

НЕФТЯНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРЕЙ РОССИИ

И.А. Немировская,

Институт океанологии им. П.П. Ширшова
РАН,

- * Что такое загрязнение;
- * Основные источники УВ В море (их соотношение, природные и биогенные УВ);
- * Миграционные формы нефти (в различных климатических условиях)
- * Методические аспекты анализа УВ в море
- * Распределение УВ в различных морских сферах

Понятие загрязнение морской среды

Под загрязнением моря принимается введение человеком непосредственно или косвенно веществ или энергии в морскую среду (включая эстуарии), приводящее к вредным последствиям, а именно: нанесение ущерба живым ресурсам, вреда здоровью человека, нанесение ущерба деятельности в море, включая рыболовство, ухудшение качества морской среды из-за использования морской воды и сужение возможностей морской среды как оздоровительного фактора».

При этом к загрязняющим веществам относятся вещества не только созданные человеком, но и имеющие природное происхождение (например, нефть).

- **локальные**, охватывающие часть прибрежной акватории или открытого моря (примерно 10 км),
- **субрегиональные**, охватывающие значительную часть акватории морского региона (примерно 100 км),
- **региональные**, охватывающие регион целиком (море в целом или часть океана (примерно 1000 км),
- **глобальные**, охватывающие весь Мировой океан или его крупные подразделения.

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ УВ В МОРЕ

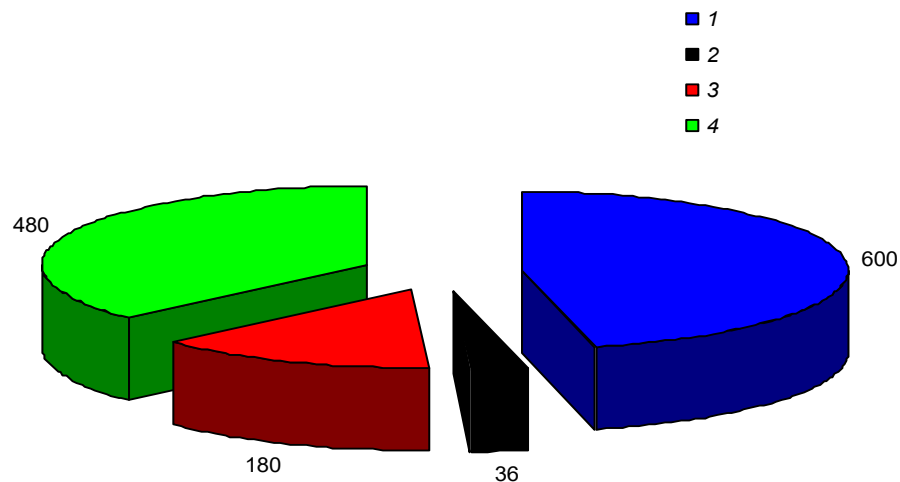
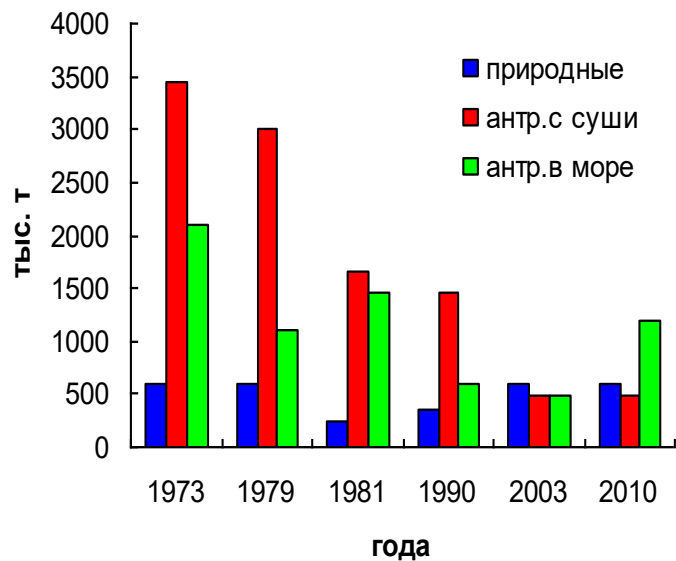
Антропогенные

- загрязнение морской среды нефтью и нефтепродуктам при транспортировке ;
- сгорание различных видов топлива.

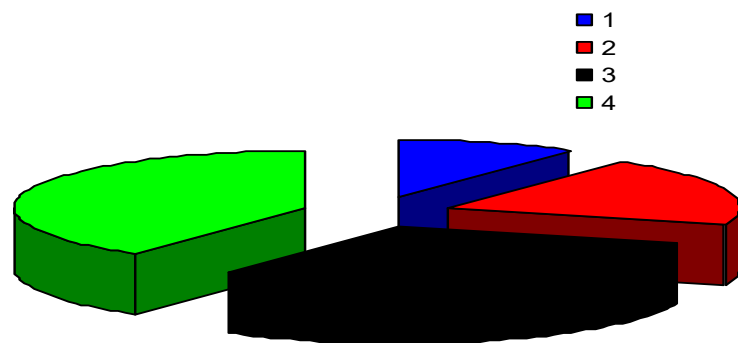
Природные

- выходы (просачивание) сырой нефти и нефтяных углеводородов на морском дне в районах неглубокого залегания нефтегазоносных пород, а также эрозия почв;
- синтез биотой, т.к. они входят в состав липидной фракции различных организмов (включая фито- и зоопланктон, бентос, микроорганизмы и ихтиофауну), а также воды, взвеси и донных осадков.
- В.И. Вернадский [1965] отмечал, что УВ - вещества не чуждые природной среде, являются частью глобальной системы круговорота углерода в земной коре.

Количество и источники поступления углеводов в Мировой океан: 1 – от природных высачиваний со дна, 2 – при транспортировке, 3- – при добыче, 4 – при потреблении



(б)



Источники и объемы поступления нефти в морскую среду из различных источников (в скобках указан разброс известных оценок) [NRS, 2003]

Источники поступления	Наиболее вероятный средний объем поступления, тыс.т/год	Доля среднего годового объема, %
Поступление нефти с морского дна (сипы)	600 (200-2000)	46
Добыча нефти в море: Платформы (бурение, аварии, утечки) Атмосферные выбросы и выпадения Сброс пластовых вод	38 (20-62) 0.9 1.3 36	5
Транспортировка нефти: аварии танкеров штатные танкерные операции аварии на трубопроводах аварии на береговых терминалах атмосферные выбросы и выпадения	150(120-260) 100 36 12 4.9 0.4	12
Потребление нефти: береговые источники (речной сток и др.) аварии судов (не танкеров) штатные операции и сбросы с судов** атмосферные выбросы и выпадения выбросы авиационного топлива	480 (130-6000) 140 7.1 270 52 7.5	37
Всего	1300(470-8300)	100

Наиболее масштабные разливы случились во время военных действий. Во время войны в Персидском заливе в июне 1991 г. на поверхность залива вылилось не менее 1 млн. т. нефти. В атмосферу было выброшено огромное количество ядовитых газов - прежде всего, окиси углерода и двуокиси серы. В полыхающих факелах сгорало около 3-х миллионов баррелей нефти в день (5% ежегодного мирового потребления). Черные тучи из сажи и копоти поднимались на высоту до 3-х километров и разносились далеко за пределы Кувейта.. В результате нефтью было покрыто 1554 км поверхности моря, 450 км береговой полосы. Целые озера из нефти возникли в пустыне. Из-за жары во многих местах на почве образовалась твердая корка, что-то вроде асфальта. Это нанесло тяжелый урон всему животному и растительному миру пустыни, где погибло большинство птиц, морских черепах, дюгоней и других животных Более 600 кувейтских нефтяных скважин было подожжено отступающими иракцами.



Суммарный вклад в загрязнение морской среды при транспортировке нефти в море танкерами и трубопроводами составляет в среднем около 20%. Это почти в 5 раз меньше, чем вклад от всех других источников.

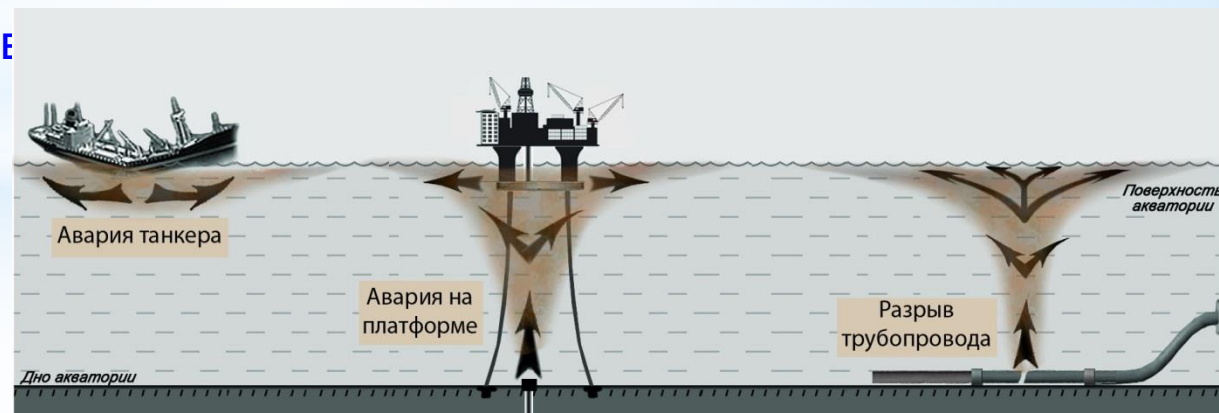
По классификации Международной федерации владельцев танкеров (ITOPF), нефтяные разливы принято делить на три категории в зависимости от объемов утечки нефти: малые – менее 7 тонн, средние – от 7 до 700 тонн и большие – более 700 тонн.

Частота аварий составляет (для морей с интенсивным судоходством, к которому относится Черное море): посадка на мель – 5.4 на 106 миль; столкновение – 1.9 на 106 миль; повреждение конструкции – 0.48 на 106 миль; пожар, взрыв – 0.063 на 106 миль.

С 1970 по 2009 гг. около 5.65 млн. т нефти попало в море в результате аварий танкеров. **С каждым годом таких чрезвычайных ситуаций становится все меньше.**

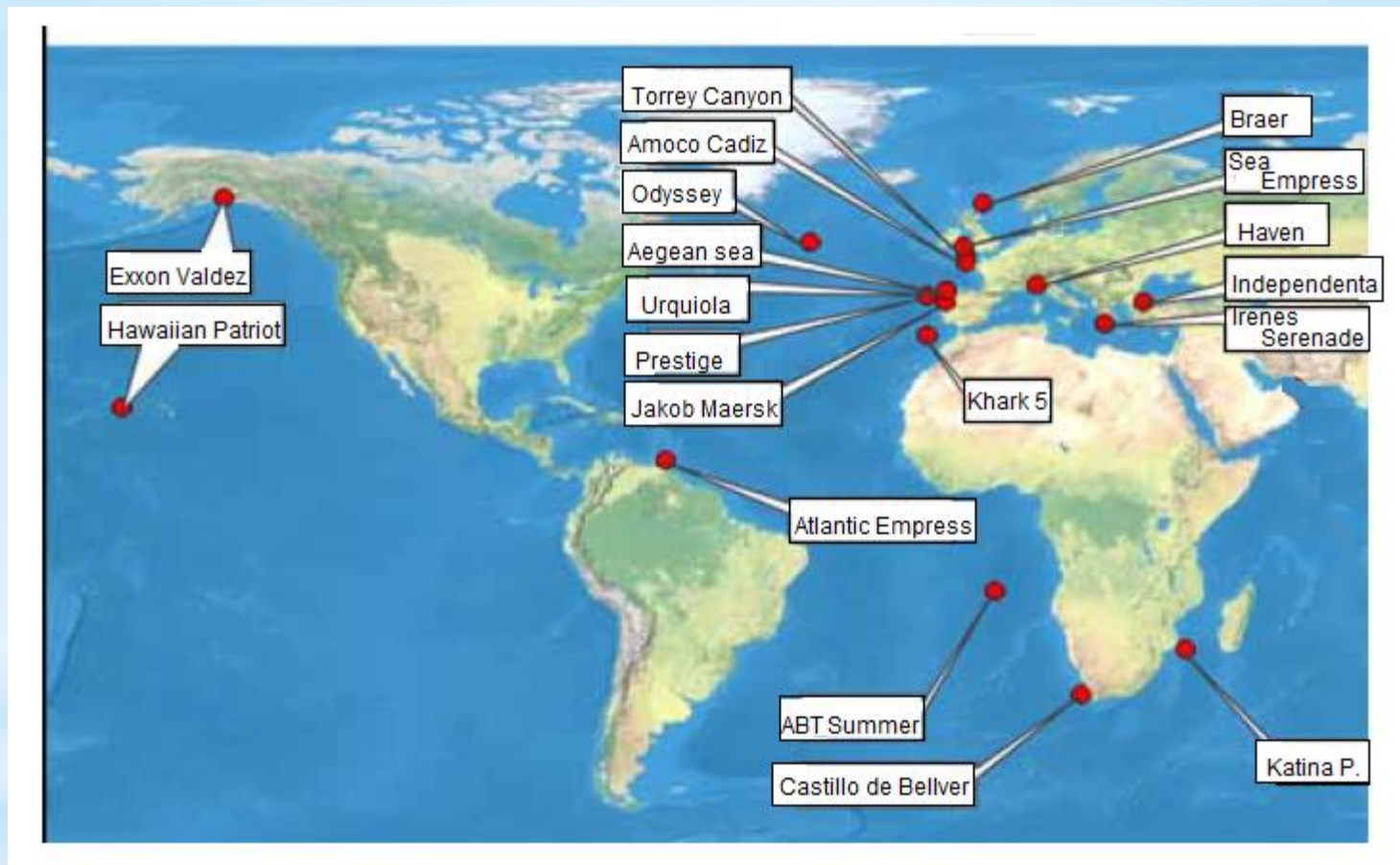
Вероятность и объемы разливов зависят от:

- интенсивность судоходства,
- конструкция танкера,
- условия навигации.

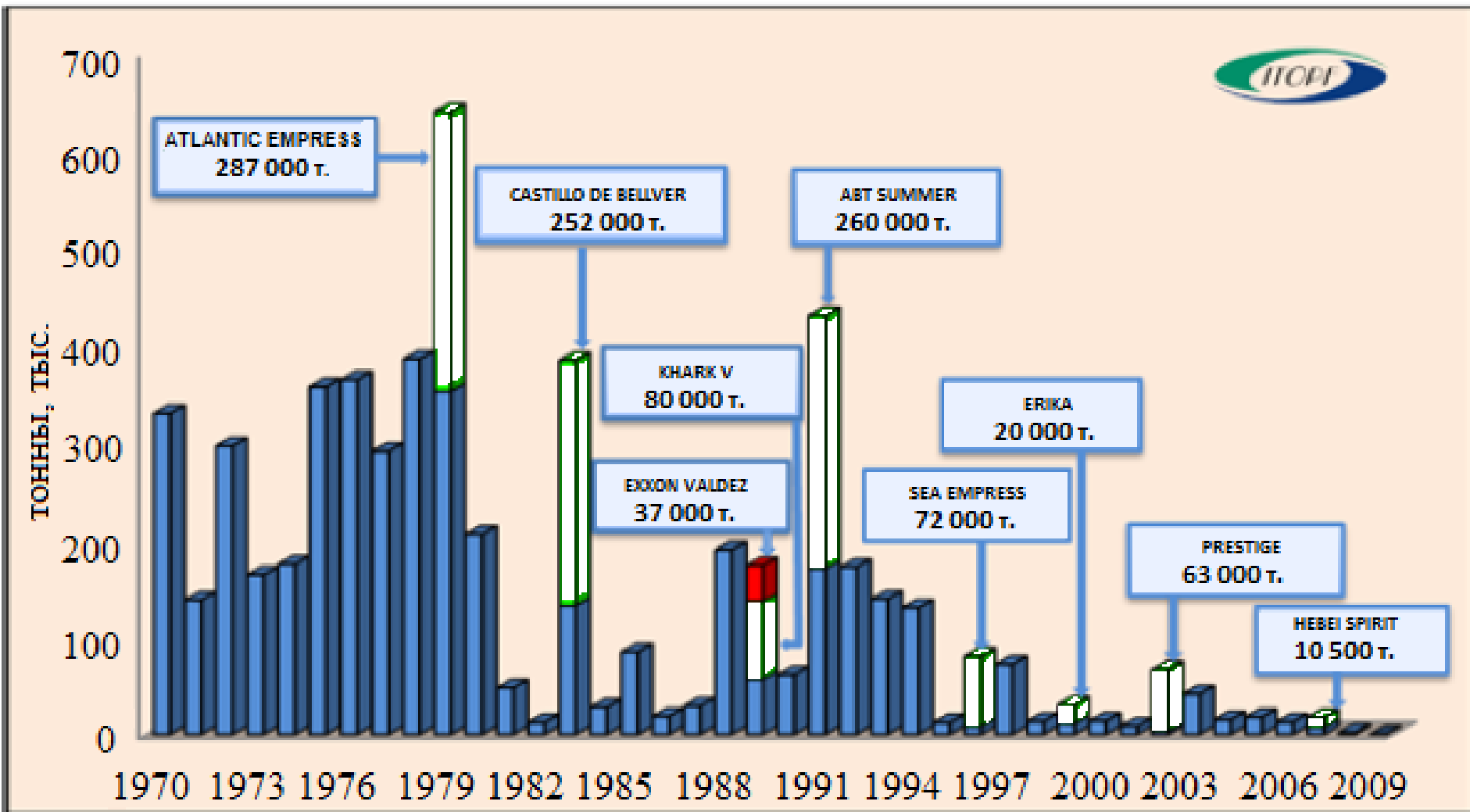


Основные типы залповых аварийных нефтяных разливов.
Стрелки — основные направления перемещения нефти

Районы наиболее значительных катастроф танкеров [©ITOPF].



Крупнейшие катастрофические разливы нефтепродуктов (>7 т), связанные с авариями судов [©ITOPF]



Крупнейшие техногенные разливы нефти

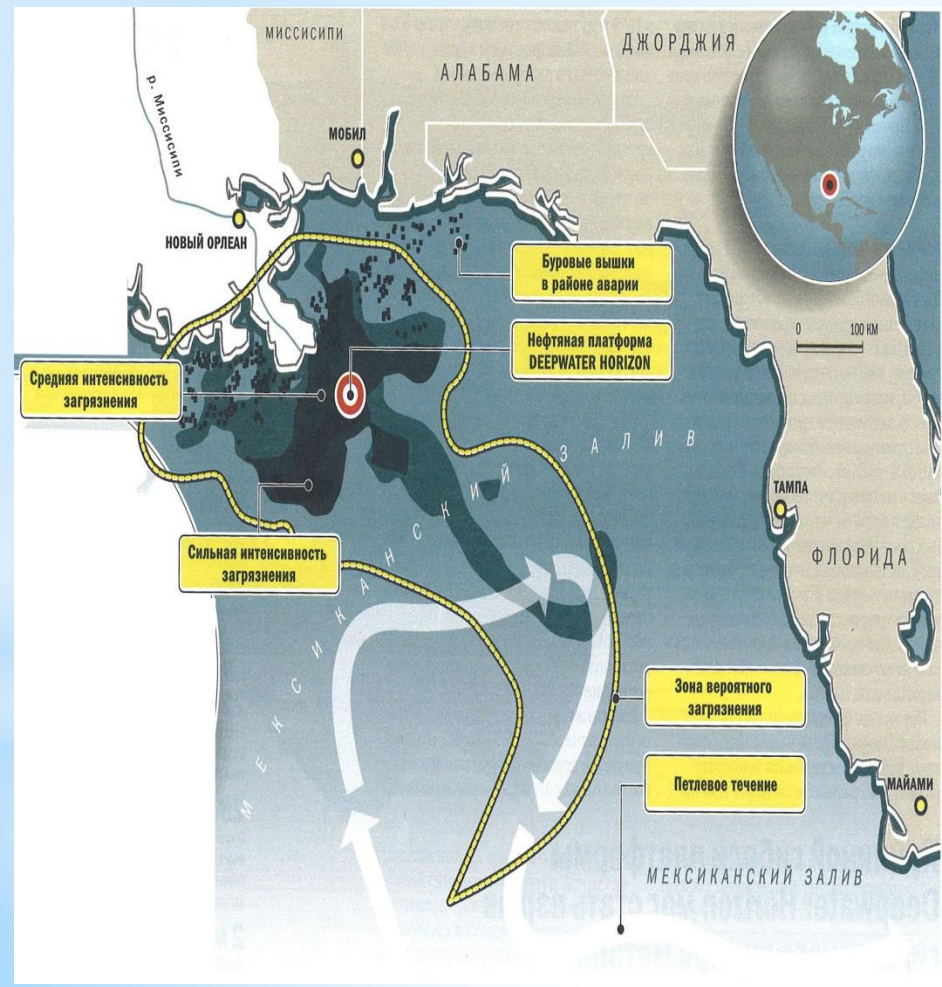
(бурим там, где максимум перспектив, а максимум перспектив именно там, где одновременно и максимум угроз)

АВАРИЯ	ГОД	МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ	тыс. т
М-ние Экофиск, 1 скв. (8 суток)	1977	Северное море, Норвежский сектор	120
М-ние Иксток-1, оценоч. скв. (10 мес.)	1979	Мексиканский зал., ЮЗ (Кампече), шельф	400-460
Скв. Deepwater Horizon	2010	Мексиканский зал., СВ, шт. Луизиана, континент. склон	600-780
<i>Аварии танкеров</i>			
<u>Torrey Canyon</u>	1967	О-ва Сцилли, Англия	119
Urquiola	1976	Ла Корона, Испания	100
<u>Amoco Cadiz</u>	1978	Вблизи Бретани, Франция	223
<u>Atlantic Empress</u> и Aegean Captain (столкновение)	1979	Карибском море	290
Castillo de Bellver	1983	Индийский океан, 100 км от Кейптауна	252
Odyssey	1988	700 миль от Нова Скотия, Канада	132
ABT Summer	1991	700 миль от Анголы	260
Haven	1991	Генуя, Италия	144

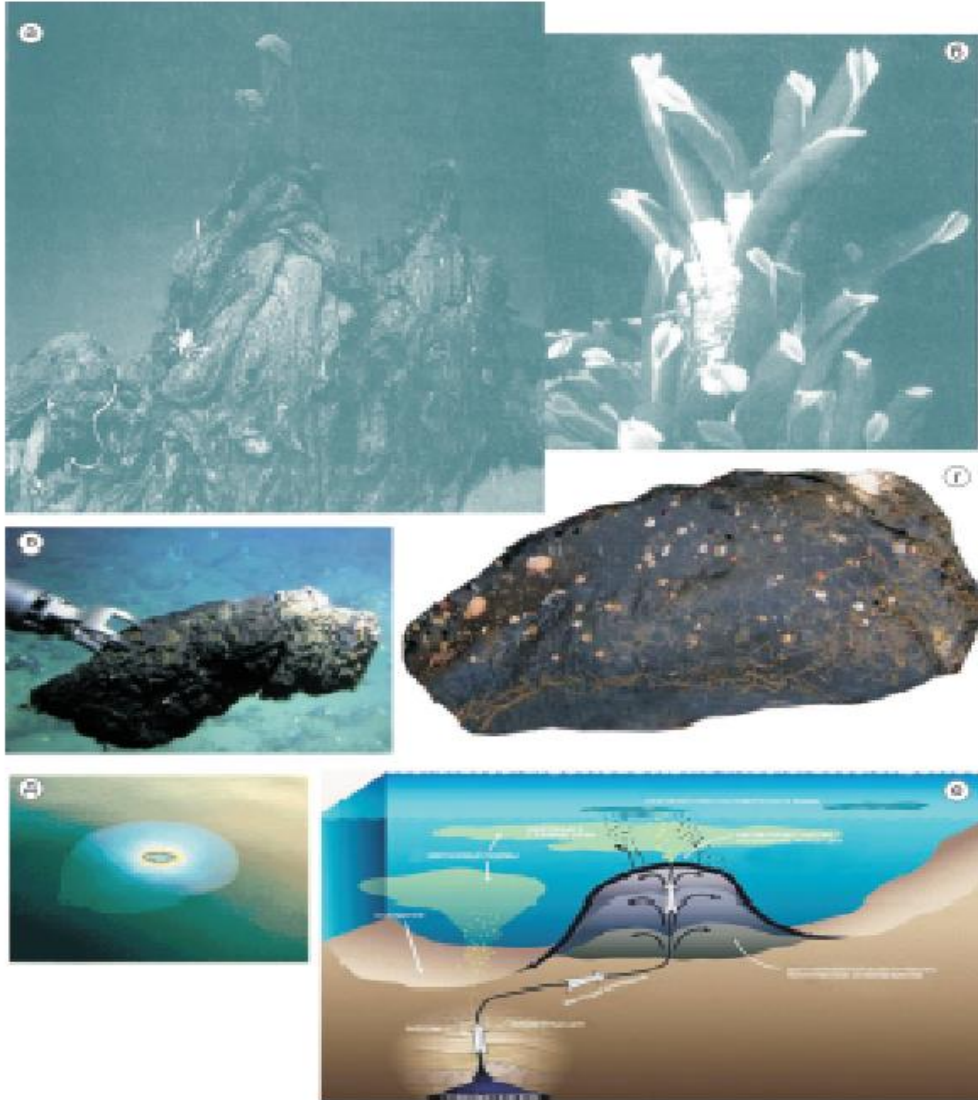
Наибольшее количество нефти поступило при авариях на морских нефтяных платформах. Согласно статистике крупные разливы нефти происходят каждые **2-3** года **(2008)**. Так, по подсчетам специалистов, с 1975 года на планете произошло около 60 серьезных аварий на морских нефтедобывающих платформах. Наибольшее количество аварий происходило **в Мексиканском заливе, вблизи Северо-Восточного побережья США, в Средиземном море, в Северном море и в 2010 году в Желтом море у побережья Китае.** (в Мексиканском заливе 634 платформы, а также 39 газовых вышек). (Тушение пожара на платформе Deepwater Horizon 21 апреля 2010 г.)



Схема распространения нефтяного пятна после аварии Deerwater Horizon и после попытки остановить выброс нефти из скважины Мексиканского залива



Природное высачивание УВ (48%)



Чапопоте (ацтеки «смола»), шириной до 5 км и высотой 400 м. Мощные, напоминающие лаву нефтеасфальтовые потоки образуют целые поля. Их толщина достигает 20 м, площадь покрытых асфальтом участков морского дна — более 1 км². Учеными удалось проследить даже динамику формирования покровов. Над асфальтовыми «вулканами» наблюдаются восходящие потоки и струи УВ, на поверхности моря — пятна нефти, а в ареалах вулканов и вблизи них — газогидраты и выходы свободного газа. Окрестности вулканов и мощные слои асфальта населены бактериями и сообществами организмов — **вестиментифер**, крупных двустворчатых моллюсков, крабов, мелких креветок, некоторых видов рыб и беспозвоночных. На нижних склонах застывших потоков к асфальтовым «подушкам» прикрепляются морские лилии и мягкие кораллы. Во многих местах поверхность асфальта покрыта белой бактериальной пленкой.

БИОГЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДЫ:

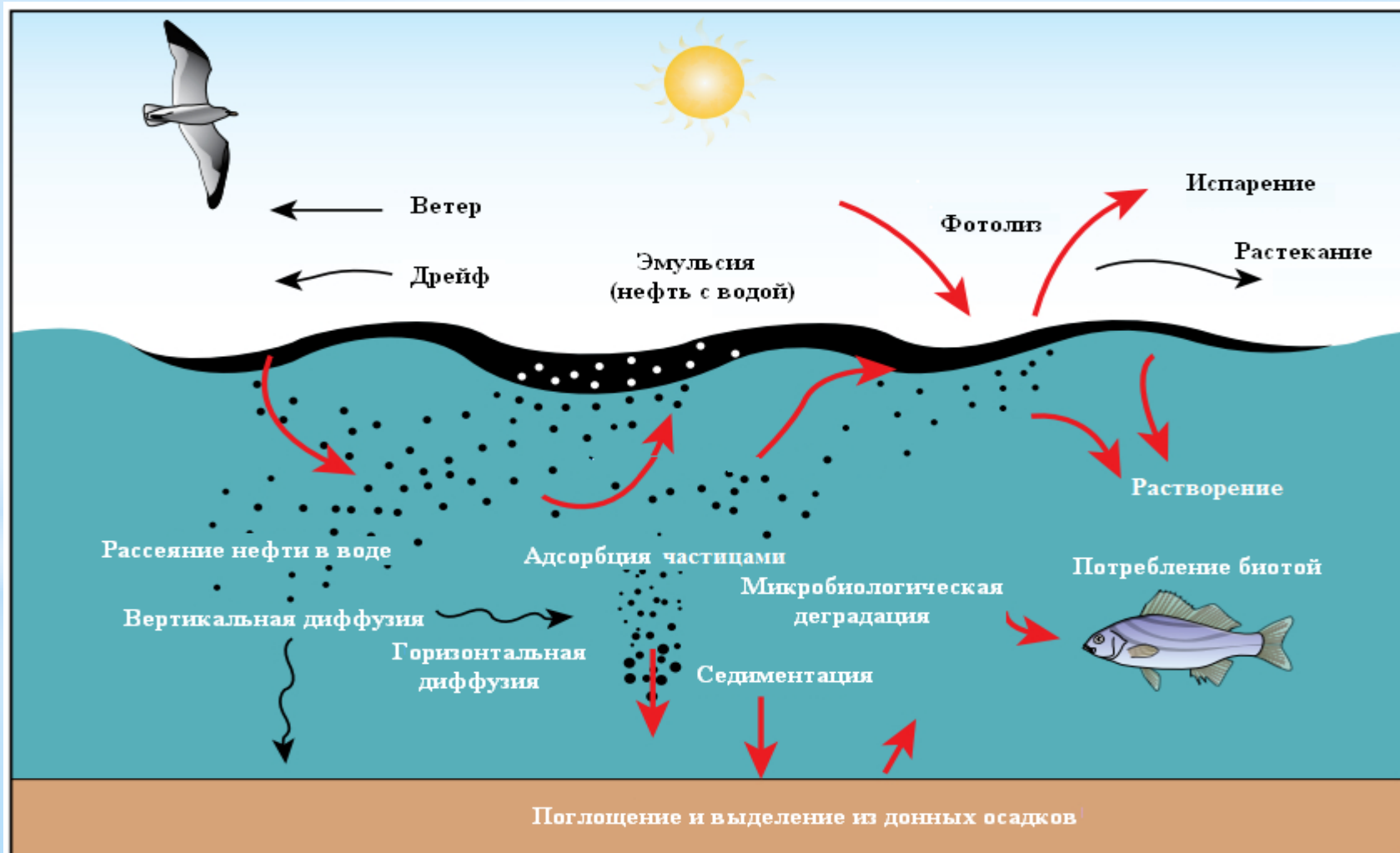
•Первично-биогенные УВ - продукты биосинтеза живыми организмами или в биокосной среде. Вторично-биогенные УВ, продукты биогеохимического или геохимического преобразования различных неуглеводородных соединений, входящих в состав биомассы отмерших организмов почвы, воды, донных отложений, осадочных пород.

Главный источник биогенных УВ - все растения, животные суши и океана; микроорганизмы (метанопродуцирующие растения) почв и донных отложений, отмершие растительные и животные остатки.

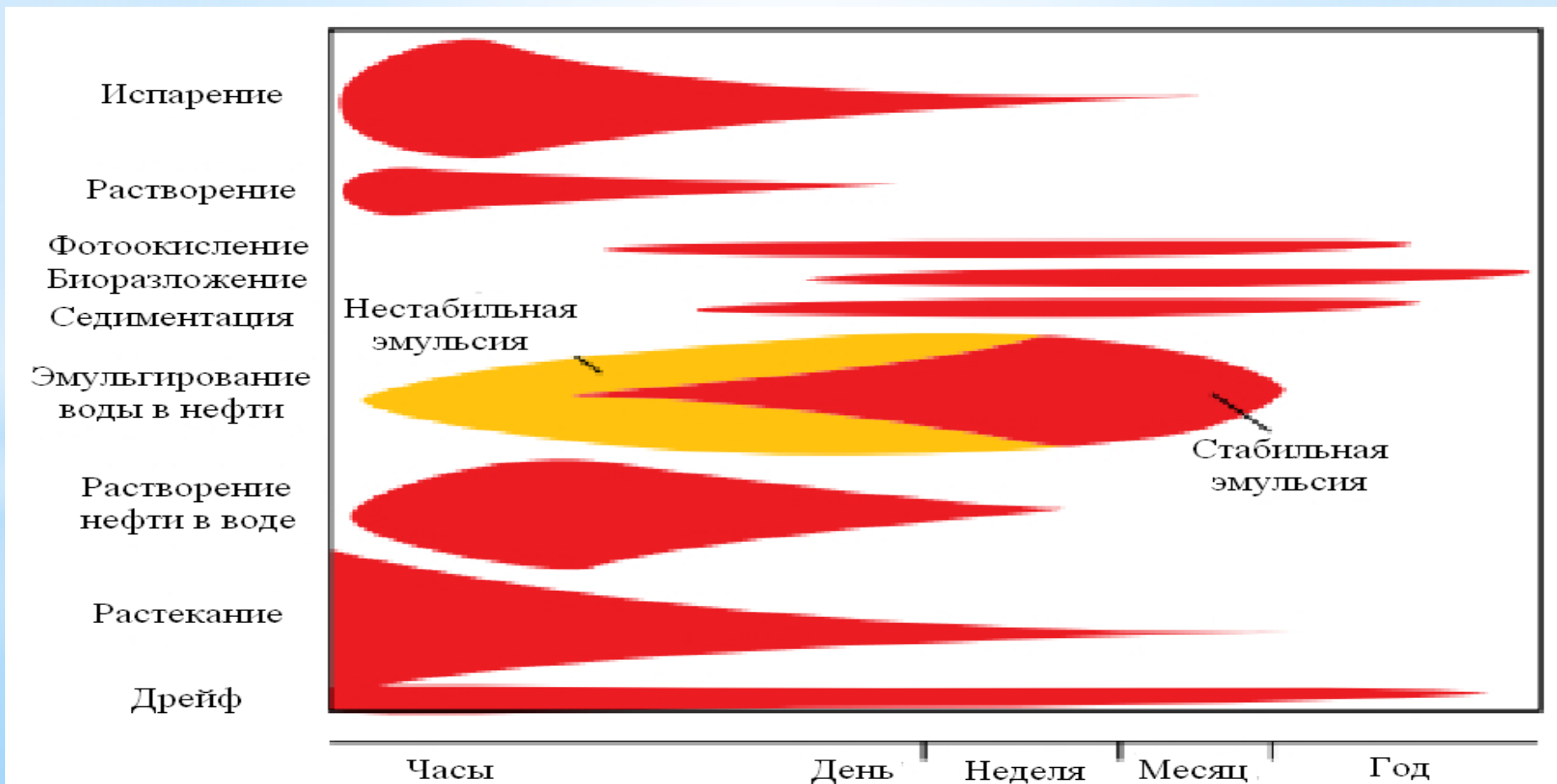
В Мировом океане путем фотосинтеза ежегодно продуцируется от 3 до 12 млн. т УВ, доля ПАУ составляет 2.7 тыс т/год, а БП - 0.025 тыс. т/год .

Биогенные углеводороды медленно синтезируются и на огромных площадях, и скорость их образования соответствуют скорости утилизации. Из-за сбалансированности этого процесса алифатические и ароматические УВ не только не оказывают вредного воздействия на морскую среду, а наоборот поддерживают ее стабильность за счет участия в сложных процессах регулирования экологического метаболизма в море. Антропогенные углеводороды поступают в короткий период времени в определенные районы, что неизбежно приводит к негативным экологическим последствиям, нарушающим их естественный круговорот в океане.

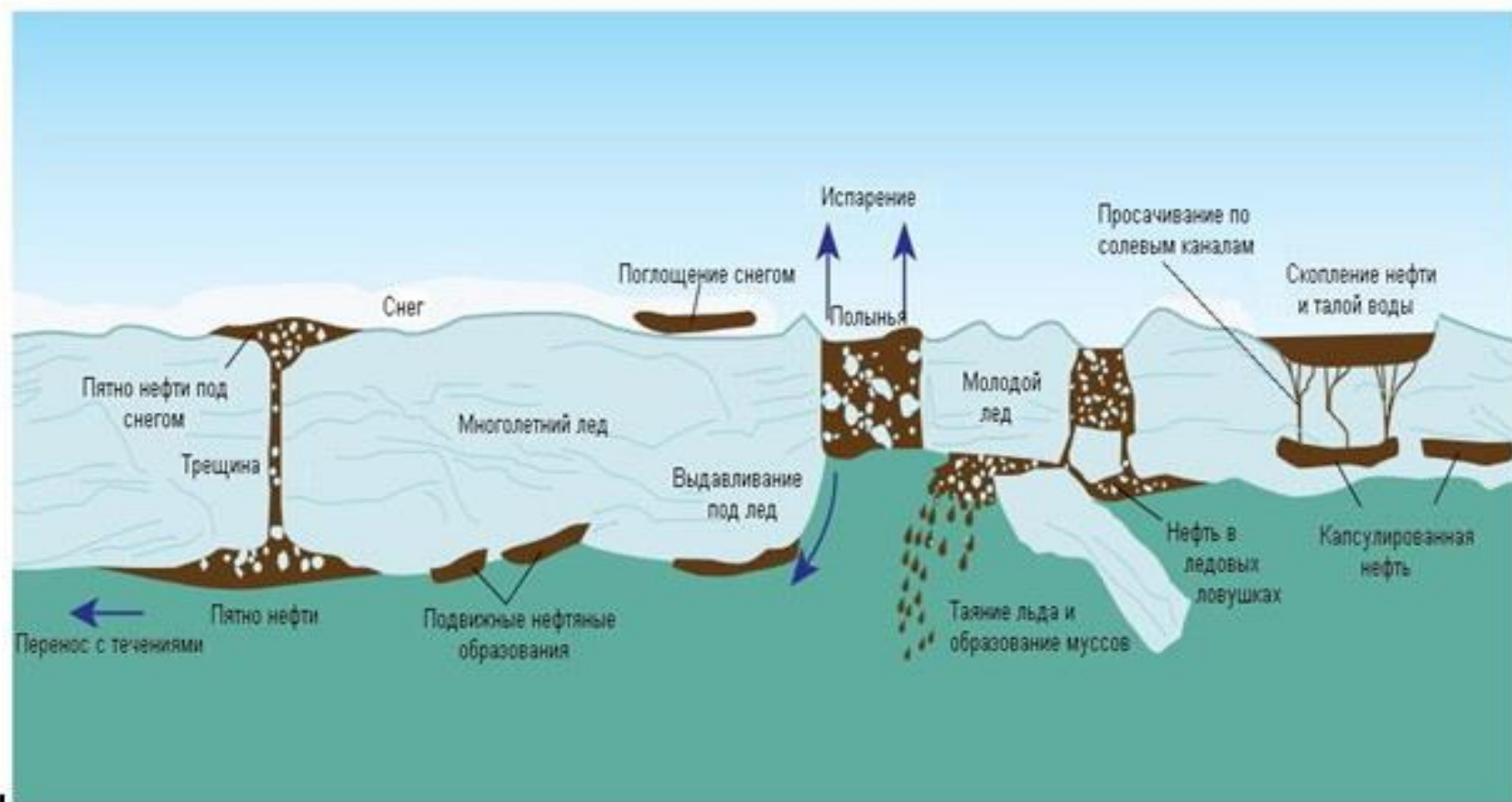
Нефтепродукты, попадая в окружающую среду от техногенных источников, становятся таким же экологическим фактором, как и та часть аналогичных соединений, которая поступает в биосферу в результате естественных процессов синтеза, обмена, круговорота и выветривания ОВ.



Процессы изменения нефтяных пленок со временем (физико-химические процессы, при толщине около 0,1 мм, она начинает разбиваться на отдельные фрагменты, которые могут переноситься на большие расстояния от места разлива и диспергируется. Одновременно происходит образование стойких эмульсий (в основном нефть в воде). Нефтяные компоненты с кипением выше 200°C испаряются в течение 24 часов в воде.



Замедление скорости испарения легких фракций; повышение плотности сырой нефти, снижение ее текучести, ограничение подвижности нефти за счет ее абсорбции на поверхности льда и накопления в пористых наслоениях, каналах и пустотах ледового покрова



Воздействие температуры на физико-химические свойства и поведение нефти на морской поверхности

Свойство	Воздействие в интервале температур 0-25 ⁰ С	Влияние на поведение нефти
Плотность	870 кг/м ³ (0 ⁰ С) до 850 кг/м ³ (25 ⁰ С); (~0.1% на 1 ⁰ С)	При понижении температуры скорость растекания нефти уменьшается, и она дольше остается в толще воды. При этом изменяется скорость седиментации и переход нефтяных компонентов в донные осадки
Вязкость	Вязкость увеличивается в 2-4 раза при уменьшении температуры от 25 ⁰ до 0 ⁰ С	Если нефть переходит в гелеобразное состояние при понижении температуры (точка текучести нефти из моря Бофорта 5 ⁰ С), то она будет дольше существовать на водной поверхности
Растворимость	При уменьшении температуры от 25 ⁰ до 0 ⁰ С в 4 раза уменьшается растворимость	При понижении температуры уменьшается растворимость нефти, и водорастворимые компоненты дольше сохраняются в пленке.
Летучесть	При уменьшении температуры от 25 ⁰ до 0 ⁰ С в 10 раз уменьшается скорость испарения	При понижении температуры снижается парциальное давление и соответственно уменьшается скорость испарения. Нефть обогащается менее летучими компонентами, легче образуется водонефтяная эмульсия (шоколадный мусс). Снижение испарения уменьшает изменения в свойствах нефти

Поведение и выветривание нефти в условиях открытой воды и в присутствии льда

Процессы	Открытая вода	Лед на акваториях
Перенос и диспергирование	Толщина слоя нефти после разлива уменьшается, что приводит к увеличению площади нефтяной пленки	Лед действует как физический барьер и препятствует распространению. Нефти, которая сохраняется в виде утолщенных слоев и пленок
Дрейф	Нефть дрейфует в соответствии с силой и направлением ветра и течения	Нефть дрейфует независимо ото льда при степени ледового покрытия 30%. При повышении ледовитости (60-70% и выше) нефть перемещается вместе со льдом.
Испарение	Относительно быстрое испарение с поверхности тонких пленок	Замедление процесса в местах, где нефть накапливается в виде толстых слоев
Эмульгирование	Процессы усиливаются в условиях сильного волнения. Скорость образования эмульсий и их стабильность зависят от типа нефти	Процессы замедляются при увеличении толщины пленок нефти. Образование эмульсий может быть исключено в ситуациях, когда ледовый покров блокирует волновую активность

Результаты моделирования распределения поведения нефти в ледовых условиях при аварийном разливе у кромки льда в Енисейском заливе Карского моря [Немировская, Трубкин, 2013]

Площадь разлива дизельного топлива и сырой нефти различна в различные моменты времени после аварийного выброса.

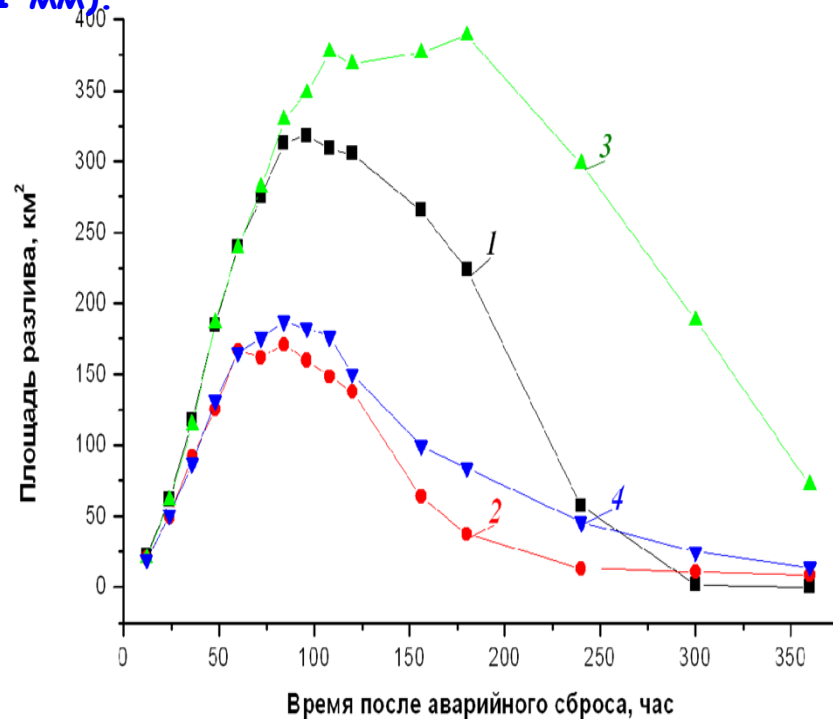
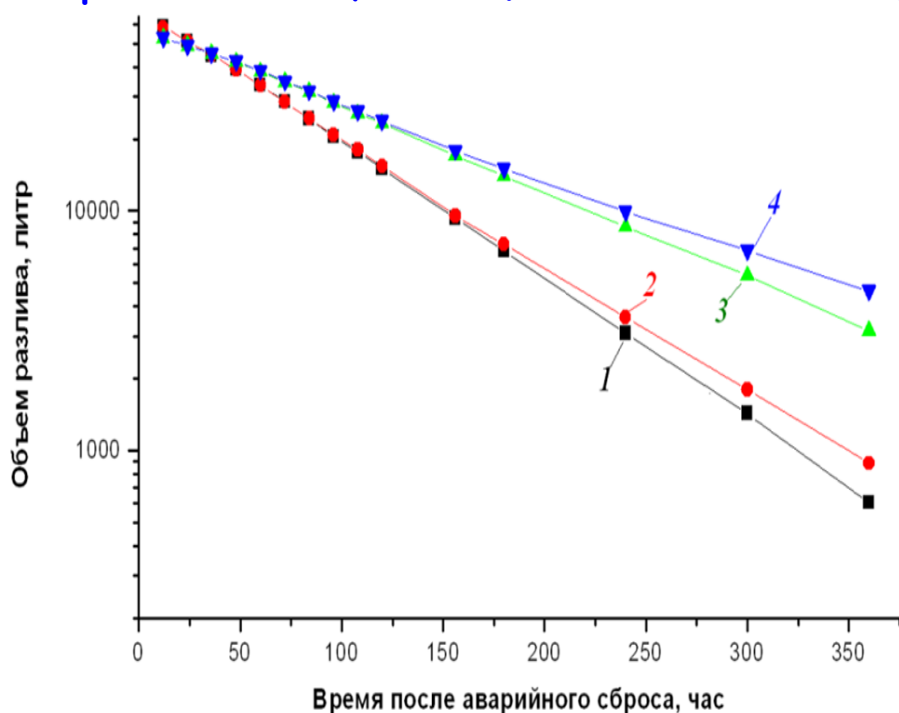
Скорость изменения объема разлива замедляется у кромки льда.

Образование ледового покрова примерно в два раза сокращает площадь разлива.

При условиях среднего ветра проникновение разлива под лед не будет значительным.

Скорость эволюции разлива в Арктике происходит в 2 – 3 раза медленнее, чем в тепловодных морях.

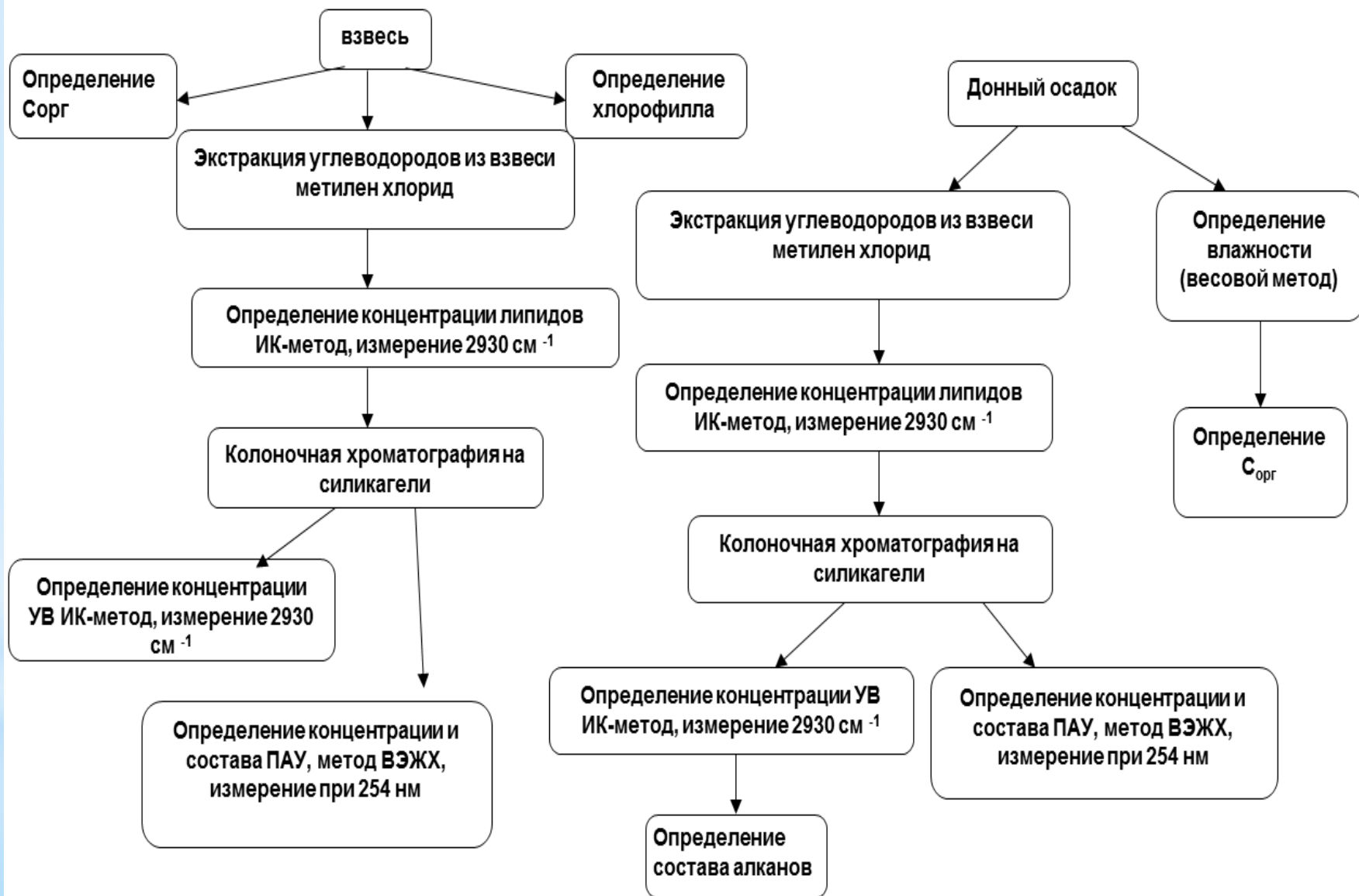
Разлив в условиях чрезвычайной ситуации в СПО практически сохраняется для ДТ до 15 суток, а сырой нефти более 30 суток (в конце этого периода объем разлива составит менее 1% от первоначального, а толщина пятен – менее 0,001 мм).



Объем разлива (литр) и площадь разлива на поверхности Енисейского залива после аварийного выброса дизельного топлива (1, 2) и сырой нефти (3, 4) до (1, 3) и после (2, 4) образования ледового покрова у кромки.

Результаты исследований поведения нефти в морской среде являются той научной базой, которая лежит в основе как методологии оценок последствий нефтяных разливов, так и стратегии борьбы с ними. Комплексный подход к изучению морской среды, рассматривающий в совокупности физические, химические, геохимические и биологические процессы, является единственно возможным при решении задач, в которых необходимы для оценки экологического состояния морских экосистем.

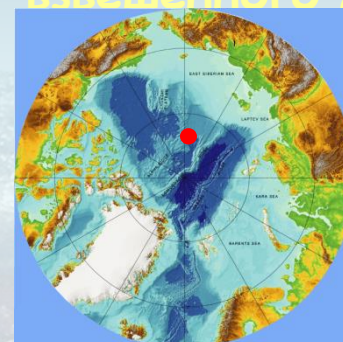
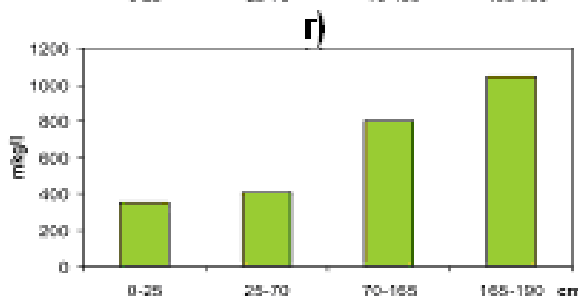
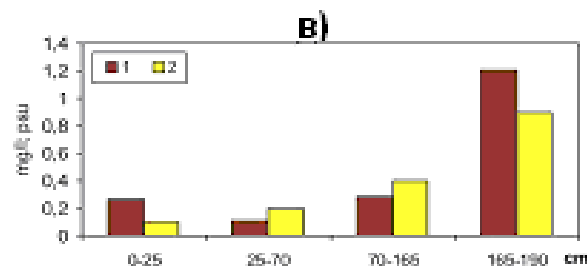
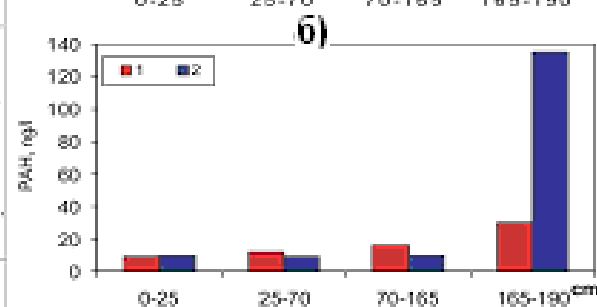
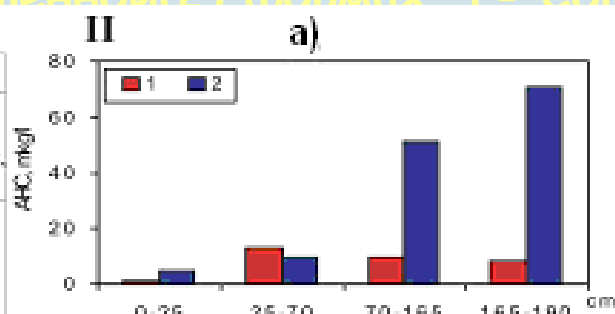
Используемая схема определения углеводов



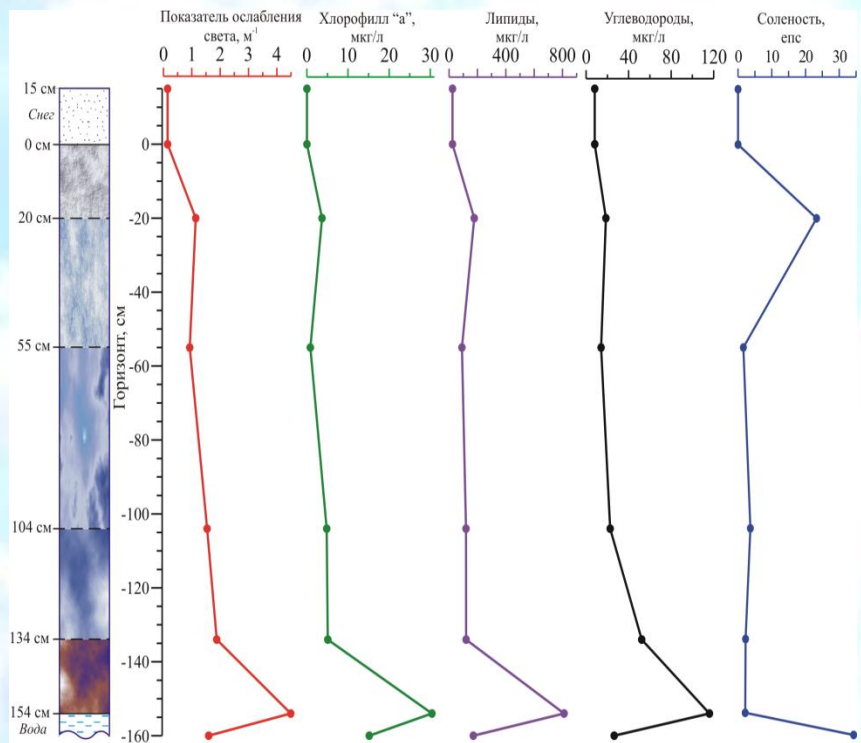
Оптимальным вариантом следует считать экстракцию углеводов сразу после отбора проб. Для получения репрезентативных результатов комплекс методических процедур экстракции и концентрирования углеводов из разных сред должен быть строго стандартизирован, обеспечивать высокий процент извлечения углеводов, наименьшие потери при анализе. При этом аналитическая схема экстракции и анализа углеводородных фракций должна быть единой для разных объектов (воды, взвеси, донных осадков и др.). Это позволяет достоверно определять содержание и состав алифатических углеводов и ПАУ, так как природные объекты содержат комплексную смесь углеводородных классов.

Надежная идентификация источников происхождения УВ в морских регионах до сих пор остается трудной химико-аналитической задачей. В осадки попадают УВ сильно отличающихся от исходных, поступающих в морскую среду. Тем не менее, несмотря на ряд осложнений проступает общая тенденция трансформации УВ(главным образом бактериальной): в первую очередь исчезают алканы, а среди них лабильные низкомолекулярные. Поэтому в составе УВ возрастает доля высокомолекулярных алканов, а также нафто-ароматических соединений.

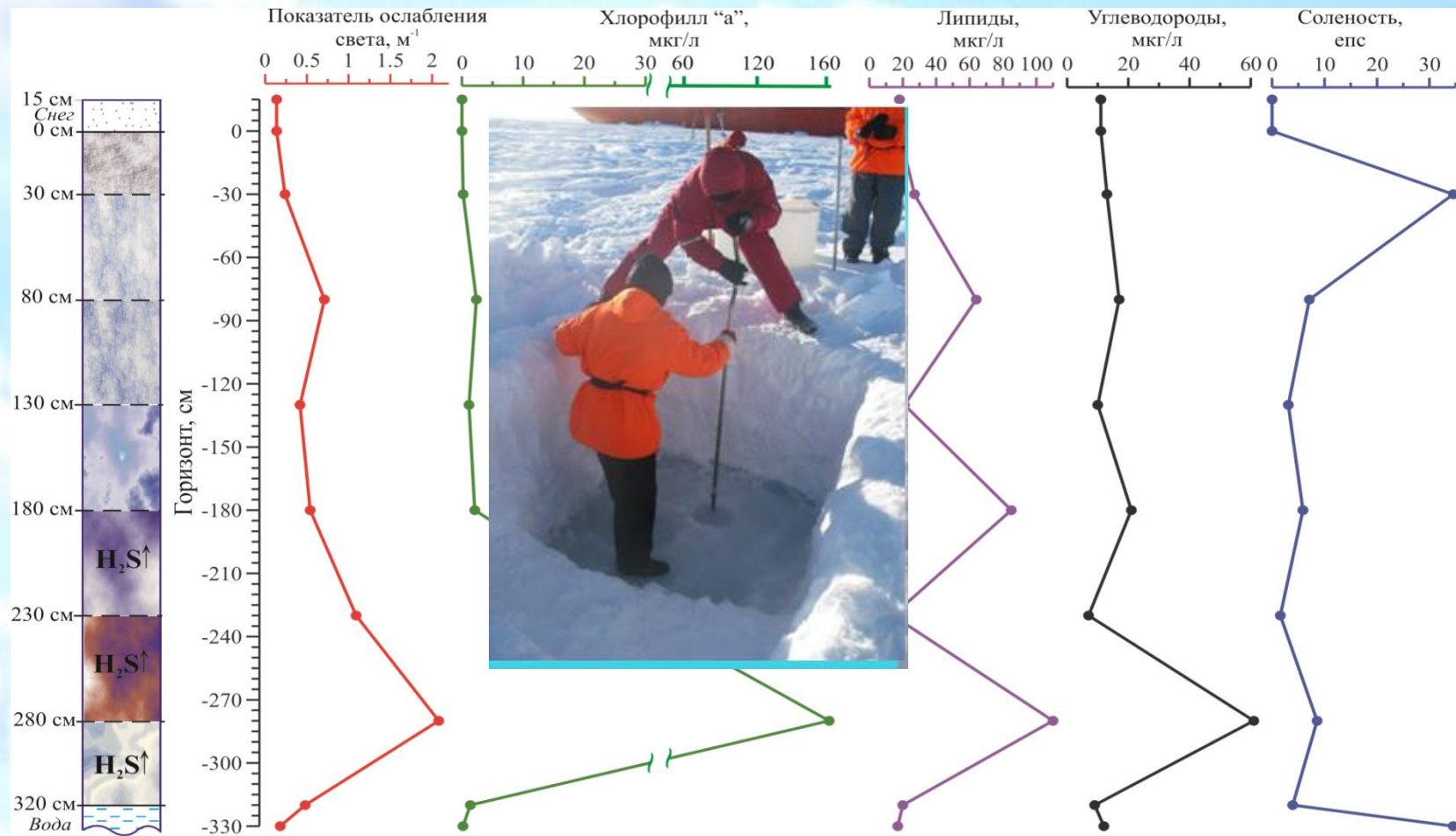
Структура керна льда в районе поднятия Менделеева(1) и распределение (II): углеводов а – липидов, б АУВ, в – ПАУ (в растворенной (1) и во взвешенной(2) формах; г – Сорг взвешенного материала



Принаймни антарктически лед, фюрд Санни залива Пърюдс Море Содружества [Немировская, Кравчишина, Артемьев, 2013]

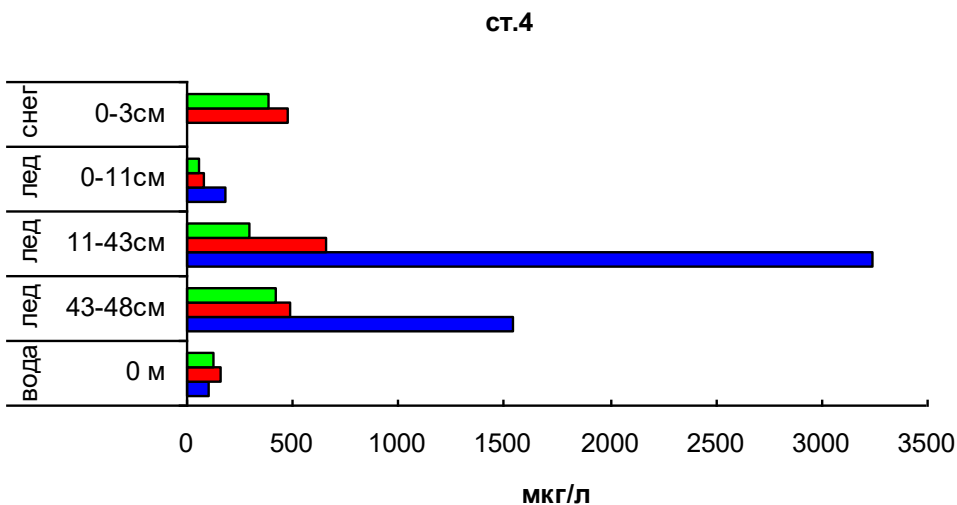
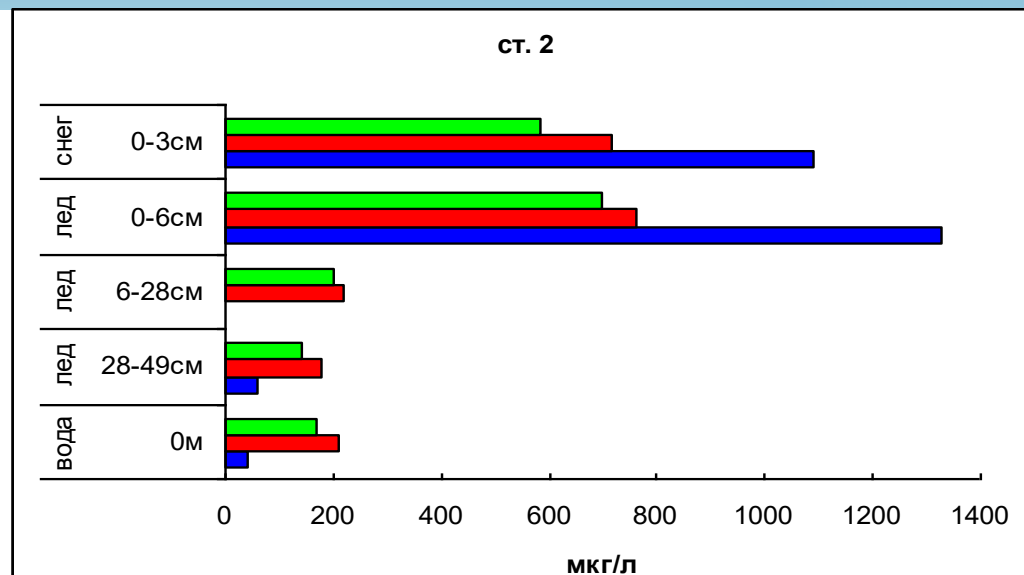
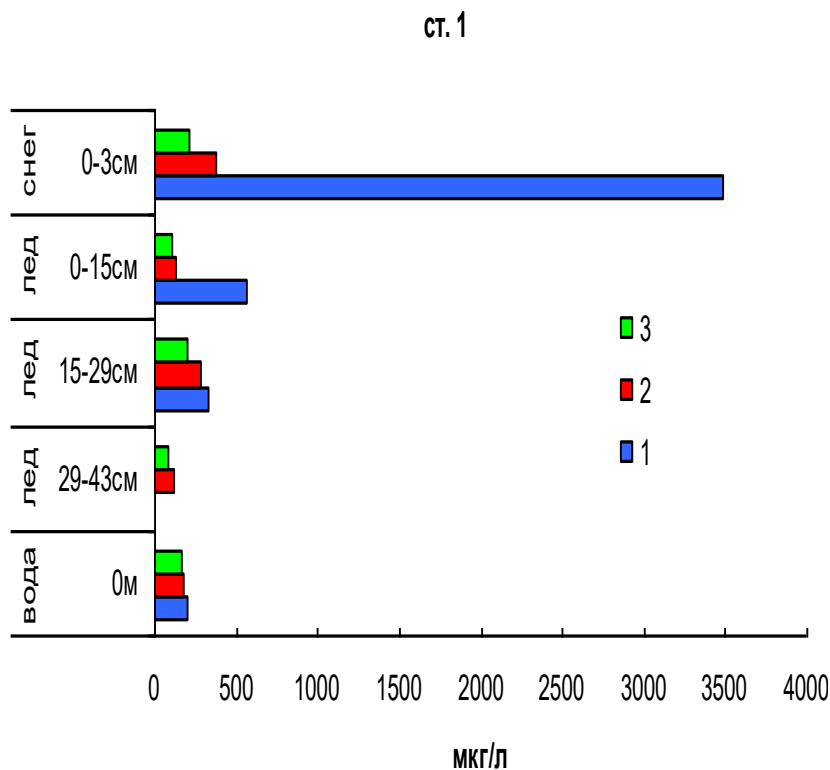


Припайный антарктический лед, бухта Ленинградская море Лазарева



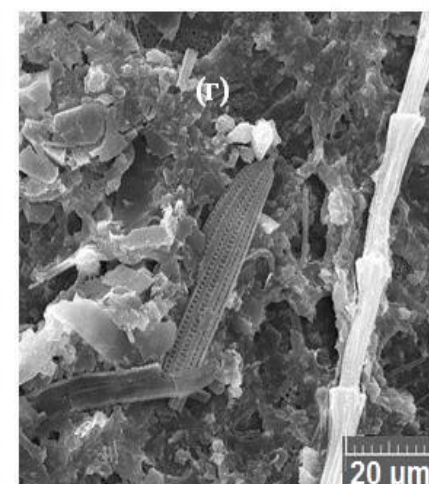
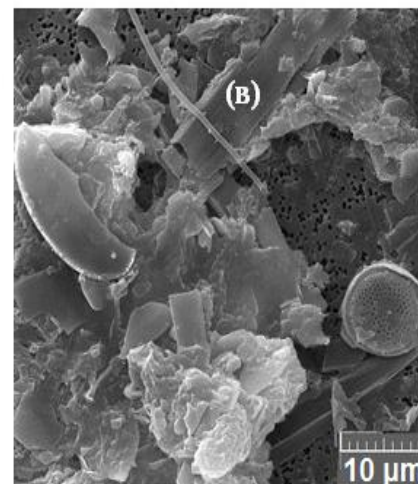
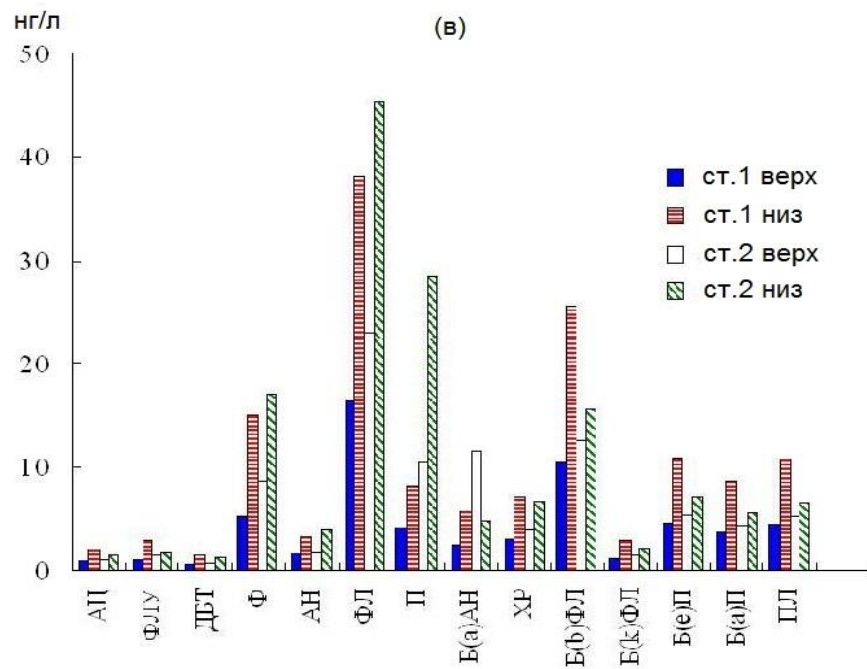
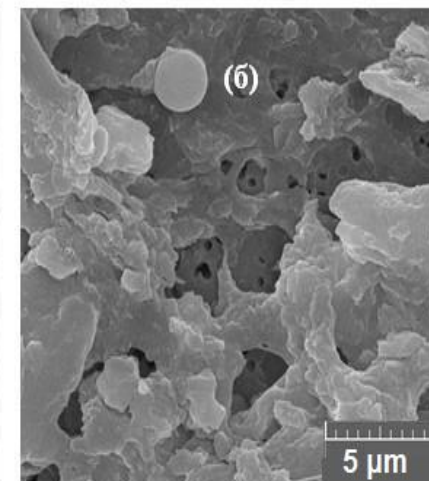
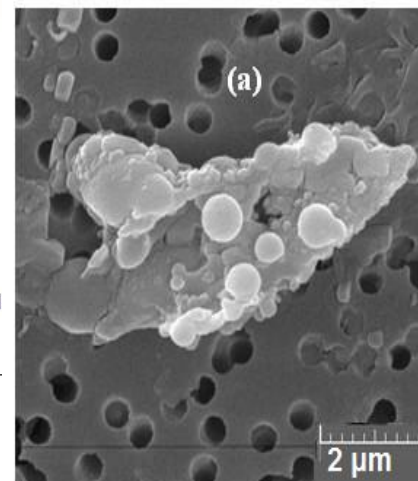
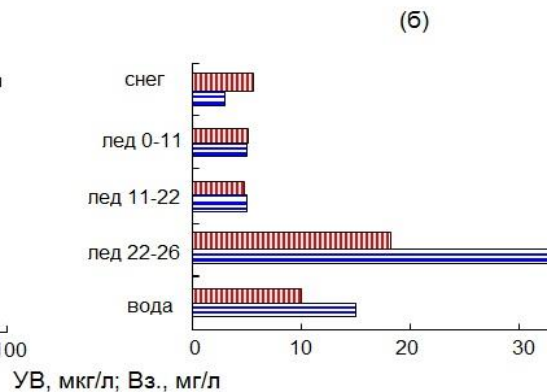
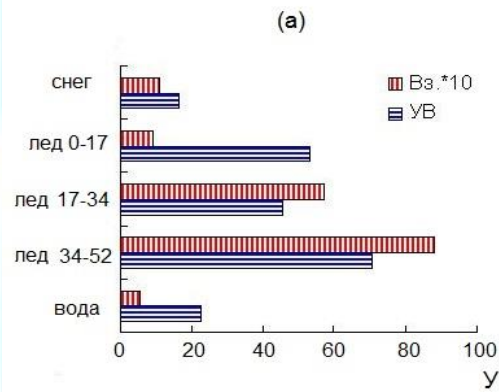
Впервые при изучении припайного снежно-ледяного покрова было зафиксировано явление гипоксии в антарктических льдах. Связано это с большой толщиной фирна и льда, а также количеством диатомовых водорослей сконцентрированных в нижней части многолетнего льда, образующих ОС. Причем если в Арктике в связи с потеплением климата произошло уменьшение толщины льда, то в Восточной Антарктике из-за более низких температур в последние годы не наблюдалось вскрытие припайных льдов [Немировская, Кравчишина, Артемьев, 2013].

*** Распределение $C_{орг}$ (1), липидов (2) и АУВ (3) в снежно-ледяном покрове в районе Архангельска (март 2007 г.)**



Отношение П/ПЛ в снеге и льдах колеблется в интервале 1.04-3.33; в воде, где пироженных соединений меньше отношение П/ПЛ изменяется от 0.23 до 0.49

* Распределение взвеси и УВ (а, б) и состав ПАУ (в) во взвеси и состав взвеси снежно-ледяного покрова губы Ругозерской (периферия Кандалакшского залива)



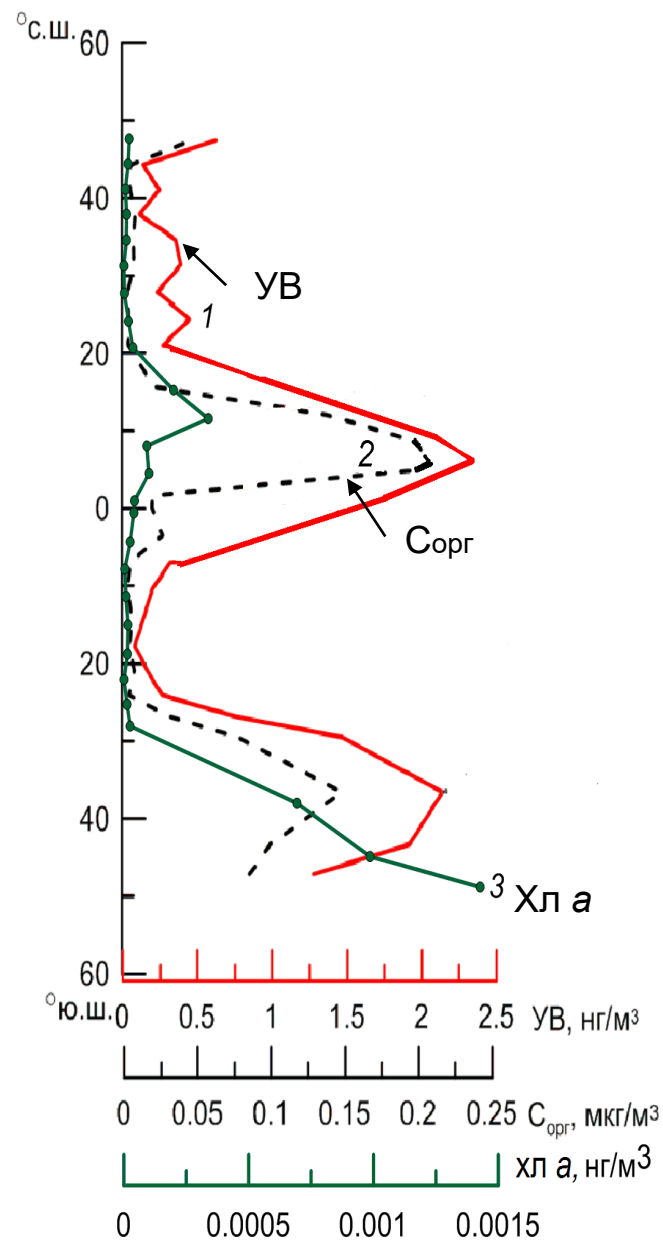
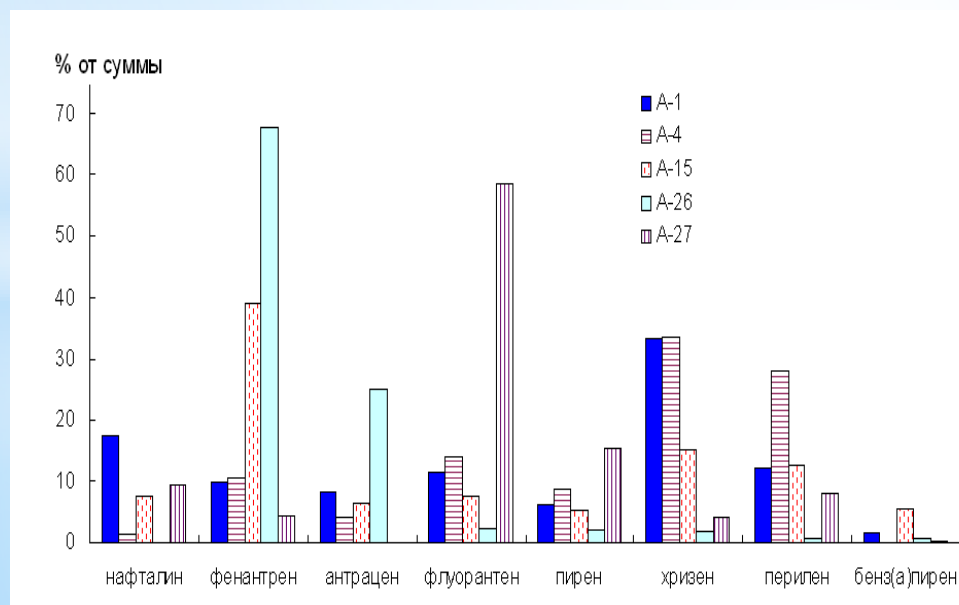
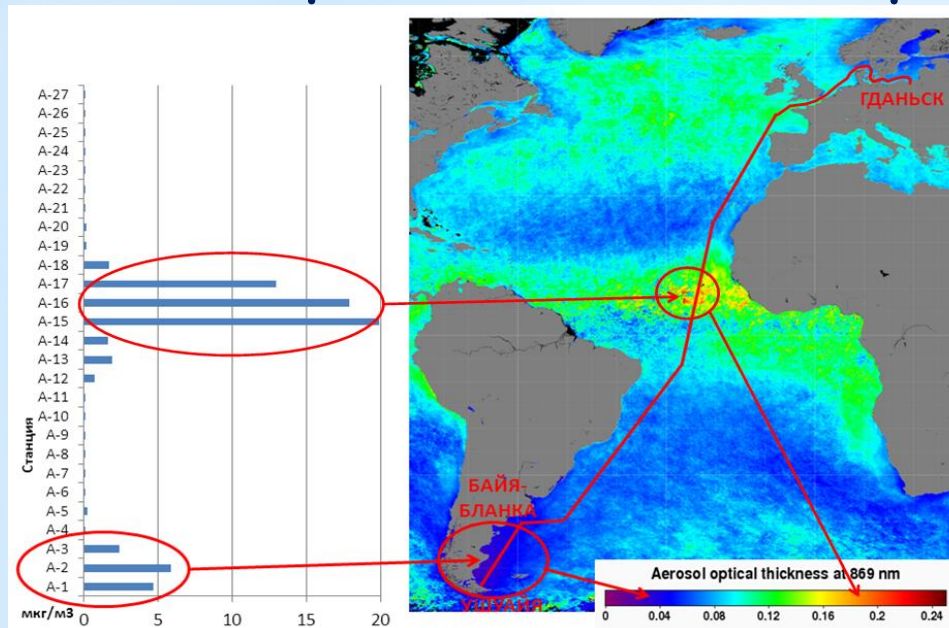
При приближении к промышленным центрам содержание в снеге органических соединений резко увеличивается, т.е. снежный покров выступает в качестве «планшета», который концентрирует «свежее» загрязнение не только атмосферных осадков и воздуха, но и последующего загрязнения льда и вод.

Снежный покров обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором состояния экосистемы.

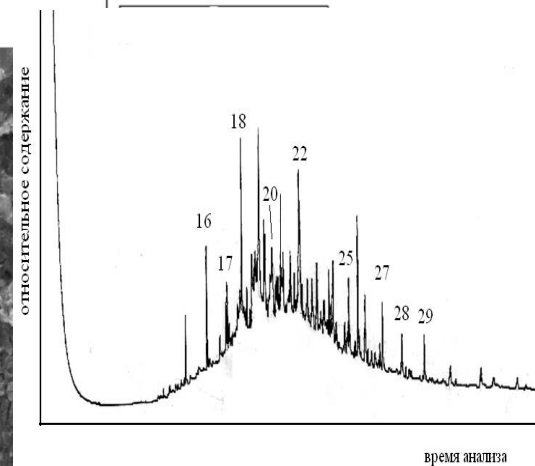
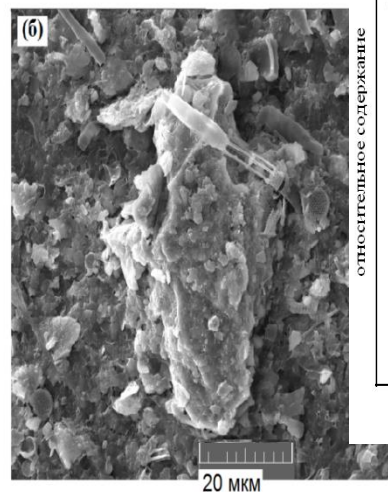
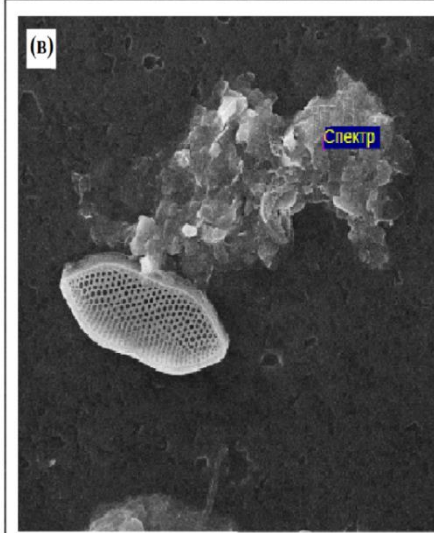
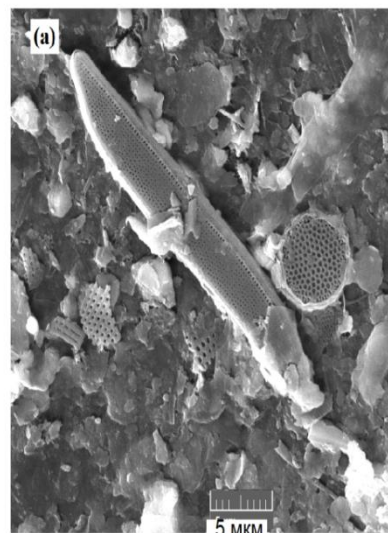
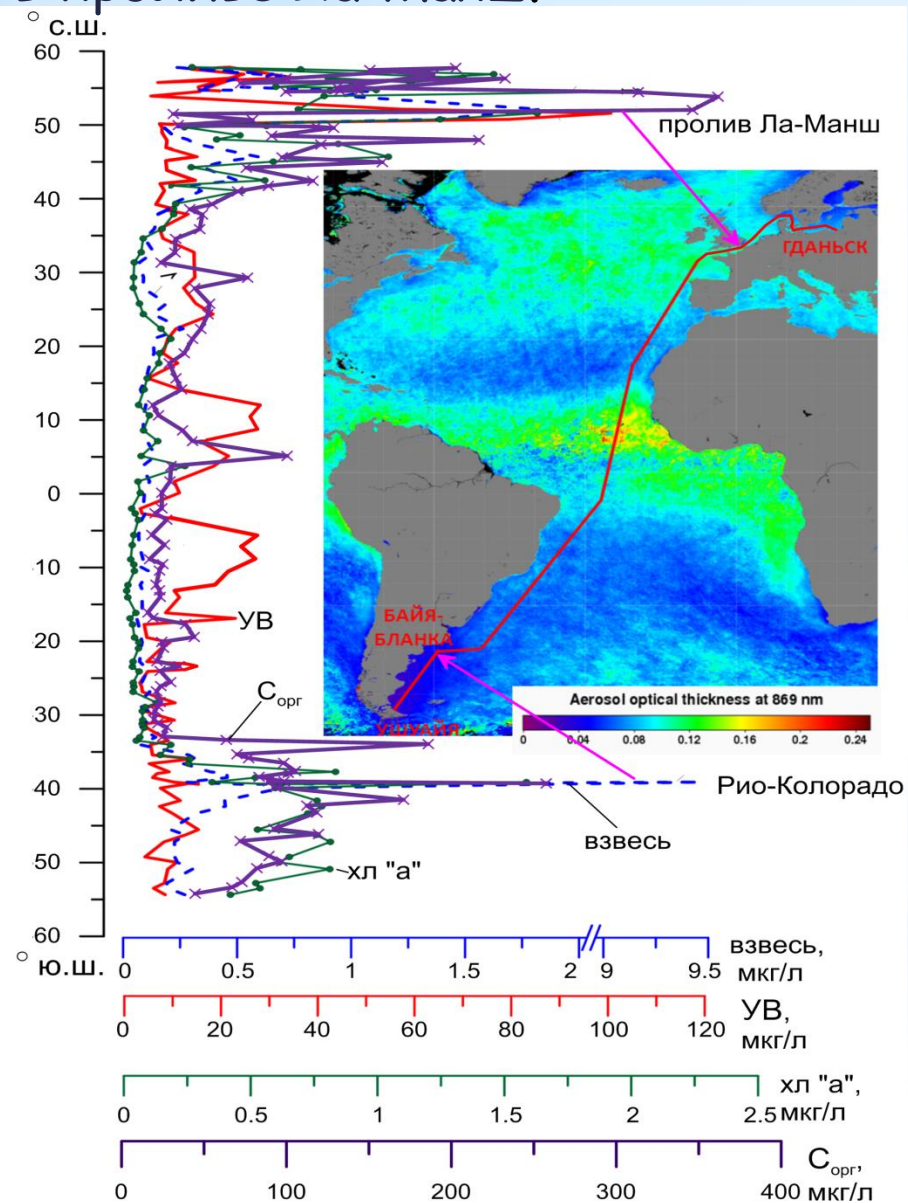
Уменьшение концентраций изучаемых соединений с удалением от источников эмиссии, может свидетельствовать о локальном выпадении большей части загрязнений.

Белое море: $C_{\text{орг}}$ - от 283 до 8390 мкг/л, липиды - от 52 до 621 мкг/л, АУВ - от 38 до 481 мкг/л. Северная часть Баренцева моря АУВ в среднем - 18 мкг/л, а в СПО (район поднятия Менделеева) - 5 мкг/л, в Антарктиде - 2 мкг/л.

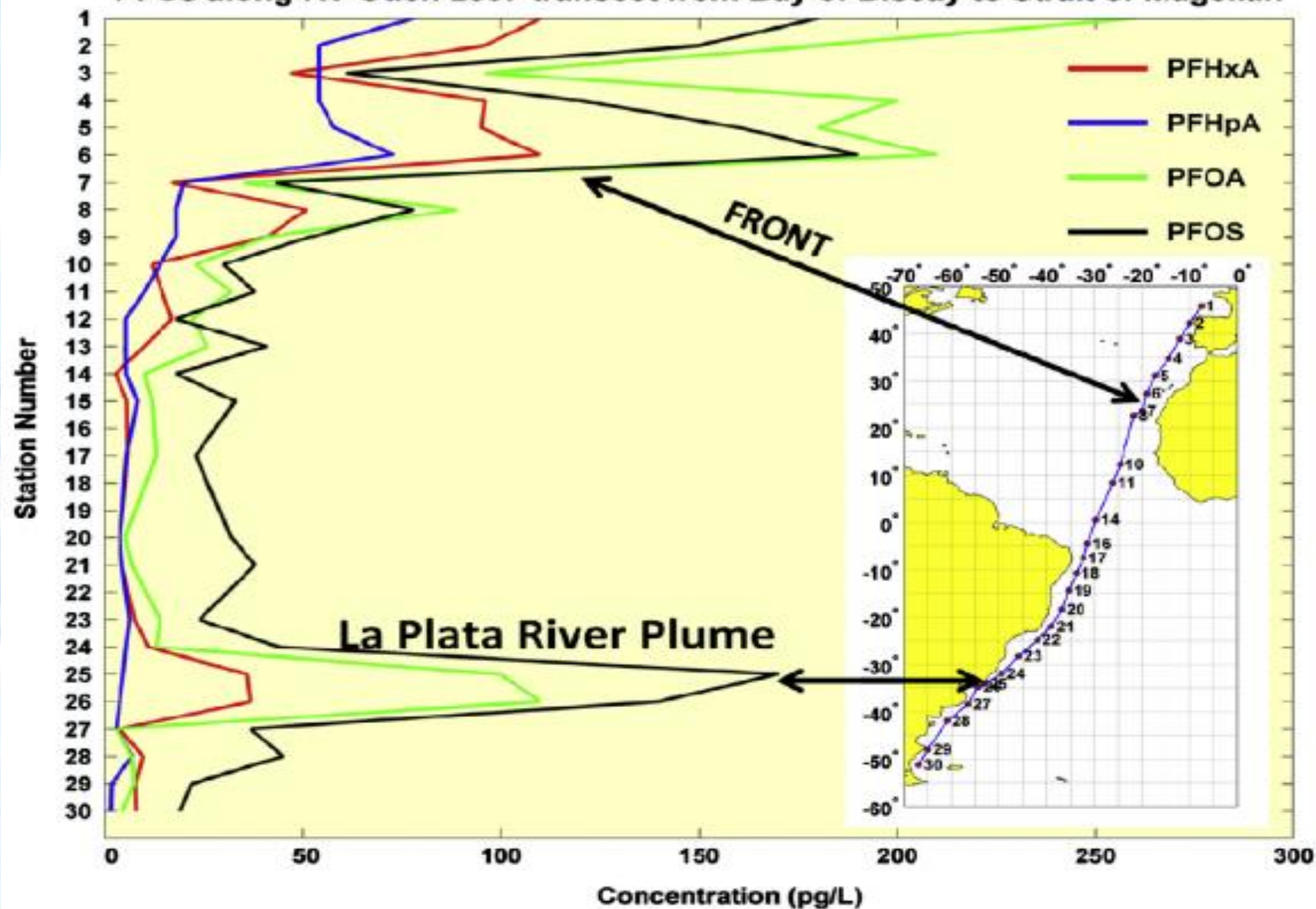
Распределение органических соединений и взвеси в аэрозолях и поверхностных водах на трансатлантическом разрезе

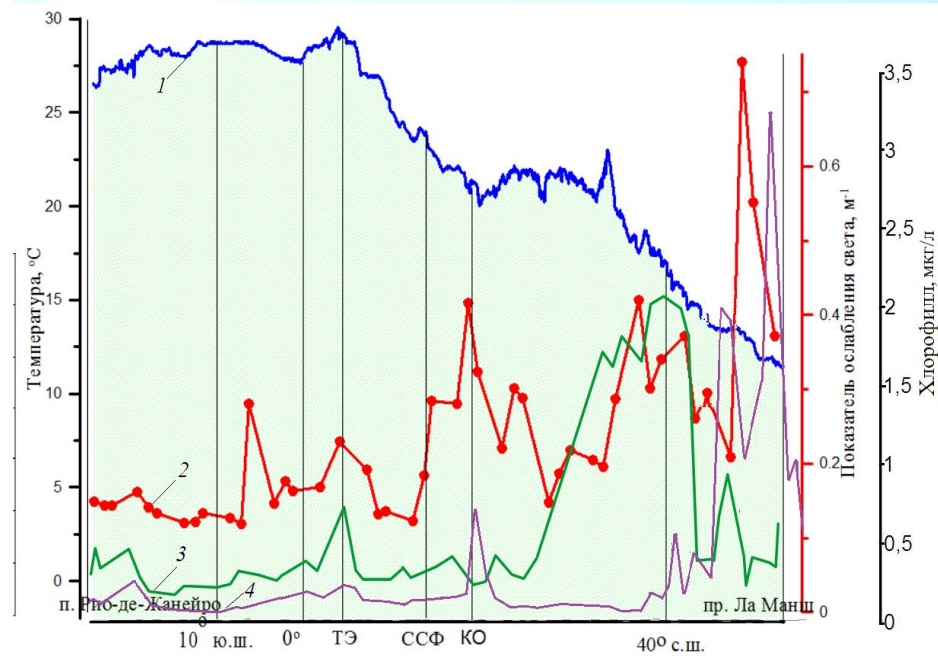
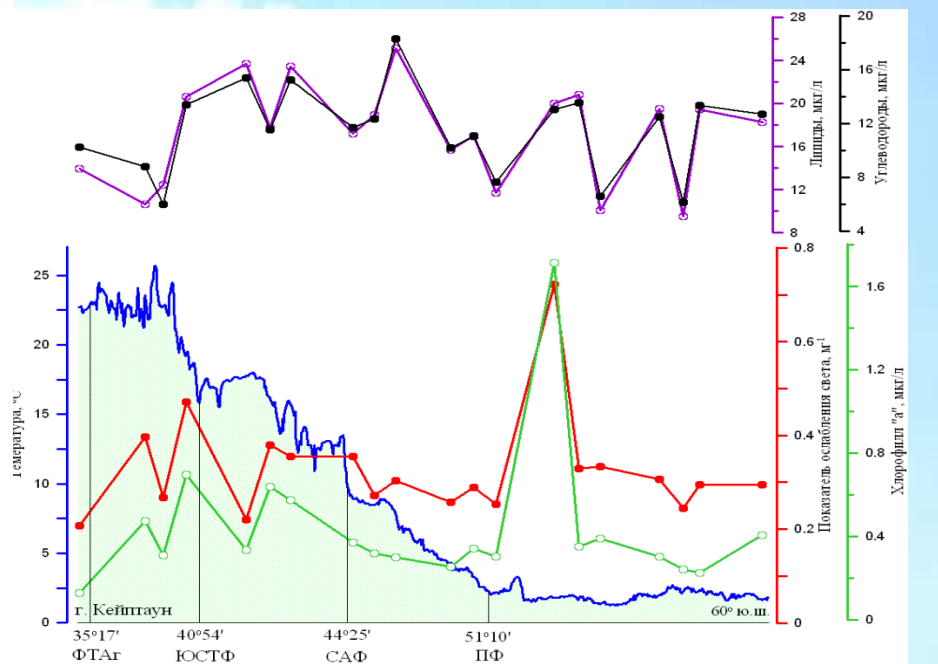
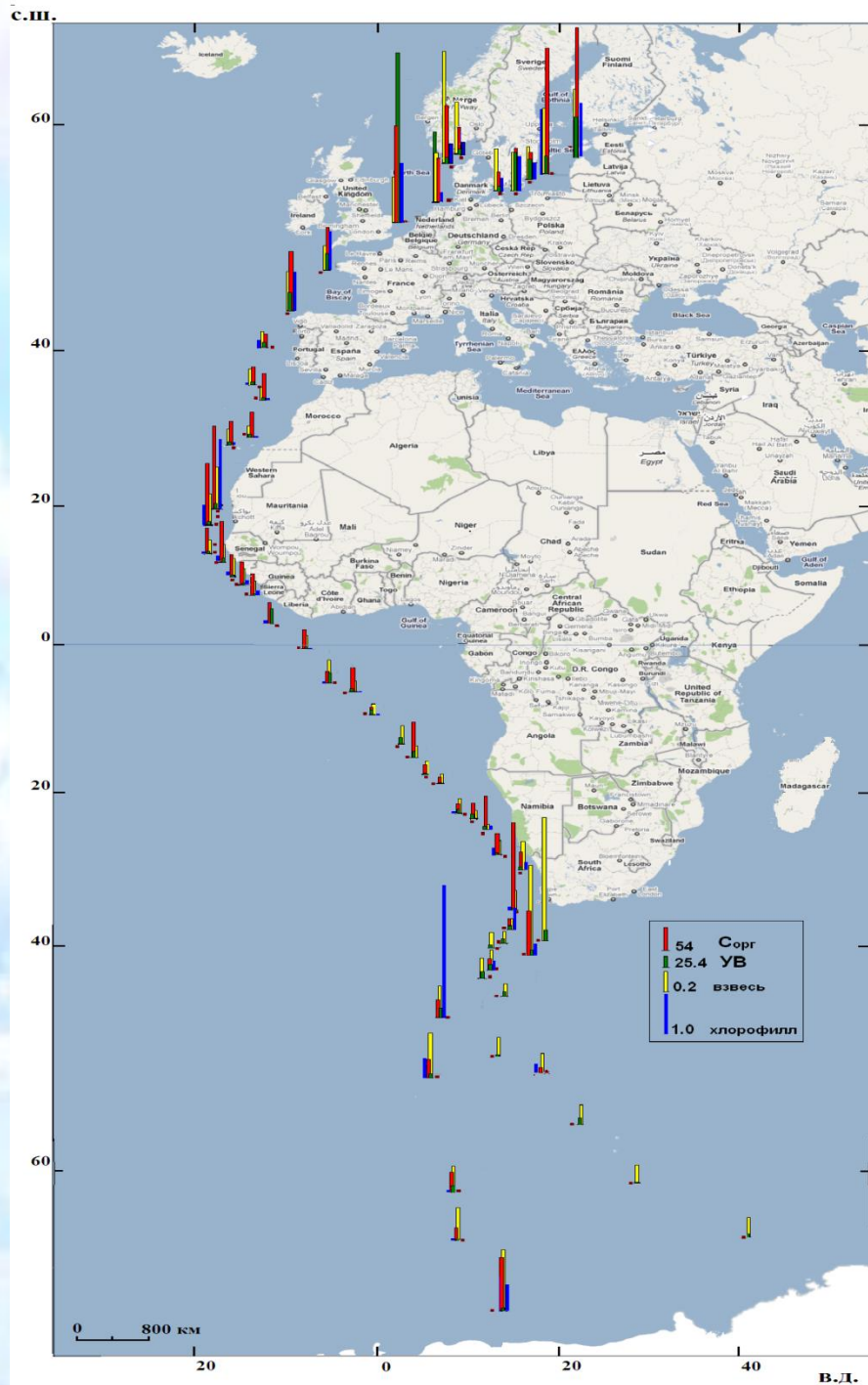


Распределение УВ, взвеси, $C_{орг}$, хлорофилла «а» в поверхностных водах на трансатлантическом разрезе, состав взвеси и состав алканов в проливе Ла-Манш.

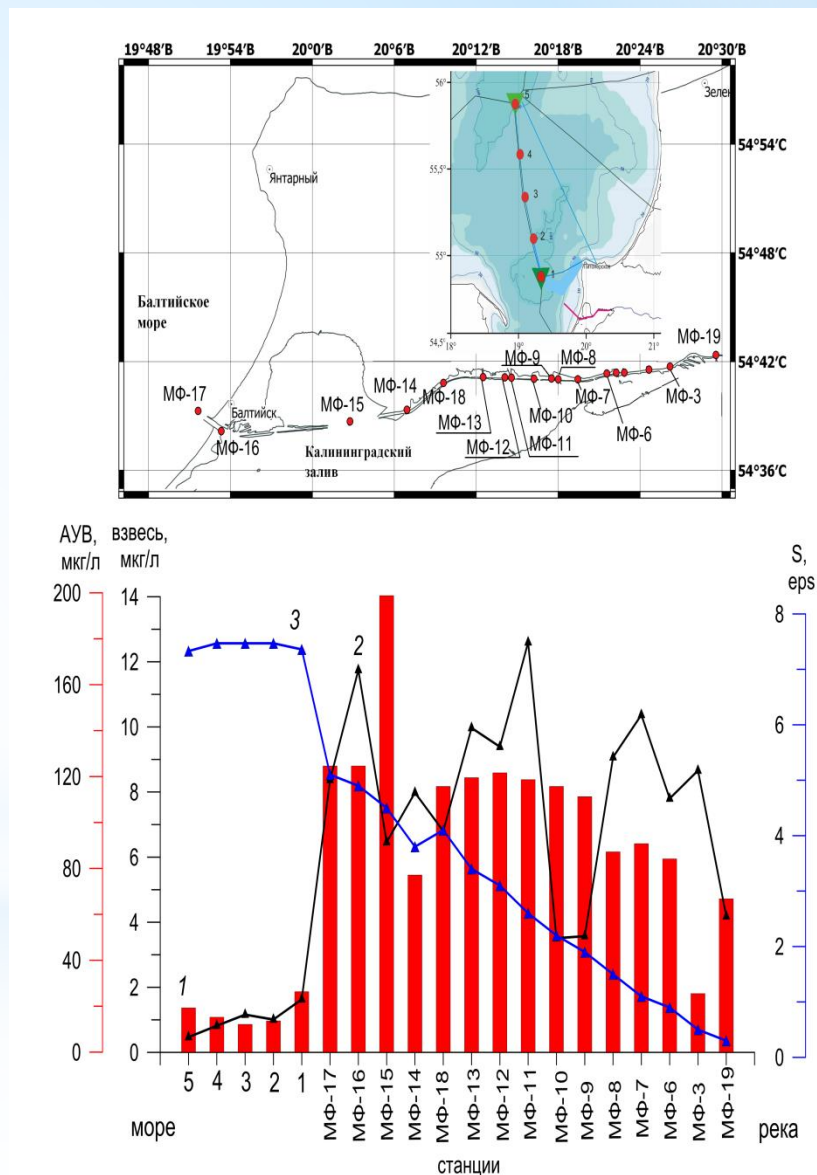
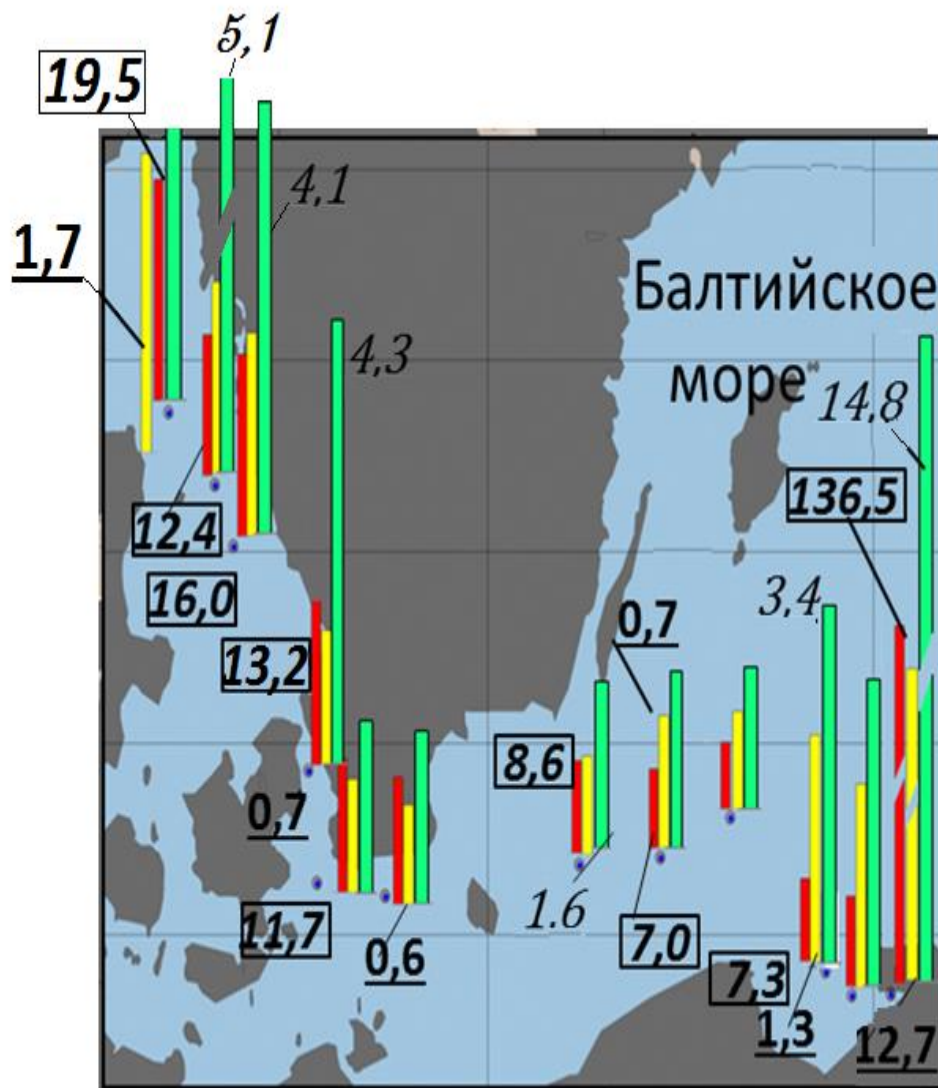


PFCs along RV Oden 2007 transect from Bay of Biscay to Strait of Magellan

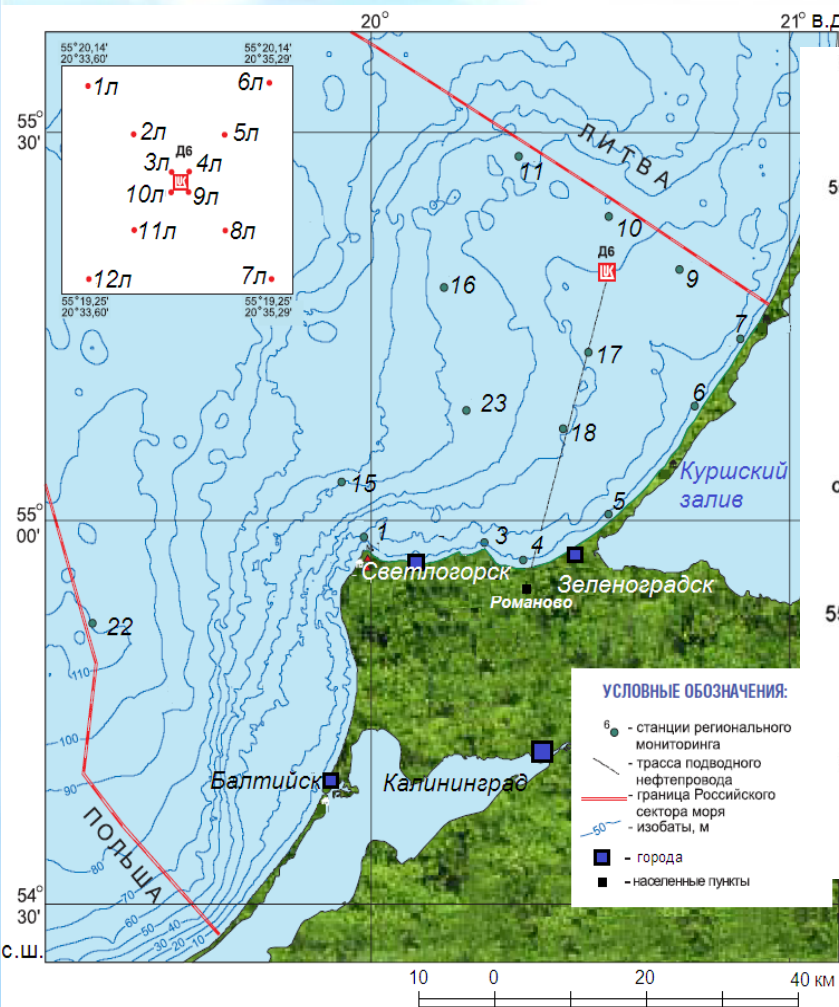




Изменение концентраций органических соединений в поверхностных водах Балтийского моря



* Результаты исследования УВв в поверхностных водах в районе Кравцовского месторождения в Балтийском море



В осадках в составе УВ, как правило, преобладают наиболее устойчивые аллохтонные высокомолекулярные соединения. Только в прибрежных импактных районах, где скорость седиментации превышает скорость трансформации, в их составе доминируют нефтяные УВ. В фоновых акваториях так же как для других ОС, распределение УВ подчиняется гидробиологическим факторам.

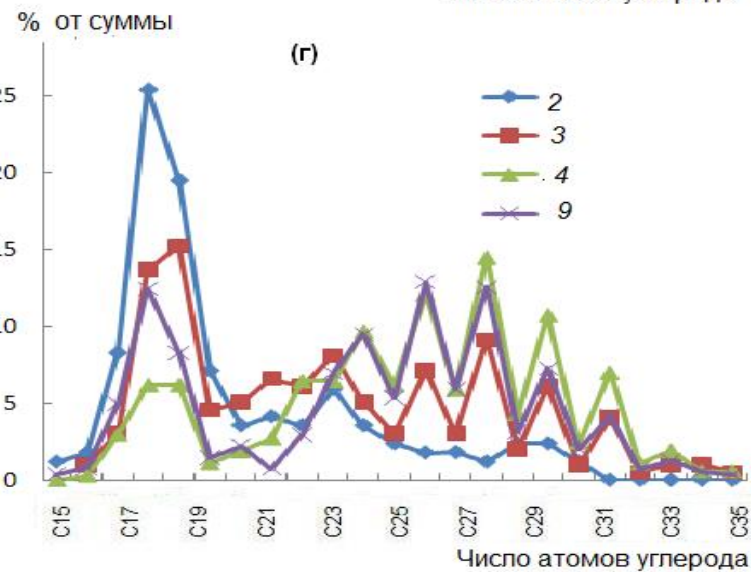
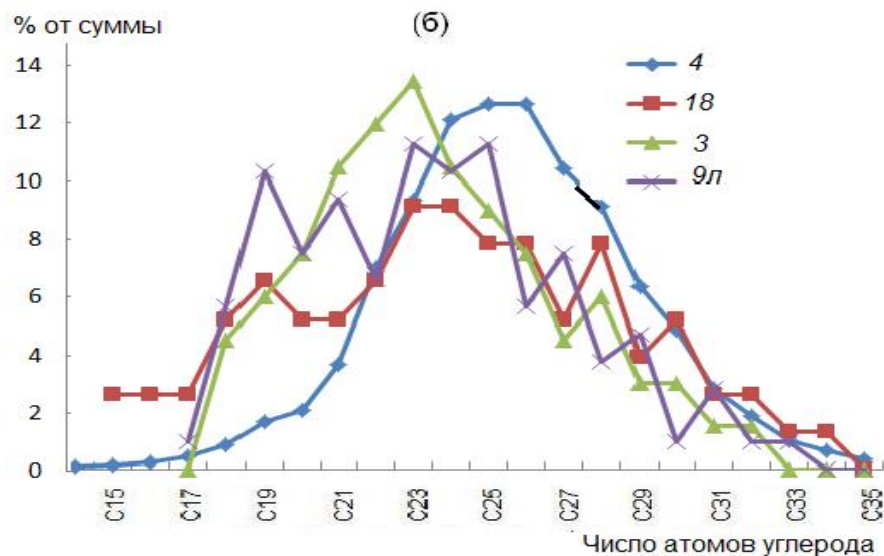
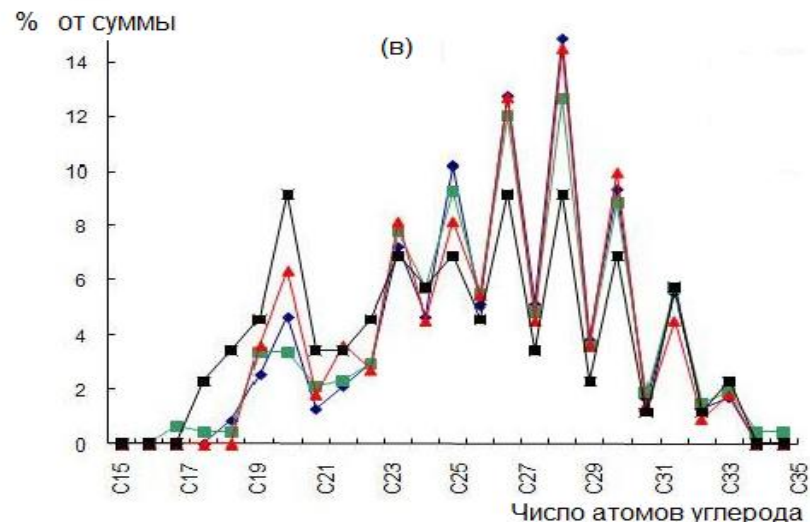
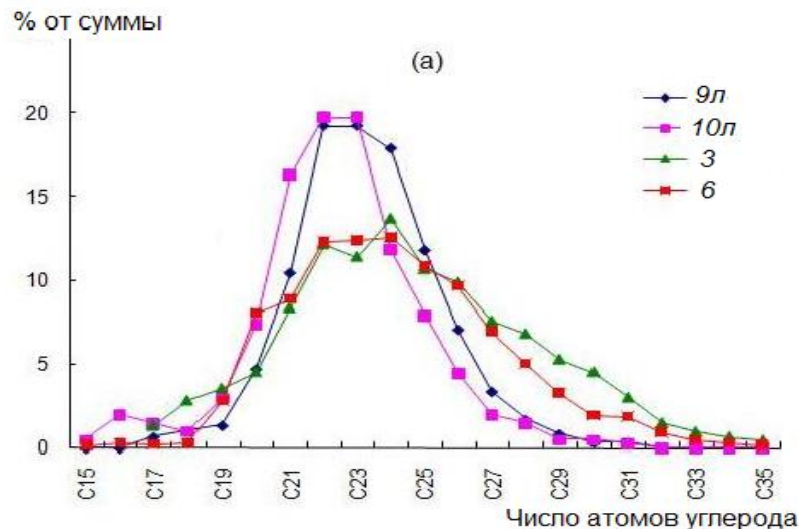
В качестве источников нефтяного загрязнения осадков кроме судоходства в районе платформы Д-6 рассматривалось также природное просачивание УВ с флюидными потоками из осадочной толщи. Подтверждением этому могут быть черные линзы в толще осадков, изменчивость концентраций УВ в разные годы исследования, состав УВ, а также выявленные аномалии микробиологических



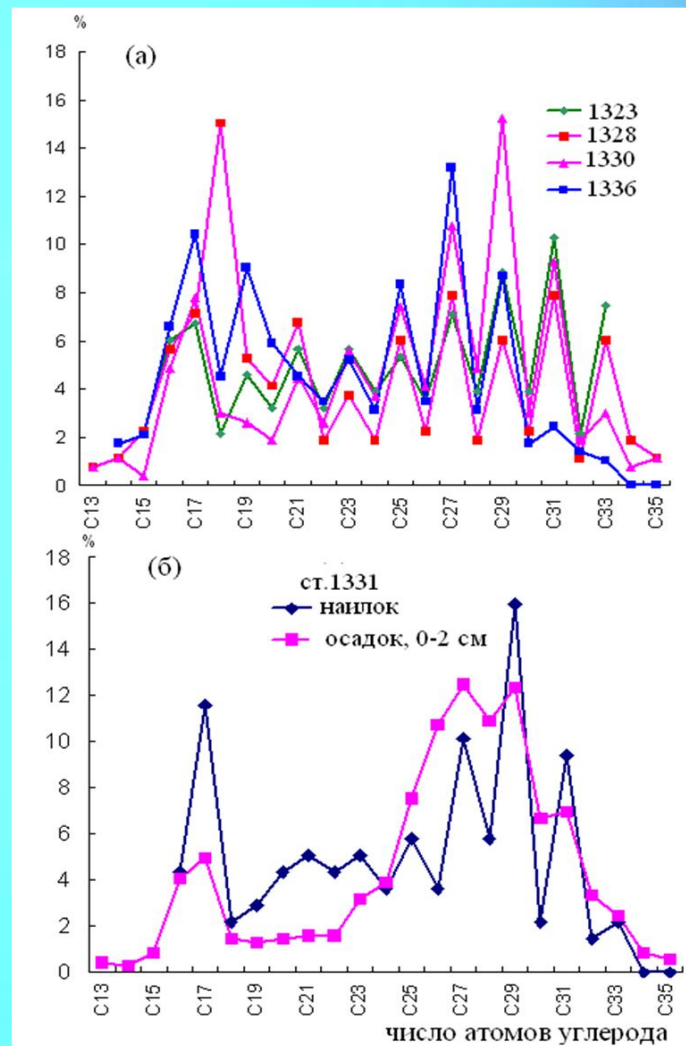
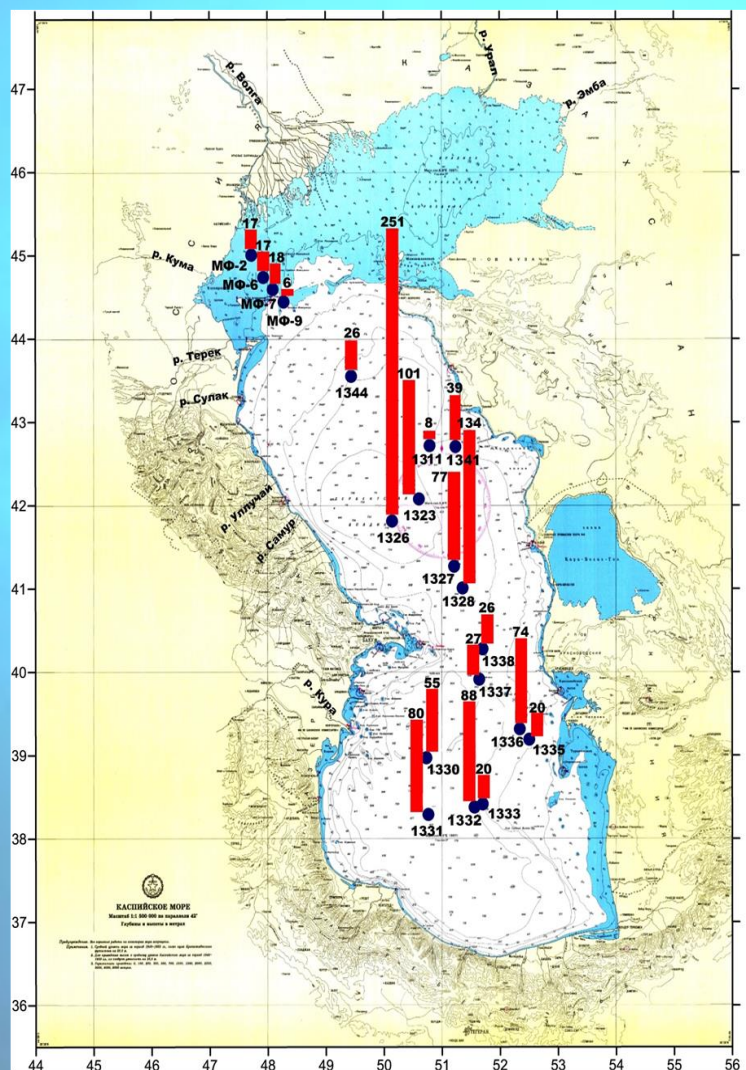
Загрязнение пляжа в районе м. Таран (фото Е. Булычевой)



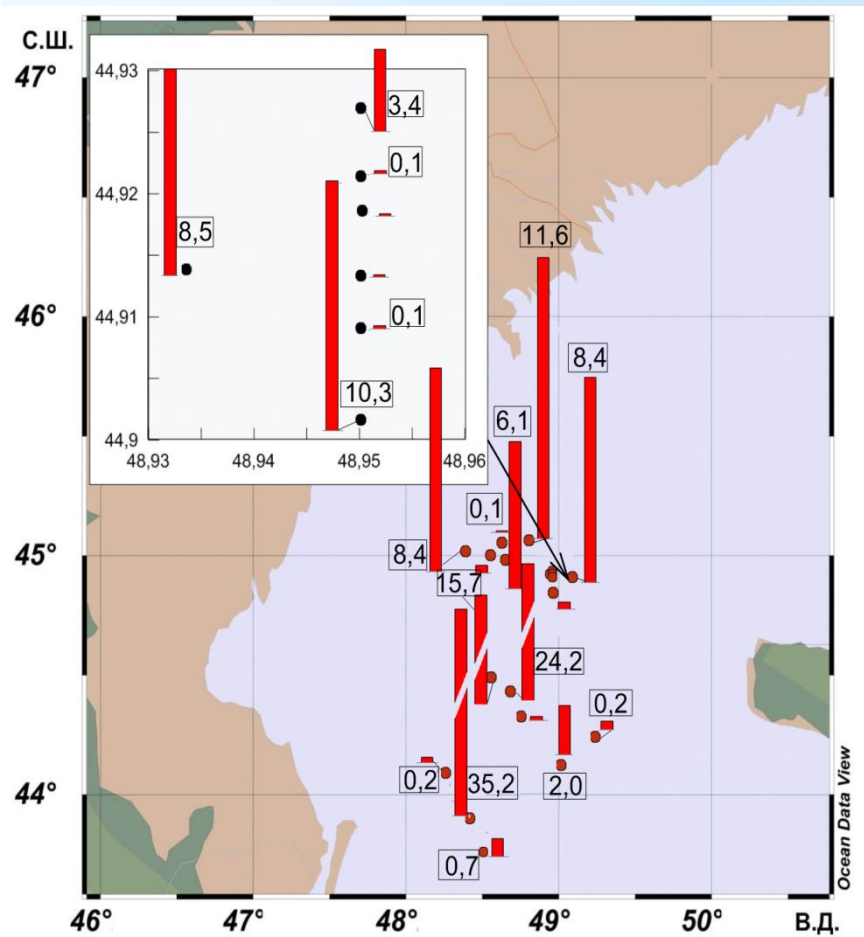
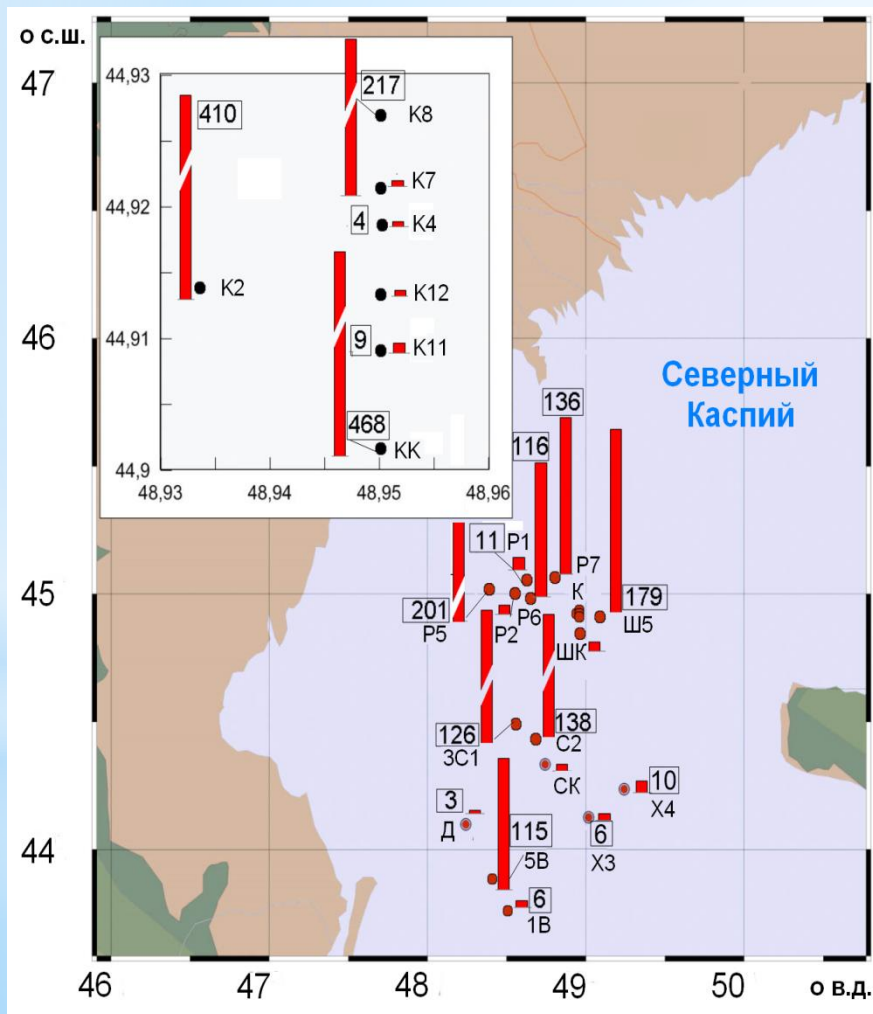
Состав алканов, выделенных из ДО полигона Кравцовского месторождения 2010 г. (а) и 2014 г. (б), Готландской впадины, 2010 г. (в), полигона Д-29, 2011 г.



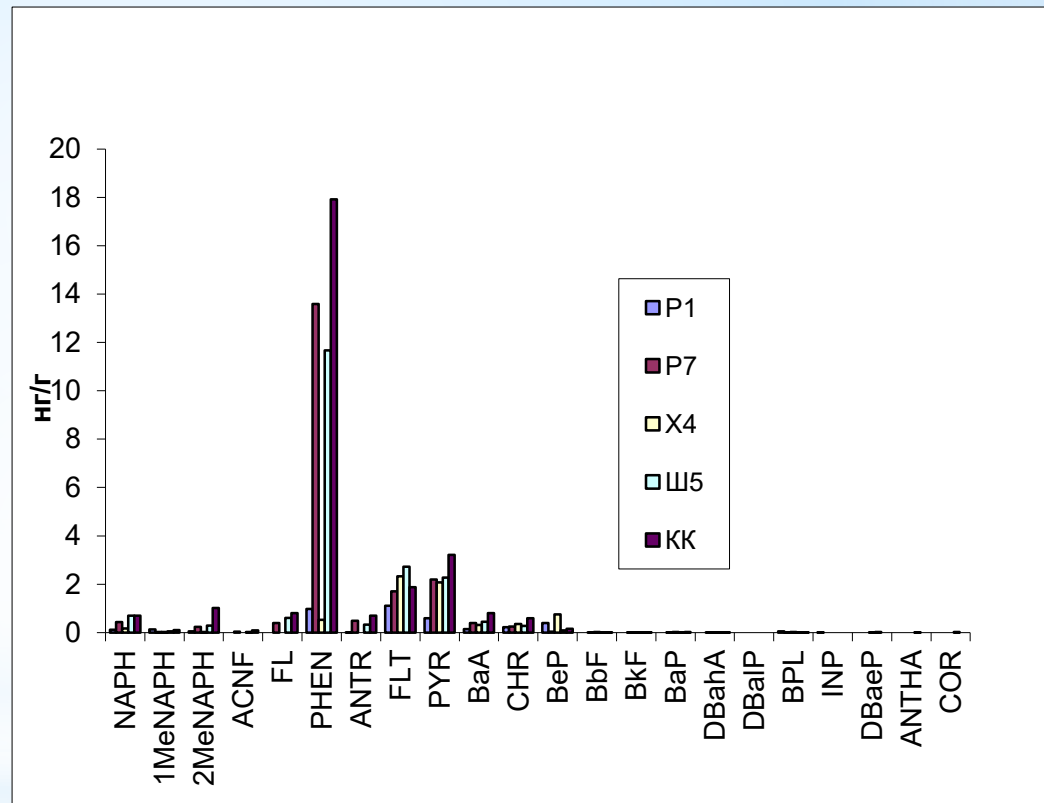
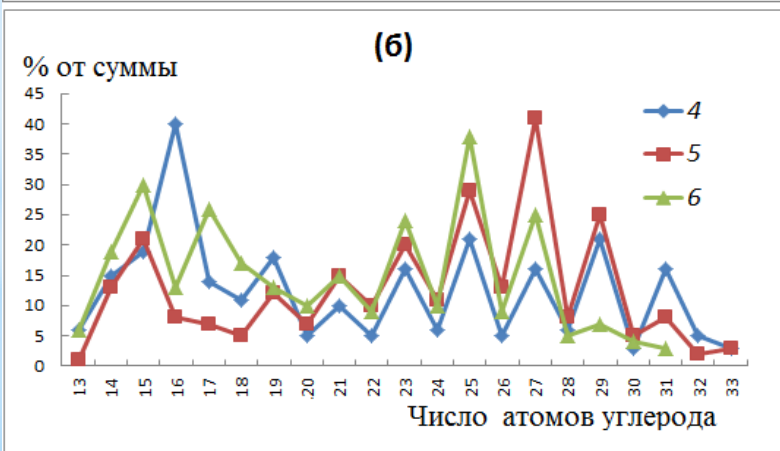
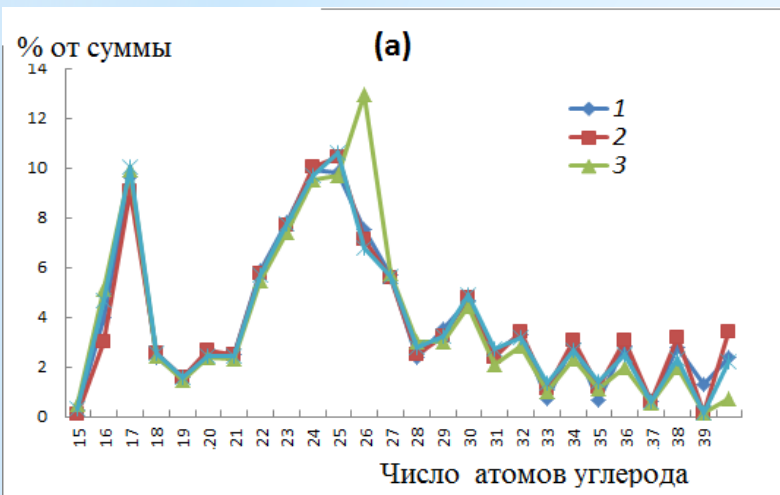
Местоположение станций (под прямоугольниками) и содержание АУВ в пересчете на с(прямоугольники и в мкг/г) в донных осадках, отобранных летом 2013 г. Состав алканов на отдельных станциях в верхнем



Концентрации АУВ (мкг/г) (а) и их доля (%) в составе $C_{орг}$ (б) донных осадков Северного Каспия в 2014 г.



Состав н-алканов в донных осадках Северного Каспия, отобранных в 2014 г. (а) и во впадинах Каспийского моря в 2013 г. (б): 1 – ст. 5В, 2 – ст. К2, 3 – ст. КК, 4, 5 – впадины Среднего Каспия, 6 – Дербентская котловина и состав ПАУ в районе участка «Северный» .



**Через российские порты Черного моря
осуществляется транзит около 20 % российского и
большая часть казахстанского нефтяного экспорта
– в общей сложности, более 100 млн. т нефти и
нефтепродуктов.**

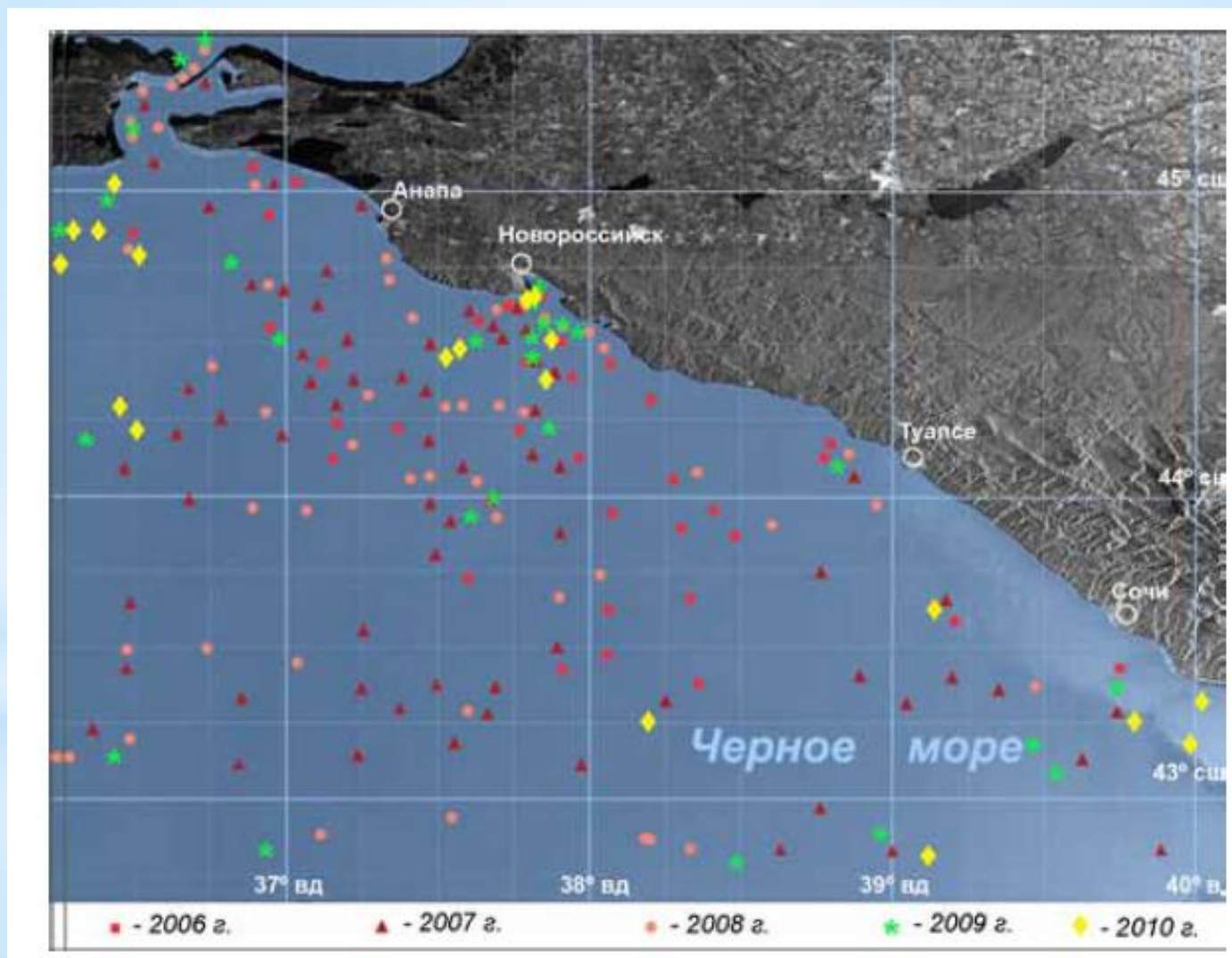


Загрязнение нефтяными агрегатами побережья

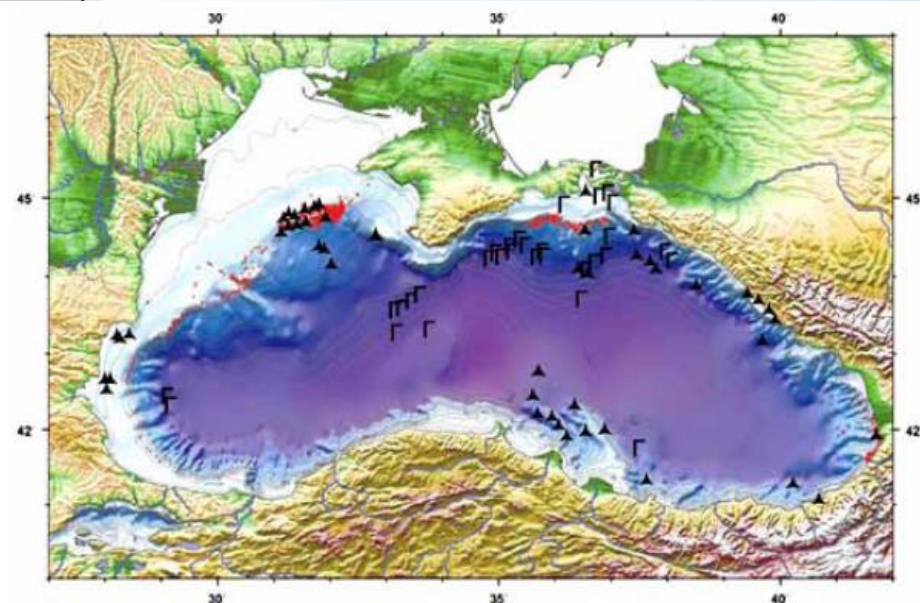
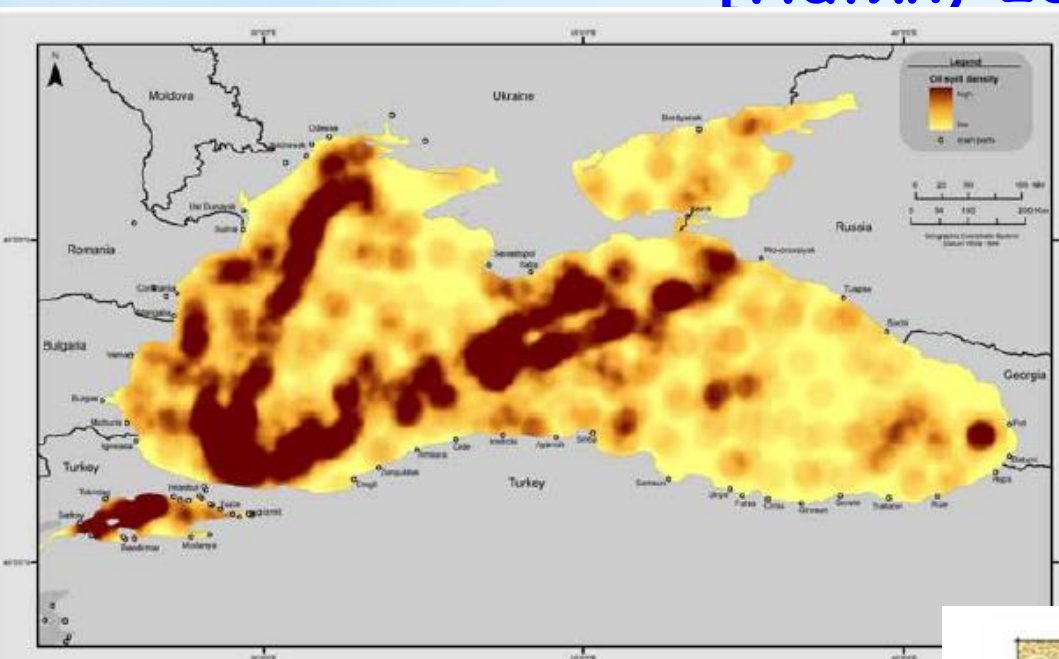
[Заграничный, 2014]



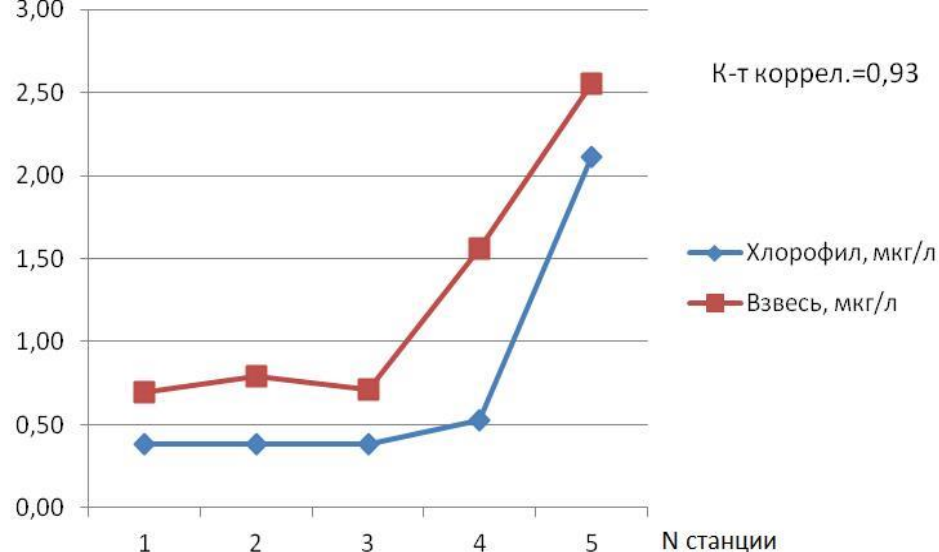
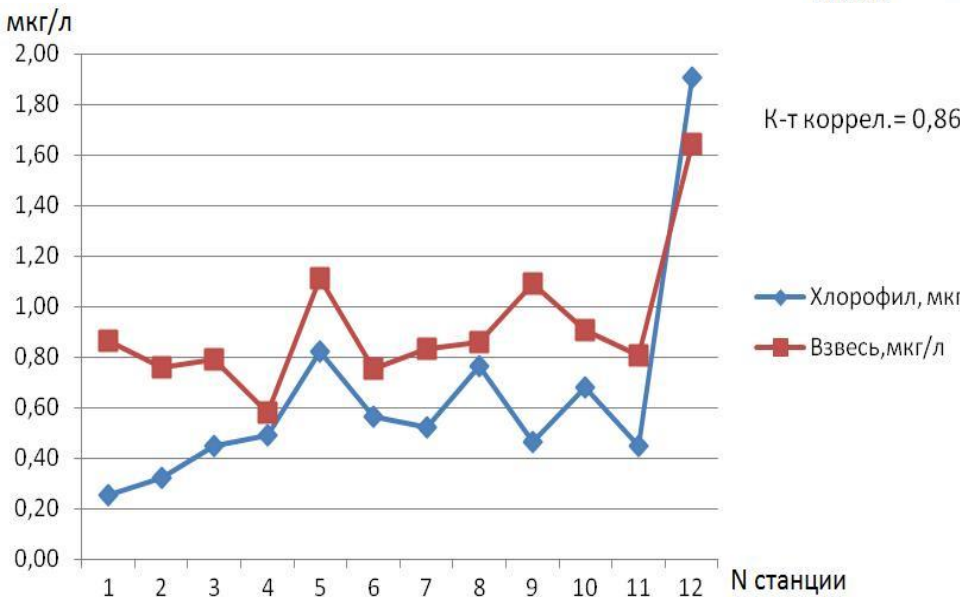
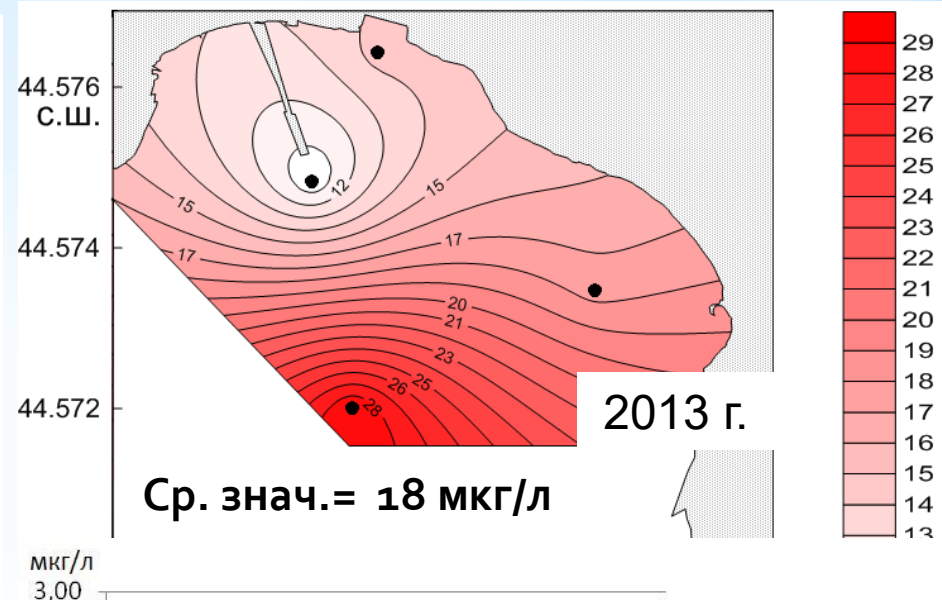
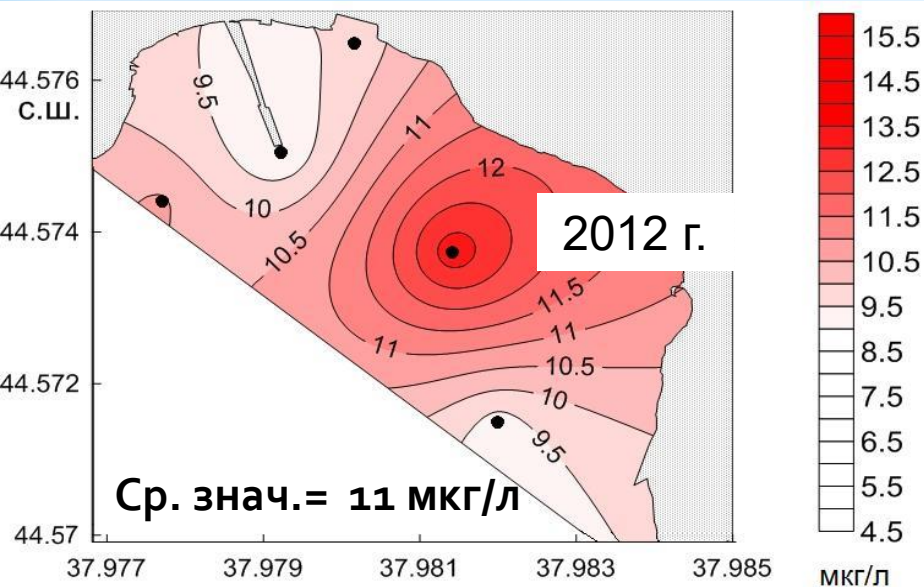
Обобщенная карта нефтяных загрязнений в разные годы в РФ [Лаврова и др., 2011]



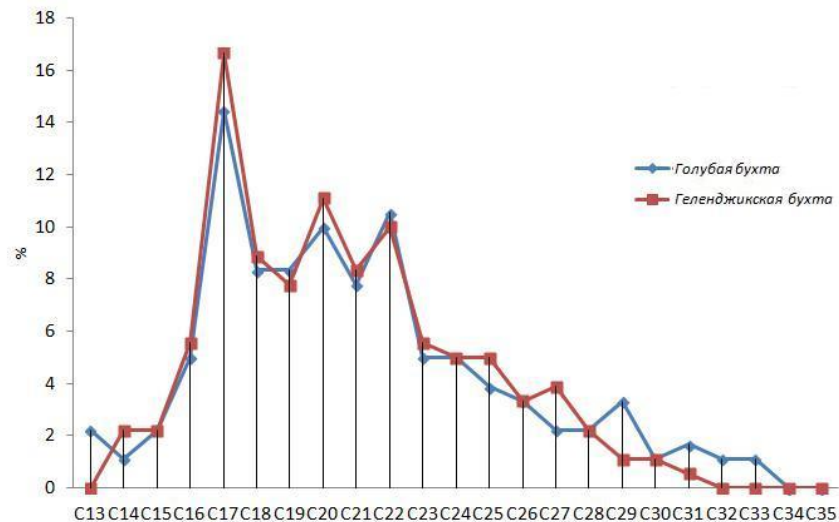
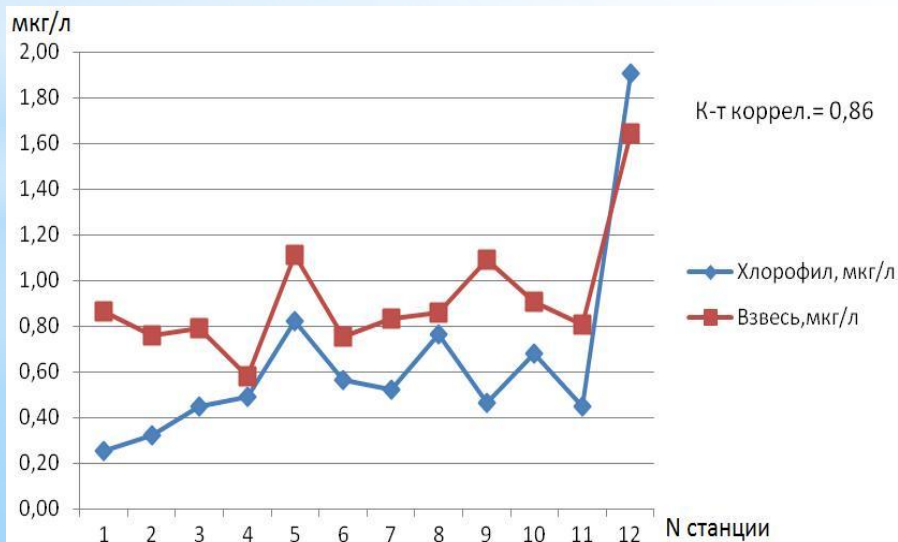
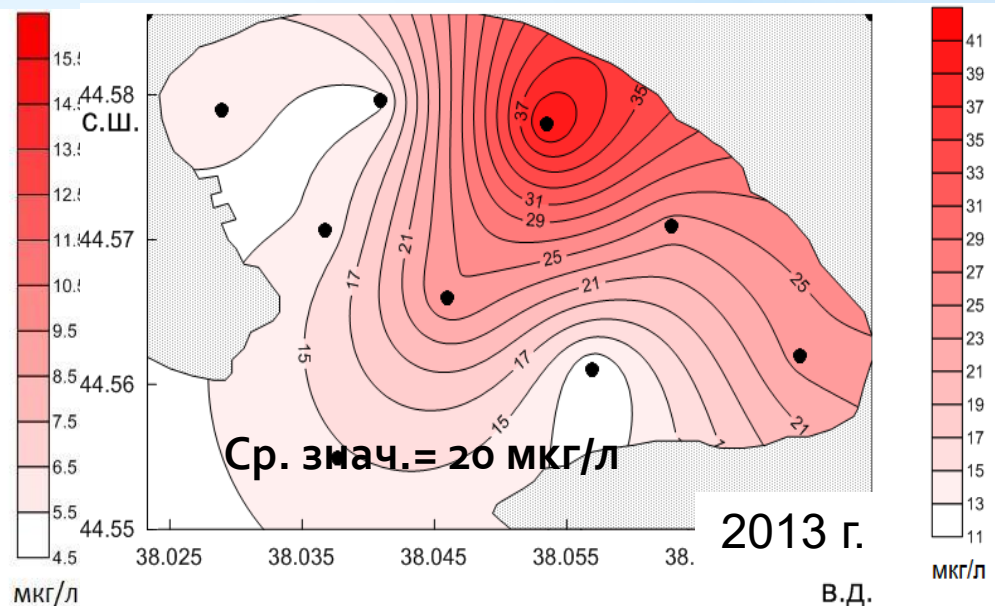
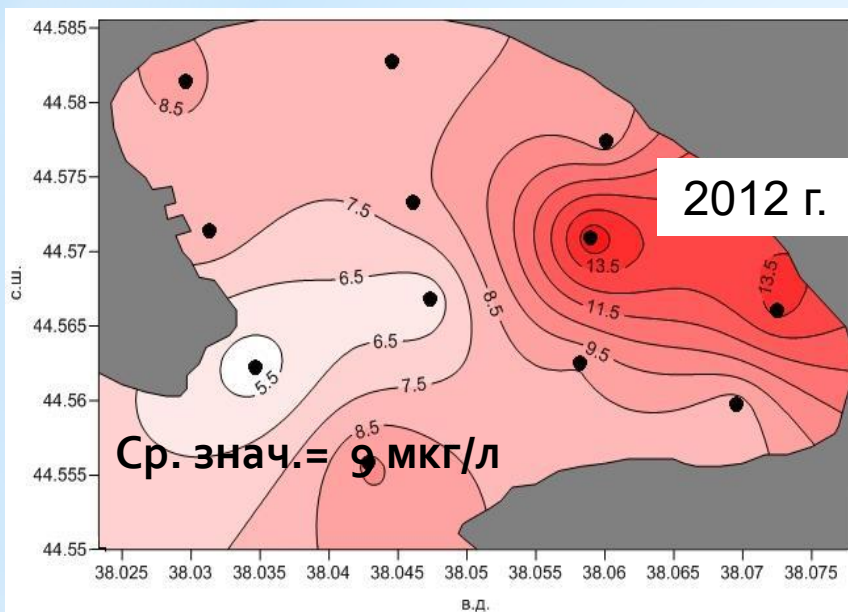
«Горячие точки» нефтяных загрязнений и распространение метановых сипов в Черном море [Патин, 2008].



Содержание УВ , взвеси и хл «а» поверхностном слое воды в Голубой бухте

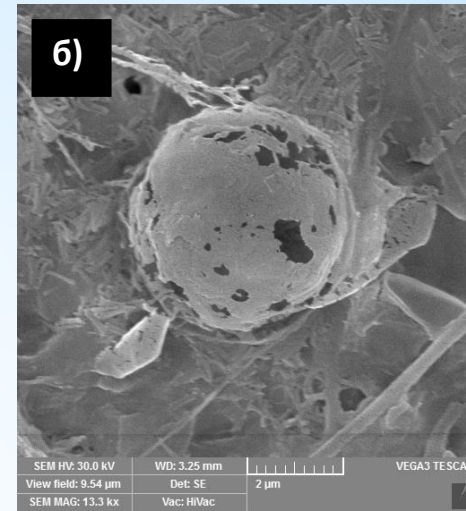
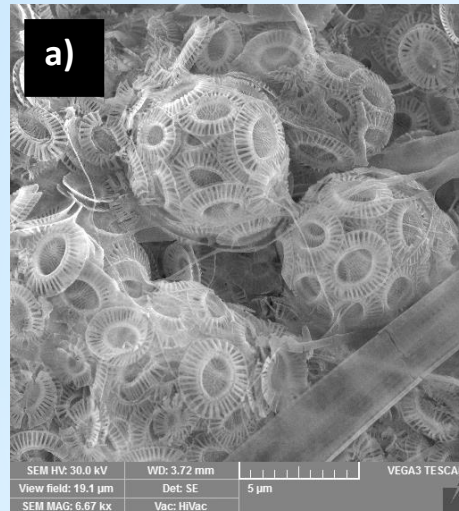


Содержание УВ, взвеси и хл а в поверхностных водах Геленджикской бухты

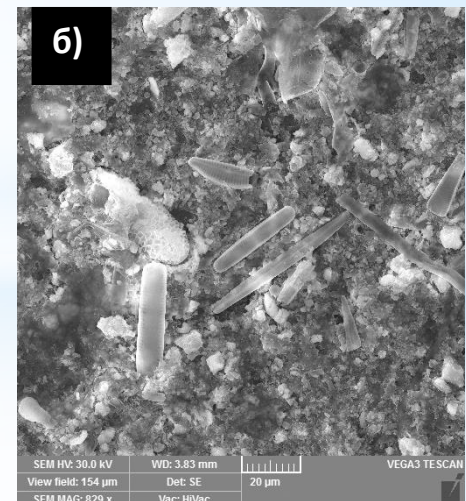
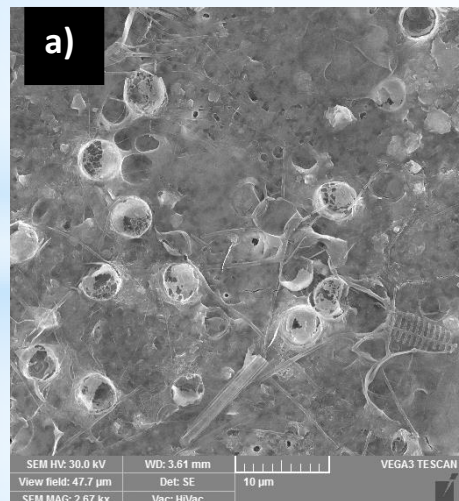


Состав взвеси в Геленджикской и Голубой бухтах

Данные сканирующего электронного микроскопа

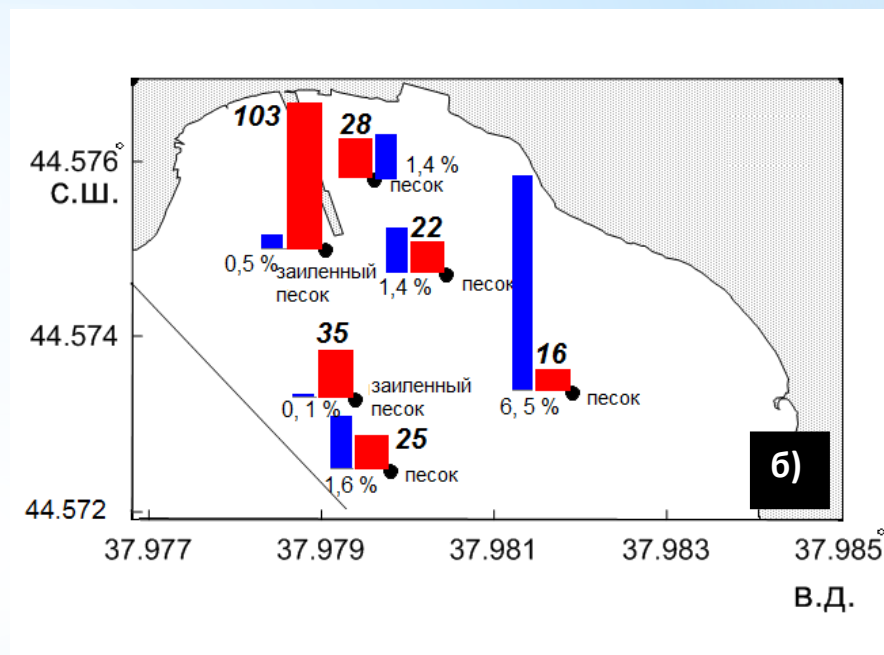
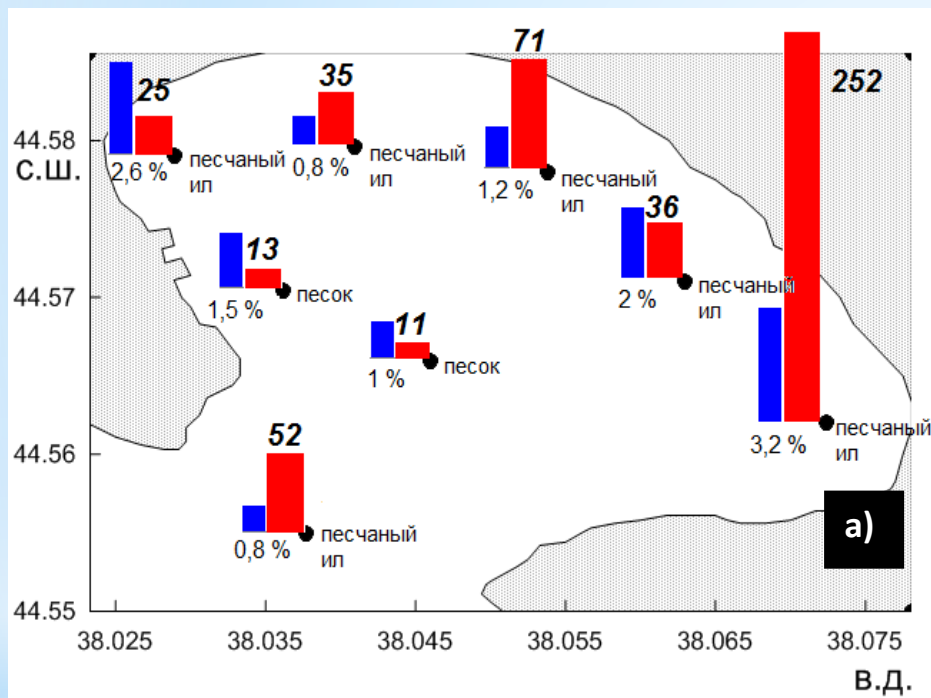


Состав взвеси поверхностных вод Геленджикской бухты: а) ст.2-кокколитофориды; б) ст.6-сфера сгорания



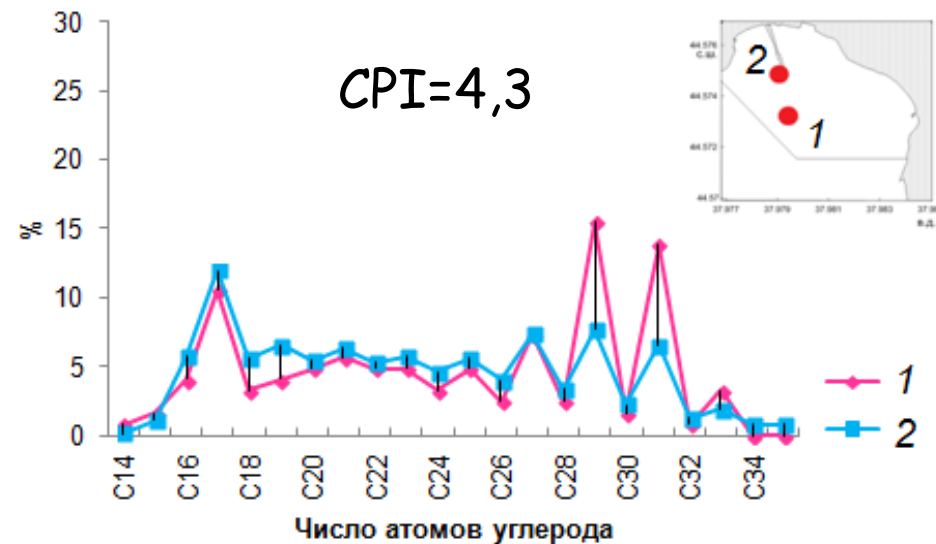
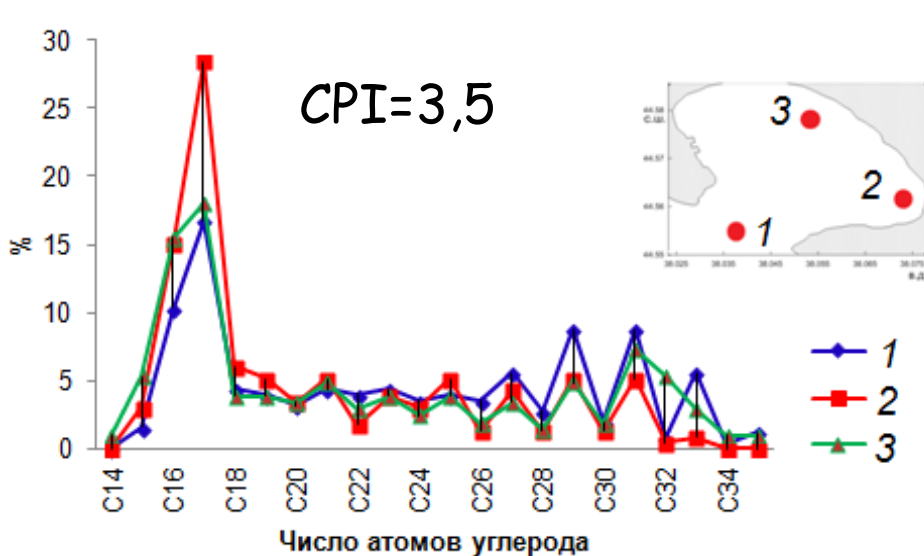
Состав взвеси поверхностных вод Голубой бухты: а) ст.3-многочисленные сферы сгорания; б) ст.5- обломки минеральных частиц и диатомовых водорослей

УВ в донных осадках: а) в Геленджикской; б) в Голубой бухте
(красные столбики УВ, мкг/г; синие столбики УВ в составе Сорг, %)



Фоновые концентрации для песков до 10 мкг/г, для глинистых осадков до 50 мкг/г

Состав алкано в донных осадках в Геленджикской и Голубой бухтах



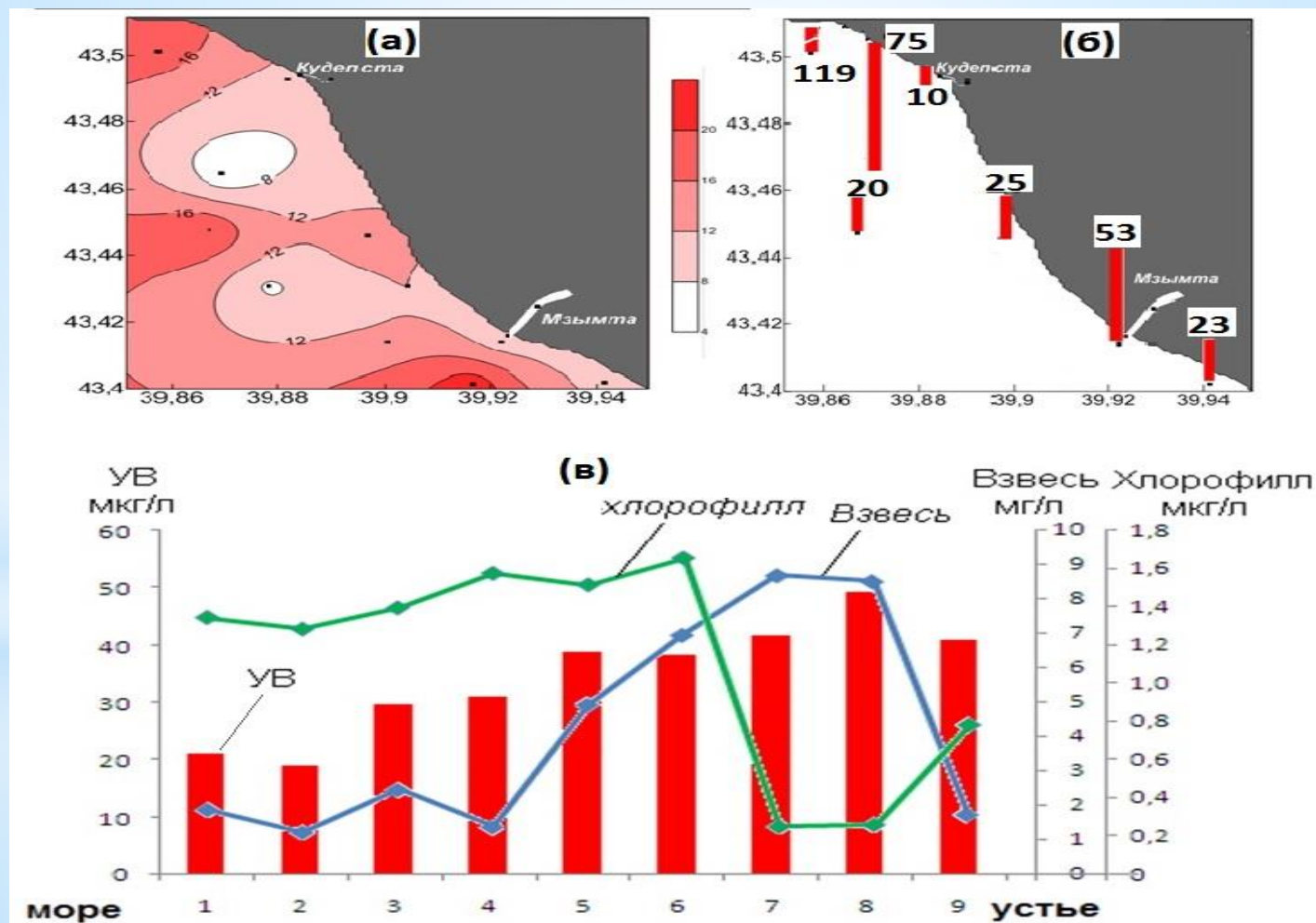
↑
ф и топланктон

↑
терригенная
органика

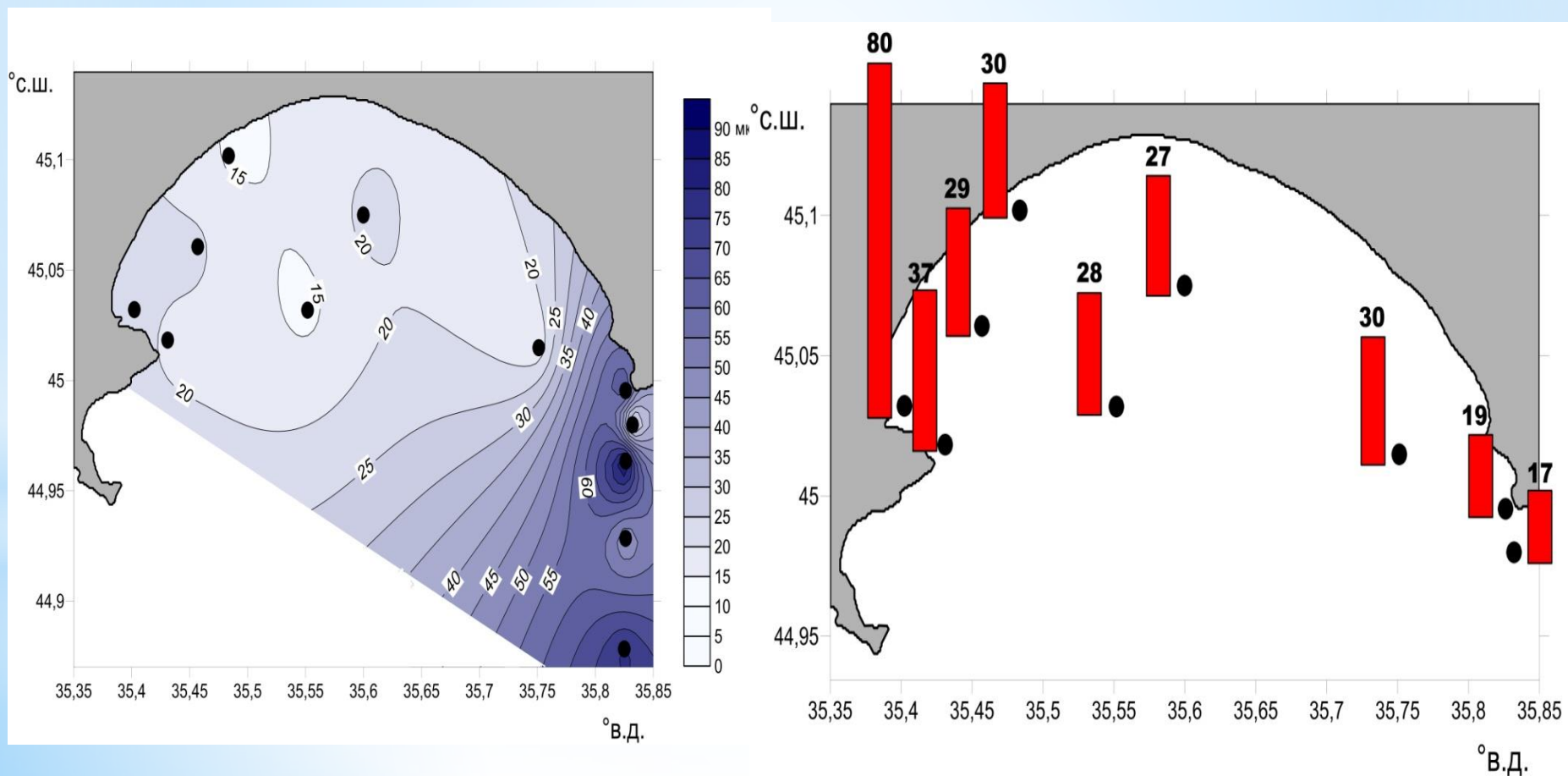
↑
ф и топланктон

↑
терригенная
органика

Распределение в поверхностных водах УВ(а)
и в донных осадках (б), и УВ, хл а и взвеси
на геохимическом барьере р. Мзымта –
Черное море, 2014 г.(конц. УВ в 1.6, а взвеси в 3 раза)



Распределение УВ в поверхностных водах и донных осадках на разрезе Керчь- Феодосия (2015 г.)



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Поведение УВ определяется общими геохимическими закономерностями распределения вещества в океане, т.е. циркумконтинентальной, климатической, вертикальной зональностями.
- Биологическое продуцирование УВ в океане носит глобальный характер. Суммарный поток биогенных УВ (около 12 млн. т/год) значительно превышает количество их ежегодного поступления в Мировой океан из антропогенных источников (1.3 млн. т/год). Надежная идентификация источников происхождения УВ в морских регионах до сих пор остается трудной химико-аналитической задачей. Из-за многочисленности источников, формирующих интегральный состав углеводородов и быстрой их трансформации, используемые молекулярные маркеры не являются однозначными показателями их происхождения.
- Поступление антропогенных соединений изменяет не только их концентрации, но и состав, а также соотношение между другими ОС. Трансформация низкомолекулярных антропогенных УВ (как алканов, так и ПАУ) за счет выветривания может происходить быстро даже в высокоширотных акваториях.
- В акваториях эксплуатируемых месторождений в Балтийском, Каспийском, Охотском морях не установлено увеличение содержания УВ в воде и осадках. Динамика концентраций УВ обусловлена естественными природными процессами (флюидными потоками из толщи осадков, обрастанием платформ). Этот вывод подкрепляется мониторингом загрязнения из космоса, т.к. нефтяные пленки были обнаружены в основном на судоходных путях.
- Анализ приведенных результатов показывает, что, начиная с 1990 г., в концентрациях и составе УВ в донных осадках изменения произошли только в прибрежных районах арктических морей. В пелагиале эти изменения оказались минимальными.

И.А. Немировская



НЕФТЬ В ОКЕАНЕ

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И ПРИРОДНЫЕ ПОТОКИ



Благодарю
за внимание!

