

V

ОРГАНИЧЕСКИЕ
СОЕДИНЕНИЯ
ХЛОРА



V. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ХЛОРА

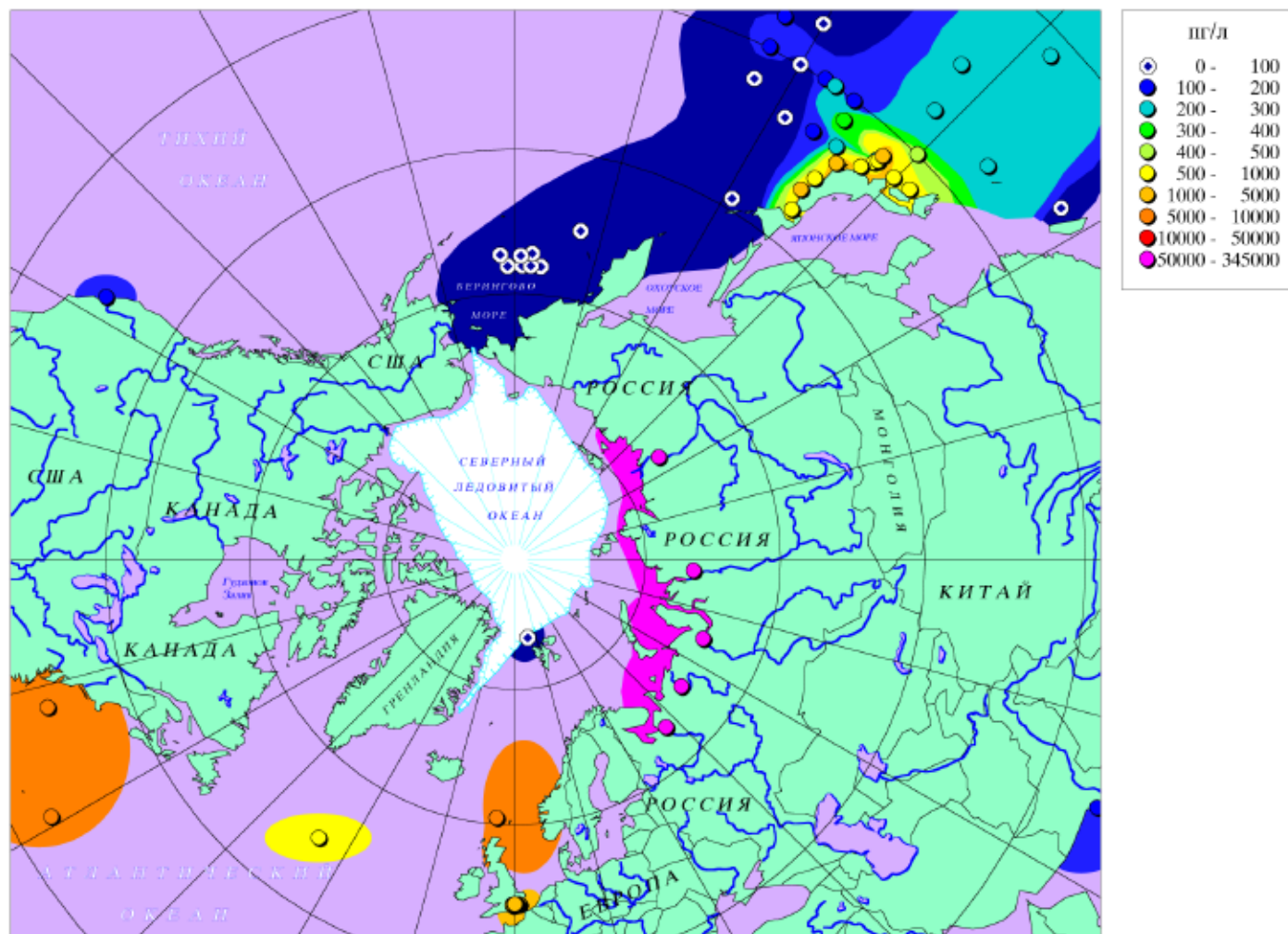
Хлорсодержащие углеводороды включают множество техногенных веществ, но наибольшую опасность для

окружающей среды представляют устойчивые разновидности с высоким молекулярным весом. Эти долгоживущие органические соединения включают полихлорированные бифенилы (ПХБ) и пестициды, такие как

дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), которые создают проблемы, являясь устойчивыми к биологическому и химическому разложению [Clark, 1992]. В связи с тем, что многие хлорорганические соединения

5.1

ДДТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ, 1970-1984 ГГ.



Вверху: фрагмент детского рисунка, Россия

Справа: Выращивание сельскохозяйственных культур в теплицах, Исландия

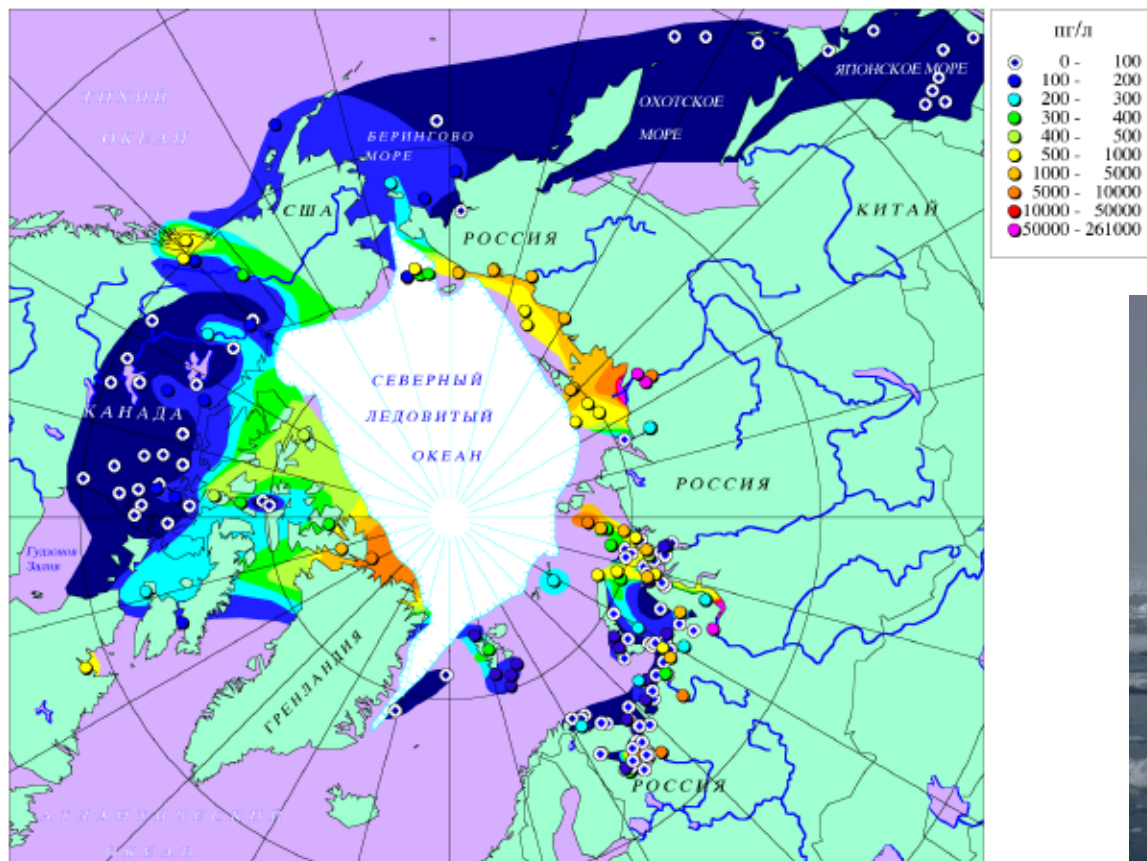


растворимы в жире, они могут накапливаться в жировых тканях животных и затем претерпевать биомагнификацию

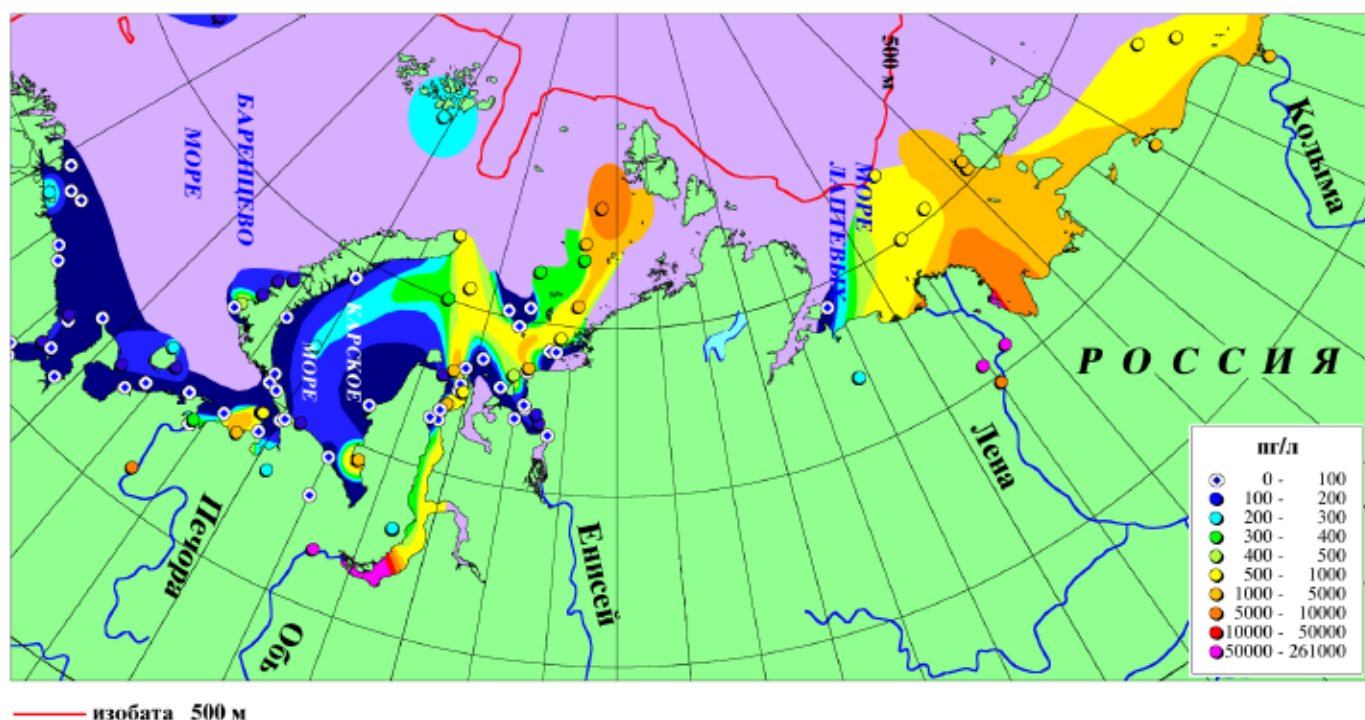
в пищевой цепи. В течение периодов голодания, когда расходуются запасы жира, животное может пострадать в

результате повышенной концентрации накопленных хлорорганических соединений. Наиболее часто воздействие

5.2 ДДТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ, 1985-1996 ГГ. (ВКЛЮЧАЯ СВЕЖЕРАСТАВЛЯЮЩИЙ СНЕГ В КАНАДЕ).

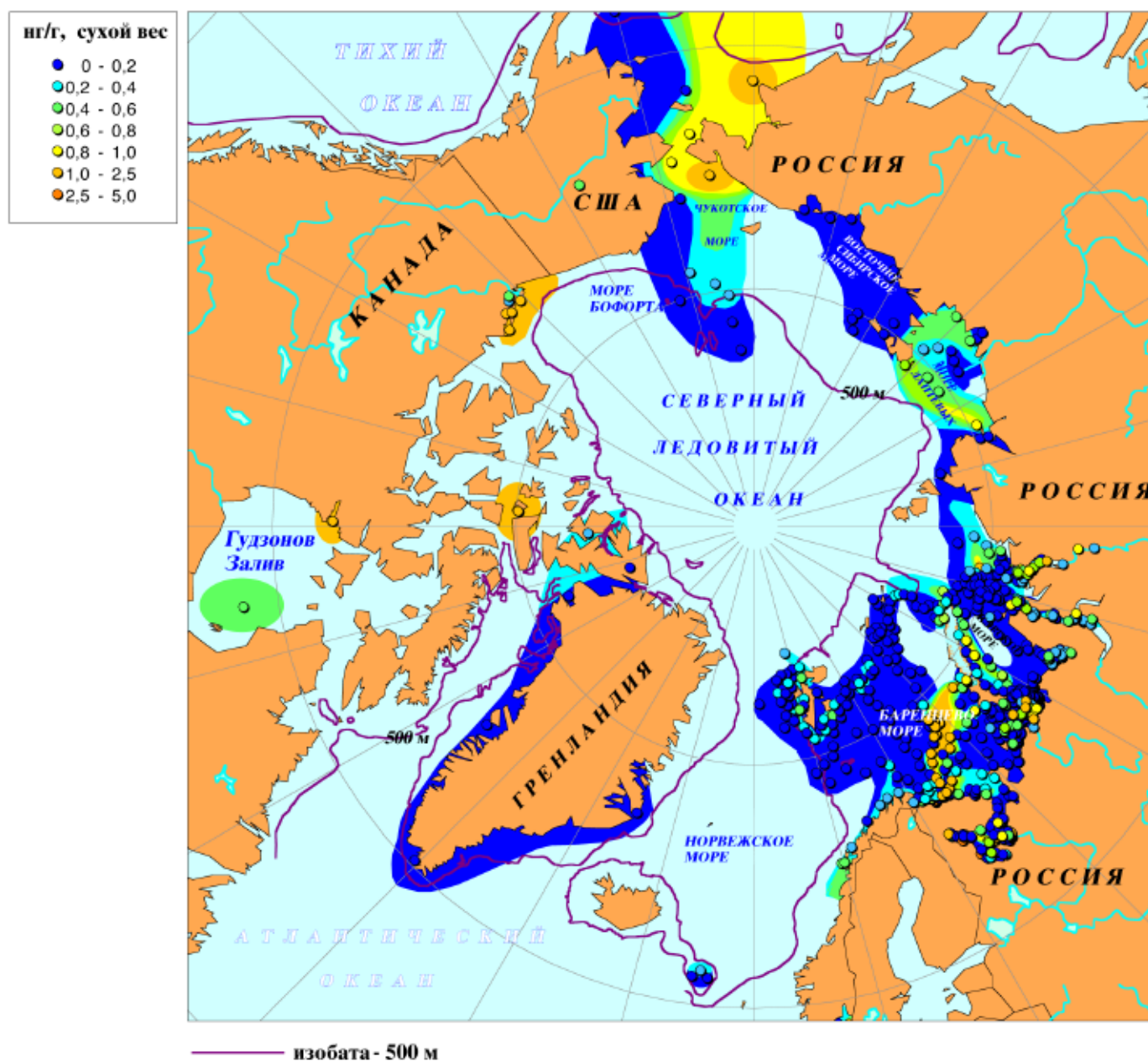


5.3 ДДТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ, 1985-1996 ГГ.



— изобата 500 м

5.4 ДДТ В ДОННЫХ ОСАДКАХ АРКТИКИ, 1984-1997 ГГ.



хлорорганических соединений приводят к нарушениям системы воспроизводства и иммунной системы, вызывает дисфункцию печени и повышает степень риска образования опухолей [Gilman et al., 1997a].

Многие из хлорорганических соединений являются полулетучими и имеют очень низкую растворимость в воде, поэтому они могут быть мобилизованы в состоянии пара или сорбированы тонкозернистыми частицами в атмосфере или в воде. При этом, становясь менее летучими при низких температурах, они стремятся к осаждению в течение зимы и переходят в газовую



Болотистая местность рядом с горой Мак-Кинли, Аляска

фазу летом, в конечном итоге перемещаясь все дальше и дальше на север в районы самых низких температур. В результате в северных районах преобладают более летучие хлорорганические соединения, тогда как менее летучие остаются в районе более теплых широт [Muir and Norstrom, 1994]. Это явление называют “холодным захватом” [Ottar, 1981; Wania and Mackay, 1993; Iwata et al., 1993].

Дихлордифенилтрихлорэтан

Дихлордифенилтрихлорэтан был введен в действие как инсектицид в 1939 г. [Clark, 1992]. Несмотря на то, что

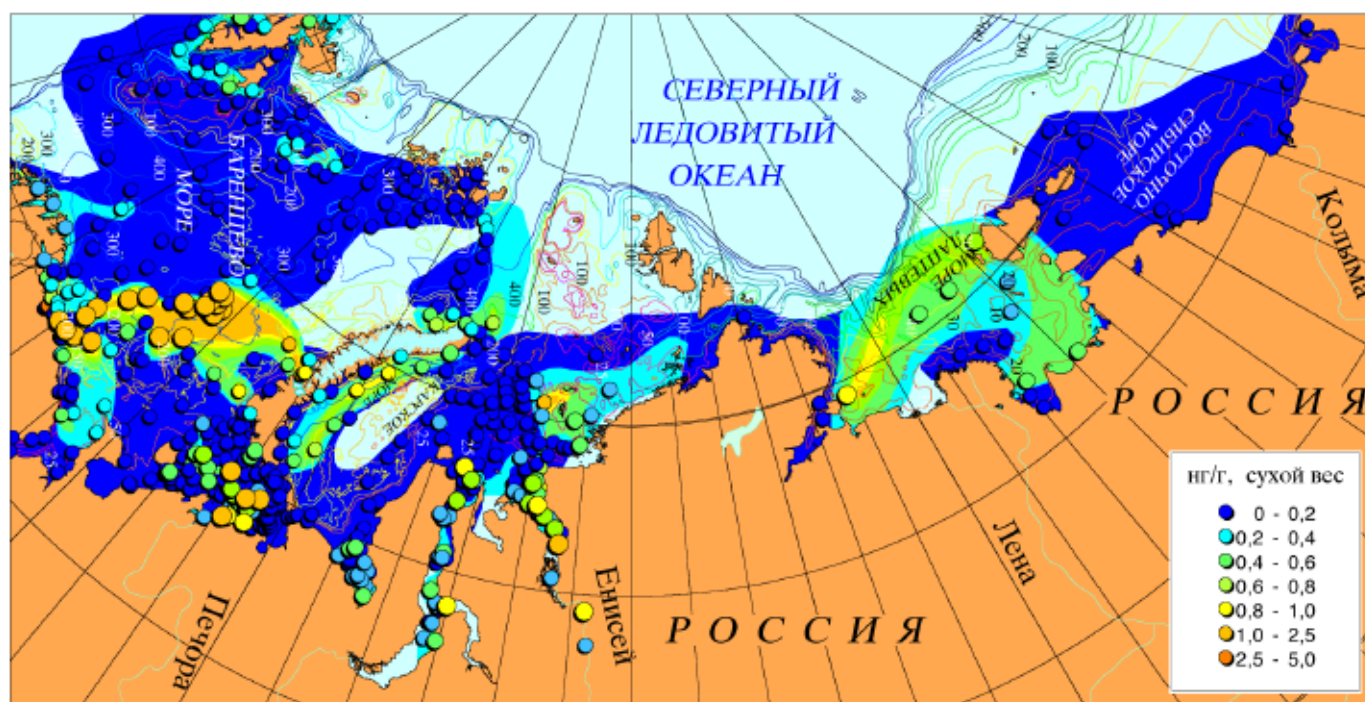
двадцать лет назад применение ДДТ было запрещено в Канаде, США и Европе в связи с его воздействием на природную среду и здоровье, однако он до сих пор производится и применяется в Южной Азии, Африке, Центральной и Южной Америке [Voldner and Ellenton, 1987]. Он также может применяться в некоторых частях

Сибири [Fedorov, 1997, World Wildlife Fund].

Промышленный ДДТ фактически производится из смеси ДДТ, дихлордифенилдихлорэтилена (ДДЕ) и дихлордифенилдихлорэтана (ДДД). Его свойства хорошего пестицида (устойчивость, низкая растворимость и низкая

стоимость) делают его опасным для окружающей среды [Clark, 1992]. ДДТ часто используется на полях в виде пыли или в виде взвеси в воде. Он может приобрести подвижность, сорбируясь мелкозернистыми частицами в водных потоках, и таким образом попасть в систему водоснабжения. В морской воде ДДТ контактирует со взвесью

5.5 ДДТ В ДОННЫХ ОСАДКАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ, 1984-1997 ГГ.



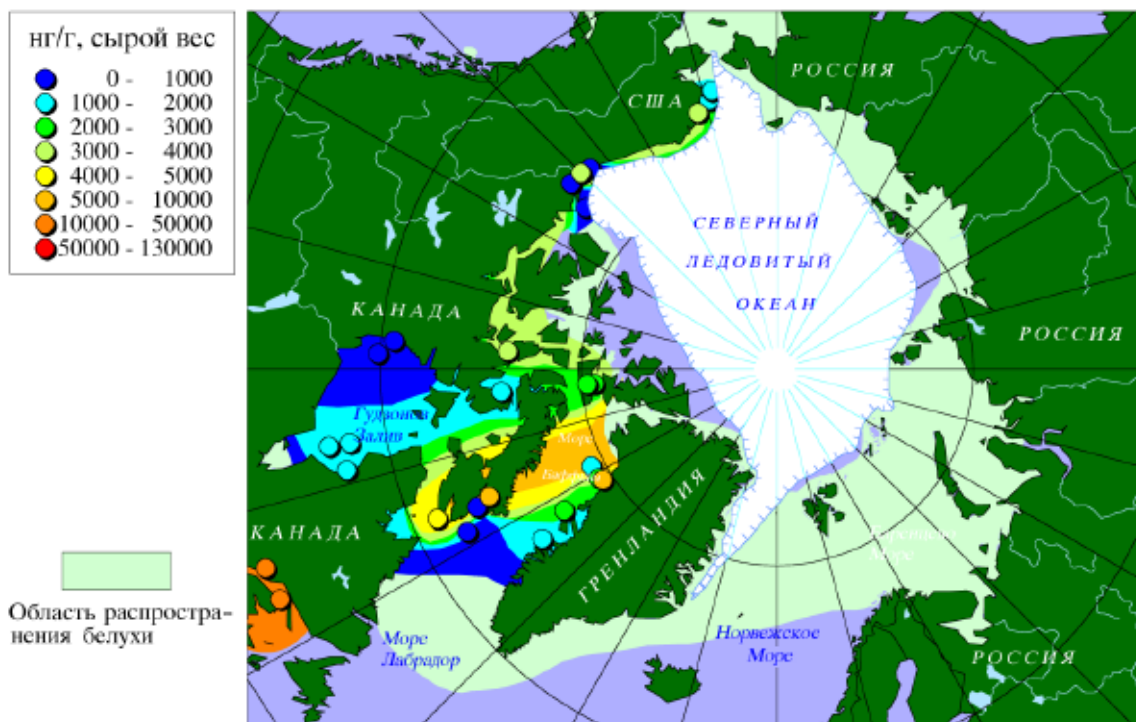
Отбор биологических проб

и осаждается на морское дно [Muir and Norstrom, 1994]. ДДТ также поступает в атмосферу во время распыления и испарения с опыленных полей. Он сорбируется частицами и переносится с атмосферной пылью и смогом [Jensen et al., 1997].

При попадании в организм ДДТ и его метаболиты накапливаются в жировых тканях и претерпевают биоконцентрацию в пищевой цепи. Они могут передаваться потомству через яйца, что приводит к рождению особей с увеличенными телами и высокими концентрациями ДДТ с рождения. ДДТ может также вызвать аномальное брачное поведение и привести к

5.6

ДДТ В ЖИРЕ БЕЛУХИ, 1983-1996 ГГ.

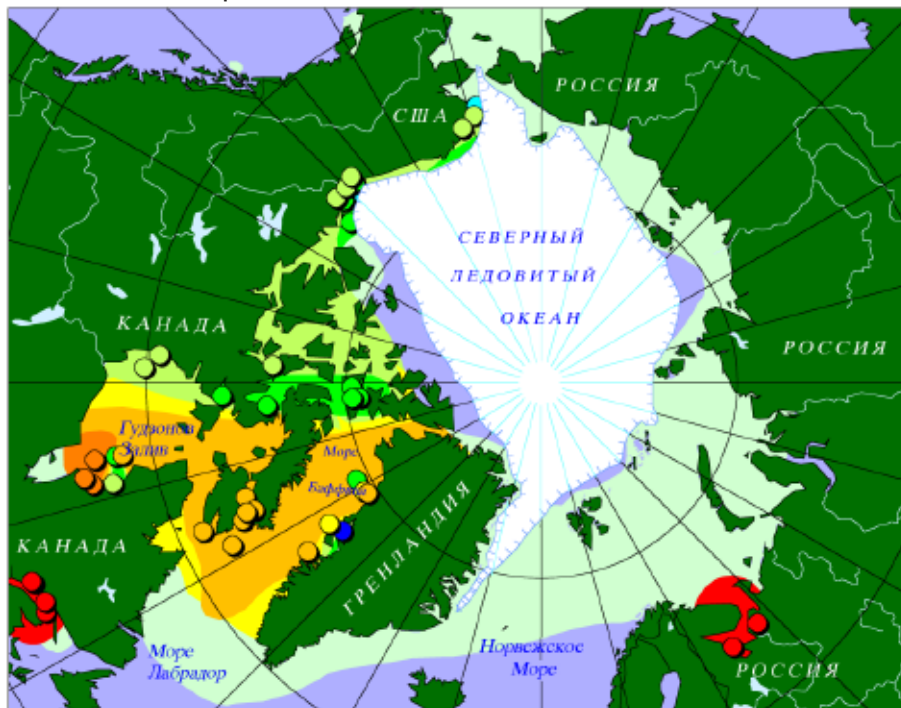


5.6А. САМКИ



5.6Б. САМЦЫ

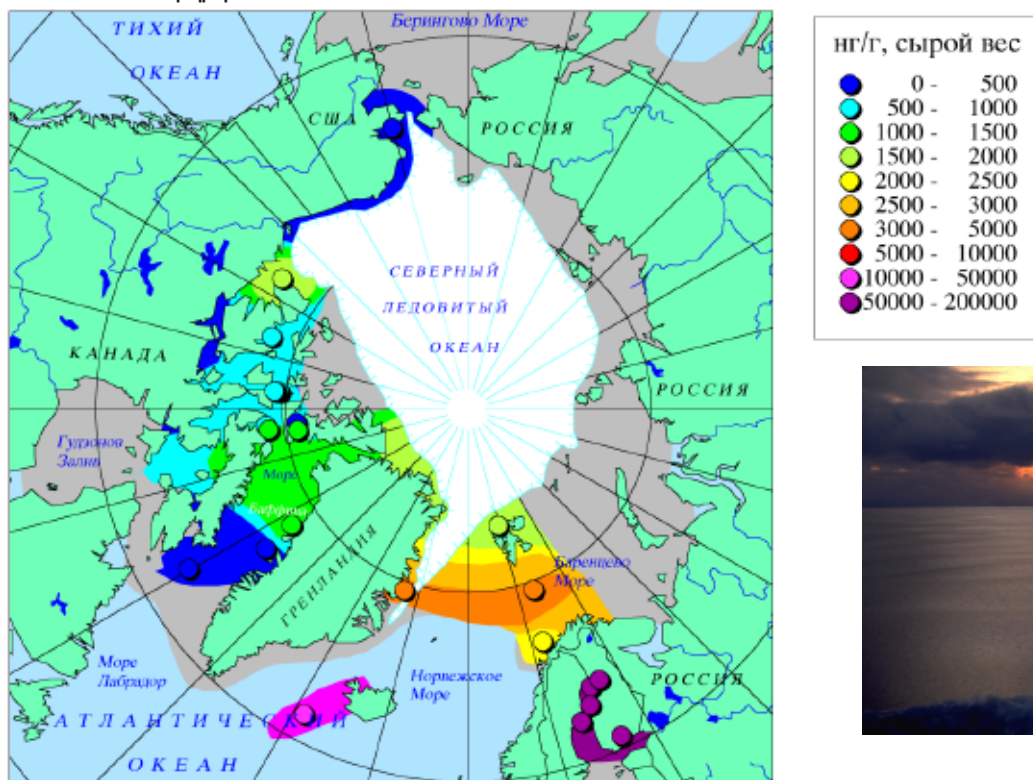
Дрейфующий лед в Северном Ледовитом океане



нарушениям воспроизводства при связывании с рецепторами эстрогена, что происходит в результате хронического загрязнения [Chambers, 1994].

Средние концентрации ДДТ в воде изменяются от 1000 до 10 000 пг/л в эстуариях и прибрежных зонах и от 100 до 1 000 пг/л в открытом море [Kennish, 1994]. Для центральной Арктики имеется очень небольшое количество данных. Уровни ДДТ в организмах белух обычно находятся в пределах от 1 000 до 10 000 нг/г на Аляске и в Канадской Арктике. Повышенные значения указывают на интенсивное в прошлом использование ДДТ в качестве пестицида в восточной Канаде и США [Muir et al.,

5.7 ДДТ В ЖИРЕ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ, 1970-1996 гг.



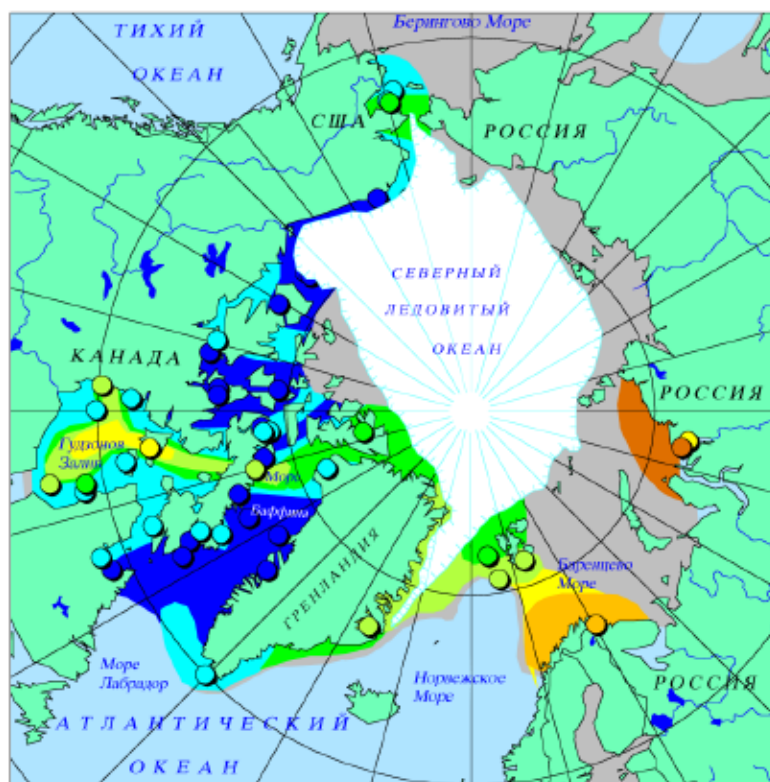
Новый лед к северу от Свальбарда

Область распространения
кольчатой нерпы

5.7А. 1970-1985 гг.



Тюлень у побережья Норвегии



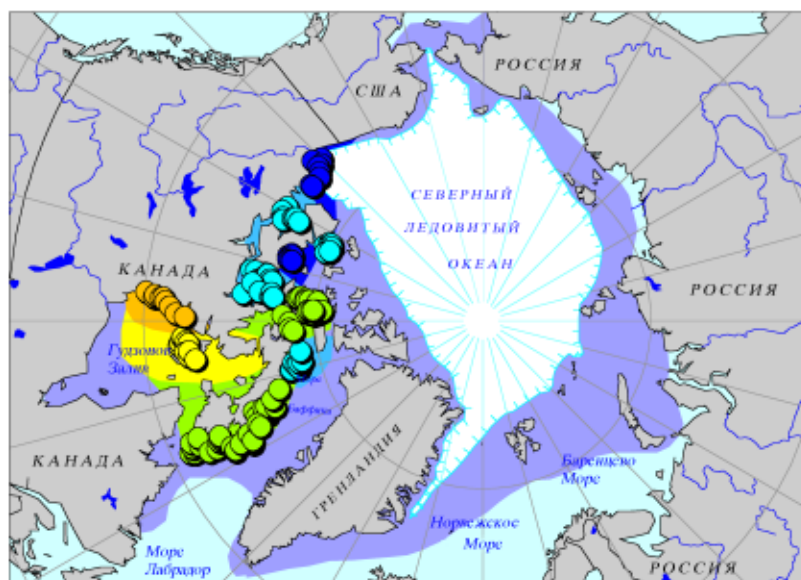
5.7Б. 1986-1996 гг.

Бычок-подкаменник у берегов
Норвегии

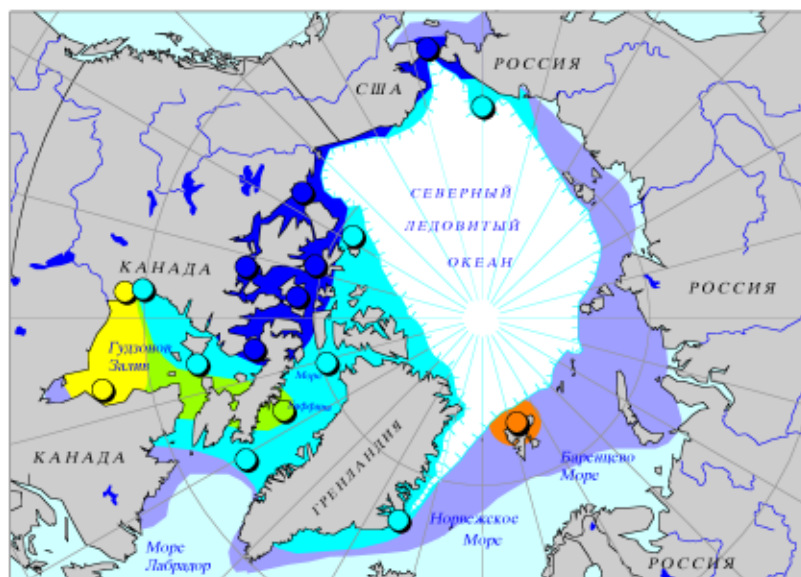
5.8 ДДТ В ЖИРОВОЙ ТКАНИ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ, 1969-1994 гг.



5.8А. 1969 г.



5.8Б. 1980-1989 гг.

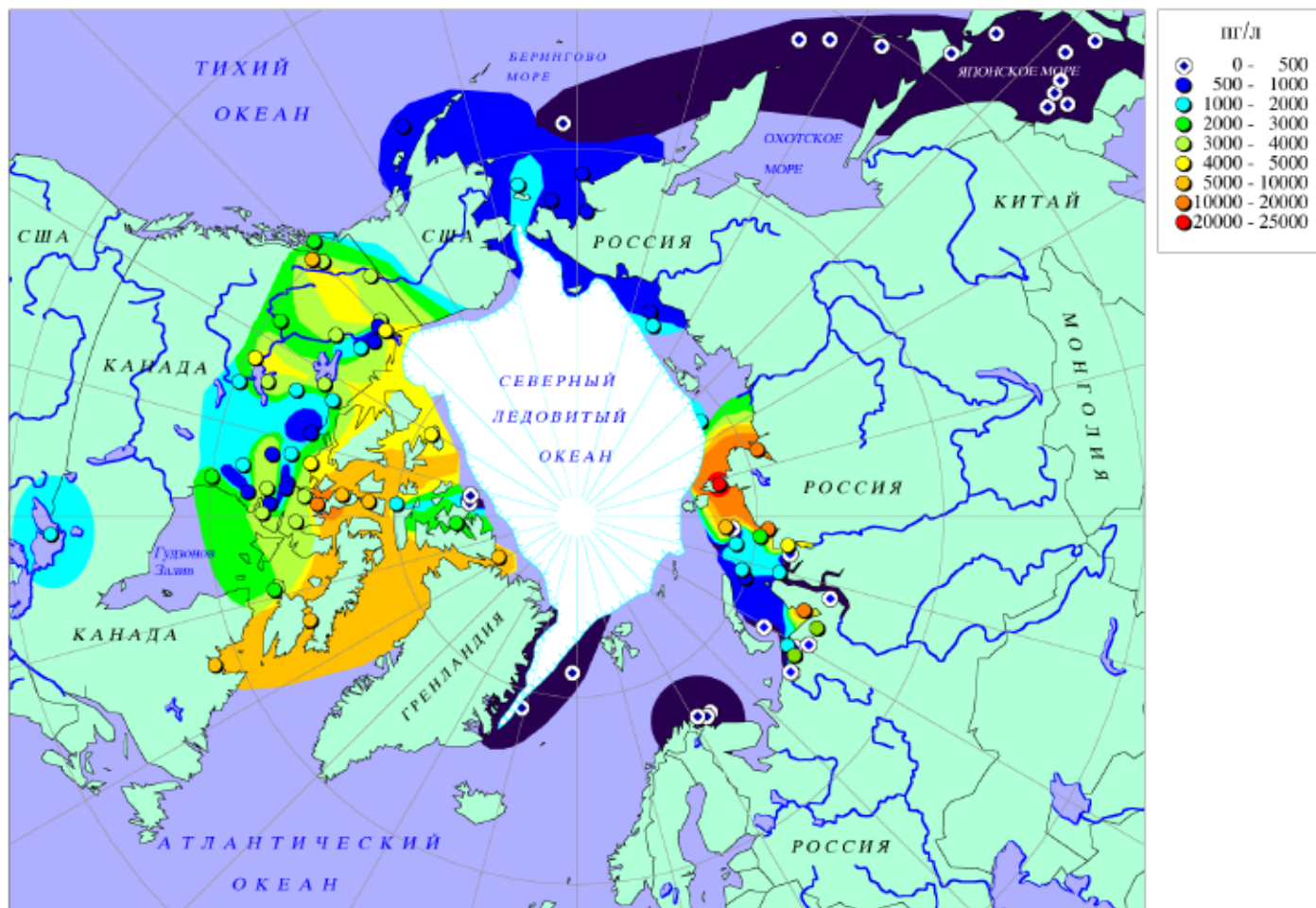


5.8В. 1990-1994 гг.

Скумбрия, Норвегия



5.9

ДДТ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ, 1985-1995 гг.
(ВКЛЮЧАЯ СВЕЖЕРАСТАВЛЯЮЩИЙ СНЕГ В КАНАДЕ).

1990]. Отмечаются повышенные концентрации ДДТ у белух в эстуарии Св. Лаврентия (до 123 000 нг/г) [Langlois and Langis, 1995] и в Белом море (64 000 нг/г) [Muir and Norstrom, 1994]. В США официальный уровень остаточного ДДТ в пищевых продуктах установлен на уровне 5 000 нг/г [Clark, 1992].

Извилистый горный ручей, Аляска

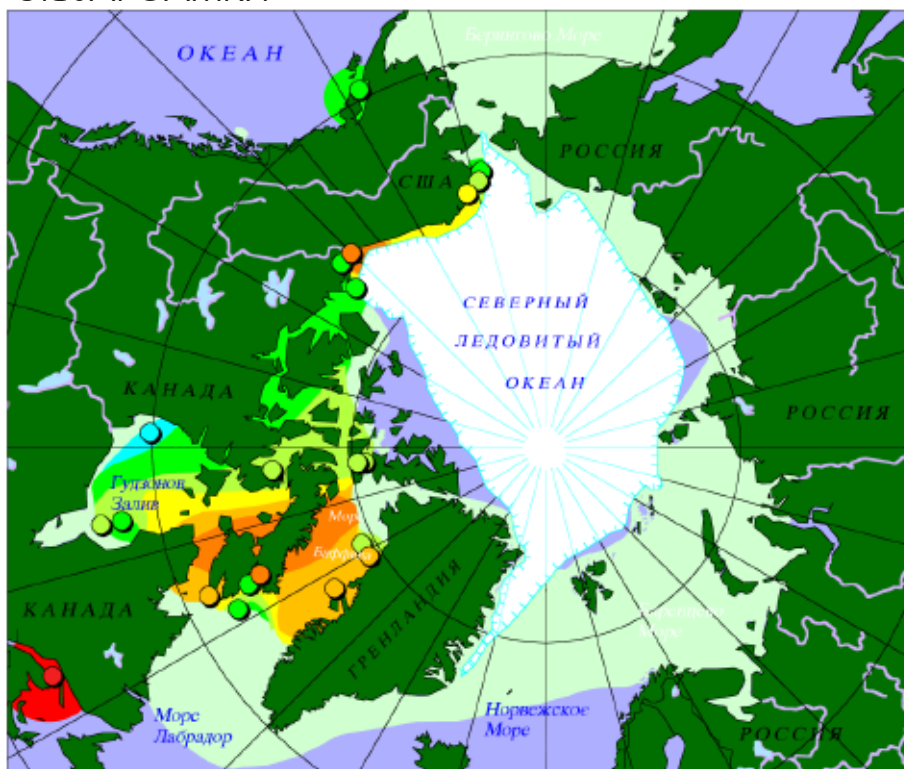
Полихлорированные бифенилы

Хотя производство полихлорированных бифенилов (ПХБ) в США было запрещено в октябре 1997 г., они продолжают использоваться в некоторых промышленных отраслях [Meyer, 1989; Clark, 1992]. Основными источниками ПХБ являются обрабатывающая промышленность, производство электроэнергии, трансформаторные станции и места захоронения отходов. В настоящее время источником большей части ПХБ в США и Западной Европе являются осадки, загрязненные ранее, а также результаты аварийной утечки в местах хранения и захоронения отходов. Как известно, ПХБ поступают в эстуарии рек в результате сбросов из промышленно развитых водосборных бассейнов и в результате осаждения из атмосферы. Военные отходы на базах линии дальнего раннего оповещения также вносят свой вклад в загрязнение ПХБ [Thomas et al., 1992].

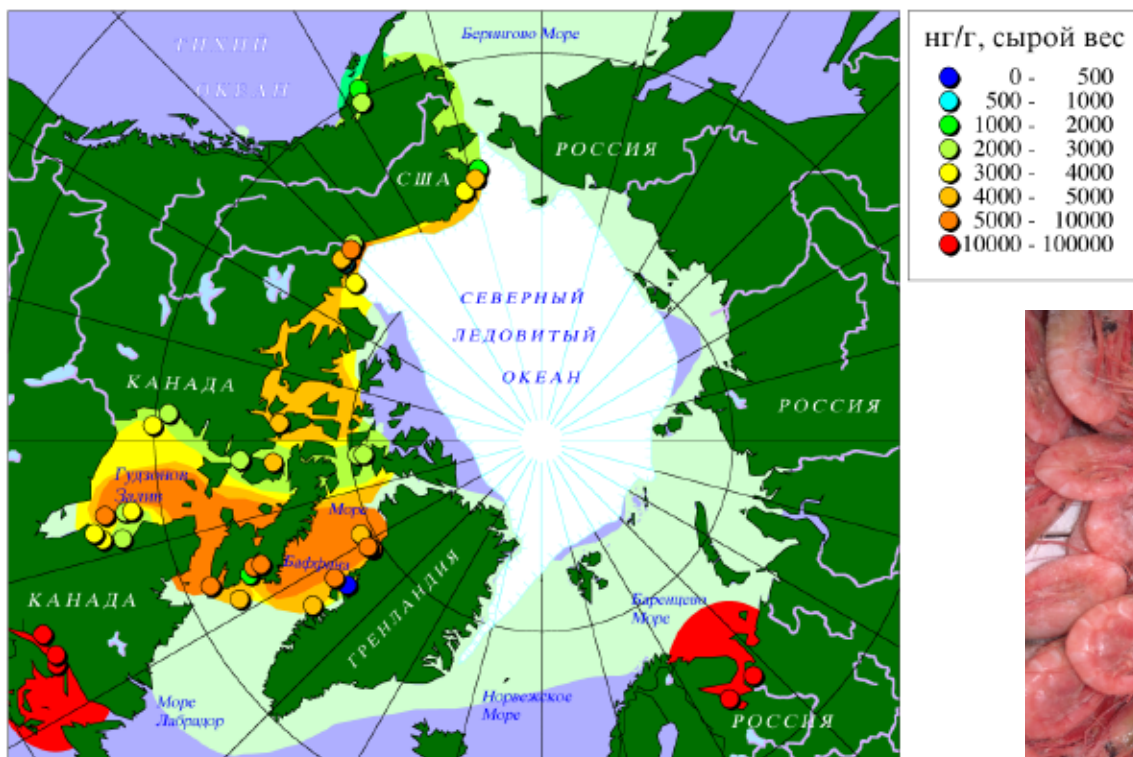
При попадании в организм

5.10

ПХБ В ЖИРЕ БЕЛУХИ, 1983-1996 гг.

5.10А. САМКИ

Область распространения белухи

5.10Б. САМЦЫ И САМКИ

Креветки, выловленные в Норвежском море

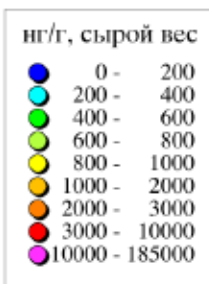
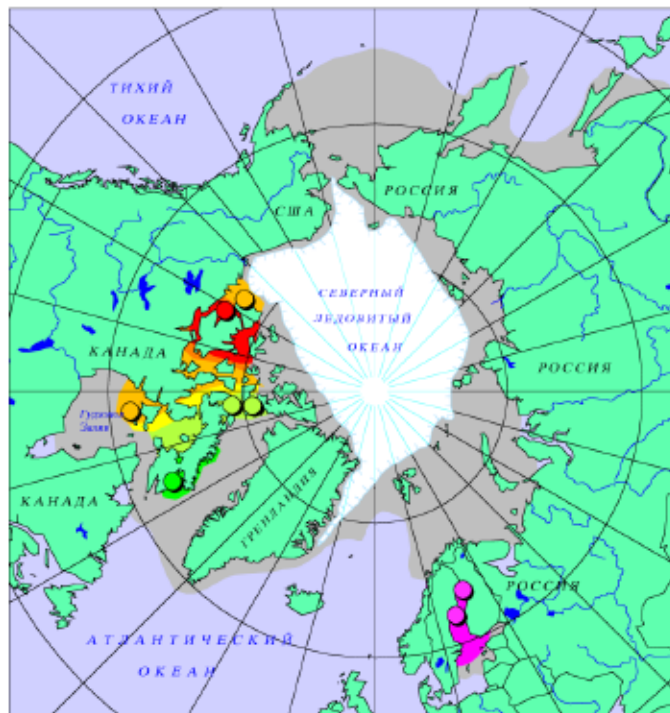
ПХБ распространяются в тканях вилочковой железы, легких, селезенке, почках, печени, мозга, мышц и половых органов и

вызывают патологические изменения в иммунной и репродуктивной системах. ПХБ вызывают нарушения в

поведении и воспроизводстве [Meyer, 1989] и классифицируются Агентством по защите окружающей среды США как “возможный канцероген” [USEPA, 1994]. Так как ПХБ могут преодолевать плацентный барьер и концентрироваться в материнском молоке, находящийся в утробе матери плод и вскармливаемые на материнском молоке дети подвергаются риску повышенного воздействия и являются наиболее уязвимыми к болезням [Dewailly et al., 1993]. Иммунотоксические эффекты ПХБ могут быть учтены для

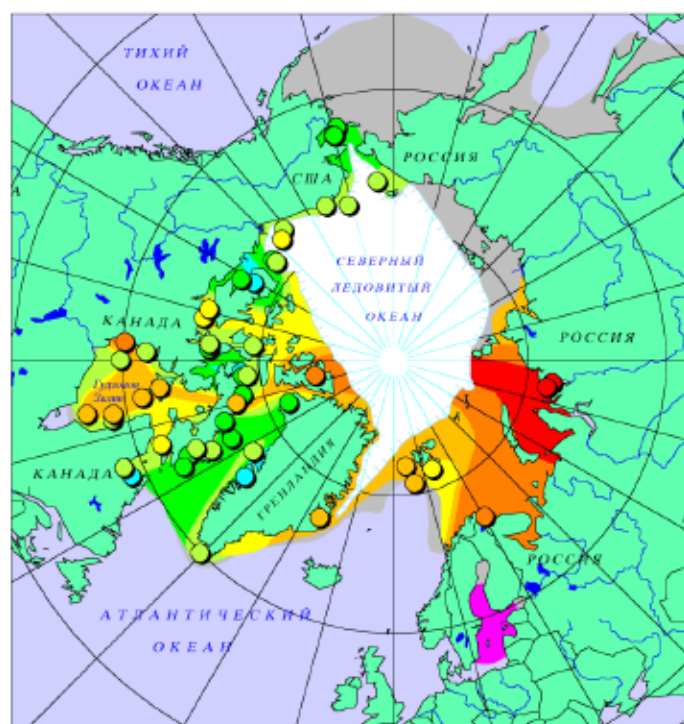
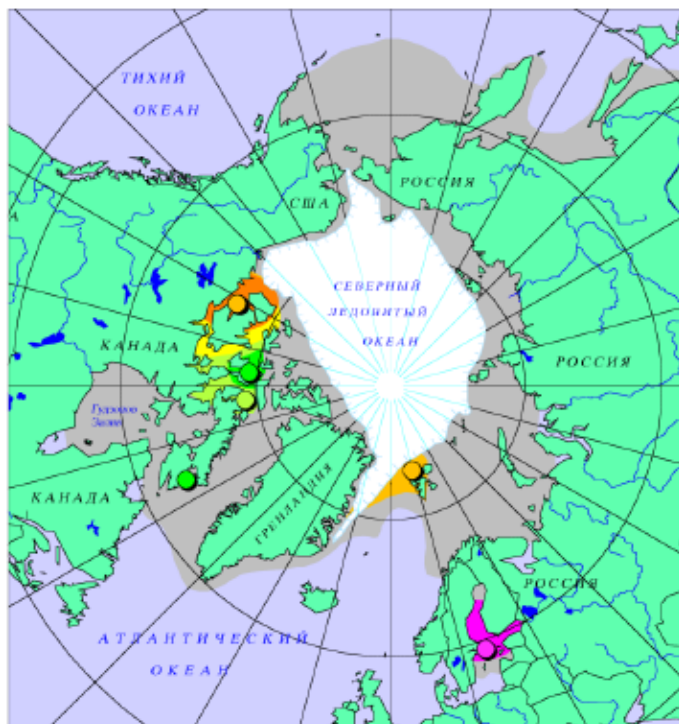
5.11 ПХБ В ЖИРЕ КОЛЬЧАТОЙ НЕРПЫ, 1968-1996 ГГ.

5.11А. 1968-1975 ГГ.



Область распространения кольчатой нерпы

Крабы, берег Норвегии



5.11Б. 1976-1985 ГГ.

5.11В. 1986-1996 ГГ.

понимания большого количества инфекционных заболеваний у детей инуитов в арктическом Квебеке [Dewailly et al., 1993].

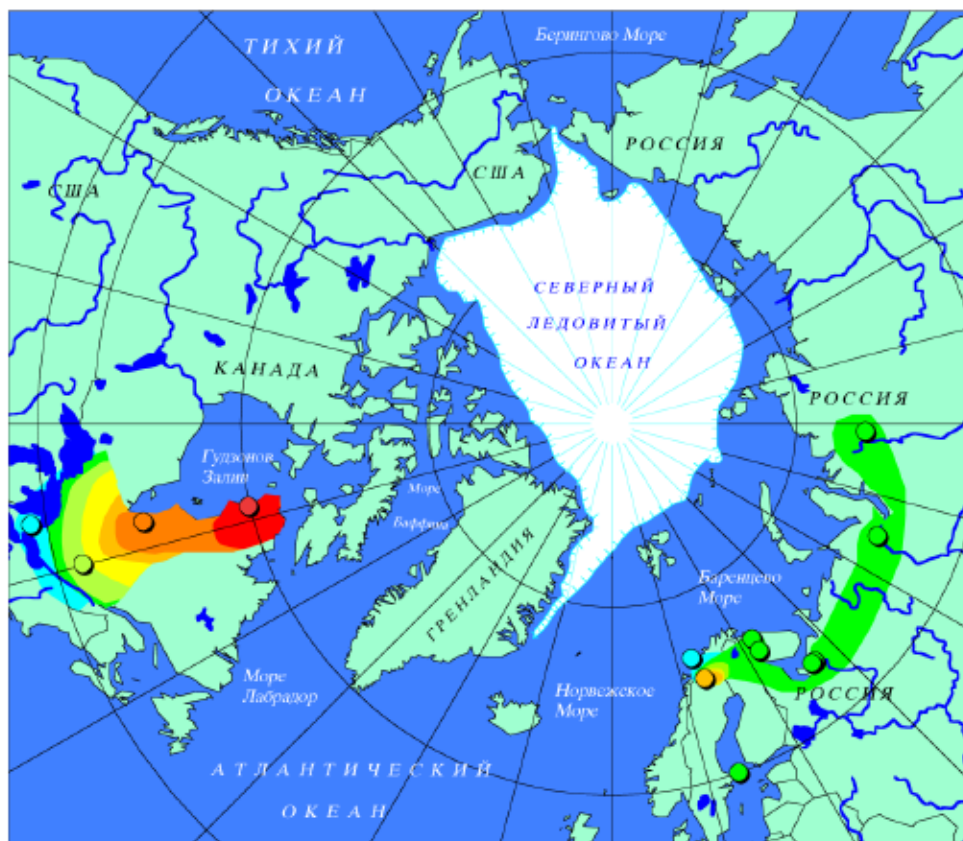
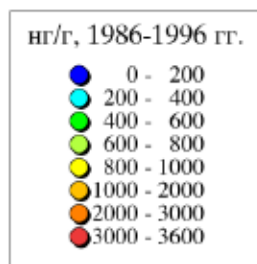
В арктической природной

среде повышенные концентрации ПХБ в воде (более 10 000 пкг/л) были обнаружены в некоторых прибрежных районах Карского и Лаптевых морей [Melnikov

and Vlasov, 1992]. Более низкие значения ПХБ наблюдались в районе Канадских Арктических островов [Gaul, 1989; Hargrave et al., 1988], однако в морском льду

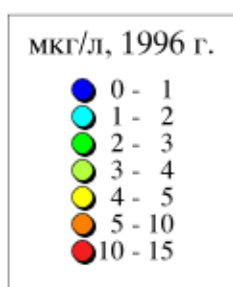
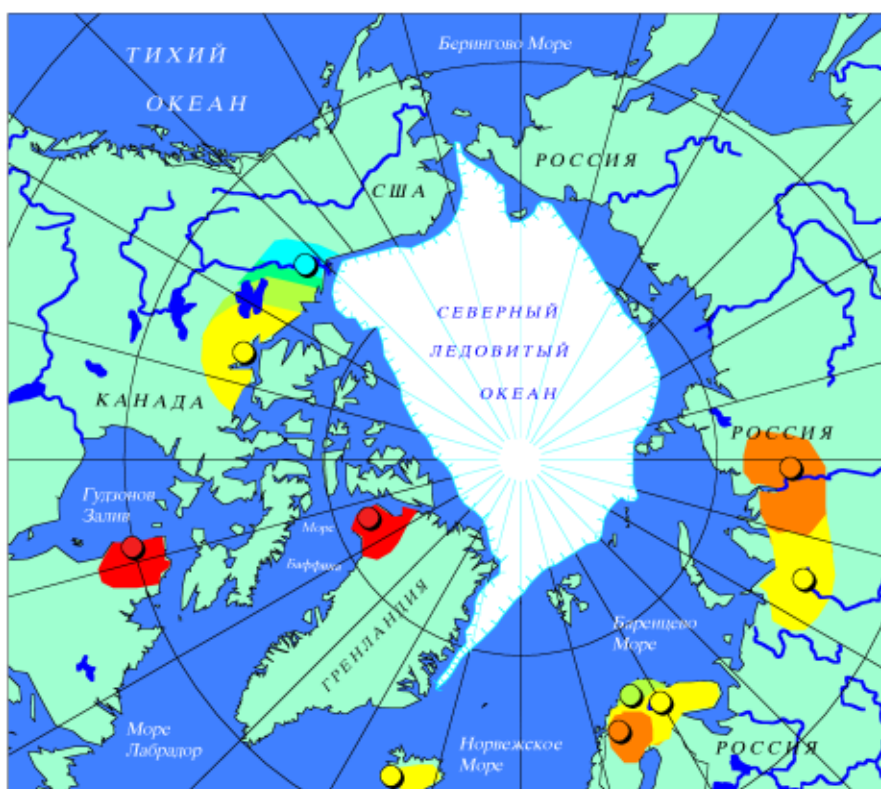
5.12

ПХБ В ЖЕНСКОМ ОРГАНИЗМЕ



Женщина и ребенок, Архангельск

5.12А. В ЖИРЕ МАТЕРИНСКОГО МОЛОКА



5.12Б. В ПЛАЗМЕ КРОВИ

Сибирская школьница



5.13 ПХБ В ЖИРОВОЙ ТКАНИ БЕЛОГО МЕДВЕДЯ, 1970-1996 гг. 5.13А. 1970-1979 гг.



здесь зафиксированы большие значения, чем в воде. Значения для морского льда к северу от Шпицбергена превышают 150 пкг/л, а для льда между Гренландией и Шпицбергеном составляют 2 500 пкг/л [Gaul, 1989].

В морской воде ПХБ сорбируются взвешенными частицами [Muir and Norstrom, 1994] и осаждаются вместе со взвесью на дно. ПХБ также накапливаются на границе между воздухом и морем в пограничном микрослое воды от нескольких верхних микрон до 1 мм. Здесь концентрации ПХБ могут быть в

5.13В. 1990-1996 гг.

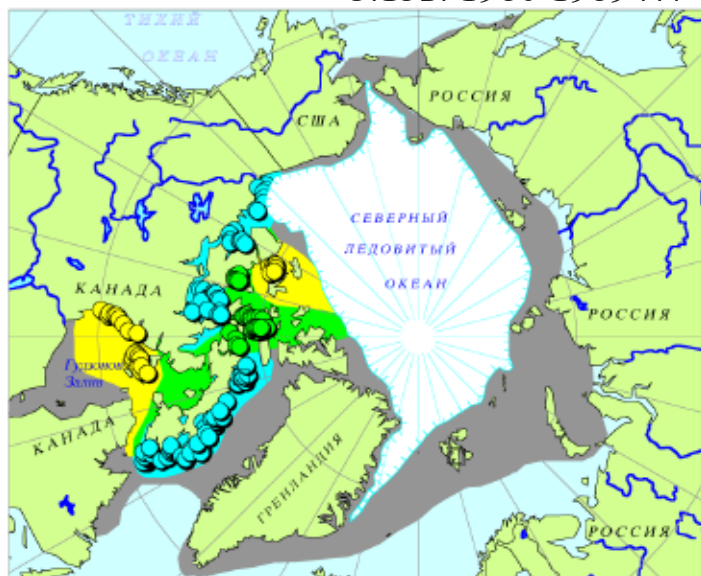


100 - 10 000 раз выше, чем в водной толще [Hardy, 1982].

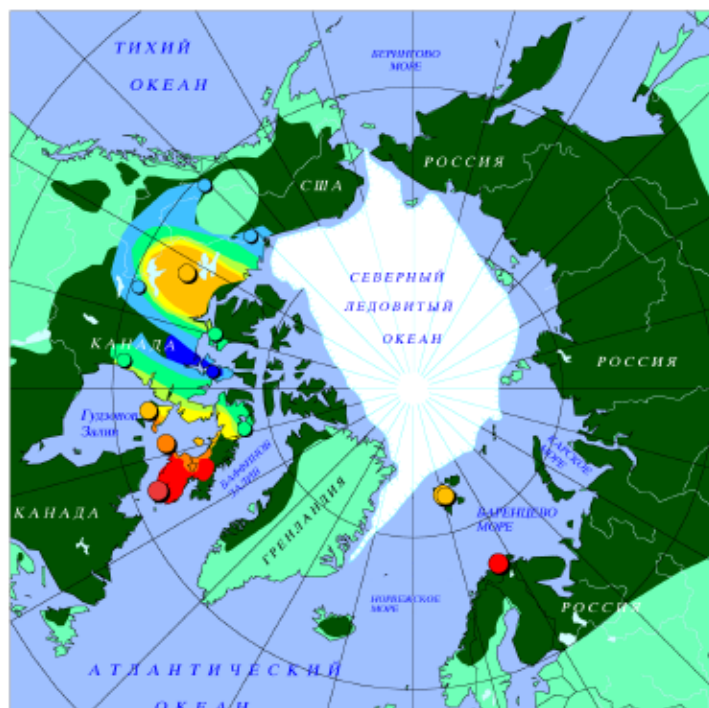
Белые медведи обычно имеют более высокие уровни ПХБ, чем остальные представители Арктической биоты [Muir and Norstrom, 1994]. Содержание ПХБ в жире белого медведя интенсивно изучалось в Канадской Арктике, где уровни относительно низки [Norstrom et al., 1988]. Концентрации в жировой ткани медведей достигают 20 мкг/кг (от общего объема липидов) в районе Шпицбергена, восточной Гренландии и в проливе Маккью [Jensen et al., 1997].

Согласно Дэвейли и др. [1993], концентрации ПХБ в молочном жире инуитских женщин арктического Квебека были близки к значениям,

5.13Б. 1980-1989 гг.



Норвежская ферма

5.14 ПХБ В ЖИРЕ СЕВЕРНЫХ ОЛЕНЕЙ,
1991-1997 гг.

нг/г, сырой вес

Область распространения
северных оленей

Девочка - жительница Аляски

5.15 ПХБ В ПЕЧЕНИ СЕВЕРНЫХ
ОЛЕНЕЙ, 1991-1997 гг.

Северный олень, хребет Брукса, Аляска



нг/г, сырой вес

Область распространения
северных оленей

обнаруженным в жире белух,
и в семь раз превышают
концентрации, полученные для
молока женщин южного Квебека.
Исследования национальных
меньшинств на острове Броутон

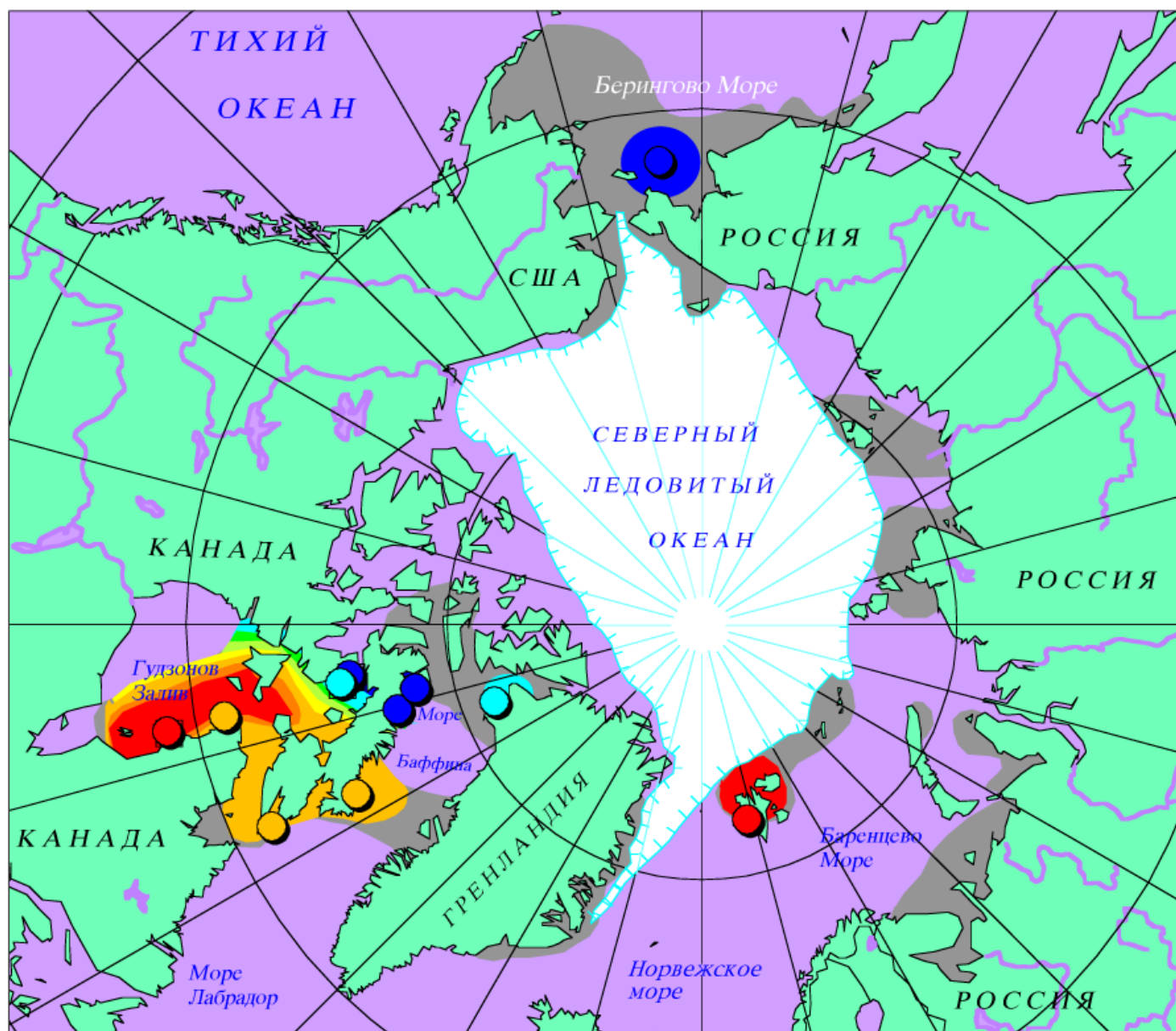
показали, что основной причиной загрязнения ПХБ для них является потребление нарвалов, тюленей, моржей и

карибу [Kinloch et al.,1992]. Установленный в Канаде приемлемый уровень содержания ПХБ в рыбе составляет 2 мкг/г

при недельном потреблении в размере четверти фунта (100 г) [Kinloch et al., 1992].

5.16

ПХБ В ЖИРЕ МОРЖЕЙ, 1987-1996 гг.



Область распространения моржей

нг/г, сырой вес

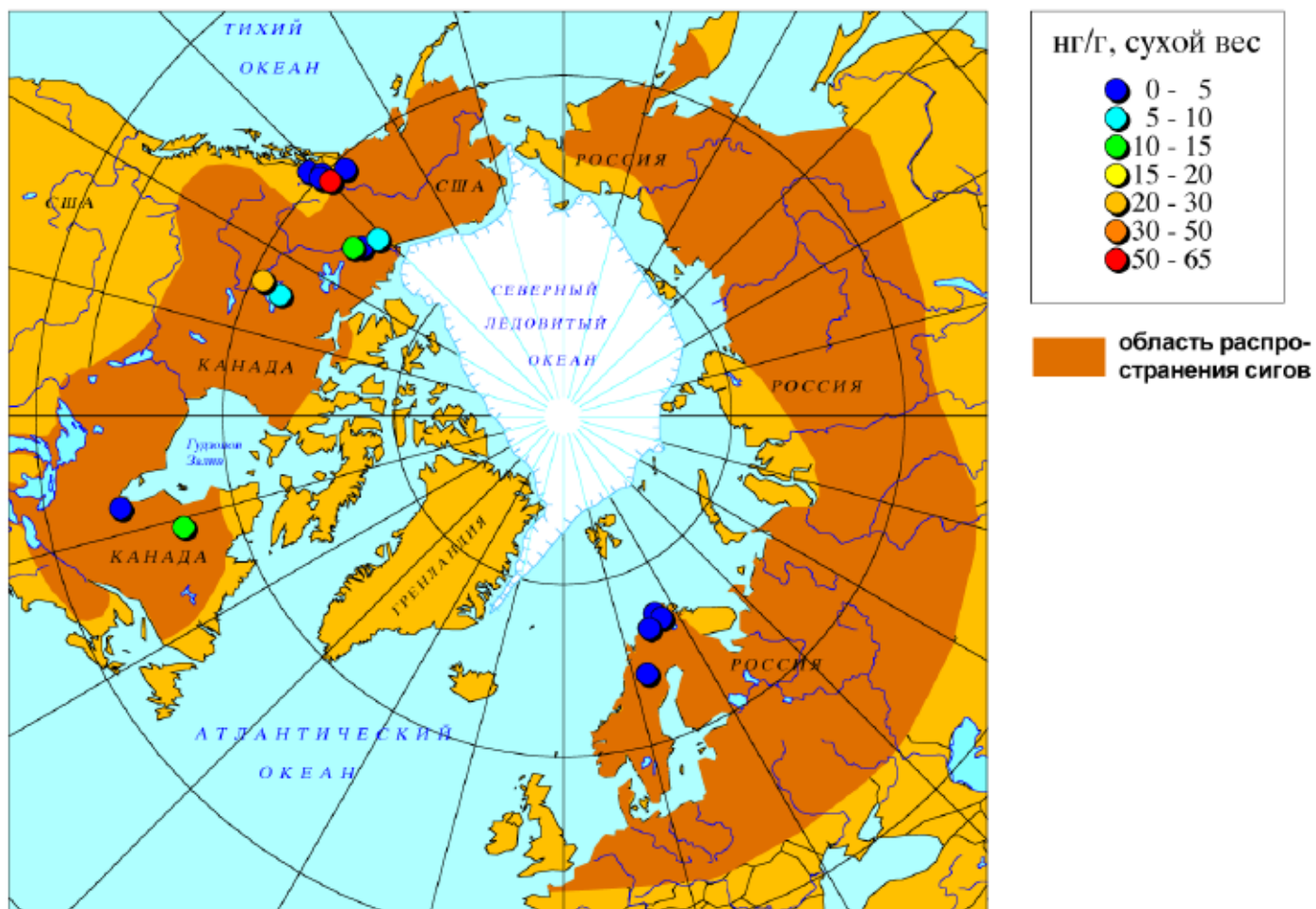
●	0 - 200
●	200 - 400
●	400 - 600
●	600 - 800
●	800 - 1000
●	1000 - 5000
●	5000 - 10000
●	10000 - 11800



Аляскинский копченый лосось

5.17

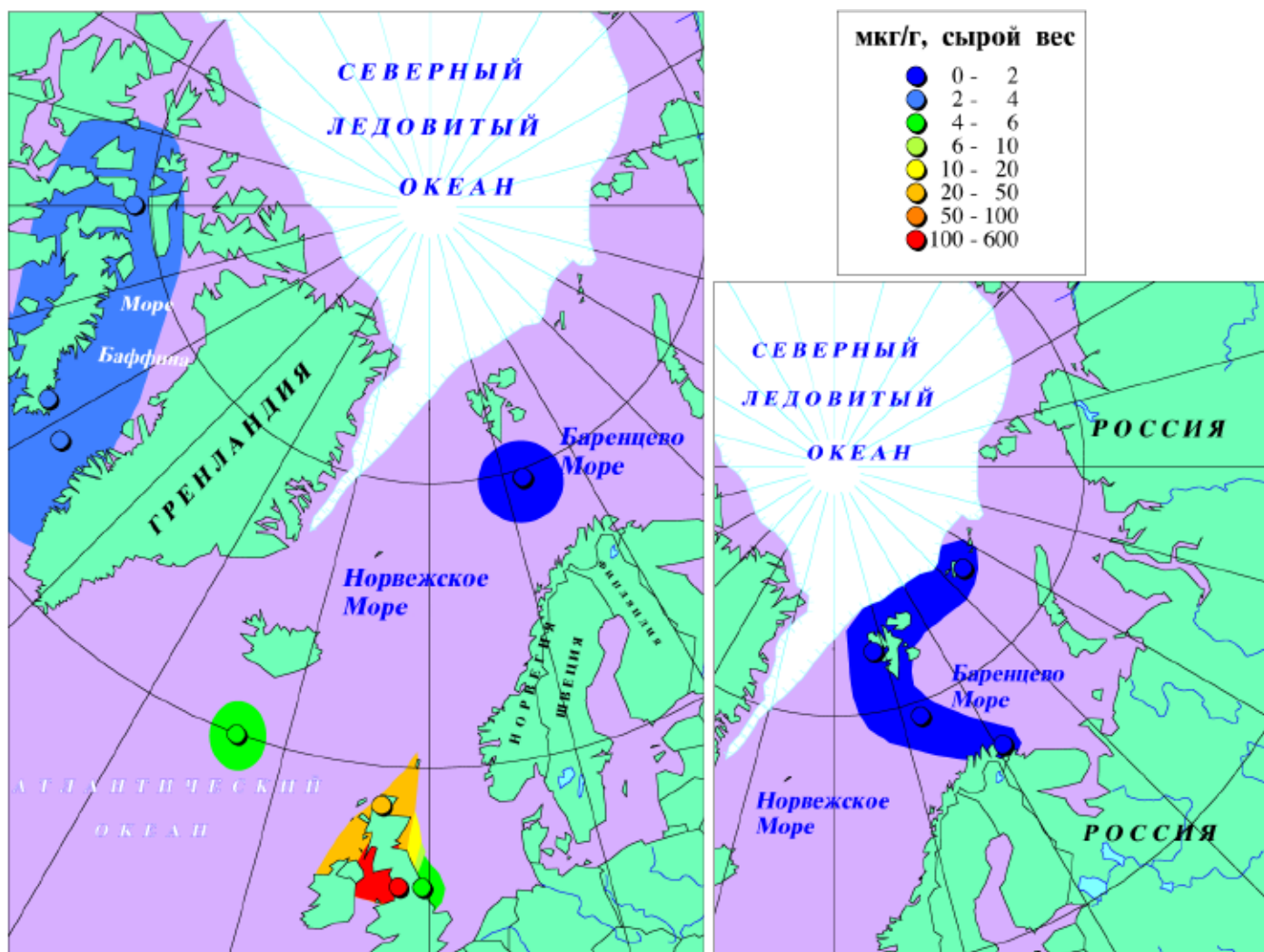
ПХБ В ТКАНЯХ СИГОВ, 1986-1994 гг.



Косяк сельди, норвежские прибрежные воды

5.18

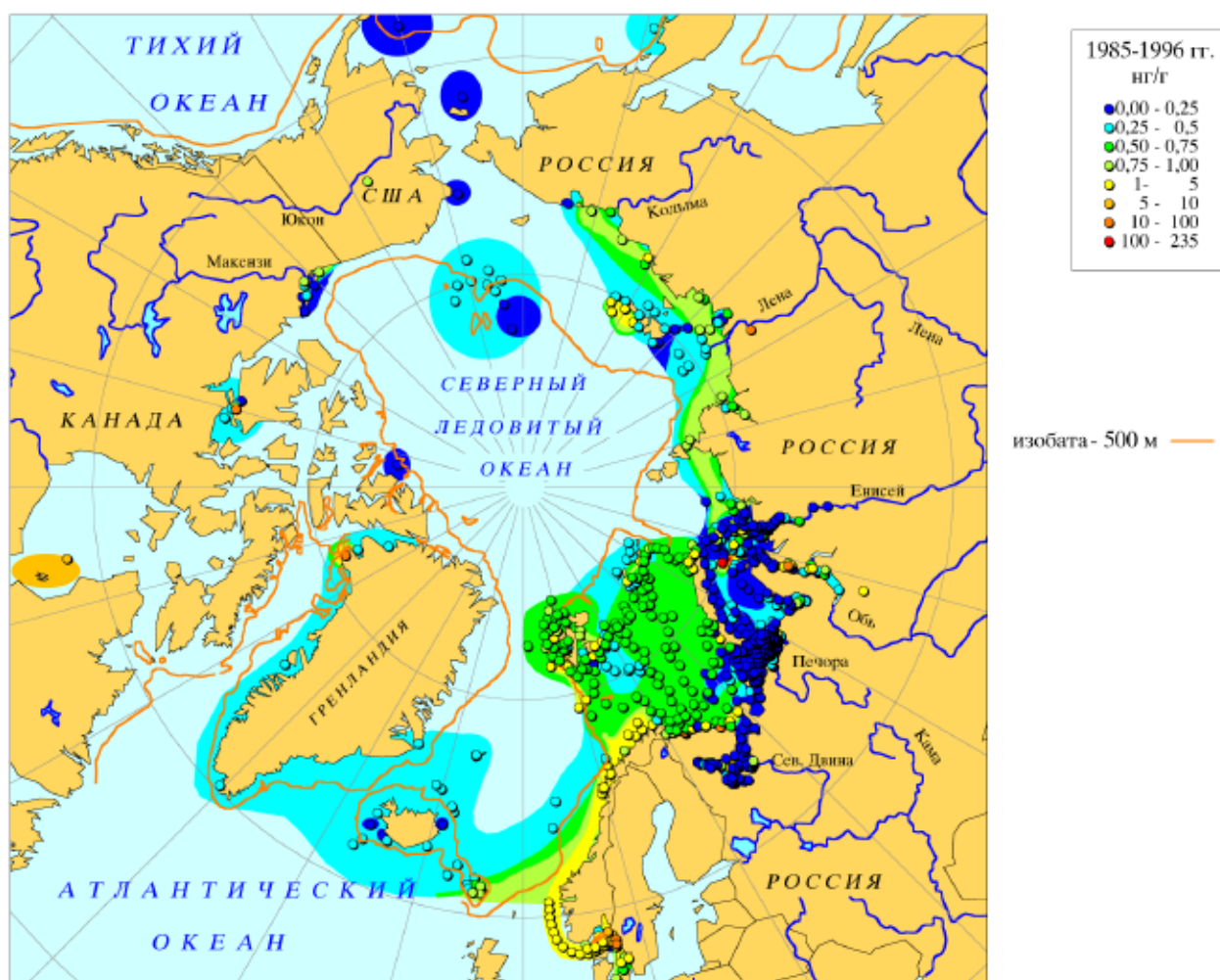
ПХБ В ПЕЧЕНИ МОЕВОК, 1971-1991 гг.



Город на берегу моря, Норвегия

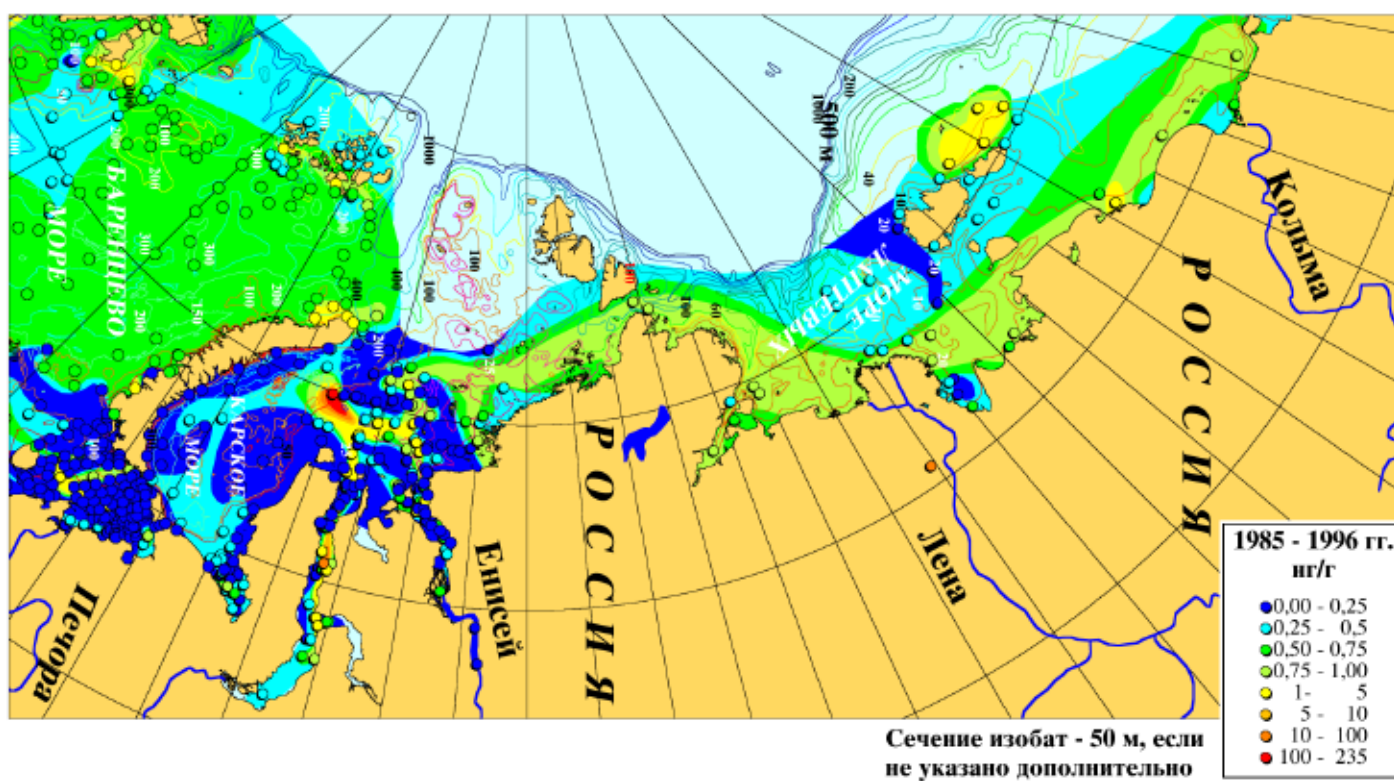
5.19

ПХБ В ДОННЫХ ОСАДКАХ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА



5.20

ПХБ В ДОННЫХ ОСАДКАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ



5.21

ПХБ в ДОННЫХ ОСАДКАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

