

Глава 6. Биологическое разнообразие АЗРФ

- 6.1. Общая характеристика
- 6.2. Характеристика биологического разнообразия и биологических ресурсов арктических морей России
- 6.3. Основные угрозы для биологического разнообразия арктических морей России и факторы, влияющие на устойчивое (неистощительное) управление биологическими ресурсами
 - 6.3.1. Баренцево море
 - 6.3.2. Белое море
 - 6.3.3. Карское море
 - 6.3.4. Арктические моря восточной части АЗРФ
- 6.4. Характеристика биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ
 - 6.4.1. Современное состояние биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ
 - 6.4.2. Основные факторы, влияющие на состояние биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ
 - 6.4.3. Ведущие параметры устойчивости арктической биоты и экосистем
 - 6.4.4. Оценка устойчивости ведущих биомов в арктических регионах и состояния их ассимиляционного потенциала
 - 6.4.5. Потенциальные угрозы и риски антропогенно обусловленной деградации наземных биоты и экосистем, с учетом возможных изменений климата и расконсервации вечной мерзлоты
 - 6.4.6. Прочие природные факторы современных изменений биоразнообразия и экосистем Арктики
 - 6.4.7. Вклад природных и антропогенных факторов в процессы деградации экосистем Арктики
 - 6.4.8. Основные антропогенные факторы изменения биоразнообразия и природных экосистем Арктики
 - 6.4.9. Основные тренды изменения биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ под воздействием природных и антропогенных факторов
- 6.5. Продуктивность и баланс углерода арктических экосистем как интегральные показатели их состояния в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности
 - 6.5.1. Природные и антропогенные факторы, влияющие на продуктивность и баланс углерода арктических экосистем
 - 6.5.2. Оценка запасов углерода в фитомассе и почвах арктических экосистем России.
 - 6.5.3. Общая оценка потоков углерода в экосистемах АЗРФ
 - 6.5.4. Оценка сезонной динамики углеродных потоков в тундрах России
 - 6.5.5. Подходы к оценке годовой эмиссии метана арктических экосистем России
- 6.6. Исследование биоразнообразия и природных экосистем АЗРФ в рамках международных и отечественных научных проектов и программ
 - 6.6.1. Научные проекты по проблемам сохранения биоразнообразия АЗРФ.
 - 6.6.2. Исследования и экспериментальные работы по реабилитации экосистем, нарушенных хозяйственной деятельностью в АЗРФ
 - 6.6.3. Исследования биоразнообразия российской Арктики в рамках научной программы Международного Полярного Года 2007-2008 годов
 - 6.6.4. Исследования биоресурсов российской Арктики в рамках научной программы Международного Полярного Года 2007-2008 годов
- 6.7. Оценка (прогноз) возможных изменений биоты и сухопутных экосистем и перспективы международного сотрудничества в данной области
 - 6.7.1. Охрана редких экосистем и редких видов растений и животных Арктики
 - 6.7.2. Приоритеты и перспективные направления международного сотрудничества в области сохранения сухопутной биоты и экосистем Арктики

6.1. Общая характеристика

Арктика в границах Российской Федерации, как совокупность морских и сухопутных экосистем – местообитаний арктической биоты, включает Северный Ледовитый океан и его моря (Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские о-ва и о. Врангеля, а также северное побережье Евразия. Южную границу Арктики в отношении специфики сохранения морского и наземного арктического биоразнообразия, связывают с распространением арктических видов флоры и фауны. В отношении морей и рек бассейна Ледовитого океана однозначно можно говорить о принадлежности к АЗРФ Белого моря и, например, Беренгова пролива, заливов, эстуарии нижнего течения рек Печоры, Оби, Енисея, Лены, Яны, Индигирки, Колымы. Для выделения южной границы суши АЗРФ критерии в разных ее секторах могут быть неодинаковыми. Так в горных регионах Кольского полуострова, Полярного Урала, п-ва Чукотка арктические условия проявляются в более южных районах. На равнинах северо-востока Сибири именно граница низменностей и горных массивов становится естественной границей распространения арктических условий и местообитаний арктической биоты. В некоторых случаях, хозяйственная деятельность прямо и опосредованно (через изменение регионального климата) повлияла на расширение границ АЗРФ на суше за счет уничтожения древостоя в лесотундре (за счет вырубki, подаров, выпаса домашних оленей) и создания полосы относительного безлесья, особенно в Европейской части России, где тундровая зона существенно шире ее природного ареала.

Особенность Арктического бассейна в границах АЗРФ – постоянное присутствие морского льда. В период его максимального сезонного распространения, лед может покрывать всю поверхность океана и морей (за исключением Баренцева моря и Сибирской полынь), а в конце лета его площадь сокращается примерно вдвое. Центральная часть Северного Ледовитого океана всегда покрыта льдом, который находится в постоянном движении. Проходы во льду и свободные ото льда участки могут образовываться в любое время года, тогда как летом наиболее часто создаются такие условия, что на поверхности океана плавают разреженные паковые льды. Для морской арктической биоты, адаптированной к низким температурам и наличию морских льдов, любые отклонения от природной цикличности в их динамике может стать критичным фактором в определении численности и распространения.

Арктическая суша представлена наиболее типичными ландшафтами высоких широт: лесотундра – переходная от тайги к тундрам полоса, тундровая зона с подзонами южных, типичных и арктических тундр; зона полярных пустынь. На их территориях развиты все основные характерные для Арктики типы и варианты экосистем, почв, растительных сообществ. В горных массивах этих природных зон представлены высотнопоясные варианты тундр и полярных пустынь – оро-тундровые и оро-полярно-пустынные ландшафты, а также петрофильные группировки на разных горных породах. Среди интразональных ландшафтов лидирующие позиции занимают долинные комплексы северных рек, текущих преимущественно с юга на север и служащие своеобразными экологическими коридорами для продвижения более южной бореальной флоры и фауны в Арктику. Здесь представлены специфические ландшафты кустарниковых зарослей – ивняковых, березковых, тополевых, чозениевых, лугов, низинных

болот и даже псаммофитных группировок на раздуваемых аллювиальных песках.

Кроме того, весьма значительна в Арктике роль болот, среди которых широкое распространение получили такие типы болот, как прибрежные засоленные и придельтовые марши, пушицево-осоковые, осоковые, дюпонциевые минеральные болота, осоковые кочкарные, сфагново-гипновые - бугристые, полигональные, валиковые и бугорковатые. В последние годы заметно возросла роль антропогенных вариантов тундр, лугов

Все это многообразие ландшафтов и экосистем служит местообитаниями уникальной арктической сухопутной флоры и фауны. По оценкам академика Ю.И. Чернова (2004), базирующихся на результатах исследований российских флористов и фаунистов, в Арктике представлено примерно 25 000 – 26 000 видов, т.е. около 1,5% описанных видов современной биоты Земли, но суммарная представленность собственно арктической биоты, по-видимому, должна быть в пределах 0,6-0.7% (Чернов, 2004).

Эта диспропорция между долями площади (площадь Арктики - около 4% площади Земли) и видового богатства обусловлена общим снижением таксономического разнообразия от тропиков к полюсам в связи с уменьшением количества климатического тепла, но также и другими факторами, в частности связанными с генезисом арктической биоты (Чернов, Пенев, 1993; Чернов, 2003).

Около половины видового богатства арктической биоты приходится на долю животных. Из них 6 000 - 7 000 - наземные (во многих группах разделение на водных и наземных, также, как на пресноводных и морских весьма условно). Половину видов наземных животных составляют насекомые, на долю которых приходится всего 16 % всей биоты Арктики. Относительное видовое разнообразие животных в Арктике значительно ниже, чем на Земле в целом. В мировой биоте на долю животных по разным оценкам приходится около 75%, а на долю насекомых - не менее 50 %. В большинстве случаев различия относительного разнообразия можно весьма корректно объяснить, исходя из особенностей биологии соответствующих групп организмов. Так, Ю.И. Черновым (1984, 1988, 2003) было показано, что в арктической биоте повышается доля групп, занимающих относительно невысокий эволюционно-филогенетический уровень. Во флоре Арктики около 2 300 видов сосудистых растений (0,8 их мирового богатства), 900 - мохообразных (3, 6%) и 1660 - лишайников (10,7 %). Данный ряд представленности безусловно демонстрирует повышение толерантности примитивных форм к тепловому климатическому пессимуму и соответствуют нашим представлениям о преимуществах толерантных адаптивных стратегий в высоких широтах и о снижении доли в биоте Арктики наиболее прогрессивных таксонов, составляющих основу биоразнообразия Земли (Чернов, 2004). Веским аргументом к этому служит высокий уровень представленности лишайников и мохообразных, а также сравнение относительного видового богатства 3-х групп животных, наиболее успешно освоивших высокие широты. Энтомофауна Арктики составляет всего 0,3% этого таксона в глобальном масштабе (Табл. 6.1), разнообразие рыб, явно менее зависящих от климата - около 2, 0 %, а птиц, покидающих зимой высокие широты - 2,8% (Chernov, 1995; Чернов, 1995, 1999, 2004).

Таблица 6.1. Глобальное биоразнообразие Земли и оценка в нем доли основных групп биоты АЗРФ Арктики

Царство	Тип (фила)	Число описанных видов: на Земле/в Арктике	Оценка доли (%) биоты АЗРФ Российской Арктики
Позвоночные животные	Млекопитающие	4 630/75	1,6
	Птицы	9 946/240	2,8
	Рептилии	7 400/1	0,01
	Амфибии	4 950/2	0,04
	Рыбы и круглоротые*	25 000/430	2,0
Животные беспозвоночные	Насекомые	963 000/400	0,3
Грибы		72 000/3 000	0,4
	Растения	Покрытосеменные	270 000/2 300
	Лишайники	17 000/2 000	11,7
	Мохообразные	16 100/900	5,6
ИТОГО		1 750 000/(25 000 - 26 000 видов)	1,3-1,4

Российские исследования по типологии и зональная структура растительного покрова и животного населения, климатические градиенты и климатоогенным трендам биоразнообразия Арктики имеют давние традиции. Но следует признать значительную неоднозначность трактовок многими отечественными и зарубежными авторами основных ландшафтно-зональных категорий (зона, подзона) и их границ в северных регионах России. Российские специалисты (прежде всего биологи и с некоторой осторожностью в оценках – географы) рассматривают структуру и пространственные закономерности биоразнообразия Арктики как результат маргинального положения в глобальных трендах биоразнообразия, как обостренное выражение глобальных тенденций (Chernov, Matveyeva, 1997, Чернов, 1999). Исследование связей трендов биоразнообразия с широтными градиентами климатического тепла может найти широкое применение в прогнозировании и моделировании влияния климатических изменений на биоту и экосистемы Арктики. Важно, что эти исследования проводятся на материалах самых разных групп организмов, например - сосудистых растений и мохообразных (Матвеева, 1997; Ребристая, 1998), пауков (Есюнин, 1998, 2000), птиц (Чернов, 1999), насекомых (Чернов и др., 2000, 2001), коллембол (Бабенко, 1999), клещей (Макарова, 2001) и др.

На территориях и акваториях АЗРФ обитает до 80% от этого разнообразия. Поэтому проекты, направленные на изучение, сохранение и устойчивое использование биоразнообразия и биологических ресурсов в АЗРФ могут рассматриваться как репрезентативные для всей

циркумполярной области.

В последние годы здесь заметно расширилась экономическая активность, что грозит существенным расширением площади нарушенных земель и фрагментацией природных экосистем и местообитаний. Сохраняется негативные тенденции в поддержании традиционного хозяйства аборигенного населения АЗРФ. Российской Арктики Все это налагает на Россию особую ответственность при выполнении в арктических регионах ВЗРФ требований Конвенции о биологическом разнообразии, программ Арктического совета, Европейского Союза (например, «Северного измерения», Тишков, 2002), «Северного Форума», арктических программ крупных природоохранных организаций и фондов – ВВФ, МСОП, ГЭФ и др.

Видовое богатство Арктики распределяется по основным таксономическим группам следующим образом: грибы – 3000, водоросли – 2000, лишайники – 2000, высшие растения – 2300, простейшие животные – 1500, многоклеточные животные – 13 000. Почти 60% арктической биоты – животные, из них примерно 6000 – наземные. Примерно такое же разнообразие характерно и для морской фауны АЗРФ (Sirenko, 2001).

Число видов *млекопитающих* во всей Арктике оценивается от 50 до 75 (около 15 из них - китообразные и ластоногие). В российской части Арктики их число достигает 60 видов. Число видов *птиц* во всей Арктике примерно - 240 видов, из них на территории России гнездится около 200. Вся *ихтиофауна* Арктики в циркумполярном объеме оценивается в 430 видов. Из них 115 видов обитает в пресных водах, но резкой границы между морскими и пресноводными формами провести невозможно. Четко определить число видов рыб в АЗРФ пока невозможно в связи с недостатком данных о распространении морских форм, но в любом случае оно составляет не менее 85% всей арктической ихтиофауны.

Понятие "арктический вид" весьма условно, и неоднозначно трактуется специалистами по разным группам организмов. В частности, нет согласия в отношении включения в эту категорию видов, широко распространенных как в тундровой зоне, так и в соседних высокогорьях, а также в водах морей атлантического сектора, находящихся в границах Арктики. Однако, в данном разделе мы рассматриваем наземную биоту в целом, «по месту обитания», а не генезису и распространению, т.к. в последнем случае чисто «арктических» видов в анализе окажется еще меньше. По мнению Ю.И. Чернова (2004), для высших таксонов (ранга класса) арктические виды составляют 20-30% от общего их числе, обитающих в Арктике. Максимальные значения (около 30%) получены для птиц. Арктические виды рыб в пресных водоемах составляют около 25% (Андреяшев, Чернов, 1999). В фауне пауков и насекомых этот показатель около 20% и 21% соответственно. Интересно, что чисто арктические виды во флоре сосудистых растений составляют всего 25% (до 40% вместе с аркто-альпийскими видами), но по мере продвижения на север, например в арктических тундрах и в полярных пустынях их доля может составлять уже 60-90%. Это относится и к некоторым мелким беспозвоночным – обитателям подстилки и почвы, например к коллемболам и клещам (Чернов, 2004).

Прежде, чем мы остановимся на анализе ситуации с оценкой тенденций изменения биоразнообразия и перспектив его сохранения, сохранения природных экосистем и биоресурсов морей и суши АЗРФ Российской Арктики проведем оценку их современного состояния, опираясь на наши материалы и материалы, опубликованные в последние годы (Андреяшев,

Чернов, 1999; Тишков, 1996, 2004, 2005; Состояние биоразнообразия ..., 2004; Чернов, 1994, 2004; Чернов, Матвеева, 2002).

6.2. Характеристика биологического разнообразия и биологических ресурсов арктических морей России

Ниже представлены оценочные данные о разнообразии биоты морских экосистем АЗРФ (Табл. 6.2).

Таблица 6.2. Видовое богатство основных групп организмов прибрежных морских экосистем АЗРФ России (Состояние биоразнообразия ..., 2004)

Море	Число видов донных беспозвоночных животных	Число видов рыб и круглоротых	Число видов водорослей
Баренцево	1800	144	нет данных
Берингово	1500	297	138
Белое	1000	51	200
Карское	1300	54	134
Лаптевых	500	37	нет данных
Чукотское	800	37	70

Наиболее полно охарактеризованы условия среды и биологическое разнообразие Белого, Баренцева, Карского и Чукотского морей (Рис. 1). Биологическое разнообразие здесь понимается как внутривидовое генетическое разнообразие, богатство видов разных систематических и экологических групп, разнообразие местообитаний и занимающих их сообществ, разнообразие популяционных и экосистемных процессов.

6.2.1. Экосистемы Белого и Баренцева морей.

Экосистемы Белого и Баренцева морей тесно связаны друг с другом. Однако, охарактеризовать биологическое разнообразие этих различных по своим условиям морей удобно по отдельности. Нижеследующий обзор построен на ряде источников (Зенкевич, 1963; Краснов и др., 1996; Вводно-болотные угодья, 1999, 2000; Кучерук и др., 2003; Печорское море, 2003; Региональные изменения ..., 2002) и рассматривает компоненты биологического разнообразия в неразрывной связи с присущими Белому и Баренцеву морям особенностями физической среды.

Баренцево море. Общая характеристика условий среды и биологического разнообразия. Краевое, или эпиконтинентальное море, относящееся к бассейну Северного Ледовитого океана и имеющее площадь 1424 тыс. км², объем вод - 316 000 км³, средняя глубина - 222 м. Баренцево море - море шельфовое, большая часть его акватории расположена на

континентальном шельфе, лишь на севере в его географические границы попадают вершины желобов. Наибольшие глубины находятся в западной части моря, где в меридиональном направлении проходит крутой склон в котловину Норвежского моря. Здесь отмечена и максимальная для Баренцева моря глубина - 660 м. Рельеф дна на большей части акватории неровный, сложно-расчлененный. Для рельефа дна характерно чередование возвышенностей и понижений различных размеров. В центральной части моря расположено несколько крупных поднятий - Медвежинская банка, Шпицбергенская банка, поднятие Персея и другие. Эти поднятия разделены котловинами и желобами, перепад глубин достигает 400 м. Множество мелких банок расположено в более мелководном восточном и юго-восточном районах со средними глубинами 30 - 50 м, но глубина котловин и здесь может достигать 100 - 200 м и более. В донных осадках преобладают песчаные и илисто-песчаные отложения, или и глины приурочены к центральным частям котловин. В прибрежной зоне и на поднятиях значительные участки представлены грубо-обломочным материалом и выходами скальных пород.

На акватории моря, в центральной его части, острова отсутствуют. Острова и архипелаги расположены у географических границ моря: о. Медвежий - на западной границе моря, арх. Шпицберген, о. Белый, о. Виктория и арх. Земля Франца-Иосифа - у северных его границ, арх. Новая Земля и о. Вайгач служат восточной границей моря. Несколько групп, преимущественно, мелких островов расположены у южного побережья - у берегов Кольского полуострова и в юго-восточной части моря. Таким образом, с запада Баренцево море открыто для поступления вод Атлантического океана, а на востоке сообщается с Карским морем лишь через несколько узких и относительно мелководных проливов (Маточкин Шар, Карские ворота и Югорский шар). С севера Баренцево море свободно сообщается с Центральным Арктическим Бассейном. Побережье юго-западной части сформировано коренными породами Скандинавии и мало изменено морем. Материковый берег западной части моря и берега большей части архипелагов относятся к фиордовому типу. Для них характерно преобладание скалистых и каменистых побережий, изрезанных глубокими и далеко вдающимися в берег заливами (фиордами), часто – ковшового типа, с более или менее заглубленным порогом при входе. Берега ледового типа – обрывающиеся в море ледники, встречаются на островах архипелагов. На юго-восточном побережье, от полуострова Канин Нос до Карских Ворот, преобладают четвертичные отложения. Берега абразионно-аккумулятивные, песчаные, в заливах и устьях рек развиты илистые марши. На побережье Большеземельской тундры широко распространены явления термоабразии. Приливы в Баренцевом море полусуточные, правильные, лишь на некоторых участках побережья Южного острова Новой Земли и на некоторых островах Шпицбергена и Земли Франца-Иосифа наблюдаются неправильные полусуточные приливы. Максимальная высота приливов (3 – 5 м) наблюдается у берегов Кольского полуострова, к востоку высота прилива убывает от 3 м у полуострова Канин Нос до 1,2 – 0,5 м у Карских Ворот. Высота прилива на островах архипелагов составляет 0,5 – 1 м.

Баренцево море – самое теплое из арктических морей АЗРФ. Большую часть лета море почти полностью свободно ото льда. В октябре кромка начинает нарастать и к ноябрю сдвигается до мыса Желания (Новая Земля) и южной оконечности Шпицбергена. К декабрю половина моря покрыта льдом, в апреле-мае граница льда сдвигается на северо-восток.

Гидрологический режим моря определяется взаимодействием теплых атлантических и холодных арктических водных масс. Интенсивность теплых и холодных течений меняется по

сезонам, а также испытывает сильные межгодовые и многолетние колебания. Арктические воды поступают в Баренцево моря с севера и северо-востока, через пролив между Шпицбергенем и Землей Франца-Иосифа (Восточно-Шпицбергенское течение) и, в меньшей степени – между Землей Франца-Иосифа и Новой Землей. Еще одна струя холодных вод поступает через пролив Карские Ворота из Карского моря. Теплые воды приходят в бассейн моря с запада: одна из ветвей Гольфстрима – Нордкапское течение, огибает Скандинавский полуостров и проходит вдоль берегов Мурмана (Мурманское течение) и разделяется на две струи – одна уходит к северу, в центральную часть моря, где, при взаимодействии с холодными арктическими водами, формируется полярный фронт: область мезомасштабной турбулентности и вертикального перемещения вод. Вторая теплая струя следует на восток до о. Колгуев и далее на север вдоль берегов Новой Земли (Западно-Новоземельское течение). К этому течению также приурочена фронтальная зона. Всего можно выделить три-четыре зоны полярного фронта, приуроченных к центральной, восточной и юго-восточной частям моря (Рис. 2)..

Соленость поверхностного слоя на большей части акватории близка к океанической, она составляет 32-33‰ и мало меняется по сезонам. Пресный сток незначителен и сосредоточен, в основном у южных берегов моря. Он составляет всего 163 км³/год, из которых существенная часть приходится на р. Печору, что приводит к заметному опреснению в юго-восточной части моря в начале лета. В Баренцевом море выделяются четыре водных массы: теплая атлантическая; холодная арктическая с отрицательными температурами и пониженной соленостью; прибрежная, характеризующаяся сезонными колебаниями температуры и солености, и баренцевоморская, возникающая в результате смешения и трансформации атлантической и арктической водных масс. Она отличается низкими температурами и высокой соленостью. В летнее время северная часть моря занята арктической водой, центральная – атлантической, южная – прибрежной. Зимой северо-восточную часть акватории от поверхности до дна заполняет баренцевоморская водная масса, а юго-западную часть – атлантическая.

В биогеографическом отношении Баренцево море занимает пограничное положение между арктической и субарктической провинциями. В фауне и флоре моря присутствуют как арктические, так и бореальные виды животных и растений. Особенности гидрологической структуры моря определяют существование основной биогеографической границы, пересекающей море с юго-востока (от восточной оконечности Кольского полуострова или полуострова Канин Нос) на северо-запад, к о. Медвежьему или южной оконечности Шпицбергена. Различаясь в деталях, эта граница совпадает, в целом, при биогеографическом анализе любых групп морских организмов: юго-западная часть моря населена, преимущественно, видами бореального происхождения, а на севере и северо-востоке преобладают арктические формы. Стабильность этой границы различна для различных экологических групп организмов. Распределение бореальных и арктических форм планктона меняется и по сезонам, и от года к году, в зависимости от интенсивности теплого Нордкапского течения и отклонения его струй к северу или югу. Границы распределения отдельных видов бентосных организмов подвержены колебаниям, связанным с климатическими изменениями, но эти колебания имеют гораздо большую продолжительность (десятки лет), реагируя на долговременные колебания среднемноголетних температур.

Планктон и экосистема толщи воды и морского льда Баренцева моря. Значения первичной продукции распределены неравномерно во времени и в пространстве. Как и во всех арктических

морях, в Баренцевом море отчетливый весенний пик развития фитопланктона наблюдается в юго-западной части моря в мае и постепенно смещается к востоку и северу в июне-июле. Области повышенных значений первичной продукции приурочены также к зонам полярного фронта и к кромке плавучих льдов. Среднегодовое значение первичной продукции варьируется от 20 - 25 гС/м²год в северных районах до 200 - 250 гС/м²год в юго-западной части. Более половины этой продукции составляет т.н. «новая продукция», образующаяся за счет содержащихся в верхнем перемешанном слое биогенных элементов. В растительном планктоне (фитопланктоне) насчитывается около 300 видов одноклеточных водорослей. Диатомовые водоросли преобладают на пике весеннего «цветения» воды, однако важным компонентом «цветения воды» являются жгутиковые водоросли. Выедание фитопланктона планктонными животными (зоопланктоном) может не поспевать за продукцией и значительная часть клеток диатомовых и фекальные pellets организмов зоопланктона осаждаются на дно. Это и служит причиной высокой биомассы донных организмов (бентоса) и исключительной «кормности» Баренцева моря для донных рыб. Преобладающим по биомассе видом зоопланктона является веслоногий рачок калянус, который связан с водными массами северо-атлантического происхождения. Значительная часть калянуса дрейфует из Норвежского моря, где старшие стадии этого вида зимуют на глубине около 1000 м и глубже, однако зимовка может происходить и в Баренцевом море на меньшей глубине. Подъем самок калянуса в верхние слои воды приходится на весенний пик фитопланктона, за которым следует размножение и развитие молодых рачков. Жизненный цикл калянуса завершается за один год. Там, где в Баренцево море проникают арктические воды аборигенные виды *калянуса* полностью или частично замещаются другими видами того же рода, имеющими более длительный жизненный цикл.

Характерной особенностью баренцевоморского пелагического сообщества является важная роль, которую играет в нем криль, или эвфаузиевые рачки. Три вида небольшого размера, могут составлять до 45% биомассы зоопланктона, более крупный вид, приносимый северо-атлантическими водами, обычно добавляет еще около 5% в общую биомассу. Криль, возможно, потребляет меньшую долю продукции фитопланктона, чем калянус, но как передаточное звено к следующему уровню пищевой цепи - рыбам, кальмарам, морским птицам и млекопитающим, он во всяком случае не менее важен. Этому причиной обитание рачков в компактных стаях, делающее охоту на них энергетически выгодным занятием.

Характерной особенностью пелагической экосистемы Баренцева моря является наличие особого комплекса видов - от водорослей до рачков-бокоплавов, связанных с морским льдом. Это сообщество поставляет пищу такому массовому и важному для экосистем виду рыб, как сайка или полярная тресочка.

Разнообразие и сообщества бентоса Баренцева моря. Средняя биомасса бентоса для всей акватории (без учета прибрежной зоны - литорали и верхней сублиторали), по данным за 1968-1970 годы, составляет, по разным оценкам, от 60 до 80 г/м². Максимальные значения (до 500 г/м²) приурочены к Медвежинской банке и мелководьям юго-восточной части. Высокие значения биомасс (до 200 - 300 г/м²) наблюдаются также на поднятиях центрального и юго-восточного районов моря. При сопоставлении современных данных с результатами бентосных съемок первой половины XX века, отмечается значительное снижение биомассы бентоса во

многих районах - у побережья Скандинавии, на Шпицбергенской банке и в центральной части моря. По некоторым оценкам (Denisenko, 2001), средняя биомасса бентоса в Баренцевом море сократилась в полтора-два раза: от 100 - 147 до 60 - 80 г/м². Наибольшие значения биомасс бентоса приурочены к прибрежным мелководьям Кольского полуострова. Биомасса фитобентоса достигает здесь 10-18 кг/м², биомасса зообентоса - 1 - 2 кг/м².

Баренцево море весьма богато в фаунистическом отношении. Общее видовое богатство беспозвоночных оценивается, на сегодня, в 3245 видов. Наибольшее разнообразие демонстрируют такие группы, как полихеты (347 видов), ракообразные (844 вида, из них амфиподы - 352 вида, гарпактициды - 141 вид, остракоды - 143 вида), мшанки (273 вида), моллюски (386 видов, из них гастропод - 258 видов). Из всех арктических морей России, Баренцево море - самое богатое по числу известных видов беспозвоночных. Отчасти это связано с лучшей изученностью, но, в большей мере - с особенностями географического положения, рельефа и гидрологического режима моря.

Локальное видовое разнообразие (альфа-разнообразие) бентоса Баренцева моря также весьма велико. По расчетам, базирующимся на 7 станциях, собранных у восточного побережья Шпицбергена на глубинах от 77 до 340 м, видовое разнообразие макробентоса на илистых грунтах в этом районе не ниже, чем в Северном море и у западного побережья Шпицбергена. Индексы видового разнообразия и форма кривых рангового распределения видов по обилию оказались очень близки для этих районов.

Сообщество центральной части Баренцева моря впервые описанное Л.А. Зенкевичем, распространено на илистых и илисто-песчаных грунтах на глубинах 100 - 300 метров. В пределах этого сообщества может быть выделено до 10 вариантов, в зависимости от структуры доминирования. Видовое разнообразие этого сообщества, по современным данным, включающим мелкие макробентосные виды, составляет от 16 до 70 видов на пробу 0,1 м². Стандартизованная оценка (ES201 - число видов на 201 особь) варьирует от 22 до 47,5, в среднем - около 40. Всего в нижней сублиторали Баренцева моря выделяется 6 - 7 комплексов (сообществ) бентоса, каждый из которых существует в нескольких вариантах. Наиболее бедные по видовому составу и разнообразию сообщества приурочены к песчаным мелководьям юго-восточной части моря (Печорское море). Число видов на пробу составляет здесь, в среднем, 30 - 40, а общее разнообразие макробентоса - около 200 видов. Разнообразие литоральной фауны максимально на побережье Кольского полуострова. Так, в одной из бухт Восточного Мурмана общее разнообразие литоральной фауны многоклеточных оценивается более чем в 200 видов. Локальное видовое разнообразие максимально в нижнем горизонте защищенных от сильного прибоя участках побережья с сочетанием каменисто-валунных и песчано-илистых фаций.

К востоку от полуострова Канин Нос происходит резкое обеднение литоральной фауны. На песчаных прибойных берегах Большеземельской тундры макробентос отсутствует полностью, однако население многоклеточных беспозвоночных (мейобентоса) здесь достаточно разнообразно - до 20 - 30 видов на пробу, большее часть которых приходится на нематод. Встречаются здесь также олигохеты, гастротрихи, турбеллярии и тихоходки. Литораль лагун и приустьевых районов рек в этом районе представлена солеными маршами. Она отличается невысоким видовым разнообразием макробентоса, представленного, преимущественно,

мелкими полихетами и амфиподами. Эти участки («лайды») играют большую роль в качестве мест остановки на миграционных путях многих видов птиц.

Литоральная фауна фиордовых берегов южной оконечности Новой Земли представляет собой обедненный вариант мурманской литоральной фауны. Здесь встречаются те же типы литоральных сообществ, но число видов в каждом из них намного меньше. По мере движения к северу вдоль побережья Новой Земли наблюдается дальнейшее обеднение литоральной фауны и закономерное смещение видов и их комплексов в сублитораль. В районе пролива Маточкин Шар на скалистых и каменистых берегах литоральный бентос представлен состоящими из немногих видов сообществами фукоидных водорослей, на песчаных и гравийно-песчаных осадках макробентос отсутствует, а литоральная фауна представлена только с трудом различимыми простым глазом формами мейобентоса. На северном острове Новой Земли, архипелагах Земли Франца-Иосифа и Шпицбергене литоральный макробентос отсутствует полностью. Литоральная фауна представлена лишь мейобентосными организмами.

Разнообразие рыб Баренцева моря. Фауна рыб Баренцева моря включает не очень большое число видов – около 150 из 52 семейств. Среди них преобладают северо-атлантические виды и такие, которые живут как в субполярной (бореальной), так и полярной (арктической) области. Примерно 2/3 видов найдены только в западной части моря, где проходит граница их распространения. Несколько видов достигают очень высокой численности и биомассы и играют важную роль в экосистеме: сельдь, мойва, треска, пикша, камбалы, палтусы, морской окунь.

Разнообразие морских и околоводных птиц Баренцева моря. Баренцево море отличается высокой плотностью и большим разнообразием птичьего населения. Птицы используют всю акваторию моря от зоны льдов до южного побережья. Видовое разнообразие птиц над полярными льдами невелико: регулярно встречаются здесь розовая и белая чайки. У кромки плавающих льдов и в центральных частях моря разнообразие уже выше: здесь обычны глупыши, моевка, серебристая чайка и бургомистр. Самым массовым видом открытых частей моря является глупыш. На северных и восточных берегах моря (на островах Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа и Новой Земли) плотность птиц необычайно высока: прибрежные скалы служат местом гнездования для глупышей, толстоклювой и тонкоклювой кайр, тупиков, чистиков, моевок, серебристых чаек, бургомистров и полярной крачки. Для всех этих видов, число гнездящихся на Баренцевом море пар составляют до 10 – 15% мировой популяции. На птичьих базарах южного побережья моря, которые сосредоточены у берегов Мурмана, к этим видам добавляются большой и хохлатый баклан, гагарка, люрик, морская и сизая чайки. В последние годы на островах у Восточного Мурмана начала гнездиться олуша. Гнездовья белой чайки, бургомистра и глупыша приурочены к северным побережьям моря.

Литоральная зона и верхняя сублитораль всех побережий Баренцева моря служит ключевым биотопом для обыкновенной гаги. На восточных берегах моря гнездиться также и гага-ребенушка. Ее крупные зимовки расположены также в юго-восточной части моря. Илесто-песчаная литораль юго-восточных и восточных берегов Баренцева моря играет важнейшую роль в миграциях многих видов птиц. Вдоль берегов Печорского моря, островов, губ и заливов от м. Канин Нос и о. Колгуева до о. Вайгач и Карских Ворот проходит основной путь миграции десятков видов куликов, гусей, уток и других околоводных птиц, гнездящихся на арктических островах, на побережье и в тундрах Баренцева, Карского, Восточно-Сибирского

морей и моря Лаптевых. У полуострова Канин Нос этот поток распадается на два - часть видов (казарки, многие виды уток) летит через Белое море и Лапландию на Балтийское и Северное моря, второй поток (многие кулики, чайки и др.) движется вдоль побережья Мурманна на запад и далее к югу, огибая Скандинавию с севера. Существует и третий маршрут миграции - от побережья Печорского моря или от полуострова Канин Нос на юг, более или менее широким фронтом летят гуси и некоторые утки. Многие виды птиц, связанных с акваторией или прибрежной зоной Баренцева моря, занесены в Красные книги МСОП, России и Норвегии, списки Бернской и Боннской Конвенций.

Морские млекопитающие Баренцева моря. Фауна морских млекопитающих Баренцева моря включает около 20 видов. Для некоторых из них (морская свинья, серый тюлень, обыкновенный тюлень) через Баренцево море проходит северовосточная граница ареала, для других (нарвал, белуха, морж) - южная или западная. Интенсивный зверобойный промысел привел к сокращению численности ряда видов и поставил некоторые на грань исчезновения. Так, популяция моржа была подорвана более чем трехсотлетним промыслом. Наибольший урон нанес промысел моржа на Земле Франца-Иосифа в конце XIX- начале XX веков, подорвавший репродуктивный потенциал всей восточной популяции вида. Численность моржа снизилась с примерно с 40 000 особей в середине XIX века до 2000 в середине XX в. Полувековой запрет на промысел привел к постепенному восстановлению исторического ареала вида - залежки моржей снова появились на архипелаге Шпицберген и у Новой Земли, около 200 особей обитает сейчас в районе Печорского моря, участились заходы моржей в юго-западные районы моря. В настоящее время основные репродуктивные скопления моржа находятся, по-прежнему, на архипелаге Земля Франца-Иосифа, но детные залежки известны также на мелких островах у Северного острова Новой Земли, на островах и на льду Печорского моря, возможно - на Шпицбергене. Точные сведения о современной численности баренцевоморской популяции моржа отсутствуют, но, по имеющимся оценкам, она увеличилась незначительно. На севере Баренцева моря обитает популяция белого медведя, местами размножения которой являются, как и у моржа, архипелаги Шпицберген и Земля Франца-Иосифа, но при этом важнейшим районом берлог является район Мыса Желания на Северном острове Новой Земли.

Белое море. Общая характеристика условий и биологического разнообразия. Внутриконтинентальное шельфовое море, Белое море представляет собой относительно небольшой водоем, глубоко врезаемый в материк. Белое море – одно из самых маленьких морей России – его площадь 90 тыс. км², средняя глубина 67 м, максимальная - 350 м, объем воды – 5400 км³, из них на внутренние районы моря приходится 4090 км³. Белое море соединяется с Баренцевым морем узким и мелководным проливом Горло (глубина по фарватеру 40 –50 м), расширяющимся к северу. Географической границей Белого моря, отделяющей его от Баренцева, служит линия, соединяющая мысы Канин Нос и Святой Нос. Морфологически море подразделяется на Воронку – относительно широкий пролив, открывающийся в Мезенский залив на востоке и сужающийся в узкое Горло, отделяющее внутреннюю часть Белого моря – Бассейн и три крупных залива (губы): Двинский, Онежский и Кандалакшский. Каждый из заливов Белого моря отличается строением берегов, рельефом дна и гидрологическими условиями. По геологическому строению восточная и западная часть моря заметно различается: Западные берега Воронки и Горла, весь Канадалакшский и западная часть Онежского залива лежат на окраине Балтийского кристаллического щита, а восточная часть моря (большая часть

Онежского, Двинский и Мезенский залив, восточнее побережья Горла и Воронки) – на Русской платформе, где древний фундамент перекрыт мощным осадочным чехлом палеозойского возраста. Максимальные глубины Белого моря расположены в Бассейне и в Канадалакшском заливе. Берега западной части моря фиордового типа: скалистые или каменистые, сильно изрезанные, с многочисленными губами и заливами. В кутовой части и вдоль южного берега Канадалакшского залива много мелких островов. Сложно расчлененный рельеф прослеживается и под водой. Рельеф дна представляет собой чередование поднятий и котловин, постепенно опускающихся в центральный желоб. Для Канадалакшского и западной части Онежского залива характерны губы фиордового типа: глубоко врезаемые в берег, с порогами, отделяющими несколько последовательно расположенных глубоких котловин. Коренные породы выходят на поверхность дна даже на больших глубинах. Понижения рельефа заполнены илисто-песчаными, илистыми или даже глинистыми отложениями с большой долей грубообломочных фракций. В результате ледового разноса гравий и валуны присутствуют даже на глубинах 100 м и более. Сложным рельефом дна отличается Онежский залив: он характеризуется небольшими глубинами (на большей части – менее 20 м) и изобилует островами и банками. Донные осадки – илисто-песчаные, песчаные и грубо-обломочные. Рельеф дна восточной части моря выровненный, донные осадки от литорали до максимальных глубин представлены, преимущественно, песчаными фракциями. Берега аккумулятивные и абразионно-аккумулятивные. В Горле, Воронке и Мезенском заливе встречаются обширные участки берегов маршевого типа. Из-за сильных течений в Мезенском заливе и в восточной части Воронки формируются подвижные песчаные банки. Климат Белого моря более континентальный, чем на расположенном севернее Баренцевом: зимой воздух над морем охлаждается до $-25 - 30^{\circ}\text{C}$, летом может прогреваться до $+30^{\circ}$. Гидрологический режим моря, по сравнению с Баренцевым, тоже отличается большей суровостью – более 6 месяцев в году Белое море покрыто льдом. Образование льда начинается в ноябре-декабре, сходит лед в мае. К февралю-марту прибрежная зона и большая часть заливов покрыта сплошным припайным льдом, в Бассейне формируются скопления дрейфующего льда, покрывающие около половины его поверхности. Постоянные полыньи сохраняются в прибрежной зоне на участках с очень быстрым течением и подтоком глубинных вод – в проливах между островами, на порогах при устьях рек.

Во внутренней части Белого моря выделяются три водные массы – глубинная, заполняющая всю центральную котловину Бассейна, большую часть Канадалакшского и устьевые районы Двинского и Онежского заливов от глубины 60 м, поверхностная и промежуточная. Глубинная вода имеет постоянно отрицательную температуру ($-1,4 - -1,6^{\circ}\text{C}$) и высокую соленость (29 – 32 ‰). Поверхностная вода характеризуется большими сезонными колебаниями температуры и солености. Температура меняется от отрицательных значений зимой до $+10 - +18^{\circ}\text{C}$ летом, а соленость может падать до 18-20‰ на пике паводка, составляя, в среднем, 22-24‰. Поверхностная водная масса занимает глубины до 15-20 м. Промежуточная водная масса занимает слой от 15 до 60 м и характеризуется более стабильными условиями: соленость около 27‰, температура $+5 - +10^{\circ}\text{C}$. Только в промежуточном слое на протяжении всего года сохраняются положительные значения температуры. В губах, имеющих на входе порог (Колвица, Долгая, Троицкая и др.) центральные котловины заполнены водой, близкой по характеристикам к глубинной водной массе – с высокой соленостью и постоянными

отрицательными температурами, но лежащей на меньшей глубине – от 15 – 20 м и до дна котловины.

Гидрологическая структура Белого моря формируется при взаимодействии пресного стока и баренцевоморских вод, поступающих через Воронку и Горло (Рис.2). Объем пресного стока достаточно велик - 215 км³/год. Основная часть стока приходится на реки Северную Двину (170 км³/год), Мезень (38 км³/год), и Онегу (27 км³/год). Сток остальных рек намного меньше. Пресный сток неравномерно распределен во времени – во время весеннего паводка сбрасывается 60 – 70% воды. Параметры водообмена с Баренцевым морем: приток из Баренцева моря – около 2000 км³/год, сток в Баренцево море из Белого - около 2200 км³/год. Летом теплые баренцевоморские воды, трансформируясь береговым стоком участвуют в формировании поверхностных вод Белого моря, а зимой соленая баренцевоморская вода погружается под поверхностные распресненные воды Белого моря и формирует глубинную водную массу. По расчетам, полное обновление глубинной водной массы Белого моря происходит за два года, что обеспечивает постоянно высокое содержание кислорода в придонном слое (70 – 90% насыщения) и отсутствие заморозов.

Структура постоянных течений Белого моря складывается из входящей в Белое море струи Мурманского течения, прижатого к западному берегу Горла (течение Дерюгина), стокового течения вдоль восточного берега Горла (течение Тимонина) и циркуляционного антициклонического течения, захватывающего бассейн и устьевые участки больших заливов (Рис. 2). На последнем могут возникать квазистационарные круговороты меньшего размера. Гидрологическая структура Горла весьма сложна – два текущих в противоположном направлении течения формируют сложную систему горизонтальных и вертикальных круговоротов, охватывающих всю толщу воды. Приливы в Белом море определяются приливной волной, входящей из Баренцева моря. Максимальная амплитуда приливов наблюдается в Горле (5-7м) и в Мезенском заливе (до 10 м), амплитуда приливов во внутренних частях моря – 1,6 – 2,2 м.

Суровый климатический режим и затрудненная связь с Баренцевым морем и Океаном определяют пониженное видовое разнообразие Белого моря и своеобразие структуры его биоценозов. В настоящее время в Белом море известно 1817 видов морских беспозвоночных. По биогеографической принадлежности, более половины фауны приходится на аркто-бореальные виды. Бореальные и арктические виды занимают второе и третье место по значимости, соответственно. Многие теплолюбивые формы, обычные в западной части Баренцева моря, в Белом море отсутствуют.

Планктон и экосистема толщи воды и морского льда Белого моря. Значения первичной продукции в толще воды всего моря оцениваются в пределах 16 – 22 г С/м² в год. Продолжительность вегетационного сезона составляет от 123 дней в Воронке до 183 дней в Кандалакшском заливе. В развитии планктона отчетливо выражен весенний пик, во время которого суточные значения первичной продукции в 2 – 3 раза выше средних за сезон и достигают 200 – 500 мг С /м² в день. Этот пик формируется, прежде всего, благодаря интенсивному вносу биогенных элементов с весенним паводком. По мере расходования биогенов, продукция фитопланктона снижается, возобновление биогенных элементов в фотическом слое происходит, в большой степени, за счет микробной переработки

органического вещества в толще воды. В фитопланктоне Белого моря зарегистрирован 291 вид. Наиболее разнообразны диатомовые. Беломорская флора отличается большим своеобразием - 104 вида встречены в Белом море, но отсутствуют в Баренцевом. Сезонная сукцессия фитопланктона заключается в постепенной смене видов по мере изменения трофических условий. В фитопланктоне, обычно, выделяется несколько сезонных комплексов видов - весенний, летний, осенний и зимний, связанных между собой переходами. Весеннее цветение фитопланктона обеспечивается небольшим числом видов. В ходе сезонной сукцессии видовое разнообразие форм увеличивается, а концентрация доминирования уменьшается. Зимний фитопланктон толщи вод отличается бедностью видового состава и низкими показателями обилия. Отдельную экологическую группу составляет комплекс фитопланктонных видов, ассоциированный с нижней поверхностью льда. Максимум его развития приходится на календарную весну (март - май) - время максимального развития ледового покрова и интенсивного солнечного сияния. В составе ледовой флоры Белого моря сейчас известно 205 видов. Доля планктонных видов в флоре, связанной со льдом составляет не менее 40%, богато представлены и виды, обычно живущие в обрастаниях и в бентосе - не менее 30%. Биомасса ледовых водорослей на пике цветения (апрель) может достигать 1.2 г/м². Вклад этой экологической группы в продукционный процесс моря, по-видимому, существенно недооценивался. По оценкам, в январе вклад ледовой флоры в первичную продукцию прибрежной зоны может достигать 90%.

В составе беломорского зоопланктона сейчас известно 142 вида. Наиболее разнообразны планктонные инфузории-тинтиниды (55 видов) и веслоногие рачки - копеподы (35 видов). Максимальное видовое разнообразие планктона отмечено в Кандалакшском заливе (117 видов), в сильно опресненных Двинском и Мезенском видовое разнообразие минимально - 34 и 26 видов соответственно. В Бассейне зарегистрировано 52 вида. Ряд групп, характерных для планктона Баренцева моря (радиолярии, фораминиферы, сифонофоры), в Белом море отсутствуют. По биомассе в разные сезоны и в разных слоях воды доминируют копеподы, такие как *Мемна Юца*, *Салану §1ас1аНз*, *РзеиёосаШни ттШт*, *Асагга Ёцггети*. В конце весны и в начале лета заметную роль в планктоне могут играть личинки донных беспозвоночных. Так, в планктоне Мезенского залива, на долю личинок усконогих раков (*Cirripedia*) может приходиться до 45% биомассы.

Разнообразие и сообщества бентоса Белого моря. Видовое разнообразие бентоса различно в разных районах моря. Максимальное видовое разнообразие (около 450 видов макробентоса) отмечено в Онежском заливе. Во всех частях моря максимум разнообразия приурочен к диапазону глубин 10 - 60 метров. Это определяется тем, что сообщества на этих глубинах очень разнообразны по составу и характеризуются относительно большим (до 30 - 40) числом видов на пробу) ,а количество разных типов сообществ (с характерным размером однородных пятен 100 - 1000 м²), образующих сложную мозаику, весьма велико. Суммарное разнообразие видов в зоне роста донных водорослей (фитали) составляет на разных субстратах от 132 до 182 видов Кандалакшском заливе, 150 - 250 в Онежском и 83 - 142 в Двинском.

Структура и видовой состав сообществ приливно-отливной зоне различаются в западной и восточной частях моря. В западной части моря, где преобладают фьордовые и шхерные берега, наблюдается максимальное разнообразие биотопов литорали - от прибойных скалистых участков до защищенных соленых маршей. На берегах Канадалкшского залива, западном

побережье Горла и Онежского залива в литоральной фауне присутствует 34- 39 видов в каждом из районов. На песчаных абразионно-аккумулятивных пляжах восточных побережий литоральная фауна бедна и количественно и качественно. Так, в составе литоральной фауны Двинского залива присутствует всего 13 видов макробентоса. Увеличение разнообразия и количественных характеристик бентоса отмечается на лайдовых берегах Воронки и Мезенского залива.

Область распространения глубинной водной массы занято однородным по составу сообществом арктических видов с доминированием двустворчатого моллюска *RogiancИa агсйса*. Суммарное число видов макробентоса в этой зоне - около 130.

Разнообразие рыб Белого моря. Фауна Белого моря включает 69 видов морских и проходных рыб (без учета пресноводных: щука, плотва, окунь и др, встречающиеся изредка в уловах наиболее опресненных частях губ и заливов). Промысловое значение имеют семга, сиг, треска, сельдь, корюшка, навага, а также акклиматизированная в Белом море горбуша. В ограниченных объемах добываются камбалы и зубатка.

Разнообразие морских и околоводных птиц Белого моря. Орнитофауна побережий Белого моря включает около 360 видов птиц. Крупные птичьи базары в Белом море отсутствуют, поэтому морские колониальные птицы играют в его экосистемах существенно меньшую роль. Виды, составляющие основу «пелагического» орнитокомплекса Баренцева моря - глупыш, моевка, бургомистр, морская чайка встречаются только в самых северных частях Белого моря. Чистиковые птицы не образуют таких крупных колоний, как в Баренцевом море. Небольшие колонии гнездящихся кайр, больших бакланов, тупиков известны в Канадалакшском и Онежском заливе. Несколько выше плотность гнездования гагарок (около 2 000 гнездящихся пар) и чистиков (2 500 пар). Оба вида приурочены к кустовой части Канадалакшского и Онежскому заливам. Основу «морского» беломорского орнитокомплекса, распространенного на большей части акватории, составляют сизая и серебристая чайки, утки (в первую очередь - обыкновенная гага) и гагары. Характерной чертой Белого моря является тесная связь с морскими литоральными биоценозами, тех видов птиц, которые в других частях ареала никак с морем не связаны. На беломорской литорали в период насиживания или выкармливания птенцов кормится более 50 видов в основном обитающих на суше. Белое море играет большую роль в миграции птиц. Онежский залив, берега Горла и Воронки служат важнейшими пунктами остановки гусеобразных и куликов на путях осенней и весенней миграции. Зимой на прибрежных полыньях остается на зимовку большая часть популяции беломорской обыкновенной гаги.

Морские млекопитающие Белого моря. Фауна морских млекопитающих Белого моря включает четыре да: белуха, кольчатая нерпа, морской заяц (лахтак), гренландский тюлень - постоянные обитатели в т.ч. и внутренних районов Белого моря. Для беломорской популяции гренландского тюленя Горло Белого моря служит основным местом размножения. Репродуктивные скопления белухи, играющие важную роль в поддержании всей популяции Западной Арктики, известны в Онежском заливе. В летнее время тюлени покидают море и возвращаются с установлением ледового покрова. В последнее время выяснилось, что некоторая часть тюленей может длительное время оставаться в Канадалакшском заливе и даже выходить на берег, что не характерно для этого связанного с дрейфующими льдами вида.

Хохлатый тюлень редок, но известны случаи его размножения в Белом море. Так же, как и гренландский, этот тюлень появляется в море зимой. К числу случайных визитеров относятся обыкновенная нерпа, серый тюлень и морж.

Ключевые районы для сохранения биологического разнообразия Баренцева и Белого моря. На акватории Баренцева и Белого морей разнообразие условий и богатство локальных фаун заставляет выделять обширные участки как районы, требующие внимания (WWF, 2003). Практически вся прибрежная зона этих морей по материковому побережью и основным архипелагам должна рассматриваться как ключевой район для охраны биоразнообразия, поскольку разные участки береговой линии ответственны за поддержание различных компонентов разнообразия видов или природных комплексов (Рис. 3).

В Белом море ключевыми районами являются Кандалакшский и Онежский заливы (Рис. 4, 5), представляющие различные морфологические типы берегов и ассоциированных с ними природных комплексов. Первый служит примером сложно расчлененных берегов фиордового типа с многочисленными губами и заливами с большими перепадами глубин. Онежский залив представляет сложную мозаику сообществ с наибольшим для Белого моря видовым разнообразием. Берега и мелководья залива являются важным местом обитания и пролета морских и околоводных птиц и являются водно-болотным угодьем международного значения (Кривенко, 1998, 2000).

Побережья Горла Белого моря (Рис. 6) и Мезенского залива являются важным биотопом на путях весенней и осенней миграции птиц, у западного берега расположены крупные зимовки обыкновенной гаги. Горло Белого моря и прилегающие акватории являются основным местом размножения беломорской популяции гренландского тюленя. Несколько ключевых местообитаний для водно-болотных птиц выделено на западном берегу полуострова Канин Нос. В Баренцевом море максимальное разнообразие литоральной фауны и сообществ верхней сублиторали наблюдается у берегов Кольского полуострова (Рис. 7). У Восточного Мурмана отмечено также максимальное видовое разнообразие промысловых видов рыб. На островах Восточного и Западного Мурмана расположены многочисленные колонии гнездящихся морских птиц. В прибрежной зоне Восточного Мурмана высоко разнообразие морских млекопитающих. Заслуживает внимания также ряд весьма своеобразных и даже уникальных местообитаний и экосистем береговой зоны. Так, озеро Могильное на о. Кильдин - единственный в высоких широтах северного полушария водоем морского происхождения, изолированный от моря, но сохраняющий морскую фауну, в т.ч. кильдинскую треску - подвид атлантической трески, занесенный в Красную книгу России. Тиманский берег Баренцева моря и мелководья юго-восточного района (Печорское море) являются важным транзитным и гнездовым районом для многих видов околоводных птиц. Особую роль играют илистые участки литорали, приуроченные к заливам и устьям рек. На островах Печорского моря медленно восстанавливается численность размножающейся группы моржей (Рис. 8, 9).

Архипелаг Земля Франца-Иосифа (Рис. 10) является важнейшим местом размножения атлантического моржа. От благополучия этого района зависит состояние всей восточной популяции вида. На островах также находятся места размножения белого медведя и многочисленные птичьи базары, несколько отличающиеся по фаунистическому составу от птичьих базаров в южной части Баренцева моря.

На акватории открытого моря наибольшего внимания требуют поднятия (банки) центрального и восточного районов. Здесь максимально разнообразие донных сообществ и разнообразие видов в каждом. В то же время, именно эти районы испытывают негативное влияние рыбного промысла – нарушение структур донных осадков и обитающих на них сообществ при донном тралении.

6.2.2 Карское море

Общая характеристика условий среды и биологического разнообразия. (Зенкевич, 1963; Добровольский, Залогин, 1982; Водно-болотные угодья, 1998, 2000). Материковое окраинное море Северного Ледовитого океана у берегов Российской Федерации, между островами Новая Земля, Земля Франца-Иосифа и архипелага Северная Земля. Площадь поверхности 883 тыс. км². Объем вод - 98 000 км³. Преобладающие глубины 30-100 м, средняя глубина – 111 м, максимальные - 600 м. Расположено преимущественно на шельфе, но с севера шельф прорезан двумя желобами – Воронина и Св. Анны, открывающимися в глубоководную котловину Северного Ледовитого Океана. У восточных берегов Новой Земли лежит изолированная Новоземельская впадина с глубинами более 500 м. В центральной части моря расположена Центральная Карская возвышенность с островами Ушакова, Визе и Уединения. Малые глубины возвышенности тянутся до северной окраины моря и круто обрываются бортами глубоководных желобов.

На акватории моря много островов. С запада море ограничено архипелагом Новой Земля и о. Вайгач, на востоке лежит архипелаг Северная Земля, у материкового побережья и в центральной части моря много более мелких островов.

Карское море – одно из самых холодных морей России. Оно полностью покрыто льдом 8 месяцев в году. Образование льда в южной части моря начинается в сентябре. К октябрю все море покрыто льдом, разрушение льда в юго-западной части моря начинается в мае. Зимой между припаем материкового побережья и многолетними льдами центральной части моря образуются заприпайные полыньи – Амдерминская, Ямальская и Обь-Енисейская. Гидрологическая структура Карского моря определяется большим объемом пресных вод, поступающих со стоком Оби и Енисея. Эти реки приносят пресных вод в среднем 450 и 600 км³ в год. Общий пресный сток в Карское море – около 1290 км³ в год, что составляет более половины суммарного пресного стока в моря Российской Арктики. Максимальный объем стока (до 80%) приходится на летние месяцы (июнь – сентябрь). Зона наибольшего летнего распреснения прилегает к Обской губе и Енисейскому заливу. К северу от широты м. Желания, под постоянными льдами, соленость составляет около 30 ‰.

Приливы в Карском море невелики 60 – 80 см, в Обской губе – до метра и выше. Приливные колебания могут перекрываться сгонно-нагонными явлениями.

Берега Карского моря на материковом побережье в западной части, преимущественно, песчаные, аккумулятивные или абразионно-аккумулятивные. На них широко распространено явление термоабразии, сопряженное с большими скоростями отступления береговой линии. Берега материкового побережья Таймыра – каменистые, выровненные. Берега Новой Земли – фиордового типа, иногда – ледяные. Берега островов Карского моря, преимущественно – аккумулятивные или абразионно-аккумулятивные.

В фауне морских беспозвоночных Карского моря известен к настоящему времени 1671 вид. По числу видов преобладают ракообразные, полихеты, мшанки.

Пелагическая продуктивность и планктонные сообщества. Продуктивность Карского моря низка, на большей части акватории первичная продукция летом 0,2 - 0,3 мгС/м³*час. Продукция имеет ярко выраженный весенне-летний пик. Для Карского моря характерно смещение максимальной плотности фитопланктона в подповерхностные горизонты воды, на глубину 20 - 30 м. Видовое разнообразие фитопланктона достаточно высокое. Так, к настоящему времени в планктоне Карского моря известно около 79 видов перидиниевых и 118 видов диатомовых. По биогеографической принадлежности преобладают арктобореальные неритические формы.

В зоопланктоне моря - около 180 видов. По числу видов преобладают копеподы. По соотношению биогеографических групп зоопланктона в море выделяется несколько районов. У восточного побережья Новой Земли в планктоне преобладают арктические и атлантические формы, проникающие сюда с севера. На остальной акватории западной части моря, включая Байдарацкую губу, преобладают виды баренцевоморской фауны, проникающие через Карские Ворота, в частности калянус. Восточная, опресненная часть моря, примыкающая к Обской губе и Тазовской губе, заселены солоноватоводными формами, а в самих губах их сменяют пресноводные виды. Наблюдается ярко выраженный градиент видов, сменяющих друг друга в зонах с разной соленостью. Состав доминирующего комплекса меняется от года к году и зависит от водного баланса в эстуарии и межгодовых различий стока рек.

Разнообразие и сообщества бентоса Карского моря. Биомасса бентоса в шельфовой части моря невысока, и на большей части акватории не превышает 100 г/м². Доминантами шельфовых сообществ выступают офиура, двустворчатые моллюски, полихеты. Своеобразное сообщество занимает самые мелководные (от 0 до 5 - 8 м) участки побережья Байдарацкой губы, и, возможно, других участков побережья. Это не богатое видами сообщество с доминированием моллюсков, включающее около 20 видов, преимущественно - амфипод-гаммарид. Это сообщество приурочено к крупно- и среднезернистым пескам абразионных побережий и ограничено в своем распределении зоной вдольберегового переноса песка. Глубже, на песчано-илистых грунтах, его сменяют сообщества с доминированием полихет и двустворчатых моллюсков. В опресненной части Обь-Енисейского эстуария распространены олигомиксные сообщества с доминированием морского таракана. В сублиторали у берегов Таймыра и Северной Земли, где илисто-песчаные участки чередуются со скалистыми и каменистыми, верхние метры сублиторали лишены макробентосной жизни. На глубине 3 - 5 метров появляются угнетенные бурые водоросли. В диапазоне глубин 5 - 15 метров эти виды образуют разреженные заросли. В поясе ламинарии и алярии встречаются морские ежи, мшанки, амфиподы, губки.

Литоральная зона Карского моря, по-видимому, полностью лишена макробентосной жизни. Но, на песчаных пляжах развита богатая мейофауна, включающая гастротрих, турбеллярий, нематод и гарпактицид. Суммарная плотность мейобентоса на литоральных пляжах достигает 500 экз/10 см². И по численности, и по видовому разнообразию доминируют нематоды. По зоогеографическому составу в бентосе преобладают арктические и аркто-бореальные виды. В размещении видов разного происхождения прослеживаются отчетливые закономерности: южноарктические и бореально-арктические виды баренцевоморской фауны занимают юго-

западную часть моря, на севере и северо-востока, а также - в Новоземельской впадине распространены виды арктические батинальные и абиссальные, а у северо-восточного побережья распространены, преимущественно комплексы арктических солоноватоводных видов. При этом наблюдается заметное повышение вертикальных горизонтов размещения видов и их комплексов в Карском море по сравнению с Баренцевым морем и Полярным Бассейном: комплексы баренцевоморских видов занимают в Карском море глубины на 50 - 100 м мельче, чем в Баренцевом море, подъем глубоководных комплексов Полярного бассейна достигает 200- 400 м. Группы видов, обитающие в Полярном бассейне на глубине 700 - 800 м, в Карском море населяют глубины 300 - 500 м.

Разнообразие рыб Карского моря. Ихтиофауна Карского моря бедна и количественно и качественно. Всего в Карском море известно 54 вида рыб. Однако, в их число входят такие ценные промысловые рыбы, как сибирский осетр, сиговые (чир, муксун омуль, ряпушка), несколько видов лососевых (голец, нельма, хариус). Распространены все эти виды, преимущественно, в Обской губе, Тазовской губе и Енисейском заливе, где зимуют многие речные виды. Промысла на акватории моря нет. Промысел ведется только в эстуарной зоне и в нижнем течении рек. В небольшом числе омуль и голец ловятся у берегов Байдарацкой губы.

Разнообразие морских и околотоводных птиц Карского моря. Морская орнитофауна Карского моря и по числу видов и по численности птиц гораздо беднее, чем в Баренцевом море. Покрытое льдом малопродуктивное море и выровненные, лишённые скалистых мысов и уступов берега препятствуют образованию птичьих базаров. Несколько небольших базаров, образованных чистиковыми (обыкновенный чистик и толстоклювая кайра) и моевками, известны только в районе м. Желания на Новой Земле. Там же существует небольшая (менее 100 пар) колония белых чаек. Впрочем, восточные берега Новой Земли остаются практически неисследованными с биологической точки зрения, и, возможно, реальное число колоний морских птиц в этом районе больше. Материковое побережье и другие острова и архипелаги Карского моря мало пригодны для гнездования морских птиц. На акватории моря, в северной его части встречаются обычные приуроченные к морским льдам виды – белая чайка и розовая чайка. Над свободной ото льда водой могут быть встречены в небольшом числе моевки, глупыши, серебристые чайки (западно-сибирская чайка), бургомистр и гнездящаяся на южной оконечности Новой Земли морская чайка. Максимальная концентрация чистиковых и чаек приурочена к проливам Югорский Шар и Карские Ворота (многочисленные базары известны на южной оконечности южного острова Новой Земли и на о. Вайгач). На песчаных низменных побережьях гнездятся бургомистры, западно-сибирская чайка и поморники. Гораздо многочисленнее в прибрежной зоне морские утки. Наиболее многочисленная гага-гребенушка, гнездящаяся вдоль всего материкового побережья и на островах. Распространение обыкновенной гаги ограничено Байдарацкой губой и южным побережьем Новой Земли, восточнее она встречается редко. На севере Ямала и восточнее гнездится и третий, редкий и охраняемый вид – сибирская, малая или очковая гага. На морских побережьях обычны черные казарки; в приморских тундрах гнездятся гуси: гуменник и белолобый, тундровый лебедь. На Ямале и восточнее гнездится редкий вид – краснозобая казарка. Разнообразны и многочисленны в приморских тундрах кулики. По морским побережьям и устьям рек проходит основной путь их сезонных миграций.

Разнообразие морских млекопитающих Карского моря. Из морских млекопитающих на акватории Карского моря встречаются гренландский кит, нарвал, белуха, кольчатая нерпа,

морской заяц и атлантический морж. Гренландский кит – вид, находящийся под глобальной угрозой исчезновения. Численность его низка и достоверных сведений о распространении нет. Предполагается, что во всем Арктическом бассейне обитает несколько десятков особей. Перепромысел в начале XX века привел к снижению численности атлантического моржа во всем ареале. Карское море – восточная граница ареала вида. Судя по историческим данным, и в допромысловое время распространение этого вида было ограничено западной частью моря. В настоящее время небольшое стадо моржей (менее 100 особей) регулярно отмечается на северо-западной оконечности полуострова Ямал (у архипелага Шараповы Кошки и севернее). Более обычен морж в северо-западной части моря, у берегов архипелага Земля Франца-Иосифа, где обитает самая большая размножающаяся часть его восточной (баренцевоморско-карской) популяции.

Белый медведь распространен в регионе неравномерно. Земля Франца-Иосифа и северо-восток Новой Земли являются важнейшими районами размножения белого медведя, часто встречающегося на материковых льдах Карского моря и в районе архипелага Северная Земля. Материковые берега (п-ова Ямал и Гыданский) также довольно часто посещаются этим зверем в его странствиях по Арктическому бассейну.

Ключевые районы для сохранения разнообразия. Наиболее важными районами для сохранения биологического разнообразия являются материковое побережье моря (Байдарацкая губа, побережье Ямала, о-ва Шараповы Кошки, Обская Губа, Тазовская Губа, п-ов Гыдан, Енисейский залив). У северо-западного побережья п-ва Ямал располагаются постоянные заприпайные полыньи, этот район служит местом откорма белух и других морских млекопитающих и является одним из немногих мест на юге Карского моря, где встречаются морж атлантической популяции - вид, занесенный в Красную книгу РФ (WWF, 2003, Рис. 11). Юго-восточное побережье Ямала и южная часть Обской губы представляют собой водно-болотное угодье мирового значения. Затопляемая пойма низовьев Большой Оби с системой проток, озер и низовых болот, со злаково-пушицево-осоковыми и арктофилово-осоковыми сообществами, моховыми и травяными болотами с ивовым кустарником является важнейшим местом гнездования водоплавающих птиц, районом их концентрации на пролете и линьке. Здесь обитают такие занесенные в Красную книгу РФ виды, как гусь-пискулька, малый (тундровый) лебедь, кречет, сапсан, на пролете - краснозобая казарка. Обская и Тазовская губы примечательны также своей ихтиофауны. Здесь обитает около 40 видов, в основном, пресноводных и солоноватоводных рыб, в т.ч. минога, сибирская стерлядь, сибирский осетр, таймень, голец, хариус, нельма, муксун, чир, пелядь, сиг-пыжьян, ряпушка, язь, ерш, щука и др. У западного побережья Гыданского полуострова также расположены богатые водно-болотные угодья (кандидат на включение в Рамсарский список) и встречаются такие виды, занесенные в Красную книгу РФ, как белоклювая гагара, гусь-пискулька, малый лебедь, белый медведь, атлантический морж.

На побережье западного Таймыра и прилежащих островах располагаются гнездовья водоплавающих и морских птиц (гусей, куликов, чаек), крупнейшее в Евразии место линьки белолобого гуся, места массовых скоплений перелетных птиц на Восточно-Атлантическом миграционном пути. Здесь встречаются такие редкие и исчезающие виды животных, как черная и краснозобая казарки, малый лебедь, белоклювая гагара, орлан-белохвост, сапсан, белая и

розовая чайки, белый медведь,. Именно в этом районе могут соприкасаться популяции атлантического и лаптевского подвидов моржа.

Необходимо отметить также прибрежные воды архипелага Земля Франца-Иосифа с их характерной высоко-арктической фауной (моржи и другие ластоногие, китообразные, белые медведи) и примыкающие к ним глубоководные районы желоба Святой Анны. Возможно, к ним следует добавить восточное побережье Новой Земли и Новоземельскую впадину, но восточные берега Новой Земли практически не изучены с биологической точки зрения. Весьма уязвимы также прибрежные сообщества островов и мелководий Центрального поднятия, но реальной угрозы этому району в настоящее время нет.

6.2.3. Чукотское море

Общая характеристика условий среды и биологического разнообразия. (Ушаков, 1952; Шунтов, 1972; Добровольский, Залогин, 1982; Водно-болотные угодья, 2000; Региональные изменения ..., 2002а; Богословская, 2003). Чукотское море расположено на крайнем северо-востоке России. На западе оно граничит с Восточно-Сибирским морем. Южной и восточной его границами служат берега Чукотки и Аляски. Через Берингов пролив (максимальная глубина – 25 м), Чукотское море сообщается с Беринговым. Границу между ними проводят по линии, соединяющий полуостров Сьюард на американском континенте с мысом Уникын на Чукотке. Восточная и северная границы моря проведены по условным линиям: от мыса Барроу на Аляске до точки с координатами 72° с.ш. 156° з.д., а оттуда – до точки 76° с.ш., 180° в.д. Западная граница, отделяющая Чукотское море от Восточно-Сибирского, проходит через пролив Де-Лонга, от м. Якан на материке до юго-западной оконечности о. Врангеля. Далее на север границей моря считается меридиан 180° до 76° с.ш. Чукотское море – мелководное шельфовое эпиконтинентальное море. Площадь поверхности – 589,6 тыс. км², объем вод 42 тыс. км³, максимальная глубина 1256 м, средняя глубина - 71 м. Глубины на большей части не превышают 50 м, центральная часть моря прорезана меридиональной котловиной, глубиной до 100 м. Шельф Чукотского моря наклонен к северу - по мере удаления от берега глубины нарастают, а на северо-западе в границы моря попадает склон котловины Центрального Арктического Бассейна с глубинами более 1000 м.

Берега Чукотского моря, преимущественно, аккумулятивные, выровненные. На большом протяжении береговая линия представлена гравийно-галечными пляжами, часто – с лагунами, отделенными вдольбереговыми барами и косами. На клифах, сложенных многлетнемерзлыми породами развиты термоабразионные процессы. Лишь в некоторых местах на побережье многокилометровые выровненные морем берега прерываются скальными мысами. Высота прилива достигает 1,5 м на о. Врангеля и в кутовых частях заливов, в большинстве пунктов материкового побережья она намного меньше и ограничивается несколькими десятками сантиметров. Сгонно-нагонные колебания уровня достигают 60 см и могут полностью перекрывать влияние приливов.

В Чукотское море впадает несколько некрупных рек – в сумме приносящих 72 км³ пресной воды. На долю российского побережья из этого объема приходится всего 18 км³, остальной объем вносится реками Аляски. Максимум стока приходится на летние месяцы. Материковый сток мал и не сказывается на гидрологическом режиме, основные черты которого определяются поступлением тихоокеанских вод через Берингов пролив и вод полярного бассейна с севера и с

востока. На северной окраине моря, в Чукотском желобе, на глубине 400 – 450 м отмечается слой глубинной атлантической воды, попадающей сюда через пять лет после входа в Арктический бассейн у Шпицбергена.

В восточной части моря поверхностный слой формируется, в основном, за счет вод, поступающих из Берингова моря. Большая их часть остается в восточной и северной части моря, но, в отдельные годы, часть воды уходит к проливу Де Лонга и через него в Восточно-Сибирское море. В северных районах тихоокеанская вода, охлаждаясь, уходит в подповерхностный слой, на глубину 40 – 100 м.

Распределение зимней температуры воды однородно по всей толще: она равна $-1,7 - -1,8^{\circ}\text{C}$. Летние температуры поверхностного слоя минимальны у кромки льдов ($-0,1 - -0,3^{\circ}\text{C}$), в западной части моря температура выше $+4^{\circ}\text{C}$. Наибольшие значения температуры связаны с тихоокеанскими водами – в восточной части моря температура на поверхности летом равна $+7 - +8^{\circ}\text{C}$, а у входа в Берингов пролив – даже до $+14^{\circ}\text{C}$. Вертикальная стратификация вод по температуре проявляется летом в северной и центральной частях моря. Поверхностный слой 5 – 10 м имеет температуру от $+2 - +3^{\circ}\text{C}$ до $+5^{\circ}\text{C}$, к глубине 100 м температура понижается до $-1,6^{\circ}\text{C}$, затем снова слегка повышается до близких к 0 значений у дна.

Соленость поверхностных вод Чукотского моря около 31,5 – 32‰. Наибольшие значения солености поверхностных вод (32,5‰) наблюдаются у Берингова пролива, в западном направлении соленость прибрежных вод постепенно снижается до 28 – 29‰ в проливе Де Лонга под влиянием поступающей через него воды из Восточно-Сибирского моря. В глубоководной части моря соленость увеличивается с глубиной до 33 – 33,5‰ в придонном слое. Сезонные колебания солености поверхностного слоя невелики и, обычно, не превышают 1 – 2‰.

Чукотское море полностью покрыто льдом с ноября-декабря до мая-июня. Полоса берегового припая не широка – до 10 – 20 км. Большая же часть моря покрыта одно-двухлетним дрейфующим льдом толщиной до 1,5 – 1,8 м. Между припаем и дрейфующим льдом большую часть времени существует длинная и узкая Чукотская заприпайная полынья. Летом припай разрушается, а кромка дрейфующих льдов отодвигается на север к 71° с.ш. и на запад, к проливу Де Лонга у о. Врангеля, воды которого могут оставаться подо льдом на протяжении всего года.

Циркуляция вод в Чукотском море определяется, в первую очередь, взаимодействием тихоокеанских вод и арктической прибрежной водной массы, приходящей через пролив Де Лонга. Тихоокеанская вода растекается широким веером из Берингова пролива. Наиболее мощная струя течения – Аляскинская – уходит на север – северо-восток, затем разделяется. Одна струя продолжает двигаться на север и северо-восток, вторая от м. Хоп отклоняется на северо-запад, разбиваясь о банку Геральда на две ветви. Геральдовская ветвь уходит к северу, где встречается с холодными водами полярного бассейна и поворачивает на восток. Лонговская ветвь омывает южные берега о. Врангеля и уносит тихоокеанскую воду в Восточно-Сибирское море. Вдоль южного берега пролива Де Лонга с Чукотским течением в море поступает более пресная вода из Восточно-Сибирского моря. В годы сильного развития Чукотского течения оно заходит в Берингов пролив и распространяется вдоль западных берегов Берингова моря. Столкновение Чукотского и Берингоморского течений приводит к возникновению

нескольких циклонических круговоротов. Центр одного из них лежит у м. Дежнева, другого – к северу от м. Сердце-Камень.

В фауне Чукотского моря известно 1168 видов беспозвоночных. По числу видов преобладают амфиподы, полихеты и мшанки. Высокое видовое разнообразие (число известных видов Восточно-Сибирского моря 1011) связано с относительно большим участием в фауне видов тихоокеанского происхождения. Ихтиофауна Чукотского моря включает 78 видов рыб, без учета пресноводных.

Планктон и экосистема толщи воды и морского льда Чукотского моря. Первичная продукция достигает высоких значений в тихоокеанских водах в ближайшей окрестности Берингова пролива, однако, такие же высокие значения (биомасса фитопланктона до 1000 мг/м³ и более) регистрируются и в западных районах моря. Массовое развитие фитопланктона приурочено ко времени таяния льда. Доминируют в планктоне диатомовые, а в прибрежных зонах – также и перидиниевые (динофлагелляты). В зимне-весеннее время существенная роль в производстве первичной продукции приходится на долю флоры, развивающейся на нижней поверхности морского льда.

Анализ флористического состава планктонных динофлагеллят показал неожиданно высокое разнообразие видов в Чукотском море (около 110), что намного выше, чем в прилегающих арктических морях и сопоставимо с морями северной Атлантики.

В составе зоопланктона к настоящему времени известно около 100 видов. По зоогеографической принадлежности зоопланктон примерно поровну включает виды арктические, аркто-бореальные и бореальные. По соотношению видов западно-берингоморского, восточно-берингоморского и арктического происхождения, Чукотское море подразделяется на несколько районов. В центральной и восточной частях моря преобладают виды берингоморской фауны, в западных районах увеличивается роль видов арктического происхождения, их доля может достигать 90 – 100% в зоопланктоне у берегов о. Врангеля.

Разнообразие и сообщества бентоса Чукотского моря. Литораль Чукотского моря лишена макрофауны, также как и верхние метры сублиторали. В сообществах сублиторальных глубин по биомассе преобладают моллюски, за ними следуют полихеты, и, на малых глубинах, ракообразные, биомасса которых на глубинах 5- 10 м может составлять до 15% от суммарной.

В количественном распределении бентоса отчетливо выражен градиент между Беринговым проливом и северо-западными районами моря. Максимальные значения биомасс (до 500 г/м² и более) наблюдаются у входа в Берингов пролив и на банке Геральда. В центральных, восточных и северных районах моря биомассы бентоса падают до 100 г/м² и менее. В зоогеографическом отношении фауна складывается из высокоарктических и северо-тихоокеанских видов. Относительное участие этих компонентов меняется с запада на юго-восток. Арктические виды преобладают в сообществах пролива Де Лонга и у берегов о. Врангеля.

Разнообразие морских и околоводных птиц Чукотского моря. Население морских птиц Чукотского моря значительно беднее прилегающих района Берингова моря и количественно, и качественно. Выровненные низменные побережья, на которых галечные пляжи лишь изредка прерываются скалистыми мысами, препятствуют развитию птичьих базаров. На всем

протяжении береговой линии Чукотского моря известно не более десяти-пятнадцати птичьих базаров.

Из 77 видов морских птиц дальневосточных морей России в Чукотском море может быть встречен 31 вид. Для некоторых видов северной границей распространения является Берингов пролив.

Морские млекопитающие Чукотского моря. В фауне морских млекопитающих Чукотского моря 6 видов ластоногих: морж (тихоокеанский подвид), морской заяц (лахтак), ларга, кольчатая нерпа, крылатка (юго-восточная часть моря) и сивуч, для которого Берингов пролив служит северной границей распространения. Китообразные представлены 9 видами. В Чукотском море встречаются: косатка, морская свинья, белуха, серый кит, гренландский кит, малый полосатик, горбач. Характерной особенностью Чукотского моря и Берингова пролива являются летние местообитания серых китов чукотско-калифорнийской популяции. Здесь эти животные, ежегодно проделывающие путь до 10000 км от мест своей зимовки и размножения у берегов Калифорнии, кормятся на песчаных мелководьях у лагунных берегов Чукотского п-ва. Синий кит и финвал встречаются только в юго-восточной части моря. Сюда возможны также заходы белокрылой морской свиньи (с юга, через Берингов пролив) и нарвала (с севера и востока). Все крупные китообразные занесены в Красную книгу РФ, но на серого кита и, в последнее время, на гренландского кита Международной китобойной комиссией выделяется квота для промысла коренных народов Чукотки. Традиционный китобойный промысел является элементом экосистемы Чукотского моря и Берингова пролива, важным элементом поддерживающей экономики, основой культуры и этнического самосознания береговых чукчей и эскимосов.

Чукотско-алаянская популяция белого медведя насчитывает порядка 5000 особей. Популяция занимает огромную территорию: Чукотское море, восточная часть Восточно-Сибирского и северная часть Берингова моря. Впечатляет протяженность миграций животных, она здесь намного больше, чем в Канадском арктическом архипелаге, и, в частности, у самок за год достигает 5500 км.

Ключевые районы для сохранения биологического разнообразия. В Чукотском море районом, требующим повышенного внимания является материковое побережье Чукотки от пролива Де Лонга до Берингова пролива. Здесь сосредоточены основные колонии морских птиц, а к берегам восточной части (к востоку от Колючинской губы) примыкают продуктивные мелководные сообщества на песках, служащие важным кормовым биотопом для серых китов. Берингов пролив (к югу от м. Дежнева) сам по себе требует внимания. Здесь проходит северная граница распространения большого числа морских птиц и млекопитающих. От гидрологических условий и качества воды в проливе зависит благополучие большей части акватории моря. Второй район, отличающийся высоким разнообразием и сочетанием природных комплексов разного биогеографического составе – прибрежные воды о. Врангеля, включая пролив Де Лонга. Остров Врангеля – уникальный для всей Арктики «родильный дом» и место охоты белых медведей. Несмотря на гигантскую территорию, занимаемую чукотско-алаянской популяцией, именно здесь и на расположенном недалеко маленьком о. Геральд рождается примерно три четверти медвежат всей популяции. Ежегодно медведицы устраивают на этих островах от 250 до 400 родовых берлог, в то время как на северном побережье Чукотки

их от 50 до 120, а в остальных местах и на Аляске – лишь единицы. В восточной оконечности о. Врангеля на площади в 8 км² находили до 50 берлог, а на о. Геральд на 11 км² в отдельные годы залегает 60–80 медведей (уникальное для всей Арктики явление).

6.3. Основные угрозы для биологического разнообразия арктических морей России и факторы, влияющие на устойчивое (неистощительное) управление их биологическими ресурсами

Под угрозами биологическому разнообразию понимаются длительно действующие антропогенные факторы, которые прямо или косвенно могут вызвать понижение жизнеспособности особей и популяций, уменьшение генетического разнообразия и сокращение популяций живых организмов, локальное вымирание видов, снижение видового разнообразия, упрощение структуры биоценозов и исчезновение определенных типов биоценозов. В соответствии с этим, факторы, влияющие на устойчивое использование биоресурсов морей АЗРФ также будут связаны с влиянием на снижение численности промысловых видов, сокращением областей их распространения и условиями воспроизводства. Они могут быть как природными (изменения климата, морских льдов, солености воды и пр.), так и антропогенными (чрезмерный вылов, нарушение бентосных сообществ при глубоководном тралении, сейсмозаведка, загрязнение морских вод и пр.).

Факторы угрозы биологическому разнообразию и биоресурсам действуют не изолированно, и очень редко ощутимые отрицательные эффекты человеческой деятельности на биологическое разнообразие связаны с каким-то одним типом воздействия. Существенно и то, что Арктика испытывает в настоящее время ощутимые изменения климата, которые многие специалисты связывают с накоплением в атмосфере двуокси углерода и парниковым эффектом. Общая тенденция изменения - в сторону потепления. Об этом свидетельствует продолжающееся уменьшение ледяного покрова в Северном Ледовитом океане. Площадь арктических морских льдов в летнее время уменьшилась за последние 50 лет на 27% (АС1А, 2004) и достигла в 2005 г. минимального значения 5.5 миллионов км² (GEO YearBook, 2006). В региональном плане трансформация климатической системы, однако, может проявляться по-разному. Поэтому большое значение для прогноза антропогенного воздействия на биологическое разнообразие приобретают региональные климатические сценарии и прогноз кумулятивного воздействия на биологическое разнообразия различных угрожающих факторов (Региональные изменения..., 2002а,б, 2003). Этот прогноз и анализ факторов угрозы позволяет наметить стратегию адаптивного управления и наиболее важные меры для сохранения биологического разнообразия отдельных морских бассейнов АЗРФ.

6.3.1. Угрозы биологическому разнообразию и биоресурсам Баренцева и Белого моря.

Основными угрозами биологическому разнообразию и биоресурсам Баренцева и Белого морей являются:

- транспорт, накопление и длительное действие стойких загрязнителей;
- развитие морской добычи и транспортировки углеводородов;
- активизация судоходства;

- плохо регулируемое рыболовство и аквакультура;
- внедрение в экосистемы чужеродных видов (потенциальная);
- полузатопленные суда и оставленные военные базы и другие береговые объекты;
- облегчение доступа в ранее труднодоступные районы.

Все эти угрозы и большинство факторов имеют трансграничную компоненту, которая наиболее ярко выражена у фактора загрязнения стойкими загрязнителями. Однако даже факторы, действующие, на первый взгляд, локально (такие как последние два из вышеприведенного перечня) вызваны процессами, происходящими за пределами региона, и могут иметь трансграничный эффект.

Транспорт, накопление и длительное действие загрязнителей. Мощным и постоянно действующим фактором, отрицательно сказывающемся на морском биологическом разнообразии Арктики, является транспорт, накопление и длительное действие загрязнителей. Наиболее опасные в масштабе морских экосистем загрязнители - это те, что способны накапливаться в организмах и мигрировать по пищевым цепям. Они включают такие группы как тяжелые металлы, стойкие органические загрязнители, радиоактивные изотопы и углеводороды (в особенности полициклические).

Тяжелые металлы. Тяжелые металлы, вносимые в Белое и Баренцево море, включают такие чрезвычайно токсичные элементы как кадмий (Cd), ртуть (Hg) и свинец (Pb), а также никель (Ni), медь (Cu), цинк (Zn), ванадий (Va). Они вносятся в морскую среду по воздуху из крупных промышленных центров на Кольском полуострове и Таймыре, и в целом из Европы и азиатской части России и переносятся с водными массами и обитающими в них планктонными организмами. Значительное их количество попадает в Баренцево и Белое море со стоком рек, в частности, таких как Северная Двина и Печора. Источниками тяжелых металлов в реках, впадающих в Белое море, таких, как Северная Двина и Онега, являются, в частности, стоки и атмосферные выбросы целлюлозно-бумажных комбинатов (Государственный комитет по рыболовству, 2001). Важно отметить, что тяжелые металлы поступают в приустьевые части Онеги, Северной Двины и рек юго-восточной части Баренцева и действуют совместно с другими загрязнителями, прежде всего, углеводородами. Для экосистем юго-восточной части Баренцева моря связанную проблему создает и вынос реками нефтяного загрязнения. из Тимано-Печорской провинции, где потери нефти при добыче достигают 0.4 млн. т в год Экологический ущерб наносят и так называемые ремонтируемые дефекты — свищи, трещины и неплотности в запорной аппаратуре. Суммарные утечки нефти через такие дефекты весьма существенны. Их трудно обнаружить, а тем более учесть. В Тимано-Печорской провинции высока доля добычи не только тяжелой, но и высокосернистой нефти. Такая нефть, в связи с повышенным содержанием ванадия и никеля, особо токсична и служит дополнительным источником тяжелых металлов (Вечная мерзлота, 2002).

В результате, в Печорскую губу, например, поступает значительное количество нефтяных углеводородов, детергентов, фенолов, тяжелых металлов, которые перераспределяются приливными и сгонно-нагонными течениями и формируют особую среду и высокий уровень концентраций (нефтяных углеводородов до 0.5, Co до 2.5, Cu до 2.5, Zn до 10-12 ПДК). (Скибинский и др., 2003).

Источниками загрязнения ртутью могут быть местные промышленные и бытовые отходы. Так, в Мурманской области и республике Карелия не организована утилизация ртутных отходов за исключением люминесцентных ламп от промышленных предприятий. Одно из предприятий, утилизирующих люминесцентные лампы (ООО «Эккорд», Кировский р-н), имеет устаревшее оборудование и само является источником ртутного загрязнения (НЕФКО, 2003). Источниками тяжелых металлов являются и многочисленные полузатопленные и затонувшие суда (см. 1.3.7).

Важной особенностью загрязнения тяжелыми металлами является воздействие даже их умеренных концентраций на волорослевые ценозы. Так, в исследованиях, проведенных в южной Норвегии, концентрации цинка от 20 до 30 мг/л оказывали отрицательный эффект на донных диатомовых. Это обстоятельство может оказаться критическим для тех районов, где донные диатомовые являются важнейшими продуцентами органического вещества, как, например, на лайдах Печорского моря. Тяжелые металлы вызывают также изменения в строении раковин фораминифер (Derome et al., 2002).

При попадании тяжелых металлов в морскую экосистему происходит избирательное накопление их в разных звеньях трофической цепи. Так, для рыб, обитающих в прибрежных районах Мурмана, было характерно накопление ртути, для трески из западной части Баренцева моря мышьяка, а для рыб из восточной части моря - меди (Ильин, 2004).

Тяжелые металлы имеют свойство накапливаться в конечных звеньях пищевых цепей - в тканях морских птиц и млекопитающих, часто обитающих достаточно далеко от источников загрязнения. Концентрация тяжелых металлов в мышцах морских птиц на восточном побережье Шпицбергена и Земле Франца-Иосифа была в 200 раз выше, чем в северной Норвегии (Savinova et al., 1995). У бельков (новорожденных детенышей) гренландских тюленей беломорской популяции обнаружено значительное превышение содержания ртути в печени, почках и сердце, в несколько раз превышающее норму. Налицо тренд увеличения концентрации этого элемента в тканях гренландского тюленя (Сунцова и др, 2002; Savinov et al., 2001). Поскольку самки приходят рожать на льды Белого моря из Баренцева и в период размножения практически не питаются, очевидно, что основная аккумуляция тяжелых металлов происходит во время их жизни в северо-восточной Атлантике. В большинстве других случаев источник накопления в организме тяжелых металлов определить еще сложнее.

Известны случаи отравления тяжелыми металлами морских уток, а в печени и почках ряда морских птиц и млекопитающих из различных районов Арктики концентрации кадмия и свинца нередко приближаются к уровням, при превышении которых у наземных позвоночных нарушаются функции этих органов (Derome et al., 2002). Эффект воздействия тяжелых металлов на биологическое разнообразие морей Арктики скорее всего будет проявляться в сочетании с другими компонентами загрязнения. В Баренцевоморско-Беломорском регионе районами особого внимания к биологическим эффектам загрязнения тяжелыми металлами должны быть Кольский и Двинский заливы, а также Печорская губа.

Стойкие органические загрязнители. Совместный эффект морских течений, атмосферного транспорта и выноса реками приводят к тому, что Баренцево и Белое моря является водоемом, где аккумулируются стойкие органические загрязнители (СОЗ). Помимо глобального переноса СОЗ в высокие широты в Баренцевоморско-Беломорском регионе с атлантическими водами и воздушными массами, имеются местные источники, прежде всего склады пестицидов. Так, в

республике Карелия в плохом состоянии хранится более 8 тыс. т старых запасов пестицидов. Являются источниками СОЗ также бытовые стоки, полузатопленные суда и запасы отработанного авиационного масла на полярных базах, в частности, на Земле Франца-Иосифа.

В морской экосистеме концентрация СОЗ значительно варьирует в воде, осадках и живых организмах. Тем не менее, наблюдается устойчиво повышенное содержание полихлорбифенилов (более 1 нг/г осадка) в прибрежной зоне архипелагов Шпицбергена Земли Франца-Иосифа, северного и северо-западного и юго-западного побережья Новой Земли. Сходную картину, но с несколько меньшими значениями, обнаруживает ДДТ (Иванов, 2002).

Высокие концентрации ДДТ в Баренцевом море в живых организмах обнаруживаются у побережья Мурмана, уровень загрязнения гексахлорциклогексаном там значительно ниже, чем, например, в Канадской Арктике. Моевки на о. Медвежий содержали в 35 раз больше ДДТ, чем моевки с побережья Мурмана (Hansen, et. al. 1996). Мигрирующие птицы могут накапливать органические загрязнители на местах зимовок, а это, в свою очередь может вызывать очень высокие локальные концентрации стойких органических загрязнителей у тех хищников, которые поедают птиц (Арктика на пороге катастрофы..., 1996).

Большинство СОЗ обнаруживаются в водах Баренцева (Шпицберген) и Белого моря в более высокой концентрации, чем в Канадской Арктике. Здесь в последние 10 лет наблюдается устойчивый рост их содержания в жировой ткани гренландских тюленей. При этом концентрация СОЗ в нерпах и гренландских тюленях в Белом море в настоящее время превышает соответствующие показатели для Канады. У белых медведей Земли Франца-Иосифа и Карского моря концентрация ПХБ превышает их содержание в ткани белых медведей Шпицбергена (Gabrielsen, et al., 2003).

Экспериментальные исследования, проведенные на гольце с о. Медвежий в Баренцевом море, обычно характеризующемся высоким накоплением органических загрязнителей, показали, что у голодающих рыб пища, содержащая смесь СОЗ, вызывает снижение иммунитета и гормональный стресс. Эксперименты с чайкой-бургомистром продемонстрировали связь между присутствием в пище высоких концентраций СОЗ и частотой хромосомных нарушений.

Многие исследования показывают влияние СОЗ на ряд жизненно важных функций рыб, морских птиц и млекопитающих. Так, высокий уровень загрязнителей в тканях белых медведей на Шпицбергене коррелирует с изменениями в иммунной системе, ослабляющей способность противостоять инфекционным заболеваниям, а также с понижением уровня витамина А.

В дополнение к полихлорбифенилам и полибромированным дифенилэфирам, которые достаточно широко изучались, список органических загрязнителей в Арктике пополнился целым рядом новых веществ. В список приоритетных веществ для будущих исследований включены фталат-эфиры, алкил-фенолы, синтетический мускус, перфлюорооктан-сульфонат, перфлюорированные теломер-спирты, перфлюоро-карбоксилаты, а также используемые в настоящее время в западной Европе пестициды, производные алкилинов, триарил-фосфаты коротко- и среднецепочечные хлорированные парафины. Ряд указанных веществ ведут себя как типичные СОЗ, т.е. растворяются в жирах и показывают тенденцию к биоаккумуляции. Перфлюорированные вещества вызывают особое беспокойство, поскольку было обнаружено их значительное накопление в печени белого медведя на Аляске и Шпицбергене.

Таким образом, экосистемы Баренцева и Белого моря будут продолжать испытывать воздействие тяжелых металлов, СОЗ и нефтепродуктов в результате переноса загрязнения воздушными массами, течениями, выноса Северной Двиной, Печорой и другими большими реками, попаданием загрязнителей из местных источников (свалки, брошенные военные объекты, полузатопленные суда). Их отрицательное воздействие на биологическое разнообразие, прежде всего на высшие звенья пищевых цепей в Баренцевоморско-Беломорском регионе будет проявляться в сочетании с другими факторами и будет в весьма значительной степени модифицироваться изменениями климата и другими факторами.

Наиболее яркое проявление последствий загрязнения морской среды СОЗ, тяжелыми металлами и нефтепродуктами – его вклад в гибель 25-30 тысяч тюленей в Каспии. Токсикологический анализ показал, что накопленные количества СОЗ, тяжелых металлов и ароматических углеводородов, не являлись непосредственной причиной гибели, но привели к хроническому токсикозу, ослаблению иммунитета и провоцированию заболеваний, в частности, «чумы плотоядных» (Хураськин и др., 2002).

Подобную возможность нельзя исключить и в отношении морских млекопитающих беломорско-баренцевоморской экосистемы. Однако наиболее вероятным эффектом совместного воздействия тяжелых металлов и СОЗ в Баренцевом и Белом морях будет ослабление жизнеспособности локальных популяций лососевых и сиговых рыб, морских колониальных птиц и тюленей, приводящее к снижению их численности. Наиболее критичным может оказаться воздействие этого фактора на популяции белых медведей Шпицбергена, Земли Франца-Иосифа и Новой Земли, которое проявится в сочетании с ухудшением условий питания вследствие сокращения площади дрейфующих льдов.

Разработка шельфовых и береговых запасов нефти и газа. Угрозы для биологического разнообразия, вызванные развитием разведки и добычи углеводородов, связаны как с ростом загрязнения отходами бурения и углеводородами, так и с развитием морской и береговой инфраструктуры. Потенциальную угрозу могут представлять буровые растворы, прежде всего, из-за наличия устойчивых взвесей и вторичного загрязнения среды в результате оседания на дно и вторичного взмучивания. При наличии хронического загрязнения, вызванного плановыми и аварийными сбросами, а также утечками буровых растворов и буровых сточных вод, будет снижаться выживаемость ранних стадий донных ракообразных и моллюсков и подавляться способность к размножению взрослых стадий. Особенно токсичным оказываются буровые растворы на аммонийной основе. Длительное воздействие даже сравнительно небольших концентраций буровых растворов на молодь тресковых рыб может привести к их хроническому отравлению в районах платформ и снижению адаптационных способностей (Кошелева и др., 1997). Хорошо известен и т.н. эффект нефтяных платформ Северного моря для трески, сайды и других видов, при котором отмечается повышенное поражение рыб из-за возрастания содержания углеводородов в печени и мышцах (Gordon, 1989). Наземная нефтегазодобыча дает многочисленные примеры аварийных ситуаций, повлекших значительные утечки углеводородов. Так, только в Тимано-Печорском районе произошли авария на буровой в протоке Малый Гусинец, где длительное время фонтанировал газовый конденсат, и серия аварий на магистральном нефтепроводе «Возей - Головные сооружения».

В развитии нефтегазового комплекса Баренцева моря большое значение будет занимать газовый конденсат. С началом разработки Штокмановского газоконденсатного месторождения возможно попадание того или иного количества конденсата в воду. Газовый конденсат, попадая в морскую среду, оказывает токсическое воздействие на бентосные организмы в концентрациях, принятых в настоящее время в качестве предельно допустимых для нефти и нефтепродуктов (менее 0.1 мг/л для водорослей и ракообразных, менее 1 мг/л для моллюсков) (Кошелева и др., 1997).

Существенное прямое и опосредованное влияние на береговое биологическое разнообразие оказывает создание морской и береговой инфраструктуры нефтегазового комплекса. Прежде всего, под отгрузочные терминалы, а особенно заводы сжиженного природного газа, размещаемые на берегу, отводится значительная часть береговой зоны, которая при непродуманном варианте размещения может включать важные водно-болотные угодья, лайды, участки миграции лососевых и сиговых рыб, районы гнездования и остановок на пролете птиц, ценные и линные залежки тюленей. Опыт строительства нефтебазы и терминала в районе поселка Варандей (Огородов и др., 2001) и порта Амдерма на побережье Печорского моря (Андреева и др., 2003) показывает, что неграмотное, с точки зрения природопользования, без учета динамики береговой зоны, освоение берегов чревато разрушением береговых местообитаний, техногенными катастрофами и возрастанием угрозы загрязнения углеводородами.

Соседство сооружений береговой инфраструктуры с важными для сохранения биологического разнообразия местообитаниями (лайды, птичьи базары, залежки тюленей) будет отрицательно сказываться на этих биотопах и сообществах из-за присутствия больших групп людей, не знакомых и часто не приемлющих правил поведения человека в природе. Помимо опасности увеличения случаев незаконной охоты и других видов браконьерства (например, сбор яиц колониальных птиц), само присутствие большого количества людей и техники будет оказывать отрицательное воздействие на околородных птиц и морских млекопитающих. Так, в результате хозяйственной деятельности вблизи колоний ластоногих увеличивается вероятность появления большего количества брошенных самками щенков и их последующая гибель от истощения (Матишов и др., 2005).

Очевидно, что промышленная добыча углеводородного сырья на арктическом шельфе, в первую очередь газа, создает риск нарушения экологического равновесия морской и геологической сред, а также прибрежных экосистем в районах проведения работ и на путях транспортировки нефтепродуктов. Риск (частота и масштабы) возникновения неконтролируемых выбросов на морских скважинах составляет: при эксплуатационном бурении – 0,48 на 10 000 скважин, при освоении - 1,2 на 10 000 скважин и эксплуатации - 0,23 на 10 000 скважин-лет. Наиболее опасными воздействиями являются выходы разливов нефти к прибрежным участкам с возможным выбросом загрязнений на береговую зону; воздействие на морские организмы затонувших и диспергированных углеводородов. Аварийные ситуации с разрушением морских подводных трубопроводов являются маловероятными событиями с оценками частот от $1,0 \times 10^{-5}$ - до $1, \times 10^{-4}$. Однако в сложных ледовых, гидрологических и литодинамических условиях Охотского моря эти риски существенно возрастают. К этому следует добавить риск аварий морского транспорта, обслуживающего систему добычи и транспортировки сжиженного газа и нефтепродуктов.

Морские нефтяные разливы, связанные с авариями при добыче углеводородов на платформах и транспортировке нефти в последние годы на Северном Каспии (<http://ecportal.su/news.php?id=42050>), в Керченском проливе (<http://www.regnum.ru/news/928109.html>) и Мексиканском заливе (<http://www.inosmi.ru/usa/20100504/159721942.html>) оказались в центре внимания мировой общественности и еще раз поставили вопрос об ужесточении экологического режима при разведке и добыче углеводородов в Арктике. Часто месторождения углеводородов на арктическом шельфе своими границами совпадают или располагаются в непосредственной близости от зон, имеющих высокую биопродуктивность и рыбохозяйственную ценность, а также другие важные для сохранения целостности морских и прибрежных экосистем, биологического разнообразия и экосистемных услуг параметры.

Активизация судоходства. Значительную угрозу для биологического разнообразия представляют нештатные и аварийные ситуации, связанные с разливом и утечкой в окружающую среду нефтепродуктов при отгрузке и транспортировке. Только в 2003 - 2004 гг. СМИ сообщили о 8 таких случаях в Баренцевом море (Бамбуляк, Францен, 2005). В 2004 г. в районе порта Архангельска произошло 3 посадки танкеров на мель и одна авария танкера. Мировой опыт показывает, что даже при постоянном росте требований к безопасности перевозок нефти, невозможно полностью предупредить нештатные ситуации, технические ошибки и даже преступную халатность, которая повлечет за собой утечки и разливы нефти. К 2010 объем перевозок только от месторождения Приразломное, Архангельска и порта Диксон достигнет около 20 млн т. в год, что будет соответствовать около 340 проходам груженых танкеров (Laiho et al., 2005).

При лавинообразном росте перевозок нефти отрицательное воздействие на биологическое разнообразие будет определяться близостью района утечек и разливов к уязвимым местообитаниям. Ряд важных береговых ландшафтов и биоценозов в целом являются наиболее уязвимыми к нефтяным разливам. Это, в первую очередь, лайды или соленые марши, распространенные в приливной и/или нагонной зоне на побережьях Белого моря, о-ва Колгуев, о. Долгий и некоторых других участков побережья Печорского моря. Лайды являются источниками продукции органического вещества, производимого, прежде всего, донными диатомовыми водорослями. Вероятна (хотя и не доказана окончательно) роль лайд как источников экспорта органического вещества, поддерживающего богатый бентос более глубоких районов Печорского моря. Здесь обитает молодь рыб, останавливаются на миграциях и кормятся многочисленные водные и околоводные птицы. Даже небольшое количество нефти, выброшенной на лайды приливом или штормовым нагоном, будет разлагаться в условиях низкой температуры очень медленно, окажет длительное отрицательное воздействие на продуктивность и разнообразие экосистем береговой зоны (Кучерук и др., 2003).

Другими местообитаниями, особо уязвимыми для разливов и утечек нефтепродуктов с судов являются заросли морской травы (на которых нерестится беломорская сельдь), нерестилища чешско-печорской сельди, губы Мурмана и побережье п-ва Канин, являющимися районами нереста мойвы, эстуарные губы Печорского моря, где происходит нерест сиговых рыб. Наконец, существуют уникальные местообитания и береговые экосистемы, которые могут быть безвозвратно потеряны, если окажутся в зоне действия даже среднего разлива нефтепродуктов с судов. Одним из них является Онежский залив Белого моря, который в своей мелководной

части служит нерестилищем сельди и наваги и местом размножения обыкновенной гаги и других морских. Здесь сосредоточены места концентрации мигрирующих по Балтийско-Сибирскому миграционному пути околоводных птиц. Несколько таких участков получили статус водно-болотных угодий мирового значения, охраняемых Рамсарской конвенцией (Семашко и др., 1999).

Соловецкие острова представляют собой объект Всемирного наследия ЮНЕСКО. Авария крупного танкера и разлив нефти при отсутствии сколько-нибудь развитой системы борьбы с нефтяными разливами может привести к невосполнимому ущербу для биологического разнообразия островов Онежского залива и объектов культурного наследия. К ним, помимо неповторимого комплекса Соловецкого монастыря, относится скит на Кий-острове напротив устья р. Онега, а также поморские деревни на Поморском и Онежском берегах, сохраняющие значительные черты традиционного природопользования и уклада жизни. Между тем именно с Онежским заливом связаны планы размещения новых нефтяных терминалов компаний «Татнефть» и «АРМ-Нефтесервис».

Сопоставление районов отгрузки и путей транспортировки нефти в Балтийском и Беломорско-Баренцевоморском регионе выявляет их опасную близость практически со всеми ключевыми орнитологическими территориями Русского Севера (Григорьев и др., 2004).

Разлив сравнительно небольшого количества мазута во внутренней части Онежского залива при транспортировке из порта Онега 1 сентября 2003 г. привел к утечке 56 т нефтепродуктов и загрязнению 18 квадратных миль акватории и 74 км берега (Субботина, 2004). Особенно пострадали морские утки и гуси, собиравшиеся в это время в стаи для осенних миграций. На следующий год экспедиция Института географии РАН установила, что в районе разлива на островах Осинки гнездились всего около 80 пар гаг. Это составило 3-4 кратное уменьшение численности по сравнению с 1999 г. Изменение числа гнездящихся пар на других островах Онежского залива было 15-20% от среднееголетнего. Имеется ряд небольших по размеру природных объектов, характеризующихся чертами уникальности, попадание разлитой нефти в которые может оказаться губительным. Это, прежде всего, полузакрытые лагуны, такие как лагуна Топседа в Печорском море, Унская губа в Белом море и губа Ивановская на Восточном Мурмане.

Из всех групп животного населения морские птицы в целом наиболее уязвимы для воздействия загрязнения нефтепродуктами с судов. При этом чрезвычайно опасными могут оказаться и не только разливы, происходящие у берегов, в районе птичьих базаров и гнездовых колоний птиц, но и в открытом море, в частности там, где формируются предзимовальные концентрации кайр.

С увеличением интенсивности судоходства растет значение и других факторов воздействия на биологическое разнообразие, оценить которое сейчас трудно. Так, сброс мусора с судов приводит к загрязнению побережий, утрате ими эстетической ценности.

Воздействие плохо управляемого рыболовства. Рыболовство является мощным и широкомасштабным антропогенным фактором, оказывающим воздействие на биологическое разнообразие Баренцевоморского - Беломорского региона. Его воздействие может быть условно подразделено на воздействие непосредственно, на объекты промысла и на другие компоненты

экосистемы. Хотя аспекты воздействия на промысловые популяции подробно разбираются в разделе о рыболовстве, мы считаем нужным привести дополнительные материалы, отражающие исторические ошибки в управлении рыболовством и данные об отрицательном влиянии современной практики (незаконный и неучтенный вылов, выбросы рыбы). Все это оказывает глубокое, но выявляемое только на протяжении достаточно продолжительного времени воздействие на экосистему. Проблема современной трансформации экосистемы под воздействием рыболовства относится, прежде всего, к Баренцеву морю. Экосистема Белого моря, по-видимому, испытала массивное воздействие промысла в первой половине XX века, когда вылов сельди достигал нескольких тысяч тонн (Berger, 2001). В настоящее время общий вылов рыбы в Белом море составляет не более 2 тысяч т и, по-видимому, не оказывает сколько-нибудь значительного воздействия на экосистему.

Влияние плохо управляемого и контролируемого промысла на биологические ресурсы. На протяжении десятилетий Баренцевоморский регион обеспечивал в среднем около 5% мирового вылова морских рыб и других морепродуктов. Однако к 1990 г. общая добыча в регионе сократилась с 2.9 млн. т до 0.8 млн. т (менее 1% мирового улова) и с тех пор испытывала достаточно небольшие колебания. Как правило, на протяжении всего 20 столетия в период естественного увеличения общих запасов некоторых видов рыб промысловые усилия возрастали, однако их не уменьшали при сокращении общих запасов под воздействием естественных причин или давления рыбного промысла. Наиболее наглядными являются истории с перепромыслом сельди и мойвы. История показывает, что меры по регулированию промысла часто оказывались запоздалыми и неспособными внести изменения в давление промысла, приводя к сильному истощению запасов промысловых видов рыб и беспозвоночных и значительным потерям возможных объемов добычи таких видов, как аркто-норвежская треска, окуни, палтусы, сельдь и мойва. Эти потери, определяемые российскими исследователями как разница между возможным уловом при благоприятных условиях эксплуатации и реальным выловом в 1970-1990-х гг., составили, как минимум, 30 млн. т (Борисов и др., 2001). По данным Института морских исследований в Бергене (Норвегия), если бы промысловые нагрузки в период 1999-2000 гг. оставались бы на уровне, рекомендованном ИКЕС, нерестовый запас в 2000 г. был бы близким к 900 тыс. т., а не наблюдаемым 220 тыс. т. В настоящее время рыболовство в Баренцевом море находится под управлением Смешанной Российско-Норвежской комиссии, которая в последние годы, в общем, следует рекомендациям Международного Совета по исследованиям морей по общему допустимому улову и квотам. Также улучшился контроль за соблюдением правил рыболовства и допустимого улова.

Однако представляемые официальные данные по вылову неполны, поскольку в них не учитывается прилов, а также материалы по выбросам и незаконному вылову рыбы. Три последних фактора определяют и неточность прогноза промысловых запасов, особенно в отношении трески и пикши (проводимых на основе виртуального анализа популяции), поскольку из-за недооценки смертности рыбы (прилов, выбросы и незаконный вылов), прогноз дает данные, преувеличенные на 15-30%. У морских окуней, зубаток и палтусов прилов может составлять до 40-50% официального вылова.

Выбросы рыбы остаются одной из серьезных проблем рыболовного промысла. В 1993-2000 гг. во время российского промысла трески в Баренцевом море и прилежащих территориях ее выбросы составили от 1,7-1,8% (1993-1994 гг.) до 12,7% (1998 г.) ежегодного улова (в среднем

2%). Самыми высокими выбросы трески были в исключительной экономической зоне России (в среднем они составляли до 40% ежегодных объемов выброса); на долю Смежного района рыболовства пришлось до 25% выбросов. Основную массу выбросов составляла треска небольших размеров, в основном рыбы в возрасте 3-4 лет, наиболее часто встречающиеся в этих районах (Соколов, 2003).

Помимо выбросов, очевидной негативной характеристикой рыбного промысла Баренцева моря являются незаконный и неучтенный выловы, преимущественно донных видов, который ведут официальные промысловые компании сверх выделенных квот. В период 2002-2003 гг. квотируемые объемы вылова трески могли быть превышены на 130-215 тыс. тонн.

Влияние морского рыболовства на компоненты экосистемы. Помимо непосредственного воздействия промысла на рыб и беспозвоночных Баренцева моря, несколько десятилетий интенсивной эксплуатации моря привело к существенному косвенному воздействию на различные компоненты его экосистемы: от донного сообщества до хищников вершины трофической пирамиды, таких как морские птицы и морские млекопитающие. В районах интенсивного лова наибольшее влияние оказал траловый промысел. В районах наиболее интенсивного донного траления сокращение биомассы бентосного сообщества в последующие 4 года достигало 70% (Denisenko, 2001).

Промысел может оказывать прямое воздействие на смертность морских птиц. В 1996 году ярусные суда, принадлежащие Норвегии, установили 476 млн. крючков и предполагаемое количество погибших глупышей оценивается в пределах от 20 до 100 тысяч особей в год (Steele et al. 2000). В настоящее время обсуждается увеличение объемов ярусного промысла рыбы и в России. В связи с этим гибель птиц в этот период в российских водах будет возрастать. До последнего времени ее размеры были минимальны, так как в Баренцевом море с использованием ярусного лова работало не более 10 российских судов.

Хотя прямое воздействие промысла на морских птиц существует, деятельность рыбодобывающего флота в Баренцевом море влияет на гнездовую экологию и репродуктивные показатели морских птиц, главным образом, опосредованно, через изменения кормовой базы. Следствием резкого сокращения запасов мойвы, частично вызванного переловами, стало уменьшение численности молодого поколения и популяции в целом у моевок и других чайковых птиц; особенно сильно это отразилось на кайрах Мурманского побережья. В отдельные годы период размножения у крупных чаек и моевок смещался на более поздние, по сравнению со средними, сроки. У моевок и бакланов средний размер кладки находится в непосредственной зависимости от состояния их кормовой базы; в случае субоптимальных кормовых ресурсов ее размеры заметно ниже. У других птиц подобной зависимости отмечено не было, однако отсутствие или недостаточность необходимых кормовых ресурсов в период выращивания птенцов приводит к их массовой гибели от истощения (Краснов, 1989, 1991; Краснов и др., 1996).

Оценить влияние рыболовства на экосистему Баренцева моря в будущем можно лишь в самых общих чертах. Снижение биомассы бентоса в результате интенсивных тралений при наложении этого процесса на неблагоприятный климатический тренд и связанные с ним изменения продуктивности может привести к ухудшению кормовой базы донных рыб, таких как треска, морские окуни, палтусы, и ухудшению состояния ресурсов рыболовства. В последующие 10-15

лет будет продолжаться воздействие рыболовства на верхние звенья экологической системы, которое, очевидно, будет приводить к усилению колебаний численности морских колониальных птиц. Возможен тренд снижения их численности. Поскольку морские птицы и млекопитающие являются регулятором, предотвращающим как резкие подъемы, так и резкие спады численности массовых видов, можно полагать, что общая нестабильность экосистемы Баренцева моря возрастет даже при «обычной» климатической изменчивости. При значительном изменении климата эффекты воздействия рыболовства могут оказаться еще менее предсказуемыми.

Отрицательное влияние нерегулируемого рыболовства, рыбозаведения, аквакультуры и других факторов на природные популяции семги (атлантического лосося). Популяции семги Баренцевоморского и Беломорского бассейнов с их совокупным генофондом являются одним из ценнейших элементов биологического разнообразия. В XX и начале XXI века они подвергались отрицательному воздействию совокупности различных факторов, влияние которых оценить по отдельности непросто: загрязнения от молевого сплава леса, строительства гидротехнических сооружений, злоупотреблений использованием рыбоучетных заграждений, браконьерства. Это привело к значительному сокращению популяций, особенно в Карелии и Архангельской области (Berger, 2001). Большинство этих факторов продолжает оказывать неблагоприятное воздействие на запасы семги и в настоящее время. Хотя сплав леса прекратился, многие реки по-прежнему загрязнены топляком. Относительно благополучно состояние запасов семги Кольского п-ва и п-ва Канин, где молевой сплав практически не производился (Berger, 2001; Алексеев, 2004).

На р. Печора, где обитала когда-то самая многочисленная в баренцевоморском бассейне популяция семги, ошибки в управлении промыслом (снижение квот, вызвавшее развитие браконьерства, и введение круглогодичного сезона добычи семги в р. Печора на 7 лет с 1989 г.) вызвали широкое распространение браконьерства, что привело к трансформации условий нереста и зимовки семги в наиболее уязвимых районах. Ее численность сократилась в 5 раз (Чуксина, 1998). Серьезной угрозой является проникновение в результате деятельности по рыбозаведению и другой хозяйственной деятельности в Баренцевоморско-Беломорский бассейн паразитов атлантического лосося, поражающих молодь семги, живущую в реке. В лососевые реки Норвегии и Карелии этот паразит попал из Балтийского бассейна. В Беломорском бассейне в 1990 гг. резко сократилась популяция семги р. Кереть; возникла угроза распространения заражения на другие реки (Кудерский и др., 2003). Массовое садковое разведение атлантического лосося, практикуемое в Норвегии, связано с рядом факторов, также потенциально отрицательно воздействующих на популяцию природной семги. Это, прежде всего, распространение заражения паразитическими ракообразными от культивируемых рыб к диким (протекающее, в отличие от заражения гиродактилузом, в море), а также скрещивание ушедших из садков производителей с особями природных популяций (WWF, 2003). На территории России садковое выращивание атлантического лосося только начинается и вряд ли приобретет в ближайшее время масштабы, сопоставимые с норвежскими. Однако не исключено и воздействие норвежской аквакультуры. Эффекты аквакультуры вряд ли будут проявляться быстро и выявляться легко, но их влияние (проявляющееся в сочетании с другими факторами) на популяции семги Кольского полуострова и Белого моря в следующие 10-20 лет может оказаться значительным.

Чужеродные виды в Баренцевом и Белом море. Камчатский краб, акклиматизированный в водах Баренцева моря в 1960-х гг. в соответствии со специальной программой (Орлов, 2004), в настоящее время стал предметом бурных дискуссий как на научном, так и на политическом и общественном уровнях. В настоящее время восточная граница распространения камчатского краба проходит через Гусиную банку, район о. Колгуев и мыс Святой Нос; западная граница располагается в Норвежском море, в районе южных Лофотенских о-вов (Беренбойм, 2001).

Из общих соображений могут быть указаны такие возможные последствия вселения краба, как изменение состава донных биоценозов вследствие пищевых предпочтений крабов и непосредственное воздействие крабов как хищников на популяции промысловых двустворчатых моллюсков. Необходимо отметить, что время, прошедшее с начала быстрого подъема численности краба (несколько более десяти лет), недостаточно для того, чтобы обнаружить тенденции изменений в составе бентоса, вызванные этим ростом. В соответствии с опытом морской экологии такие изменения обычно выявляются на более протяженных промежутках времени (Türkau & Spiridonov, 2004). К сожалению, у российского и, тем более, у норвежского побережья почти нет научных полигонов, где в течение последних 30-40 лет проводились бы детальные бентосные съемки, позволяющие делать сравнения состава и численности донных организмов до и после вселения камчатского краба. Единственным возможным участком может быть губа Дальне-Зеленецкая, где располагается Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН. Проведенные здесь современные учёты основных видов макрозообентоса не выявили значительных изменений в донных сообществах, однако в популяциях некоторых видов, являющихся объектами питания крабов, произошли изменения (Ржавский и др., 2005). Наиболее вероятен отрицательный эффект камчатского краба на популяцию местного вида из того же семейства литодид, с которым у вида-вселенца могли сложиться прямые конкурентные отношения. Помимо камчатского краба, в Баренцево и Белое моря в конце 1950-х гг. была переселена с Дальнего Востока горбуша, которая образовала местные популяции, отчасти поддерживаемые рыбопроизводными заводами, и стала объектом любительского, спортивного и прибрежного промышленного рыболовства. Возврат горбуши в реки Кандалакшского, Онежского заливов и Кольского п-ва характеризуется значительными флуктуациями (Berger, 2001). Данные о воздействии популяций горбуши на другие компоненты биологического разнообразия экосистемы Баренцева и Белого морей отсутствуют. Объектом непреднамеренного вселения стал китайский мохнаторукий краб, завезенный из северо-западной части Тихого океана и распространившийся в эстуариях и реках бассейна Северного и Балтийского моря. Присутствие этого вида в настоящее время в устье Северной Двины документировано коллекцией Зоологического института РАН. В ряде мест своего обитания в Западной и Центральной Европе китайский краб, роющий норы в грунте, оказывает отрицательное воздействие на берегозащитные сооружения. Пока неясно, образует ли этот вид столь многочисленную популяцию, что она окажет серьезное воздействие на экосистемы береговой зоны Двинского и Онежского заливов. Другим случаем заноса ракообразных может оказаться присутствие краба-стригуна в Баренцевом море. Этот вид мог попасть в Баренцево море как с Дальнего Востока, так и из северо-западной Атлантики, но механизм вселения остается неизвестным.

С развитием судовых перевозок углеводородов риск заноса и внедрения в экосистему чужеродных видов с балластными водами или в обрастаниях судов значительно возрастет.

Регионом со сходными климатическими и океанографическими условиями и при этом более высоким биологическим разнообразием, который может стать донором чужеродных видов для Баренцева и Белого морей, является северная часть Тихого океана. Эта возможная роль была продемонстрирована при акклиматизации горбуши и камчатского краба. При этом вселение может происходить и через первоначальное образование популяций в Северном море, откуда (в частности из Роттердама, являющегося одним из крупнейших нефтеналивных портов мира) будет приходить в район Баренцева и Белого морей большое количество нефтяных танкеров. В то же время более коротким путем будет являться путь из северо-западной Атлантики, тем более, что значительная часть сжиженного газа (СПГ) будет доставляться на восточное побережье США и Канады. Принятие мер контроля за сбросом балластных вод в рамках Международной организации мореплавания может снизить вероятность заноса чужеродных видов в Баренцево и Белое моря, но полностью занос не исключит, при этом всегда будет оставаться возможность заноса и с обрастаниями судов. Экосистемные эффекты потенциального вселения чужеродных видов в Баренцево и Белое моря остаются слабо предсказуемыми. В Баренцевом море вряд ли можно ожидать глубокой трансформации экосистемы под влиянием чужеродных видов, аналогичной той, которой подверглись экосистемы Черного, Азовского и Каспийского морей. В то же время в более бедными, но богатыми разнообразными типами сообществ Белом море отрицательное влияние видов вселенцев на биологическое разнообразие может быть более ощутимым. Особой проблемой является занос чужеродных паразитических организмов, который специально обсуждается ниже при обсуждении воздействия аквакультуры и рыбозаведения.

Облегчение доступа к ранее труднодоступным и незатронутым деятельностью человека побережьям Белого и Баренцева морей. В конце, а особенно в середине XX века (до конца 1960х гг.) население побережья Белого и Баренцева морей значительно превышало современные показатели. Местное население всегда охотилось и ловило рыбу без соблюдения писанных правил. В то же время режим пограничной зоны и само по себе присутствие местного населения создавали определенные предпосылки контроля за деятельностью приезжих людей. Ситуация начала XXI века на побережье Баренцева и части побережья Белого моря характеризуется, с одной стороны, низкой численностью постоянного местного населения и облегчением, с другой стороны, доступа определенным категориям посетителей в некоторые, ранее труднодоступные участки береговой зоны благодаря развитию морского нефтегазового комплекса, определенных видов рыболовства, туризма и рекреации (в широком смысле).

Некоторые морские лицензионные участки для разведки и добычи углеводородов расположены в непосредственной близости от примечательных в отношении биологического разнообразия участков. Так, например, суда, работающие в районе месторождения Приразломное, могут укрываться от непогоды в районе о. Долгий, являющегося частью Ненецкого государственного природного заповедника. При отсутствии контроля, экипажи съезжают на берег, охотятся и могут создавать угрозу возобновляющейся в настоящее время популяции моржей на о. Долгий. При развертывании изыскательских и эксплуатационных работ в других районах Печорского моря и Канинско-Колгуевского мелководья значительно возрастает опасность незаконной охоты на гусей во время пролета, добычи тюленей и браконьерского лова семги в устьях рек. Суда и авиация, обслуживающие нефтегазодобычу

используются и будут использоваться как канал доставки незаконно выловленной семги в экономические и административные центры региона.

Другим фактором увеличения доступности наиболее удаленных участков побережья (прежде всего Кольского п-ва) является развитие промысла камчатского краба, и, в целом, прибрежного рыболовства. Суда, ведущие промысел в прибрежной зоне, вынуждены укрываться от непогоды в губах и заливах, могут заходить туда и для хозяйственных нужд. При этом, высаживаясь на берег, экипажи могут заниматься охотой, ловом семги и других лососевых рыб в устьях рек, сбором яиц морских колониальных птиц, посещать и такие уникальные природные объекты, как озеро Могильное на о. Кильдин.

Отсутствие круглогодичной охраны на территории Кандалакшского государственного заповедника (в особенности Айновы острова и архипелаг Семь Островов) будет являться фактором, облегчающим доступ на эти территории. Не исключено развитие натурального обмена (яйца морских колониальных птиц в обмен на краба) между местным населением о. Харлов (архипелаг Семь Островов), жителями пос. Йоканьга, собирающими яйца на птичьих базарах губ Дворовой, и рыбаками. Эти процессы чрезвычайно трудно поддаются учету и контролю, но масштаб их может быть значительным и, действуя совместно с другими факторами (ухудшение кормовой базы под влиянием рыбного промысла и климатических изменений, накопление стойких органических загрязнителей, нефтяные разливы), они могут привести к значительному сокращению морских колониальных птиц Мурмана. Имеются данные о добыче экипажами судов бельков серого тюленя на Айновых островах. Эта опасная тенденция может значительно ухудшить положение популяции этого вида, занесенного в Красную книгу России. Окажется уязвимой к увеличению частоты посещений и изолированная популяция обыкновенного тюленя в губе Ивановская на Кольском п-ве.

Важным фактором, оказывающим многообразное (как отрицательное, так и положительное) влияние на примечательные в отношении биологического разнообразия участки, будет в 2006 - 2015 гг. развитие туризма и рекреации. Наиболее деструктивными (также в социальном плане) являются такие специфические проявления рекреационной деятельности, как организация охоты и рыбной ловли для богатых и высокопоставленных клиентов. Доступность вертолетов для VIP-клиентов позволяет, например, устраивать массовый отстрел гусей на пролете на о. Колгуев и других узловых пунктах пролета. Большинство практикующих на Белом море туроператоров занимаются организацией весенней, а некоторые и осенней гусиной охоты. Даже если эта охота производится на законном основании, контролировать ее результаты в силу удаленности мест, где она производится, невозможно. Незаконно действующие организаторы туризма и отдыха нередко вывозят клиентов и на участки особо охраняемых природных территорий, не имеющих в настоящее время постоянной охраны, например Кемь-Лудский участок Кандалакшского государственного заповедника или острова, входящие в состав Рамсарских водно-болотных угодий Онежского залива. В результате такой охоты гибнут тысячи птиц, прежде всего гусей, среди которых есть виды, нуждающиеся в особой охране и занесенные в Красную книгу России и Красный список Международного Союза охраны природы. Кроме того, массовый отстрел птиц, практикуемый в определенных удаленных местах VIP-клиентами (и практически невозможный в других местах), значительно увеличивает опасность передачи вируса птичьего гриппа от птиц к человеку.

Массовый неорганизованный водный туризм в настоящее время развивается в береговой зоне Кандалакшского залива Белого моря. В районе Керетского архипелага и губы Чула, например, ежегодно проходит по рекам и вдоль берега несколько тысяч туристов. Другим активно посещаемым местом являются острова Кузова и острова Соловецкого архипелага в Онежском заливе. Отрицательные последствия неорганизованного туризма на Белом море связаны со значительным фактором беспокойства для околотовных птиц, часть которых еще находится на гнездах, когда начинается активный туристический сезон, сбором на побережье цветущих растений, в том числе редких, а также с высокой частотой возникновения пожаров на островах.

Организованный туризм также вызывает определенные опасения. Помимо того, что под видом организованного туризма нередко ведется неконтролируемая охота, с такими его видами, как наблюдения за морскими млекопитающими, может быть связано значительное беспокойство для животных и, как следствие, нарушение важных популяционных процессов. Вторжения человека, в особенности на моторных лодках оказывают негативное влияние на воспроизводство и численность популяции белух в районе их скопления (Свечарева, Белькович, 2002).

Туризм уже стал массовым явлением в районе Соловецких о-вов и о-вов Кузова и в ближайшие 10 лет можно ожидать его еще большего развития и экспансии на другие побережья Белого моря. Его неконтролируемое развитие и отсутствие институциональных основ (природные и национальные парки с инфраструктурой и соблюдением определенных правил) в сочетании с низкой культурой отношения к природе туристов и туроператоров может привести к значительному отрицательному воздействию на экосистемы береговой зоны Белого моря: деградации леса на побережье, снижению численности береговых птиц и усилению фактора беспокойства для морских млекопитающих.

Останки судов, оставленные военные и иные объекты. Брошенные полузатопленные и затонувшие суда, оставленные военные объекты и объекты иного назначения представляют собой источник длительного и, как правило, отрицательного воздействия на биологическое разнообразие. Только по результатам инвентаризации, проведенной Мурманской специализированной морской инспекцией МПР РФ в 2002 г., выявлено около 200 брошенных и полузатопленных судов общим водоизмещением 86 тыс. т, из них 127 в Кольском заливе. Детальная инвентаризация для других побережий Баренцева и Белого моря не существует. Хотя концентрация полузатопленных судов, по-видимому, нигде более не достигает таких величин, как в Кольском заливе, значительное их количество находится в районе г. Беломорска и Северодвинска (Бахарев, 2005).

Затопленные суда и оставленные военные объекты являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды СОЗ и тяжелыми металлами. Так, в районе свалки судов в районе Зеленого мыса в Кольском заливе концентрация полихлорбифенилов в верхнем слое осадков достигала 150 нг/г сухой массы, наблюдалось также очень высокое содержание тяжелых металлов – меди, свинца, никеля, хрома, цинка (Бахарев, 2005).

Затонувшие суда представляют и навигационную опасность, что при интенсификации перевозки нефтепродуктов влечет за собой дополнительные риски аварий и разлива углеводородов.

Другими источниками угрозы биологическому разнообразию являются оставленные береговые объекты, в первую очередь, военные базы и некоторые полярные станции. Так, покинутые военные объекты на территории федерального природного заказника «Земля Франца-Иосифа» содержат 30-40 тыс. т авиационного топлива и отработанных масел (НЕФКО, 2003). Отработанные масла содержат ПБХ и являются источниками их проникновения в морскую экосистему.

Остров Кумбыш находится в дельте Северной Двины и является частью Двинского заказника. После эвакуации военной части реабилитация не была проведена и на территории осталось большое количество металлического лома, строительного мусора и химических контейнеров, являющихся источником разнообразных видов загрязнений (НЕФКО, 2003). Список примеров можно продолжить, в их число войдут и полностью или частично брошенные поселки на побережье Кольского п-ва, побережья Печорского моря, о. Вайгач, Новой Земли.

Если не будут приниматься специальные меры по утилизации, полузатопленные, затонувшие суда и брошенные береговые объекты будут продолжать оставаться источниками локального загрязнения, влияющего на жизнеспособность местных популяций животных и растений. В Кольском заливе это загрязнение вместе с загрязнением от других источников будет продолжать ухудшать условия существования донных и пелагических сообществ и приводить к их дальнейшему обеднению. Эти объекты будут продолжать загрязнять морскую среду тяжелыми металлами и СОЗ, и этот эффект будет в ряде случаев выходить за пределы локальных масштабов. Особую тревогу вызывают запасы отработанных масел и другие источники загрязнения в брошенных береговых объектах на Земле Франца-Иосифа и Новой Земле, которые, возможно, являются причиной повышенного содержания СОЗ в ткани обитающих на этих архипелагах и в Карском море белых медведей. Полузатопленные суда и брошенные береговые объекты, кроме того, будут продолжать отрицательно сказываться на эстетическом восприятии береговых ландшафтов, снижая их ценность для развития туризма.

Сценарии изменений климата и их кумулятивное воздействие на биологическое разнообразие и биоресурсы Баренцевоморско-Беломорского региона. Все рассмотренные выше факторы воздействия на биологическое разнообразие будут продолжать действовать на фоне значительных изменений климата, и на фоне этих изменений будет ярко проявляться кумулятивное воздействие. Отчет об оценке воздействия изменений климата в Арктике - Arctic Climate Impact Assessment (ACIA, 2004) оперирует с умеренным сценарием повышения температуры и рассматривает общие характеристики арктических экосистем. Региональные сценарии разработаны с меньшей детальностью.

Так, для побережий Баренцева моря и Белого морей в районе Кольского п-ва (WWF, 2002) прогноз на XXI век говорит о потеплении, но никто точно не знает, каковы будут темпы этого процесса. Согласно прогнозным оценкам в середине века именно в районе Кольского полуострова будет наибольшее в Европе потепление в зимние месяцы, примерно на 3-4 С° относительно среднего уровня 1961-1990 гг. Причем и к западу, и к востоку, и к югу от полуострова предсказывается меньшее потепление. А вот рост летних температур будет на полуострове незначителен (в 2-3 раза меньше, чем рост зимних) и таким же, как в соседних регионах. Прогнозируемая ситуация - существенное зимнее потепление (при том, что в целом за XX век здесь было похолодание) - даже более опасна, чем когда потепление идет

поступательно, как, например, в Западной Атлантике. Чревато изменениями и то, что потепление предполагается в холодные месяцы года, поскольку от зимне-весеннего состояния льдов зависят многие виды морских млекопитающих и птиц. Ситуация с осадками также не однозначна. С одной стороны, прогнозируется их сравнительно небольшой рост, как для Европы в целом. С другой, ожидается ослабление зонального переноса влаги - с океана в глубь континентов, что приводит к более частому выпадению в прибрежных районах сильных дождей и снегопадов. Большая же вероятность сильных снегопадов - негативный фактор для зимующих в береговой зоне птиц. Однако, несмотря на обилие перечисленных выше опасностей, главная проблема может быть в другом. А именно: изменение направления и мощности Северо-Атлантического течения может кардинально изменить климат полуострова. Благодаря Северо-Атлантическому течению отклонения температуры воздуха от среднеширотных величин в Баренцевом море в январе достигают 15°C. Если за 10 тыс. км от региона тропические пассаты будут нагонять больше воды в Мексиканский залив, то Гольфстрим и, соответственно, Северо-Атлантическое течение станет чуть сильнее, а на Кольском полуострове - намного теплее. При потеплении может расшириться нерестовый ареал мойвы, что благоприятно для морских птиц и хищных рыб. Менее суровая зима с большим количеством полыней также позитивный факт для гаги и других уток. Однако при изменении динамики ледового покрова в Белом море гренландский тюлень может оказаться в сложнейшем положении. Отсутствие подходящего (для размножения) льда в традиционных районах приведет к образованию ценных залежек в иных, мало пригодных для этой цели участках моря. Исследования показали, что в более теплые (равно как и в особо холодные) годы миграции гренландских тюленей первого года жизни носят принципиально иной, аномальный характер. В этих случаях молодые тюлени вынуждены искать пищу по всей акватории Белого моря, что обычно приводит к смерти большинства животных. Климатические изменения могут обусловить столь частые повторения аномальных миграций гренландского тюленя, что само его существование может оказаться под угрозой.

Сокращение ледового периода, уменьшение площади и толщины льдов в Белом море также серьезно может отразиться и на кольчатой нерпе, и морском зайце, ограничивая их репродуктивные возможности. Еще для двух морских видов, белухи и нарвала, сокращение ледяного покрова может привести к их миграции на восток. Эти животные обычно держатся у кромки и среди льдов, причем нарвал следом за льдами заходит за 80° с.ш. - ближе к полюсу, чем любой другой из китов. Для белухи может возникнуть и еще одна проблема: размножение ее основной пищи (сайки) зависит от того, насколько низка температура в мае, и потепление будет негативным фактором. На общем неблагоприятном фоне может произойти дальнейшее ухудшение жизнеспособности популяций из-за накопления в организме морских млекопитающих СОЗ и тяжелых металлов, фактора беспокойства от развития нефтегазового комплекса и туризма и дальнейшее снижение численности. Это, скорее всего, приведет к значительной и трудно предсказуемой в настоящее время перестройке морской экосистемы, в которой морские млекопитающие играют роль важнейших регуляторов.

6.3.2. Угрозы биологическому разнообразию Карского моря и его береговой зоны

Основными факторами угрозы биологическому разнообразию Карского моря и его береговой зоны являются:

- транспорт, накопление и длительное действие загрязнителей;

- разработка запасов нефти и газа на шельфе и в береговой зоне;
- интенсификация судоходства (потенциальная угроза);
- браконьерство;
- внедрение в экосистему чужеродных видов (потенциальная угроза);
- посещение большим количеством людей ранее труднодоступных районов.

В силу специфики экосистемы Карского моря, находящегося под значительным воздействием стока великих сибирских рек, трансграничный фактор проявляется, прежде всего, в переносе загрязнения с речным стоком. Большое значение имеет трансграничный фактор, прямо или косвенно связанный с деятельностью на побережье нефтегазовых компаний. Их присутствие опосредованно влияет и на, казалось бы, далекие от их деятельности процессы, такие как развитие браконьерства.

Транспорт, накопление и длительное действие загрязнителей

Тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители. Основное поступление загрязнителей в Карское море осуществляется со стоком сибирских рек, прежде всего Оби, Енисея и Лены (последние поступают в море Лаптевых), из атмосферы и от местных источников. Как правило, в процессе глубокого бурения в окружающую среду поступают и металлы, источниками которых могут быть как сами нефтепродукты, буровые растворы, так и пластовые воды, попадающие на поверхность. Подсчитано, что со стоком рек в Карское море переносится более 68% гексахлорциклогексана (ГХЦГ) (2.9 т/год) и только 3.1% ДДТ (0.7 т/год); остальная часть этих СОЗ поступает из атмосферы (Бердников, 2005). Тяжелые металлы поступают в морскую экосистему преимущественно со стоком рек, однако для такого элемента, как никель, атмосферное поступление (выбросы «Норильского никеля») также достаточно велико и составляет около 30% (Бердников, 2005). Данных по содержанию тяжелых металлов и СОЗ в организмах, обитающих в Карском море, немного. Примечательно, однако, что уровень содержания ДДТ и ГХЦГ в жире нерпы с островов восточной части моря значительно превышал соответствующие показатели для животных этого вида из Канадской Арктики и был выше, чем в Баренцевом море. Длительный эффект действия загрязнителей затронет, прежде всего, популяции морских и околоводных птиц и морских млекопитающих, в организме которых могут накапливаться высокие концентрации СОЗ и тяжелых металлов. Вместе с продолжающимся действием нефтяного загрязнения, переносимого реками, и другими факторами влияние длительно действующих загрязнителей может приводить к ослаблению жизнеспособности и снижению численности популяций животных, в частности сиговых и лососевых рыб, околоводных птиц и ластоногих.

Нефтепродукты и фенолы. Значительную опасность для экосистем Карского моря представляют загрязнения нефтепродуктами и фенолами, переносимыми основными реками бассейна. В р. Обь и её притоки на территории Ямало-Ненецкого автономного округа нефть, нефтепродукты поступают в результате утечек и аварийных разливов с нефтепроводов и других объектов. Причинами утечек и аварий обычно является коррозия трубопроводов, некачественное выполнение сварочных работ, дефекты оборудования (Комитет по природным ресурсам ЯНАО, 2002). Аварийные разливы нефти приводят к ее скоплению на ограниченных болотистых участках. В некоторых местах грунты накопили огромное количество нефти: до 10

г на 100 г грунта. Даже если техническое состояние и безопасность буровых и линейных сооружений западно-сибирского нефтяного комплекса будет улучшено, накопившаяся в почве нефть может поступать в водотоки в течение многих лет. С речным стоком нефтепродукты поступают в эстуарии, в результате чего загрязнения растворимыми и эмульгированными нефтепродуктами охватывают районы Нижней Оби, Обской, Тазовской и Байдарацкой губ Карского моря. Данные 2000 года свидетельствуют, что содержание нефтепродуктов в водах р. Обь (Ангальский мыс, с. Мужы), р. Полуй, р. Таз, р. Пур, Тазовской и Обской губы на территории Ямало-Ненецкого округа в 2-4 раза превышало предельно-допустимую концентрацию (ПДК = 0,05 мг/л). Характерно, что содержание нефтепродуктов в Тазовской губе выше, чем в Обской губе за счёт рек, протекающих по Пууровскому нефтегазодобывающему району, выносящих нефтепродукты в Тазовскую губу. В водоёмах Обь - Иртышского бассейна нефтяному загрязнению часто сопутствует фенольное. В нижнем течении рек Обь, Полуй и Таз, в Тазовской и Обской губах фенолы обнаруживаются в концентрациях в несколько раз превышающих ПДК. Кроме того, во всех отобранных пробах отмечается повышенное содержание аммиака в воде, что говорит об органическом загрязнении водоёмов округа (Комитет по природным ресурсам ЯНАО, 2002).

Хроническое воздействие нефтяного загрязнения может привести к интоксикации и развитию патологий, прежде всего у полупроходных и речных рыб, зимующих в Обской и Тазовской губах. Вероятным последствием является увеличение смертности молодых рыб. В период развития характерных для нижнего течения и эстуария Оби заморных явлений в конце зимы пониженная жизнеспособность может приводить к массовой гибели рыбы.

Весьма вероятно также увеличение содержания нефтепродуктов тяжелых фракций в грунтах губ Карского моря. Оно, скорее всего, приведет к существенным изменениям структуры бентосных сообществ, что, в свою очередь, окажет заметное, но трудно прогнозируемое в настоящее время влияние на популяции рыб и водных птиц.

Разработка запасов нефти и газа на шельфе и в береговой зоне. Запасы углеводородов на шельфе Карского моря разведаны недостаточно. В ближайшее время разведочное бурение может начаться на шельфе Обской губы. Ошибки проектирования, а также осуществление работ в сложных погодных и гидрологических условиях может приводить к авариям на буровых и выбросам значительного количества нефтепродуктов. Начнется транспортировка нефти, добываемой на Ванкорском месторождении, через порт Диксон, число проходов танкеров дедвейтом 100 тысяч т достигнет 100 в 2010 г. и более 140 в 2015 г (Laiho et al., 2005). Вероятность аварий танкеров в сложных навигационных, ледовых и погодных условиях не может быть полностью исключена. Аварийные выбросы и разливы нефти будут особенно опасны в районах лайдовых берегов п-ва Ямал и Гыданского п-ва, где их отрицательное воздействие на береговую экосистему, молодь рыбы и водных птиц так же как и в береговой зоне Печорского моря, будет носить катастрофический характер. Разливы в районах полыней в ледовых условиях отрицательно скажутся на продукционных свойствах экосистемы Карского моря и, кроме того, будут приводить к гибели морских птиц и отравлению морских млекопитающих.

Однако основное будущее нефтегазового комплекса побережья бассейна Карского моря связывается с разработкой более 20 разведанных газовых месторождений п-ва Ямал, в первую

очередь Харасавейского и Бованенковского. Для транспортировки природного газа этих месторождений существует проект подводного газопровода через Байдарацкую губу.

Весьма вероятно и развитие транспорта СПГ, добываемого на месторождениях восточного побережья Ямала, в частности Южно-Тамбейского. Продукция и транспорт СПГ может увеличиться до 15 млн. т в 2015 г. (Laiho et al, 2005). СПГ будет перевозиться специальными танкерами ледокольного типа. Непосредственное воздействие и угрозы для биологического разнообразия этого направления развития связано, в первую очередь, со строительством инфраструктуры: трубопроводов, компрессорных станций, заводов СПГ и отгрузочных терминалов. Строительство и обеспечение безопасности морского газопровода сопряжено с большими техническими сложностями и может оказать определенное воздействие на гидрологический режим и, соответственно, донные сообщества Байдарацкой губы. Воздействие строительства береговой инфраструктуры во многом будет определяться степенью ответственности разработчиков проектов, выбором наиболее безопасного с экологической точки зрения варианта строительства и детальностью проработки мер по защите окружающей среды. Если не будут учтены современные уроки несовершенной оценки воздействия на окружающую среду проектирования и строительства береговой структуры нефтегазового комплекса на Сахалине (материалы общественных консультаций Европейского банка реконструкции и развития по Фазе 2 проекта «Сахалин 2»; Spiridonov, 2003, 2006), можно ожидать деградации ряда биотопов береговой зоны, среди которых могут оказаться важные ключевые водно-болотные угодья, лайдовые берега и районы нереста и нагула рыб. Обеспечение безопасности береговых сооружений и хранилищ углеводородов будет осложнено развитием процессов термоабразии берегов.

Определенная угроза для биологического разнообразия будет связана с расширением доступа на ранее безлюдные природные побережья большого количества людей, занятых в развитии нефтегазового комплекса.

Активизация судоходства. Увеличение интенсивности судоходства по Карскому морю будет связано с развитием перевозок нефти и СПГ, а также никелевого сырья из Дудинки. С уменьшением ледовитости Арктики может быть связано и возрастание сквозных проходов через Карское море по Северному морскому пути. Хотя за годы деятельности Северного морского пути накоплен большой опыт и сформирована практика безопасного плавания по Карскому морю, сложная ледовая обстановка, а также возможное увеличение частоты штормов не могут исключить кораблекрушений, аварий и разливов нефти и СПГ.

Особого внимания заслуживает использование полыней для прохода судов. Полыни играют важную роль в жизни морских млекопитающих, и не исключено, что интенсивное судоходство в районе полыней приведет к беспокойству животных и нарушит нормальное использование полыней ластоногими и китообразными. Оценка возможных эффектов судоходства на биоту в полынях требует, однако, дополнительных наблюдений и анализа.

Браконьерство. В поддерживающей экономике коренного населения Ямала значение промысла рыбы во второй половине XX - начале XXI значительно возросло, но каких-либо данных о том, что промысел коренного населения отрицательно сказывается на рыбных запасах, нет. Поэтому, каким бы ни было управление местными промыслами, оно, в отличие от Баренцева моря, где просчеты в управлении обобщаются переловом, вряд ли само по себе способно

стать фактором угрозы биологическому разнообразию. В качестве такого выступает стимулируемая, в основном, внешними по отношению к региону причинами, экспансия браконьерства. В последние 15 лет наблюдалось значительное увеличение пресса незаконной добычи на популяции наиболее ценных видов рыб низовьев рек Западной Сибири и губ Карского моря - прежде всего сиговых и осетра. Это обусловлено наличием платежеспособного спроса на деликатесную продукцию сиговых рыб и осетров в региональных центрах нефте- и газодобычи. Браконьерство облегчается существующей инфраструктурой нефтегазового комплекса. Так еще по заказу Газпрома СССР Миннефтегазстрой, вопреки сопротивлению природоохранных органов, при выходе на Ямбургское месторождение развернул сооружение порта в районе зимовальных ям осетра в устье реки Нюди-Эпока-Яха. Ямбург стал перевалочной базой для доставки незаконной рыбопродукции в другие города Западной Сибири - Уренгой, Ноябрьск, Сургут. Имеются неофициальные данные о существовании в структуре газодобывающих предприятий специальных отделов, которые занимаются скупкой браконьерской добычи для своих сотрудников (Дудников, 2004; Иванов, 2004). Развитие новой инфраструктуры на газовых месторождениях Ямала неизбежно приведет к усилению браконьерского пресса на сиговых рыб и осетров Обской губы. В сочетании с загрязнением губы, вносимом реками это может привести к практически полной утрате популяциями этих рыб промыслового значения в течение последующих 5-10 лет.

Инвазии чужеродных видов. В настоящее время в Карском море не отмечены чужеродные виды. Условия высоких широт, такие как низкая температура воды, многомесячный ледовый покров ограничивают число регионов-доноров, откуда может произойти занос. Проход судов через ледовые поля практически уничтожает обрастания корпуса, с которыми могут распространяться виды-вселенцы. В то же время при реализации сценариев потепления Арктики, начала транспортировки СПГ и возобновлении интенсивного сквозного судоходства по Северному морскому пути, угрозу интродукции видов из северной части Тихого океана/Чукотского моря или северо-западной Атлантики исключить невозможно. При внедрении видов-вселенцев степень трансформации природных экосистем, особенно эстуарного типа (таких как Обская губа), которые в настоящее время подвергаются стрессу из-за загрязнения, вносимого реками, может оказаться весьма значительной.

Рост посещаемости ранее труднодоступных районов. Освоение газовых месторождений Ямала и интенсификация вертолетного и судового сообщения вдоль побережья Байдарацкой, Обской, Тазовской и Енисейской губ, безусловно, приведет в ближайшее время к увеличению случаев незаконной охоты и рыбной ловли. Развитие нефтегазового комплекса на Ямале, безусловно, увеличит рынок для продукции из незаконно добываемых осетровых и сиговых рыб и, вне всякого сомнения, отрицательно скажется на их запасах.

Особым фактором, который нужно принимать во внимание, является возобновление работы арктических станций и других элементов инфраструктуры Северного морского пути. С этим, так же, как и с развитием нефтегазового сектора, связано появление в Арктике заметного количества людей, не имеющих необходимого опыта и подготовки и не готовых, в частности, к встречам с белыми медведями. Поскольку ожидаются также изменения в распределении и поведении белых медведей, вызванные уменьшением ледовитости Арктики, можно полагать, что число контактов с неблагоприятным исходом как для человека, так и белого медведя неизбежно возрастет.

Сценарии воздействия изменений климата и их кумулятивное воздействие. В Арктике наблюдаются явные признаки прогрессирующего потепления климата. С 1980 г. температура холодного времени года увеличивалась на 1оС за каждое десятилетие. Значительно сократилась площадь и толщина льдов – в 2007 г. они имели самое низкое значение за весь период наблюдений с 1921 г. В Карском море и на побережье п-ва Таймыр эти процессы развиваются медленнее. В ближайшие 10–20 лет полуостров, вероятно, еще будет оставаться «оазисом климатического благополучия». Один из факторов, с которым будет связано потепление, уникален для побережья Карского моря и п-ва Таймыр (Региональные изменения ..., 2003). Именно Таймыр – колыбель ежегодной миграции гусеобразных птиц и куликов в Европу, Африку и Азию. Сотни тысяч птиц, представителей редких видов и обычных, на Таймыре лишь выводят птенцов. Остальное время они проводят в местах зимовок и отдыха на пути перелета. Изменения климата в этих местах: наводнения, засухи, изменения в землепользовании и сельском хозяйстве прямо и, увы, негативно влияют на птиц, причем наиболее сильно на виды с узким рационом питания – крапивообразную и черную казарку, исландского песочника и др. Этим видам будет очень сложно изменить привычные места зимовки.

Таким образом, изменения климата в Европе фактически накладывается на изменения климата на Таймыре. Сейчас в Европе изменения климата уже проявляются очень сильно: наводнения 2002 года сменились небывалой засухой и жарой 2003 г. На Таймыре гораздо меньшая жара и засуха может привести к резкому снижению численности лемминга, «переключению» песцов и хищных птиц на казарку и почти полному отсутствию потомства в эти годы. Возрастание частоты повторяемости таких лет может привести к подрыву популяции. Очевидно, что только сообща, и в Европе и на Таймыре, только с помощью хорошо продуманных мер, особенно в климатически неблагоприятные годы, можно обеспечить устойчивое существование редких птиц, включая и крапивообразную казарку.

Затронет потепление и белого медведя. Возрастает амплитуда сезонных колебаний ледовой кромки, не на десятки, а на сотни километров. Но для «местных» медведей это будет совершенно необычно, тем более что на материковой части побережья этих животных относительно немного, и при уменьшении ледовитости, более раннем разрушении и более позднем образовании припая не исключено, что белого медведя здесь не останется совсем.

6.3.3. Угрозы биологическому разнообразию Чукотского моря и его береговой зоны.

Основными угрозами биологическому разнообразию в бассейне Чукотского моря являются перенос, накопление и долговременное действие загрязнителей - тяжелых металлов и СО₂, развитие нефтегазового комплекса, судоходство, оставленные военные объекты и увеличение доступности удаленных районов. Воздействие плохо управляемого рыболовства может проявляться в пограничном районе - Анадырском заливе. Специфична проблема, связанная с охотой местного населения на белого медведя.

В настоящее время в Чукотском море не отмечены чужеродные виды. Опасность их внедрения в экосистему вряд ли может сейчас серьезно обсуждаться, поскольку наиболее вероятным районом, откуда может произойти вселение, является северная часть Тихого океана, а проникновение северо-тихоокеанских видов в Чукотское море осуществляется и естественным путем при изменении климатического и океанографического режима.

Транспорт и долговременный эффект загрязнителей. Данные по распространению загрязнения тяжелыми металлами в российской части Чукотского моря ограничены. Поступление СОЗ в бассейн Чукотского моря имеет значительную специфику. Северная Пацифика аккумулирует значительные количества β-гексахлорциклогексана из атмосферы, и эти загрязнители поступают с водными массами в Чукотское море через Берингов пролив. Существуют, по-видимому, и локальные источники СОЗ, связанные с брошенными береговыми объектами (прежде всего военными). Данные по накоплению СОЗ в морских беспозвоночных в российской части Чукотского моря отсутствуют. Умеренные концентрации обнаружены в мышцах обыкновенной гаги. Отсутствуют данные по накоплению загрязнителей в ластоногих Чукотского моря. Концентрация ПХБ в тканях серых китов достигает значений, вызывающих неврологические нарушения у детенышей макак-резусов (АМАР, 2002). Получили широкую известность сообщения коренных морских охотников о добыче в рамках выделенной квоты для аборигенного промысла серых китов с резким лекарственным запахом мяса (Море надежды, 2004), однако источник этого загрязнения остается неизвестным. Присутствие загрязнителей в тканях серых китов вызывает особое беспокойство, поскольку восточно-тихоокеанская популяция этого вида, хотя и восстановившая свою численность, может оказаться весьма чувствительной к изменению климатического режима северной части Берингова и сопредельных частей Чукотского моря. Наличие загрязнителей добавит свой вклад в снижение ее жизнеспособности. Как и повсеместно в Арктике, в районе Чукотского моря возможно отрицательное воздействие СОЗ на популяцию белого медведя, в частности, снижение иммунной способности особей этого вида (АМАР, 2002).

Разработка шельфовых и береговых запасов нефти и газа. Угрозы, связанные с развитием нефтегазового комплекса, включают возможность загрязнения морской среды нефтепродуктами при аварийных выбросах и разливах нефти, а также воздействие береговой инфраструктуры. Существенной для Чукотки угрозой береговому биологическому разнообразию будет также нерегламентированное движение вездеходного транспорта в условиях лайдового берега и прибрежных тундр. В 2001 г. компания «Сибнефть» приступила к разведочному бурению на территории заказника «Туманский» (закрытого на следующий год), в 2002 г. было проведено разведочное бурение на шельфе Анадырского залива. Эти работы пока не дали результатов, но очевидно, что береговая зона Чукотки будет и в дальнейшем объектом разведки и, возможно, добычи нефти. Угрозы биологическому разнообразию, связанные с развитием этого вида деятельности, пока оценить трудно. Наиболее очевидно сильное локальное воздействие и деградация водно-болотных угодий, в особенности лайдовых берегов, происходящая в результате использования транспортной техники при разведочных работах. Оно затронет, в основном, южную часть региона - побережье Анадырского залива.

Судоходство. В настоящее время интенсивность судоходства в Чукотском море невелика. Возможная активизация транспортировки грузов по восточному сегменту Северного морского пути, использование судами полыней и разрушение ледоколами ледяных полей может привести к значительному фактору беспокойства для морских млекопитающих. Судоходство может стать дополнительным фактором, вносящим вклад в ухудшение условий обитания белого медведя. В то же время его воздействие нуждается в дополнительной оценке.

Плохо управляемое промышленное рыболовство. Рыболовство в Чукотском море сосредоточено в устьях рек и лагунах и представляет собой, в основном, промысел коренного и

местного населения, не оказывающий сильного эффекта на морскую экосистему. В сопредельных водах, омывающих Чукотский п-в, в частности, в Анадырском заливе в последние годы получил развитие траловый промысел, в частности, в связи с высоким уровнем запасов углохвостой креветки и камбал. Высокая интенсивность тралового промысла и отсутствие контроля за его воздействием на экосистему может привести к ряду отрицательных для сохранения биологического разнообразия последствий. Так, воздействие тралового промысла на донные сообщества может иметь отрицательные последствия для кормовой базы зимующих в Анадырском заливе моржей.

Охота местного населения на белого медведя. Охота местного населения в целом не может рассматриваться как серьезная угроза биологическому разнообразию. Исключением являются отношения населения и белых медведей, охота на которых, как на вид Красной книги Российской Федерации, была до последнего времени запрещена. Тем не менее, известно, что эта охота велась и ее организация даже незаконно, предлагалась богатым охотникам со стороны. Отстрел белых медведей происходит и в результате конфликтов между человеком и зверем, в особенности в случаях, когда белые медведи посещают помойки в поселках. В связи со вступлением в силу Российско-американского соглашения по белому медведю коренное население получит право на определенную квоту на добычу белых медведей, как традиционного объекта охоты. Соблюдение этой квоты представляется критически важным, ее превышение в современных неблагоприятных для белого медведя климатических условиях (см. 3.4) может фатально сказаться на популяции этого вида в Восточной Арктике. Однако, в настоящее время практически отсутствуют управленческие и образовательные предпосылки для контроля добычи в рамках выделенной квоты.

Увеличение доступности удаленных районов. Несмотря на законодательные ограничения, несанкционированное посещение лежбищ моржей группами туристов, а также полеты на самолетах и вертолетах над колониями моржей отмечаются на Чукотке едва ли не ежегодно. Значительное негативное воздействие на лежбища моржей оказывает фактор беспокойства, при котором наблюдается панический сход моржей в воду, во время которого в результате давки гибнут их детеныши и молодежь. Это, наряду с другими факторами, вызванными климатическими изменениями (увеличение частоты штормов, нападения бурых и белых медведей), может привести (и, по косвенным данным, приводят) к медленному снижению численности моржей чукотской популяции. Последний учет моржей производился в 1990 г. и, к сожалению, в настоящее время отсутствуют какие-либо данные, позволяющие контролировать эффективность мер сохранения популяции (Море надежды, 2004).

Особым фактором, который нужно принимать во внимание, является появление в Арктике заметного количества людей (занятых, в частности, в нефтеразведке), не имеющих необходимого опыта и подготовки и не готовых, в частности, к встречам с белыми медведями. Поскольку ожидаются также изменения в распределении и поведении белых медведей, вызванные уменьшением ледовитости Арктики, можно полагать, что число контактов с неблагоприятным исходом как для человека, так и белого медведя неизбежно возрастет.

Брошенные военные базы. Брошенные военные объекты являются источниками загрязнения тяжелыми металлами и СОЗ. Значительное количество таких объектов на Чукотке создает локальную угрозу биологическому разнообразию и способствует миграции загрязнителей по

пищевым цепям. Требуется, однако, инвентаризация брошенных военных источников загрязнения и оценка их эффекта на биоту.

Сценарии воздействия климатических изменений и кумулятивное воздействие. В Чукотском море процессы потепления, как и в Карском море в районе полуострова Таймыр, развиваются медленнее, чем в других районах Арктики. Тем не менее, прогнозные оценки подтверждают общую тенденцию потепления и для этого региона. Несмотря на некоторые, казалось бы, позитивные моменты, связанные с перспективой «смягчения» суровых климатических условий для экономической деятельности человека, потепление климата негативным образом скажется на видовом и ландшафтном разнообразии побережья. Свой «вклад» внесет повышение уровня моря. Из-за эрозии береговых уступов будут нарушены условия гнездования морских птиц (например, затопление гнездовой песчанки и исландского песочника на о. Врангеля) и лежбищ моржей и тюленей. Однако наибольшую опасность изменения климата представляют для таких редких видов, чья жизнь неразрывно связана с морем: китов, моржей, морских птиц и особенно белых медведей. Причем негативное влияние более высокой температуры будет выражаться не напрямую, а через сильные вторичные эффекты. В результате изменения динамики кромки льдов будут происходить изменения состава и структуры донных биоценозов (особенно мелководных участков) – основы питания серого кита и моржа. Как это скажется на этих животных, кто из них понесет больший ущерб, пока не ясно, но потенциальная опасность достаточно велика. Требуется углубленного изучения и другой эффект – влияние изменения зимнего температурного режима в местах размножения серого кита – у берегов Калифорнии. Изменение морских экосистем под воздействием потепления климата отразится на структуре и численности популяций морских птиц. Особенно значительным будет воздействие в районе субполярных фронтов, где повышение температуры глубинных вод даже на десятые доли градуса может привести к перераспределению как пелагических, так и бентосных сообществ, включая ценные виды рыб. Здесь также наибольшее влияние будут оказывать вторичные эффекты, поскольку распределение и численность популяций в большей степени определяются динамическими физическими процессами (например, течениями и ветрами), а не прямым воздействием более высокой температуры. В результате потепления будет уменьшаться меридиональный градиент температуры поверхности моря, снижаться интенсивность океанических течений и циркуляции океана в целом.

Следует отметить, что своеобразными индикаторами здоровья экосистем являются крупные хищники. В Арктике оценивать кумулятивный эффект потепления климата можно по популяции белого медведя, находящегося на вершине пищевой цепи. Уменьшение площади и толщины льдов, сокращение периода максимального развития сплошных льдов и изменение их динамики и структуры негативно влияют на условия существования и репродуктивное поведение белых медведей и их жертв.

Это, например, приводит к перераспределению основных видов жертв белого медведя, в частности, кольчатой нерпы. Часть из них откочевывает в высокоширотные районы, менее благоприятные для размножения и нагула животных. В конечном счете, это может привести к ухудшению состояния популяций видов жертв и, вслед за этим, белого медведя. Наблюдаемое в результате потепления более раннее разламывание южной границы сплошных льдов весной и более позднее ее установление осенью сокращает период активной охоты медведей. Сокращение его на две недели приводит к потере 8% веса зверей. Исследования показали, что

смещение на одну неделю в таянии льда весной означает потерю 10 кг веса медведя. Недостаток накопления жира ведет к повышенной смертности животных, особенно медвежат из-за нехватки молока для их выкармливания зимой. Негативных последствий следует ожидать и от прогнозируемого возрастания осадков. Дожди в конце зимы могут разрушать медвежьи берлоги, прежде чем самки с детенышами покинут их, что повышает угрозу жизни неокрепшим медвежатам (то же относится и к норкам и детенышам кольчатой нерпы). Кроме того, прогнозируется усиление ветров и дрейфа льдов, что вызовет повышение энергетических затрат и стрессов у медведей, которые большую часть жизни проводят среди льдов. Все эти обстоятельства принципиально осложнят жизнь медведей. Вероятно, на большей части Арктики их существование станет невозможно, и некоторые популяции должны будут мигрировать в более благоприятные районы. Чукотский регион позже других будет подвержен влиянию потепления, и в этом заключается его уникальная глобальная роль «спасителя» белых медведей, своего рода убежища на период потепления.

Снижение ледовитости неблагоприятно скажется и на популяции моржей. При откорме на мелководьях Чукотского моря моржи нуждаются в ледяных полях для отдыха. При отсутствии льда у берега, животные вынуждены перемещаться за ледяными полями в более глубоководные и менее пригодные для питания районы. При недостатке льда становится более энергетически затратной и тяжелой и осенняя миграция моржей в район Берингова пролива. Все это приводит к увеличению смертности животных (Кочнев, 2004). Еще одна опасность может быть связана с увеличением частоты штормов, которые сами по себе приводят к ухудшению условий питания и распаду семей моржей. После массовых выбросов донной морской фауны, случившихся после катастрофического шторма в Анадырском заливе осенью 1996 г., произошел необычно ранний распад меечкынского лежбищного сообщества тихоокеанского моржа (Смирнов, Литовка, 2004). Учитывая возрастание фактора беспокойства и опасность влияния загрязнителей, будущее популяции моржа на Чукотке внушает серьезную тревогу (Кочнев, 2004).

6.4. Характеристика биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ

6.4.1. Современное состояние биологического разнообразия сухопутных территорий АЗР

Полярные пустыни. Данный биом имеет циркумполярное размещение. В России распространен на островах и архипелагах Северного Ледовитого океана (Северный остров Новой Земли, Земля Франца-Иосифа и др.) и лишь фрагментарно представлен на северо-востоке п-ва Таймыр (Матвеева, 1998). Ландшафтное разнообразие здесь обеднено, благодаря молодости поверхностей, экстремальности климата и, соответственно, бедности состава биоты. Широко представлены ландшафты разновозрастных моренных и морских отложений, каменистых субстратов. Микро- и нанорельеф образуется каменистыми кольцами, пятнами, минеральными полигонами, бугорками. В растительном покрове отмечается полное доминирование споровых растений (Александрова, 1983) - водорослей, лишайников, печеночников (*Hepaticae*) и мхов (*Bryophytes*). Они образуют тонкую пленку жизни с фрагментами цветковых растений (*Saxifraga sp.sp.*, *Puccinellia sp.sp.*, *Poa sp.sp.*). Локальная флора сосудистых растений (число видов на 100 км²) составляет всего 20-30 видов. Например, флора архипелага Земля Франца-Иосифа, целиком расположенного в биоме полярных пустынь, составляет около 60 видов. Из

позвоночных животных здесь обычны виды, связанные с морем - белый медведь (*Ursus maritimus*), песец (*Alopex lagopus*), морж (*Odoboenus rosmarus*) и тюлени. Ландшафты и биота этого биома сохраняется в Большом Арктическом заповеднике и в федеральном заказнике Земля Франца-Иосифа. Имеются перспективы их сохранения в национальном парке Русская Арктика (образован ы 2009 г. на северной оконечности Новой Земли) и в Североземельском заказнике.

Арктические тундры. Биом имеет циркумполярное размещение. В Европейской части России арктические тундры представлены на островах Северного Ледовитого океана (Южный остров Новой Земли, Колгуев, Новосибирские острова, Северная Земля и др.), а в Азиатской части России он образует сравнительно узкую полосу вдоль побережья Карского, Лаптевых, Северо-Восточного и Чукотского морей (полуострова - Ямал, Таймыр, берег Якутии и Чукотки). Здесь обычны экосистемы приморских равнин с полигональными, пятнистыми и пятнисто-бугорковатыми тундрами, полигональными болотами, солеными маршами дельтовых территорий. В растительном покрове значительна доля цветковых растений (доминируют *Dryas octopetala*, *D. punctata*, *Cassiope tetragona*, *Salix polaris*, злаки, осоки, камнеломки), лишайники и мхи формируют ярус в 5-10 см, препятствуя глубокому протаиванию мерзлоты. Локальная флора в данном биоме составляет 70-150 видов на 100 км². В составе фауны позвоночных обычен северный олень (*Rangifer tarandus*), песец (*Alopex lagopus*), лемминги (*Lemmus sibirica*, *Dicrostonix torquatus*), гуси, тундряная куропатка (*Lagopus mutus*), многочисленные виды уток, куликов. В последнее десятилетие появилась тенденция разрушения арктических тундр в местах разведки, добычи и транспортировки нефти и газа - на о-ве Колгуеве, п-вах Ямал и Гыдан. Редкие и исчезающие виды растений малочисленны, а из редких животных наиболее известны - морж (*Odoboenus rosmarus*), лебеди (*Cygnus sp.sp.*), белый гусь (*Chen hyperboreus*) и казарки (*Branta sp.sp.*). Биота и экосистемы арктических тундр репрезентативно представлены в заповедниках - Большом Арктическом (на островах и побережье п-ва Таймыр), Усть-Ленском (устье р. Лена), Остров Врангеля в Чукотском море (Табл. 1).

Субарктические тундры. В структуре ландшафтов преобладают пятнистые и полигональные равнинные тундры, бугристые болота, заросли кустарников в долинах тундровых рек. В растительном покрове широко представлены кустарники (*Betula nana*, *Salix sp.sp.*, *Alnaster fruticosa*), кустарнички (*Vaccinium sp.sp.*, *Empetrum nigrum*), осоки и злаки. Исключительно богата флора мхов (150-200 видов в отдельных пунктах). Локальная флора сосудистых растений по сравнению с предыдущим бионом возрастает более чем в 2 раза и составляет 250-300 видов на 100 км² (Тишков, 1996). Фауна позвоночных увеличивается также в несколько раз - в отдельной географической точке 70-100 видов птиц и около 20-25 млекопитающих. Среди редких видов вызывают интерес сокола (*Falco rusticolus*, *F. peregrinus*), лебеди (*Cygnus bewickii*), гуси (*Anser erythropus*), казарка (*Rufibrenta ruficollis*) численность которых в ряде регионов падает из-за условий зимовок в более южных регионах и охоты в весенний период. Биота субарктических тундр Европейской России охраняется только в Лапландском заповеднике (Кольский п-ов), в Азиатской России - в Таймырском, Путоранском (горные тундры Таймыра), в Усть-Ленском заповедниках, в Ненецком и Берингийском природных парках и в некоторых заказниках.

6.4.2. Основные факторы, влияющие на состояние биологического разнообразия сухопутных и биоресурсы территорий АЗРФ

Ландшафтное и биологическое разнообразие Арктики по сравнению с западной и центральной Европой и юго-восточной Азией сохранилось значительно лучше. Однако, несмотря на очаговый характер антропогенных нарушений, происходит их активная деградация, следствием которой становится разрушение почвенно-растительного покрова, термоэрозия, фрагментация местообитаний арктической фауны, замещение природной растительности ее производными формами, снижение численности редких видов и др. Все это происходит на фоне достаточно глубоких природных изменений, которые являются следствием глобальных и региональных перестроек климата, изменений в циркуляции атмосферы, уровня Мирового океана, тектонических движений, приводящих также к изменениям численности и распространения арктической биоты, проявлению ее новых качеств и закономерностей динамики.

Среди основных факторов, влияющих на современное состояние биоты и экосистем АЗРФ в настоящее время можно выделить:

природные

- глобальное и региональное изменение климата Арктики, выражающееся в увеличении продолжительности вегетационного периода (для растений), гнездового периода (для птиц), теплого сезона (для беспозвоночных) и пр. и приводящее в некоторых районах к продвижению на север границы леса, к активному расширению ареала отдельных видов растений, млекопитающих и птиц, изменению их путей миграции, к внедрению чужеродных видов и пр.;
- обусловленная изменениями циркуляции атмосферы и океанических течений трансформация климатических условий для наземной биоты (рост частоты климатических аномалий – зимние оттепели, летние заморозки, рост количества осадков, в т.ч. снега и пр.), что приводит к массовой гибели отдельных популяций (например, северного оленя при образовании наста зимой или возврата холодов при оттепели) или, наоборот, благоприятным условиям для освоения арктических территорий бореальными видами (например, бурым медведем лесотундры и южных тундр);
- активные неотектонические процессы, выражающиеся в ряде случаев в современном поднятии суши и образовании ее новых участков для заселения биотой (образование новых, рост и смыкание старых островов, образование морских террас, маршевых поверхностей и пр.);

антропогенные

- глобальное, региональное и локальное загрязнение среды – тропосферный перенос, выбросы от импактных источников, аварийные выбросы и разливы нефти и пр., способные трансформировать растительный покров и животное население отдельных территорий, включить загрязняющие вещества в пищевые цепи и привести к накоплению поллютантов в организмах консументов высшего порядка (хищных млекопитающих, птиц и рыб);
- механическое нарушение почвенно-растительного покрова в результате нерегламентированного движения транспорта, строительства и проведения геологоразведочных работ и пр., приводящее к фрагментации экосистем, формированию полуприродных и искусственных местообитаний и их заселению сорными растениями;

- разрушение растительного покрова в результате перевыпаса домашних оленей и нарушения традиционных норм и мест выпаса;
- браконьерство и нерегулируемое использование биоресурсов, снижающее их запасы, в том числе в границах этно-хозяйственных ареалов;
- внедрение адвентивных видов растений, освоение ими новых местообитаний, что препятствует восстановлению исходной растительности; преднамеренное и непреднамеренное внедрение чужеродных видов (кроме реакклиматизации овцебыка) в арктические экосистемы, способное вызвать региональный экологический кризис.

Перед оценкой роли факторов, влияющих на современное состояние биоразнообразия российской Арктики, остановимся на некоторых концептуальных проблемах его устойчивости.

6.4.3. Ведущие параметры устойчивости арктической биоты и экосистем

Для АЗРФ с ее относительно бедным составом биоты и исключительной "чувствительностью" экосистем к различным антропогенным воздействиям проблемы сохранения биоразнообразия имеют приоритетное значение.

Во-первых, в отличие от экосистем более южных поясов, для Арктики характерен ограниченный набор доминантов и массовых видов растений и животных, а также более глубокая их дифференциация по функциям в экосистеме и ослабление за счет этого конкурентных отношений между видами за ресурсы. *Уничтожение вида или сокращение численности его популяций влечет за собой значительную перестройку всей пищевой цепи и экосистемы в целом.*

Во-вторых, восстановление после природных и антропогенных нарушений почв, мерзлотного режима, растительности и животного населения происходит относительно долго. Здесь наблюдается дефицит местных видов флоры и фауны, способных участвовать в восстановлении и формировании ранних стадий сукцессии. Именно поэтому так быстро в районы нового освоения внедряются сорные растения и занимают антропогенные местообитания, а фаунистический комплекс северных городов и поселков за короткий срок становится полностью синантропным.

В-третьих, период активного функционирования арктических экосистем в годовом цикле очень мал - 2-3 месяца. Животные-мигранты (в основном - птицы, среди которых много редких видов) большую часть годового цикла проводят вне Арктики. Планирование мероприятий по сохранению и восстановлению их численности требует объединения межрегиональных и международных усилий – по сути, централизованных и совместных с другими северными странами действий.

В соответствии с этим, среди наиболее острых проблем оценки устойчивости сухопутного биоразнообразия и природных экосистем в процессе природопользования в АЗРФ можно выделить:

1. Природные экосистемы и биоразнообразие АЗРФ сравнительно слабо изучены, далеко не полностью проведена инвентаризация, картографирование и оценки современного состояния популяций арктических растений и животных. К сожалению, наше представление о растительном покрове, природных экосистемах и ландшафтах большинства регионов АЗРФ

ограничивается районами со сложившейся инфраструктурой промышленного освоения и напрямую зависит от их транспортной доступности. Наиболее изученной оказалась флора АЗРФ - в 1987 г. завершено издание 10-томной "Арктической флоры СССР", опубликованы флористические сводки по Большеземельской тундре и Ямалу, полуострову Таймыр, острову Врангеля, ЗФИ, горам Путорана и др. Фауна Арктики, несмотря на ее относительную бедность, особенно в отношении беспозвоночных животных, изучена крайне слабо. В итоге, освоение многих регионов Арктики начинается раньше, чем мы можем получить полные сведения о разнообразии их живой природы.

2. Очаговое и ленточно-очаговое хозяйственное освоение Арктики за счет активной фрагментации растительного покрова переходит в фазу сплошного (фронтального) освоения, при котором происходит фрагментация, а в некоторых случаях, полное разрушение экосистем. Новые антропогенные местообитания оказываются пригодными менее чем для половины видов аборигенной флоры и единичных представителей фауны. Под угрозой трансформации и даже исчезновения оказались биота и экосистемы: Кольского полуострова, Мурманского побережья и Кандалакшского залива, низовьев Печоры, Большеземельской тундры, Обской губы, полуостровов Ямал и Гыдан, Обь-Тазовского и Пясинско-Енисейского междуречья, окрестностей Норильска, районов освоения месторождений алмазов в северной Якутии, Чукотских тундр. В последние десятилетия здесь существенно крупнее стали очаги хозяйственного освоения, местами наблюдается их слияние, сначала за счет коммуникаций и их обустройства, а потом и за счет расширения самих промышленных зон и селитебных земель.

3. Переходная экономика страны, передача лидерства в природоохранной деятельности на Севере от государства к хозяйствующим субъектам, некоторый сепаратизм северных территорий, а также рост безработицы и нищеты населения отдельных регионов, не занятого в добывающих отраслях, привели к тому, что государственный контроль за состоянием биоты и использования биоресурсов в АЗРФ ослаб. Широкое развитие получили такие виды нарушений, как загрязнение атмосферы, водоемов и почв, транспортные нарушения, бесконтрольное сверхнормативное расширение площадей новых земельных отводов под строительство поселков, промышленных объектов и линейных сооружений, браконьерство.

4. *Нормативно-правовая база* и государственное управление охраной животного и растительного мира, использованием биоресурсов АЗРФ *не отвечают требованиям рыночной экономики*, так как основные затраты на снижение «отрицательной ренты положения» в воспроизводстве, природного, финансового (в том числе и рентного) и человеческого капиталов в Арктике, по-прежнему, несет государство (это - особенности северной политики природопользования). А хозяйствующие субъекты оказались в разных (часто контрастных) условиях в отношении воспроизводства ресурсов, эксплуатационных, в том числе природоохранных, затрат, социальных расходов и пр. Рычаги сглаживания этой искусственно созданной дифференциации у государства практически отсутствуют. Многосубъектность ресурсопользования в российской Арктике не привела к ожидаемому повышению эффективности хозяйствования, что сказывается в первую очередь на состоянии биоразнообразия и экосистем.

5. Биота Арктики *особо чувствительна к химическому загрязнению*, что определяется преобладанием среди растений по биомассе и видовому разнообразию споровых - водорослей,

лишайников, печеночников и мхов, которые не имеют развитой проводящей системы и *неизбирательно накапливают загрязняющие вещества*. В этом полярные пустыни, тундры и лесотундра имеют сходство с верховыми и переходными болотами. Доля споровых растений в продукции фитомассы в этих экосистемах может достигать 70-90%, в то время как в лесах, степях, лугах и пустынях она составляет в редких случаях несколько процентов от общих запасов. Именно мхи и лишайники первыми выпадают из экосистем в зоне влияния промышленных выбросов, вдоль трасс нерегламентированного движения гусеничного транспорта. Это влечет за собой практически никем не отмечаемое обеднение флористического разнообразия регионов и исчезновение уникальных экосистем с доминированием лишайников в напочвенном покрове. Пищевые цепи Арктики предрасположены к интенсивному накоплению загрязняющих веществ на вершинах трофической пирамиды - у хищных птиц, млекопитающих и рыб. В условиях, когда в Арктике отмечается не только локальное загрязнение, но и глобальное выпадение загрязняющих веществ, такое *свойство биоты усиливает негативные последствия для самих экосистем и для их пищевых цепей, закономерно заканчиваемых человеком*. В целом это сказывается на ассимиляционном потенциале экосистемного покрова Арктики и должно учитываться при регламентации хозяйственной деятельности.

6. В последние десятилетия в Арктике обострилась проблема сохранения экстенсивного природопользования коренных малочисленных народов и его сочетания с интенсивными формами освоения ресурсов региона. При традиционных формах хозяйствования сохранение природных экосистем и их биосферных функций обеспечивается регламентированием изъятия биоресурсов и переложным способом эксплуатации угодий. Большинство регионов локального проживания малочисленных коренных народов Севера оказались в сфере экономических интересов добывающих компаний, а это в перспективе грозит нарушением традиционного природопользования. Одно из условий сохранения природы Арктики - поддержание в местах локального проживания малочисленных и старожилых народов Севера экстенсивных форм хозяйствования.

Безопасность и защита биоты и экосистем особенно значима для Арктики по следующим причинам. **Во-первых**, важнейшей из причин особой значимости оценки их устойчивости является хрупкость арктических экосистем и их экстремальная уязвимость к антропогенному воздействию. **Во-вторых**, в отличие от экосистем других природных зон и биомов арктические экосистемы не имеют «путей отступления» в случае резкого внутривекового потепления – зональный градиент «обрывается» океаном, а рефугальный характер размещения для тундр не характерен и они могут необратимо потерять часть своей биоты. **В-третьих**, не только глобальные изменения климата могут привести к серьезной трансформации арктической среды, но и изменения природных наземных экосистем самой Арктики, в свою очередь, может оказать большое влияние на глобальные процессы, такие как атмосферная и океаническая циркуляция, глобальное потепление, состояние озонового слоя и другие. **В-четвертых**, приморский характер организации арктических экосистем ориентирует их на транзитное функционирование, зависимость от переноса вещества и энергии между сушей и океаном, а высокоширотное положение определяет наличие резкой и непропорциональной сезонности функционирования. **В-пятых**, для Арктики в целом свойственен исключительный синергизм воздействия природных и антропогенных изменений среды, способный вызывать «каскадный» эффект и мультимплицирование последствий по площади, разнообразию трансформируемых

компонентов и по глубине изменений. Глобальные и региональные климатические изменения будут существенно влиять на физические и биогеохимические процессы, биоразнообразие и социально-экономическое развитие арктического региона. И наоборот, арктические прибрежные системы окажут обратное воздействие на глобальные системы в результате усиления потоков вещества, генерируемого эрозией берегов и эмиссией «парниковых» газов при деградации вечной мерзлоты.

Основой экономического развития Арктического региона становится промышленное использование невозобновляемых ресурсов – нефти, газа, угля, строительных материалов, редких и драгоценных металлов и др. Поэтому он находится под возрастающим давлением антропогенных воздействий – как локальных промышленных центров и традиционной экономики, так и глобального атмосферного переноса загрязняющих веществ и со стоком арктических рек. Если для более южных регионов некоторые из действующих антропогенных факторов имеют природные аналоги и, соответственно, механизмы устойчивости к ним зональных экосистем (пожары, ветровал, водная эрозия, интенсивный выпас скота и пр.), то арктические экосистемы практически лишены этого.

Ведущими интегральными параметрами, определяющими устойчивость и неустойчивость арктических экосистем можно считать:

1. Низкое биоразнообразие, ограничения «взаимозаменяемости» видов растений и животных, слабая их сопротивляемость «новым» (антропогенным) воздействиям.
2. Исключительную уязвимость и восприимчивость экосистем к химическому загрязнению, обусловленную преобладанием в составе биоты споровых растений (водорослей, лишайников, мохообразных), неизбирательно адсорбирующих загрязняющие вещества, а также низкими температурами, препятствующими быстрому самоочищению.
3. Резкую сезонность функционирования, краткость вегетационного периода, преобладание в составе животного населения мигрирующих видов (ластоногие, белый медведь, песец, северный олень, морские, водоплавающие и околоводные и хищные птицы), испытывающих негативное воздействие на всем пути миграции и зимовки.
4. Низкие темпы самовосстановления биоты и почв после нарушений (участок тундры после механического разрушения восстанавливается несколько сот лет), связанные с явным дефицитом видов растений пионерных стадий, замедленными процессами почвообразования, дефицитом и низкой доступностью для растений ряда биогенных веществ (азот, фосфор, калий и др.).
5. Наличие многолетнемерзлых грунтов, определяющих их «подвижность» при трансформации, развитие термоэрозии, солифлюкции и других криогенных процессов, вовлекающих после локального нарушения целостности почвенно-растительного покрова новых его участков.
6. «Открытость» нарушенных экосистем и новых антропогенных местообитаний для инвазий чужеродных видов (аборигенные виды обладают низкой конкурентоспособностью на этих местообитаниях, в результате чего по всей Арктике формируются антропогенные тундролуговые экосистемы с преобладанием заносных видов, восстановление которых до природного состояния в обозримой перспективе маловероятно).

Все перечисленные интегральные параметры устойчивости/неустойчивости арктических экосистем имеют количественные выражения, могут включаться в модели современной климатогенной и антропогенной динамики арктических экосистем, а главное – учитываться при разработке стратегии и системы мероприятий по защите окружающей среды и устойчивому развитию региона. Совокупно они определяют качественные и количественные параметры ассимиляционного потенциала арктических биомов: зональных – полярных пустынь, арктических и субарктических тундр, стланников и лесотундры, и интразональных – болот, лугов, каменистых обнажений и пр.

6.4.4. Оценка устойчивости ведущих биомов в арктических регионах и состояния их ассимиляционного потенциала

Оценка устойчивости биоты и экосистем ведущих биомов в арктических регионах и состояния их ассимиляционного потенциала в данном разделе опирается не столько на оценку самого ассимиляционного потенциала, что вполне адекватно задачам выявления главных факторов их современной изменчивости, сколько на вероятность необратимых или долговосстанавливаемых изменений. Предлагается побиомная оценка устойчивости сухопутной биоты и экосистем АЗРФ конкретно к природным (климатическим) и антропогенным изменениям, некоторые интегральные параметры которой (продуктивность, запасы углерода и пр.) будут представлены ниже, в следующих главах и разделах данной главы (Табл. 6.3).

Таблица 6.3. Оценка устойчивости основных биомов АЗРФ к изменениям климата (при прогнозе на 2025 г. по сценарию, принятому в АСИА – рост эмиссии CO₂ в 2 раза, рост концентрации CO₂ в атмосфере на 100 ppm, увеличение глубины сезонно-талого слоя на 25-50%). Условные обозначения: - - не устойчивы; + - слабо устойчивы, ++ - средне устойчивы, +++ - относительно устойчивы

Факторы прямого действия Биомы (Ландшафтные зоны и подзоны)	Повышен ие температ ур приземно го слоя воздуха (1-2°C)	Подъем уровня моря (10-20 см)	Увеличен ие глубины сезонно- талого слоя (25- 50%)	Рост количес тва осадков (20%)	Балл устой чивос ти (от 0 до 12)
Полярные пустыни (берега/внутренние районы)	+	-/+++	++	++	8
Горные полярные пустыни	+	+++	++	+	7
Горные тундры	-	+++	+	+	5
Арктические тундры (берега/внутренние районы)	++	+/+++	+	++	9

Субарктические южные тундры (берега/внутренние районы)	-	-/++	-	+	3
Субарктические типичные тундры (берега/внутренние районы)	+	-/++	+	+	5
Европейская и сибирская лесотундра	++	++	+	+	6
Дальневосточные типичные и южные тундры (берега/внутренние районы)	-	+ / ++	-	+	4
Дальневосточная лесотундра	++	++	+	+	6
Дальневосточные стланики	++	++	++	++	8

Все биомы Арктики обладают средней и слабой устойчивостью к климатическим изменениям и сопутствующим им изменениям других абиотических факторов среды, прежде всего вечной мерзлоты. Интегральная оценка позволяет выделить типичные и южные тундры как наименее устойчивые (при прогнозируемых изменениях они сравнительно быстро включают в состав биотических компонентов кустарники и деревья, т.е. меняют свой статус). Остальные биомы относительно устойчивы, хотя размах реакции на климатические изменения имеет и зональные и провинциальные отличия.

Заметим, что в отличие от устойчивости к антропогенным воздействиям (загрязнению, механическому воздействию на растительный покров и пр.), устойчивость природных экосистем Арктики к климатическим изменениям (температуры, количества осадков, оттаивания сезонно талого слоя и пр.) имеет иные показатели и вектора. *Наиболее устойчивы полярные пустыни и лесотундра* (первые, потому что требуются более глубокие преобразования климата для перехода в новое состояние, а вторые – за счет компенсации влияния потепления воздуха приростом фитомассы мохового покрова и усиления консервации мерзлоты). *Наименее устойчивы южные тундры*, в которых сравнительно быстро будет происходить облесение (смена типов экосистем – яркий пример неустойчивости к изменениям климата). Следует отметить, что в условиях прибрежной полосы экосистемы данных биомов оказываются неустойчивыми к даже незначительному подъему уровня моря, приводящему к активизации эрозии берегов. Ни корневые системы арктической растительности, ни характер задернения почво-грунтов аборигенной растительностью в Арктике не способны противостоять береговой эрозии.

Результаты анализа по данному разделу, на наш взгляд, недостаточны для подготовки конкретных выводов и рекомендаций для учета выявляемых закономерностей при планировании мероприятий по освоению арктических экосистем, использования их ресурсов и защиты окружающей среды в условиях меняющегося климата. Это позволяет заключить, что в ближайшие годы необходимо провести дополнительные изыскания, оценки и расчеты, которые

позволят: 1) провести корректные модельные оценки устойчивости к природным изменениям с учетом нормы реакции биоты и экосистем основных биомов Арктики на прогнозируемые изменения климата и аномальные отклонения; 2) провести корректные оценки устойчивости биоты и природных экосистем основных биомов Арктики на антропогенные воздействия – загрязнение среды, механические нарушения, фрагментацию экосистемного покрова и пр.; 3) интегрально оценить устойчивость биоты и экосистем основных биомов Арктики к суммарному эффекту климатических изменений и росту загрязнения и нарушения среды.

Но как показывает зарубежный опыт и первые отечественные разработки по оценкам воздействия потепления в Арктике (Антропогенные изменения климата, 1987; Влияние изменений климата ..., 2001; Климатические изменения..., 2003; Чукотский экорегион..., 2002; Кольский экорегион..., 2003; Ревич и др., 2003; Таймырский экорегион..., 2004; ЮНЕП-изменения климата. 2003, www.unep.ch), на первый план выходят не попытки выявить реакцию природных экосистем (она прогнозируема), а последствия климатических изменений для хозяйства и населения и возможности устойчивого природопользования в меняющихся условиях климата, что подменяет саму идею превентивной оценки последствий воздействия климатических и антропогенных факторов на биоту и экосистемы.

6.4.5. Потенциальные угрозы и риски антропогенно обусловленной деградации наземных биоты и экосистем, с учетом возможных изменений климата и расконсервации вечной мерзлоты

Потенциальные угрозы и риски антропогенно обусловленной деградации природных экосистем, с учетом возможных изменений климата и расконсервации вечной мерзлоты, могут быть разделены на прямые (загрязнение, механическое разрушение растительного покрова, почв и мерзлоты и пр.) и косвенные (развитие термоэрозии, усиление стока углерода, накопление и миграция по пищевым цепям загрязняющих веществ, рост заболеваемости, повышение частоты техногенных катастроф и пр.). Исключительно детально они изложены в результатах программы Арктического совета «Arctic Climate Impact Assessment» - ACIA (см. русскую версию: Воздействие потепления в Арктике, 2004; Anisimov a.o., 1997; Shmakin, 2004), а также в ряде российских изданий (Додин, 2005; Север как объект..., 2005, и др.).

По экспериментам на локальной модели энергообмена сотрудниками Института географии РАН получен вывод о высокой зависимости режима мерзлоты от термогидрофизических параметров многолетнемерзлых пород (Shmakin, 2004, и др.). Для отдельных точек дан прогноз до 2070 г., который показывает отсутствие кардинальных изменений в параметрах мерзлоты. Выявлено, что основной вклад в изменения параметров многолетнемерзлых грунтов (до глубины 10 м) вносят весенняя и летняя температуры воздуха со сдвигом в 1-3 года. Поскольку в последние годы для Сибири характерно весеннее, а в Восточной Сибири еще и летнее потепление эти факторы способны стать определяющими в динамике состояния криолитозоны в ближайшие десятилетия. В настоящее время в России область сплошной многолетней мерзлоты занимает площадь около 6 млн. км². В результате реконструкций установлено: в оптимум последнего межледниковья ~ 125 тысяч лет назад (палеоаналог потепления на 2°C) ее площадь сокращалась в 6 раз, а в максимум похолодания ~ 20-15 тысяч лет назад (палеоаналог похолодания ~ на 4°C) увеличивалась в 2 раза по сравнению с современностью.

В последние десятилетия в Арктике наблюдается преобладание потепления, хотя оно не повсеместно и различается по интенсивности в различных регионах и сезонах, что позволяет говорить о «мозаике» воздействия этого фактора на арктическую биоту и экосистемы. Потепление более выражено зимой, чем летом, но, в то же время, зимой в Арктике присутствуют очаги похолодания, отсутствующие летом. С позиций возможного влияния на мерзлоту происходящие изменения также неоднозначны. Летнее повышение температуры не велико в полосе наибольшей мощности мерзлоты, и более заметно в более южных широтах, а зимой в ряде мерзлотных районов имеет место небольшое похолодание.

Возможные в будущем изменения климата в Арктике, как правило, рассчитываются с помощью численных моделей общей циркуляции атмосферы и океана. Такие расчёты выполняются в нескольких ведущих научных центрах мира, и на основе этих расчётов выработано представление о том, что наиболее заметное потепление во второй половине XXI века будет происходить в центре Арктики, убывая по интенсивности к более низким широтам, и в зимний сезон. На основе этих представлений различные исследователи выполняли прогнозы трансформации вечной мерзлоты. Согласно им, наиболее значительное усиление летнего оттаивания мерзлоты предполагается в самых северных районах распространения мерзлоты (т.е. в районах максимального повышения температуры), а также в ряде районов вблизи южной границы мерзлоты.

Как известно, в настоящее время в России область сплошной многолетней мерзлоты занимает площадь около 6 млн. км². В результате палеогеокриологических реконструкций, проведенных Институтом географии РАН, установлено, что в оптимум последнего межледниковья ~ 125 тысяч лет назад (палеоаналог потепления на 2°C, которое по принятому в отчете сценарию будет наблюдаться к 2025-2050 г.г.) ее площадь сокращалась в 6 раз, а в максимум похолодания ~ 20-15 тысяч лет назад (палеоаналог похолодания ~ на 4°C) увеличивалась в 2 раза по сравнению с современной. Современное потепление, начавшееся еще во второй половине XX в., привело к подъему среднегодовой температуры на севере России на 0,2-2,5°C (Израэль и др., 2002). При этом в условиях континентального климата Сибири, произошло увеличение снеготолщин.

Однако при условии дальнейшего потепления для Северной Евразии в целом, центра Восточной Европы, Восточной Сибири современные снеготолщины близки к максимуму. Для северо-востока Восточной Европы, Урала, Западной Сибири и Дальнего Востока можно ожидать дальнейший их рост.

Многолетняя изменчивость температуры воздуха имеет положительную тенденцию, которая для Сибири более значима в сравнении с Европейским Севером. При этом интенсивнее всего увеличивается минимальная зимняя температура.

Климатический сценарий для первой половине XXI в. приведен в работе (Анисимов и др., 1999). Он показывает рост средней годовой температуры воздуха в северных регионах Западной Сибири по моделям общей циркуляции атмосферы Британской метеорологической службы и института Макса Планка в Германии на 2,5-5,5°C. Эмпирический прогноз, выполненный в этой же работе, составляет 4-6°C, причем потепление обусловлено в большей мере повышением зимней температуры воздуха, чем летней.

Положительный тренд температуры воздуха при изменении климата, соответствующий данным эмпирического прогноза, может привести к сокращению площади многолетней мерзлоты к середине XXI в. на 12-15% и смещению ее границы к северо-востоку на 150-200 км. При этом, согласно модельным расчетам, глубина сезонного протаивания увеличится, в среднем на 15-25%, а на арктическом побережье и в отдельных районах Западной Сибири до 50% (Анисимов, Белолуцкая, 2002).

Большинство исследователей среди главных природных угроз биоте и экосистемам Арктики считают сокращение площади морского льда (изменение баланса атмосферного обмена между океаном и сушей), рост уровня океана, усиление береговой эрозии и таяния вечной мерзлоты. Все прочее в значительной степени может рассматриваться как следствие этих динамических процессов, хотя и следует отметить, что *значительные площади Арктики имеют разнонаправленные тренды*, иные приоритетные реакции на климатические изменения. Таковыми могут быть: таяние ледников, усиление стока рек, сокращение/обогащение биоразнообразия, наступление леса на тундру, заболачивание/разболачивание, усыхание озер и пр. В соответствии с этим существенно расширяется и спектр рисков и угроз для хозяйственной инфраструктуры и населения. В заключение данного раздела можно привести перечень основных потенциальных угроз и рисков антропогенно обусловленной деградации наземной биоты и природных экосистем АЗРФ:

- изменение соотношения поверхностей с разной поглощающей и отражательной способностью, рост площадей суши и океана без снега и льда, поглощения солнечной радиации и дальнейшего потепления климата;
- рост стока рек и прогрессирующее опреснение Северного Ледовитого океана, что повлечет рост уровня океана, глобальные перестройки циркуляции вод и атмосферы, изменения прибрежной биоты и экосистем;
- изменения размеров эмиссии и поглощения парниковых газов почво-грунтами, растениями и океаническими мелководьями;
- усиление эрозии берегов рек, озер и моря; усиление оврагообразования, склоновых процессов, развития эоловых процессов в районах распространения легких грунтов;
- изменения биоразнообразия самой Арктики и других природных зон, где сосредоточены места зимовок и миграции арктической биоты; продолжится трансформация местообитаний видов с узкой нормой реакции, продвижение на север границ распространения многих видов растений и животных и инвазии в арктических экосистемы (особенно, в антропогенно трансформированные) чужеродных видов;
- движение северной и высотно-поясной границ леса и сокращение площадей зональных тундр на материковой части северной Евразии;
- повышение частоты и масштабов лесных, травяных, торфяных и тундровых пожаров, а также катастрофических вспышек численности насекомых-фитофагов;
- расширение границ распространения отдельных видов животных-переносчиков инфекционных заболеваний, в т.ч. природно-очаговых особо опасных для человека;

- критические перестройки местообитаний некоторых типичных и редких арктических морских и сухопутных видов (белый медведь, дикий северный олень, водоплавающие и морские птицы);
- усиление транспортной доступности ранее малодоступных районов Арктики и увеличение риска их загрязнения и трансформации;
- формирование благоприятных условий для добычи нефти и газа на шельфе и возрастание риска деградации прибрежных экосистем суши в результате роста добывающей промышленности.

Деградация арктической наземной биоты и экосистем в результате изменений климата и растепления вечномёрзлых грунтов может привести к приоритетным *рискам и угрозам для хозяйственной инфраструктуры АЗРФ*, таким как:

- интенсивная береговая эрозия в связи с ростом уровня моря и уменьшением количества морского льда – угроза прибрежным населённым пунктам, портам, объектам хозяйственной деятельности;
- рост техногенных катастроф, ускоренное разрушение линейных, гидротехнических и других инженерных сооружений, а также аварий на ЛЭП, нефте-и газопроводах в результате деградации экосистем при интенсификации таяния вечной мерзлоты;
- трансформация дорог, аэродромов, промышленных площадок с твердым покрытием, сокращение сроков их безаварийной эксплуатации, увеличение частоты ремонта и рост объемов дополнительных инвестиций для их поддержания; риск сокращения периодов движения по зимникам из-за снижения сроков устойчивого ледового покрова на реках и промерзания грунта для наземного передвижения в холодный период;
- ускоренная деградация жилого фонда, коммунальных систем и всей инфраструктуры арктических поселений в результате растепления и провалов грунтов, развития термоэрозии и пр.; трансформация систем жизнеобеспечения населённых пунктов – водоснабжения, обеспечения теплом и энергией.

Аналогичным образом климатогенные изменения биоты и экосистем влекут за собой *риски и угрозы для населения и традиционного хозяйства Арктики*:

- рост рисков, угроз и неизбежных затрат населения в связи с необходимостью противостоять растущим угрозам трансформации наземных экосистем и хозяйственной инфраструктуры, в т.ч. систем жизнеобеспечения населённых пунктов; риск массового переселения из регионов с деградирующей средой;
- рост риска проживания и осуществления хозяйственной деятельности в прибрежных зонах (эрозия, наводнения, заболачивание, шторма);
- угроза существенного удорожания проектирования, проектных и эксплуатационных работ в промышленности, на транспорте и в коммунальной сфере;
- рост уровня ультрафиолетовой радиации; новые поколения могут получить дополнительные 30% УФ, что может привести к росту заболеваний кожи и снижению иммунитета коренного и пришлого населения Арктики;

- потепление климата приведет к более широкому распространению ряда инфекционных заболеваний, заболеваемости населения в целом, т.к. адаптации к новым условиям среды требуют более длительный срок, чем наблюдаемые перестройки климата и условий среды;
- рост риска изменения местообитаний животных – объектов традиционного промысла коренных народов (северного оленя, песца, пресноводной и проходной рыбы, водоплавающих птиц) и сокращение их численности;
- угроза трансформации традиционных пастбищ домашнего северного оленя и путей их сезонных кочевков; деградация оленеводческих хозяйств; необратимые изменения пресноводных водоемов – объектов традиционного рыболовства (обмеление рек, гибель нерестилищ, осушение и эвтрофирование озер) и разрушение рыболовных промыслов коренных народов;
- риски утраты ориентиров традиционной культуры и социальной идентификации, существования некоторых традиционных культур, базирующихся на использовании узкоспецифичных ресурсов, местообитаниях и промысловых угодьях.

Сопряженное действие меняющихся природных и антропогенных факторов способно привести к *усилению эффекта последствия, «каскадному эффекту» их развития*, накоплению негативных влияний и росту риска и угроз. Поэтому требуют отдельного изучения, дополнительных оценок и выделения в самостоятельные разделы такие интегральные группы взаимосвязанных последствий и определяемых ими рисков и угроз, как:

- риск деградации экосистем и традиционного хозяйства при расширении возможностей аграрного освоения северных земель при потеплении климата;
- риск куммулятивного эффекта и синергизма воздействия на здоровье населения загрязнения среды, роста УФ радиации и потепления климата;
- риск синергетического эффекта ускоренной трансформации регионального климата при изменении подстилающих поверхностей, смены растительного покрова, изменения гидрологического режима территории и загрязнения атмосферы.

6.4.6. Прочие природные факторы современных изменений биоразнообразия и экосистем Арктики

Специфика биоразнообразия Арктики – сравнительно низкий уровень видового богатства, преобладание архаичных форм и их узкая специализация в отношении условий среды и роли в экосистеме. В целом снижение таксономического разнообразия наземных экосистем обусловлено уменьшением количества тепла, а в ряде случаев и историко-биогеографическими факторами (Чернов, 2004; Чернов, Пенев, 1993; Тишков, 2005). В соответствии с этим формируется и норма реакции сухопутных видов на направленно действующие природные факторы, тренды которых в последние десятилетия служат своеобразным фоном для действия антропогенных факторов в Арктике:

- глобальное и региональное *изменение отдельных биотически значимых параметров климата* Арктики, выражающееся в увеличении продолжительности вегетационного периода (для растений), гнездового периода (для птиц), теплого сезона (для беспозвоночных) и пр. и приводящее в некоторых районах к продвижению на север границы леса, к активному расширению ареала отдельных видов растений, млекопитающих и птиц, изменению их путей миграции, к внедрению чужеродных видов и пр.;
- обусловленные изменениями циркуляции атмосферы и океанических течений *трансформация климатических условий для наземной биоты* (рост частоты климатических аномалий – зимние оттепели, летние заморозки, рост количества осадков, в т.ч. снега и пр.), что приводит к массовой гибели отдельных популяций (например, северного оленя при образовании наста зимой или возврата холодов при оттепле) или, наоборот, благоприятным условиям для освоения арктических территорий бореальными видами (например, бурым медведем лесотундры и южных тундр);
- активные *неотектонические процессы*, выражающиеся, в некоторых случаях, в современном поднятии суши и образовании ее новых участков для заселения биотой (образование новых, рост площади и смыкание старых островов, формирование морских террас, маршевых поверхностей и пр.); активизация миграционных процессов у отдельных групп животных в связи с освоением новых местообитаний и развитие сукцессионных процессов на первичных субстратах Арктики;
- внутривековые *циклы «ледовитости» океана*, определяющие в целом существование арктических локальных экотонных «суша-море», циклы в динамике численности ряда арктических видов животных – белого медведя, колониальных морских птиц, водоплавающих птиц, дикого северного оленя (особенно островных популяций и тех, которые осуществляют сезонные миграции с островов на материк).

Определенное беспокойство вызывает глобальное изменение климата, способное привести к существенным изменениям численности и распределения морских и водоплавающих птиц. Этот эффект более долговременный, чем другие виды угроз. До сих пор продолжается дискуссия о том, сколь значительно может затронуть арктическую среду глобальное изменение климата. Вне зависимости от того, вызовет ли оно повышение или понижение температуры, оно, скорее всего, вызовет долговременное изменение климатического режима в Европейской Арктике, что опять-таки будет сопровождаться соответствующими изменениями разнообразия авифауны. То, насколько глубокими могут быть эти изменения, в значительной степени зависит от масштабов и скорости изменения климата. Поскольку воздействие тем или иным способом затронет все компоненты экосистемы, серьезная задача заключается в том, чтобы с достаточной определенностью предсказать каждый конкретный сценарий.

Изменение температуры морской воды, режима океанических течений, распространения морских льдов и расположения полярного фронта будет, несомненно, сопровождаться изменениями в распространении, обилии и доступности кормов птиц. Одним из примеров является высокоарктический вид — белая чайка, которая во время гнездования трофически, вероятно, зависит от ледовитых вод. Изменение ледового режима может, таким образом, привести к тому, что традиционные места гнездования станут непригодными для этого вида.

Климатические изменения могут также способствовать распространению на север видов, размножающихся южнее, что приведет к росту конкурентных отношений между видами. Более того, виды, приспособленные к холодному климатическому режиму, могут быть вынуждены покинуть южные районы своих ареалов или, в некоторых случаях, исчезнуть во всем регионе. Возможное повышение уровня моря может, кроме того, серьезно изменить и сократить площади важных для околотовных птиц низменных мест обитания, таких, как грязевые отмели, используемые куликами во время миграционных стоянок. Значение этой угрозы будет, конечно, зависеть от скорости изменений и способности среды формировать равные по качеству новые места обитания.

Островное положение колоний морских птиц подразумевает действие всех факторов островной биогеографии, стимулирующих вымирание популяций, т.к. количество мест их гнездования и пищевая база конечны. Только благоприятное сочетание – наличие убежищ, ледовые условия, гнездовые местообитания, а в ряде случаев – низкий пресс хищников и достаточность пищи дают оптимум для сохранения и восстановления популяций птиц. Российская Арктика (особенно, высокоширотная) имеет архипелаговую организацию ареалов морских птиц, т.е. уязвимость их существенно выше, чем по побережью и на материке.

Вполне уместно здесь отметить и наличие *внутрипопуляционных механизмов динамики численности* и миграционной активности арктических видов, которые проявлялись и проявляются вне циклических и трендовых климатических изменений. Речь идет о 2-3-летних циклах численности леммингов и обусловленных ими изменениях численности песца, белой совы, дневных хищных птиц, поморников и пр., о многолетних циклах зайца-беляка, дикого северного оленя и изменениях путей его миграции в отдельных частях ареала. Этот эндогенный фактор динамики биоразнообразия в сухопутных экосистемах Арктики проявляется с особой амплитудой и размахом (достаточно вспомнить «волны жизни» леммингов!) и во многих случаях перекрывает эффект климатогенных изменений. В то же время, угрозы наземным экосистемам и биоте при воздействии природных факторов сохраняют свою актуальность в Арктике. Достаточно вспомнить сравнительно недавние (среднеголоценовые) катастрофические процессы вымирания островных биот (мамонтов, северного оленя и др.) на Земле Франца-Иосифа, Новосибирских островах, о-ве Врангеля. В последние столетия полностью вымирали и восстанавливались несколько раз островные популяции дикого северного оленя на Шпицбергене. Здесь же по чисто природным причинам (частые зимние оттепели и формирование наста на снежном покрове) вымерла в конце 1970-х гг. уникальная популяция интродуцированного и успешно натурализовавшегося овцебыка.

Глобальное потепление для наземной биоты и экосистем Арктики станет реальной тогда, когда проявится необратимость их региональных и локальных изменений и станет реальной угроза утраты рефугиумов арктической флоры и фауны. И пусть она в современной структуре наземной биоты составляет не более 20-25%, но именно она создает облик арктических экосистем и определяет режим их функционирования и глобальные биосферные функции (см. ниже).

6.4.7. Вклад природных и антропогенных факторов в процессы деградации экосистем Арктики

Как уже было показано выше, рост средней годовой температуры воздуха на севере Западной Сибири по моделям общей циркуляции атмосферы Британской метеорологической службы и Института Макса Планка в Германии составит 2,5-5,5°. Причем потепление обусловлено больше повышением зимней температуры воздуха, чем летней.

Запас углерода в сезонно оттаиваемом слое почвогрунтов арктических экосистем составляет от 30 (0) до более 120 тонн на га. По разным оценкам, количество органического вещества, законсервированного в мерзлоте, также измеряется тоннами на гектар. Сумма дополнительной эмиссии метана (газогидратов) и углекислого газа за счет расконсервации мерзлоты на первых этапах (до смены растительности на более продуктивную, активно связывающую углерод) будет расти. Расчет (оценка) вклада природных и антропогенных факторов в процессы деструкции вечной мерзлоты и возможного увеличения объемов эмиссии метана и других парниковых газов строится на учете площади механических нарушений поверхности суши, где протаивание увеличивается пропорционально механическому составу, интенсивности промерзания и теплоизолирующим свойствам растительности, а также на оценках (прогнозах) площадей экосистем, охваченных климатогенными изменениями с разным запасом углерода в почво-грунтах. В настоящей главе использованы материалы (Тишков, 2005) и Д.Г. Замолотчикова, а также составленные им карты содержания углерода в растительности, продукции, мертвом органическом веществе, почвах и мерзлоте арктических биомов, позволяющие провести необходимые расчеты и оценки (см. ниже).

В то же время, несмотря на наличие четкой региональной специфики Арктики как наиболее остро воспринимающего климатические изменения региона, вычлнить в % вклад природных и антропогенных составляющих, к сожалению, сложно. К естественным факторам относятся: смещение орбиты и угла наклона Земли, изменения солнечной активности, вулканические извержения, изменения количества атмосферных аэрозолей. Ранее было показано (Израэль и др., 2001), что за последние 250 лет изменения солнечной активности усилили прогрев поверхности Земли на 0,1-0,5 Вт/м², изменение концентрации тропосферного озона – прогрев на 0,2-0,5 Вт/м². Но одновременно изменения сульфатных аэрозолей снизили прогрев на 0,2-0,5 Вт/м², а стратосферного озона – на 0,05-0,2 Вт/м². Процессы разнонаправленные, как и в случае с антропогенными факторами климатических изменений, но суммарно в результате роста концентрации парниковых газов в атмосфере прогрев оценивается в 2,2-2,7 Вт/м². Для сравнения – входящая радиация – 342 Вт/м² и равна отраженной радиации 107 Вт/м² плюс отраженная от Земли длинноволновая радиация 235 Вт/м², т.е. антропогенная составляющая в таком выражении – около 1% (Парниковые газы..., 2004). В то же время, антропогенные парниковые газы накапливаются и сохраняются в атмосфере 50-200 лет. Из их компонентов на первом месте углекислый газ (до 80%), затем – метан (18-19%), и только 1% - остальные газы. Пока незначительна роль концентрации водяного пара – главного парникового газа планеты, но если будет расти испарение с поверхности свободных ото льда арктических морей и расширится вегетационный сезон, то вероятность роста концентрации водяного пара очевидна (Парниковые газы ..., 2004).

Но важно для понимания климатических изменений в Арктике также и другое - на радиационные потоки значительное влияние оказывают не только парниковые газы, но и антропогенное изменение подстилающей поверхности, альбедо – из-за сокращения площади лесов, ледников, морского льда, снежного покрова и пр. В итоге интегральная антропогенная

составляющая в изменении климата (температуры приземного слоя воздуха и количества осадков, включая их сезонные тренды) может достигать десятков процентов.

6.4.8. Основные антропогенные факторы изменения биоразнообразия и природных экосистем Арктики

Воздействие антропогенного фактора на наземную биоту Арктики различается побиомно.

Полярные пустыни, за исключением незначительных прибрежных участков близ полярных станций и военных объектов, не претерпели антропогенных изменений. В тундровой зоне в результате высоких пастбищных нагрузок домашнего северного оленя до 20% территории представлены стадиями пастбищной дегрессии, в первую очередь на Ямале (Российская Арктика..., 1996). В окрестностях медно-никелевых комбинатов Норильска (п-в Таймыр) и Мончегорска (Кольский п-в) в радиусе десятков километров растительность разрушена в результате выбросов в атмосферу соединений серы и азота. В разных регионах лесотундры и северной тайги 3-8% занимают участки техногенных нарушений в местах добычи нефти, газа и других ресурсов минерального сырья. Таких очагов много на Кольском п-ве, в Западной и Северо-Восточной Сибири. Ежегодно, в основном в северных регионах, вырубается лес на более 10 000 км² площадей, а на нескольких десятках тысяч км² отмечаются лесные пожары. Часть вырубок и гарей заболачивается, но, в основном, на всех нарушенных площадях происходит восстановление леса. Скорости восстановления зональной растительности на севере существенно ниже, чем в более южных регионах (Табл. 6.4).

Таблица 6.4. Средняя скорость вторичных сукцессий зональных экосистем России (обобщенно по: Тишков, 1994)

Экосистемы	Длительность сукцессии, лет	Характер антропогенных нарушений
Арктические тундры на морских валах	400-500	Отвалы вскрышных работ
Субарктические кустарниковые мохово-лишайниковые тундры	80-100	Тундровый пожар
Субарктические лишайниковые тундры	20-30	Тундровый пожар
Лиственничная тайга из <i>Larix dahurica</i>	350-400	Отвалы золотодобычи

Глобальное, региональное и локальное загрязнение среды, обусловленное тропосферным переносом, выбросами от импактных источников, аварийных разливов нефти и пр., способны трансформировать растительный покров и животное население отдельных территорий. Как показывают результаты исследований по программе Арктического мониторинга и оценки Арктического совета (Загрязнение Арктики, 1998), наиболее подверженными негативному влиянию загрязнения группами организмов являются виды, занимающие высшие уровни пищевых цепей, а они в Арктике не столь многокомпонентные, как в более южных районах

Земли. Загрязняющие вещества включаются в пищевые цепи и приводят к накоплению поллютантов в организмах консументов высшего порядка (хищных млекопитающих, птиц и рыб). Стратегия охраны этих видов должна включать профилактические действия, исключающие загрязнение среды.

Среди специфичных для наземной биоты Арктики последствий загрязнения можно также выделить:

- выпадение из состава растительных сообществ видов споровых растений (водорослей, лишайников, мхов, печеночников), особо чувствительных даже к низким и средним уровням загрязнения среды соединениями серы, азота и тяжелых металлов;
- истончение скорлупы яиц некоторых видов хищных птиц под воздействием остаточного ДДТ;
- снижение репродуктивной способности и значительная гибель эмбрионов (резорбция эмбрионов) у водоплавающих птиц, особенно получающих значительную дозу загрязнения в местах зимовок и миграции в средних и южных широтах;
- снижение иммунитета у арктических птиц и млекопитающих в результате загрязнения среды УОС, ПХБ, ДДТ;
- увеличение риска у чисто арктических видов повреждения УФ-В радиацией и т.д.

Механическое нарушение почвенно-растительного покрова в результате нерегламентированного движения транспорта, строительства и проведения геологоразведочных работ приводит к фрагментации экосистем, формированию полуприродных и искусственных местообитаний и их заселению сорными растениями. Причиной этого может стать и разрушение растительного покрова в результате перевыпаса домашних оленей и нарушения традиционных норм и мест выпаса. Происходящие в АЗРФ процессы фрагментации экосистем имеют свою специфику. Они включают следующие этапы:

1. Формирование точечных очагов нарушений с незначительной полосой природно-антропогенных экотонов.
2. Рост их площади и прокладка линейных сооружений, соединяющих очаги трансформации.
3. Образование комплекса очаговых и ленточных нарушений с относительно широкими (сопоставимыми с размерами очагов и ленточных нарушений) экотономи.
4. Смыкание посредством экотонов очагов и ленточных нарушений и образование фронтальных зон нарушений.
5. Образование крупных (регионального уровня) фронтальных нарушений и их рост в сторону соседних подобных образований (посредством фрагментации межочаговых и межфронтальных пространств).

Описанные процессы характерны для Кольского п-ва, низовьев р. Печора (Тимано-Печорского комплекса месторождений), окрестностей Воркуты, южного Ямала, пространства между г. Норильск и Дудинкой.

Браконьерство и нерегламентируемое использование биоресурсов наземной фауны, снижающее их запасы, в том числе в границах этно-хозяйственных ареалов, по-видимому, в настоящее время самая главная угроза биоте и экосистемам Арктики. Из-за отсутствия реального государственного контроля, ведомственной разобщенности, сокращения исследований состояния популяций промысловой фауны и государственного учета, судить о масштабах этого явления в Арктике сложно.

Например, уровень нелегальной добычи «краснокнижного» вида – белого медведя – сохраняется в последние годы около 300-350 экземпляров. И это в то время, когда численность отдельных популяций вида падает и составляет всего от 800-1000 в районе моря Лаптевых, до 3000 на севере Баренцева моря и до 2000 на Чукотке и Аляске. Отсутствие мониторинга белого медведя в России может привести к катастрофе в сохранении этого мигрирующего вида во всей Арктике, несмотря на усилия других стран.

Имеется угроза резкого снижения численности крупнейшей в мире, уникальной таймырской популяции дикого северного оленя, ареал которой охватывает практически весь п-в Таймыр и юг Эвенкии, а сезонные миграции осуществляются через 5 природных зон и подзон – от арктических тундр до северной тайги - на 1500 км.. Даже по самым усредненным оценкам нашего эксперта, заведующего отделом дикого северного оленя НИИСХ Крайнего Севера (г. Норильск), д.б.н. Л.А. Колпащикова уже сейчас ежегодная гибель оленей в результате браконьерского отстрела и травмирования животных при добыче пантов с живых особей может превышать прирост популяции (около 80 000 голов и более). Речь идет об абсолютно бесконтрольной добыче животных в период миграции или на зимних пастбищах с использованием снегоходов специальными бригадами браконьеров.

Внедрение адвентивных видов растений и освоение ими новых местообитаний в Арктике было отмечено еще в 1960-1970-х гг. Сейчас она приобретает особый интерес в связи с практическими трудностями проведения экологической реставрации нарушенных земель (заносные виды растений препятствуют восстановлению исходной растительности на антропогенных местообитаниях). Кроме того, для Арктики в связи с потеплением климата обостряется проблема биотических инвазий - преднамеренного и непреднамеренного внедрения чужеродных видов (кроме таких случаев, как реакклиматизации овцебыка) в арктические экосистемы, способного, на наш взгляд, вызвать региональный экологический кризис, как это происходит сейчас с расселением в Баренцевом море камчатского краба, численность которого уже достигает 30 млн. особей.

6.4.9. Основные тренды изменения биологического разнообразия сухопутных территорий АЗРФ под воздействием природных и антропогенных факторов

Общий уровень антропогенной трансформации природных экосистем Арктики не превышает 5-10%, но отдельные регионы, имеют существенно более низкие масштабы деградации среды (менее 1%). Однако, все зависит от уровня оценок и типологии антропогенных нарушений - территории с полностью разрушенным почвенно-растительным покровом и мерзлотой по-прежнему занимают всего 1-2% от площади арктических и субарктических тундр, лесотундры. При чрезвычайно низкой плотности населения в 1-2 человек на км², что почти в 10 раз ниже средней по России, антропогенная нагрузка в российской Арктике существенно выше, чем в зарубежной. В российской Арктике при сходных площадях с зарубежной Арктикой населения

почти в 4 раза больше и «перенаселенность» составляет от 20% до 40%: старожильческое и коренное население здесь рассредоточено, а пришлое население, наоборот, концентрируется в очагах освоения, усиливая антропогенные нагрузки на природу, а главное – на ее биоресурсы. В соответствии с этим выявляемые тренды в состоянии наземной биоты и экосистем могут быть интерпретированы в основном на основе точечных наблюдений и так же, как хозяйственное освоение, имеют очаговый, в редких случаях – ленточный характер.

Тренды изменения биоты и экосистем под воздействием природных факторов. Среди природных трендов биоты Арктики мы выделяем два - климатогенные и тренды, связанные с современными процессами расселения биоты, осваивающей новые местообитания, кормовые участки и пр. Интегрально они проявляются в отношении некоторых видов птиц, например водоплавающих (гусеобразных и др.) и околотовных (кулики), активно расширяющих свой ареал циркумполярно и продвигающихся на Север (Табл. 6.5).

Таблица 6.5. Некоторые гнездящиеся птицы Европейского Севера: оценка динамики численности (из: Оценка численности ..., 2004) и тенденций ее изменения

Название вида	Численность, особей		Оценка качества данных по численности	Тенденция изменения численности	Оценка качества данных по динамике
	мин	макс			
Краснозобая гагара <i>Gavia stellata</i>	20 000	50 000	слаб.	0	слаб.
Чернозобая гагара <i>Gavia arctica</i>	35 000	70 000	слаб.	-	слаб.
Глупыш <i>Fulmarus glacialis</i>	1 000	2 499	слаб.	?	слаб.
Северная олуша <i>Morus bassanus</i>	50	60	хор.	++	хор.
Лебедь-шипун <i>Cygnus olor</i>	15 000	20 000	сред.	0	сред.
Лебедь-кликун <i>Cygnus cygnus</i>	8 000	10 000	сред.	?	слаб.
Малый лебедь <i>Cygnus columbianus</i>	9 000	11 000	сред.	+	хор.

Гуменник <i>Anser fabalis</i>	135 000	140 000	сред.	0	сред.
Белолобый гусь <i>Anser albifrons</i>	60 000	70 000	сред.	+	сред.
Пискулька <i>Anser erythropus</i>	200	400	сред.	0	сред.
Канадская казарка <i>Branta canadensis</i>	10	100	сред.	- -	хор.
Белошекая казарка <i>Branta leucopsis</i>	23 000	30 000	сред.	+	сред.
Черная казарка <i>Branta bemica</i>	400	600	слаб.	?	слаб.
Огарь <i>Tadoma ferruginea</i>	8 500	16 000	сред.	?	слаб.
Пеганка <i>Tadoma tadoma</i>	7 500	11 000	сред.	0	сред.
Серая утка <i>Anas strepera</i>	32 000	55 000	сред.	?	слаб.
Широконоска <i>Anas clypeata</i>	140 000	160 000	слаб.	?	слаб.
Шилохвость <i>Anas acuta</i>	300 000	325 000	сред.	-	слаб.
Чирок-трескунок <i>Anas querquedula</i>	320 000	475 000	сред.	?	слаб.
Чирок-свиистунок <i>Anas crecca</i>	665 000	740 000	сред.	?	слаб.

Красноносый нырок <i>Netta rufina</i>	20 000	40 000	сред.	+	сред.
Об. гага <i>Somateria mollissima</i>	15 000	25 000	слаб.	?	слаб.
Гага- гребенушка <i>Somateria spectabilis</i>	35 000	40 000	слаб.	0	слаб.
Сибирская гага <i>Polysticta stelleri</i>	5	50	слаб.	?	слаб.
Морянка <i>Clanqula hyemalis</i>	670 000	700 000	слаб.	0	слаб.
Орлан- белохвост <i>Haliaeetus albicilla</i>	1 000	2 000	сред.	+	хор.
Беркут <i>Aquila chrysaetos</i>	500	1 000	сред.	0	сред.
Балобан <i>Falco cherrug</i>	30	60	хор.	--	хор.
Кречет <i>Falco rusticolus</i>	100	200	слаб.	-	слаб.
Сапсан <i>Falco peregrinus</i>	1 000	1 200	сред.	+	сред.
Белая куропатка <i>Lagopus lagopus *</i>	3 000 000	3 500 000	сред.	~	сред.
Тундряная куропатка <i>Lagopus mutus *</i>	100 000	150 000	сред.	~	сред.

Кулик-сорока <i>Haematoropus ostralegus</i>	7 000	23 000	сред.	-	сред.
Золотистая ржанка <i>Pluvialis arcticaria</i>	24 000	95 000	слаб.	0	слаб.
Малый зуек <i>Charadrius dubius</i>	40 000	125 000	сред.	0	хор.
Морской зуек <i>Charadrius alexandrinus</i>	150	1 300	слаб.	-	слаб.
Хрустан <i>Eudromias morinellus</i>	2 000	14 000	слаб.	?	слаб.
Средний кроншнеп <i>Numenius phaeopus</i>	6 000	30 000	слаб.	~	слаб.
Большой кроншнеп <i>Numenius arquata</i>	48 000	120 000	хор.	-	хор.
Щеголь <i>Tringa erythropus</i>	1 500	10 000	слаб.	~	слаб.
Травник <i>Tringa tetanus</i>	30 000	140 000	сред.	0	сред.
Большой улит <i>Tringa nebularia</i>	14 000	65 000	слаб.	~	слаб.
Черныш <i>Tringa ochropus</i>	200 000	600 000	сред.	~	слаб.
Фифи	75 000	750 000	сред.	~	слаб.

Tringa glareola					
Камнешарка Arenaria interpres	2 700	17 000	сред.	~	слаб.
Кулик-воробей Calidris minuta	45 000	450 000	слаб.	0	слаб.
Белохвостый песочник Calidris temminckii	75 000	400 000	слаб.	0	слаб.
Морской песочник Calidris maritime	400	1 700	слаб.	?	слаб.
Чернозобик Calidris alpine	15 000	130 000	слаб.	-	слаб.
Грязовик Limicola falcinellus	200	1 200	слаб.	0	слаб.
Турухтан Philomachus pugnax ***	140 000	420 000	слаб.	-	сред.
Большой поморник Catharacta skua	30	50	хор.	+	хор.
Средний поморник Stercorarius pomarinus	20 000	49 999	слаб.	?	слаб.
Короткохвостый поморник Stercorarius parasiticus	20 000	99 999	слаб.	?	слаб.
Длиннохвостый поморник Stercorarius	10 000	49 999	слаб.	?	слаб.

longicaudus					
Сизая чайка Larus canus	250 000	999 999	слаб.	?	слаб.
Морская чайка Larus marinus	3 000	4 000	хор.	0	хор.
Бургомистр Larus hyperboreus	2 500	9 999	слаб.	?	слаб.
Белая чайка Pagophila eburnea	2 500	9 999	слаб.	?	слаб.
Моевка Rissa tridactyla	100 000	499 999	слаб.	0	слаб.
Полярная крачка Sterna paradisaea	20 000	49 999	сред.	~	сред.
Люрик Alle alle	100 000	499 999	слаб.	?	слаб.
Тонкоклювая кайра Uria aalge	5 000	7 500	хор.	+	хор.
Толстоклювая кайра Uria lomvia	250 000	499 999	слаб.	?	слаб.
Гагарка Alca torda	2 500	9 999	сред.	0	сред.
Чистик Serphus grille	10 000	19 999	слаб.	?	слаб.
Тупик Fratrercula arctica	5 000	6 000	хор.	0	хор.
Чернобрюхий рябок Pterocles	5	50	сред.	~	слаб.

orientalis					
Белая сова Nyctea scandiaca	1 300	4 500	слаб.	~	хор.
Обыкновенная каменка Oenanthe oenanthe	500 000	999 999	слаб.	0	слаб.
Полярная овсянка Emberiza pallasii	80 000	150 000	слаб.	?	слаб.
Лапландский подорожник Calcarius lapponicus	5 000 000	9 000 000	слаб.	?	слаб.
Пуночка Plectrophenax nivalis	1 500	15 000	слаб.	~	слаб.
Тундряная чечетка Carduelis homemanni	80 000	150 000	слаб.	?	слаб.

Условные обозначения: * количество особей; ** количество самцов; *** количество гнездящихся самок; 0 - численность стабильная; + - умеренный рост численности; ~ - флуктуации; ? - тенденция неизвестна; - - умеренное сокращение численности (10-50%); -- - сильное сокращение численности (>50%). Качество данных: слаб. – слабое; сред.- среднее; хор. – хорошее.

П.Я. Томковичем с соавторами при работе над "Атласом ареалов куликов российской Арктики" были проанализированы более 1300 литературных источников и некоторые неопубликованные сведения о распространении и обилии 57 видов куликов, гнездящихся на российском Севере в более чем 1500 пунктах исследования. В результате выявлены некоторые тренды популяций арктических куликов, в течение нескольких десятилетий, выражающиеся в изменениях их численности и (или) распространения. Обнаружилось *преобладание числа видов с положительными тенденциями* над числом видов с отрицательными тенденциями в изменении, как ареалов, так и численности популяций. Для двух видов отмечено сокращение площади ареала и численности (кулик-лопатень и американская ржанка). В других случаях негативные тенденции известны лишь у отдельных популяций или на участках ареалов видов,

особенно в западном и восточном регионах, в которых ареал сократился, соответственно, у 1 и 4, а численность у 5 и 5 популяций в каждом регионе.

Существенный вклад в число видов с позитивными тенденциями вносят южные виды, активно продвигавшиеся на север (13 из 23 видов, у которых произошло расширение ареала). Позитивные тенденции в динамике популяций наиболее часты у видов на западе Европейской России, в Западной Сибири и на Дальнем Востоке. Возможно, такие географические особенности обусловлены разницей в исследовательской активности, но также, несомненно, и от региональных различий в природной динамике. Запад европейского Севера отличается наибольшим динамизмом популяционных процессов; здесь отмечено большинство видов, распространившихся на север. На Дальнем Востоке среди видов с позитивными популяционными тенденциями большая доля приходится на тех, которые географически связаны с Америкой (происхождением и размещением зимовок).

Выявлены тренды изменения биоразнообразия и на Чукотском п-ове, который представляет собой центр видового разнообразия куликов в АЗРФ. Размещение там многих видов птиц крайне мозаично. Авторами именно на Чукотке впервые для российской Арктики отмечена черная камнешарка и установлено размножение перепончатопалого галстучника для материковой части, уточнено распространение ряда видов куликов, найден на гнездовании обыкновенный бекас. Здесь продолжается уникальная экспансия ареала американского бекасовидного веретенника, гнездящегося в тундрах Северной Америки: за последние 70 лет экспансия ареала охватила азиатские тундры от Чукотки до Таймыра и составила более 2700 км. Причины расширения гнездового ареала вида и проникновения его из американских тундр в азиатские тундры неясны, возможно, они обусловлены внутривидовыми механизмами.

В большей степени с воздействием климатических трендов, в первую очередь – с антропогенным потеплением, связаны тренды продвижения на север ареалов целого ряда видов млекопитающих: из копытных – лося, из хищных – бурого медведя, рыси и др. В последние десятилетия постоянное пребывание отдельных особей этих видов в период размножения отмечается за 300-400 км на север от северной границы ареала.

Другие примеры естественных климатогенных трендов демонстрирует анализ *современной динамики северной границы ареала отдельных животных*. Изучение пульсаций северной границы ареалов видов, обитающих в высоких широтах на пределе своего распространения, так же, как и факторов, их определяющих, является в настоящее время одной из важнейших задач современной биогеографии и экологии. Именно эти параметры ярко и достоверно свидетельствуют о состоянии популяций видов, тенденции их динамики в условиях естественной и антропогенной трансформации среды и характеризуют состояние арктических экосистем в целом.

Среди обитающих на севере млекопитающих, типичных представителей лесной зоны, особый интерес представляют крупные хищники, а из них – бурый медведь и рысь. Оба вида отличаются высокой экологической пластичностью, большой поведенческой лабильностью и вообще достаточно быстро адаптируются как к естественной, так и к антропогенной трансформации среды обитания. По одной только этой причине их можно и нужно рассматривать в качестве индикационных объектов биологического мониторинга за состоянием экосистем высоких широт.

Известно, что обитающий в типичных лесных экосистемах бурый медведь Евразии, практически по всей северной границе своего ареала периодически проникает далеко в тундру вплоть до побережья Северного Ледовитого океана. Причем чаще всего он делает это по долинам рек, нередко выходя затем на плакоры в поисках ягод. Особенно часто это наблюдается в Мурманской и Архангельской областях (Вайсфельд, 1993 и др.) и несколько реже в азиатской части страны. Однако и здесь медведь в последние годы становится постоянным обитателем тундр. Считается, что, например, на плато Путорана он обитает постоянно.

Проникновения хищника глубоко в тундры нельзя считать регулярными, ибо чаще всего они случались спонтанно, и потому говорить о продвижении северной границы ареала вида далее на север пока нет оснований. Речь идет именно о климатогенных пульсациях этой границы, причем, каких-либо явных тенденций в этом явлении до недавнего времени не отмечалось. Изначально главным побудительным мотивом проникновения бурого медведя в тундровые экосистемы служили поиски корма: в обильные на ягоды в тундрах годы при их неурожае в таежных экосистемах, медведь находил на этих ягодниках достаточное количество нажировочных кормов. На восточных рубежах России это было связано еще и с ходом рыбы. Таким образом, долгое время первопричиной пульсации границ ареала являлась естественная периодичность природных факторов и связанная с ней цикличность урожая кормов медведя.

С потеплением климата и ростом антропогенного воздействия на экосистемы в северных широтах изменился и характер пульсации северной границы ареала бурого медведя. В конце 1980-х и особенно в начале 1990-х годов практически по всей северной границе ареала численность вида стала уменьшаться, резко уменьшилось и число заходов зверя в тундры. В Архангельской области практически до 1995 г. медведи в тундровой зоне отмечались крайне редко. В последнее десятилетие ситуация изменилась и медведя стали вновь регулярно отмечать в тундрах региона и в том числе даже на Канином носу. Вместе с тем, имеются лишь единичные факты о том, что медведи стали постоянно устраивать берлоги в более северных широтах (это обстоятельство позволило бы с достаточной уверенностью предполагать, что вид успешно закрепляется севернее основной границы ареала).

На северо-востоке страны медведь также в конце прошлого столетия стал встречаться в тундре все реже и реже, что связывали прежде всего с антропогенным давлением на вид. Необычайно возросший спрос не только на желчь (ажитоажный интерес к медвежьей желчи оставался к тому времени уже в прошлом), но и на шкуры, черепа и даже клыки и когти, и привел к всплеску браконьерской охоты на медведя даже со стороны аборигенных оленеводов, что раньше было явлением исключительно редким. В результате северная граница ареала вида здесь в конце прошлого века была смещена к югу. Однако в самые последние годы она вновь передвинулась к северу на прежние позиции, и заходы зверя глубоко в тундру стали обычным явлением. То же относится и к другим районам Севера России.

Среди специалистов по бурому медведю в последнее время ведется энергичная дискуссия о причинах этого явления и о том, стало ли продвижение вида на север устойчивой тенденцией или носит спонтанный, кратковременный характер. Ряд исследователей связывает это с потеплением климата и как следствие – повышением урожайности кормов медведя, тогда как другие – с изменениями в социально-экономической сфере. Следствием последних нужно

считать изменение характера и интенсивности антропогенного воздействия на популяцию бурого медведя и его реакцию на эти изменения.

Схожая с медведями ситуация складывается в высокоширотных экосистемах и с динамикой популяций рыси на северном пределе распространения этого вида. Эта крупный и очень подвижный хищник также легко проникает глубоко в тундру в поисках пищи. Свойственные рыси широкие кочевки связаны в первую очередь именно с этим обстоятельством и наиболее ярко проявляются у северных популяций, где набор кормов, как основных, так и второстепенных наиболее скуден. Вопреки устоявшемуся мнению, рысь не является узко специализированным хищником и весьма пластична в выборе кормов. Это, наряду с исключительной подвижностью зверя и способностью преодолевать значительные расстояния, позволяет ей выжить даже в условиях глубокого дефицита основных объектов питания. По всей северной периферии ареала основу питания хищника составляет заяц-беляк, колебания численности которого на севере отличаются наибольшим размахом амплитуды. Именно с конкретным уровнем численности этой жертвы, связана степень подвижности рыси в высоких широтах. Эта кошка даже при обилии зайцев никогда не упустит случая завладеть более крупной добычей – копытными, а при «неурожае» основных объектов питания энергично передвигается в поисках более мелких жертв – тетеревиных птиц, особенно белой и тундряной куропаток, леммингов и других мелких млекопитающих.

В Якутии, даже при обилии зайца-беляка, рыси особенно глубоко проникают в тундры именно в лемминговые годы, а на севере Западной Сибири кочуют вслед за стадами не только домашних, но и диких северных оленей. На севере Дальнего Востока, несмотря на особо экстремальные параметры среды обитания, рысь постоянно живет в горной тундре и даже здесь периодически проникает далеко к северу (Железнов, 2003). На европейском Севере следы рысей неоднократно отмечали в лесотундре севернее полярного круга (Вайсфельд, 2003), а в Ненецком автономном округе постоянно обитает около 50 голов этой кошки. Как и у медведя, описанные пульсации северной границы ареала рыси являются именно пульсациями и не служат доказательством продвижения этой границы на север. До периода интенсивного хозяйственного освоения Севера в основе этих пульсаций лежали колебания естественных факторов среды. Однако по мере вырубki лесов в предтундровой полосе, интенсификации добычи полезных ископаемых и особенно углеводородного сырья и связанного с ними соответствующего развития инфраструктуры, антропогенное воздействие на экосистемы привело к отступлению границы леса на юг. Как следствие, рысь стала реже проникать севернее своего постоянного местообитания.

Между тем, адаптивные способности бурого медведя и рыси (как и других групп животных) к существованию в экстремальной среде обитания с изменяющимися во времени естественными факторами (включая и потепление климата) и к тому же на фоне роста антропогенного воздействия должны служить предметом самых тщательных и предельно обстоятельных исследований.

Следует также подчеркнуть исключительную трудоемкость проведения этих исследований в высоких широтах, да еще с такими сложными для исследования видами как бурый медведь и рысь, и потому представляется совершенно очевидным, что последующие

исследования названной проблемы потребуют длительного времени и масштабных капиталовложений.

Е.Е. Сыроечковский-мл. (1999), а также авторы «Arctic flora and fauna...», 2001) отмечают, что наиболее яркие природные тренды последних десятилетий отмечаются у черной казарки, численность и распространение которой меняются в Арктике наиболее кардинально. Черная казарка – высокоарктический вид гусей, распространенный циркумполярно, в России представлены все три подвида: номинативный (*Branta bernicla bernicla*), тихоокеанский (*Branta bernicla nigricans*) и атлантический (*Branta bernicla hrota*, гнездится на Земле Франца-Иосифа). Численность первых двух подвидов ЧК за последние полвека изменялась больше, чем у каких-либо других популяций гусеобразных Палеарктики. Номинативный подвид *Branta bernicla bernicla* был обычен на зимовках в Европе в первой половине XX в., но в 1930-40 гг. его численность сократилась до 10-20 тыс. птиц в результате повсеместной гибели от эпизоотии ее основного корма – морской травы *Zostera*, а также массовой охоты и антропогенной трансформации местообитаний. В результате активных мер охраны (запрета охоты и пр.) численность популяции в 1950-60 гг. начала восстанавливаться и в 90-х гг. стабилизировалась и достигла 300 тыс. птиц. Параллельно с изменениями численности происходила и динамика ареала подвида. В результате быстрого роста численности ареал значительно расширился:

- на запад – возникли новые очагов гнездования на удалении до 1000 км от основного ареала по трассе пролета на побережьях Баренцева моря (п-ов Канин и пр.);
- на юг до 50-100 км (по долинам рек во внутренних частях Таймыра);
- на восток до 500 км, где в конце 90-х гг. были обнаружены смешанные колонии и пары номинативного и тихоокеанского подвидов казарок в дельте р. Оленек и в дельте р. Лена.

Также произошло расширение ареала: казарки стали гнездиться в тех районах, где их раньше не встречали (на побережьях восточного Таймыра, на севере Енисейского залива, на побережьях Обской губы и северного Гыдана).

Азиатская популяция *Branta bernicla nigricans* в XIX веке была обычна на зимовках в Японии, но в середине XX в. резко сократила свою численность и ареал (возможно, в связи с антропогенным воздействием на зимовках в Китае). Сейчас численность этой популяции оценивается в 5 тыс. птиц, и в настоящее время районы ее гнездования известны только в дельте р. Лены и по берегам Оленекского залива.

Ее американская популяция не испытывала таких сильных изменений численности, хотя за последние 30 лет она менялась от 100 до 170 тыс. птиц. Более 70% популяции гнездятся в колониях в дельте Юкона-Кускоквима на Аляске, а в России находится периферия ареала. За последние 30 лет отмечен рост численности в Якутии (дельты рек Яны и Лены) и падение на о. Врангеля и северной Чукотке.

Таким образом, в АЗРФ выявлены мощные тренды в развитии популяций черной казарки – в западном секторе произошло расширение ареала, а на востоке (в Якутии) – замещение популяций. Прежний ареал азиатской популяции занимают с востока американская популяция, а с запада – номинативный подвид. Возможно, в будущем усилится смешивание американской и азиатской популяции и произойдет постепенная ассимиляция последней. Вероятно, изменятся и пролетные пути обеих форм.

Тренды изменения наземной биоты и экосистем под воздействием антропогенных факторов. Климатогенные и антропогенные тренды во флоре арктических регионов могут быть выявлены с помощью анализа состава локальных флор. Повторная инвентаризация локальных флор позволяет проследить тенденции естественных долгосрочных изменений во флоре под воздействием как глобальных факторов, так и флуктуационных и сукцессионных процессов. Арктический сектор изучен в этом отношении крайне скудно, полная повторная инвентаризация проведена лишь для некоторых флор Ямала, Таймыра и Северо-Востока Сибири. Кроме того, интересный материал для анализа дает фиксация находок чужеродных (адвентивных) видов. Под адвентивными понимаются виды, проникновение которых на конкретную территорию связано с деятельностью человека либо путем случайного (непреднамеренного) заноса, либо в результате интродукции или дичания культивируемых растений; т. е. это виды, преодолевшие географический барьер и обнаруженные за пределами естественного ареала. Настоящие выводы сделаны на основе анализа материалов базы данных **AliS**, где собрана информация по адвентивным видам сосудистых растений Восточной Европы, проведенного О.В. Морозовой (Морозова, 2002).

Сравнение состава и структуры флор арктических регионов Таймыра - типичные тундры низовьев р. Яму-Неру (Толмачев, 1930, Поспелов, Поспелова, 2001) и южных тундр Ары-Мас (Варгина, 1978; Поспелова, Поспелов, 2005) показали:

увеличение видового богатства;

- появление новых таксонов высшего ранга: семейство (*Hippuridaceae*), новые рода (*Kobresia*, *Hedysarum*, *Batrachium*, *Hippurus*, *Comarum*);

- повышение роли семейств бореальных флор (*Cyperaceae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*);

- увеличение доли бореальных видов;

- сокращение доли арктических видов (в основном не за счет изменения их числа, а в результате увеличения общего видового богатства).

Большинство бореальных видов в тундровых флорах редки, малочисленны и не играют заметной фитоценотической роли. В основном они приурочены к интразональным сообществам. Во флоре тундровой части Таймыра насчитывается 60 бореальных видов - 15% флоры (Матвеева, 1998), на Ямале – около 30% (Ребристая, 1987), в Большеземельской тундре – 28 % (Ребристая, 1977). Близ южной границы тундровой зоны доля бореальных видов во флорах увеличивается: локальная флора правобережья р. Ортина (Большеземельская тундра) содержит 48.5% бореальных видов (Лавриненко и др., 1999). По-видимому, «пульсирующий» характер границ видовых ареалов влияет на развитие новых адаптационных свойств видов и расширение их «нормы реакции» на абиотические условия. У некоторых видов, находящихся на северном пределе распространения отмечена смена мест произрастания и возрастание экотопического разнообразия (освоиваются большее число экотопов, большее обилие). Расширение ареала происходит у видов, первоначально единично отмеченных на пионерных местообитаниях. Это несколько противоречит мнению, что близ границ ареала повышается чувствительность вида к экотопическим условиям (Толмачев, 1974).

Естественные тренды флор вполне вероятны и происходили всегда, как правило, за счет высокой активности видов интразональных и аazonальных экотопов:

- луговые (*Potentilla stipularis*, *Astragalus norvegicus*, *Polemonium acutiflorum*, *Taraxacum longicorne*, *Draba arctica*), осваивающих долинные склоны, подверженные эрозии;
- болотные (увеличение числа видов может быть связано с потеплением и растеплением мерзлых грунтов и увеличением площади болот);
- пионерные группы видов, осваивающие участки интенсивного аллювиального заноса, перенос а мелкозема с гор из истоков рек по долинам (*Eleocharis acicularis*, *Deschampsia obensis*, *Puccinellia borealis*, *Chamaenerion angustifolium*, *Pedicularis villosa*, *Taraxacum bicornе*, *Leymus interior*).

С антропогенным освоением и формированием новых местообитаний эти группы видов активно продвигаются на север, формируют новые группировки и сообщества.

Среди причин природных трендов на первое место выдвигаются изменение климата (повышение/понижение температуры воздуха, повышение/понижение количества осадков). Индикаторы климатогенных трендов в случае потепления климата становятся:

- Обогащение флоры за счет «южных» видов в связи с изменением (потеплением) климата.
- Пульсирующий характер северной границы леса. В последнее время отмечается прогрессирующий характер лесной растительности на северном пределе: наличие хорошего семенного возобновления в лиственничниках массива Ары-Мас и полосе редколесий на северном берегу р. Новой (Поспелова, Поспелов, 2005).

Среди антропогенно нарушенных территорий в Арктике преобладают деградированные оленьи пастбища (в тундре и лесотундре) и вырубки и гари (в тайге и северных горах). Только в последние 25 лет потери пастбищного фонда северного оленеводства составили около 20% от почти 100 млн. га

Добывающая и перерабатывающая промышленность в АЗРФ формируют достаточно много очагов антропогенной трансформации, но суммарно их площадь едва превышает 3-5% территории отдельных регионов, а площадь полностью разрушенных деградированных экосистем не превышает по всей арктической зоне 1%. Так, на Европейском Севере нарушения земель при добыче полезных ископаемых составляют по регионам 0,1-0,5% от общей площади (Российская Арктика..., 1996). В то же время, значительное количество ареалов с неблагоприятной экологической ситуацией сосредоточено именно на северных территориях. В Западной Сибири их 33, в Восточной Сибири - 28, на Севере Европейской России - 22 (Экологические проблемы..., 2005).

Благодаря слабой способности северных экосистем к самоочищению и обилию в составе растительности споровых растений, неизбежно накапливающих загрязняющие вещества, здесь весьма остро стоит вопрос о химическом и радиоактивном загрязнении территории. Наиболее крупный очаг загрязнения (не только на Севере, но и во всей России), сформировался вокруг г. Норильска. Здесь в атмосферу выбрасывалось до 22,5 млн. т загрязняющих веществ (сейчас - около 2,0 млн. т., из которых 95% - диоксиды серы). Выбросы оксидов серы и азота вызывают закисление осадков на площади до 400 тыс. км². Помимо этого, сравнительно высоко накопление в растениях и почвах солей тяжелых металлов. В результате деятельности

Норильского горно-металлургического комбината редколесья и заросли кустарников уничтожены на площади более 1800 км², а химические повреждения леса отмечаются на площади 5650 км² (Российская Арктика...,1996). Одно из главных негативных последствий деятельности комбината на биоту Таймыра - уничтожение сезонных (особенно зимних) пастбищ Таймырской популяции дикого северного оленя

На севере Европейской России и в Западной Сибири все больше земель загрязняется нефтью. Так, в результате Усинской катастрофы на нефтепроводе в 1994 г. нефтяные загрязнения отмечены для 68 км². Но данная катастрофа - не самая крупная, и ежегодно на российских нефте- и газопроводах происходят десятки крупных и сотни более мелких катастроф, сопровождаемых нефтяным и вообще химическим загрязнением растительности и почв, пожарами и механическими повреждениями поверхности.

Радиоактивное загрязнение северных территорий отмечено для горнодобывающих предприятий, перерабатывающих сырье с высоким содержанием радионуклидов (Ловозерский и Ковдорский ГОКи, объединение "Якутзолото"). Локальные очаги радиоактивного загрязнения отмечены вокруг мест, где применялись ядерные взрывы в мирных целях - на Кольском полуострове, в Якутии, на севере Архангельской области и Западной Сибири, на Северном Урале и около Игарки (всего более 30 взрывов). Но главный источник радиационного загрязнения на Севере (особенно в Арктике) - атомный военный флот и Новоземельский государственный центральный полигон, где проводятся испытания ядерного оружия. На самом полигоне сухопутные экосистемы, флора и растительный покров загрязнены локально. Но следы испытаний ядерного оружия в атмосфере и на поверхности (около 90 взрывов) прослеживаются на Урале, Западной Сибири, Таймыре и в других северных регионах. Их последствия не оценены в полной мере и требуется широкомасштабная съемка фонового радиоактивного загрязнения в Арктике, которая позволит более четко определить наиболее загрязненные территории и провести соответствующие мероприятия по корректировке современного использования ресурсов среды.

Рекультивация химически и радиоактивно загрязненных земель требует огромных затрат и применения специальных технологий, обеспечивающих детоксикацию почв и внесение специальных адсорбентов, а также исключение их из пастбищного хозяйства и промысловой рекреации на длительные сроки.

Масштабными ожидаются нарушения природной среды, в т.ч. и на суше, в результате освоения северных месторождений нефти на арктическом шельфе и в пределах Европейского Севера, Западной и Восточной Сибири. Здесь можно ожидать крупные инвестиции отечественных и западных нефтяных и газовых компаний. По нашим предварительным расчетам, на 1 доллар США инвестиций возможны потери 2-4 и даже 8 м² земель при реальной стоимости рекультивационных мероприятий в пределах 2-7 долларов США на восстановление 1 м² деградированной территории. Поэтому перспективы увеличения трансформированных площадей очевидны - будущая 25-летняя экспансия нефтяных и газодобывающих компаний в Арктике, по нашим оценкам, увеличит долю разрушенных земель еще на 5% (около 8 млн. га, в т.ч. около 2 млн. га на Тимано-Печорской группе месторождений и баренцевоморском шельфе, по 1,5 млн. га на Ямале и севере Западной Сибири, около 1 млн. га в Якутии, на Чукотке и Сахалине. До недавнего времени землепользование на Севере было практически безвозмездное

и бесконтрольное - ведомства, осуществляющие разведку, добычу, транспортировку и переработку нефти и газа распоряжались северными территориями без реальных норм и правил. Например, в Надымском и Пуковском районах Ямало-Ненецкого автономного округа на 8500 пробуренных скважин на нефть и газ согласно нормативам следовало отвести 31,5 тысяч га. Однако в действительности было использовано более 80 тысяч га в границах тундры, лесотундры (где вся полоса лесов на северном пределе является особо охраняемой территорией) и северной тайги. При строительстве линейных сооружений (автомобильных и железных дорог, нефте- и газопроводов) на каждый нормативный гектар отвода реальное отчуждение составляет 10-15 га. Под новые города с 8-тысячным населением (Новый Уренгой и Ноябрьск) было отведено около 1,5 тысяч га, но реальная инфраструктура заняла площадь в 36 раз большую - около 52 тыс. га, для 36-тысячного Надыма вместо 0,86 тыс. га отчуждено 18,3 тыс. га (данные на середину 90-х гг. XX века).

На момент начала работ по освоению крупнейшего в России месторождения Приобского в пойме реки Оби, по оценкам экспертов компании *Амоко*, к 1995 г. в регионе около 30 тыс. га лесов оказалось замазучено, 25 тыс. га - подтоплено, еще 24 тыс. га повреждено газовыми и нефтяными выбросами, а 25 тыс. га - загрязнено разливами буровых растворов. В настоящее время реальные оценки по нарушениям земель и их тенденциям получить сложно, т.к. статистика на уровне отдельных районов АЗРФ в центре недоступна. *Тренд трансформации природных экосистем* можно оценить косвенно через пример масштабных воздействий на растительность при хозяйственном освоении новой территории - полуостров Ямал (Табл. 6.6). В то же время, нам известно, что масштабы антропогенной трансформации и фрагментации тундр этого полуострова в последнее десятилетие возросли настолько, что уже сейчас можно ставить вопрос о развитии здесь критической экологической ситуации.

Таблица 6.6. Распределение земель, нарушенных в процессе первого этапа промышленного развития Ямало-Ненецкого автономного округа – до начала освоения месторождений (Быкова, 1998)

Подзона, район	Площадь, тыс. га	Линейные сооружения, частичные нарушения, га	Линейные сооружения, полные нарушения, га	Нарушения на действующих месторождениях, га	Общая площадь нарушенных земель, %
Арктические тундры					
п-в Ямал	3286,2	2057	-	4823	0,20
п-в Гыдан	3455,0	900	-	1380	0,07
Итого	6741,2	2957	-	6203	0,14
Типичные тундры					
п-в Ямал	5252,1	25328	-	9875	0,70
п-в Гыдан	6002,4	2100	-	3393	0,10

п-в Тазовский	622,7	-	-	560	-
Итого	11877,2	27482	-	13828	0,34
Южные тундры					
п-в Ямал	4561,8	6538	882	2950	0,20
п-в Гыдан	2978,6	-	-	-	-
п-в Тазовский	2701,0	-	17450	21714	1,50
Итого	10241,4	6538	18332	24664	0,50
Лесотундра	9453,7	-	109200	107100	2,30
Северная тайга	36716,5	-	77740	20490	0,30
Всего по округу	75030,0	36977	205272	172285	0,55

Можно определить, что для восстановления только водораздельных и пойменных нарушенных к на 2005 г. территорий Ямало-Ненецкого автономного округа уже требуется более 1 млрд. долларов США, что вполне сопоставимо с теми инвестициями, которые "влиты" в обустройство месторождений газа и создание инфраструктуры за последние 10-15 лет. Если к этому добавить необходимость финансирования берегозащитных мероприятий (в настоящее время за счет волновой абразии и техногенных нарушений в год размывается около 1 млн. м³), а также и затраты на рекультивацию оленьих пастбищ (сбитые пастбища составляют до 20% пастбищного фонда региона; при этом численность домашнего оленя растет), то, не исключено, что затраты на реставрацию нарушенных земель Ямала окажутся выше, чем ожидаемые выгоды от роста добычи газа.

В результате аварии на Усинском нефтепроводе, где в результате разрыва нефтепровода с нефтью ряда акционерных компаний и мероприятий по ликвидации последствий произошло масштабное загрязнение и разрушение растительного покрова - лесов, пойм, озер и рек (Vilchek, Tishkov, 1998), а затраты на восстановительные работы взяло на себя, в основном, государство (получен специальный кредит Мирового банка под государственные гарантии на сумму около 100 млн. долларов США, 25 млн. долларов США от Европейского банка развития и реконструкции и только 16 млн. долларов США от "Коминнефти").

Особо остро проявляются *тренды загрязнения арктических экосистем нефтью* в результате аварий на нефтепроводах (местных и магистральных). Узаконенный норматив потерь составляет до 2%, т.е. в экосистемы ФРНА поступают ежегодно миллионы тонн нефти. Около 30-50% аварийных прорывов на нефтепроводах случаются в результате коррозии труб, 5-20% по причине технологического брака при прокладке и эксплуатации, около 30% - за счет низкого качества труб. Острота этого воздействия с ростом технологического оснащения нефтепроводов постепенно снижается, но не настолько, чтобы игнорировать эту тенденцию в воздействии на экосистемы суши Арктики.

Тенденции в состоянии экосистем и ландшафтов арктических регионов в настоящее время можно охарактеризовать как *умеренно-негативные*. Основные антропогенные нагрузки сосредоточены на ранее освоенных и нарушенных территориях, восстановление экосистем которых идет медленными темпами. Освоение новых природных территорий в связи с потребностями в исключительно высоких инвестициях происходит медленно.

Косвенным показателем антропогенных трендов в трансформации природных экосистем Арктики, как уже было отмечено, может стать рост доли адвентивных видов в составе локальных флор. Локальные флоры (количество видов на 100 км²) здесь составляют от 20-30 в полярных пустынях до 80-100 и 200-300 в арктических и субарктических тундрах соответственно. Достаточно разнообразна и флора споровых растений - мхов, печеночников, лишайников и водорослей. Ее богатство достигает также сотен видов. Многие из этих растений в районах хозяйственного освоения находятся на грани исчезновения. Это связано с тем, что новообразующиеся местообитания и нарушенные биотопы в Арктике весьма ограниченно осваиваются представителями местной флоры. Эти местообитания занимают заносными видами, что приводит к вытеснению аборигенных видов. Так, спустя 50-60 лет после начала хозяйственного освоения в составе местной флоры доля заносных видов может составлять 30-40%. Формально, это "обогащает" флору, но этот эффект прослеживается лишь первое время, а затем, после внедрения сорных и рудеральных растений в районы освоения, наблюдается исчезновение местных представителей флоры, особенно редких, а также тех, которые имеют узкий диапазон предпочитаемых местообитаний - растения песков, известняков, каменистых субстратов, маршей и пр. Пример медленной адаптации местной флоры к условиям антропогенных местообитаний дает сравнение флоры техногенных местообитаний и флоры района (Табл. 6.7). В абсолютных величинах количество видов заносных растений в отдельных индустриальных центрах АЗРФ достигает сотни и более видов, но также зависит от сроков хозяйственного освоения. Так, после 10 лет освоения североякутских месторождений алмазов (прииски Удачный, Далдын, Айхал) в середине 1960-х гг. там было обнаружено около 30 заносных (данные автора), в основном, сорных видов. В районе Воркуты после 50 лет промышленного освоения натурализовалось около 90 видов сосудистых растений (Дружинина, Мяло, 1990), а на Шпицбергене в районе советских поселков за период с 1935 по 1985 гг. - только 14 видов (Тишков, 1986, 1994, 1996).

Таблица 6.7. Соотношение локальных флор сосудистых растений и флор антропогенных местообитаний в различных очагах хозяйственного освоения Севера (данные автора)

Район освоения	Продолжительность освоения, лет	Локальная флора, число видов	Флора антропогенных местообитаний	
			число видов	%% флоры
г. Воркута, Республика Коми	60	283	170	60
о-в Айон, Мурманская область	40	195	105	53

хр. Черского, Магаданская область	30	260	53	19
п. Удачный, Республика Якутия	30	230	100	43
п. Кресты, Чукотски а.о.	30	220	27	12

О.В. Морозовой показано также, что доля адвентивных видов выше в конкретных флорах тундровой зоны по сравнению с точками в прилегающих районах бореальной зоны (Морозова, 2003). Аналогичная тенденция продемонстрирована и в других исследованиях. Так, Б.И. Груздев и В.А. Мартыненко (1988) отметили, что процент участия адвентивных видов в конкретных флорах тундровой части Республики Коми колеблется от 0 до 17, тогда как в таежных флорах адвентивная фракция не превышает 7%. Причины этих трендов связаны с «ненасыщенностью» флоры северных территорий в результате воздействия последнего оледенения и недостаточностью срока для ее становления, с преобладанием в анализе южных тундр, где велика вероятность заноса значительного числа бореальных видов. Большинство заносных видов в тундровой зоне являются бореальными, увеличение доли бореальных видов является показателем не только глобальных климатических изменений, но и антропогенной трансформации тундровых флор. Одним из путей расселения адвентивной флоры служат в Арктике линейные сооружения - железнодорожная транспортная сеть, нефте- и газопроводы, ЛЭП и пр.

6.5. Продуктивность и баланс углерода арктических экосистем как интегральные показатели их состояния в условиях меняющегося климата и хозяйственной деятельности

6.5.1. Природные и антропогенные факторы, влияющие на продуктивность и баланс углерода арктических экосистем

Исследование продуктивности и баланса углерода арктических экосистем проводилось в рамках международных и российских программ и проектов. По результатам реализации *Международной Биологической Программы (МБП)* был накоплен обширный материал по прямым измерениям биологической продуктивности экосистем АЗРФ (Bazilevich, Tishkov, 1997). В 1970-80-ые гг. XX в. начали формироваться и базы данных по продуктивности (Институт географии РАН, Институт леса и древесины СО РАН, Институт лесоведения РАН, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, а за рубежом – в Международном институте системного анализа, Австрия) и др. Итоги МБП касательно Арктики обобщены в томах “Ecosystems of the World” ((Bazilevich, Tishkov, 1997). База данных продуктивности экосистем АЗРФ была опубликована в 1986 г. (Базилевич, Тишков, 1986), а затем - в 1993 г. (Базилевич, 1993). В настоящее время она размещена на крупнейшем экологическом русскоязычном веб-портале по проблемам биоразнообразия - www.biodat.ru. В ней более 150

точек полевых измерений запасов и продукции фитомассы полярных пустынь, тундр, лесотундры, лиственничных редколесий и северной тайги (Табл. 6.9).

Международная Программа «Человек и Биосфера» (МАБ) позволила оценить параметры антропогенной трансформации наземных экосистем АЗРФ, вклад человека в их углеродный баланс и размеры поступления загрязняющих веществ. Появились возможности для прогнозирования экологических последствий развития глобальных изменений среды. В период ее реализации сведения о продукционных параметрах экосистем оказались не востребованными в полной мере и натурные исследования в этой области резко сократились.

Международная Геосферно-Биосферная Программа (МГБП) дала экологам мощный инструмент мониторинга меняющихся физических, химических и биологических параметров окружающей среды Севера, в т.ч. и потоков CO₂, и выявления в них антропогенной составляющей. Проблемой стал выбор для наблюдений биотически значимых параметров среды, прежде всего климата и атмосферы. Как и во времена МБП и МАБ, в качестве интегрального выражения роли биоты брались показатели продуктивности и, соответственно, размеры эмиссии и стока углерода (CO₂) тундр. Но в отличие от зарубежных коллег, в России стали шире привлекать информацию о стоках, источниках и резервуарах углерода. В этом направлении существенный вклад в развитие данных исследований было внесено теми, кто проводил продолжительные инструментальные газометрические измерения, балансовые оценки потоков углерода в природных экосистемах и определил конверсионные коэффициенты для перехода от биопродукционных параметров к углеродным показателям (Замолодчиков, Уткин, 2000; Замолодчиков, 2003).

Таблица 6.9. Зональная дифференциация показателей продуктивности экосистем АЗРФ (Тишков, 1993; 2004)

Зональные экосистемы	Запас фитомассы, т/га	Продукция, т/га в год	Запас мортмассы, т/га
Полярные пустыни	0,5-2,0	0,1-0,3	1,0-2,0
Арктические тундры	5,0-10,0	1,0-3,0	10,0-20,0
Субарктические тундры	10,0-40,0	2,0-4,0	20,0-60,0
Лесотундра	30,0-100,0	3,0-5,0	30,0-100,0
Темнохвойная тайга			
северная	100,0-200,0	4,0-6,0	50,0-100,0
средняя	250,0-250,0	6,0-10,0	50,0-80,0
южная	250,0-350,0	10,0-15,0	50,0-70,0
Светлохвойная тайга			
северная	60,0-100,0	2,0-4,0	20,0-60,0
средняя	100,0-150,0	4,0-5,0	20,0-50,0

южная	120,0-180,0	5,0-8,0	20,0-40,0
-------	-------------	---------	-----------

Для северных экосистем характерен широкий диапазон запаса фитомассы (от 0,5–1,0 до 100,0-200,0 т/га). В полярных пустынях, где проективное покрытие сосудистыми растениями незначительное, а «пленка жизни» представлена в основном печеночниками, водорослями и мелкими мхами, регламентация продукционного процесса происходит в двух направлениях – наличие доступного азота и нагревание поверхности субстрата при низком положении летнего солнца. В итоге, высшие показатели запаса фитомассы мы наблюдаем под птичьими базарами и на микро- и нано-склонах южной экспозиции. В арктических и субарктических тундрах наиболее низкие показатели запасов фитомассы характерны для водоразделов, где формируются зональные хионофобные варианты тундры (всего 2,0 –5,0 т/га). На выположенных склонах и речных террасах зональные экосистемы тундр имеют более высокие показатели продуктивности (до 20,0-30,0 т/га, а в южных кустарниковых тундрах – до 50,0 т/га). Близкие параметры характерны для интразональных местообитаний тундровой зоны – в долинах рек, на склонах речных террас и на притеррасных понижениях, где формируются интразональные болота (например, полигональные) и кустарниковые заросли.

Антропогенные изменения растительности тундровой зоны в результате хозяйственной деятельности имеют выраженные два «пика» трансформации продукционного процесса. Первый практически останавливает восстановительную сукцессию и приводит к формированию на месте нарушений «техногенной пустыни», где параметры продуктивности колеблются в пределах 0,5-1,0 т/га (запас) и 0,6-0,8 т/га в год (продукция), т.е. снижается в 2-3 раза по сравнению с зональными характеристиками. Второй «пик» формирует достаточно устойчивые антропогенные модификации тундровой растительности – «олуговелые» тундры, а кроме этого злаково-моховые, злаково-кустарничковые, злаково-осоково-моховые тундры на глеевых, мерзлотно-глеевых и других почвах. Запасы и продукция их фитомассы отличны от таковых у зональных экосистем незначительно, в то время как структура этих параметров различается существенно. Во-первых, их основа складывается за счет травянистых растений - злаков и осок. Во-вторых, изменяется соотношение надземной и подземной фитомассы, которое составляет 1:2 – 1:4. В-третьих, переход позиций эдификатора к злакам и осокам ведет к сокращению доли зимнезеленых частей растений, что сказывается на фитосинтетической активности экосистем в периоды межсезонья. В-четвертых, происходит интенсификация деструкционных процессов за счет увеличения в опаде травянистых остатков.

Конвергентные «злаковые» и «осоково-злаковые» антропогенные модификации тундровых экосистем формируются в процессе хронических антропогенных воздействий на растительность – высоких пастбищных нагрузок, пожаров, транспортных нарушений и пр. – практически по всему циркумполярному ареалу тундр (Российская Арктика ..., 1995; *Conservation arctic flora and fauna*, 2002). При оценках площади нарушений в тундровой зоне их зачастую не относят к «разрушенным» экосистемам, хотя практически все населенные пункты за Полярным кругом окружены подобными модификациями на многие километры. Важно, что в их структуре начинают играть активную роль адвентивные растения, доля которых может достигать 20-40% (Морозова, 2003).

В процессе дигрессии и восстановления продукционные характеристики тундровых экосистем по уровню становятся выше, чем таковые у зональных тундр. Это происходит за счет изменения теплового режима верхних слоев почвы, нарушения, развития криогенных процессов и в целом улучшения режима минерального питания растений, что часто дает преимущества в развитии цветковых травянистых растений над споровыми (мохообразными, лишайниками) и может сохраняться сотни лет (Тишков, 1994).

Наиболее быстрое восстановление продукционных характеристик в тундрах происходит после низовых пожаров и сбоя в результате возрастания пастбищных нагрузок при выпасе домашних северных оленей. По нашим данным (Тишков, 1986, 1994), восстановительный цикл охватывает период от 20 до 30 лет, но при агрессивности вейников (*Calamagrostis spp.*) и других злаков процесс восстановления может растянуться на 80-100 лет. Д.Г. Замолотчиков (2003) показал, что при тундровом пожаре экосистема теряет до 30% углерода за счет выгорания растительности и верхнего органогенного слоя почвы. В кустарниковых южных тундрах, которые в основном и подвержены низовым пожарам, срок восстановления пула углерода охватывает 60 лет.

В границах тундровой зоны есть целый набор экосистем, растительный покров которых находится на разных стадиях дигрессии и сукцессии, демонстрирующих аномально высокие показатели запасов и продукции фитомассы. В некоторых случаях (долинные заросли кустарников и островные леса) можно говорить об интразональных и аazonальных явлениях, но сравнительно большее распространение имеют луговые сообщества, демонстрирующие разные стадии природного или антропогенного дигрессино-демутационного процесса, а, соответственно, и разные продукционные характеристики. Учет этого фактора сделает оценки продуктивности экосистем тундровой зоны более корректными и обоснованными.

Детальный анализ продуктивности и элементов углеродного баланса экосистем *полярных пустынь, тундр и лесотундр* приведен в работе (Bazilevich, Tishkov, 1997). Следует обратить внимание на тот факт, что благодаря работам по МБП и МАБ российская часть Арктики сравнительно полно и равномерно покрыта точками инструментальных измерений продуктивности (запасов и продукции фитомассы в надземной и подземной сферах) на пробных площадках (Базилевич, Тишков, 1986). Этим была создана хорошая база для углеродных оценок биомы. Но балансовый поток углерода в арктических экосистемах существенно зависит от соотношения объемов первичной продукции и дыхания, которые по сути контролируются разными абиотическими режимами при сохранении в течение вегетационного периода высокой освещенности почти круглые сутки. Если первая зависит от величины фотосинтетически активной радиации (ФАР), то второе – от температуры приземного слоя воздуха (интенсивность фотосинтеза) и верхних слоев почвы (интенсивность дыхания ризосферы и в целом деструкции органических остатков).

Д.Г. Замолотчиков (2000, 2003) в рамках исследований по теме «Изучение тундровых экосистем» ФЦНТП «Глобальные изменения природной среды и климата» гранта Госдепартамента США «Потоки парниковых газов в арктических экосистемах» (1994) и гранта Национального научного фонда США «Исследование потоков углекислого газа...» (1998-2003) и других показал, что оценки углеродного бюджета тундровых экосистем России на основе результатов газиметрических измерений потоков CO₂ вносят существенную корректировку в

ранее полученные результаты. Так, на основе детальной модели получены величины потоков: в весенний период сразу после схода снега в экосистемах преобладает эмиссия CO₂, в период вегетации экосистема функционирует с результатом на сток углерода, а в конце вегетационного периода происходит постепенное «переключение» баланса вновь на эмиссию (Замолодчиков, Карелин, 1999). Средние показатели углеродного эквивалента первичной продукции тундр оцениваются в 300-500 гСм² в год (Замолодчиков, 2003), что вполне согласуется с ранее полученными и представленными в серии оригинальных карт нашими данными (Базилевич, Тишков, 1986; Bazilevich, Tishkov, 1997).

Балансовые оценки потоков углерода, проведенные Д.Г. Замолодчиковым (2003), оказались важны для понимания того, что *арктические экосистемы – одни из ведущих биомов-регуляторов углеродного бюджета России и вкладчиков в глобальный углеродный баланс и поддержание стабильности глобального климата*. Так, годовая валовая первичная продукция тундр России для площади 235 млн. га оценивается в -485±35 Мт С, дыхание +474±10 Мт С, балансовый поток углерода составил -12±41 Мт С, а эмиссия углерода за холодный период - 55±10 Мт С (12% общего дыхания). В итоге годовой сток составляет лишь около 2,5% от величины первичной продукции. Но с учетом стандартной ошибки говорить о достоверных отличиях составляющих баланса нельзя, что позволяет говорить о сбалансированности годовых углеродных потоков в многолетнем цикле функционирования (Табл. 6.10).

Таблица 6.10. Валовая первичная продукция (GPP), валовое дыхание (GR), его зимняя часть и чистый поток углерода (NF) экосистем тундровой зоны России (Замолодчиков, 1999).

Зона/подзона	Пл-дь, млн. га	GPP, МтС в год	GR,		NF, МтС в год
			МтС в год		
Арктические тундры	69,0	-53±5	49±14	10±4	-3±17
Горные тундры	45	-40±12	39±11	7±2	-1±13
Типичные тундры	77	-215±24	214±26	25±9	-1±30
Южные тундры	44	-178±18	172±19	12±6	-6±22
Суммарно для зоны	235	-486±35	474±35	55±10	-12±41

Мощным резервуаром углерода в полярных пустынях, тундрах и лесотундре является почва. Запасы органического вещества, в т.ч. гумуса, в условиях их слабой минерализации и выноса с поверхностным стоком (в связи с наличием водоупора из вечномёрзлых грунтов) в рассматриваемых почвах достаточно велики. Например, в тундровых глеевых и болотно-тундровых почвах в слое 0-50 см они могут достигать 145-154 и 400-604 т/га соответственно. В

лесотундре глеево-подзолистые почвы под лесом беднее (33-63 т/га в слое 0-100 см), но зато торфяно-глеевые и торфяно-болотные почвы, занимающие в этом биогеоценозе значительные пространства, имеют запасы от 495 до 1400-1536 т/га в слое 0-100 см (Орлов, Бирюкова, 1995). Высокий потенциал лесотундры в отношении стока углерода связан и с максимальными запасами фитомассы мохообразных и высокими темпами их прироста в зональных экосистемах (Тишков, 1978). Имея низкие пищевые качества для консументов, их опад практически в полном объеме поступает в детритный цикл биологического круговорота, сохраняется в подстилке и оторфовывается. Мохообразные – ведущие эдификаторы тундровых и лесотундровых экосистем - древняя группа растений, сформировавшаяся в условиях высоких концентраций CO₂ и адаптированная к ним. Их стратегия в данном случае реализуется за счет эпигейного произрастания и перехвата потоков CO₂ почвы, подстилки и торфянистого горизонта. В отсутствие развитой корневой и проводящей системы моховой горизонт продуцирует только в периоды оптимального увлажнения. Например, синузии *Aulacomnium turgidum*, *Tomethypnum nitens*, *Hylocomium splendens* в типичных тундрах Таймыра, давали в первые недели после схода снега, когда богатые надмерзлотные поверхностные воды достаточно промачивали моховой горизонт, до 70-80% продукции. Покров мохообразных имеет колоссальную адсорбирующую поверхность и удельную плотность: «моховой фильтр» на пути вертикальных потоков CO₂ из почвы способен коренным образом влиять на параметры углеродного баланса экосистемы.

Для оценки реальных масштабов других элементов углеродного баланса АЗРФ можно привести данные по объемам стока растворенного и взвешенного углерода с речным стоком в арктические моря России (Табл.6.11). Кроме того, их первичная продукция достаточно высокая и в ряде случаев сопоставимая с таковой на суше – от 10-40 мг С м² до 800 мг С м² в год (в период «цветения» фитопланктона). Суммарная продукция фитопланктона арктических морей России составляет 130 Мт С в год, из которых более половины (около 80 МтС) дает Баренцево море (Виноградов и др., 1994, 1999).

Таблица 6.11. Суммарный сток растворенного и взвешенного углерода в моря арктического бассейна (Виноградов и др., 1999)

Море	Пл-дь водосборного бассейна, тыс. км ²	Водный сток, км ³ в год	Годовой сток органического растворенного и взвешенного С, МтС
Баренцево и Белое	1 236	430	4,80
Карское	6 248	1 344	12,35
Лаптевых	3 693	745	5,05
Восточно-Сибирское	1 296	250	1,08
Чукотское	101	20	0,13
Сток в целом	12 572	2 760	23,44

Поток органического углерода с речным стоком составляет 23,44 Мт С в год, что соответствует 5% суммарного потока растворенного углерода в Мировом океане (Романкевич, Ветров, 1997). Из чего складывается столь масштабный межэкосистемный перенос углерода? Во-первых, потоки фотосинтезированного углерода самих рек. Во-вторых, органический углерод суши, вымываемый из осадочного материала водосборного бассейна и представленный во взвешенной форме (около 2,3 Мт С в год). В-третьих, аккумулярованный ранее органический углерод, оказавшийся доступным в результате береговой абразии. Особенно существенное значение этот процесс имеет при термоэрозии берегов в районах распространения вечномёрзлых грунтов, накопивших за тысячелетия миллионы тонн органического вещества в разных формах (гуминовые вещества, илы, торф, погребенная древесина, слаборазложившиеся растительные остатки и пр.). Суммарно он оценивается не менее 4-5 Мт С в год. В-четвертых, подземный сток в арктические моря, дающий около 0,3 Мт С в год. И, наконец, в-пятых, эоловый перенос органического углерода (пыльца, споры, пыль, остатки растений, переносимые ветром), который оценивается в 0,2 Мт С в год (Виноградов и др., 1999). В итоге можно отметить, что поток органического углерода с суши в арктические моря составляет около 20% от углерода, произведенного в них в результате фотосинтеза. До 5-6% органического вещества арктических морей fossilизируется в донных отложениях. Только в Баренцевом море накапливается до 3,3 Мт С в год.

Нет сомнений, что углеродный баланс экосистем АЗРФ складываемый из наземных, морских, экотонных (абразия) и межэкосистемных (речной сток, эоловые процессы) потоков органического углерода, имеет глобальное выражение («Российский сектор» циркумполярной Арктики составляет 43%). Как составляющая часть экосистемных услуг страны, рассмотренная часть биогеохимического баланса углерода уязвима в связи с широкомасштабным освоением нефтяных и газовых месторождений в тундрах, прибрежной полосе и на арктическом шельфе. На фоне глобального потепления климата возможны сдвиги баланса в сторону роста эмиссии CO₂, т.к. пока большие объемы транзитного и аккумулятивного аллохтонного органического вещества за счет низких температур не включаются в деструкционные процессы.

6.5.2. Оценка запасов углерода в фитомассе и почвах арктических экосистем России.

Информационными источниками для расчета запасов углерода в фитомассе и чистой первичной продукции тундр и лесотундры России служили компьютерная карта ландшафтов АЗРФ и база данных по фитомассе и продуктивности арктических экосистем.

Расчеты Д.Г. Замолотчикова были сделаны на основе «Ландшафтной карты СССР» масштаба 1:4 000 000 (Исаченко и др., 1988), применительно к 9 регионам исследуемой территории, соответствующих крупным ландшафтно-географическим провинциям АЗРФ. Это позволило определить для России площади отдельных ландшафтов, регионов и рассматриваемого биома в целом (**табл. 6.13**). Интразональными элементами карты являются болота, а также поймы и дельты рек. В первом случае это урочища с постоянным застойным увлажнением (в основном, верховые сфагновые грядово-мочажинные), во втором – с периодическим проточным переувлажнением, приведенные по «Ландшафтной карте СССР» (Исаченко и др., 1988). В таблицах интразональные элементы приведены отдельно, так что

общая площадь региона или ландшафтной зоны рассчитывалась как сумма их площадей и площадей прочих ландшафтов в пределах проведенных границ данного региона или зоны.

Общая площадь тундр и лесотундры России оценивается в 283.5 млн. га. Обобщенные и развернутые данные по площадям всех рассмотренных ландшафтных группировок приведены в табл. 6.13. Лесотундра различных типов, включая стланики, занимают 44.4 млн. га или 15.7% от общей площади биома в России.

За исключением гидроморфных урочищ, (болота занимают 5.0 млн. га или 1.8% от общей площади биома, речные поймы и дельты - 24.3 млн. га или 8.6%); зональные ассоциации тундрового биома занимают площадь 254.2 млн. га, из которых на долю горных тундр и горных полярных пустынь приходится 43.9 млн. га. В случае исключения последних получаем 210.4 млн. га как оценку для площади плакорных (зональных) тундровых и лесотундровых группировок растительности России.

Путем суммирования данных по типам экосистем были получены оценки полной фитомассы и первичной продукции для отдельных регионов и зоны в целом. Исходя из запасов фитомассы и продукции, были рассчитаны запасы и годовое продуцирование углерода. Расчеты были выполнены по всем группам экосистем в пределах отдельных географических подзон во всех 9 ландшафтных провинциях.

Оценка запасов углерода в фитомассе и почвах проведена на основе детального картографирования территории Арктики и ее ландшафтного районирования с выделением регионов с разными показателями продуктивности. Построены 4 компьютерные карты – основы для текущих расчетов и экстраполяции данных по углероду экосистем Арктики.

В качестве исходной информации по фитомассе и годичной продукции тундровых и лесотундровых экосистем использованы экспериментальные сведения по 169 учетным площадям (Bazilevich, Tishkov, 1997) из 73 источников (см. обзоры: Тишков, 2005; Bazilevich, Tishkov, 1997). В ряде случаев допускались экстраполяции. Расчеты были выполнены по всем группам экосистем в пределах отдельных географических подзон во всех 9 ландшафтных провинциях.

Таблица 6.13. Площади зональных и интразональных экосистем тундровой и лесотундровой зон России (данные Д.Г. Замолодчикова)

Ландшафтные зоны и подзоны	Зональные экосистемы, млн. га	Интразональные экосистемы, млн. га	
		болота	Поймы
Ледники	6.07	-	-
Полярные пустыни	7.74	-	-
Горные полярные пустыни	6.58	-	-
Горные тундры	37.27	0.25	1.19
Арктические тундры	47.94	0.74	6.3
Субарктические южные тундры	38.05	1.85	4.48

Субарктические типичные тундры	45.7	1.17	7.18
Европейская и сибирская лесотундра	33.79	0.99	1.99
Дальневосточные типичные тундры	20.42	-	2.2
Дальневосточная лесотундра	6	-	0.94
Дальневосточные стланики	4.64	-	0.02

Полученная оценка запасов углерода в фитомассе тундр и лесотундры России составляет 2735.34 млн.т С (2.735 Гт С) для площади 283.5 млн. га (Табл. 6.14), т. е. в среднем для России он равен 9.65 т С га⁻¹, различаясь по группам экосистем (Табл. 6.14).

Таблица 6.14. Запасы фитомассы и годовичная продукция экосистем АЗРФ

Ландшафт	Площадь млн. га	Фитомасса		Продукция, год ⁻¹	
		тС га ⁻¹	млн. т С	тС га ⁻¹	млн. т С
Кольский полуостров					
Горные полярные пустыни	0.05	0.22	0.01	0.01	0
Тундры всех типов	2.35	4.89	11.48	0.71	1.68
Лесотундра	3.12	11.95	37.23	1.22	3.79
Речные поймы	0.1	6.91	0.69	2.25	0.23
Болота	0.58	5.93	3.44	0.9	0.52
Всего	6.19	8.54	52.86	1	6.21
Восточно-европейская территория России					
Тундры всех типов	18.14	8.99	163.12	1.19	21.58
Лесотундра	6.38	30.76	196.18	1.69	10.8
Речные поймы	0.89	8.18	7.28	3.37	3
Болота	1.97	9.13	17.98	1.45	2.85
Всего	27.39	14.04	384.56	1.4	38.24
Полярный Урал					
Горные полярные пустыни	0.68	0.22	0.15	0.01	0.01
Тундры всех типов	2.86	6.25	17.87	0.81	2.33
Лесотундра	0.09	21.99	1.95	1.62	0.14
Речные поймы	0.11	6.64	0.73	2.91	0.32

Всего	3.75	5.52	20.7	0.75	2.8
Острова западного сектора Северного Ледовитого океана					
Ледники	6.06	0	0	0	0
Полярные пустыни	4.18	0.71	2.97	0.11	0.45
Тундры всех типов	2.3	3.66	8.4	0.92	2.11
Всего	12.53	0.91	11.37	0.2	2.56
Западная Сибирь					
Тундры всех типов	28.55	8.11	231.63	1.38	39.37
Лесотундра	3.52	17.71	62.39	1.72	6.06
Речные поймы	4.84	6.08	29.43	2.53	12.25
Болота	2.1	7.15	15.02	1.51	3.18
Всего	39.01	8.68	338.45	1.56	60.86
Центральная Сибирь					
Полярные пустыни	2.75	0.71	1.95	0.11	0.3
Горные полярные пустыни	2.77	0.22	0.61	0.01	0.04
Тундры всех типов	64.42	7.82	503.72	1.35	86.64
Лесотундра	13.12	24.02	315.14	2.09	27.36
Речные поймы	7.78	6.61	51.46	2.62	20.39
Болота	0.31	10.48	3.25	2	0.62
Всего	91.13	9.61	876.16	1.49	135.34
Север Якутии					
Тундры всех типов	32.91	6.18	203.23	1.1	36.28
Лесотундра	7.56	21.99	166.18	1.62	12.24
Речные поймы	7.04	6.61	46.53	2.4	16.89
Болота	0.06	8.42	0.48	2.56	0.15
Всего	47.57	8.75	416.43	1.38	65.57
Восточные острова Северного Ледовитого океана					
Ледники	0.01	0	0	0	0
Полярные пустыни	0.81	0.71	0.57	0.11	0.09
Тундры всех типов	3.68	3.36	12.35	0.61	2.26

Всего	4.5	2.87	12.92	0.52	2.35
Полуостров Чукотка					
Горные полярные пустыни	3.08	0.22	0.68	0.01	0.04
Тундры всех типов	34.17	10.76	367.54	1.22	41.69
Лесотундра	10.64	21.63	230.13	1.33	14.17
Речные поймы	3.57	6.6	23.55	2.28	8.15
Всего	51.44	12.09	621.89	1.25	64.06
Россия в целом					
Ледники	6.07		0		0
Полярные пустыни	7.74	0.71	5.49	0.11	0.84
Горные полярные пустыни	6.58	0.22	1.45	0.01	0.09
Тундры всех типов	189.38	8.02	1519.34	1.24	233.94
Лесотундра	44.43	22.71	1009.2	1.68	74.56
Речные поймы	24.33	6.56	159.67	2.52	61.23
Болота	5.02	8	40.17	1.46	7.32
Всего	283.54	9.65	2735.34	1.33	377.98

Содержание углерода в чистой первичной продукции экосистем тундр и лесотундры России, по данным Д.Г. Замолодчикова, составляет 378.0 млн. т С год⁻¹, из этой величины 233.9 млн. т С год⁻¹ приходится на зональные тундры всех типов, 74.6 0 млн. т С год⁻¹ на лесотундры и 68.5 млн. т С год⁻¹ на интразональные экосистемы различных типов. Пространственное распределение запасов углерода в фитомассе и чистой первичной продукции тундр и лесотундр России показано на соответствующих картах и в таблицах 6.11-6.14.

6.5.3. Общая оценка потоков углерода в экосистемах АЗРФ

При подготовке данного раздела использовались материалы Научно-технического программы «Глобальные изменения природной среды и климата», обобщенные в избранных научных трудах по проблеме «Глобальная эволюция биосферы. Антропогенный вклад» (1999), публикации последних лет (Замолодчиков, 2003; Тишков, 2005 и др.), результаты работ по программе Арктического совета АСИА (Воздействие потепления в Арктике, 2004), а также публикации, приуроченные к обоснованию ратификации Россией Киотского протокола (Габбс, и др., 2002; Парниковые газы..., 2004). Нет сомнений, что рассмотрение баланса и потоков углерода в Арктике можно было бы полностью ориентировать на производственные оценки функционирования ее экосистем как интегрального выражения их функционирования, средообразующей деятельности биоты, а также антропогенной трансформации. Такое

рассмотрение позволяет ограничиться параметрами запасов и продукции фитомассы и мортмассы при выявлении роли арктических экосистем России в глобальном балансе углерода. Но имеется много проблем полевого и камерального измерения потоков CO₂ в различных зональных и интразональных экосистемах, расчетов, экстраполяции, а главное – понимания биологического смысла и биосферного значения цикла органического углерода в АЗРФ (Кобак, 1995; Базилевич, 1993; Замолотчиков, 2001, 2003; Столбовой и др., 2004; Тишков, 2005). Поэтому не может быть вольной интерпретации продукционных характеристик экосистем как «параметров углеродного цикла» и, тем более, любые балансовые конвертации здесь достаточно условны, но не исключены при крупномасштабных обобщениях, например, Д.Г. Замолотчикова и А.И. Уткина (2000), А.С. Швиденко и др. (2000, 2001), В.С. Столбового и др. (2004).

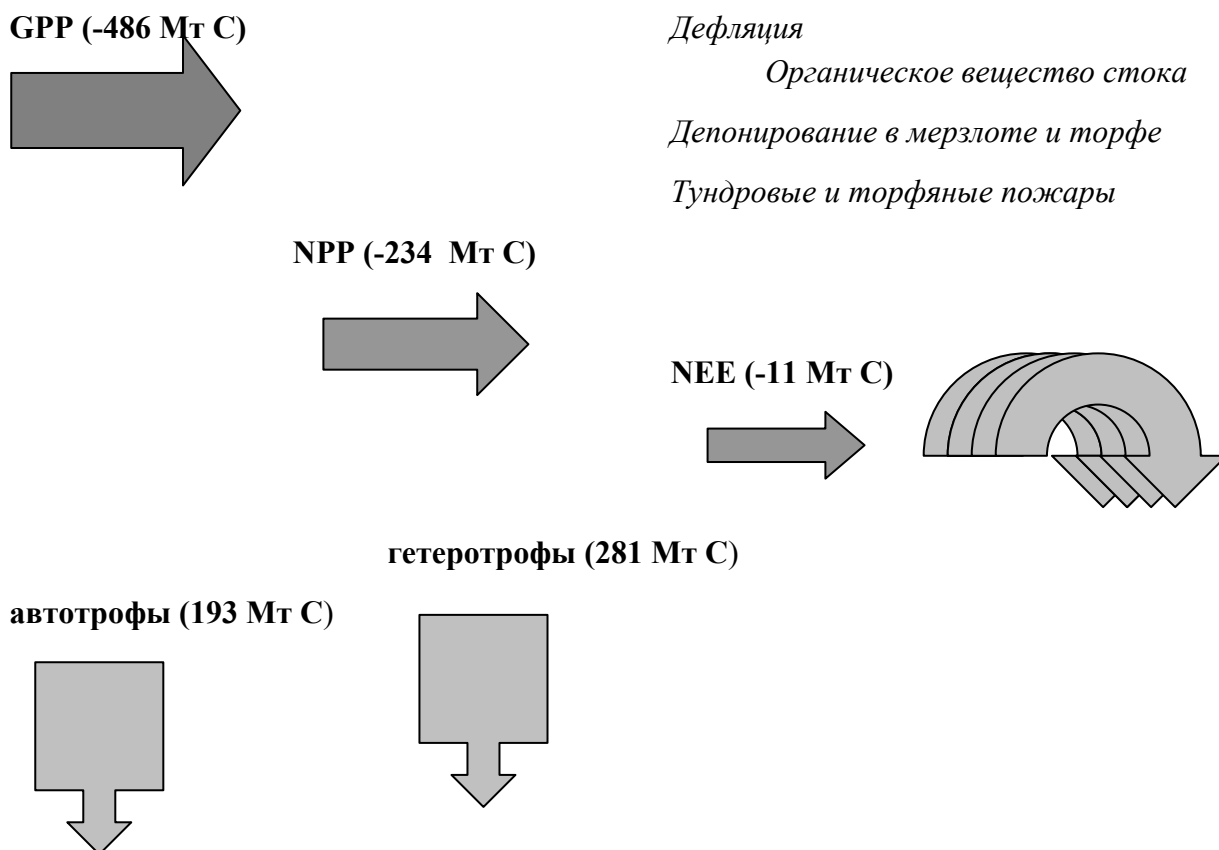
Следует не согласиться с академиком Г.А. Заварзиным (1999), который отмечал, что *«этап географического описания баланса углерода России в ее новых границах завершен»* (с.15). Ни в тот период, ни в первые годы нового века так и не получено корректных оценок запасов и эмиссии углерода. До сих пор идут споры и появляются результаты новых измерений и расчетов, позволяющих по-разному оценивать их природную и антропогенную составляющие и вклад разных экосистем в углеродный баланс. При этом *«разброс существующих оценок вклада этих экосистем в глобальный баланс углерода очень велик, что приводит к существенным неопределенностям в моделировании и прогнозировании климатических процессов. Одна из причин такого разброса состоит в явном недостатке в исходной информации ...»* (Замолотчиков, 2003, с.1).

Детальный анализ продуктивности и элементов углеродного баланса экосистем *полярных пустынь, тундр и лесотундр* приведен в работе (Bazilevich, Tishkov, 1997). Следует обратить внимание на тот факт, что благодаря работам по МБП российская часть Арктики сравнительно полно и равномерно покрыта точками инструментальных измерений продуктивности (запасов и продукции фитомассы в надземной и подземной сферах) на пробных площадках (Базилевич, Тишков, 1986б). Этим была создана хорошая база для углеродных оценок биома. Но балансовый поток углерода в арктических экосистемах существенно зависит от соотношения объемов первичной продукции и дыхания, которые по сути контролируются разными абиотическими режимами при сохранении в течение вегетационного периода высокой освещенности почти круглые сутки. Если первая зависит от величины фотосинтетически активной радиации (ФАР), то второе – от температуры приземного слоя воздуха (интенсивность фотосинтеза) и верхних слоев почвы (интенсивность дыхания ризосферы и деструкция органики).

Д.Г. Замолотчиков (2000, 2003) показал, что оценки углеродного бюджета тундровых экосистем России на основе результатов газиметрических измерений потоков CO₂ вносят существенную корректировку в ранее полученные результаты. Так, на основе детальной модели получены величины потоков: в весенний период сразу после схода снега в экосистемах преобладает эмиссия CO₂, в период вегетации экосистема функционирует с результатом на сток углерода, а в конце вегетационного периода происходит постепенное «переключение» баланса вновь на эмиссию (Замолотчиков, Карелин, 1999). Средние показатели углеродного эквивалента первичной продукции тундр оцениваются в 300-500 гСм² в год (Рис. 6.10), что

вполне согласуется с ранее полученными и представленными в серии оригинальных карт данными (Базилевич, Тишков, 1986; Bazilevich, Tishkov, 1997).

Рис.6.10. Годовой бюджет и потоки углерода для тундр России



Мощным резервуаром углерода в полярных пустынях, тундрах и лесотундре является почва. Запасы органического вещества, в т.ч. гумуса, в условиях его слабой минерализации и выноса с поверхностным стоком (в связи с наличием водоупора из вечномёрзлых грунтов) в рассматриваемых почвах достаточно велики. Например, в тундровых глеевых и болотно-тундровых почвах в слое 0-50 см они могут достигать 145-154 и 400-604 т/га соответственно. В лесотундре глеево-подзолистые почвы под лесом беднее (33-63 т/га в слое 0-100 см), но зато торфяно-глеевые и торфяно-болотные почвы, занимающие в этом биоме значительные пространства, имеют запасы от 495 до 1400-1536 т/га в слое 0-100 см (Орлов, Бирюкова, 1995). Высокий потенциал лесотундры в отношении стока углерода связан и с максимальными запасами фитомассы мохообразных и высокими темпами их прироста в зональных экосистемах (Тишков, 1978). Имея низкие пищевые качества для консументов, их опад практически в полном объеме поступает в детритный цикл биологического круговорота, сохраняется в подстилке и оторфовывается. В отсутствие развитой корневой и проводящей системы моховой горизонт продуцирует только в периоды оптимального увлажнения (до 70-80% продукции мохового покрова в типичных тундрах Таймыра формировалось в первые недели после схода снега, когда богатые надмерзлотные поверхностные воды достаточно промачивали моховой горизонт). Покров мохообразных имеет колоссальную адсорбирующую поверхность и

удельную плотность: «моховой фильтр» на пути вертикальных потоков CO₂ из почвы способен коренным образом влиять на параметры углеродного баланса экосистемы (Тишков, 1978).

Для оценки реальных масштабов других элементов углеродного баланса АЗРФ можно привести данные по объемам стока растворенного и взвешенного углерода с речным стоком в *арктические моря России (см. выше)*.

Характеристика биогенных макропотоков углерода и оценка запасов углерода в почвах. Для понимания процессов формирования биогенных макропотоков углерода важно иметь представление о зональной дифференциации показателей запаса и продукции фитомассы (**табл. 6.11-6.14**). Ранее было показано, что оценка запасов углерода в фитомассе тундр и лесотундры России составляет 2735.34 млн. т С (2.735 Гт С) для площади 283.5 млн. га (**табл. 6.14**), т. е. в среднем для России он равен 9.65 т С га⁻¹, различаясь по группам экосистем.

Содержание углерода в чистой первичной продукции (NPP) тундр и лесотундры России составляет 378.0 млн т С год⁻¹, из этой величины 233.9 млн т С год⁻¹ приходится на зональные тундры всех типов, 74.6 0 млн. т С год⁻¹ на лесотундры и 68.5 млн. т С год⁻¹ на интразональные экосистемы различных типов. Приведенные оценки запасов углерода в фитомассе и первичной продукции арктических экосистем хорошо согласуются с имеющимися в литературе. Однако использованный метод усредненных эмпирических величин на значительные категории площадей далек от совершенства. С одной стороны, встают проблемы ограниченности исходных полевых материалов и корректности распространения таких данных на зональные или ландшафтные площади. С другой стороны, получаемые оценки отражают не столько современное состояние углеродного баланса, сколько усредненные для значительных временных отрезков за период проведения эмпирических исследований. Поэтому полученные оценки запасов углерода и некоторые показатели его круговорота в арктических экосистемах России следует считать как начальный этап инвентаризации углеродного цикла, нуждающийся в уточнении всех величин.

В **табл. 6.15** приведены средние и абсолютные значения запасов органического углерода в почвах различных ландшафтов для регионов тундровой зоны России, включая лесотундру. Географическое распределение средних запасов органического углерода в почвах тундровой зоны России подчиняется определенным широтно-меридиональным закономерностям. На Кольском полуострове наибольшие средние значения свойственны болотам и речным поймам горной тундры и болотам лесотундры, в Восточно-Европейской провинции и на Полярном Урале - в болотах лесотундры и лесотундре, в Сибири - в болотах арктической и типичной тундры, на Чукотке - в лесотундре, где значительно представлены низкорослые заросли кедрового стланика. Зональность распределения запасов органического вещества и углерода почв (возрастание их от полярных пустынь к южной тундре за исключением болотных территорий) отмечается и другими авторами (Игнатенко, и др., 1973; Базилевич, Тишков, 1981, 1986; Базилевич, 1993).

Таблица 6.15. Средние и общие запасы углерода в органическом веществе почвы для ландшафтов тундровой зоны России (данные Д.Г.Замолодчикова)

Ландшафты	Зональные		Болота		Речные поймы	
	S,	Запас углерода	S	Запас углерода	S	Запас углерода

	10 ⁶ га	Средний, т га ⁻¹	Общий, 10 ⁶ тС	10 ⁶ га	Средний, т га ⁻¹	Общий, 10 ⁶ тС	10 ⁶ га	Средний, т га ⁻¹	Общий, 10 ⁶ тС	
Кольский п-ов										
Горные пустыни	0.05	23.4± 2.5	1± 0							
Горная тундра	0.45	53.3± 18.4	24± 8	0.26	204.0 46.4 ±	53± 12	0.10	128.7 ±	55.4	13± 6
Южная тундра	1.90	99.9± 29.1	190± 55							
Лесотундра	3.12	108.1± 36.4	337± 113	0.32	321.1 139. ± 2	102 44 ±				
Всего	5.51	100.1± 32.1	552± 177	0.58	268.7 97.7 ±	155 56 ±	0.10	128.7 ±	55.4	13± 6
Восточно-европейская территория севера России										
Арктич. тундра	1.67	68.5± 18.5	114± 31							
Типичная тундра	4.55	79.2± 25.0	361± 114	0.45	155.1 38.3 ±	70± 17	0.12	179.1 ±	59.8	21± 7
Южная тундра	11.92	141.4± 60.0	1686 715 ±	1.12	321.1 139. ± 2	361 156 ±	0.64	179.1 ±	59.8	115± 38
Лесотундра	6.38	310.8± 126.	1982 805 ±	0.40	321.1 139. ± 2	128 56 ±	0.13	192.0 ±	60.7	25± 8
Всего	24.53	168.9± 67.9	4143 166 ± 6	1.97	283.2 116. ± 2	559 229 ±	0.89	181.0 ±	59.9	161± 53
Полярный Урал										
Горные полярные пустыни	0.68	23.4± 2.5	16± 2							
Горная тундра	1.82	105.5± 23.6	192± 43				0.02	128.7 ±	55.4	3± 1
Типичная тундра	0.02	79.2± 25.0	2± 1				0.00	179.1 ±	59.8	1± 0
Южная тундра	1.02	141.4± 60.0	144± 61				0.09	179.1 ±	59.8	16± 5
Лесотундра	0.09	191.1± 69.7	17± 6							

Всего	3.63	102.2± 31. 0	371± 113					0.11	170.3 ±	59.0	19± 7
Острова западного сектора Северного Ледовитого океана											
Ледники	6.06	0	0								
Полярные пустыни	4.18	23.4± 2.5	98± 10								
Арктическая тундра	2.30	57.6± 3.4	132± 8								
Всего	12.5 4	18.4± 1.5	230± 18								
Западная Сибирь											
Горная тундра	0.00	105.5± 23. 6									
Арктическая тундра	6.50	57.6± 3.4	374± 22	0.68	212.8 50.4 ±	145 34 ±	0.83	100.7 ±	30.4	84± 25	
Типичная тундра	10.9 5	79.5± 9.2	871± 101	0.55	155.1 38.3 ±	85± 21	1.60	179.1 ±	59.8	287± 96	
Южная тундра	11.1 0	83.3± 20. 3	924± 226	0.71	151.7 47.1 ±	108 33 ±	2.41	179.1 ±	59.8	432± 144	
Лесотундра	3.52	66.7± 11. 5	235± 41	0.16	151.7 47.1 ±	24± 8					
Всего	32.0 7	75.0± 12. 1	2404 389 ±	2.10	172.4 45.9 ±	362 96 ±	4.84	165.7 ±	54.8	802± 265	
Центральная Сибирь											
Полярные пустыни	2.75	23.4± 2.5	64± 7								
Горные полярные пустыни	2.77	23.4± 2.5	65± 7								
Горная тундра	13.5 4	86.3± 9.4	1169 127 ±				0.29	128.7 55.4 ±	37± 16		
Арктическая тундра	23.0 5	57.6± 3.4	1327 78 ±				1.98	100.7 30.4 ±	199± 60		
Типичная тундра	17.0 3	85.9± 22. 0	1463 375 ±	0.17	155.1 38.3 ±	26± 6	2.41	179.1 59.8 ±	431± 144		
Южная тундра	10.8	121.2± 43.	1309 466	0.03	147.8 54.0	4± 2	1.24	179.1 59.8	222± 74		

	0	2	±		±			±	
Лесотундра	13.1 2	145.4± 65. 5	1907 859 ±	0.11	147.8 54.0 ±	16± 6	1.86	192.0 60.7 ±	357± 113
Всего	83.0 6	87.9± 23. 1	7304 191 ±9	0.31	152.0 45.4 ±	46± 14	7.78	160.4 52.4 ±	1247 407 ±
Север Якутии									
Горная тундра	9.10	79.4± 14. 5	723± 132				0.56	128.7 55.4 ±	72± 31
Арктическая тундра	10.1 1	91.5± 8.6	925± 87	0.06	212.8 50.4 ±	12± 3	3.45	100.7 30.4 ±	347± 105
Типичная тундра	12.3 9	104.4± 29. 8	1293 370 ±				2.93	179.1 59.8 ±	525± 175
Южная тундра	1.31	121.2± 43. 2	159± 57				0.10	179.1 59.8 ±	18± 6
Лесотундра	7.56	145.4± 65. 5	1099 495 ±						
Всего	40.4 8	103.7± 28. 2	4199 114 ± 0	0.06	212.8 50.4 ±	12± 3	7.04	136.7 45.1 ±	962± 317
Восточные острова Северного Ледовитого океана									
Ледники	0.01	0.0	0						
Полярные пустыни	0.81	23.4± 2.5	19± 2						
Горная тундра	0.48	79.4± 14. 5	38± 7						
Арктическая тундра	3.20	87.7± 14. 0	281± 45						
Всего	4.50	75.1± 12. 0	338± 54						
Полуостров Чукотка									
Горные полярные пустыни	3.10	23.4± 2.5	73± 8						
Горная тундра	11.8 7	85.0± 35. 1	1009 417 ±				0.22	128.7 55.4 ±	28± 12
Арктическая тундра	1.11	91.5± 8.6	102± 10				0.04	100.7 30.4 ±	4± 1

Типичная тундра	0.77	104.4± 29.8	80± 23				0.12	179.1 59.8 ±	22± 7
Дальневосточная типичная тундра	20.42	85.0± 35.1	1736 717 ±				2.21	179.1 59.8 ±	396± 132
Лесотундра	6.00	190.9± 68.1	1145 409 ±				0.94	152.4 68.1 ±	143± 64
Всего	43.27	95.8± 36.6	4145 158 ± 2				3.53	168.0 61.4 ±	593± 217

Связанные с зональностью особенности распределения средних запасов существенно сказываются на значениях абсолютных запасов; в результате - ранжирование элементарных выделов по абсолютным запасам существенно отличается от площадного представительства тех же выделов (табл. 15). Так, по абсолютным запасам лидерами являются лесотундры Восточно-Европейской провинции (1982 Гт) и Центральной Сибири (1907 Гт), по площадям же доминируют арктические тундры Центральной Сибири (23.05 млн. га) и дальневосточные типичные тундры (20.42 млн. га).

Суммарная оценка запасов углерода в почве тундровых и лесотундровых экосистем России составила 28.6 ГтС для площади 279 млн. га (табл. 12). На европейскую часть России приходится около 21% общих запасов почвенного углерода, причем большая часть из них сосредоточена в Восточно-Европейской тундре (17 %); на Кольский полуостров и Полярный Урал приходится лишь 4 %. Максимальные запасы углерода сосредоточены в более крупных по площадям регионах: Средней Сибири (8.6 ГтС) и Чукотско-Анадырской провинции (4.7 ГтС), минимальные - на Кольском полуострове (0.7 ГтС) и Полярном Урале (0.4 ГтС).

Средний запас углерода для российских тундр по оценкам Д.Г. Замолотчикова составил 103 тС га⁻¹ при варьировании от 23 тС га⁻¹ в полярной пустыне до 321 тС га⁻¹ в болотах лесотундры (Табл. 6.16). В сводке К.И. Кобак (1988) размах варьирования средних величин составляет для тундр 50-200 тС га⁻¹, для арктических ерников (зарослей берез кустарниковых) 27-232 тС га⁻¹.

Таблица 6.16. Средние и общие запасы углерода в органическом веществе арктических экосистем России в целом и ее северных регионов

Регион	Площадь		Запас углерода		
	10 ⁶ га	%	Средний	Общий	
			тС га ⁻¹	10 ⁶ тС	%
Кольский п-ов	6.19	2.2	116.2± 38.6	720± 239	2.5
Восточно-европейская территория севера России	27.39	9.8	177.5± 71.1	4863± 1948	17.0

Полярный Урал	3.74	1.3	104.2± 31.9	390± 119	1.4
Острова западного сектора Северного Ледовитого океана	12.54	4.5	18.4± 1.5	230± 18	0.8
Западная Сибирь	39.01	14.0	91.5± 19.2	3568± 751	12.5
Центральная Сибирь	91.15	32.7	94.3± 25.7	8598± 2341	30.0
Север Якутии	47.57	17.1	108.7± 30.7	5173± 1460	18.1
Восточные о-ва	4.50	1.6	75.1± 12.0	338± 54	1.2
Полуостров Чукотка	46.80	16.8	101.2± 38.4	4738± 1799	16.6
Россия в целом	278.89	100	102.6± 31.3	28619± 8729	100

Перед сравнением независимых суммарных региональных и зональных величин необходимо отметить, что различия между ними объясняются, с одной стороны, варьированием средних величин, использованных в качестве исходных, с другой, разными оценками площадей. Как уже отмечалось, мы оцениваем площади на основе ландшафтной карты, в то время как другие исследователи используют для этого почвенные карты, справочные материалы по природно-сельскохозяйственному районированию или иные типы ландшафтных карт. В качестве единицы территориального деления часто принимаются типы почв (Рожков и др., 1996). Для корректного сравнения мы суммировали авторские данные по типам почв, относящихся к зональному распространению тундр и лесотундры.

Оценки площадей полярно-тундровой зоны (без лесотундры) оказываются достаточно близкими (табл. 6.11), варьируя от 1.81 до 2.35 млн. км². Во многих из них (Честных и др., 1999) лесотундра рассматривается вместе с зоной северной тайги, потому суммарная площадь этих двух зон существенно выше нашей оценки для лесотундры (табл. 6.11).

Оценки средних запасов углерода в полярно-тундровой зоне образует две группы: (1) в пределах 80-106 тС га⁻¹ Орлов и др., 1996; Честных и др., 1999), и (2) с вдвое большими значениями – 186-204 тС га⁻¹ (Рожков и др., 1997). Причины столь больших расхождений не совсем ясны, однако можно предположить, что они связаны с недооценкой широтной зональности распределения средних запасов почвенного углерода. Например, в работе В.А. Рожкова с соавт. (1997), средний запас углерода в равнинных арктических почвах составляет всего 50 тС га⁻¹, и на них приходится только 11% общей площади тундровой зоны. По нашим оценкам, на площадь полярных пустынь и арктических тундр приходится около 30% при среднем запасе 69 тС га⁻¹. В работе Kolchugina T. P., Vinson T.S. (1993) для всех зональных тундр использованная единая средняя оценка 200 тС га⁻¹. Для лесотундры и северной тайги оценки среднего запаса углерода у разных авторов оказываются очень близкими, составляя 114-169-172 тС га⁻¹ (Углерод в экосистемах..., 1994).

Отмеченные отличия в средних запасах приводят к расхождениям и для абсолютных запасов углерода в полярно-тундровой зоне России, которые составляют от 19.2 до 21.1 ГтС

или от 40.2 до 43.7 ГтС. Наличие столь значимых расхождений дают основание считать, что для арктических экосистем обсуждаемый вопрос еще нельзя считать полностью закрытым.

Обобщенные оценки средних запасов углерода в мировом тундровом биоме также сильно различаются, составляя 127 тС га⁻¹ и 204 тС га⁻¹ (**Табл.6.17**). Первая из них вполне сопоставима с полученной нами величиной (103 тС га⁻¹), особенно с учетом северного положения наиболее крупных регионов российской тундры – Западной и Средней Сибири. Приняв за общую оценку запасов углерода в почвах тундрового биома мира 121 ГтС, получим, что на долю российских тундр и лесотундры приходится 24% от этого количества.

Таблица 6.17. Оценки средних и суммарных запасов углерода в органическом веществе почвы тундр и лесотундры России и Мира

Регион	Зона или типы почв	Площадь 10 ⁶ км ²	Запас углерода		Источник
			ГтС	тС га ⁻¹	
Европейская часть России	Полярные пустыни и тундры без болот и пойм	0.37	3.0	80.8	Честных и др., 1999
Европейская часть России	Зональные тундровые почвы	0.41	3.4	84.1	Орлов, Бирюкова, 1993
Россия	Полярные пустыни, тундры и лесотундра	2.79	28.6	102.6	Честных и др., 1999
Россия	Полярные пустыни и тундры	2.35	21.1	89.7	Честных и др., 1999
Россия	Полярные пустыни и тундры	1.81	19.2	106.4	Орлов, и др., 1996
Россия	Тундры	2.14	43.7	204.0	Kolchugina, Vinson, 1993
Россия	Арктические, тундровые и горно-тундровые почвы	2.16	40.2	185.9	Рожков, и др., 1997
Россия	Лесотундра	0.44	7.5	172.0	Честных и др., 1999
Россия	Лесотундра	0.42	4.8	114.3	Углерод в экосистемах, 1999
Россия	Лесотундра	2.88	49.5	172.2	Kolchugina, Vinson, 1993
Россия	Лесотундра и северная тайга	2.34	39.4	168.5	Орлов, и др., 1996

Биом в целом	Тундра и альпийские экосистемы	8	163	204.0	Schlesinger, 1977
Биом в целом	Тундра и альпийские экосистемы	9.5	121	127.4	Ajtay, at.all., 1979

В итоге можно заключить, что именно биогенный углерод составляет основу баланса углерода в Арктике и он же в форме углекислого газа и метана, а также в виде растворенной органики и твердого стока в воде поступает дополнительно при расстеплении вечной мерзлоты, термоэрозии берегов при наблюдаемом потеплении климата.

6.5.4. Оценка сезонной динамики углеродных потоков в тундрах России

Важным фактором, определяющим сток и эмиссию углерода в Арктике, является его сезонная динамика. Показано (Замолодчиков, 1999, 2003; Виноградов и др., 1999), что сухопутные и морские экосистемы в холодный и теплый период функционируют с разным знаком баланса углерода. Наиболее важными факторами для экосистем суши являются температура почвы, температура воздуха, влажность почвы и уровень грунтовых вод и вечной мерзлоты. В некоторых случаях, на сток и эмиссию углерода в разные сезоны может влиять содержание в почвах карбонатов.

Изменение функционирования экосистем Арктики в результате изменений климата будет происходить с потерей определенной части углерода, которая в принципе могла бы компенсироваться изменениями в сезонной динамике углеродных потоков, связанной с увеличением вегетационного периода и региональными сдвигами баланса между продукцией и деструкцией органического вещества. Изучение современной сезонной динамики углерода в тундрах как раз и позволяет выявить процессы, которые в перспективе могут трансформировать его баланс, например, способствовать его сдвигу в сторону источника при увеличении глубины протаивания почвы или снижения ее влажности (и роста аэрированности, стимулирующей деструкцию органического вещества).

Ниже приведены данные (Табл. 6.18), позволяющие оценить величины валовой первичной продукции (GPP), валового дыхания (GR), его зимней части и чистого потока углерода (NP) в арктических, горных, типичных и южных тундрах АЗРФ. Они позволяют со значительной определенностью выявить зимнюю составляющую функционирования и оценить ожидаемый сдвиг баланса углерода в связи с увеличением вегетационного периода при потеплении климата.

Понятно, что морские экосистемы также отличает сезонность продуцирования и аккумуляции углерода. Однако, они представляют собой более гомогенную среду с не столь значительными колебаниями температурных условий по сезонам. В соответствии с этим и годовые составляющие углеродного баланса имеют отличные от сухопутных пропорции. Исключение составляет продукция фитопланктона и макрофитов, которая в условиях ледяного покрова резко падает. Также, существенно меняется и поступление органики со стоком рек, который, правда, в последние десятилетия в связи с климатическими изменениями растет, в т.ч. и в зимний период (Воздействие потепления в Арктике, 2004).

Таблица 6.18. Оценки величины валовой первичной продукции (GPP), валового дыхания (GR), его зимней части и чистого потока углерода (NP) в арктических, горных, типичных и южных тундрах российской Арктики

Зональные ландшафты	Валовая первичная продукция (GPP), гС м ⁻² год ⁻¹	Валовая первичная продукция (GPP) природных зон 10 ⁶ гСрег ⁻¹ год ⁻¹	Валовое дыхание (GR), 10 ⁶ гСрег ⁻¹ год ⁻¹		Чистый поток углерода (NP) 10 ⁶ гСрег ⁻¹ год ⁻¹
			Всего	Холодный период	
Арктические тундры	-76+-22	-53_-15	49+-14	10+-4	-3+-17
Горные тундры	-89+-27	-40+-12	39+-11	7+-2	-1+-13
Типичные тундры	-280+-31	-215+-24	214+-26	25+-9	-1+-30
Южные тундры	401+-41	-178+-18	172+-19	12+-6	-6+-22
Всего тундровая зона России	-207+-15	486+-35	474+-35	55+-10	-12+-41

На Рис. 11 показан общий характер сезонной динамики чистого потока углерода в тундрах России. Понятно, что в период с июня по октябрь валовое дыхание и валовая первичная продукция тундр демонстрируют «зеркальную» картину динамики и направления потоков углерода. Собственно сток углерода протекает не более чем в 3-х месячный теплый период с незначительными различиями в разных типах тундр.

6.5.5. Подходы к оценке годовой эмиссии метана арктических экосистем России

Глобальный поток метана в атмосферу Земли составляет 500-800 Тг/год (Заварзин, Васильева, 1999). Несмотря на то, что некоторые авторы акцентируют внимание на значительных запасах метана в донных отложениях океана (Воздействие потепления в Арктике, 2004), все же основным источником его служат континенты и непосредственно арктические регионы и территории с вечномерзлыми грунтами. Это связано и тем, что в океане цикл метана замкнут – образуясь в донных отложениях, он окисляется при прохождении водной толщи. Наибольшие концентрации метана отмечаются в северных циркумбореальных и циркумполярных регионах (между 50 и 70 градусами северной широты), где имеется определенный дисбаланс между поступлением и утилизацией метана, деятельностью метанообразующих и метанооксилирующих бактерий. Именно потепление климата и расстепление мерзлоты способны сдвинуть этот глобальный баланс в сторону эмиссии. Также следует подчеркнуть, что аналогичные процессы могут быть и на морских мелководьях и в эстауриях, где имеются значительные площади с

анаэробными условиями и при соответствующих сдвигах условий среды возможны масштабные эмиссии этого газа.

Общий поток метана с территории России оценивается разными авторами от 5 до 100 Тг. Наиболее близкая величина, рассчитанная по пропорции площадей почв с разным метановым пулом – около 30 Тг в год (Zelenev, 1996). При сравнении с углекислым газом такая величина кажется незначительной, однако если принимать во внимание тепловой эквивалент метана, как парникового газа, эту величину можно умножать на 20 и тогда полученная величина эффекта будет сопоставима с эмиссией углерода от ископаемого топлива или соответствовать стоку углерода в лесные экосистемы.

Если принять во внимание, что наиболее крупными поставщиками метана с территории России являются тундры, сфагновые болота и области распространения т.н. криосолей (Ривкин, Галичинский, 1996; Галичинский, 2006; Заварзин, 1999), то, прогнозируя климатогенные изменения этих экосистем, можно определить и реальный рост эмиссии метана за счет расширения площадей с криогумидными условиями, с высвобождением в включение в глобальный цикл части метана, законсервированного в слое вечной мерзлоты, лежащем ниже современного на 25-50 см.

Особо следует отметить поступление метана при разрушении морских и речных берегов, скорость которого, по оценкам И.В. Семилетова (1999), может достигать нескольких метров в год. При этом, в эродируемых грунтах высока льдистость, концентрация органического вещества и метана. Масштабы явления требуют более детальных оценок и уточнения географической специфики. Пока же можно говорить, что процессы деградации береговой линии усиливаются с ростом температур, стока, подъемом уровня океана, усилением ветров.

Помимо природных источников метана в АЗРФ в связи с расширением сферы деятельности добывающей промышленности существенными становятся и антропогенные источники. Известно, что активное метанообразование происходит в подземных водах и осадочных породах нефтегазовых районов, к которым, по последним данным, относятся большие части территории и особенно акватории АЗРФ (Додин, 2005). Одна из научных задач исследований в Арктике – дать оценку объемам метана (как одного из попутных газов), высвобождаемого при разведке и добыче нефти и газа. Такие данные пока для расчетов эмиссии метана отсутствуют, хотя рекомендации использования попутных газов, включая метан, с расчетом по отдельным месторождениям имеются. К антропогенным источниками метана следует отнести отходы аграрного производства, бытовые отходы, в том числе твердые бытовые отходы, деструкция которых в Арктике замедлена в связи с низкими температурами и повышенной влажностью (собственно анаэробными условиями хранения, стимулирующими метанообразование). Среди прочих источников смешанного (природного и антропогенного происхождения) можно выделить лесные и тундровые пожары, которые ежегодно охватывают в областях распространения вечномерзлых грунтов в России не менее 1-2 млн. га. К ним следует добавить и масштабные палы, охватывающие значительные площади нарушенных оленьих пастбищ на водоразделах и травяной растительности в поймах северных рек.

Даже по предварительным оценкам до 7% эмиссии метана в атмосферу – это метан, образующийся в результате накопления твердых бытовых отходов. Кроме того, 7-8% метана

поступает в атмосферу в результате несовершенства технологий добычи нефти, газа и угля. Основная же часть метана поступает от природных источников, среди которых арктические экосистемы и экосистемы в областях распространения вечномёрзлых грунтов – лидеры.

6.6. Исследование биоразнообразия и природных экосистем АЗРФ в рамках международных и отечественных научных проектов и программ

Интерес к проблемам сохранения биоразнообразия в АЗРФ исключительно высокий на международном, национальном и региональном уровнях. Это отражается на составе реализуемых и планируемых проектов, поддерживаемых международными фондами, правительствами отдельных стран, федеральными органами управления, региональными правительствами Российской Федерации и другими организациями. Ниже рассмотрены некоторые национальные и международные программы, реализуемые в АЗРФ.

6.6.1. Научные проекты по проблемам сохранения биоразнообразия АЗРФ

Обзор научных проектов по изучению природы Арктики опубликовал академик Ю.И. Чернов (2004). Некоторые дополнительные сведения можно найти в обзоре (Тишков, 2005). В данном разделе за основу взяты оценки в выделении приоритетов исследований, изложенные в этих публикациях. Главную роль в развитии фундаментальных направлений исследований биологического разнообразия Арктики играют государственные, в основном, академические учреждения (*Российская Академия Наук, РАН*). Их базовое бюджетное финансирование в последнее десятилетие недостаточно для интенсивных полевых и лабораторных исследований. Основным источником средств для проведения таких работ в Арктике являлась плановая тематика (до 100 тем) и конкурс грантов Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) – ежегодно его преодолевают 20 - 25 проектов, посвященных разным аспектам биоразнообразия Арктики. Одновременно с учетом региональных конкурсов РФФИ выполняется от 50 до 70-80 проектов. Только треть из них полностью посвящена биоразнообразию собственно Арктики.

Всего в проектах РФФИ, посвященных биоразнообразию Арктики в широком смысле, участвует ежегодно около 300 - 350 специалистов-исполнителей (до начала реализации Международного полярного года 2007-2008 гг.). Средняя сумма гранта не превышает 3-4 тысяч долларов США в год и не позволяет организовывать полноценные полевые исследования. Поэтому ежегодно проводятся дополнительные экспедиционные конкурсы, в которых участвуют исполнители основных проектов. В них ежегодно побеждают еще 15-20 заявок арктической тематики, каждая из которых подается от одного или нескольких, иногда более десяти проектов. Суммы, выделяемые ежегодно на эти гранты (от 3 до 12 тыс. долларов США), достаточны для организации небольших экспедиций в разные районы Арктики по отдельным конкретным вопросам (Чернов, 2004).

В программе Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов»(2006-2010) выполнялись проекты по изучению арктических экосистем (Ботанический институт РАН, Института проблем экологии и эволюции РАН (ИПЭЭ РАН), Центр экологии и продуктивности лесов РАН, Института экологии растений и животных УрО РАН, Полярно-альпийский ботанический сад-институт РАН, Институт биологии КНЦ УрО РАН, и Мурманский морской

биологический институт КНЦ РАН). Они были посвящены флоре, наземным беспозвоночным, морской фауне, микофлоре, вопросам интродукции, рекультивации нарушенных экосистем, биоресурсам арктических морей и др.

С конца 1990-х гг. по 2010 гг. около 20 учреждений проводили исследования биологического разнообразия Арктики (ААНИИ, ИГ РАН, ММБИ КНЦ РАН, ИО РАН и др.) по *Федеральной целевой программе "Мировой океан", подпрограммы по Арктике (например, проект "Арктические экосистем")*. В этом проекте наибольшее внимание уделялось продукционным и ресурсным исследованиям, изучению флоры и фауны различных территорий и акваторий Арктики.

В 2002-2004 гг. исследования биоты и экосистем АЗРФ были продолжены в рамках *ФЦНТП «Глобальные изменения природной среды и климата»*, но специальные региональные проекты по Арктике в ней отсутствовали.

В 2004-2006 гг. ряд исследований выполнялся в рамках программ фундаментальных исследований Президиума РАН и отделений РАН (Отделения наук о Земле и Отделения биологических наук). Например, в 2006 г. биогеографические исследования Института географии РАН в Арктике проводились по двум программам фундаментальных исследований РАН - Президиума РАН «Природные процессы в полярных областях Земли и их вероятное развитие в ближайшие десятилетия» (тема *«Изучение численности и ареалов животных и растений в полярных областях в условиях меняющегося климата и хозяйственного освоения»*) и программе ОНЗ РАН №14 «История формирования бассейна Северного Ледовитого океана и режим современных природных процессов Арктики» (тема *«Климатогенные и антропогенные изменения биоты и экосистем Российской Арктики: анализ современных тенденций и прогноз»*). Среди районов исследований можно выделить Мурманскую область (побережье, заливы и архипелаги Белого моря), Ненецкий а.о. (низовья р. Печора и о-в Колгуев), Ямало-Ненецкий а.о. (п-в Гыдан, Гыданский заповедник) и Чукотском а.о. (Беринговский р-н), а также центральные районы о-ва Западный Шпицберген (Норвегия). Объектами тематических исследований являлись: (1) изменения численности и распространения морских, водоплавающих и околоводных птиц Арктики; (2) закономерности изменений и трансформации флоры и растительного покрова севера европейской территории России; (3) тенденции изменений ареалов некоторых видов млекопитающих на северном пределе их распространения; (4) развитие процессов фрагментации экосистемного покрова в районах хозяйственного освоения.

Многие исследователи биоты и экосистем Арктики и коллективы участвуют в разнообразных *международных проектах*. В настоящее время они сгруппировались вокруг специальных программ Арктического совета:

«Сохранение арктической флоры и фауны» (CAFF), результаты которой опубликованы в специальном издании - *«Arctic flora and fauna. Status and conservation. (Helsinki, Edita, 2001)»*;

«Программа мониторинга циркумполярного биоразнообразия» (CBMP);

«Программа арктического мониторинга и оценки» (AMAP), результаты которой также были опубликованы в специальном издании (*Загрязнение Арктики...*, 1998).

«Оценка изменений климата в Арктике» (ACIA), первые результаты которой обобщены

в брошюре – «Impacts of a warming Arctic...» (2004);

«Быстрая оценка устойчивости циркум-арктических экосистем» (RACER), проект Арктической программы Всемирного Фонда Дикой Природы (WWF), задача которого направлена на оценку изменчивости и устойчивости экосистем в 50 ключевых биорегионах Арктики и др.

В 1990-х гг. была попытка реализовать международный проект "*Панарктическая биота*", цель которого - инвентаризация и создание баз данных по флоре и фауне в циркумполярном объеме. Но пока деятельность этого проекта успешна лишь по разделу флоры. Один самых популярных международных арктических проектов ИТХ ("*Международный тундровый эксперимент*"), который получил продолжение в период МПГ 2007-2008 годов, преследует цели, соответствующие в основном проблеме реакции арктических экосистем на глобальные изменения климата.

Широкое распространение получают двусторонние или трехсторонние проекты, посвященные конкретным регионам, биологическим объектам и имеющие четкие сроки исполнения. Так, исследования по плейстоценовой фауне и происхождению арктических экосистем Восточной Сибири проводят сотрудники Института проблем экологии и эволюции РАН совместно с немецкими специалистами. Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН в рамках российско-американского проекта исследовал жизнеспособность микрофлоры и других групп организмов в мерзлых грунтах Северо-востока Сибири до возраста более 30 000 лет. Энтомологи Института биологических проблем Севера (ИБПС ДВО РАН и др.) совместно с финскими специалистами провели сравнительные исследования адаптивных механизмов насекомых и других беспозвоночных субарктической Скандинавии и Северо-востока Азии.

Ученые Ботанического института РАН и Института биологических проблем криолитосферы РАН выполнили проект "*Карта циркумполярной арктической растительности*" М 1: 7 500 000 (2003) совместно со специалистами США, Канады и Норвегии.

В Институте Арктики и Антарктики создана лаборатория полярных исследований им. О.Ю. Шмидта, которая организует конкурсы проектов, финансируемых, в основном, Германией в рамках *российско-германской программы "Система моря Лаптевых"*. Биоте моря Лаптевых посвящены также обширные исследования специалистов Зоологического института РАН, которые участвуют в нескольких международных проектах. Международными являются работы Института биологии Коми НЦ РАН по биоиндикации состояния и мониторингу наземных экосистем в условиях промышленного загрязнения и рекультивации техногенных субстратов.

Практически все арктические заповедники России участвовали в работах по *Проекту Глобального Экологического Фонда «Сохранение биоразнообразия» (1997-2002)*, в рамках которого осуществлялась поддержка их служб охраны, развитие связи и приобретение транспорта, проведение научных исследований (в основном, инвентаризация биоты и сбор данных по многолетним рядам наблюдений). В проекте участвовали Лапландский, Кандалакшский, Ненецкий, Большой Арктический, Путоранский, Таймырский, Усть-Ленский,

Остров Врангеля, Магаданский заповедники.

Общая численность отечественных научных сотрудников, участвующих в исследованиях биоты и природных экосистем АЗРФ на начало XXI века, по оценкам Ю.И. Чернова (2004) и нашим расчетам, составляло от 600 до 800 человек ежегодно (в период реализации программ Международного Полярного Года – до 1100). Ведущую роль в этих исследованиях играли и играют Ботанический институт РАН, Зоологический институт РАН, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Полярно-альпийский ботанический сад-институт КНЦ РАН, Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, Институт экологии растений и животных УрО РАН, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Институт географии РАН, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Институт микробиологии РАН, Поморский государственный университета, Биологический и Географический факультеты МГУ, научные отделы государственных заповедников - Остров Врангеля, Кандалакшский, Лапландский, Ненецкий, Гыданский, Усть-Ленский, Таймырский, Большой Арктический и др.

Комплексные исследования наземной биоты и экосистем разных регионов Арктики развиваются в Институтах и подразделениях, которые возглавляют *Г.Г. Матишов, В.Н. Большаков, Ю.И. Чернов, А.П. Андрияшев, Н.В. Матвеева, Д.И. Берман, А.В. Шер, Ф.Б. Чернявский, А.А. Тишков, и др.* Большое число специалистов заняты изучением самых разных аспектов арктического биоразнообразия, в первую очередь систематики растений и животных. По этому показателю Россия, безусловно, опережает все прочие арктические страны, вместе взятые. Так, в Ботаническом институте РАН, где до недавнего времени активно работал Б.А. Юрцев, умерший в 2005 г., продолжают вести исследования геоботаники и флористы (В.Ю. Разживин, Н.В. Матвеева, А.Е. Катенин и др.), специалисты по всем группам арктической флоры - систематики и флористы, разрабатывающие таксономию и хорологию сосудистых растений (Т.В. Егорова, В.В. Петровский, О.В. Ребристая), мохообразных (О.М. Афонина, А.Л. Жукова), грибов (И.В. Каратыгин) и др. Много первоклассных систематиков и флористов по разным группам флоры и микофлоры работает в институтах Уральского отделения (П.Л. Горчаковский, В.А. Мухин, М.А. Магомедова), Сибирского отделения РАН (Л.И. Малышев). В Зоологическом институте РАН работают специалисты по всем группам животных, входящих в арктическую фауну, в том числе рыб (А.П. Андрияшев, Н.В. Чернова), водных беспозвоночных (С.И. Старобогатов, Б.И. Сиренко и др.), насекомых (Б.А. Коротяев, В.А. Рихтер, Э.П. Нарчук, И.М. Кержнер и т.д.).

Высококласные специалисты по систематике разных групп арктической флоры и фауны трудятся в Институте проблем экологии и эволюции РАН (Ю.И. Чернов, О.Л. Макарова, А.Б. Бабенко), на кафедре беспозвоночных МГУ (И.А. Жирков, А.В. Чесунов, А.Б. Цетлин), в Институте биологических проблем Севера ДВО РАН (Ю.М. Марусик). В качестве примера можно привести работу большого коллектива энтомологов Биолого-почвенного института ДВО РАН, подготовившего многотомный определитель насекомых Дальнего Востока.

Важную роль в исследованиях биологического разнообразия Арктики играет сеть стационаров и опорных пунктов. В отличие от американской Арктики, где они привязаны, в основном, к небольшому числу хорошо оснащенных и длительно существующих стационаров, в АЗРФ работы ботаников, зоологов, почвоведов и даже микробиологов издавна велись

широким фронтом. Очень популярны были экспедиционные формы работы. Маршруты экспедиций покрывали огромные территории и акватории. Наряду с этим с 1960-1970-х годов интенсивно развивались стационарные исследования на специально организуемых станциях, на базах заповедников и полярных станций. Таковы стационары «Харп» на юге Ямала, «Тарей» и «Агапа» на Таймыре, "Чаун" на побережье Чаунской губы, заповедник "Остров Врангеля" и др. Продолжается изучение природных комплексов тундры, эмиссии парниковых газов, биологических и почвенных процессов в тундровой зоне Якутии. Несколько лет в охранной зоне Усть-Ленского заповедника работает Российско-германская комплексная экспедиция "Лена-дельта". Германскую сторону представляют ведущие в мире в этой области научные организации — Институт полярных исследований им. Альфреда Вегенера и Центр морских геологических исследований ГЕОМАР, российскую — Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ) Росгидромета, Усть-Ленский заповедник и Институт биологических проблем криолитосферы ЯНЦ СО РАН.

С помощью автоматической метеорологической станции организован мониторинг на острове Самойловском (Якутия). Здесь учеными Института мерзлотоведения СО РАН построен новый научный стационар "Самойловский", оборудованный всем необходимым для жилья и работы в условиях Арктики, в работе которого принимают участия биологи и экологи.

Полуостров Таймыр, остров Врангеля, юг Ямала и дельта р. Лена стали *модельными территориями*, на которых выполнены большие серии исследований. Объем и многообразие накопленной здесь информации сейчас не имеют равных при сравнении изученности компонентов биоразнообразия в Арктике в целом.

К сожалению, в исследованиях биоты и экосистем АЗРФ много пробелов. Это мешает разработке превентивных действий по сохранению биоразнообразия и устойчивому использованию биоресурсов. Например, очевидна необходимость развития полевой экспериментальной экологии, для чего крайне важно развивать стационарные исследования. Особого внимания заслуживает развитие работ, создающих основы природоохранных, восстановительных и ресурсосберегающих технологий, о чем сказано ниже.

Глобальные изменения климата и проблемы биоразнообразия. Проекты по данной тематике ведутся совместно с учеными США (Якутия, Чукотка, Таймыр), Голландии (Якутия, Таймыр), Финляндии (Европейский Север) и др. С 2000 г. часть этих исследований была продолжена в рамках программы Арктического совета АСИА. Наряду с задачами оценки состояния, сохранения и восстановления биоразнообразия, использования биоресурсов в меняющихся условиях климата, эта программа решала некоторые социально-экологические, медико-биологические и эколого-экономические задачи. С 2007 по 2009 годы ряд проектов по климатогенным изменениям биоты реализовывались в рамках международной и национальной научных программ МПГ 2007-2008 годов. Например, в Мурманском морском биологическом институте КНЦ РАН и Институте географии РАН исследовались климатогенные тренды биоты в связи с потеплением климата в Арктике в последние десятилетия, а Зоологический музей МГУ и Институт проблем экологии и эволюции РАН выявили изменения в динамике численности и размещении видов таких важных групп арктических околводных и водоплавающих птиц, как кулики и гусеобразные (Томкович, Шубин, 2002). Результаты этих исследований отражены в материалах Международного банк данных по условиям размножения

арктических птиц (и в его Бюллетенях: Томкович, Соловьев, 2001), Международной рабочей группы по куликам и Международной рабочей группы по гусеобразным.

Инвентаризация биоразнообразия Арктики: флористика, фаунистика, подготовка определителей, баз данных и пр. Основная масса проектов в данной области была ранее поддержана подпрограммой ФНТП «Биоразнообразие», проектами РФФИ и проектами программ фундаментальных исследований Президиума РАН и Отделения биологических исследований РАН. Международные проекты в данной области касаются поддержки изданий за рубежом готовых обзоров, определителей, сводок. В России обеспеченность этого направления специалистами высокого класса не имеет равных за рубежом. Таксономические, флористические и фаунистические исследования арктической биоты России имеют длительную, более чем столетнюю историю, но в последние десятилетия наблюдался особенно резкий их подъем и развитие. Опубликовано много частных и обобщающих сводок по флоре и фауне Арктики, охватывающих почти все основные таксоны. В числе наиболее значимых ботанических проектов - уникальной "Арктической флоры СССР", серия аннотированных списков, составленных специалистами, в основном, Ботанического института РАН - по мхам (Afonina, Czerenyadjeva, 1995), печеночникам (Konstantinova, Potemkin, 1996), грибам (Каратыгин и др., 1999), водорослям (К.Л. Виноградова, С.И. Генкал, Н.И. Стрельникова), сосудистым растениям (Секретарева, 1999). Вышли из печати большие серии работ ЗИН РАН по морской фауне (Б.И. Гиренко и др.), а результаты исследований морской фауны Северного Ледовитого океана обобщены в рамках совместного международного проекта с Институтом полярного экологии (Университет г. Киль, Великобритания) «Computer Network for Arctic Marine Fauna» (CNAMF). Особо следует отметить сводки по панарктической ихтиофауне (Павлов и др., 1999, 2001; Чернова, 2005; Решетников, 2007; Андрияшев, Чернова, 1994 и др.).

По проблемам изучения и сохранения биоразнообразия опубликовано много работ регионального характера. Так, по восточному сектору Арктики вышли региональные сводки по сосудистым растениям (Б.А. Юрцев, В.В.Петровский, А.А.Пугачев) и наземным позвоночным и рыбам (Чернявский, 2000, Черешнев, 1996, 1998), Особо следует отметить начатый еще в 1989 г. многотомный "Определитель насекомых Дальнего Востока СССР (России)" под редакцией П.А. Лера, включающий и энтомофауну арктической части Северо-востока Азии. Уже опубликовано более 10 книг этого уникального издания. Детально исследуется состав флоры и фауны ключевой области материковой Арктики - Таймыра и Северной Земли (Chernov, Matveeva, 1997; Матвеева, 1998; Чернов и др., 1993., 2000, 2001, 2004; Макарова, 2000, 2001). Институт биологии КНЦ УрО РАН публикует серию сводок по фауне Европейского Северо-востока, включая тундровую часть этого района (Ануфриев, Бобрецов, 1996; Лешко, 1998; Татаринов, Долгих, 1999). Усилиями российских и норвежских орнитологов завершена крупная сводка по морским птицам Баренцрегиона, вышедшая на английском и русском языках (Состояние популяций..., 2003).

Состав наземной биоты и природные экосистемы наиболее изучены на территориях восточно-европейского сектора, юга Ямала, Таймыра, острова Врангеля, Чукотки. Но ряд ключевых территорий, таких как п-ов Канин, Гыдан, острова Северного Ледовитого океана, большая часть арктической Якутии, нуждается в организации специальных фаунистических и флористических исследований с привлечением профессиональных систематиков, флористов, фаунистов, биогеографов. Так, в 1990-х – начале 2000-х годов усилиями сотрудников

Института природного и культурного наследия РАН и Института географии РАН был проведен ряд экспедиций на Новую Землю, Землю Франца-Иосифа,. Сотрудники Института проблем экологии и эволюции РАН в последние десятилетия активно исследовали фауну беспозвоночных и позвоночных животных практически во всех регионах Арктики, в т.ч. на арктических архипелагах, проводили маршрутные работы по изучению фауны птиц п-ова Таймыр, севера Республики Якутия и п-ова Чукотка (Е.Е. Сыроечковский-мл., Е.Г. Лаппо и др.). В 2001-2009 гг. сотрудники лаборатории биогеографии Института географии РАН провели маршрутные исследования фауны позвоночных животных п-ова Гыдан в границах Гыданского заповедника, архипелагов Белого моря, низовьев р. Печора, о-ва Колгуев, п-ова Чукотка и др.

Исследования российских флористов и фаунистов последних лет позволяет дать суммарную оценку видового богатства всего органического мира Арктика. Эти данные в дальнейшем составят основу баз данных по таксономическому составу биоты Арктики. Подсчет суммарного богатства всех основных высших таксонов биоты Арктики, как отмечено выше, дает цифру 25 000-26 000 видов. Эта диспропорция между долями площади (площадь Арктики - около 4% площади Земли) и видового богатства обусловлена общим снижением таксономического разнообразия от тропиков к полюсам в связи с уменьшением количества климатического тепла, но также и другими факторами, в частности, связанными с генезисом арктической биоты (Чернов, Пенев, 1993; Чернов, 2003).

Российские исследования по типологии и зональной структуре растительного покрова и животного населения, климатическим градиентам и климатогенным трендам биоразнообразия Арктики имеют давние традиции. Но следует признать значительную неоднозначность трактовок многими отечественными и зарубежными авторами основных ландшафтно-зональных категорий (зона, подзона) и их границ в северных регионах России. Российские специалисты (прежде всего, биологи и с некоторой осторожностью в оценках – географы) рассматривают структуру и пространственные закономерности биоразнообразия Арктики как результат маргинального положения в глобальных трендах биоразнообразия, как обостренное выражение глобальных тенденций (Chernov, Matveyeva, 1997, Чернов, 1999). Исследование связей трендов биоразнообразия с широтными градиентами климатического тепла может найти широкое применение в прогнозировании и моделировании влияния климатических изменений на биоту и экосистемы Арктики. Важно, что эти исследования проводятся на материале самых разных групп организмов, например - сосудистых растений и мохообразных (Матвеева, 1997; Ребристая, 1998), пауков (Есюнин, 1998, 2000), птиц (Чернов, 1999), насекомых (Чернов и др., 2000, 2001), коллембол (Бабенко, 1999), клещей (Макарова, 2001) и др.

Анализ структуры растительного покрова. Функционирование экосистем. Одно из центральных направлений экологических и биогеографических исследований в АЗРФ – изучение функционирования экосистем. В последние десятилетия исследовались различные формы трофических и симбиотических отношений, в частности - пищевые связи хищников и цикличность их размножения.

Развитию этих исследований следует уделить особое внимание при проведении конкурсов проектов. В последнее время получены новые уникальные данные о тонких симбиотических взаимоотношениях между микроорганизмами и беспозвоночными животными (коллемболы, клещи), которые рассеивают свои экскременты на оголенном грунте полярной

пустыни, а после развития на них синезеленых водорослей вновь их поедают. Полярные зоологи в последние десятилетия стали все больше уделять внимания роли различных форм поведения, этологических механизмов в процессах формирования, регуляции динамики популяций и видового разнообразия сообществ. В первую очередь это проявляется в работах орнитологов (Рябицев, 1993). В этих работах раскрываются аспекты функционально-ценотической роли видового разнообразия. Формируется концепция компенсаторных механизмов, поддерживающих структуру и устойчивость экосистем при общем снижении биоразнообразия в экстремальных климатических условиях (Chernov, 1995, Chernov, Matveyeva, 1997, Чернов, 1999, 2003).

Также традиционным объектом исследований микроэволюции и адаптациям к условиям Севера служат арктические гольцы (*Salvelinus aipinus*), которые образуют надвидовой комплекс (Черешнев, 1996). Вопросы выявления и типологии форм, механизмов и закономерностей адаптации организмов к высокоширотным условиям вызывают большой интерес, что связано с разработкой методов и технологий биоиндикации, оценки последствий климатических трендов и их прогнозирования. При общем сужении тематики полярных исследований в области биологии, экологии и биогеографии спектр изучения адаптаций и адаптивных механизмов компонентов арктической биоты остается очень широким, охватывает самые разные группы организмов и уровни адаптивных явлений. В исследованиях этого направления особое место занимает проблема оценки роли различных форм адаптивных стратегий в адаптации к экстремальным условиям Арктики. Предложена концепция преимуществ пассивно-толерантных стратегий, характерных для относительно примитивных форм, по сравнению с активно-резистентными (Чернов, 2003).

Историческая биогеография и палеогеография Арктики. Эта проблема в последнее время получила новый импульс развития в связи с повышением внимания к проблеме глобальных изменений среды. Ретроспективный анализ состояния арктической биоты стал рассматриваться в соответствии с его возможностями экстраполяции на современную динамику экосистем (Серебрянный, Тишков, 1993; Serebrjanny, Tishkov, 1998). Исследователи динамики экосистем и биоразнообразия плейстоценовых и голоценовых комплексов используют богатый набор методик (дендрохронология, анализ костных остатков, пыльцевых спектров, субфоссильных захоронений организмов и продуктов их жизнедеятельности, археологические данные, адаптивные особенности, особенности структуры и динамики ареалов и т.д.). Российскими исследователями интенсивно развиваются методы восстановления истории формирования современной биоты севера Евразии в плейстоцене и голоцене, а также ее динамики в современную эпоху, в частности с целью определения последствий различных нарушений среды, загрязнения, ядерных взрывов и с целью прогноза влияния глобальных изменений. В институтах РАН сформировалось несколько научных коллективов и научных школ этого направления, исследующих процессы динамики экосистем и биологического разнообразия севера Евразии и Арктики, в том числе - школы дендрохронологии (Е.А. Ваганов, С.Г. Шиятов, О.Н. Соломина), исторической экологии (Л.Г. Динесман, А.Б. Савинецкий), исторической териологии и биогеографии (Н.Г. Смирнов, А.К. Маркова). Энтомофауне плейстоценовых тундростепных ландшафтов посвящена серия работ С.В. Киселева. А.В. Шер с сотрудниками проводит исследования эволюции континентальной арктической биоты - мамонтов, мамонтова териокомплекса и энтомофауны Северо-Востока Азии в ИПЭЭ РАН.

Широкий резонанс получили исследования коллектива ИФХ и БПП РАН (Пушино) жизнеспособности микроорганизмов из вечной мерзлоты Арктики и Антарктики и возможности их использования для определения возраста мерзлых толщ, динамики почвенного покрова и экосистем (Д.Д. Галичинский, Е.М. Ривкина, С.В. Губин). Эти исследования арктической биоты, несмотря на их кажущуюся сугубую академичность, дают прекрасный и уникальный материал для разработки общих принципов, подходов и методологии прогнозирования изменений, сохранения и восстановления биоразнообразия. В Институте географии РАН с участием зоологов Института экологии растений и животных Уральского отделения РАН реализован российско-голландский проект по эволюции биоразнообразия в позднем плейстоцене и голоцене, а в настоящее время активное накопление базы данных по мамонтовой фауне плейстоцена и голоцена для реконструкции экосистем ключевых их периодов (А.К. Маркова, А.Ю. Пузаченко). По-прежнему среди лидеров палеоэкологических исследований и реконструкций изменений климата и биоты Арктики коллективы Института Арктики и Антарктики и Ботанический Институт (Санкт-Петербург), Институт географии РАН, Геологический институт РАН.

Уровень и объем фундаментальных исследований биоты и экосистем АЗРФ позволяет ставить вопрос о *создании в настоящее время крупных баз данных по биоразнообразию* в масштабах России, Северной Евразии и Панарктики в целом. В институтах и вузах накоплены огромные коллекционные материалы по самым разным группам флоры и фауны Арктики, позволяющие вести биологические, экологические и географические исследования биоты и экосистем. Создалась благоприятная ситуация для инвентаризации биоразнообразия Арктики, в том числе посредством организации серии изданий определителей, каталогов, многотомных сводок, аналогичных, например "Арктической флоре СССР" и др. При этом отечественный потенциал в области таксономии, флористики и фаунистики позволяет не ограничиваться арктической биотой России, а создавать панарктические сводки (например, подготовлен циркумполярный «Атлас ареалов куликов»). Это реальная перспектива международного научного сотрудничества.

В то же время, несмотря на успехи в создании циркумполярной карты растительности Арктики (2002), по-прежнему недостаточно разработана синтаксономия и картографирование растительности, которые имеет важное значение для решения задач природопользования и сохранения биоразнообразия. Большинство попыток типологии и картографирования растительного покрова тундровой зоны разными авторами дают абсолютно несопоставимые результаты, что серьезно влияет на возможности экстраполяции данных по углеродному балансу и продуктивности экосистем Арктики. Это показал и опыт российско-американских проектов по картографированию растительности и зонально-ландшафтной типологии растительного покрова этого циркумполярного региона. Разработку принципов типологии, классификации, районирования и картографирования биоты и экосистем следует считать одной из первоочередных задач изучения Арктики.

Связь фундаментальных исследований с практикой охраны природы в АЗРФ. К сожалению, большинство результатов российских фундаментальных исследований по природным экосистемам и биоразнообразию Арктики остаются вне сферы внимания природоохранной практики, заповедного дела, охраны редких видов и восстановления их популяций. Можно привести много примеров необоснованного выбора заповедных территорий,

необоснованных квот промысла и запретов использования отдельных биоресурсов коренными народами, случаев произвольного занесения видов растений и животных в федеральную и региональные Красные Книги и т.д. Например, при реализации российско-германского проекта создания «Большого Арктического заповедника» в его состав включено около 30 изолированных участков, расположенных на огромной территории всего севера Таймыра и прилежащих островах, что не обосновано особенностями распределения биоразнообразия, а целесообразность кластерности, достоверные описания растительности и животного мира отсутствуют (Заповедники Сибири, т. II, М., 2000).

Противоположный пример - длительные полевые эксперименты по рекультивации нарушенных экосистем Института биологии Коми НЦ УрО РАН под руководством И. Д. Арчеговой. Этот коллектив на базе собственных экспериментов и анализа международного опыта создает методы рекультивации техногенных грунтов, почв, территорий, в том числе загрязненных нефтяными отходами. Ими разработана целостная, концептуально обоснованная система реставрационных технологий в условиях Севера. Обобщение используемых в России подходов и методов восстановления нарушенных экосистем Арктики проведено А.А. Тишковым (1996 и др.).

В этой сфере особую значимость приобретают опорные пункты и стационары, на которых проводятся модельные эксперименты и исследования как основа соответствующих технологий. Позитивные результаты в данной области получены Полярно-альпийским ботаническим садом-институтом КНЦ РАН, который выполняет проекты, в т.ч. международные, по акклиматизации растений в условиях Севера. Результаты этих уникальных исследований могут быть использованы, например, при подборе видов для экологической реставрации, в озеленительных технологиях. Ряд аналогичных проектов выполняется на стационарах Института биологии Коми НЦ УрО РАН в окрестностях Воркуты: многолетние эксперименты по сельскохозяйственному освоению тундры (И.С. Хантимер, Н.С. Котелина, С.В. Дегтева), отработке методов рекультивации техногенных грунтов (И.Д. Арчегова), биоиндикации (М.В. Гецен). Ко всем этим исследованиям необходимо проявить особое внимание, организовать финансовую поддержку в конкурсах научных проектов различных фондов, в том числе и международных.

Особого внимания заслуживает опыт успешной реакклиматизации и создания жизнеспособных популяций овцебыка на Таймыре, о-ве Врангеля и южном Ямале. Эти работы дали крайне интересный материал по популяционной экологии, адаптивному потенциалу этого уникального арктического вида млекопитающих (Якушкин, 1998). Позитивные результаты реализации билатеральных проектов арктических стран в отношении овцебыка в настоящее время используют в проекте по акклиматизации лесного бизона на юге полуострова Ямал и в Якутии.

В 2006 г. после долгих переговоров в Якутию привезли стадо из 30 лесных бизонов (по 15 молодых самцов и самок) из заповедника Элк-Айленд, подаренных правительством Канады. Первоначально бизонов предполагалось направить в Плейстоценовый парк. Вся подготовительная работа по переселению бизонов шла в рамках этого проекта, но в итоге, учитывая ценность полученных животных, было решено поселить стадо в парке Усть-Бутома, расположенном южнее. Стадо в парке Усть-Бутома должно стать основой для восстановления

азиатской популяции бизона — отсюда по мере увеличения поголовья, их будут расселять по территории Сибири. Животные содержатся в огороженном участке площадью 27,5 га. Одна из самок бизона погибла из-за перелома бедра при перелёте, ещё три самца погибли в результате несчастных случаев позже. Однако оставшиеся животные успешно адаптировались к суровому климату Якутии. Условия жизни в парке оказались столь подходящими для бизонов, что первое потомство было получено на год раньше ожидаемого срока. На весну 2009 г. в Якутии родились уже 6 бизонов. В 2010 - 2011 гг. работы по реакклиматизации бизонов были продолжены, в том числе и в комплексном зоологическом заказнике «Горнохадьтинский» (Ямало-Ненецкий а.о.), в котором проводится реакклиматизация овцебыка и акклиматизации северо-американского лесного бизона.

Следует признать, что при глубоком теоретическом анализе и наличии успешных экспериментов практика внедрения разработок по экологической реставрации в АЗРФ пока недостаточна. В России еще не было масштабной реализации программ по экологической реставрации нарушенных экосистем, аналогичных, например, рекультивации земель трансформированных при строительстве трансалаякского нефтепровода на Аляске (Тишков, 1996).

Ранее неоднократно обосновывалась целесообразность и необходимость самых разных мероприятий по восстановлению и мониторингу состояния популяций и по реинтродукции, например гуся-белошея, белощекой казарки, стерха, моржа и др. Сейчас реализация этих действий началась в рамках проекта Русского географического общества по белому медведю. В 2009 г. был создан национальный парк «Русская Арктика» на Новой Земле, что наряду с подготовкой «Стратегии сохранения ...» (2010) окажет существенную помощь в сохранении популяции этих животных.

Особое внимание следует уделить проблеме охраны ботанических объектов, в том числе в связи с Глобальной стратегией сохранения растений, рассматриваемой в качестве инструмента Конвенции о биологическом разнообразии. В этой области в отношении АЗРФ было много предложений, среди которых необходимо выделить «ключевые ботанические территории» (Ключевые ботанические территории..., 2004), действительно заслуживающие природоохранного статуса. Вероятно, следует *рассмотреть вопрос о целесообразности создания Красной книги российской Арктики*, базируясь на итогах аналогичных работ по САФФ (Arctic flora and fauna..., 2002). К этому следует добавить необходимость *инвентаризация и мониторинга* состояния интразональной и аazonальной растительности Арктики (лугов, маршей, зоогенных комплексов, островов леса и кустарниковых зарослей, тундростепей и др.).

В анализе научных проектов по биоразнообразию Арктики и практическим мерам по его сохранению особое место занимают исследования по развитию сети охраняемых природных территорий. Их создание на Севере России началось только в 1930-х гг. и было связано с централизованным государственным планированием, контролем и финансированием. Перспективы развития этой системы охраняемых природных территорий в АЗРФ не ясны, особенно судьба региональных заказников, организованных в последние два десятилетия, в новых социально-экономических условиях. К сожалению, научные проекты в области территориальной охраны наземной биоты и экосистем российской Арктики единичны.

Прикладные природоохранные проекты, реализуемые в АЗРФ. Анализ прикладных природоохранных проектов, реализуемых в АЗРФ в последнее десятилетие был проведен по разным источникам информации - действующим базам данных и информационным системам: информационные системы «Экопроект» (ISAR/ROLL), «ДАД» (Минэкономразвития России), Проекта ГЭФ «Сохранение биоразнообразия» (более 2300 проектов), размещенной на www.biodat.ru, ФЦП "Мировой океан" (Минэкономразвития России), подпрограмма ФЦНТП "Биологическое разнообразие" (Минобрнауки России), ФЦП «Экология и природные ресурсы» на 2002-2010 гг. (Минприроды России), информационных ресурсов ИНТЕРНЕТА, международных организаций, программ и фондов, в т.ч. их региональных программ: GEF, UNDP, IUCN, Arctic Council (PAME, CAFF, AMAP, ACIA), UNESCO, NATO, WWF, Greenpeace, Wetlands International, EU (TACIS, North Dimension), информация международных конференций и семинаров, базы данных, созданной на подготовительной фазе нового арктического проекта ГЭФ «ECORA» и др.

Для 6 арктических регионов Российской Федерации *Мурманская область, Ненецкий а.о., Ямало-Ненецкий а.о., Таймырский а.о., Республика Якутия-Саха, Чукотский а.о.* – собраны данные о примерно 60-70 научных проектах (темах) из Планов научно-исследовательских работ РАН. РФФИ в последнее 5-летие поддерживал 10-15 научных экспедиций в Арктику, 3-6 проектов по специальному конкурсу «Арктика» в начале 2000 годов, 8-10 билатеральных проектов (российско-немецких, российско-голландских и др.). Программа "Мировой океан" Минэкономразвития России имела в последние годы не менее 20 проектов, посвященных природоохранным проблемам Арктики, подпрограмма ФЦНТП «Биоразнообразие» - 7-8 проектов. Не менее 10-15 проектов в российской Арктике реализовывалось по крупным международным программам и проектам типа «Панарктическая биота», «Международный тундровый эксперимент», «Циркумполярная карта растительности», «Сохранение арктической флоры и фауны» и др.

О реальных масштабах *практической работы по охране живой природы Российской Арктики* можно судить не по объему научной работы, которая в целом сокращается, а по конкретным прикладным проектам. В последние годы одновременно в Российской Арктике по нашим оценкам реализуется не менее 200-210 международных, двусторонних, российских – федеральных и региональных проектов в данной области. Сформированная нами ранее база данных включала около 160 позиций (Тишков, 2005). Но из крупных доноров, поддерживающих проекты по биоразнообразию в российской Арктике можно выделить Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия» (1996-2002; Проект ГЭФ ..., 2003) - 60 (из почти 750) проектов, WWF Arctic Program – около 20 (из 95), правительственные и неправительственные организации Норвегии, Финляндии, Швеции, Дании, Великобритании, Голландии, США, Канады.

Из крупных доноров непосредственно по российской Арктике можно выделить Норвегию. Ею в период в последнее десятилетие, включая период МПГ 2007-2008 годов было реализовано более 100 экологических проектов с бюджетом от нескольких тысяч до 1 млн. долларов США (экспедиция в Карское море по оценке загрязнения радионуклидами), около 80 – Финляндией, около 30 – Швецией, 15 - США, 12 – Канадой. Разброс бюджетов проектов также от нескольких тысяч до 15 млн. долларов США. Из международных организаций, поддерживающих арктические проекты по сохранению биоразнообразия и природных

экосистем – WWF, IUCN, EU, IBRD, OECD. Но в целом проектов было существенно больше, т.к. многие из проектов в целом по России, касались и северных регионов, а ряд проектов выполнялся на условиях, исключающих их регистрацию по месту проведения. Так, ежегодно в Усть-Ленском заповеднике работает 4-5 международных экспедиций, а полуостров Таймыр посещает не менее 10 международных научных экспедиций (преимущественно из Германии, Голландии, США и др.). Экспедиции на средства Японии активно работали и работают в Республике Якутия, на Северо-востоке Сибири. Каковы их цели, направления работ, бюджеты установить сложно. Некоторые результаты можно найти среди научных публикаций. Но в статистических данных о проектах эта информация отсутствует.

Первичный анализ проектов показывает, что проекты непосредственно по проблемам сохранения биоразнообразия редки. Доноры понимают, что причины деградации природы находятся в области экономики, технологий и управления. Поэтому в российской Арктике преобладают проекты именно данных направлений. В базу данных пока не включены проекты по малочисленным народам и территориям традиционного природопользования. Приблизительная оценка показывает, что таких проектов не менее 25-30 (например, проекты ГЭФ, МПГ, RAIPON, WWF,) - по 4-5 в каждом регионе (Система финансирования..., 2002; Крупник, 2008).

Анализ массива природоохранных проектов (всего около 160) показал следующую картину их распределения по тематике и по регионам на 2003 г. (Табл. 6.19).

Таблица 6.19. Распределения прикладных проектов в области сохранения биоразнообразия по тематике и по регионам на 2003 г. (Тишков, 2005)

Направление Регион	Практика охраны природы	Инвентаризация, мониторинг	Управление	Образование, воспитание, пропаганда	Техника, технология	Итого
Мурманская область	1	27	8	1	19	56
Ненецкий а.о.	4	5	2	0	1	12
Ямало-Ненецкий а.о.	1	6	2	0	0	9
Таймырский а.о.	2	6	1	0	0	9
Республика Якутия-Саха	6	14	4	3	1	28
Чукотский а.о.	0	7	1	1	2	11
Вся Российская Арктика	5	26	4	0	1	36
Итого	19	91	22	5	24	161

В АЗРФ очень мало проектов, которые решают конкретные задачи сохранения биоразнообразия – действия по охране редких видов и их местообитаний, созданию охраняемых природных территорий, охране и восстановлению биоресурсов. По данным (Система финансирования ..., 2002) среди международных проектов проекты по сохранению арктических экосистем России составляют только 0,74%. Также сравнительно немногочисленны проекты по совершенствованию системы управления и по роли местного населения в охране природы. Проекты по совершенствованию управления охраной природы оказались во внимании только Якутии и Мурманской области, где велик научный потенциал и масштабы антропогенной трансформации. Практически нет проектов по вовлечению в управление охраны природы местных общин, организации самоуправления, внедрению новых экономических моделей хозяйствования и охраны природы на севере.

Крайне неравномерно проекты распределяются по регионам. Лидерство *Мурманской области* определяется повышенным интересом к ее экологическим проблемам (в первую очередь – загрязнению моря и суши радионуклидами и выбросами комбинатов в Печенге и Мончегорске) со стороны соседа - Норвегии. Финляндия, также выступает одним из основных доноров и исполнителей одновременно по многим проектам в Карелии, Архангельской и Вологодской областях. В Мурманской области доминируют технологические проекты, связанные со снижением загрязнения, а также проекты по научному обоснованию практики охраны природы региона (практически каждый региональный исследовательский институт имеет несколько билатеральных проектов). В то же время, более детальный анализ программ Европейского Союза по Баренцрегиону и «Северному измерению» показал, что многие декларируемые и заявленные к реализации еще в 1995-2000 гг. проекты так и не реализовались (Тишков, 2002).

В Республике Саха (Якутия) преобладают проекты по научной поддержке охраны природы, что объясняется активностью научных учреждений, поиском контактов и доноров, а также интересом к региону со стороны ученых США, Японии и других стран.

Слабая проектная активность богатых нефте- и газодобывающих регионов – Ненецкого а.о. и Ямало-Ненецкого а.о. и Таймырского а.о. определяется преобладанием в них природоохранных действий самих крупных компаний. Причем природоохранные бюджеты этих «монополистов» больше, чем Российской Федерации в целом. По-видимому, именно по этим причинам, Ямало-Ненецкий округ часто отказывается от участия в международных экологических проектах.

Некоторые общие выводы и рекомендации по результатам анализа современных проектов по сохранению биоразнообразия и экосистем АЗРФ. Отбор, систематизация и предварительный анализ проектов по сохранению биоразнообразия, реализуемых в АЗРФ, показали, что:

- до настоящего времени нет детального анализа и оценки эффективности реализации экологических проектов для решения природоохранных проблем Арктики;
- оценки последствий для экологической, социальной и экономической сфер делались лишь применительно к отдельным проектам, а не ко всему массиву в целом;

- нет обзоров позитивного опыта, оценок активности отдельных стран и международных финансовых организаций в поддержке экологических проектов в АЗРФ;
- негативным результатом можно признать слабую информированность природоохранных органов на федеральном, региональном и локальном уровнях, местного населения и общественных организаций о реализуемых проектах, программах, инициативах;
- национальные, билатеральные и международные программы по АЗРФ выполняются лишь на 15-40%;
- координация природоохранной деятельности в АЗРФ на федеральном и региональном уровнях отсутствует, что приводит к ее недостаточному соответствию приоритетам охраны природы России в целом и ее отдельных регионов;
- основная часть природоохранных проектов и инвестиций на региональном уровне идет от добывающих компаний – нефтяных, газовых и пр.;
- по проектной активности четко прослеживаются региональные геополитические и экологические интересы отдельных арктических стран: Финляндии – в Карелии, на западе Мурманской, в Архангельской и Вологодской областях, Норвегии – в Мурманской области и в Ненецком а.о., Швеции – в Республике Коми, Голландии – в Таймырском а.о. и на северо-западе Республики Саха (Якутия), США – в Республике Саха (Якутия), Магаданской области и в Чукотском а.о., Японии – в Республике Саха (Якутия), Камчатской и Магаданской областях, в Чукотском а.о.
- в тематическом отношении арктические проекты по сохранению биоразнообразия и экосистем слабо отражают приоритеты Национальной Стратегии по сохранению биоразнообразия (2001), а по некоторым ее позициям проекты редки или отсутствуют (экологическая реставрация, устойчивое использование биоресурсов, экономические механизмы, территории традиционного природопользования);
- в региональном отношении проектная активность крайне неравномерна: в Ненецком а.о. и Чукотском а.о., где отмечается высокий уровень биоразнообразия и концентрации биоресурсов, проектов по созданию новых охраняемых природных территорий почти нет, а в Мурманской области и на Таймыре – они продолжают создаваться; в последние годы резко сократился объем научных исследований в Ненецком а.о. и Чукотском а.о.;
- в финансовом отношении географическая и тематическая неоднородность распределения проектов еще более очевидна (Система финансирования..., 2002); в последние годы Арктика постепенно выходит на 2-ю позицию после Байкала по объему внешнего природоохранного финансирования (на место Дальнего Востока), что в некоторой степени объясняется и проведением МПГ 2007-2008 годов.

Необходимо компенсировать пробелы проектной активности в АЗРФ в отношении экологического образования, воспитания, повышения квалификации, а также обучения представителей локальных общин для создания и функционирования территорий традиционного природопользования и участия коренного населения в сохранении арктической биоты (Тишков, Петрова, 2001). Опыт реализации подобных проектов в Мурманской области, Ненецком а.о. и в Республике Якутия показывает, что есть потребность в подготовке

специальных учебных программ по «арктической экологии», «арктическому природопользованию», «устойчивому использованию биоресурсов» и пр.

Обязательными следует считать предложения по адаптации и внедрению новых экономических механизмов сохранения биоразнообразия и устойчивого природопользования, основанных на эколого-экономических оценках территории и учета «экосистемных услуг». Необходимы: экономическая оценка экосистем, биоты и биоресурсов, экосистемных услуг (вклад в глобальную устойчивость биосферы, в глобальный баланс углерода, сохранение биоразнообразия, генетических ресурсов и пр.), кадастровая оценка земель, с учетом их экологических функций и компенсации за их поддержание, осуществляемое местным населением.

Требуется научное обоснование мероприятий по созданию новых охраняемых природных территорий и территорий традиционного природопользования, особенно в Республике Саха (Якутия), Магаданской области и Чукотском а.о. Они должны взять на себя сохранение и мониторинг уникального биоразнообразия отдельных районов, поддержку традиционного хозяйства.

Необходимо восстановить в АЗРФ исследования по экологии отдельных видов редких и важных для жизни местного населения групп биоты – эндемичные виды растений, белый медведь, серые киты, морж, северный олень, водоплавающие и морские птицы и др.

Наконец, надо обобщить позитивный опыт реализации научных и прикладных проектов по биоразнообразию и экосистемам Арктики, в том числе выполненных экологическими службами добывающих компаний, опубликовать его на русском языке и распространить для внедрения в регионах России. Будет полезным и обобщение и перевод на английский язык российского опыта изучения и охраны живой природы АЗРФ и материалов исследований арктической биоты.

6.6.2. Исследования и экспериментальные работы по реабилитации экосистем, нарушенных хозяйственной деятельностью в АЗРФ

Площадь сухопутных арктических экосистем России, деградированных в результате хозяйственной деятельности можно оценить в 16-17 млн. га. Из-за того, что темпы рекультивации здесь отстают на 15-20 лет (только 5-7% ежегодного прироста деградированных земель включается в реабилитацию) с каждым годом отмечается прирост земель этой категории. Их естественное восстановление идет исключительно низкими темпами: восстановление тундры после пожара растягивается на 80-100 лет, после механических нарушений почвенно-растительного покрова – на 150-200 лет, а вторичные субстраты на месте катастрофических проявлений солифлюксии и других спровоцированных хозяйственной деятельностью криогенных процессов, зарастают только спустя 250-400 лет (Тишков, 1996; 2007).

Известно, что еще до начала освоения одного из крупнейших нефтяных месторождений – Приобского, около 100 тыс. га земель в этом районе было разрушено – замазучено, загрязнено нефтью, деградировано (т.н. «прошлый», наследуемый экологический ущерб).

Можно выделить 4 главные стратегии реабилитации земель Арктики, деградированных в результате нерегламентированной хозяйственной деятельности:

1. Оставление в покое для самовосстановления при условии остановки дальнейшей деградации растительности, почв и мерзлоты. Консервация нарушенных земель в Арктике иногда приносит больше положительных результатов, чем попытки рекультивации земель с применением тяжелой техники и неадекватных методик. К этому пришли и наши американские коллеги, прибегая в ряде случаев к чисто «косметическим» действиям при восстановительных работах, чтобы избежать дополнительных разрушений при реабилитации.

2. Ориентация на восстановление исходной экосистемы (экологическая реставрация), включающая обеззараживание, очистку территории от твердых отходов, восстановление исходного рельефа, гидрологического режима, почвенного покрова, растительного покрова и животного мира деградированного участка. Исключительно высокзатратная деятельность, которая может быть рекомендована для восстановления уникальных участков природы. В ней используется только аборигенный биологический материал. Поэтому движение по экологической реставрации в Северной Америке – одно из самых богатых, имеет многочисленный штат волонтеров и использует в своей деятельности семенной и посадочный материал от «региональных ферм дикой флоры».

3. Ориентация при восстановлении на замещение деградированной экосистемы на искусственную более устойчивую и продуктивную. Например, на Аляске часто для рекультивации песчано-гравийных карьеров используется их заполнение водой и формирование новых мелководных водоемов. Наоборот, на возникших для водообеспечения буровых мелководных водоемах в ряде случаев стимулируется создание болота. Достаточно часто деградированные тундровые экосистемы замещаются лугами, для чего используются разные травосмеси из аборигенных видов злаков и разнотравья и имитируются местные субстраты (преимущественно, аллювиальные наносы).

4. Реабилитации деградированных земель путем создания на их месте антропогенных модификаций экосистем. Этот путь включает детоксикацию и рассоление грунтов (если нужно), техническую рекультивацию (выравнивание поверхности, формирование плодородного слоя, посевы травосмеси, преимущественно злаков). Обычно в этих случаях широко используется техника, что удорожает и делает неэффективным в экономическом отношении эти природоохранные мероприятия.

Совет Федерации в 2008 г. провел Круглый стол по теме «О мерах по ликвидации техногенных загрязнений в Арктике», на котором принял рекомендации по созданию региональных программ восстановления земель. Эти вопросы затрагивались и в документах последних лет по государственной политике в АЗРФ.

Хозяйственная деятельность и чрезвычайные экологические ситуации в арктических регионах оставили большие площади разрушенных территорий, растительный покров которых рано или поздно придется восстанавливать.

Эффективность большинства методик экологической реабилитации деградированных земель в Арктике еще не оценена до конца, предварительные результаты предполагают наличие и в нашей стране и за рубежом разработанных подходов и методов. Их уже активно используют экологические службы крупных добывающих компаний, но настоящего аудита реабилитированных земель пока еще никто не проводил.

Например, для восстановления деградированной тундровой растительности в арктической зоне Аляски еще в 1991 г. были заложены исследовательские площадки на месторождениях Купарук и Прудхэ Бэй (США). На них проверялась эффективность реставрационных мероприятий и оценивалась роль отдельных методов и используемых в них видов растений. Из технологических приемов ликвидации последствий чрезвычайных экологических ситуаций для природных арктических экосистем, используемых нашими американскими коллегами, следует выделить следующие:

- экспонирование нарушенных поверхностей для природной колонизации растений;
- посев семян злаков осок;
- выкладка тундрового дерна;
- укоренение веточного материала - кустарников.

Для формирования травяного покрова на реставрируемых участках широко использовались семенной материал коммерческих питомников "дикой флоры", в т.ч. семена мятлика серого (*Poa glauca*), овсяницы красной (*Festuca rubra*), арктагросписа широколистного (*Arctagrostis latifolia*) и щучки беренгийской (*Deschampsia beringensis*). Всего же только для гравийных субстратов апробировано 52 вида растений (в основном, травянистых). Кроме того, исследовались возможности использования для задернения нарушенных участков 7 видов бобовых - астрагалов (*Astragalus alpinus*), копеечников (*Hedisarum alpinum*) и остролодочников (*Oxitropis borealis*, *O. deflexa*, *O. campestris*). Три других вида бобовых, а также сибирская астра (*Aster sibiricus*), арктическая полынь (*Artemisia arctica*) и иван-чай (*Epilobium latifolium*) проверялись для целей коммерческого семеноводства.

Рассматриваемые методы включали в себя элементы технической рекультивации - выравнивание поверхности, снятие техногенных грунтов (в данном случае гравия), уборку насыпей и дамб для восстановления исходного гидрологического режима, распашку, боронование и пр. Кроме этого, в экспериментах на сухопутных участках на Аляску использовались: очистка почв от нефтяного загрязнения, нейтрализация кислой реакции почв (известкование), удобрения и внесение органики для стимулирования микробиологических процессов. Выявлено, что в результате природной колонизации (первичной или вторичной сукцессии) за 20 лет проективное покрытие растений составило 30-40%, а на засеянных участках этот же результат был получен на 3-5-й год.

Обращаем внимание на тот факт, что разработанная американскими учеными стратегия ориентирована на методологию экологической реставрации нарушенных территорий. В их интерпретации она включает: формирование и коррекцию рельефа, стимулирование почвообразования, формирование водных экосистем с заданными параметрами среды, восстановление местообитаний животных.

На Аляске и севере Канады вопросам рекультивации территорий, разрушенных в процессе разведки и добычи нефти, газа и других полезных ископаемых, стали уделять внимание несколько раньше, чем в нашей стране. Здесь закладка семенных питомников и биологическая рекультивация экосистем Арктики рассматривались в единстве и базировались на результатах детальных геоботанических изысканий. Большая часть традиционных рекультивационных мероприятий ориентирована, как и в России, на создание продуктивных луговых сообществ с

их последующим использованием в сельском хозяйстве. *Аляскинская опытная семеноводческая станция* поставляет для залужения нарушенных земель и рекультивации семена следующих растений: *мятлик луговой* (сорт Нагтет), *овсяница луговая* (сорт Арктаред), *вейник канадский*, *арктагросис широколистный*, *тимopheевка луговая*, *кострец безостый*, *лисохвост луговой*, *волоснец сибирский* и др.

На опытных площадках Прудо-Бей (Аляска, США) в районе нефтяного месторождения в опытах по рекультивации лучшие результаты дали овсяница красная (*Festuca rubra*) и мятлик луговой (*Poa pratensis*) аляскинских сортов. На участках растительности, нарушенной разливами нефти, использовались специальные технологии: нефтяные остатки предварительно сжигались или удалялись с помощью впитывающих веществ, для стимулирования восстановительного процесса использовались удобрения и специально подобранные виды растений (например, для этого испытывались бескильница северная и рожь яровая, причем первая оказалась более устойчивой). При внесении фосфорных удобрений (при норме около 75 кг на га) выход сухого сена составлял около 1 ц на га. Для целей рекультивации и залужения *Палмарский исследовательский центр* (США) вывел новые сорта: мятлик сизый (сорт Тандра), арктагросис широколистный (сорт Аляска), вейник канадский (сорт Соурдарф).

Еще в 1991 г. на Ямале на 3-х экспериментальных участках (Бованенково, п. Ямальский) было проведено испытание 24 видов травянистых растений из Канадской Арктики. Многие из них до этого испытывались в американской Арктике около 20 лет, имели генетически чистую линию и постоянство признаков, полученных в процессе селекции.

Мы достаточно критически относимся к такому подбору испытываемых видов, т.к. для рекультивации в арктических тундрах Ямала были предложены к испытанию многие виды, оптимум произрастания которых располагается значительно южнее. В 1992 г. были проводились опыты с посевом вразброс и с рядовыми посевами с помощью сеялки "Модел Кейс 5300" семян травосмеси из 8 видов в Надыме и Бованенково с удобрением (из расчета около 50 кг на га). Основу покрытия на 2-3-й гг. давала *овсяница красная* (до 34% из 58%). На отдельных участках с благоприятными показателями покрытие овсяницы достигало около 100%. Испытывались также и местные виды, семена которых были собраны в окрестностях Салехардской сельскохозяйственной опытной станции или культивируемые ею. В целом, приживаемость местных растений выше, чем у американских видов.

Для закрепления эродированных склонов, оползневых участков и насыпных площадок кустов буровых могут быть использованы посеvy семян (50 кг/га) с параллельным внесением удобрений (250 кг/га) с предварительным выравниванием и рыхлением. На коротких склонах можно использовать противоэрозионное покрывало "Карлекс", которое выкладывалось шириной до 3,5 м на засеянном и удобренном склоне. Покрывало представляет собой редкого плетения ткань из древесных волокон с нейлоновой сеткой. На склоне оно крепится металлическими шпильками.

Рекомендуется для повышения липкости частиц почв препараты "Ар-Эм-Би" и "Хайдросил" (вносятся в форме густой суспензии из расчета 90-100 кг сухого вещества на гектар на полосе склона 1,2 м). Первый представляет собой порошок бежевого цвета, полученный смешиванием гидрофильного коллоидного глинистого состава со специальными гелеобразными агентами и стимуляторами роста. Препарат "Ар-Эм-Би" широко применяется в американской и канадской

Арктике в качестве эффективного средства для формирования почвы, для крепления соломы, сена или волокнистой мульчи к поверхности почвы. Вторым препаратом также является порошок, полученный из растительного клея (из особого вида подорожника *Plantago insularis*), что особенно важно для быстрого разложения агента и нейтрализации грунтов. В Северной Америке препарат применяется как рабочая жидкость при посеве гидрораспылением для ускорения прорастания семян и борьбы с эрозией. Технологически агенты, повышающие липкость частиц почвы, смешивались с водой непосредственно перед применением и наносились на поверхность почвы с помощью поливочной техники или вручную.

Наши эксперименты по восстановлению деградированной растительности арктических экосистем на Шпицбергене (Норвегия) были начаты еще в 1977 г. и продолжались в 1983-1988 гг. в заброшенном поселке Колсбей на оползневых склонах с транспортными нарушениями, на руднике Баренцбург на отвалах вскрышных пород и участках с механическими нарушениями растительного покрова. Были использованы следующие методы:

- посев семян местных злаков (*Poa alpigena*, *Alopecurus alpinus*) и специально привезенных семян овсяницы (*Festuca rubra*) на насыпной суглинистый субстрат с последующей заделкой семян катком (3 варианта - без удобрений, удобрение сухим куриным пометом с нормой 0,2 кг на м² и полив раствором этих же удобрений);
- размещение на голом субстрате кусков дерна 20 x 20 см² (*Poa alpigena*, *Festuca sp.sp.*, *Alopecurus alpina*), заготовленных на органических поверхностях поселка Колсбей (побережье Ис-фьорда); использовались варианты сплошной выкладки дерна и "шахматный порядок";
- сбор и посадка выводковых почек аборигенных живородящих растений (*Saxifraga cernua*, *S. rivularis*, *Polygonum viviparum*, *Poa vivipara*, *P. alpigena* v. *vivipara*, *Festuca vivipara*) на экспериментальные грядки 1 x 2 м²;
- эксперименты с посевом фрагментов талломов кустистых лишайников (родов *Cladonia*, *Cladina*, *Cetraria*) и мхов (частей стебля и псевдоподий *Aulacomnium palustre*, *A. turgidum*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Dicranum elongatum*).

Все эксперименты дали положительные результаты - хорошую приживаемость, развитие покрова, стимулирование внедрения растений с соседних ненарушенных участках ("затягивание" пятен техногенных нарушений). В то же время, следует отметить, что всхожесть семян в опытах не превышала 30-40% и отсутствовал эффект влияния внесения сухих удобрений (на участках с внесением жидких органических удобрений на 2-й год эксперимента высота травостоя была на 4-5 см выше, имела темно-зеленый цвет и лучшее развитие корневой системы).

Приживание дерна после 5 лет экспозиции на влажных участках склона с транспортными нарушениями составило около 100%, а на сухих - 50-60%. Из-за процессов техногенной солифлюкции часть дерна сместилась вниз по склону, но растения сохранились живыми. Уже на 2-3 год после начала эксперимента в пространстве между кусками дерна отмечалось поселение напочвенных мхов. Описано проникновение корней из обнаженного субстрата в дерн и, наоборот.

Выводковые почки живородящих растений имели 70-80% приживание на сырых участках и всего 30-40% на сухих. Наиболее высокие показатели приживания у живородящих злаков, наименьшие - у камнеломок.

Фрагменты споровых растений в наших опытах имели менее высокие возможности для приживания на голом субстрате. На 3-й год эксперимента проективное покрытие живых талломов лишайников и куртин мхов составляло около 5% (исходно он занимал 4%). Наилучшие результаты дали *Aulacomnium turgidum* и *Politrichum juniperinum*).

Результаты экспериментов и обследований нарушенных территорий вокруг российских поселков на Шпицбергене были переданы в свое время в гострест «Арктикуголь», осуществляющий хозяйственную деятельность на архипелаге, а также норвежским властям для внедрения в природоохранную практику на архипелаге.

В настоящее время базовым (универсальным) приемом биологической рекультивации на Севере является *залужение рекультивируемого участка* местными видами многолетних трав (Арчегова, 1993). При этом происходит ускоренное создание травянистого сообщества. При естественном самозаращении многолетнее травянистое сообщество представляет собой одну из стадий сукцессии (Биологическая рекультивация..., 1992). Но, применяя для реабилитации арктических земель лишь луговые злаки и разнотравье, мы обрекаем рекультивируемые участки на длительное блокирование сукцессии, т.к. разросшиеся злаки будут препятствовать восстановлению тундровой растительности. Поэтому в концепции экологической реабилитации экосистем Арктики основное внимание необходимо уделить комплексу видов местной флоры, способных формировать в процессе восстановительной сукцессии зональные сообщества, более устойчивые в данных климатических условиях.

По сложившейся традиции биологическая рекультивация в Арктике базируется преимущественно на луговые виды растений, районированные для более южных регионов и полученных от региональных семеноводческих хозяйств. В лучшем случае, поставщики семян располагаются в пределах того же термического пояса. Но обычны и ситуации, когда семена для рекультивации завозились в Арктику из районов с умеренным климатом, в том числе из степной зоны (как в случае с экспериментами по рекультивации на ранних этапах обустройства Бованенковского месторождения на Ямале, когда семена были завезены с Украины!). Тенденция в преимущественном использовании местной флоры при рекультивации нарушенных земель наметилась еще в 30-ые гг. XX в., но получает развитие в последние десятилетия. Лидирующие позиции в создании теоретических основ и практических приемов биологической рекультивации северных земель принадлежат "уральской школе", созданной еще в 1960-х гг. В.В. Тарчевским и Б.П. Колесниковым. Уже на V совещании "Биологическая рекультивация нарушенных земель" в ноябре 1988 года впервые дифференцированно рассматривались и проблемы рекультивации земель, нарушенных в результате чрезвычайных ситуаций - загрязнения аварийными газообразными и жидкими выбросами, разливами нефти и др. Полный приоритет был отдан восстановлению исходных природных комплексов. Ориентация на аграрное и противозерозионное (почвозащитное) использование рассматривалось как дополнительное.

Из пятнадцати реализованных в рамках Проекта ЮНЕП/ГЭФ «Российская Федерация – Поддержка Национального плана действий по защите арктической морской среды» (Проект НПД-Арктика) демонстрационных и пилотных проектов можно выделить следующие проекты:

1. **«Очистка донных отложений Кольского залива от опасных веществ».**
2. **«Разработка технологии биологической очистки наземных участков, загрязненных нефтепродуктами, в арктических условиях».**
3. **«Очистка морского дна бухты Тикси от топляка и остатков судов».**

Полный перечень реализованных демонстрационных и пилотных проектов с подробными отчетами можно найти по этому адресу: http://npa-arctic.ru/rus/demos_all_ru.html

Современный опыт, подходы и методы восстановления деградированных экосистем Арктики после чрезвычайных экологических ситуаций требуют обобщения и скорейшего внедрения в практику.

6.6.3. Исследования биоразнообразия российской Арктики в рамках научной программы Международного Полярного Года 2007-2008 годов

Предварительный анализ международной и национальной программ 3-го МПГ 2007-2008 годов, проведенный в рамках подготовки заседания рабочей группы «Международная научная инициатива в Российской Арктике» (ISIRA) Международного Арктического научного комитета (IASC) показал, что, несмотря на сложившиеся традиции МПГ в отношении ориентации на метеорологические и геофизические исследования, в его тематике равные позиции получили биогеографические и экологические проекты, направленные на анализ современной динамики биоты и экосистем или на палеоэкологические реконструкции этапов эволюции природы полярных областей в плейстоцене и голоцене (Табл. 6.20). Анализ касается проектов (всего около 1270 из почти 60 стран), представленных на сайте www.ipy.org и составляющих основу национальных программ МПГ. Собственно, кластерные проекты международной программы МПГ 2007-2008 годов (166 научных и 52 образовательных), отобранных Объединенным комитетом в составе экспертов в области наук о Земле, а также представителей международных организаций - ВМО, МСНС, Межправительственной океанографической комиссии, Международного арктического научного комитета и Научного комитета по антарктическим исследованиям представлены «классические» направления исследований МПГ – метеорология, геофизика, гляциология, океанология, геология, но сравнительно много и т.н. «био-кластеров» (Табл. 6.20). В их числе проекты "Морская жизнь в Антарктике", "Биоразнообразие Арктического бассейна", "Эволюция и биоразнообразие в Антарктике" и целый ряд других. Кроме того, значительная часть проектов по социальной и образовательной тематике также была посвящена проблемам «живой природы» Арктики и Антарктики, а часть крупных международных экспедиций МПГ включала биологические и экологические направления исследований. Данная ситуация, на наш взгляд, отражает *определенный сдвиг приоритетов в полярных исследованиях и показывает важную индикаторную роль полярной биоты в оценках современных природных и антропогенных изменений климата и окружающей среды*. Наиболее частыми объектами исследований по биоразнообразию в рамках проектов международной и национальных программ МПГ была морская биота, которая именно в Арктике становится

объектом негативных воздействий в связи с выходом нефте- и газодобычи на арктический шельф.

Таблица 6.20. Доля проектов по изучению биоты и экосистем в научных национальных программах МПГ стран, активно участвующих в изучении полярных областей Земли

Страна-участница МПГ	Всего проектов МПГ 2007-2008 гг.	в том числе проекты по изучению наземных и морских биоты и экосистем	
		современные	палеоэкологические
Великобритания	18	9	2
Швеция	5	1	2
Дания	19	17	1
Норвегия	23	17	1
Канада	76	62	2
США	59	27	4
Германия	11	7	2
Нидерланды	9	8	-
Франция	6	4	-
Финляндия	3	1	-
Япония	7	5	-
Россия (национальная программа МПГ)	50	24	8

Непосредственно в международной научной программе МПГ участие собственно российских инициативных проектов оказалось незначительным. Число так называемых «кластеров», объединяющих исследователей из разных стран и организаций, касающиеся морских и сухопутных экосистем и биоты, где лидером выступала бы Россия, также незначительно. Здесь присутствуют проекты учреждений Росгидромета, в первую очередь АНИИ (И.Е. Фролов), а также Института географии РАН (В.М. Котляков) по исследованиям ледников, морского льда, атмосферы и океана. Среди международных «кластеров» МПГ близки проблемам сохранения арктических экосистем и биоразнообразия проекты Т.К. Власовой (по созданию циркумполярной системы социально-экологического мониторинга коренных народов), С.В. Горячкина (по исследованиям почв полярных широт – криосолей), Б.И. Сиренко (по морской биоте).

Однако, Россия исключительно широко была представлена именно в международной программе МПГ. Прежде всего, около 400 российских ученых были приглашены в кластерные проекты МПГ, в т.ч. около половины из институтов РАН. Российские специалисты участвовали во всех проектах, касающихся исследования *реакции циркумполярной наземной биоты и экосистем на изменения климата в Арктике, динамики численности и состава населения*

морских, околводных и водоплавающих птиц, дикого северного оленя и карибу, белого медведя, ластоногих и китообразных, панарктической флоры и растительности, функционирования экосистем в условиях потепления и пр. (Д.А. Гиличинский, М.В. Гаврило, В.Я. Липенков, Л.А. Колпашиков, Г.Г. и Г.Д. Матишов, И.А. Мельников, Н.П. Смирнов, А.В. Неелов, Б.И. Сиренко и др.).

Среди «экосистемных» проектов («био-кластеров» МПГ), в которых было отмечено участие российских биологов и экологов можно выделить следующие (сохранена англоязычная версия названий проектов, т.к. обратный перевод с русского мог бы дать их искаженный вариант):

ID No: 61 «Health of arctic bird populations» (BIRDHEALTH)

ID No: 60 «Arctic Soil Microbiology Network» (ASMN)

ID No: 64 «Arctic Ocean Diversity (ArcOD): Linking biodiversity with the structure and function of the Arctic marine ecosystems» (ArcOD-IPY)

ID No: 75 «Islands of Arctic Life» (ISLIFE)

ID No: 122 «International Tundra Experiment: impacts of long-term experimental warming and climate variability on tundra ecosystems» (ITEX-IPY)

ID No: 217 «Polar Disturbance and Ecosystem Services: Links from Climate to Human Well-being» (Polar Disturbance and Ecosystem Services)

ID No: 388 «The impact of climate change and human-development on the predator prey dynamics of pan-arctic migratory birds» (Changing arctic landscapes and migratory birds)

ID No: 427 «Monitoring of Arctic Vegetation Change along with Environmental Change» (MAVCEC)

ID No: 429 «Inventory of Microbial Diversity in Polar Regions» (MicroPoles)

ID No: 553 «Herbivores travelling between Arctic and Temperate regions: northern geese in a CHanging world» (HATCH)

ID No: 1075 «Biodiversity and Climate Induced Lifecycle Changes of Arctic Spiders» (B-CILCAS)

ID No: 1085 «Circum-Arctic Terrestrial Biodiversity Initiative» (CAT-B)

Предварительные результаты реализации некоторых «экосистемных» проектов МПГ, входящих в международную и российскую национальные программы вошли в том «Морские и наземные экосистемы» в серии «Вклад России в МПГ 2007/2008» (М.:2010, 540 с.), который включил 22 статьи 54 авторов (Матишов, Тишков, 2010).

В 2006 г. по направлению «Наземные и морские экосистемы» (соруководители Г.Г. Матишов и А.А. Тишков) Национальной научной программы МПГ было отобрано около 50 проектов, представлявших мировой уровень и конкурентоспособных на «научном рынке» полярных исследований. Во многих международных кластерах, посвященных экосистемным исследованиям, участвовали научные коллективы или отдельные ученые России. Эти проекты и составили основу исследований морских и наземных экосистем в рамках научной программы МПГ. Наиболее активными участниками российских исследований были сотрудники Научно-

исследовательского института Арктики и Антарктики Росгидромета (Санкт-Петербург), Мурманского морского биологического института КНЦ РАН (Мурманск), Полярно-альпийского ботанического сада-института КНЦ РАН (Кировск, Мурманская обл.), Института географии РАН (Москва), Всероссийского научно-исследовательского института охраны природы (Московская область), Института экологии растений и животных УрО РАН (Екатеринбург), Научно-исследовательского института сельского хозяйства Крайнего Севера (Норильск) и др.

В материалах тома показано, что реализация «экосистемных» проектов МПГ 2007-2008 годов позволила:

- выявить качественные и количественные характеристики отражения глобальных процессов в функционировании и динамике арктических наземных и морских экосистем;
- оценить последствия климатических изменений для баланса органического вещества и динамики углерода арктических экосистем;
- получить новые данные о распространении биоты в условиях меняющегося климата;
- построить прогнозы «поведения» биоты и экосистем в условиях меняющегося климата.

В нем также отразились некоторые достижения, полученные благодаря реализации экосистемных проектов МПГ 2007-2008 годов, а именно:

1. Расширение числа международных проектов, реализуемых в российской Арктике (что отражено рабочей группы по международным исследованиям в российской Арктике – ISIRA Научного комитета Арктического Совета).
2. Поиск новых возможностей для прогноза изменений морской биоты и экосистем.
3. Выявление трендов в динамике биоты и экосистем в связи с климатическими изменениями.
4. Старт широкого спектра проектов по циркумполярному синтезу данных и их картографированию, новому витку международной координации в полярном картографировании и ГИС-технологиях.
5. Активизация работ по созданию баз данных, доступу к информации по полярной биоте, старту работ по циркумполярному мониторингу морского и наземного биоразнообразия.

Ниже представлены проекты, выполненные по Научной программе России по участию в МПГ по направлению «Наземные и морские экосистемы Арктики и Антарктики» (соруководители Г.Г. Матишов и А.А. Тишков) (Табл. 6.21-6.22).

Таблица 6.21. Перечень некоторых проектов, выполненных по направлению 4 «Морские и сухопутные экосистемы Арктики и Антарктики» Научной программы участия России в Международном Полярном Году (2007-2008 гг.)*

Проект	Сроки	Организация	Руководитель
Сравнительные исследования морских экосистем Арктики и Антарктики и потенциальных последствий изменения	2007-2010	Полярный научно-исследовательский институт	Ожигин В.К.

климата		рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО)	
Оценка состояния популяций ключевых видов морских птиц высокоширотных полярных регионов: острова Западной Арктики и Восточной Антарктиды	2007-2009	ААНИИ	Гаврило М.В.
Комплексная оценка современных и ожидаемых изменений гидролого-экологического и ледового состояния поверхностных вод суши и устьев рек полярных областей России под влиянием климатических и антропогенных факторов	2007-2009	ААНИИ	Иванов В.В.
Определение референтных видов флоры и фауны Крайнего Севера Российской Федерации по радиационному фактору	2007-2009	ГНЦ “Институт биофизики”	Гаврилин Ю.И.
Изучение биохимических процессов и механизма формирования «голубых» озер в Арктике	2007-2009	Государственная полярная академия (ГПА)	Кузин И.Л.
Оценка современного экологического состояния и перспективной изменчивости характера и степени загрязненности арктических рек России и их устьевых участков	2007-2009	Гидрохимический институт Росгидромет	Никаноров А.М.
Современные тенденции изменения биоты арктических водоемов на примере Мурманской области	2006-2008	Институт проблем промышленной экологии Севера КНЦ РАН	Кашулин Н.А.
Органическое вещество мерзлых четвертичных отложений восточного сектора Российской Арктики: роль в глобальном цикле углерода	2007-2009	Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН	Холодов А.Л.
Криобиосфера: жизнеспособные палеобиологические системы и генетические ресурсы в вечной мерзлоте Российской Арктики	2007-2009	Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН	Гиличинский Д.А.

Изучение пространственной и временной динамики популяции диких северных оленей на примере таймырской популяции	2007-2009	Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера ТСХА (НИИСХ КС)	Колпащиков Л.А.
Биологические ресурсы для коренного населения Западной Чукотки: новые перспективы	2007-2008	Зоологический института РАН	Тихонов А.Н.
Инвентаризация запасов углерода в мерзлотных почвах Северной Евразии: мета-анализ и заполнение лакун (ID №: 373)	2007-2009	Центр экологии и продуктивности леса РАН	Замолотчиков Д.Г.
Разработка модели энергозатрат, учитывающая особенности теплообмена различных возрастных и половых групп животных (на примере северного оленя), формирование информационной модели климата ареала таймырской популяции диких северных оленей	2007-2009	Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН и НИИСХ КС	В.В. Михайлов
Исследование потоков биогенных элементов в прибрежных районах, эстуариях и эстуарных зонах морей сибирской Арктики	2007-2009	ААНИИ	Смагин В.М.
Комплексные экспедиционные исследования экосистем Баренцева и Берингова морей	2007-2009	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии	Сапожников В.В.
Мониторинг влажных атмосферных выпадений загрязняющих веществ в наземных экосистемах Российской Арктики и в Приполярных регионах на территории Российской Федерации	2007-2009	Главная геофизическая обсерватория	Полищук А.И.
Исследование эолового и ледового переноса и потоков вещества (включая экотоксиканты) в Арктике	2007-2009	Институт океанологии РАН	Шевченко В.П.
Сравнительное изучение устойчивости планктонных сообществ прибрежных	2007-2008	Институт океанологии РАН	Мошаров С.А.

районов арктических морей России к токсическим веществам (на примере тяжелых металлов)			
Мониторинг влияния климатических изменений и антропогенного воздействия на видовое разнообразие и структуру донных сообществ Баренцева моря	2007-2009	Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН	Матишов Г.Г.
Мечение белухи	2007-2009	Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО)	Светочев В.Н.
Исследование бентосной и пелагической биоты Арктики	2007 – 2009	Зоологический институт РАН	Сиренко Б.И.
Выполнение разрезов SR1 и SR2 через пролив Дрейка и от Африки до Антарктиды на судах ИО РАН «Академик Вавилов» и «Академик Иоффе»	X-XII 2007 – X- XII 2008	Институт океанологии РАН	Соков А.В.
Искусственные радионуклиды в экосистемах Арктики	2007-2009	Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН	Матишов Д.Г.
Экологические аспекты формирования и динамики паразитофауны птиц Западной Арктики	2007-2009	Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН	Куклин В.В.

*/ аббревиатура организаций - участников научной программы МПГ представлена на сайте <http://www.polarpost.ru/3-IPY/3IPY-RUS-Organizations.htm>

Таблица 6.22. Проекты в области оценки воздействия на биоразнообразие разных факторов, реализуемые по направлению 4 «Морские и сухопутные экосистемы Арктики и Антарктики» Научной программы участия России в Международном Полярном Году (2007-2008 гг.)

Оценка и прогноз загрязнения наземных и водных экосистем европейской Арктики под влиянием угледобычи	2007-2009	Институт биологии КНЦ УрО РАН	Дегтева С.В.
--	-----------	-------------------------------	--------------

(Воркутинский промышленный район)			
Стойкие органические загрязнители (СОЗ) в организме кольчатой нерпе и белом медведе в российской Арктике	2007-2009	НПО «Тайфун»	Коноплев А.В.
Моделирование биоклимата ареала популяции дикого северного оленя	2007-2009	Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН	Михайлов В.В.
Состояние экосистем и биоразнообразие морей Арктического бассейна в связи с глобальными изменениями климата и антропогенным воздействием	2007-2009	Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН	Матишов Г.Г.
Территориальное размещение и миграции диких северных оленей таймырской популяции в условиях климатических изменений – морфофизиологический, генетический и модельный подходы	2007-2009	Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера ТСХА	Колпащиков Л.А.
Экосистема морского льда в условиях изменений климата в Арктике	2006-2009	Институт океанологии РАН	Мельников И.А.
Сравнительные исследования морских экосистем Арктики и Антарктики и потенциальных последствий изменения климата	2007-2010	Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО)	Ожигин В.К.
Изменения климата и состояние морских и прибрежных экосистем в Полярных областях	2007-2009	Российский Государственный гидрометеорологический университет	Смирнов Н.П.
Здоровье популяций морских полярных птиц	2007-2009	ААНИИ	Гаврило М.В.
Биологические ресурсы для коренного населения Западной Чукотки: новые перспективы	2007-2008	Зоологический институт РАН	Тихонов А.Н.
Исследование бентосной и пелагической биоты Арктики	2007	Зоологический институт РАН	Сиренко Б.И.
Изучение экологии белухи (<i>Delphinapterus leucas</i>) в Белом, Баренцевом и Карском морях с использованием датчиков спутниковой	2007-2009	Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и	Светочев В. Н.

телеметрии		океанографии (ПИНРО)	
Роль морских млекопитающих в экосистеме Баренцева моря	2007-2009	Полярный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО)	Забавников В.Б.
Технологии дистанционного зондирования в исследовании биологического разнообразия и продукционного потенциала фитоценозов восточно-европейских тундр.	2007-2009	Институт биологии КНЦ УрО РАН	Елсаков В.В.
Комплексные исследования Баренцева и Берингова морей и оценка изменений их экосистем за последние 50 лет	2006-2009	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)	Сапожников В.В.
Современные тенденции изменений арктической биоты и экосистем в условиях меняющегося климата (координация направления 4 Российской программы МПГ)	2007-2009	Институт географии РАН	Тишков А.А.
Изменения разнообразия и численности морских птиц Белого моря за последние 50 лет	2007-2009	Институт географии РАН	Тертицкий Г.М.

Например, по национальной научной программе МПГ 2007-2008 годов Институтом географии РАН выполнен интегральный проект *«Современные тенденции изменений арктической биоты и экосистем в условиях меняющегося климата»* и проект *«Изучение численности и ареалов животных и растений в полярных областях в условиях меняющегося климата и хозяйственного освоения»*. В их рамках были получены следующие результаты:

– выявлена динамика изменений разнообразия, численности и размещения морских птиц на архипелагах Белого моря за последние 50 лет; показаны современные тенденции, обусловленные, как природными (повышение среднегодовых и летних температур, увеличение периода с положительными температурами, динамикой морских льдов и зимней полыньи, трендами развития биоты литорали и пр.), так и антропогенными факторами (загрязнение, активизация транспортных перевозок, изменение структуры рыбного промысла). Потепление климата способствовало более раннему гнездованию видов птиц, зимующих в акватории Белого моря (обыкновенная гага, чистик) и на виды птиц, зимующих в прибрежных районах Западной Европы и Баренцева моря (серебристая, морская и сизая чайки, большой баклан).

- впервые установлена численность уникальных (мирового значения) популяций арктических гусеобразных острова Колгуев (Ненецкий а.о.): белолобых гусей - 400 000 – 600 000 особей (более 30% от общей численности зимующей в Европе популяции), гуменника в 160 000 – 200 000 особей (также около 30% европейской популяции), белошеких казарок более 170 000 особей (42% от популяции в России).

- на основе картографического анализа и синтеза результатов полевых исследований в малоисследованных регионах российской Арктике выявлены тенденции динамике численности и распространении 57 видов арктических видов куликов. Подготовлен к печати “Атлас ареалов гнездящихся куликов Российской Арктики”.

- проведена реконструкция становления тундровой биоты в плейстоцене-голоцене в Европейском секторе Арктики для пяти хронологических срезов: максимума последнего оледенения (24-17 тыс. л. н.), позднеледниковья (17-12,4 тыс. л. н.), межстадиальных потеплений бёллинг-аллерёд (12, 4- 10,9 тыс. л. н.), стадийного похолодания позднего дриаса (10,9-10,3 тыс. л. н.) и раннего голоцена (10,3-8,0 тыс. л. н.). Близкие к современным границы тундровой зоны и состав фауны определились к началу атлантического периода голоцена, а пространственная структура климатической системы российской Арктики, сформировавшаяся на границе плейстоцена и голоцена, в течение последних 8 000 - 10 000 лет, сохраняет свою устойчивость;

- сделан обзор тенденций природной и антропогенной динамики в состоянии биоты и экосистем АЗРФ в последние десятилетия в связи с изменениями климата и ростом антропогенной активности в Арктике.

6.6.4. Исследования биоресурсов российской Арктики в рамках научной программы Международного Полярного Года 2007-2008 годов

Близко к проблемам сохранения биоразнообразия примыкает тематика по оценке изменений биоресурсов в Арктике. В российских исследованиях по МПГ 2007-2008 гг. она появилась впервые. Особо следует отметить, что в процессе реализации международной и национальных программ МПГ она в значительной степени была ориентирована на коренные народы Арктики и выявление последствий изменений окружающей среды и климата для традиционного природопользования. Еще при подготовке МПГ эти проекты распределились по двум направлениям – (1) изучение природной и антропогенной динамики наземных и морских экосистем и (2) оценка социально-экономических последствий климатических изменений в Арктике.

В рамках первого направления из реализованных *международных проектов МПГ* (т.н. «био-кластеров») можно выделить (сохраняются оригинальные названия на английском языке, что позволяет избежать искажений тематики при обратном переводе):

1. ID No: 505 «CircumArctic Rangifer Monitoring and Assessment (CARMA)». Российскими участниками (Колпащиков, 2010) собраны уникальные сведения о численности таймырской популяции дикого северного оленя и проведен синтез результатов многолетних исследований об её территориальном размещении. Под влиянием антропогенных и техногенных факторов популяция в последние десятилетия смещается с западного Таймыра в центральную и восточную части полуострова. Численность популяции в 2009 г. составила 486

тыс. голов против 600 тыс. голов в 2003 г. Выявлено, что для популяции характерен высокий уровень промысловой нагрузки на популяцию (15-20 тыс. голов в год) и браконьерства. Предполагается, что она находится в начале стадии кризиса и падения численности, что негативно скажется на состоянии коренного населения.

2. ID No: 553 «Herbivores travelling between Arctic and Temperate regions: northern geese in a CHanging world (HATCH)». С российской стороны в проекте участвовал К.Е. Литвин (Научно-информационный Центр кольцевания птиц России), который осуществлял синтез данных по изменениям миграций гусеобразных российской Арктики. Численность гусей – важного ресурса промысловой фауны Западной Европы - существенно возросла в последние годы. Причины этого не до конца понятны. Одна из них связана с перемещением части популяций зимующих гусей из Юго-Восточной Европы. Мечение и изучение миграций помогают установить масштабы этих изменений.

4. ID No: 61 «Health of arctic bird populations (BIRDHEALTH)». С российской стороны в проекте участвовала М.В. Гаврило (ААНИИ). Систематические наблюдения за распределением и численностью морских птиц и млекопитающих (судовые учеты и аэровизуальные наблюдения) на большей части акватории высокой Арктики проводились впервые (Гаврило, 2010). За период МПГ состоялось несколько экспедиций, в том числе по проекту «Оценка состояния популяций ключевых видов морских птиц Арктики». Получены уникальные сведения о распределении и численности морских птиц в условиях аномальной ледовой ситуации, сложившейся в Восточном секторе Арктики, собраны сведения по экологии ряда ключевых видов, материалы для оценки здоровья их популяций. Для отдельных видов птиц (например, для белой чайки) обнаружены новые гнездовые колонии (на островах Рудольфа, Комсомолец, Шмидта).

5-6. ID No: 672 «Arctic WOLVES» и «An International Polar Year initiative to use predators as indicators of arctic changes». Впервые в истории МПГ в России для систематического сбора информации к работам привлечены арктические заповедники и их сотрудники – Ненецкий, Большой Арктический, Усть-Ленский, Остров Врангеля (<http://www.arctic-predators.uit.no/>). Российскими и норвежскими молодыми учеными подтверждена уникальная роль хищных животных, стоящих на высших уровнях «трофической пирамиды» арктических экосистем и способных наиболее чутко реагировать на изменения климата. Начат циркумполярный мониторинг изменений в популяциях аборигенных видов хищных птиц и млекопитающих (волк, россомаха, песец, поморники, сапсан, кречет, полярная сова и др.) и более южных видов, которые вслед за потеплением климата распространяются в Арктику (лисица, бурый медведь и др.).

В рамках второго направления среди *международных проектов МПГ* (т.н. «социо-кластеров») выделяются проекты, связанные в основном с развитием оленеводства в меняющихся условиях среды:

1. ID No: 100 «Monitoring of Development of Traditional Indigenous Land Use Areas in the Nenets Autonomous Okrug, Northwest Russia (MODIL-NAO)». В реализации проекта с российской стороны участвовала Ассоциация ненецкого народа «Ясавей» (В. Песков), Информационно-аналитический центр Ненецкого автономного округа. Выявлена важная роль, которую играют биоресурсы в традиционном питании коренных народов. База данных и ГИС,

подготовленные по результатам проекта, представлены на его сайте <http://npolar.no/ipy.nenets> и на сайте «Ясавэй» <http://www.yasavey.org>.

2. ID No: 556 «Reindeer system and climatic change (RSCC)». Проект объединил исследования домашнего оленеводства в Якутии и на севере полуострова Камчатка. Знания и опыт оленеводов, накопленные веками, представляют огромную ценность для ученых как в контексте сохранения традиционных отраслей хозяйствования и уникальной культуры, так и в контексте адаптации оленеводов округа к изменяющимся климатическим условиям.

2. ID No: 531 «Arctic Vulnerability Network Study: Reindeer Herding in a Changing Climate - Coping Mechanisms and Adaptive Capacity (RENNET)» и «Сетевое исследование уязвимости оленеводов» (<http://www.reindeerblog.org/tag/ealat/>). В результате реализации проекта в России (Ненецкий, Ямало-ненецкий, Таймырский и Чукотский а.о. и Республика Якутия-Саха) проведено сетевое исследование уязвимости северного оленеводства к изменениям климата в Арктике. Показано, что оленеводство, широко распространено в Норвегии, Швеции, Финляндии, России, США, Канаде и Гренландии охватывает более чем 20 различных этносов коренных народов Арктики, включает в себя около 100 000 оленеводов, которые выпасают 3 миллиона домашних северных оленей почти на 4 миллионах квадратных километра. Изменения климата приводят к изменениям растительности пастбищ, их продуктивности и доступности кормов, меняют сроки традиционного пастбищного хозяйства, пути миграций и условия выпаса, особенно зимой.

3-4. ID No: 66) «The herd's calendar: annual profile of a reindeer herd on Kola Peninsula (HERDS CALENDAR) и ID No: 408 «NOMAD Expedition: Synergetics between Climate Change and Extensive Reindeer Economy on the Kola Peninsula». Оба проекта, в которых участвовали российские ученые (А.В. Воронин, Мурманский государственный педагогический университет; В.Н. Головин, ГМС «Колм-явр», Мурманская область) и руководители 2-х оленеводческих сельхозкооперативов Кольского полуострова, ориентированы на состояние оленеводства саамов. Вместе с личными хозяйствами в регионе выпасается всего около 60 тысяч домашних оленей (раньше их было более 100 тысяч). Одной из причин заметного снижения численности стало глобальное потепление климата. В последние 3 года среднемесячные температуры зимы были на 4-7°C выше нормы. По этой причине реки полуострова стали поздно замерзать, что привело к задержке перегона животных в места подсчета и убоя на несколько месяцев (до апреля, вместо декабря). Синергизм изменений климата и оленеводства на Кольском полуострове отмечен в специальной публикации (Константинов, Владимирова, 2008).

5. ID No: 899 «Circum-Arctic Socio-Environment Assessment for achieving Sustainability: Integrating science, local knowledge, policy and education (CASEAS)» и ID No: 1085 «Circum-Arctic Terrestrial Biodiversity Initiative (CAT-B)». И в первом и во втором проектах среди лидеров от российской стороны Т.К. Власова (Институт географии РАН). Первым итогом реализации проекта в российской Арктике в отношении биоресурсов стало создание сети социального мониторинга в ряде мест компактного проживания коренного населения на Кольском полуострове, в Архангельской области, в Республике Коми и в Ненецком автономном округе (<http://www.iaoss.igras.ru>).

Национальная программа МПГ 2007-2008 гг. также включала несколько проектов, посвященных изучению динамики состояния запасов биологических ресурсов в условиях меняющегося климата и антропогенной трансформации арктических экосистем. Некоторая информация о них имеется на сайте Зоологического института РАН - http://www.zin.ru/projects/RCBD_ZIN/index.html.

1. Биологические ресурсы для коренного населения Западной Чукотки: новые перспективы (А.Н. Тихонов, Зоологический институт РАН). Предварительные результаты исследований по проекту представлены в статье Б. И. Сиренко и С. Ю. Гагаева (2010).

2. Климатогенные и антропогенные изменения биоты и экосистем Российской Арктики: анализ современных тенденций и прогноз (А.А. Тишков, Институт географии РАН). По исследованиям 2007-2009 гг. установлена численность уникальных (мирового значения) популяций арктических гусеобразных острова Колгуев (Ненецкий автономный округ): популяции белолобого гуся - 150 000 - 250 000 (более 30% от общей численности зимующей в Европе популяции), гуменника – 60 000 - 70 000 гнездящихся пар, белошеких казарок - 170 000 особей (42% от популяции в России).

3. Российская Федерация – Поддержка национального плана действий по защите Арктической морской среды (Минэкономразвития России, Б.А. Моргунов). В особом разделе подготовленной в рамках проекта Стратегической программы действий рассмотрены последствия загрязнения, антропогенной трансформации и изменений климата для биоресурсов российской Арктики. На сайте проекта http://www.npa-arctic.ru/rus/publications_ru.html размещены публикации по управлению биоресурсами в условиях меняющегося климата и активизации деятельности добывающих компаний.

4. Состояние экосистем и биоразнообразие морей Арктического бассейна в связи с глобальными изменениями климата и антропогенным воздействием (Г.Г. Матишов, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН). Результаты исследований обобщены в серии публикаций Института (<http://www.mmbi.info/page41/>) и в итоговом томе «Морские и наземные экосистемы» (Матишов и др., 2010; Макаревич, Ишкулов, 2010 и др.). Специально ресурсной тематике МПГ 2007-2008 гг. посвящены некоторые коллективные монографии Института (Биология и океанография ..., 2007; Биология и физиология ..., 2008; Кольский залив: освоение ..., 2009; Природа морской Арктики, 2010).

5. Территориальное размещение и миграции диких северных оленей таймырской популяции в условиях климатических изменений – морфофизиологический, генетический и модельный подходы (Л.А. Колпащиков, Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крайнего Севера СО РАСХН). Таймырская популяция дикого северного оленя – крупнейшая в мире. Участники проекта в рамках ежегодных экспедиций 2007-2009 гг. «Изучение пространственной и временной динамики популяции диких северных оленей на примере таймырской популяции» выявили тренд снижения ее численности, изменения в сезонном размещении и характере миграций. Показано, что в связи с деятельностью Норильского комбината из состава пастбищ, осваиваемых популяцией, выпало около 20 млн. га, а расширение браконьерства привело к нарушению её поло-возрастной структуры.

6-7. «Изучение экологии белухи (*Delphinapterus leucas*) в Белом, Баренцевом и Карском морях с использованием датчиков спутниковой телеметрии» (В.Н. Светочев, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии) и «Роль морских млекопитающих в экосистеме Баренцева моря» (В.Б. Забавников, Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии). В 2008-2009 г. в процессе морских исследований проведено мечение животных, выявлены их сезонные миграции, места концентрации и численность.

На основании исторических материалов и результатов наблюдений в период МПГ 2007-2008 гг. выявлены последствия изменений *состояния биоресурсов Арктики* для таких видов деятельности, как рыболовство, оленеводство, охотничье хозяйство, традиционное природопользование коренных народов. В целом материалы исследований МПГ 2007-2008 гг. по биоресурсам Арктики и Антарктики обобщены в информационных бюллетенях «Новости МПГ 2007/08» (http://www.ipyrus.aari.ru/mpg_News.pdf), в специальном выпуске журнала «Экологическое планирование и управление» №№3-4, 2008 г. (Крупник, 2008; Андреева, 2008; Богословская и др., 2008; Власова и др., 2008; Константинов, Владимирова, 2008; Штаммлер, 2008), а также в томе «Морские и наземные экосистемы» в серии «Вклад России в МПГ 2007/2008» (Беликов, 2010; Колмашиков, 2010; Матишов, Тишков, 2010) и других публикациях (Тишков, 2007, 2009; Тишков и др., 2008; Tishkov, 2009).

Среди несомненных достижений в изучении биоресурсов по программам МПГ 2007-2008 гг. можно выделить:

- уточнение данных о реальных запасах биологических ресурсов морских и наземных экосистем и их трендах в связи с изменениями климата и антропогенной трансформацией;
- доказательства прямого и опосредованного влияния изменений в состоянии биоресурсов на региональную экономику и традиционное природопользование коренных малочисленных народов Севера;
- выявление негативных последствий изменения состояния биоресурсов (запасов, качества, загрязнения) для жизнеобеспечения и здоровья местного населения.

6.7. Оценка (прогноз) возможных изменений биоты и сухопутных экосистем и перспективы международного сотрудничества в данной области

6.7.1. Охрана редких экосистем и редких видов растений и животных Арктики

Деятельность человека в Арктике, если ее не регламентировать, способна в короткий срок превратить богатый жизнью циркумполярный пояс в однообразную «серо-бурую техногенную пустыню», как это наблюдается вокруг Норильска, Мончегорска и др. Но пока в большинстве регионов этот процесс не принял широких масштабов и имеется возможность для стабилизации обстановки. в то же время, весьма остро стоит проблема сохранения *редких и уникальных экосистем Арктики*, служащих биотопом для большей части биоты. Занимая по площади не более 5-10%, эти экосистемы несут основную нагрузку по сохранению высокого уровня биоразнообразия в регионах, оставаясь своего рода рефугиумами для основной массы

растений и животных. Перечислим основные типы редких и уникальных экосистем Арктики, нуждающихся в особой территориальной охране:

1. **Луговины в пределах полярных пустынь и арктических тундр** на островах и вдоль побережья Северного Ледовитого океана. Они формируются в условиях благоприятной экспозиции на естественно богатых грунтах. Примером здесь могут служить экосистемы бухты Тихой на Земле Франца-Иосифа и прибрежные участки юга Северной Земли. Увы, на Новой Земле, о-ве Колгуев, западном Побережье Ямала, вдоль севера Обской губы, в окрестностях полярных станций на ЗФИ и в других регионах эти экосистемы оказались разрушенными.

2. **Орнитогенные луга под птичьими базарами высокой Арктики.** В условиях достаточности азотного и фосфорного питания в тундрах и в каменистых местообитаниях формируется злаково-разнотравные группировки, которые служат убежищем для многих более южных видов растений и животных. В то же время после прекращения существования птичьего базара эти луга исчезают в течение нескольких лет. Поэтому основная проблема их сохранения - сохранение колоний морских птиц. Буквально за последние 40-50 лет произошло существенное обеднение состава и даже исчезновение многих птичьих базаров на островах Мурмана, на Новой Земле и других островах и побережье Северного Ледовитого океана и Берингова моря. Последствием этого стала трансформация эвтрофной луговой растительности высоких широт и выпадение целого ряда видов растений из региональных флор.

3. **Марши и приморские солончаковые луга.** Сравнительно незначительный по занимаемой площади тип экосистем имеет важное значение в становлении ландшафтов прибрежной полосы. Марши представляют собой пионерные стадии галофитной сукцессии арктических экосистем, останавливают эрозионные процессы на выположенных участках морского побережья и, главное, служат местами скопления мигрирующих птиц - гусей, гаг, казарок, уток, куликов. Эти экосистемы в районах хозяйственного освоения и близ полярных поселков разрушаются полностью, что стимулирует процессы разрушения берегов и формирования мелководий.

4. **Растительные сообщества коренного берега северных рек** (т.н. "яры"). Они различны по структуре, но их объединяет положение в рельефе, ослабление действия мерзлотных процессов, наличие легких грунтов и благоприятный режим снегонакопления. Основу покрова здесь составляют кустарниковые заросли, тундровые луга и фрагменты тундр на участках, где снег зимой практически сдувается. Для многих регионов Арктики именно в этих биотопах отмечается наивысший уровень биологического разнообразия, а по долинам рек осуществляются многие миграции животных и их проникновение в северные широты в процессе расширения ареала. Долгие годы реки служили практически единственными транспортными артериями при освоении Арктики, но экосистемы коренных берегов рек сохраняли свои позиции. С развитием техники, укрупнением речного транспорта и использованием зимников вдоль рек стало очевидным, что эти уникальные экосистемы уязвимы к транспортным нарушениям, волнобою и любым механическим повреждениям растительного покрова. Несмотря на глубокое залегание мерзлоты (по сравнению с водораздельными тундрами), здесь сразу после техногенных нарушений происходят процессы термокарста и термоэрозии, развивается солифлюкция, которую практически невозможно остановить. В особо опасном состоянии сейчас находятся экосистемы берегов Печоры, Усы и

их притоков, рек низовьев Оби и Южного Ямала, Обь-Тазовского междуречья, западного Таймыра (в первую очередь Пясины), Яны, Индигирки, Колымы и др. Наиболее острой формой воздействия на эти экосистемы стали: транспортировка крупных барж в весеннее половодье, форсирование водных преград гусеничным транспортом, прокладка зимников вдоль берега без учета эрозионной опасности, форсирование рек газо- и нефтепроводами, добыча и вывозка гравия в тундровых реках. Масштабы этих нарушений и их последствий настолько велики, что требуют особого обсуждения. В отличие от степного оврагообразования в тундре рост оврагов и развиваемые склоновые процессы, в т.ч. солифлюкцию берегов, не остановить. Поэтому как в случае с водоохранными лесами, пойменную растительность тундровых рек следует отнести к системе охраняемых природных территорий, использование которых для прокладки коммуникаций и для строительства запрещено.

5. Пойменные кустарниковые заросли. В арктических и субарктических тундрах это важный элемент ландшафта. Исторически сложилось, что они интенсивно эксплуатировались местным населением - вырубались на топливо и для других целей. В ряде регионов пойменные кустарниковые заросли исчезли (п-ов Таймыр, северная Якутия, Чукотка), а в некоторых они сохранились как современные реликты лесотундрового ландшафта - например, в полосе относительного безлесья в районе Воркуты.

6. Заросли крупных кустарников и пойменные леса в тундровой зоне. Высоко в Арктику пойменные ивняки (а на востоке - тополевики и чозениевые леса) заходят по Печоре, рекам низовьев Оби и Енисея, Пясине, Яне, Колыме, Индигирке, Анадырю и Амгуэме. В жизни местного населения они играли важную роль как поставщики топлива, строительного материала и места укрытия коренного населения в период сезонных кочевков. Практически все сохранившиеся участки пойменных лесов и крупных кустарников требуют сохранения и особого режима пользования, в том числе и на этнических территориях в зонах традиционного природопользования.

7. Леса на северном пределе. Леса в границах тундровой зоны. Реликтовые лесные экосистемы в полосе относительного безлесья, сохранившиеся после уничтожения их человеком. Практически вдоль всей полосы тундровой зоны от Кольского полуострова до Чукотки выделяется полоса притундровых лесов и собственно лесотундры. На северо-востоке ее сменяют редколесья и стланники холодных гор хребта Черского, Верхоянского хребта и др. Но везде роль северного форпоста леса в ландшафте, формировании микроклиматических условий, в стабилизации мерзлотных процессов и, конечно, в жизни северных народов была и остается весьма важной (Крючков, 1987). Примерно половину своей площади они потеряли в процессе хозяйственного освоения Севера на протяжении последних веков. Основными факторами трансформации были вырубка, пожары и выпас в молодняках и по подросту, а в последние десятилетия к ним прибавились и такие формы как химическое загрязнение (например, на Кольском п-ове, в окрестностях Норильска), карьерные разработки, прокладка дорог и продуктопроводов и пр. Они занимают около 450 тыс. км² (ранее, по нашим оценкам, около 1 млн. км²) и отнесены к защитным лесам согласно Статьи 10 Лесного кодекса (2006). Но мер, предусмотренных законом, явно недостаточно для сохранения этой уникальной циркумполярной полосы экосистем. Она имеет в разных регионах неодинаковый набор доминантов, но по своим функциям эти экосистемы весьма однотипны. На Кольском п-ове особое внимание привлекают сохранившиеся островки березового криволесья в долине р.

Поной, ельники на мысе Турий. На Европейском Севере много уникальных участков леса на северном пределе встречается по рекам Чешской губы, на Тимане, в низовьях Печоры. Южный Ямал, Тазовский и юг Гыдана практически полностью представляют из себя полосу лесных притундровых островов, сохранение и восстановление которых - единственное средство стабилизации экологической обстановки в регионе. Для Таймыра создание единственных в стране заповедных территорий в лесотундре (филиалы Таймырского заповедника - Ары-Мас и Лукунский) не решают проблемы сохранения лесов на северном пределе. Тем более, что здесь располагается самый мощный в мире очаг химического загрязнения притундровых редколесий - район Норильского медно-никелевого комбината. Несмотря на то, что лиственничники оказались более устойчивыми к химическому загрязнению, чем ельники, но и они здесь погибли на значительных площадях. Наконец, на севере Якутии (уникальный лесной остров Тит-Ары в низовьях Лены и на р. Ухунку) и на Чукотке большую роль в трансформации лиственничников и других лесов сыграл выпас, пожары и рубки. Сейчас здесь представлены островки лиственницы, тополя, чозении, березы каяндера и нет территорий, где режим охраны позволил бы им сохраниться и восстановиться. Отсутствие развитой системы охраняемых природных территорий вдоль полосы притундровых лесов - основная причина продолжающегося их разрушения в районах нового освоения в регионах Тиман-Печоры, Южном Ямале, Обь-Тазовском междуречье и др.

8. Реликтовые степи и остепненные участки в пределах Якутского и Чукотского секторов Арктики представляют собой уникальное явление, существенно обогащающее биоразнообразие АЗРФ за счет целого ряда степных форм растений (ковылей, овсяниц, полыней и пр.) Эти экосистемы существенно трансформированы в связи с их вовлечением в сельскохозяйственное использование, выпасом оленей и частыми пожарами. Примеров их деятельной охраны в заповедниках нет. Вне территориальной охраны этот тип экосистем будет сокращать площадь распространения.

9. Уникальные арктические экосистемы, формирующиеся на выходах известняков и каменистых субстратах. Обычно здесь отмечается возрастание биоразнообразия по сравнению с водораздельными зональными тундрами и каждый из таких участков требует внимания и сохранения. Как у типичных реликтовых сообществ, возможностей для восстановления у кальцеофильных и петрофильных сообществ Арктики практически нет. Поэтому требуется своевременная инвентаризация этих экосистем и включение их в систему охраняемых природных территорий.

10. Пойменные и дельтовые комплексы арктических рек, сформированные в условиях таликов (отсутствия мерзлоты), с хорошо прогреваемыми мелководными водоемами, фрагментами разнотравно-злаковой луговой растительности и кустарниковых зарослей. Эти местообитания оптимальны для гнездования водоплавающих птиц, в том числе редких и исчезающих, нереста лососевых и сиговых рыб.

11. Экосистемы горных массивов и возвышенностей на тундровых равнинах, которые отличаются мозаичностью местообитаний, наличием реликтовой и эндемичной флоры и фауны, фрагментами экстразональной растительности на южном и северном склонах и элементами высотной поясности. Часто здесь создаются уникальные условия для снегонакопления и, соответственно, развития растительности более южных природных зон. Территориальная

охрана таких участков в Малоземельской и Большеземельской тундре, на о. Колгуев, на п-вах Ямал, Гыдан и Таймыр, в азиатской полосе тундр и на Чукотке позволяет сохранить региональные центры высокого биоразнообразия и наземных арктических экосистем.

Еще одним показателем *антропогенной трансформации северной биоты и экосистем и развития покровительственной охраны биоразнообразия* можно считать наличие в регионах *редких видов растений и животных*. По сравнению с другими природными зонами полярные пустыни, тундры, лесотундра и северная тайга не отличаются большим богатством редких и эндемичных видов. В то же время, Красные книги северных регионов включают традиционно достаточно высокое разнообразие редких видов (**Табл. 6.23**).

Программа Арктического совета CAFF издала “Atlas of rare endemic vascular plants of the Arctic” (1999), в который включен аннотированный список 96 редких и эндемичных растений циркумполярной Арктики и описание мест их произрастания. Обращает на себя внимание, что значительное количество этих видов представлено именно в российской Арктике, в том числе в 4-х крупных точках – Полярный Урал, полуостров Таймыр, дельта Лены и ее окрестности, полуостров Чукотка и остров Врангеля. Причем, последний лидирует по числу включенных в список эндемичных видов – 24, а дельта Лены и прилегающие горные массивы, хотя и представлены только 5 видами (например, *Corydalis arcticf*, *Salix berberiflora*), но имеют перспективы расширить этот список после более детальных исследований. Настораживает тот факт, что почти половина – 47% видов не охраняется, т.е. их популяции не представлены на ООПТ высшего уровня. Еще 23% этих видов охраняется частично, т.е. представлены на ООПТ регионального и местного уровня, часть которых к 2010 г. фактически перестала существовать. И лишь 30% циркумполярного списка редких и эндемичных растений представлены своими популяциями на федеральных ООПТ и покровительственно охраняются. Это – международный аспект охраны редких видов арктических растений. Он долгие годы развивался профессором Б.А. Юрцевым, в том числе в рамках международного проекта «Панарктическая флора».

Другой аспект проблем сохранения флоры Арктики - сохранение редких и нуждающихся в охране видов арктических растений на национальном уровне. Таких в АЗРФ - около 300 видов из 54 семейств, в том числе астровых - 43, бобовых -35, капустных -32, лютиковых - 23, розоцветных - 23, мятликовых - 20, орхидных - 17, камнеломковых - 14, первоцветных - 10 (Дружинина, Мяло, 1990). Из них 23 вида были включены в Красную Книгу б. СССР (1984) и около 20 – в новый список Красной книги растений (2005). По разнообразию лидирует восточный сектор - в Магаданской области и на п-ове Чукотка "краснокнижных" видов - 12, на Командорских о-вах - 5, в Якутии - 2, на Кольском п-ове - 3, видов с широким ареалом -3. Практически все из них - эндемики и реликты. Один вид (*язвенник Кузеновой*), по-видимому, исчез. В заповедниках сохраняется лишь 6 видов (в Кандалакшском - 3, на о-ве Врангеля - 2, в Кроноцком - 1).

Список редких видов циркумполярных территорий, подготовленный в рамках международной программы сохранения арктической флоры и фауны опубликован (*Conservation Arctic Flora and Fauna, 2002*).

Обобщенно для решения проблем покровительственной охраны флоры АЗРФ, угрозы которой *прогнозно* определяются как региональные и локальные острые (при наличие

современной и перспективной хозяйственной деятельности в районе произрастания) можно сформулировать приоритетные направления:

- завершение инвентаризации флоры для всей АЗРФ и ее отдельных регионов, особенно в отношении споровых растений;
- проведение оценки степени деградации флоры регионов хозяйственного освоения и выявление тенденций изменения ее состава и структуры, в том числе за счет инвазий чужеродных видов;
- расширение представленности редких и исчезающих растений на охраняемых природных территориях разного статуса и категории;
- создание новых охраняемых природных территорий в местах массового произрастания редких, эндемичных и реликтовых видов;
- издание научных и научно-популярных сводок по флоре Арктики и ее отдельных регионов и по проблемам ее сохранения;
- проведение широкомасштабных мероприятий по экологической реставрации нарушенных земель с использованием местного посадочного материала;
- создание системы "питомников дикой флоры" (*Wild flowers farms*) для региональных банков редких видов и производства посадочного материала для экологической реставрации нарушенных тундровых экосистем.

Таблица 6.23. Редкие виды растений и животных в Красных книгах северных регионов России, (обобщено по: Горбатовский, 2003, с дополнениями)

Регион	Год издания томов «Растения»/ «Животные»	Растения и грибы		Беспозвоночные животные		Позвоночные животные	
		Видов	в т.ч. по Красной книге РСФСР	Видов	в т.ч. по Красной книге РСФСР	Видов	в т.ч. по Красной книге РСФСР
Республика Карелия	1995	291	18	260	3	104	21
Республика Коми	1998/2009	394	8	53	1	54	13
Архангельская область	1995/	151	10	4	3	48	27
Ненецкий а.о.		123					
Мурманская область	2003	113	1	8	2	57	27

Ханты-Мансийский а.о.	2003	124	4	31	3	40	18
Ямало-Ненецкий а.о.	2006*	50	1	43	-	65	19
Красноярский край	2000	-	-	25	3	97	37
Республика Саха-Якутия	2000/2006**	350	21	-	-	69	21
Камчатская область*	1998					70	29
Магаданская область*	1998					62	24
Корякский а.о.*	1998	-	-	-	-	63	26
Чукотский а.о.*	1998	-	-	-	-	87	31

*/ по данным официального списка, опубликованного на сайте www.region-yamal.ru

**/ по данным

С момента первого синтеза сведений о Красных книгах северных регионов России (Горбатовский, 2003) прошло уже около 10 лет. За это время произошли некоторые изменения в административном устройстве регионов Севера Российской Федерации (объединились Корякский а.о. и Камчатская область в Камчатский край, с 2006 г. Таймырский а.о. и Эвенкийский а.о. стали муниципальными образованиями Красноярского края) многие регионы выпустили 2-ое издание Красных книг, ввели новое законодательство в этой области и провели дополнительные исследования для уточнения статуса охраняемых видов. Так, во втором, издании Красной книги Архангельской области (теперь уже без учета территории Ненецкого автономного округа) приведены сведения о 203 видах, отнесенных к восьми категориям редкости (5 видов грибов, 10 видов лишайников, 46 видов мхов, 90 видов сосудистых растений, 4 вида беспозвоночных и 48 видов позвоночных животных). В Красной книге Ненецкого автономного округа (2006) приведены сведения о 225 видах, отнесенных к восьми категориям редкости (123 вида растений, 66 видов животных и 36 видов грибов и лишайников). Для ориентации в текущем процессе ведения Красных книг мы предлагаем обратиться к ресурсам Интернета (Табл. 6.24)

Табл. 6.24. Региональные Красные Книги северных регионов России, информация по которым публикует Интернет (из: <http://www.plantarium.ru/page/redbooks.html>)

Регион	Число видов	Источник	Веб-сайт
Архангельская область	90	Постановление Главы Архангельской области	http://gis.dvinaland.ru/redbook/

		от 2 февраля 2005 г. № 29 «О Красной книге Архангельской области»	
Восточная Фенноскандия	571	Red Data Book of East Fennoscandia. Helsinki, 1998.	—
Камчатский край	141	Красная книга Камчатки. Том 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы. Петропавловск-Камчатский, 2007.	www.kamchatka.gov.ru
Республика Коми	236		www.undp-komi.org
Мурманская область	245	Красная книга Мурманской области. Мурманск, 2003.	www.ruslapland.livejournal.com
Ненецкий автономный округ	102		—
Республика Саха (Якутия)	337	Красная книга Республики Саха (Якутия). Т.1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Якутск, 2000.	www.nature.ykt.ru
Тюменская область	195	Красная книга Тюменской области: животные, растения, грибы. Екатеринбург, 2004.	—
Ханты-Мансийский автономный округ	117	Красная книга Ханты-Мансийского автономного округа: Животные, растения, грибы. Екатеринбург, 2003.	www.animals.ecougra.ru
Чукотский	102	Красная книга	—

автономный округ	Чукотского автономного округа. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений (покрытосеменные, папоротниковидные, плауновидные, мохообразные, лишайники, грибы), 2008.	www.law7.ru
Ямало-Ненецкий автономный 158 округ	Постановление Губернатора ЯНАО от 12.11.2001 № 668 (ред. от 14.09.2006) "О Красной книге Ямало- Ненецкого автономного округа"	

Важно отметить, что тенденции в состоянии популяций редких видов растений и животных АЗРФ за последнее десятилетие обозначились вполне конкретно. Во-первых, в связи с потеплением климата и снижением общей ледовитости Северного ледовитого океана произошли некоторые перестройки в характере местообитаний ряда морских млекопитающих (белый медведь, морж, тюлени и китообразные) и морских птиц, что привело к сокращению их численности. Во-вторых, в отдельных регионах (низовья Печоры, п-ов Ямал, западная часть п-ва Таймыр) существенно возросли антропогенные нагрузки на наземные экосистемы, что усилило процессы их фрагментации, деградации и загрязнения. Это, в свою очередь стало причиной снижения численности некоторых млекопитающих и птиц. Так, в 1997 году Ямало-Ненецкий автономный округ был одним из первых субъектов России, который издал свою Красную книгу. Она должна была переиздаваться один раз в десять лет. В настоящий момент в Красной книге Ямала - 65 видов позвоночных животных, 43 вида насекомых, 33 вида растений, 15 видов грибов и 2 вида лишайников. Однако за десять лет произошли значительные изменения по многим показателям биоразнообразия фауны и флоры на территории округа, назрела необходимость переиздания книги. В округе экосистемы подвергаются мощному антропогенному воздействию, это связано с интенсивным развитием газодобывающей промышленности и глобальным потеплением. Экологическая ситуация может привести к гибели многих видов и популяций животных и растений в округе. В течение последних десяти лет здесь создавался кадастровый учет, вносились замечания и предложения к новому изданию Красной книги Ямала. В ходе кадастровых работ были найдены редкие животные, не включенные в Красную книгу округа. И такая ситуация практически в каждом регионе АЗРФ

6.7.2. Приоритеты и перспективные направления международного сотрудничества в области сохранения сухопутной биоты и экосистем Арктики

В соответствии с принятыми Россией обязательствами в рамках Арктического Совета, а также учитывая задачи дву- и многосторонних соглашений с арктическими странами для стратегического планирования в области сохранения наземной биоты и экосистем в Арктике важно определить международные (циркумполярные) приоритетные риски и угрозы биоразнообразию. Они, как можно утверждать *априори*, связаны и с глобальными и региональными изменениями климата и широкомасштабными нарушениями экосистем в процессе расширения хозяйственной деятельности на суше Арктики. При этом количественное выражение прогнозируемых изменений и климата и антропогенной трансформации на данном этапе затруднено не только из-за отсутствия целевых комплексных программ научных исследований в данной области, но и в связи с исключительной динамичностью происходящих явлений в Арктике. Научные исследования таких процессов, как сокращение площади ледников и морских льдов, увеличение стока рек, опреснение моря, рост береговой эрозии, увеличение сезонно талого слоя мерзлоты и высвобождение ранее законсервированной органики и метана, усиление криогенных склоновых процессов, сдвиг границ распространения отдельных видов животных и растений к северу, изменение их численности, фенологических сроков, *проводятся не в масштабах всей Арктики, а на локальном и региональном уровнях*. Общая тенденция изменений биоты и экосистем, к сожалению, при такой постановке исследований не проясняется. Некоторый прогресс в этом направлении был достигнут в процессе реализации МПП 2007-2008 годов, когда были созданы циркумполярные сети мониторинга состояния биоты и экосистем.

Циркумполярный характер арктической зоны предполагает обязательное международное сотрудничество при решении региональных экологических проблем, в том числе и АЗРФ. Устойчивое, экологически сбалансированное функционирование арктических экосистем при климатических трендах и расширении хозяйственной деятельности в условиях постоянно проявляющихся последствий катастрофического характера – ускоренное таяние мерзлоты и рост сезонно-талого слоя, подъем уровня океана, эрозия берегов, изменение ледовой обстановки, опреснение морских вод, таяние ледников и пр. – и есть цель международного сотрудничества. В ее основе - устойчивое развитие и совместные природоохранные меры превентивной направленности по защите биоты и экосистем Арктики, в т.ч. развитие циркумполярной системы экологического мониторинга, формированием единой репрезентативной сети ООПТ, в том числе трансграничных, международные программы по сохранению редких видов арктической фауны, особенно мигрирующих.

Как сформировать пакет предложений по приоритетам и перспективным направлениям международного сотрудничества в российской Арктике в области сохранения сухопутной биоты и экосистем с учетом возможного изменения климата и расширения хозяйствования, прежде всего добычи углеводородов на суше и арктическом шельфе? В некоторой степени это вопрос в настоящее время решается в процессе реализации проекта ГЭФ/ЮНЕП «Российская Федерация – Поддержка Национального плана действий по защите арктической морской среды», в рамках которого подготовлена серия документов стратегического планирования и ведется работа по обоснованию инвестиций по предотвращению загрязнений, сохранению арктической биоты и реабилитации нарушенных экосистем.

К этому следует добавить действия по снижению негативного воздействия «горячих точек» российской Арктики, работы по которым могли бы также стать составной частью предложений по международному сотрудничеству в области устойчивого развития Арктической зоны Российской Федерации.

В итоге, на основании приоритетов, выделенных при прогнозе изменений биоразнообразия АЗРФ, анализе рисков и угроз можно сформировать **следующие приоритетные направления двустороннего и многостороннего международного сотрудничества** с учетом возможного изменения климата, в том числе в рамках программ Арктического совета:

1. Оценка, циркумполярный мониторинг и прогноз изменения климата и состояние атмосферы.
2. Изменения эмиссии и поглощения парниковых газов почвами, почво-грунтами, растениями и пресными водоемами: региональные оценки, моделирование и прогноз.
3. Оценки риска термоэрозии берегов рек, озер и морей для природных экосистем, населенных пунктов и инженерных сооружений: районирование, геоэкологический мониторинг и прогноз.
4. Биогеографические последствия изменений климата: выявление трендов в динамике численности, распространении видов, изменениях путей миграций, рисков трансформации биоразнообразия Арктики, том числе рисков инвазий чужеродных видов.
5. Изучение климатогенного движение северной и высотно-поясной границ леса и сокращение площадей зональных тундр на материковой части северной Евразии: оценка, мониторинг, прогноз.
6. Выявление связи роста риска развития биотических катастроф в Арктике с изменениями климата: травяных, торфяных и тундровых пожаров, катастрофических всплесков численности насекомых-фитофагов, формирования новых областей распространения природно-очаговых болезней, опасных для человека и пр.
7. Оценка критических изменений местообитаний некоторых типичных и редких арктических морских и сухопутных видов (белый медведь, дикий северный олень, водоплавающие и морские птицы) для разработки стратегии их сохранения в условиях антропогенной трансформации экосистем и меняющегося климата.
8. Корректировка стратегии развития международной репрезентативной и эффективной сети сухопутных арктических ООПТ с учетом последствий изменений климата и стратегии хозяйственной деятельности в регионе.
9. Выявление позитивных и негативных последствий изменений климата для развития лесной, рыбной и охотничьей отраслей в Арктике: оценка трендов, прогноз развития, рекомендации по адаптации к новым климатическим условиям.
10. Социально-экономические оценки рисков, угроз и неизбежных затрат населения в связи с необходимостью противостоять трансформации природных экосистем в связи с усилением термоэрозии, частоты наводнения, развития заболачивания, катастрофических воздействий ветров и штормов.

11. Разработка дополнительных мер по защите населения от инфекционных заболеваний, распространение которых обусловлено антропогенной трансформацией биоты и экосистем и потеплением климата Арктики. Оценка и прогноз заболеваемости населения Арктики в связи с изменениями климата и разработка региональных программ по снижению риска роста заболеваемости.
12. Обоснование и разработка комплекса мер по адаптации традиционного хозяйства малочисленных коренных народов Севера к климатическим изменениям: оленеводство, рыболовство, охотничий промысел, мелкотоварное производство, транспортные перевозки, кочевки и пр.
13. Прогноз деградации экосистем и традиционного хозяйства при расширении возможностей аграрного освоения северных земель при потеплении климата и разработка мер по снижению риска аграрного освоения.
14. Прогноз возможного куммулятивного эффекта и синергизма воздействия на здоровье населения загрязнения среды, роста УФ радиации и потепления климата и разработка мер по снижению риска и профилактике заболеваемости населения в прогнозируемых условиях среды.
15. Прогноз вероятности синергетического эффекта ускоренной трансформации регионального климата при изменении подстилающих поверхностей, сменах растительного покрова природных экосистем и загрязнения атмосферы.

Среди **приоритетных направлений международного сотрудничества** в АЗРФ, применительно к проблемам сохранения биоты и экосистем можно также выделить:

- Создание международной циркумполярной сети мониторинга состояния арктической биоты на базе арктических ООПТ и полярных станций.
- Включение системы федеральных ООПТ российской Арктики в международную сеть наблюдений за состоянием арктической биоты. Данное предложение необходимо озвучить на заседаниях Арктического совета и его программы CAFF (Россия в 2012 г. будет председателем в этой программе) и программы Циркумполярного мониторинга биоразнообразия (СВМР). К этому важно добавить создание в России межведомственного Центра мониторинга арктической биоты, с инициативой которого выступил проект ГЭФ «ЭКОРА», ВНИИ охраны природы и Институт географии РАН.
- Усиление сотрудничества в рамках Арктического совета по охране редких видов арктической фауны – белого медведя, китообразных, ластоногих, хищных птиц, водоплавающих птиц и др. Нужны отдельные международные программы сохранения редких видов, международный статус которых позволил бы компенсировать сокращение финансирования научно-исследовательских работ по охране редких видов в АЗРФ.
- Расширение международного сотрудничества по изучению и охране морских, водоплавающих и околоводных птиц Арктики для выяснения реальной картины уникальных динамических перестроек в составе, численности, структуре населения и миграциях птиц. Распространить данное сотрудничество на все регионы Арктики.

- Подготовка и реализация крупного международного научного проекта, посвященного проблемам современных изменений состава фауны, миграций и трендов численности птиц и млекопитающих Арктики под воздействием глобального потепления. Объединить разрозненные национальные и билатеральные работы в этой области в единый международный проект с лидерством России.
- Расширение совместных работ по анализу изменений в состоянии популяций арктических морских, проходных и пресноводных рыб в связи с загрязнением арктической среды, климатическими изменениями и ростом промысловых нагрузок на сухопутные экосистемы.
- Активизация международного сотрудничества на трансграничных ООПТ. Завершение процесса создания билатеральной Российско-Американской ООПТ в районе Берингова пролива. Подготовить и заключить соответствующее двустороннее соглашение.

Литература

- Адаптация и эволюция живого населения полярных морей в условиях океанического перигляциала. Отв. ред. Г.Г. Матишов. 1986. Апатиты. 471 с.
- Александрова В.Д. Геоботаническое районирование Арктики и Антарктики. Л., 1977. 188 с.
- Александрова В.Д. Растительность полярных пустынь СССР. Л.: Наука, 1983, 142 с.
- Алексеев М.Ю. Динамика популяций семги рек Кольского полуострова. Автореф. дисс. канд. биол. наук. Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004. 24 с.
- Андреева Е.Н., Петрякова О.Л., Фадеев А.И. Социально-экономические проблемы региона. В кн. Печорское море. Системные исследования. Под ред. Е.А. Романкевича, А.П. Лисицына, М.Е. Виноградова. М.: Издательство «Море», 2003. С. 393-428.
- Андреева Е.Н., Соколов В.К. Морское побережье постсоветской России: потенциал эффективного социально-экономического использования и пути его реализации. Российский экономический журнал, 2005, № 5-6. С. 23-40.
- Амирханов А.М., Тишков А.А., Белоновская Е.А. Сохранение биоразнообразия гор России. М.: МПР России, Институт географии РАН, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2002. 76 с.
- Андреева Е.Н. Арктическая прибрежная зона: проблемы управления природопользованием (МПП #138). Экологическое планирование и управление, №3-4, 2008. С.23-35.
- Андрияшев А.П., Чернова Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод. Вопросы ихтиологии. Т.34, 1994, № 4. С. 435 - 456.
- Арктическая флора СССР. 1960 - 1987. Вып. 1 - 10. Л.: Наука.
- Бабенко А.Б., Булавинцев В.И., 1997. Ногохвостки (*Collembola*) полярных пустынь Евразии. Зоол. журн. Т.76. N 4. С. 409 - 417.
- Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993, 293 с.

Базилевич Н.И., Тишков А.А. Первичная продуктивность зональных экосистем Полярного пояса. В кн.: Биологические проблемы Севера, ч. 1. Магадан: Институт биологических проблем Севера ДВНЦ АН СССР, 1983 а. С.197-198.

Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 297 с.

Базилевич Н.И., Тишков А.А. Зональные особенности продуктивности природных экосистем. В кн.: Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986а С. 50-181.

Бамбуляк А., Францен Б. Транспортировка нефти из российской части Баренцева региона (по состоянию на январь 2005 г). - Сванховд: Сванховд Экологический центр, 2005.

Бахарев В.И. Проблемные вопросы экологического состояния окружающей среды прибрежных районов Мурманской области: Анализ проблемы брошенных и затопленных судов в прибрежных районах Мурманской области как объектов экологической и навигационной опасности (на примере Кольского залива). Мурманск: Экологический фонд «Гармоничное развитие», Всемирный фонд дикой природы - WWF, 2005.

Беликов С.Е. Морские млекопитающие Российской Арктики: изменения численности и среды обитания под воздействием антропогенных и природных факторов. В кн.: «Вклад России в МПГ 2007/2008». Т. 3 «Морские и наземные экосистемы». М.: 2010 (в печати)

Бердников С.В. Разработка и применение математических моделей для прогнозирования изменений гидрохимического режима в устьевых областях и на шельфе северных морей России. В кн.: Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей. М.: «Наука», 2005. С. 60-81.

Беренбойм Б.И. Миграции и расселение. В кн. Камчатский краб в Баренцевом море (результаты исследований ПИНРО в 1993 - 2000 гг.). Под ред. Б.И. Беренбойма. Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. С. 41-53.

Биология и физиология камчатского краба побережья Баренцева моря. Отв. ред. Г.Г. Матишов; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. 170 с.

Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря. М.: Наука, 2007. 323 с.

Богословская Л.С. Киты Чукотки. Пособие для морских охотников.- М.: Институт Наследия, 2003.

Богословская Л.С., Вдовин Б.И., Голбцева В.В. Изменение климата в регионе Берингова пролива. Интеграция научных и традиционных знаний (SICU, VGU #166). Экологическое планирование и управление, №3-4, 2008. С. 36-48.

Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов. Под ред. Е.С.Мельникова, СЕ Гречищева. М.: ГЕОС, 2002.

Виноградов М.Е., Романкевич Е.А., Ветров А.А., Ведерников В.И. Цикл углерода в арктических морях России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 300-325.

- Водно-болотные угодья России. Под общей редакцией В.Г. Кривенко. Том. 1. М.: Международное бюро по сохранению водно-болотных угодий. 1998. 256 с.
- Водно-болотные угодья России. Под общей редакцией В.Г. Кривенко. Том. 3. Водно-болотные угодья, внесенные в перспективный список Рамсарской конвенции. М.: Международное бюро по сохранению водно-болотных угодий. 2000.
- Вомперский С.Э., Цыганова О.П., Ковалев А.Г., Глузова Т.В., Валяева Н.А. Заболоченность территории России как фактор связывания атмосферного углерода. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 124-145.
- Воронин П.Ю., Ефимцев Е.И., Васильев А.А., Ватковский О.С., Мокроносков А.Т. Проективное содержание хлорофилла и биоразнообразие растительности основных ботанико-географических зон России. Физиология растений, 1995, т. 42. С. 295-302.
- Воздействие потепления в Арктике. Cambridge University Press, 2004. 140 с.
- Грабб М., Вролик К., Брэк Д. Киотский протокол: Анализ и интерпретация. Пер. с англ. Издание 2-е. М.: «Харвест-Принт», 2002. 268 с.
- Добровольский Г.В., Трофимов С.Я., Седов С.Н. Углерод в почвах и ландшафтах Северной Евразии. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 233-270.
- Варгина Н.Е. Флора сосудистых растений. В кн.: Ары-Мас. Природные условия, флора и растительность самого северного в мире лесного массива. Л., 1978. С. 65-86.
- Груздев Б. И., Мартыненко В. А. Изменение флоры европейского северо-востока СССР под влиянием антропогенных факторов. В кн.: Актуальные проблемы сравнительного изучения флор: Материалы III рабочего совещания по сравнительной флористике. Кунгур, 1988. СПб: Наука. 1994. С. 303-310.
- Вильчек Г.Е., Л.Р. Серебрянный, А.А. Тишков. Устойчивое развитие Российской Арктики: что может география? Изв. РАН. Сер. геогр., 1997, №1. С. 29-39.
- Виноградов М.Е., Романкевич Е.А., Ветров А.А., Ведерников В.И. Цикл углерода в арктических морях России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 300-325.
- Власова Т.К., Даблдей Н., Хофгаард А. Построение сети социально-ориентированного мониторинга: проект PPS Arctic (МПП #151). Экологическое планирование и управление, №3-4, 2008. С.49-57.
- Горбатовский В.В. Красные книги субъектов Российской Федерации: Справочное издание. М.: НИИ-Природа, 2003. 496 с.
- Григорьев А.Ю., Зубакина Е.В., Костикова А.М., Пахорукова К.А. Экспорт нефти и будущее ключевых орнитологических территорий Балтийского и Баренцева регионов. - Мир птиц. Информационный бюллетень Союза охраны птиц России. Июль-декабрь 2004, № 29-30. С. 30-35.

Денисов В.В. Эколого-географические основы устойчивого природопользования в шельфовых морях (экологическая география моря). Апатиты: Издательство КНЦ РАН, 2002.

Дудников Н. Осетр в опале. Парламентская газета № 775 за 8.04.2001 г. http://www.pnp.ru/pg_nomers/14378.htm

Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. - М.: Изд-во МГУ, 1982. 192 с.

Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики. Проблемы и перспективы. Спб.: Наука, 2005, 283 с.

Еськов К.Ю. Пауки тундровой зоны. Труды Зоологического института АН СССР. Т.139. Фауна и экология пауков СССР. Л.:1985. С. 121 - 128.

Есюнин С.Л. Структура и разнообразие населения пауков зональных и горных тундр Урала. Зоол. журн. Т.78, 1999, №6. С. 654 - 871.

Жизнь и условия ее существования в бентали Баренцева моря. Отв. ред. Г.Г. Матишов. 1986. 220 с.

Замолодчиков Д.Г. Баланс углерода в тундровых и лесных экосистемах России. Дисс. в форме научного доклада на соискание ученой степени докт. биол. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003. 56 с.

Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В. Биогенные углеродные потоки в тундрах и лесотундре России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 146-162.

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Система конверсионных отношений для расчета чистой первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений. Лесоведение, 2000, №6. С. 54-63.

Заповедники Сибири. Т.2. Ред.: Д.С. Павлов, Е.Е. Сыроечковский. Изд-во «Мысль», 2000. 255 с.

Замолодчиков Д.Г. Баланс углерода в тундровых и лесных экосистемах России. Дисс. в форме научного доклада на соискание ученой степени докт. биол. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2003, 56 с.

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И. Система конверсионных отношений для расчета первичной продукции лесных экосистем по запасам насаждений. Лесоведение, 2000, №6, с.54-63.

Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В. Биогенные углеродные потоки в тундрах и лесотундре России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 146-162.

Заварзин Г.А. Вступление. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 11-18.

Забелина Н.М, Исаева-Петрова Л.С., Коротков В.Н., Назырова Р.И., Онуфреня И.А., Очагов Д.М., Потапова Н.А.. Морские и прибрежные особо охраняемые природные территории и акватории (справочник). Под ред. Д.М. Очагова, М.: ВНИИ природы, 2006.

Здор Э.В., Беликов СЕ. Оптимизация охраны, промысла использования морских млекопитающих на Чукотке. - В кн. Морские млекопитающие Голарктики. Материалы Третьей Международной конференции, Крым, Коктебель, 2004. С. 224-227.

Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. - М.: Изд. АН СССР, 1963. 740 с.

Ильин Г.В. Современные концентрации тяжелых металлов в компонентах морской экосистемы как фоновый уровень мониторинга нефтегазовых разработок на шельфе Баренцева моря. 2004. С. 121-126.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолодчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России (Аналитический обзор). Ред.: А.В. Яблоков. М.: Центр экологической политики России, 1995. 155 с.

Исаев А.С., Коровин Г.Н. Углерод в лесах Северной Евразии. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 63-95.

Каратыгин И.В., Нездоймино Э.Л., Новожилов Ю.К., Журбенко М.П. Грибы Российской Арктики. Аннотированный список видов. СПб.: 1999. 212 с.

Кобак К.И. Биотические компоненты углеродного цикла. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 237 с.

Ковалева Н.О. Биосферный ресурс органического вещества почв. В кн.: Роль почв в биосфере. М.: Изд-во Института почвоведения МГУ-РАН, 2003. С. 126-138.

Колпациков Л.А. Современное состояние и динамика численности диких северных оленей таймырской популяции. В кн.: «Вклад России в МПГ 2007/2008». Т. 3 «Морские и наземные экосистемы». М.: 2010 (в печати).

Кольский залив: освоение и рациональное природопользование М.: Наука, 2009. 381 с.

Константинов Ю.К., Владимирова В.К. Экспедиция НОМАД. Синергетика изменений климата и экстенсивное оленеводство на Кольском полуострове (МПГ #408). Экологическое планирование и управление, №3-4, 2008. С. 69-77.

Крупник И.И. Социально-культурная тематика МПГ 2007-2008: история, структура, основные направления (вместо предисловия). Экологическое планирование и управление, №3-4, 2008. С.6-22.

Кудяров В.Н. Почвенные источники углекислого газа на территории России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 165-202.

Кочнев А. А. Потепление Восточной Арктики и современное состояние популяции тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*). В кн. Морские млекопитающие Голарктики. Материалы 3-ей Международной конференции, Крым, Коктебель, 2004. С. 284-287.

Кошелева В.В., Мигаловский И.П., Новиков М.А., Горбачева Е.А., Лаптева А.М. Реакции гидробионтов на загрязнение среды при разработке нетфтегазовых месторождений шельфа Баренцева моря. Мурманск: Издательство Полярного института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ПИНРО), 1997.

- Краснов Ю.В., Матишов Г.Г., Галактионов К.В., Савинова Т.Н. Морские колониальные птицы Мурмана. СПб.: Наука, 1995. 224 с.
- Красножен А.С. История новейшего развития южной части Новой Земли. В кн.: Геология Южного острова Новой Земли. Л., 1982. С. 100–109.
- Красножен А.С., Барановская О.Ф., Зархидзе В.С. и др. Верхнечетвертичные отложения Южного острова Новой Земли. В кн.: Стратиграфия и палеогеография позднего кайнозоя Арктики. Л., 1982. С. 40–52.
- Краснов Ю.В. Состав пищи и особенности поведения чайковых птиц в условиях многолетнего дефицита рыбного корма. Экология птиц морских островов и побережий Кольского Севера. - Мурманск: Кн. изд-во, 1989. С. 11-26.
- Краснов Ю.В. Основные тенденции развития популяций и охрана морских птиц Баренцева моря. Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1991. С. 55-62.
- Краснов Ю.В., Матишов Г.Г., Галактионов К.В., Савинова Т.Н. Морские колониальные птицы Мурмана. СПб.: Наука, 1996. 226 с.
- Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. Итоги комплексного изучения биологии мюевки в Баренцевом море. В кн.: Биология и океанография Карского и Баренцева морей (по трассе Севморпути). Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1998. С.180-260.
- Краснов Ю.В., Николаева Н.Г. Рецензия на “Летопись природы Кандалакшского государственного природного заповедника за 1998 г. Заповедники и национальные парки. № 34, 2001. С. 36-39.
- Кудерский Л.А., Иешко Е.П., Шульман Б.С. История формирования ареала моногенеи - паразита молоди атлантического лосося. В кн.: Атлантический лосось: биология, охрана и воспроизводство. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2003. С. 149-156.
- Кучерук Н.В., Котов А.В., Максимова О.В., Пронина О.А., Сапожников Ф.В., Малых ЕА. Бентос. В кн. Печорское море. Системные исследования. Под ред.Е.А. Романкевича, А.П. Лисицына, М.Е. Виноградов. М.: Издательство «Море», 2003. С. 217-230.
- Лавриненко И. А., Лавриненко О. В., Кулюгина Е. Е. Флора и растительность запада Большеземельской тундры (правобережье реки Ортина). Бот. журн. 1999. Т. 84 N 6. С. 95-105.
- Макарова О.Л. Мезостигматические клещи (*Parasitiformes, Mesostigmata*) полярных пустынь Северной Земли. Зоол. журн. Т. 78, 1999, № 9. С.1059 - 1067.
- Малясова Е.С., Серебрянный Л.Р. Естественная история Новой Земли. В кн.: Новая Земля. Т.2 (Тр. Морской арктической комплексной экспедиции. Вып.3). М., 1993. С. 10–22.
- Матвеева Н.В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб.: 1998. 220 с.
- Матвеева Н.В., Чернов Ю.И. Арктические тундры на северо-востоке полуострова Таймыр. Ботан. журн., Т.62. 1978, № 7. С. 938 - 953.
- Матвеева Н. В. Зональность в растительном покрове Арктики. СПб, 1998. 220 с.

Матишов Г.Г., Денисов В.В., Зуев А.Н., Мишин В.Л. Методология и технология морских ОВОС. В кн.: Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей. М.: «Наука», 2005. С. 157-184.

Море надежды Состояние биологических ресурсов российской части Берингова моря: проблемы сохранения и роль общественности. Владивосток: Русский остров, 2004. 109 с.

Морозова О.В. База данных по адвентивным видам растений (Alien Plant Species) . В кн.: Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. М.: МСОП, 2002. С. 83-94.

Морозова О.В. Участие адвентивных видов в формировании разнообразия и структуры флор Восточной Европы. Изв. РАН. Сер. географ. 2003. N 3. С. 63-71.

Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. М.: Российская Академия Наук, Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2001. 76 с.

Орлов Ю.А. Камчатский краб в Атлантике. Как это вам удалось? М.: Издатель А. А. Зусман, 2004.

Орлов Д.С. Запасы, поступление и круговорот углерода в почвах России. В кн.: Круговорот углерода на территории России. М.: Министерство науки и технологий Российской Федерации, 1999. С. 271-299.

Орлов Д.С., Бирюкова Р.Н. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации. Почвоведение, №1, 1995. С.21-32.

Орлов Д.С., Бирюкова Р.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996. 256 с.

Региональные изменения климата и угроза для экосистем, Выпуск 4, Таймырский экорегион Составитель WWF (Всемирный Фонд Дикой Природы). М.: Издательство «Русский Университет». 2003. 42 с.

Рожков В.А., Вагнер В.В., Кагут Т.М. и др. Запасы органических и минеральных форм углерода в почвах России. В кн.: Углерод в биогеоценозах. Чтения памяти академика В.Н. Сукачева, XV, М., 1997. С. 5-58.

Романкевич Е.А., Ветров А.А. Углеродный цикл в Арктических морях России. М.: Наука, 1997. 302 с.

Столбовой В.С., Нильсон С., Швиденко А.З., МакКаллум И. Опыт аннрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 3. Биогеохимические потоки углерода. Экология, №3, 2004. С. 179-185.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н. Запасы углерода органических соединений в почвах Российской Федерации. Почвоведение, 1995, №1. С. 21-32.

Огородов С.А., Камалов А.М., Баурчулу Т.С., Ермолов А.А. Антропогенный фактор в развитии берегов Варандейского промышленного участка. В кн. Человечество и береговая зона Мирового океана. Под ред. Н.А. Айбулатова. М: ГЕОС, 2001. С. 416-422.

Печорское море. Системные исследования. Под ред. Е.А. Романкевича, А.П. Лисицына, М.Е. Виноградова. М. Изд-во «Море», 2003. 502 с.

Павлидис Ю.А. Шельф Мирового океана в позднечетвертичное время. М.: Наука, 1992. 272 с.

Павлов Д.С., Савваитова К.А., Груздева М.А., Максимов С.В., Медников Б.М., Пичугин М.Ю., Савоскул С.П., Чеботарева Ю.В. Разнообразие рыб Таймыра: Систематика, экология, структура видов как основа биоразнообразия в высоких широтах, современное состояние в условиях антропогенного воздействия. М.: Наука. 1999. 207 с.

Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузищин К.В., Груздева М.А., Павлов С.Д., Медников Б.М., Максимов С.В. Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. М: Научный мир. 2001. 200 с.

Первый национальный доклад "Сохранение биоразнообразия в России", М., Госкомэкологии России, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 1997. 170 с.

Планктон морей Западной Арктики. Отв. ред. Г.Г. Матишов. 1997. Апатиты. 352 с.

Позвоночные животные Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1996. 307 с.

Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия» в России: результаты и перспективы. Краткий отчет о результатах Проекта в 1997-2003 годах. М.: Министерство природных ресурсов Российской Федерации, ФЦГС «Экология», Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2003. 48 с.

Поспелов И.Н., Поспелова Е.Б. Повторная инвентаризация флоры низовой реки Бикады (Яму-Неру, Таймыр) через 70 лет. Бот. журн. 2001. Т. 86. N 5. С. 13-29.

Поспелова Е.Б., Поспелов И.Н. Программа долгосрочного мониторинга локальных флор Арктики: дополнения и изменения во флоре Ары-Маса (Восточный Таймыр) // Бот. журн. 2005. Т. 90. N 2. С. 145-164.

Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: Тез. докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 10-12 марта 2010 г.). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2010. 235 с.

Ребристая О. В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1977. 334 с.

Ребристая О. В. Опыт применения метода конкретных флор в Западносибирской Арктике (полуостров Ямал). В кн.: Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики: Материалы II рабочего совещания по сравнительной флористике. Неринга, 1983. Л.: Наука, 1987. С. 67-90.

Российская Арктика: на пороге катастрофы. Ред. А.В. Яблоков. М.: Центр экологической политики России, 1996, 206 с.

Ребристая О.В. Флора востока Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1978. 334 с.
Решетников Ю.С. Ихтиофауна Арктики. В кн.: Современные исследования ихтиофауны арктических и южных морей европейской части России. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2007. С. 7-33.

- Романкевич Е.А., Ветров А.А. Углеродный цикл в Арктических морях России. М.: Наука, 1997. 302 с.
- Российская Арктика: на пороге катастрофы. Ред. А.В. Яблоков. М.: Центр экологической политики России, 1996, 206 с.
- Серебрянный Л.Р. Динамика покровного оледенения и гляциоэвстазия в позднечетвертичное время. М.: Наука, 1978. 272 с.
- Серебрянный Л.Р., Тишков А.А., Соломина О.Н. и др. Палеоэкология Арктико-Атлантики в голоцене. Изв. РАН. Сер. геогр., 1993, № 2. С. 39-52.
- Серебрянный Л.Р., Симон Т.Г., Тарусов А.В. Особенности природы Центрального Таймыра. Изв. РАН. Сер. геогр., 1996, № 3. С. 77–86.
- Сиренко Б.И., Гагаев С.Ю. Предварительные результаты работ Зоологического института РАН, полученные в течение МПГ. В кн.: «Вклад России в МПГ 2007/2008». Т. 3 «Морские и наземные экосистемы». М.: 2010 (в печати)
- Система финансирования охраны живой природы в России. Анализ и базы данных по экологическим проектам. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2002. 150 с.
- Современное состояние биологического разнообразия на заповедных территориях России. Вып. 1. Позвоночные животные. М.: МСОП, 2003, 257 с. Вып. 2, ч.1-2. Сосудистые растения. М.: МСОП, 2003. 783 с.
- Состояние биоразнообразия природных экосистем России. Под. ред. В.А. Орлова и А.А. Тишкова. М.: НИА - Природа, 2004. 116 с.
- Современный бентос Баренцева и Карского морей. Отв. ред. Г.Г. Матишов. 2000. Апатиты. 486 с.
- Сыроечковский мл. Е.Е. Черная казарка *Branta bernicla* в России: экология, распространение, проблемы охраны и устойчивого использования. Автореф. дисс...., М.: 1999. 35 стр.
- Север как объект комплексных региональных исследований. Сыктывкар, 2005. 512 с.
- Савинова Т.Н., Габриэльсен Г.В., Савинов В.М. Географические различия в распределении тяжелых металлов в птицах Баренцева моря. - В кн. Состояние и перспективы исследования экосистем морей Баренцева, Карского и Лаптевых. Мат. межд. конф. Мурманск, 1995. С. 81-82.
- Свечарева, Н.Н., Белькович В.М. Роль антропогенного воздействия на белух в репродуктивный период. Морские млекопитающие Голарктики. Мат. межд. конф. Иркутск. С. 221-223.
- Семашко В.Ю, Коломаев В.В., Бианки В.В. Острова Онежского залива Белого моря. - В кн. Водно-болотные угодья России. Т. 1. Под общей редакцией В.Г.Кривенко. М.: Международное бюро по сохранению водно-болотных угодий, 1999. С. 19-26.
- Скибинский Л.Э., Иванов Г.И., Романкевич Е.А., Пономаренко Т.В. Экологическое состояние Печорского моря. - В кн. Печорское море. Системные исследования. Под ред.Е.А. Романкевича, А.П.Лисицына, М.Е. Виноградов. М.: Издательство «Море», 2003. С. 365 - 392.
- Соколов К.М. Количественная оценка выбросов трески на отечественном донном траловом промысле в Баренцевом море. Мурманск. Труды ВНИРО. Т. 142. 2003. С. 294-303.

Смирнов Г.П., Литовка Д.И. К вопросу о влиянии погодных аномалий на морских млекопитающих. В кн. Морские млекопитающие Голарктики. Материалы 3-ей Международной конференции, Крым, Коктебель, 2004. С. 506-508.

Спиридонов В.А., Мокиевский В.О. Морские ООПТ России. Карта и текст. Москва: Всемирный фонд дикой природы, 2003.

Стратегия сохранения белого медведя в Российской Федерации. ВВФ-Россия, 2010. 60 с.

Сунцова Н.А., Букина Л.А., Газизов В.З., Колеватова А.И., Шулятьева Н.А., Букин В.Ю. Содержание тяжелых металлов в организме бельков гренландского тюленя беломорской популяции. В кн. Морские млекопитающие Голарктики. Мат-лы международной конференции. Листвянка, Байкал, 2002. С. 248-249.

Тишков А.А. К методике определения биомассы мхов. Бюлл. МОИП. Отд. биол., т. 61, 1978. С.111-117.

Тишков А.А. Современные проблемы биогеографии: Конспект лекций. Российский открытый университет, 1993 б. 60 с.

Тишков А.А. Экосистемы западного побережья Шпицбергена (архипелаг Свальбард). Изв. АН СССР. Сер.геогр., 1983, №6. С. 99-109.

Тишков А.А. Первичные сукцессии экосистем арктических тундр западного побережья Шпицбергена (Свальбарда). Изв. АН СССР. Сер.географ., 1985, №3. С. 95-105.

Тишков А.А. Экологическая реставрация нарушенных экосистем Севера. М., РОУ РАО, 1996. 115 с.

Тишков А.А. «Северное измерение»: приоритеты России в охране окружающей среды. В кн.: Северное измерение: цели и реальность. Москва, Комитет «Россия в объединенной Европе», 2002. С. 21-29.

Тишков А.А., Петрова Т.Э. Экосистемный подход к сохранению биоразнообразия на региональном и локальном уровнях. В кн.: Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России. М.: Изд-во КМК, 2002. С. 267-286.

Тишков А.А. Сохранение биологического разнообразия в России. В кн.: Россия в окружающем мире: 2005. Аналитический ежегодник М.: МНЭПУ, 2006. С. 82-124.

Тишков А.А. Первые итоги Международного полярного года: сохранение наземных экосистем и биоразнообразия Российской Арктики. Бюл. «Использование и охрана природных ресурсов в России», № 6, 2007. С. 32-45.

Тишков А.А. Сохранение наземных экосистем и биоразнообразия Российской Арктики. В кн.: Виды и сообщества в экстремальных условиях. М.-София: Товарищество научных изданий КМК., 2009. С. 373-296.

Тишков А.А., Глазов П.М., Лаппо Е.Г., Маркова А.К., Покровская И.В., Тertiцкий Г.М., Семашко Е.В., Дмитриев А.В., Никитин Я.Н. Современная динамика биоты и экосистем Российской Арктики (к первым итогам исследований по проектам МПГ 2007-2008 гг.).

- Томкович П.С., Шубин А.О. От редакторов // Изучение куликов Вост. Европы и Сев. Азии на рубеже столетий. Ред. А.О. Шубин, П.С. Томкович. М.: Рабочая группа по куликам. 2002. С. 3–4.
- Толмачев А.И. Предварительный отчет о работах Таймырской экспедиции Академии наук СССР в 1928 г. // Труды Полярной комиссии. Л., 1930. Вып. 1. 28 с.
- Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г. и др. Определение запасов углерода по таксационным показателям древостоев: перспективы метода поучастковой аллометрии. Лесоведение, № 2. 1998. С. 38-54.
- Уткин А.И., Замолодчиков Д.Г., Честных О.В., Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Леса России как резервуар органического углерода биосферы. Лесоведение, 2001, №5, с.8-23.
- Швиденко А.З., Нильсон С., Столбовой В.С. и др. Опыт аннрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 1. Запасы растительной массы. Экология, №6, 2000. С. 403-410.
- Швиденко А.З., Нильсон С., Столбовой В.С. и др. Опыт аннрегированной оценки основных показателей биопродукционного процесса и углеродного бюджета наземных экосистем России. 2. Нетто-первичная продукция экосистем. Экология, №2, 2001. С. 73-90.
- Честных О.В., Замолодчиков Д.Г., Карелин Д.В. Запасы органического вещества в почвах тундровых и лесотундровых экосистем. Экология, 1999, №6. С. 426-432.
- Ушаков П.В. Чукотское море и его донная фауна. - в кн. Крайний Северо-Восток СССР. М.: Изд. АН СССР, 1952. С. 5-82.
- Успенский С.М., Хахин Г.В. Новая Земля сегодня. Охота и охотн. хоз-во, № 1, 1993. С. 1-3.
- Устойчивое оленеводство. Составители Йонни Лео Л. Йернслеттен и Константин Клоков. Центр саамских исследований, 2003. 158 с.
- Чернов Ю.И. Природная зональность и животный мир суши. М.: Мысль, 1975. 220 с.
- Чернов Ю.И. Структура животного населения Субарктики. М.: Наука, 1978. 167 с.
- Чернов Ю.И. Флора и фауна, растительность и животное население. Журн. общ. биол. Т.45. 1984, № 6. С.732 – 748
- Чернов Ю.И. Филогенетический уровень и географическое распределение таксонов. Зоол. журн. Т. 67, 1988, Вып. 10. С. 1445 – 1457
- Чернов Ю.И. Класс птиц (*Aves*) в арктической фауне. Зоол. журн. Т. 78, 1999, № 3. С. 276 - 292.
- Чернов Ю.И. Видовое разнообразие и компенсационные явления в сообществах и биотических системах. Зоол. журн. Т. 84, № 10. С. 1221-1238.
- Чернов Ю.И., Матвеева Н.В. Закономерности зонального распределения сообществ на Таймыре. В кн.: Арктические тундры и полярные пустыни Таймыра. Л.: Наука, 1979. С.166 - 200.
- Чернов Ю.И., Пенев Л.Д. Биологическое разнообразие и климат. Успехи совр. биол. Т. 113, 1993. В. 5. С. 515 - 531.

- Чернов Ю.И., Медведев Л.Н., Хрулева О.А. Жуки-листоеды (Coleoptera, Chrysomelidae) в Арктике. Зоол. журн. Т. 72. 1993. Вып. 9. С. 78 -92.
- Чернов Ю.И., Макаров К.В., Еремин П.К. Семейство жужелиц в арктической фауне. Сообщение 1. Зоол. журн. Т.78. 2000. № 12. С.1409 - 1420
- Чернов Ю.И., Макаров К.В., Еремин П.К. Семейство жужелиц в арктической фауне. Сообщение 2. Зоол. журн. Т.80. 2000. № 3. С. 285 –293.
- Чернов Ю.И. Направления, состояние и перспективы отечественных исследований биологического разнообразия Арктики. Вестник РФФИ, № 1 (35), март 2004. С. 5-36.
- Чернова Н.В. 2005. Новые виды *Careproctus* (Liparidae) из Баренцева моря и сопредельных вод. *Вопросы ихтиологии*, 45(6). С. 725–736. [*Journal of Ichthyology*, 45(9): Pp.689–699].
- Чернявский Ф.Б.. Млекопитающие крайнего северо-востока Сибири. М.: Наука, 1984. 388 с.
- Черешнев И.А.. Аннотированный список рыбообразных и рыб пресных вод Арктики и сопредельных территорий. *Вопр. ихтиологии*. Т. 36. 1996. № 5. С. 597 - 608.
- Черешнев И.А. Биологическое разнообразие пресноводной ихтиофауны Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука, 1996 а. 197 с.
- Чупрова И., Чупров В. Большой Арктический заповедник: мониторинг загрязнения в самом большрм заповеднике России. - *Russian Conservation News*, # 36, Summer 2004. С. 18-19.
- Штаммлер Ф. Кочевой образ жизни оленеводов прибрежной зоны Западной Сибири (Ямал): возможности и ограничения в свете недавних перемен (MOVE, МПГ # 436). *Экологическое планирование и управление*, №3-4, 2008. С.78-91.
- Шунтов В.П. Морские птицы и биологическая структура океана. – Владивосток: Дальиздат, 1972. 377 с.
- Экология и природные ресурсы России. Федеральная целевая программа на 2002 – 2010 годы. – М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2001. 205 с.
- Юрцев Б.А., Толмачев А.И., Ребристая О.В. Флористические ограничения в разделении Арктики. *Арктическая флористическая область*. Л.: Наука, 1978. С. 3–36.
- Юрьев М.М. К вопросу об изучении новоземельских торфяников // *Известия Научно-мелиорационного института*. Л., 1926. Вып. 10. С. 17–28.
- Anisimov, O.A., N.I. Shiklomanov, and F.E. Nelson. Effects of global warming on permafrost and active-layer thickness: Results from transient general circulation models. *Global and Planetary Change*, 15(2), 1997. P. 61–77.
- Arctic flora and fauna. Status and conservation. Helsinki: Edita, 2002. 271 p.
- ACIA – Arctic Climate Impact Assessment Report. 2004. Cambridge University Press.
- AMAP. Arctic Pollution Assessment 2002: Persistent Organic Pollutants. Heavy metals. Radioactivity. Human Health. Changing Pathways. Oslo: Arctic Monitoring and Assessment Programme Secretariat. 2002.

- Anker-Nilssen, T., Bakken, V., Strøm, H., Golovkin A.V., Bianki, V.V., Tatarnikova, I.P. (eds). The status of marine birds breeding in the Barents Sea Region. Norsk Polar Institut Rapport, n. 113, 2000.
- Berger, V.Ya. Fishes. In: Berger, V.Ya., Dahle, S. (eds) White Sea. Ecology and Environment..St.Petersburg – Tromsø: Derzhavets Publisher, 2001. Pp. 56-76.
- Bazilevich N.I., Tishkov A.A. Live and dead reserves and primary production in polar desert, tundra and forest tundra of the former Soviet Union. In: Ecosystems of the world 3. Polar and alpine tundra. Ed.: F.E. Wielgolaski. Amsterdam- Lausanne - New York - Oxford - Shannon -Singapore - Tokyo. Elsevier publ., 1997. P. 509-539.
- Berger, V.Ya., Dahle, S. (eds) White Sea. Ecology and Environment..St.Petersburg – Tromsø: Derzhavets Publisher, 2001. Denisenko S. G. Long-term changes of zoobenthos biomass in the Barents Sea. Proceedings of Zoological Institute of Russian Acad.emy of Sciences.Year 2001. St.-Petersburg, 2001. P. 59-66.
- Circumpolar Arctic Vegetation Map. S 1: 7 500 000. CAFF, 2003, US Fish and Wildlife services, Anhorige, Alaska.
- Chernov Yu. I. Diversity of the arctic terrestrial fauna. Arctic and alpine biodiversity. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 1995. P.81 - 95.
- Chernov Yu.I., Matveyeva N. V., 1997. Arctic ecosystems in Russia. In: Ecosystems of the world. 3. Polar and alpine tundra. Ed.: F.E. Wielgolaski. Amsterdam - Lausanne – New York – Oxford – Singapore – Tokyo.: Elsevier, 1997. P. 361 - 507.
- Denton G.H., Hughes T. (eds.). The last great ice sheets. New York: Wiley, 1981. 484 p.
- Derome, J, Fairbrother, A., Marcy, S, Jeffrey Wirtz, J.,Harding, K. Biological Effects.In: AMAP Assessment 2002: Heavy Metals in the Arctic. Oslo: AMAP Secretariat, 2002. P.107-127.
- Elvebakk, A. Bioclimatic delimitation and subdivision of the Arctic. - Det Norske Videnskaps-Akademi. I. Mat. Naturv. Klasse, Skrifter, Ny serie 38. 1999. Pp. 81-112.
- Global Biodiversity. Earth living resources in the 21st century. Groombridge B., Jenkins M.D. Cambridge: World Conservation Monitoring Center. Hoechst foundation, 2000. 247 pp.
- Gabrielsen, G.W., Jørgensen, E.H., Evenset, A. & Kallenborn, R. 2003. Report from the AMAP Conference and Workshop Impacts of POPs and Mercury on Arctic Environments and Humans. Norsk Polarinstitut, Internal report 12. 9 p.
- Johannessen O.M., L. Bengtsson, M.W. Miles, S.I. Kuzmina, V.A. Semenov, G.V. Alekseev, A.P. Nagurnyi, V. F. Zakharov, L. P. Bobylev, L.H. Pettersson, K. Hasselmann, H.P. Cattle. Arctic climate change: observed and modeled temperature and sea-ice variability. *Tellus (2004), 56A. Pp. 328–341.*
- Savinov, V., Savinova, T., Dahle, S. Contaminants. In: Berger, V.Ya., Dahle, S. (eds) White Sea. Ecology and Environment..St.Petersburg – Tromsø: Derzhavets Publisher, 2001. pp. 123-136.
- Late Quaternary history of Northern Russia and adjacent shelves. Ed. By E. Larsen, S. Funder, J. Thiede. Boreas, 1999, vol.28, N 1. 242 pp.
- Odasz A.M. Vascular plant distribution in Franz Josef Land. In: Gertz I., Morkved B. (eds.). Environmental studies from Franz Josef Land, with emphasis on Tikhaia Bay, Hooker Island. Oslo: Norsk Polarinstitut, 1992. Pp. 83–130.

- Razzhivin, V.Yu., 1999. Zonation of vegetation in the Russian Arctic. – Det Norske Videnskaps-Akademi. I. Mat. Naturv. Klasse, Skrifter, Ny serie 38. P.113-130.
- Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions // *Diversity and distribution*. 2000. V. 6. P. 93-107.
- Ronning O.I. Synopsis of the flora of Svalbard. Oslo: Norsk Polarinstitutt Årbok, 1970. P. 1–128.
- Shmakin A.B. Evaluation of snow cover and permafrost features in Northern Eurasia for some climate change scenarios. ACSYS Final Science Conference "Progress in Understanding the Arctic Climate System: The ACSYS Decade and Beyond", 11-14 November 2003, St. Petersburg. Book of Abstracts, WCRP-118 (CD), WMO/TD No.1232, 2004, ext_s4_shmakin.pdf
- Sekretareva N. A. The vascular plants of the Russian Arctic and adjacent territories. Sofia–Moscow: Pensoft Publ., 1999. 160 p.
- Serebryanny L.R., Tishkov A.A., Malyasova Je.S. a.o. Reconstruction of the development of vegetation in Arctic high latitudes. *Polar Geography and Geology*. 1985, v.9, 4. P.308-320.
- Serebryanny Leonid R. and Tishkov Arkady A. Quaternary environmental changes and ecosystems of the European Arctic. In: *Ecological Studies*, vol. 124. *Global Changes and Arctic Terrestrial Ecosystems*, 1998. P. 47-62.
- Serebryanny L., Andreev A., Malyasova E. et al. Lateglacial and early-Holocene environments of Novaya Zemlya and the Kara Sea Region of the Russian Arctic *The Holocene*, 1998, vol. 8, N 3. P. 323–330.
- Serebryanny L., Malyasova E. The Quaternary vegetation and landscape evolution of Novaya Zemlya in the light of palynological records. *Quaternary International*, 1998, vol. 45–46. P. 59–70.
- Stolbovoi V.S. Soil respiration and its role in Russia's terrestrial C flux balance for Kyoto baseline year. *Tellus*, 2003, v.55B. P. 258-269.
- Summerhayes V.S., Elton C.S. Further contributions to the ecology of Spitsbergen. *Journal of Ecology*, 1928, vol. 16. P. 193.
- Tishkov A.A. Primary succession in arctic tundra of the west coast of Svalbard. *Polar Geography and Geology*, 1985, vol.10, 2. P. 148-157.
- Tishkov A.A. Nature protection and conservation. In: *The physical geography of Northern Eurasia. Oxford regional environments*. Ed.: Maria Shahgedanova. Oxford University Press, 2002. P. 227-245.
- Tishkov A. A. Conservation of biodiversity and ecosystems in the Russian Arctic. In: *Species and communities in extreme environments*. Sophia-Moscow: Pensoft Publishers and KMK scientific press. 2009. P. 255-276.
- Tomkovich P.S. & Soloviev M.Y. Bird breeding conditions in the Arctic in 2000 // *Arctic Birds: Newsletter of International Breeding Conditions Survey*. No. 3, 2001. P. 17–20.
- Türkay, M., Spiridonov, V. Die Kamtschatka-Königskrabbe, ein Neubürger Europas. *Natur und Museum*, 134(4), 2004, S. 97-112.

Vilchek G.E. and Tishkov A.A. Usinsk oil spill: environmental catastrophe or routine events? In: R.M.M. Crawford (ed.) Disturbance and recovery of tundra ecosystems. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998. P. 411-420.

WWF. A biodiversity assessment of the Bering Chuckchi Sea Ecoregion. WWF, 1999.

WWF. A biodiversity assessment of the Barents Sea Ecoregion. Contribution of the St. Petersburg Biodiversity workshop 12-13 May 2001 participants. Edited by T. Larsen, D. Nagoda & J.R. Andersen. Oslo: WWF Barents sea Ecoregion Programme, 2003.

Young S.B. The vascular flora of St. Lawrence Island with special reference to floristic zonation in the Arctic. 1971.

Yurtsev B.A. Floristic division of the Arctic. - J. Veg. Sci., № 5(6). 1994. P. 765–776.

Рисунки к главе 6. Биологическое разнообразие АЗРФ

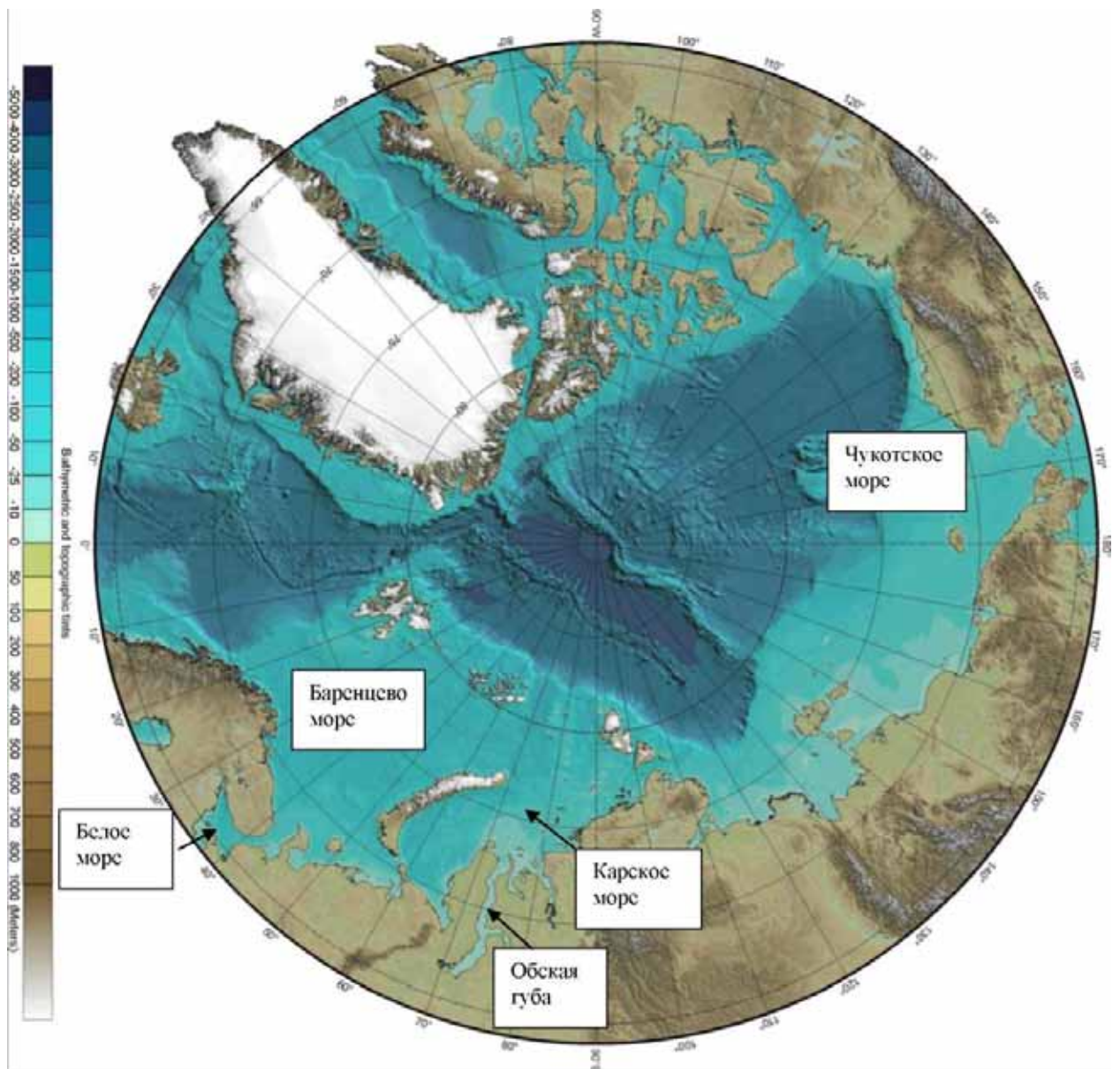


Рис. 1. Батиметрическая карта Северного Ледовитого океана. Показано, что Баренцево, Карское и Чукотское моря являются характерными шельфовыми морями. Белое море – характерное внутреннее частично изолированное море. Обская губа – часть Карского моря по размерам сопоставима с небольшим морем, однако ее воды в значительной степени опреснены.

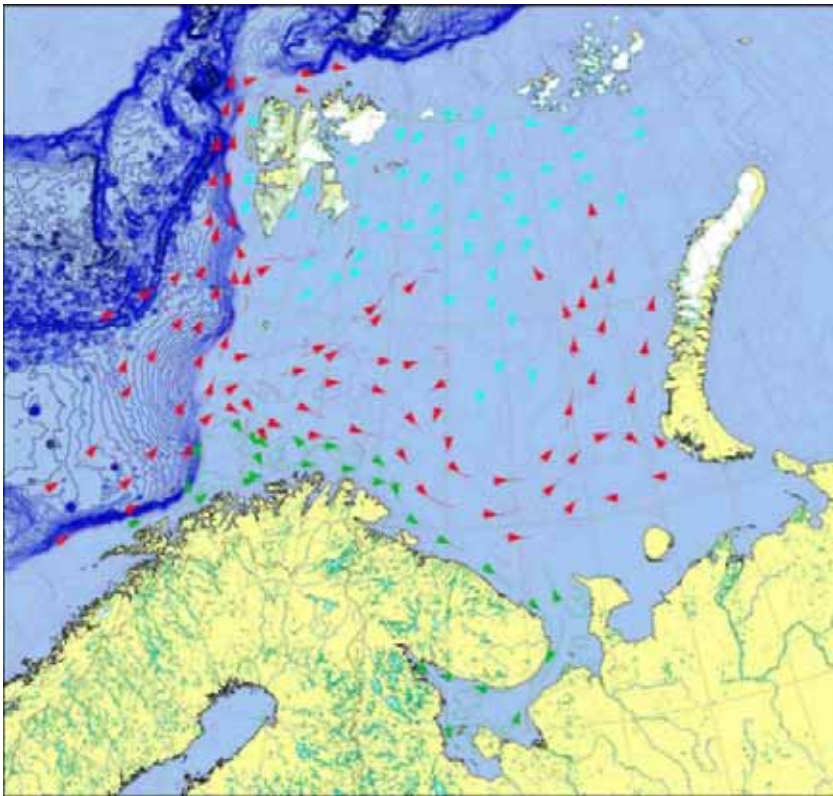


Рис. 2. Основные течения Баренцева и Белого моря (из 2003). Красные – атлантического происхождения, синие – арктического, зеленые – прибрежные.

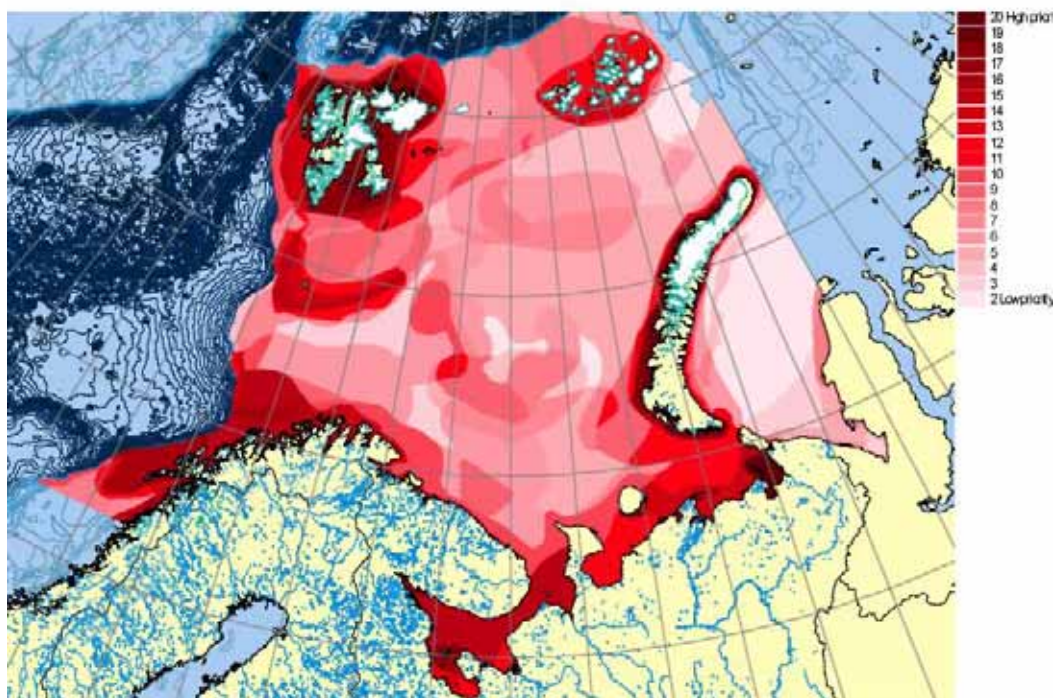


Рис. 3. Ключевые для сохранения биологического разнообразия районы Баренцева, Белого и западной части Карского моря. Интенсивность окраски показывает ранг примечательности важности района (по WWF, 2003).



Рис. 4. Кандалакшский залив Белого моря - ключевой район для сохранения биологического разнообразия (WWF, 2003).



Рис. 5. Онежский залив Белого - ключевой район для сохранения биологического разнообразия (WWF, 2003)

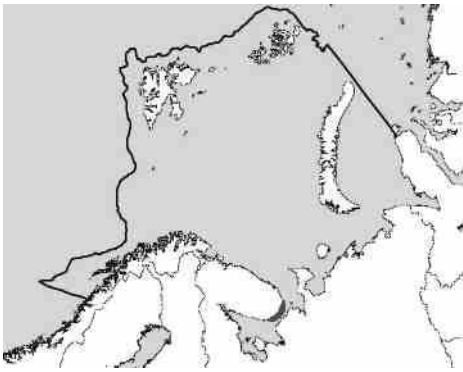


Рис. 6. Горло Белого моря - ключевой район для сохранения биологического разнообразия.



Рис. 7. Береговая зона Мурманска (Кольский п-в) - ключевой район для сохранения биологического разнообразия



Рис. 8. О. Колгуев и западная часть Печорского моря - ключевой район для сохранения биологического разнообразия (по WWF, 2003).



Рис. 9. Восточная часть Печорского моря - ключевой район для сохранения биологического разнообразия (по WWF, 2003).

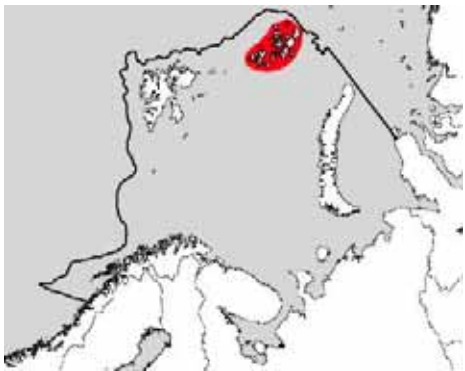


Рис. 10. Архипелаг Земля Франца-Иосифа - ключевой район для сохранения биологического разнообразия (по WWF, 2003).

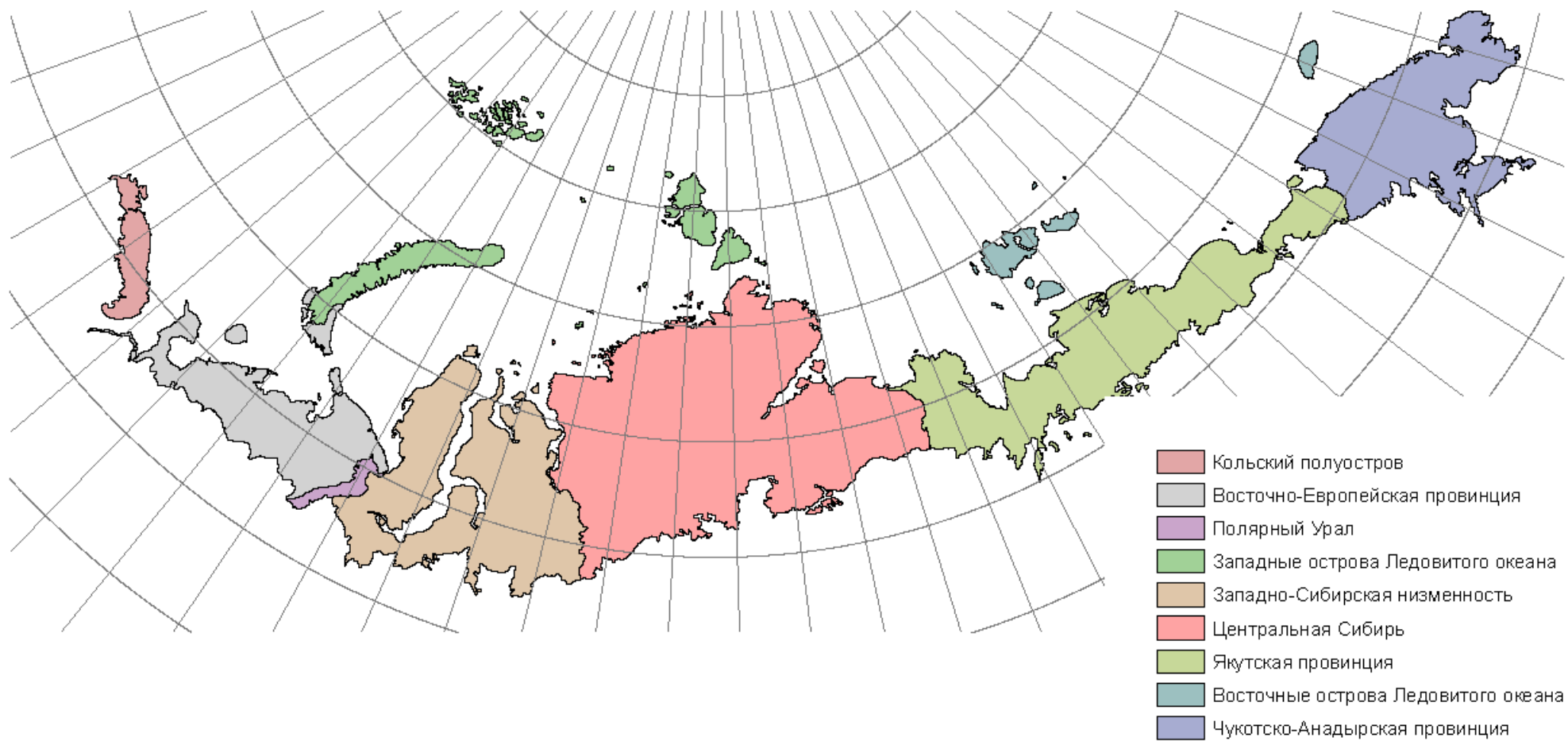
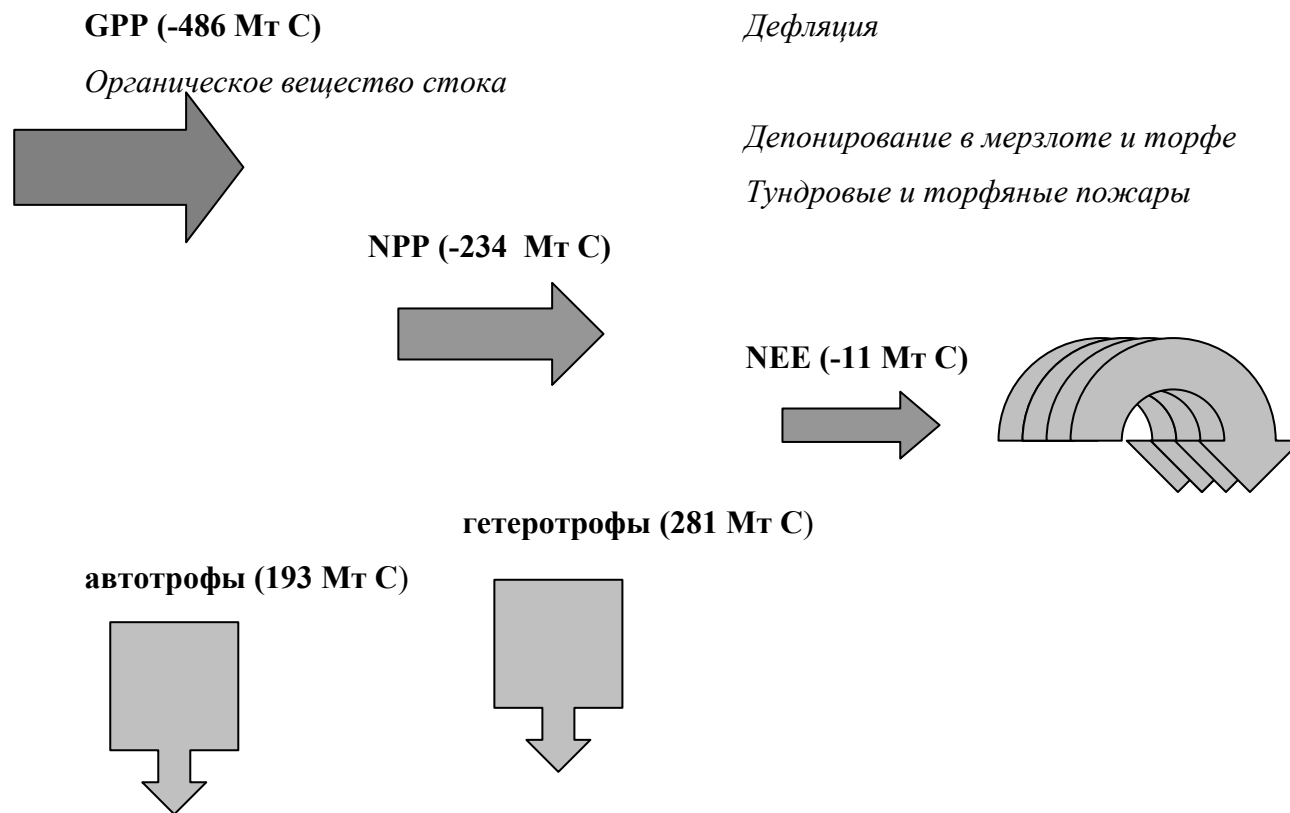


Рис. 11. Регионы компьютерной карты ландшафтов Российской Арктики (по данным Д.Г. Замолодчикова)

Рис. 12. Годовой бюджет и потоки углерода для тундр России



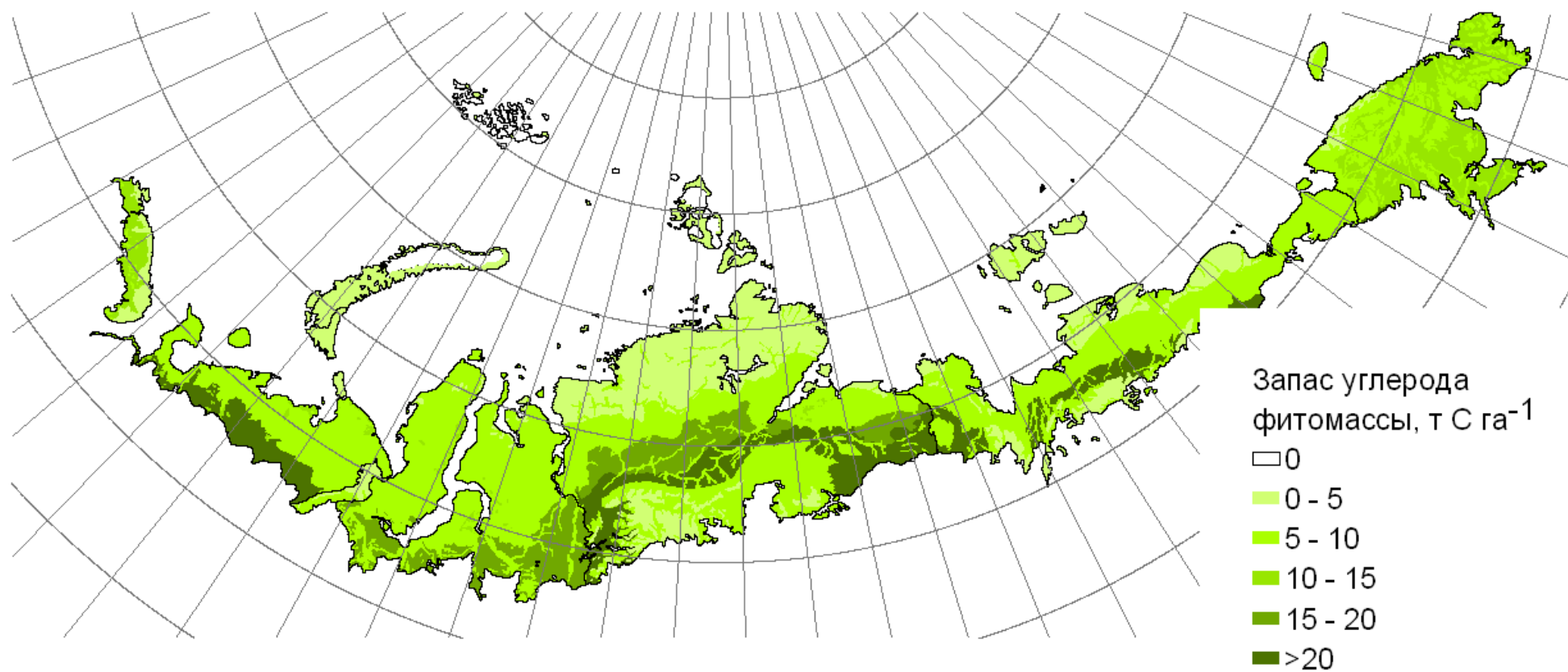


Рис. 13. Пространственное распределение запасов углерода в фитомассе по территории тундр и лесотундр Российской Федерации (по данным Д.Г. Замолотчикова)

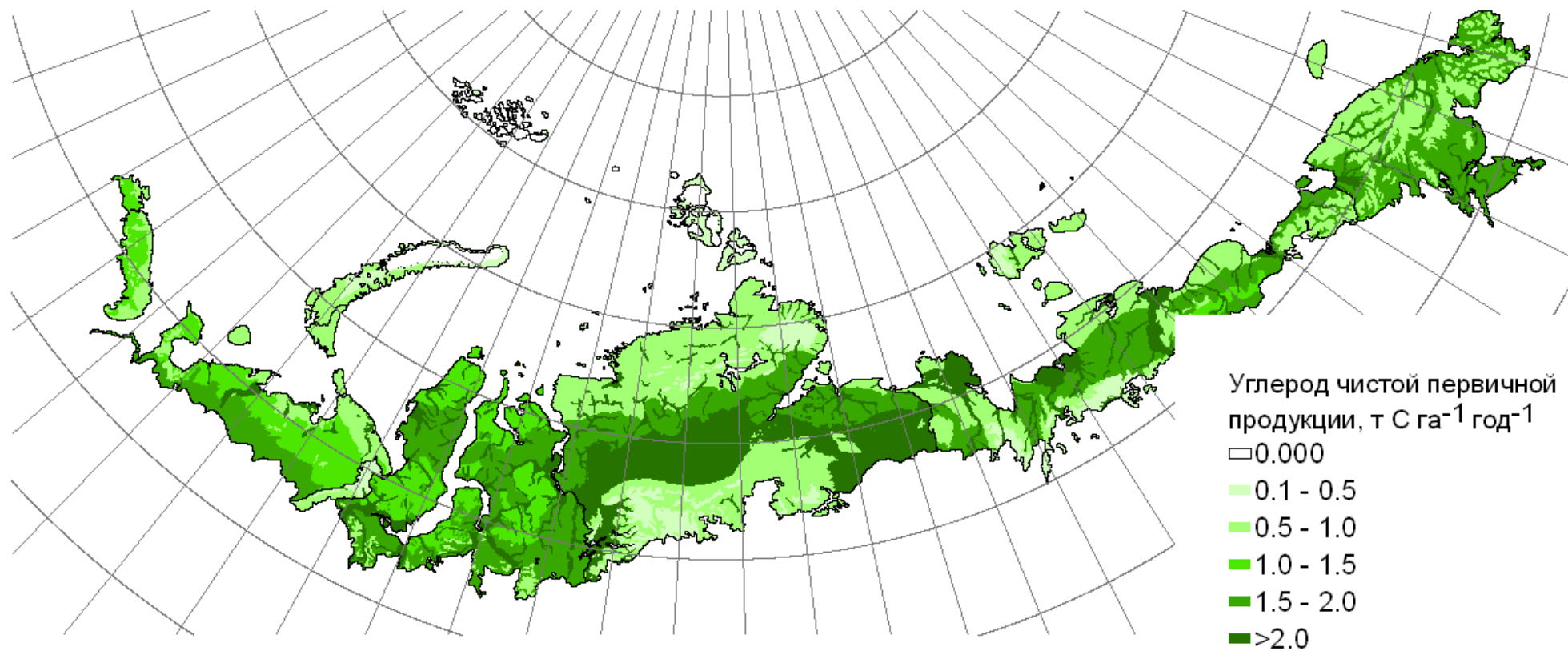


Рис. 14. Пространственное распределение величин чистой первичной продукции по территории тундр и лесотундр Российской Федерации (по данным Д.Г. Замолодчикова)

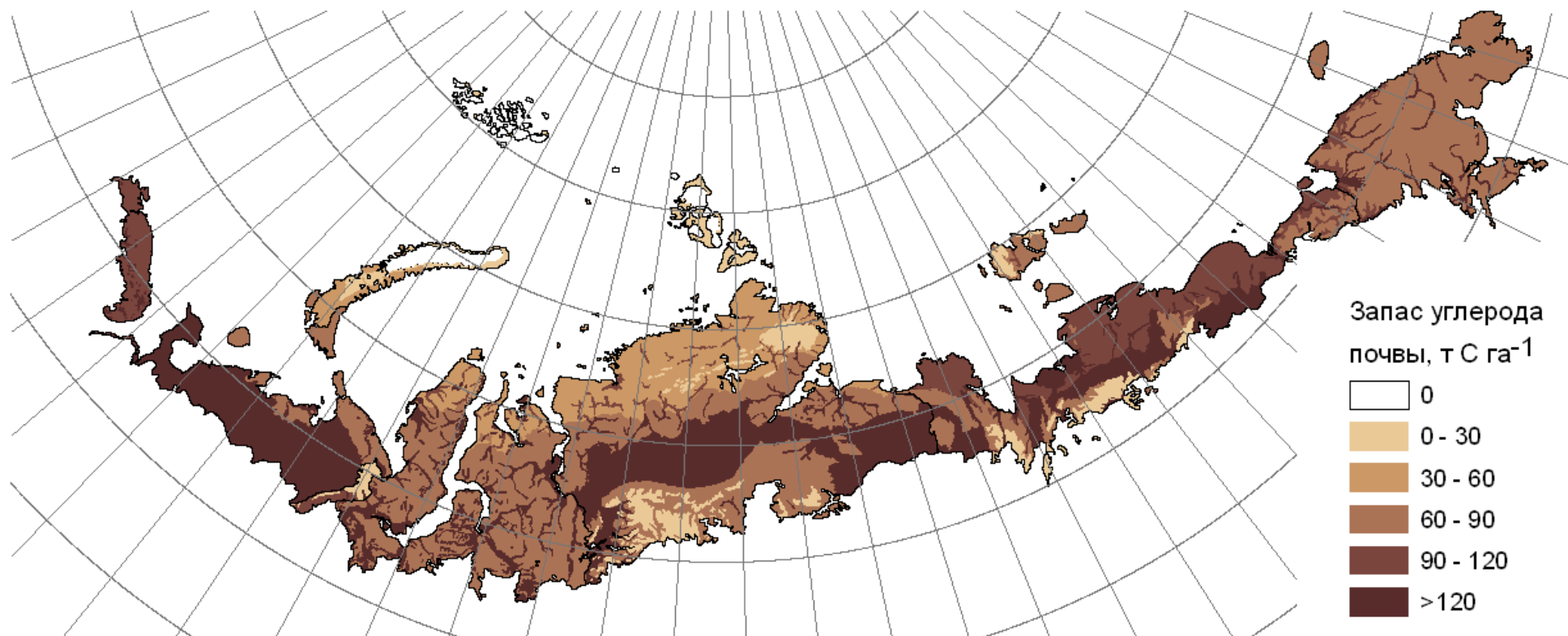


Рис.15. Распределение средних величин запаса углерода в активном слое почвы по территории тундр и лесотундр Российской Федерации (по данным Д.Г. Замолотчикова)