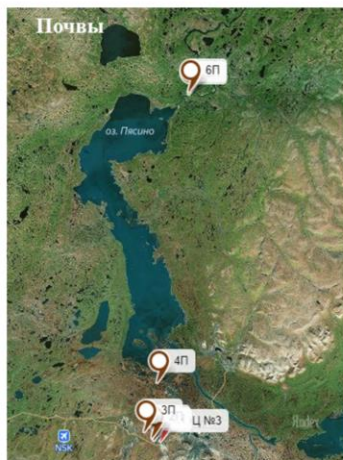


Таблица 1 – Содержание УВ в донных отложениях, %

Шифр пробы	УВ, %	Шифр пробы	УВ, %
1ДО	0.37	1П	0.026
2ДО	0.014	2П	0.045
3ДО	0.008	3П	0.018
4ДО	0.01	4П	0.183
5ДО	0.003	5П	0.005
6ДО	0.006	6П	0.003

5

Из почвенных образцов (П) и донных отложений (ДО) были получены ХБ с последующим выделением концентратов углеводов (УВ). Содержание ХБ в почве варьирует от 0,01% до 0,28%, УВ в интервале 0,003-0,18%, в донных отложениях ХБ от 0,012% до 0,91%, УВ 0,003-0,37%. Концентрация веществ изменяется по маршруту исследования неравномерно.

Анализ донных отложений

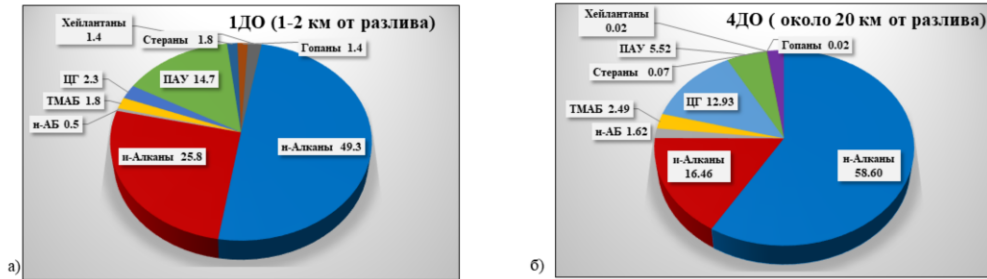


Рисунок 3 – Состав групп органических соединений ДО в а) 1ДО б) 4ДО (%)

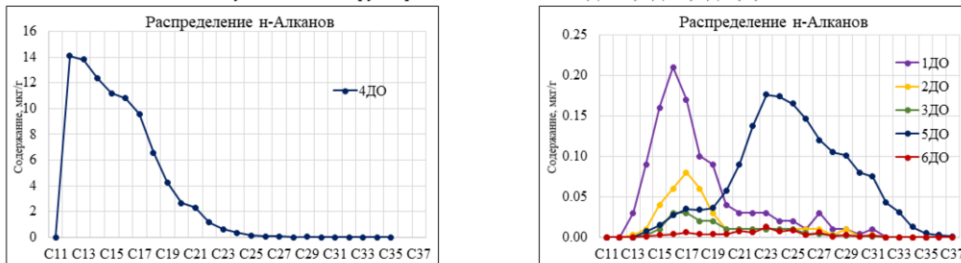


Рисунок 4 – Молекулярно-массовое распределение н-алканов в ДО (мкг/г)

6

На рис.3 показан состав основных групп органических соединений в донных отложениях. Основную часть составляют алканы. Из молекулярно-массового распределения (рис.4) можно выделить несколько групп: первая это образцы, взятые непосредственно возле разлива (1ДО и 2ДО), их характер схож с ДТ с максимумов в C_{15} - C_{17} и небольшим количеством C_{21} - C_{33} ; отдельно можно выделить точку 4ДО (около 20 км от разлива), где содержание н-алканов высоко и при этом соответствует распределению ДТ. Третья группа – это отдаленные точки в 50-90 км (5ДО и 6ДО), где алканы имеют смешанный характер, наличие C_{11} - C_{20} , говорит о присутствии ДТ, а нечетных алканов C_{23} - C_{33} донных водных и наземных растений.

Анализ донных отложений

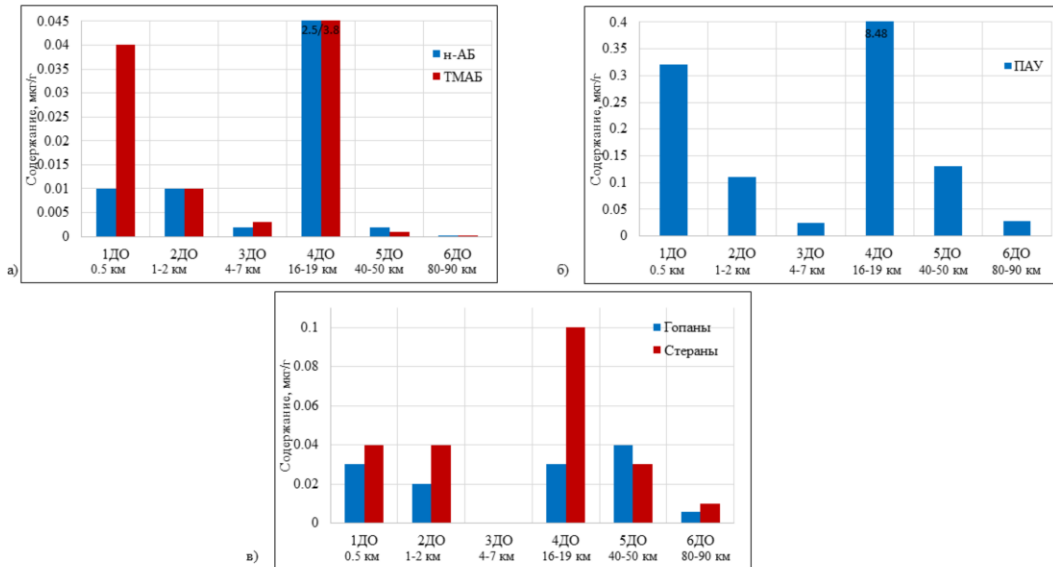


Рисунок 5 – Распределение а) н-АБ и ТМАБ б) ПАУ в) гопанов и стеранов, в донных отложениях, мкг/г

7

Одним из явных показателей ДТ является присутствие таких соединений как, алкилбензолы и триметилалкилбензолы, которые были определены практически во всех образцах. В исследуемых ДО стеранов больше, чем гопанов, что также характерно для разлившегося ДТ. Стераны и гопаны не обнаружены в точке ЗДО и в одной из отдаленных точек, что может быть связано с дополнительным разбавлением осадка сносимой с берега минеральной составляющей.

Анализ почв

Таблица 2 – Содержание основных групп органических соединений мкг/г сухого остатка

УВ	Расстояние от источника загрязнения, км					
	0.5 км	1-2 км	4-7 км	16-19 км	40-50 км	80-90 км
	1П	2П	3П	4П	5П	6П
<i>n</i> -Алканы	0.71	0.93	0.22	12.69	1.42	0.36
<i>i</i> -Алканы	0.024	0.343	0.019	3.486	0.082	0.049
<i>n</i> -АБ	0.016	0.088	0.004	0.759	0.012	0.014
ТМАБ	0.006	0.018	0.001	1.667	0	0
ЦГ	0.107	0.122	0.013	3.389	0.185	0.028
Ns	0.034	0.058	0.007	1.129	0.017	0.018
Phs	0.142	0.099	0.064	0.703	0.053	0.034
ПАУ	0.168	0.037	0.01	0.025	0.007	0.003
Хейлантаны	0.026	0.024	0.004	0.018	0.0005	0.001
Гопаны	0.098	0.104	0.017	0.037	0.001	0.014
Стераны	0.178	0.158	0.026	0.061	0	0
СТ	0.009	0.023	0.004	0.935	0.017	0.01
Сумма	1.52	2.01	0.39	24.9	1.79	0.53

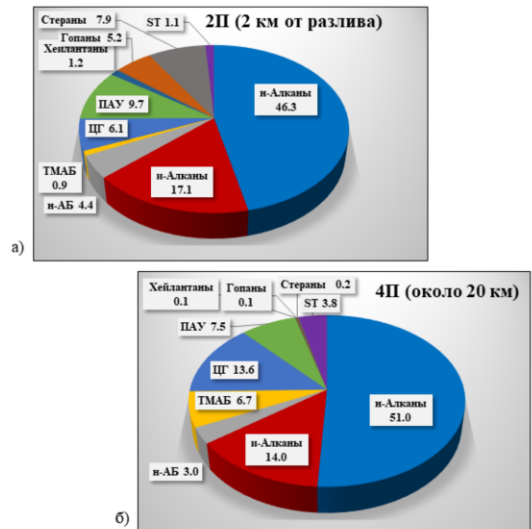


Рисунок 6 – Состав групп органических соединений почвах в точках а) 2П б) 4П (%)

Идентифицированы группы соединений: *n*-алканы, которые являются основными компонентами, *i*-алканы, алкилбензолы, триметилалкилбензолы, ПАУ, гопаны, стераны. Максимальное содержание фиксируется в районе временного водотока у края у края поймы основного русла реки (4П).

Анализ почв

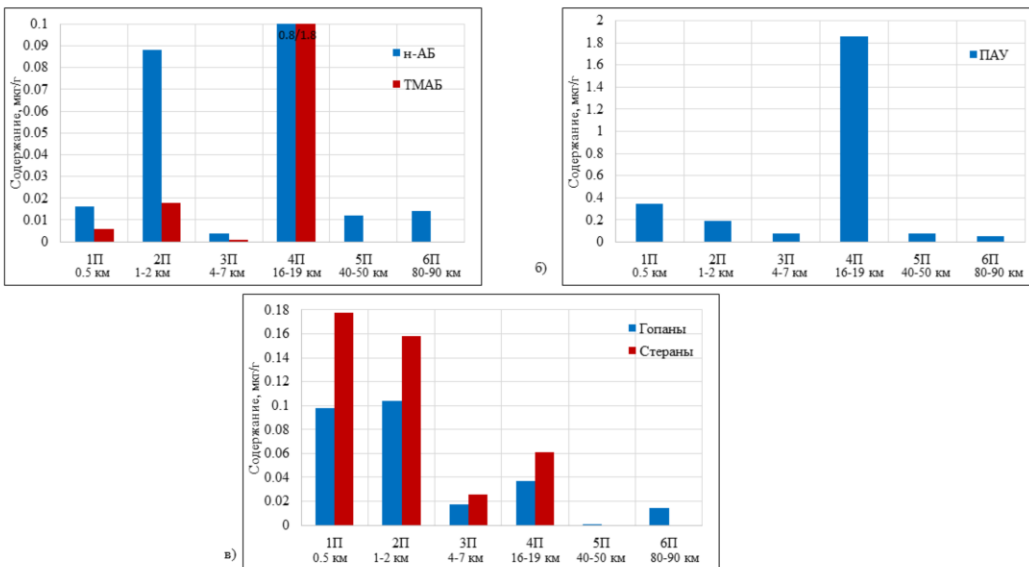


Рисунок 7 – Распределение а) n-AB и TMAБ б) ПАУ в) гопанов и стеранов в почвах, мкг/г

9

Распространение ДТ, о котором можно судить по присутствию в почвах TMAБ, охватывает большую часть исследованной территории. Высокая концентрация наблюдается в почве в точки 4П, а также наличие в образцах вблизи разлива ДТ, на отдаленных участках такие соединения отсутствуют. Также одной из основных групп органических веществ являются ПАУ, из рисунка 7б видно, что наибольшее концентрация наблюдается в 4П (около 20 км от разлива), у остальных образцов тенденция к уменьшению от разлива. В образцах почв стераны преобладают над гопанами, что характерно для разлившегося ДТ, и их содержание уменьшается по мере удаленности от разлива.

Анализ почв

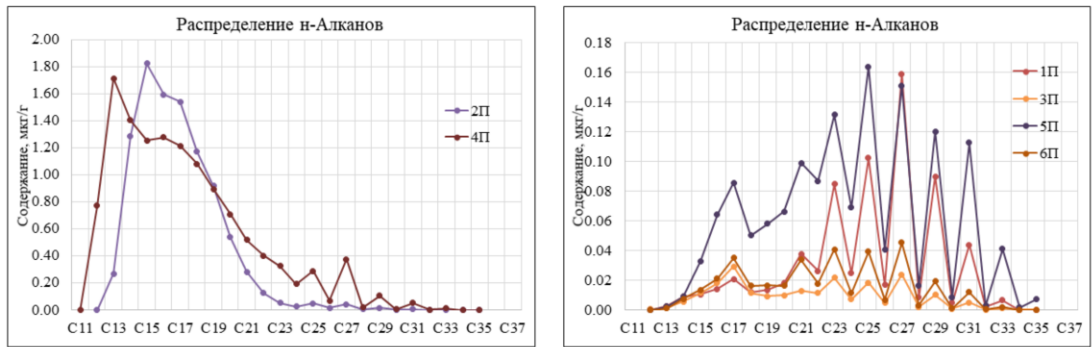


Рисунок 8 – Молекулярно-массовое распределение n-алканов в почвах (мкг/г)

10

Молекулярно-массовое распределение n-алканов показано на рисунке 11, говорит о том, что имеют схожий характер точки 2П (вблизи разлива) и 4П (в 20 км от источника) с максимумом, приходящимся на C_{15} - C_{19} указывающий на ДТ. Остальные образцы имеют распределение, указывающие на растительный характер с преобладанием нечетных алканов C_{21} - C_{33} .

Сравнительный анализ

Таблица 3 – Содержание основных групп органических соединений мкг/г

УВ	Расстояние от источника загрязнения, км											
	0.5 км		1-2 км		4-7 км		16-19 км		40-50 км		80-90 км	
	1ДО	1П	2ДО	2П	3ДО	3П	4ДО	4П	5ДО	5П	6ДО	6П
n-Алканы	1.07	0.71	0.39	0.93	0.2	0.22	90.05	12.69	1.68	1.42	0.08	0.36
n-Алканы	0.56	0.024	0.17	0.343	0.06	0.019	25.3	3.486	0.05	0.082	0.01	0.049
n-АБ	0.01	0.016	0.01	0.088	0.002	0.004	2.49	0.759	0.002	0.012	0.0001	0.014
ТМАБ	0.04	0.006	0.01	0.018	0.003	0.001	3.83	1.667	0.001	0	0.0003	0
ЦГ	0.05	0.107	0.01	0.122	0.002	0.013	19.87	3.389	0.07	0.185	0.0003	0.028
Ns	0.12	0.034	0.04	0.058	0.004	0.007	6.32	1.129	0.04	0.017	0.007	0.018
Phs	0.1	0.142	0.03	0.099	0.01	0.064	2.13	0.703	0.07	0.053	0.018	0.034
ПАУ	0.32	0.168	0.11	0.037	0.024	0.01	8.48	0.025	0.13	0.007	0.028	0.003
Хейлантаны	0.03	0.026	0.03	0.024	0.03	0.004	0.03	0.018	0.03	0.0005	0.001	0.001
Гопаны	0.03	0.098	0.02	0.104	0	0.017	0.03	0.037	0.04	0.001	0.006	0.014
Стераны	0.04	0.178	0.04	0.158	0	0.026	0.1	0.061	0.03	0	0.01	0
СТ	0.01	0.009	0.01	0.023	0.003	0.004	3.51	0.935	0.03	0.017	0.005	0.01
Сумма	2.17	1.52	0.79	2.01	0.32	0.39	153.68	24.9	2.05	1.79	0.14	0.53

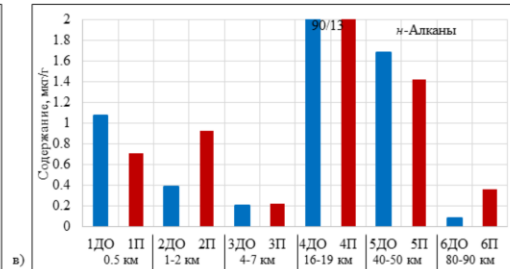
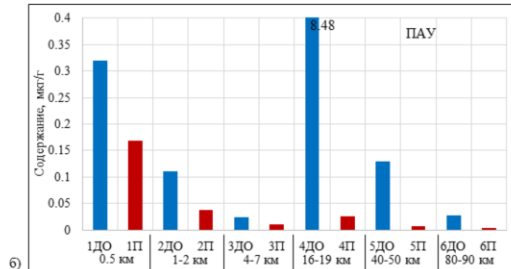
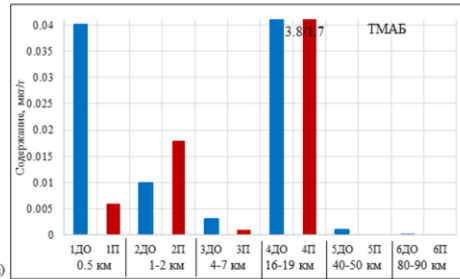
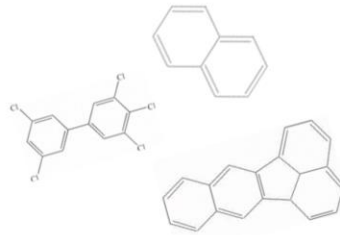
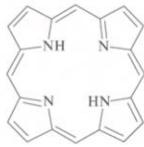
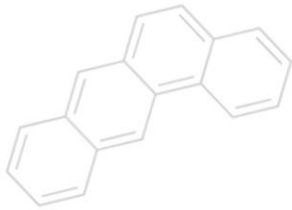


Рисунок 9 – Распределение а) ТМАБ б) ПАУ в) n-алканов в донных отложениях и почвах, мкг/г

Сравнительный анализ состава углеводородов в исследуемых объектах показывает, что при одинаковом наборе характерных для дизельного топлива УВ донные отложения отличаются повышенной долей n-алканов и ПАУ. При этом в почвенном слое выше доля алкилбензолов, циклогексанов и ТМАБ. Вероятно, что повышенное содержание этих соединений в почвенном слое связано с тем, что почвы, в особенности торфяные, обогащены растительным органическим материалом и в большей степени аккумулируют поллютанты различного происхождения, за счет высокой сорбционной способности.

Выводы

- Дизельное топливо (ДТ), попавшее на исследованную территорию в результате разлива, представляет собой набор преимущественно насыщенных углеводородов (УВ), более чем на 50 % состоящих из алканов, остальную часть составляют циклогексаны, нафталины, фенантрены, полициклические ароматические углеводороды, *n*-алкалбензолы, триметилалкилбензолы, стераны и гопаны.
- В результате исследования выявлено, что характерные признаки разлившегося дизельного топлива зафиксированы в донных отложениях и почве на расстоянии от 0,5 до 20 км от источника загрязнения. В образцах более удаленных участков значительного загрязнения нефтепродуктами не выявлено.
- Полученные результаты показывают целесообразность комплексного анализа состава органического вещества при мониторинге состояния объектов окружающей среды.



Спасибо за внимание!

