

УДК 502.31:91.1 (551.5)

«Арктический вектор» в сохранении наземных экосистем и биоразнообразия

А.А. Тишков, доктор географических наук,
Институт географии РАН

В статье рассматриваются острые проблемы сохранения наземных экосистем и биоразнообразия Арктики в контексте устойчивого развития региона. Приводятся количественные параметры биоразнообразия российской Арктики, оцениваются факторы, определяющие его устойчивость, экологические риски и угрозы, особенности территориальной и покровительственной охраны биоты и экосистем. В заключении представлено обоснование необходимости особого режима хозяйствования в Арктике применительно к решению вопроса сохранения ее живой природы и устойчивого природопользования.

Фасад России и охрана его живой природы

Арктика – фасад России, обращенный к Северному Ледовитому океану. Именно облигатная связь с океаном придает ей биогеографическую оригинальность. Но, пожалуй, не менее существенным ее географическим признаком можно считать циркумполярное положение, как условие существования, а главное – расселения организмов: в прошлом, когда шло освоение Арктики, и в настоящем, когда идут «быстрые» изменения климата, и в будущем, когда вполне обоснованно может реализоваться сценарий «похолодания» климата. Расселение организмов происходило в том числе и вдоль побережья, с архипелага на архипелаг в периоды морских трансгрессий и, судя по структуре флор и фаун отдельных

территорий, еще не завершилось после последних климатических событий голоцена.

Еще одно важное качество биоты и экосистем Арктики выводится из ее циркумполярного положения – способность выступать как целостный биом (не «разорванный», например, как тайга двумя океанами), разъединенный лишь сравнительно узкими проливами в высокой Атлантике и Пацифике. Арктический пояс (природная зона) демонстрирует биогеографическое единство. В нем не выражена ярко материковая конвергенция, как у тропической флоры и фауны. Ее целостность – не последствия глобального плейстоценового расселения по сухопутным мостам, как у фауны тайги, степей и прерий. В арктической биоте имеется четкая «сопряженность» аборигенных

видов с аркто-альпийскими и гипоарктическими элементами, возникшая после широтных миграций в периоды глобальных изменений климата и оледенений, и присутствие сибирских или американских элементов – после периодов относительно долгого изолированного развития и отсутствия меридионального «биотического обмена».

При разработке универсальной стратегии сохранения живой природы России [9, 11] было обращено внимание на необходимость разработки **регионального подхода в сохранении биоты и экосистем Арктики, что диктуется и задачами ее устойчивого развития** [3]. Здесь общепринятые меры территориальной и покровительственной охраны природы не подходят по причине низкой устойчивости и высокой уязвимости арктической биоты. Охраняемые природные территории должны иметь большие площади для обеспечения миграций животных (например, сезонные миграции уникальной таймырской популяции дикого северного оленя – более 1500 км) и включать по возможности и сушу, и море. Рекультивация нарушенных земель практически невозможна из-за активизации криогенных процессов и дороговизны восстановительных работ. Покровительственная охрана редких видов должна строиться не на локальном, а региональном и даже глобальном уровнях (например, с редкими мигрирующими видами водоплавающих и околоводных птиц – путем охраны мест гнездования в Арктике, мест пролета в тайге и степях, мест зимовок в тропиках и субтропиках Африки и Азии).

В традициях российского народа фасад своего жилья содержать в хорошем состоянии. По тому, как мы его сохраним, о нас, о нашей системе охраны природы, будут судить соседи, партнеры по Арктическому Совету. Представляя весь объем планов освоения Арктической зоны Российской Федерации (и в отношении освоения углеводородов, и в отношении создания транспортной инфраструктуры), считаю первоочередной задачей разработку превентивных действий по защите живой природы и созданию основ устойчивого развития региона. Основные идеи российской природоохранной политики в Арктике заложены в «Стратегической программе действий по охране окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации» (далее СПД-Арктика), одобренной Морской коллегией при Правительстве Российской Федерации в 2009 г., а также в [2], в котором разделы, по охране биоты, подготовлены нами (http://www.npa-arctic.ru/Documents/da_full/chap_06.pdf).

Биоразнообразие арктической суши

Кроссийскому сектору Арктики относится не менее трети площади циркумполярной Арктики (21.2 млн км²). При этом суша составляет всего около 7.2 млн км²). Согласно СПД-Арктика общая площадь Арктической зоны Российской Федерации превышает 6 млн кв. км, в т.ч. арктических акваторий в пределах территориального моря и исключительной экономической зоны Российской Федерации – около 3 млн км. К арктическим морям России относятся Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Берингово моря.

Суша российской Арктики занимает 18% территории страны. Она представлена не покрытыми ледниками равнинами и горами материковой полосы вдоль евразийского берега Северного Ледовитого океана и его островами. Среди последних выделяются наиболее крупные острова архипелагов Новая Земля, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Новосибирские острова, а также остров Врангеля. Здесь доминируют типичные ландшафты высоких широт: тундровая зона с подзонами южных, типичных и арктических тундр и зона полярных пустынь. В их границах 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 низовий северных рек, текущих преимущественно с юга на север и служащих своеобразными экологическими коридорами для продвижения более южной бореальной флоры и фауны в Арктику. Здесь представлены специфические ландшафты кустарниковых зарослей – ивняковых, березковых, на северо-востоке – тополевых и 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 арктических тундр и луговин.

Таблица 1

Глобальное биоразнообразие Земли и оценка в нем доли основных групп сухопутной биоты российской Арктики (по: Global biodiversity, 2000; Чернов, 2004; Тишков, 2005, 2009)

Царство	Тип (фила)	Число описанных видов: в целом на Земле/в Арктике	Оценка доли (%) биоты российской Арктики
Позвоночные животные	Млекопитающие	4 630/75	1.6
	Птицы	9 946/240	2.8
	Рыбы и круглоротые	25 000/430	1.7
Животные беспозвоночные	Насекомые	963 000/400	0.3
Грибы		72 000/3 000	0.4
	Покрытосеменные	270 000/2 300	0.8
	Лишайники	17 000/1 600	9.7
	Мохообразные	16 100/900	5.6
Всего, включая все таксономические группы организмов		1 750 000/25 000 – 26 000	1.3-1.4

Все это многообразие ландшафтов и экосистем служит местобитаниями уникальной арктической сухопутной флоры и фауны (табл 1). В Арктике представлено до 25000–26000 видов, т.е. около 1.5% описанных видов современной биоты Земли, но суммарно собственно арктическая биота составляет 0.6–0.7% от мировой [14].

Видовое богатство Арктической зоны Российской Федерации распределяется по основным таксономическим группам: грибы – 3000, водоросли – 2000, лишайники – 1600, высшие растения – 2300, простейшие животные – 1500, многоклеточные животные – 13 000, из них почти 6000 – наземные. Примерно такое же разнообразие характерно и для морской фауны российского сектора Арктики. Число видов млекопитающих достигает 60, птиц – 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. Определить число видов рыб в российской Арктике пока невозможно в связи с недостатком данных о распространении морских

форм, но в любом случае оно составляет не менее 85% всей арктической ихтиофауны (Чернов, 2004). Сравнительно подробно состояние биоразнообразия Арктической зоны Российской Федерации изложено в наших публикациях [8, 11, 12].

Южная граница Арктики как биогеографический рубеж

У становление южной границы Арктики в России имеет разные цели. Во-первых, нужно определиться с границами арктических территорий, на которые распространяется государственный патронаж, региональная экономическая политика для специфичных арктических природно-хозяйственных систем. С недавних пор, де-факто, Арктическая зона Российской Федерации рассматривается как самостоятельный объект государственной политики в связи с его спецификой, значимостью для национальной экономики как важнейшего элемента ресурсной базы страны. Нормативное правовое закрепление этого статуса – важная проблема государственной политики

в отношении арктических территорий, для которых нет четко выявляемых физико-географических (природных) границ. Поэтому речь должна идти о составе Арктической зоны Российской Федерации, определяемой через законодательно закрепленный перечень включаемых в нее административных и муниципальных образований, а решение о ее составе – не результат физико-географического, медико-биологического или экологического научного исследования, а политический акт, учитывающий природные, социальные, демографические и политические реалии, а также удобства государственного управления.

Во-вторых, говоря о необходимости особого режима хозяйствования в Арктике и особом экологическом режиме этого региона, необходимо определить границы применения к его природным комплексам определенных «арктических» экологических регламентов, природоохранных технологий и техники. Понятно, что в данном случае речь идет о территориях и акваториях, обладающих определенными природными условиями, требующими особых технологий при освоении, и административные границы здесь не очень подходят. Например, «арктические» технологии вполне применимы в горных условиях и на таежных просторах Восточной Сибири.

В-третьих, для государственного управления природные (физико-географические, биогеографические, экологические и пр.) границы Арктики не подходят из-за того, что они неустойчивы в связи с изменениями климата. Но их установление необходимо для понимания современной динамики биоты – не только в результате изменения климата, но и в связи с антропогенной деятельностью, современным расселением флоры и фауны, активизацией биотического обмена, в том числе с инвазиями чужеродных видов. Пространственный детерминизм экологического мониторинга важен и для целевых рекомендаций по сохранению флоры и фауны, и для выбора репрезентативных объектов территориальной охраны.

Выделение арктической зоны в целях реализации дифференцированной экономической политики, определяемой государственными интересами и спецификой регионов, предполагает ее нормативное правовое закрепление. Оно имеет в своей основе экономико-географическое районирование – деление территории по степени сходства и различия всего комплекса ресурсных, природных и хозяйственных условий. В рамках такого деления вычлняются природно-хозяйственные комплексы, характеризующи-

ся своеобразным сочетанием различных отраслей, глубокими и разносторонними связями между ними, общностью исторического развития с вектором на транспортную систему Северного морского пути.

Как биографический рубеж южная граница Арктики устанавливается по полосе «сгущения» границ ареалов растений и животных (рис. 1), так называемых симперат. Причем в случае с южной границей арктического биогеографического региона (не природной зоны) для нас важна не рубежность в распространении на север лесных видов, четко прослеживаемая в границах лесотундры, а пределы движения на юг собственно арктических видов. Вариантов южной природной границы Арктики много. Наиболее известные связаны с реализацией крупных международных проектов и программ, например, программы Арктического Совета «Сохранение арктической флоры и фауны» (КАФФ; рис. 2), а также с ботанико-географическим районированием Арктики [18].

Циркумполярная организация пространства

Если внимательно проанализировать размещение суши на карте Арктики, то возникает вполне четкое представление о наличии системы физико-географических рубежей, которые в разные

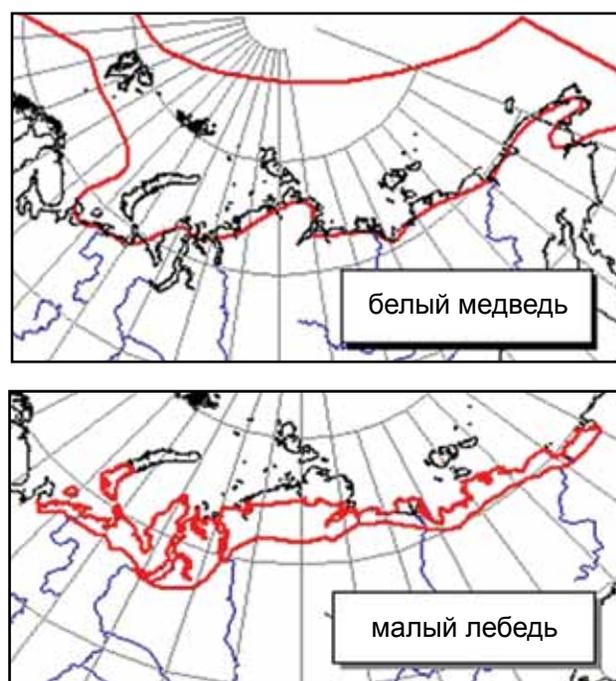


Рис. 1

Примеры ареалов арктических видов фауны, южная граница распространения которых может рассматриваться биогеографическим рубежом

исторические периоды развития становились препятствием для распространения сухопутной биоты (покровное оледенение, морские льды, глубокие проливы и пр.). В то же время, сама по себе циркумполярная организация пространства обеспечивала определенную непрерывность экосистемного покрова и распространения флоры и фауны. Этому способствовали колебания уровня Мирового океана, тектонические поднятия суши, изменения направления и температуры течений, циклические колебания климата и оледенения, которые определяли не только широтные, но и меридиональные миграции организмов.

Исследования по типологии и зональной структуре циркумполярного размещения растительности 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 и биогеографических категорий (зона, подзона, пояс, провинция, район) 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 выражение общих глобальных тенденций – «предела жизни» на широтном градиенте климатического тепла, который в Северной Евразии и в Северной Америке имеет абсолютно разное выражение.

Важным элементом циркумполярного *непрерывного* пространства можно считать наличие многолетних льдов, которые сами по себе служат «твердой» основой для миграций некоторых животных (белый медведь, волк, дикий северный олень, песец) и освоения ими в разные климатические периоды островов и архипелагов, в т.ч. вдали от материка, а также для «стадийного» ветрового переноса диаспор некоторых видов арктических растений.

Экологические риски и угрозы при освоении Арктики

Сразу оговоримся, что речь идет о рисках и угрозах для объектов живой природы суши, коренного населения и их традиционного природопользования. Ландшафтное и биологическое разнообразие Арктики по сравнению с западной

и центральной Европой и юго-восточной Азией сохранилось значительно лучше. Нарушенные территории здесь занимают всего 1–3% от общей площади суши, а на побережье и архипелагах они локализованы окрестностями населенных пунктов и полярных станций. Однако, несмотря на очаговый характер антропогенных нарушений, здесь происходит активная деградация экосистем, следствием которой становится разрушение почвенно-растительного покрова, развитие термоэрозии, фрагментация местообитаний арктической фауны, замещение природной растительности ее производными формами, снижение численности редких видов.

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 российской Арктики в настоящее время, можно выделить:

природные

- глобальные и региональные изменения климата Арктики, выражающиеся в увеличении продолжительности периода вегетации (для растений), гнездового периода (для птиц), теплого сезона (для беспозвоночных) и в продвижении на север границы леса, активном расширении ареала отдельных видов растений, млекопитающих и птиц, изменении путей их миграций, внедрении чужеродных видов и пр.;
- обусловленная изменениями циркуляции атмосферы и океанических течений трансформация климатических условий для наземной биоты (в т.ч. 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 отеле) или, наоборот, благоприятным для освоения арктических территорий бореальными видами условиям (например, расселение бурого медведя в лесотундру и южные тундры);
- активные неотектонические процессы, приводящие в ряде случаев к современному поднятию суши и образованию новых участков для засе-



Рис. 2

Границы Арктики в соответствии с принципами ее выделения для разных целей:
 оранжевая линия – границы реализации программы КАФФ;
 желтая линия – Полярный круг, 66°33' с.ш.;
 фиолетовая прерывистая линия – изотерма июля +10°C;
 зеленая линия – северная граница распространения леса;
 Голубой цвет – минимальное и максимальное распространение морских льдов

ления 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 геолого-разведочных работ, 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 нерегламентируемое 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 в арктические экосистемы, способное вызвать региональный экологический кризис.

Ведущие параметры устойчивости арктической биоты и экосистем

Для российской Арктики 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 в Арктике 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 – всего 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 биоразнообразия и экосистем суши в процессе природопользования в российской Арктике можно выделить следующие:

1. *Природные экосистемы и биоразнообразие российской Арктики 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 российской Арктики ограничивается районами со сложившейся инфраструктурой промышленного освоения и напрямую зависит от их транспортной доступности. 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 в отдельных регионах переходит в фазу сплошного (фронтального) освоения*. Новые антропогенные местообитания оказываются пригодными менее чем для половины видов аборигенной флоры и единичных представителей фауны. Под угрозой трансформации и даже исчезновения на локальных участках 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 в Арктике от государства к хозяйствующим субъектам*, а также рост безработицы и нищеты местного населения отдельных регионов, не занятого в добывающих отраслях, привели к тому, что государственный контроль за состоянием биоты и использования биоресурсов в российской Арктике ослаб. Широкое развитие получили такие виды нарушений, как браконьерство, загрязнение атмосферы, водоемов и почв, транспортные нарушения, бесконтрольное сверхнормативное расширение площадей новых земельных отводов под свалки твердых бытовых отходов, строительство промышленных объектов и линейных сооружений.

4. *Нормативно-правовая база и государственное управление охраной животного и растительного мира, использованием биоресурсов российской Арктики 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*. В этом, на наш взгляд, 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 и диверсификации экономики, что сказывается в первую очередь на состоянии био-разнообразия 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 накапли-*

вают загрязняющие вещества. Доля споровых растений в продукции фитомассы экосистем может достигать 70–90%, в то время как в лесах, степях, лугах и пустынях она составляет в редких случаях доли процентов. Именно мхи и лишайники первыми выпадают из экосистем в зоне влияния промышленных выбросов, вдоль трасс нерегулируемого 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.

Необходимость 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, могут 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 мультиплицирование 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 индустриальных 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.

Покровительственная охрана редких видов

Еще одним показателем с одной стороны – антропогенной трансформации арктической биоты и экосистем, а с другой – развития покровительственной охраны биоразнообразия можно счи-

тать выявление в регионах редких видов растений и животных. По сравнению с другими природными зонами полярные пустыни, тундры и лесотундра России не отличаются большим богатством редких и эндемичных видов. В то же время, Красные книги северных регионов включают традиционно достаточно высокое разнообразие редких видов.

Программа Арктического Совета КАФФ 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 arcticus*, *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 особо охраняемых природных территориях (ООПТ) федерального уровня. Еще 23% этих видов охраняется частично, т.е. представлена на охраняемых территориях регионального и местного уровня. Лишь 30% циркумполярного списка редких и эндемичных растений представлены 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 растений арктических видов на национальном уровне. Таких в российской Арктике – 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. Из них около 20 включены в Красную книгу Российской Федерации (2005). По разнообразию лидирует восточный сектор – в Магаданской области и на п-ве Чукотка «краснокнижных» видов – 12, на Командорских о-вах – 5, в Якутии – 2, на Кольском п-ве – 3, видов с широким ареалом – 3. Практически все из них эндемики и реликты. Один вид (*язвенник*

Таблица 2

Сохранение биоразнообразия экосистем полярных пустынь, тундр и лесотундры на особо охраняемых природных территориях ¹

NN	Охраняемая территория	Площадь, тыс. га	Год создания	Флора сосудистых растений	Фауна птиц в т.ч. гнездящихся		Фауна млекопитающих
1	Большой Арктический	4 169.2	1993	189	124	55	16
2	Гыданский	878.1	1996	180	63	57	15
3	Кандалакшский	70.5	1932	667	240	134	26
4	Корякский	327.2	1995	226	153	97	28
5	Кроноцкий биосферный	1 142.1	1934	810	216	121	32
6	Лапландский биосферный	278.4	1930	607	180	118	31
7	Магаданский	883.8	1982	727	210	170	41
8	Ненецкий	313.4	1997	130			
9	Остров Врангеля	2 225.7	1976	376	148	51	8
10	Пасвик	14.7	1992	350	122	75	23
11	Путоранский	1 887.3	1988	398	140	92	34
12	Таймырский биосферный	1 781.9	1979	429	110	74	21
13	Усть-Ленский	1 433.0	1985	402	109	60	27
14	Русская Арктика, национальный парк	1 426.0	2009/2011	> 100	~ 40	~ 20	~ 12
15	Земля Франца-Иосифа, федеральный заказник под юрисдикцией национального парка «Русская Арктика»	4 200.0	1994	60	38	17	2

¹ Для некоторых территорий приведены лишь оценки, но для основной массы заповедников цифры уточнены по «Современное состояние биоразнообразия ...», 2003

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, 2000*). Среди редких животных Арктики наибольший интерес представляют виды, связанные с морем: белый медведь, атлантический подвид моржа и некоторые другие ластоногие, белуха и другие китообразные. Понятно, что любые отклонения в климатической обстановке в регионе сказываются на состоянии их популяций опосредованно – через изменения ледовой обстановки, трансформации путей сезонных миграций, состояние пищевой базы и условий размножения. Поэтому численность популяций этих видов в значительной степени колеблется вслед за внутривековыми колебаниями климата, а, соответственно, и ледовитости океана. Эти циклы могут составлять, как показывают многие эмпирические наблюдения зоологов и биогеографов, от 3–11 лет до 30–60 лет [4, 10, 13].

Среди сухопутной фауны Арктики редкими являются: из млекопитающих – некоторые подвиды дикого северного оленя (например, новоземельский подвид), из птиц – краснозобая казарка, кулик-лопатынь, белый гусь, малый тундровый лебедь, стерх, сапсан, кречет, орлан-белохвост и другие хищные птицы.

Обобщенно для решения проблем покровительственной охраны флоры и фауны российской Арктики можно сформулировать приоритетные направления:

- завершение инвентаризации флоры и фауны всей российской Арктики и ее отдельных регионов;
- проведение оценки степени деградации биоты регионов хозяйственного освоения и выявление тенденций изменения ее состава и структуры;
- расширение представленности редких и исчезающих видов растений и животных на охраняемых природных территориях разного статуса;
- создание новых охраняемых природных территорий в местах концентрации редких, эндемичных и реликтовых видов;
- издание научных и популярных сводок по флоре и фауне Арктики и ее отдельных регионов и по проблемам сохранения биоты;
- проведение широкомасштабных мероприятий по экологической реставрации нарушенных земель с использованием местного посадочного материала (для растительности) и биотехнических мероприятий по привлечению (реинтродукции) фауны;
- создание системы «питомников дикой флоры» (*Wild flowers farms*) для региональных банков редких видов и производства посадочного материала для экологической реставрации нарушенных тундровых экосистем.

Практика территориальной охраны наземной биоты и экосистем

Подробная информация о территориальной охране биоразнообразия экосистем полярных пустынь, тундр и лесотундры на особо охраняемых природных территориях российской Арктики пред-

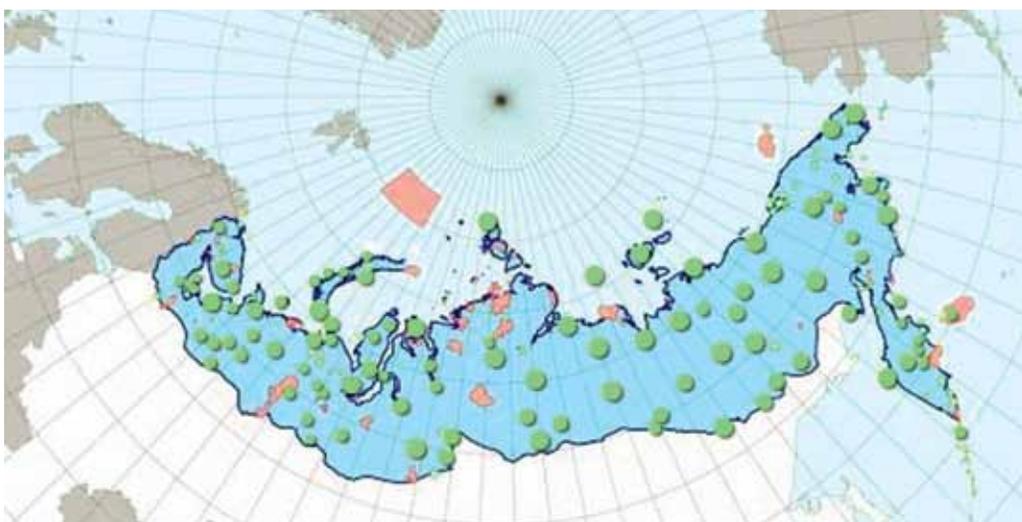


Рис. 3

Карта размещения действующих (розовым цветом) и предлагаемых для организации (зеленым цветом) особо охраняемых природных территорий России в границах Арктического Совета по данным: http://www.wwf.ru/about/where_we_work/arctic/reserves/

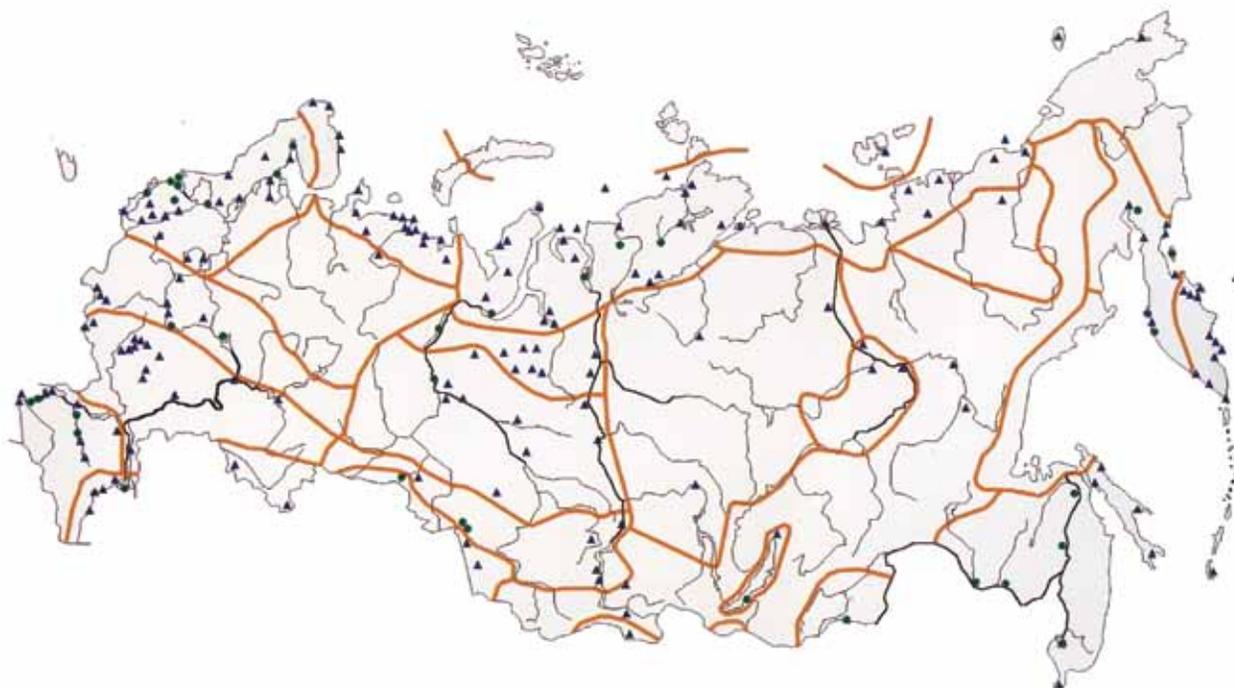


Рис. 4

Водно-болотные угодья российской Арктики, включенные в список Рамсарской конвенции (кружки) и перспективные для включения в список Рамсарской конвенции (треугольник).

Обращает на себя внимание высокая концентрация существующих и перспективных Рамсарских угодий именно в арктических регионах страны: 1 – север Европейской части России; 2 – север Западной и Центральной Сибири; 3 – север Восточной Сибири, 4 – Чукотка

ставлена в табл. 2. Для них, как показывают оценки [6], характерна сравнительно низкая эффективность и репрезентативность территориальной охраны биоразнообразия. В регионе практически отсутствует сеть морских заповедников, акваториальной охраной не охвачены ни типичные, ни уникальные морские экосистемы. Охраняемые морские акватории заповедников Кандалакшского, Большого Арктического и Острова Врангеля, а также национального парка «Русская Арктика» недостаточны, чтобы репрезентативно сохранять морские экосистемы Арктики. Ландшафтное разнообразие суши представлено на охраняемых территориях менее чем на 50%, а наземное биоразнообразие только на 60–65% (флора, особенно редкие виды – на 20–30%, фауна – на 70–75%).

Заповедники и другие виды охраняемых территорий – единственная форма сохранения биоразнообразия, которая на протяжении последних десятилетий весьма интенсивно развивалась на территории российской Арктики (табл. 2). Однако в последние годы процесс развития сети арктических заповедников был приостановлен (исключение, создание в 2009 г. и начало функционирования в 2011 г. национального парка «Русская Арктика»).

В настоящее время в российской Арктике формально существует федеральная сеть из более 30 особо охраняемых природных территорий, в т.ч. 13 государственных заповедников, 1 национального парка «Русская Арктика» и 15–20 федеральных заказников, в т.ч. заказника «Земля Франца-Иосифа». Все заповедники и национальный парк отнесены к охраняемым природным территориям 1-й категории по классификации Международного Союза Охраны Природы (МСОП). Их общая площадь составляет более 16 млн га. Кроме того, можно считать, что часть федеральных заказников здесь имеет эффективную систему охраны и способна выполнять свои функции по территориальной охране арктической фауны. Общая площадь северных, арктических и приарктических ООПТ – более 30 млн га. Это примерно 5–6% всей территории российской Арктики в границах программ Арктического Совета (рис. 3).

В арктических и примыкающих к ним регионах России действуют три объекта всемирного природного наследия ЮНЕСКО – Девственные леса Коми, Вулканы Камчатки и Остров Врангеля. В Арктике создана сравнительно большая сеть

охраняемых водно-болотных угодий, в том числе часть из них имеет международный статус согласно Рамсарской конвенции (рис. 4).

Сеть организованных в российской Арктике ООПТ охватывает все основные ключевые, в том числе экотонные, типичные зональные, островные, материковые, горные, дельтовые ландшафты Севера. Однако плотность ООПТ в разных регионах весьма различна. Так, на Кольском п-ве их 6. В восточно-европейском, западно- и среднесибирском секторах существует 12 созданных и организуемых заповедных территорий. А на всей огромной арктической территории Восточной Сибири – всего 4 действующих и несколько планируемых ООПТ.

Несмотря на весьма большое число заповедных территорий, *их все же недостаточно с точки зрения современных задач сохранения биоразнообразия.* Сейчас в арктических регионах России доля заповедных территорий составляет от 2 до 8%. Даже на Кольском п-ве, где несколько заповедников, они занимают всего 3% территории, на Таймыре – 5%, в Путоранах – 8%, на Колымском нагорье – всего 1,5%. Между тем в Арктике охраняемые территории должны занимать не менее 20–40%, быть репрезентативны в отношении всего биоразнообразия и ландшафтного разнообразия данной физико-географической области на всех уровнях ее дифференциации.

Так, на Американском континенте ООПТ Аляски составляют около 55% площади. Гренландия – один, крупнейший в мире национальный парк. Архипелаг Свальбард (Шпицберген) более чем на 50% представлен национальными парками и другими формами ООПТ.

Ситуация в тундровой полосе северо-востока Сибири, в т.ч. на Чукотке, рельефно демонстрирует, что заповедное дело в нашей Арктике по сути находится в зачаточном состоянии и перспективы его не ясны (Чернов, 2004; Тишков, 2005). Этот обширный регион особенно богат различными ботаническими объектами – местами повышенного видового богатства, местообитаниями узкоэндемичных форм растений, уникальных растительных сообществ, в частности, реликтовой тундростепи и т.д. Между тем в этой обширной области существует лишь один функционирующий крупный заповедник – Остров Врангеля и несколько заказников областного значения. Для успешного сохранения уникального разнообразия флоры и растительности этого региона необходима организация нескольких крупных заповедников со строгим режимом охраны.

Не менее актуальным следует признать и расширение мероприятий по экологической реставрации нарушенного растительного покрова, развитие системы питомников аборигенной флоры для получения посевного и посадочного материалов для проведения рекультивации арктических нарушенных земель. Весьма перспективным для Арктики может стать и внедрение концепции резервирования земли для развития системы ООПТ.

В отношении пробелов в практике территориальной охраны арктической биоты и экосистем отметим следующее:

1. Необходимо в качестве превентивной и компенсационной опережающей освоение новых земель меры провести широкомасштабное резервирование земель в арктических регионах для создания разных форм ООПТ. Их доля должна составлять, по-видимому, не менее 20–30% от площади арктических субъектов федерации. На них желательно установить особый режим хозяйствования, исключающий эколого-опасные формы хозяйственной деятельности. При объявлении на законодательной основе всей российской Арктики «зоной особого режима хозяйствования по экологическим критериям» необходимость в столь масштабном заповедывании арктических экосистем отпадает, но сохраняется необходимость функционирования широкой системы арктических заповедников (для охраны биоты, мониторинга ее состояния и научных исследований) и национальных парков (для сохранения природных комплексов и развития экотуризма).

2. Анализ действующей системы ООПТ в российской Арктике показал наличие многих пробелов в отношении эффективности территориальной охраны биоразнообразия и экосистем и в отношении репрезентативности действующей системы арктических ООПТ России. Необходимо в срочном порядке создание заповедников в следующих регионах: на беломорском побережье Кольского п-ва, на п-ве Канин в местах скопления водоплавающих птиц, на о-ве Колгуев, на Новой Земле (губы Безымянная, Архангельская и Грибовая, п-в Гусиная Земля), на Полярном Урале, на Среднем и Южном Ямале, на арктическом побережье между дельтой Лены и дельтой Колымы, Новосибирских островах, п-ве Чукотка.

Сложившаяся ситуация в развитии арктических ООПТ (низкая репрезентативность, слабая эффективность в сохранении биоты, отсутствие перспектив экотуризма), к сожалению, не может быть решена чисто механическим приращением количества и площади ООПТ, включенных в планы перспективного развития федеральной сети ООПТ. Создание

только двух на всю российскую Арктику крупных национальных парков (Русская Арктика, а в перспективе – международного парка «Берингия») явно недостаточно для становления в этом регионе массового высокоширотного экстремального, эколого-познавательного и круизного туризма, как это развито в североамериканской Арктике и на Шпицбергене. Отсутствие заповедников как опорных пунктов экологического мониторинга состояния биоты в Арктике во многих крупных регионах не позволяет до сих пор судить о природных и антропогенных трендах в динамике сухопутной биоты. Широкое развитие браконьерства и реальное снижение запасов ресурсов наземной фауны в ряде районов Арктики во многом связано и с отсутствием рациональной сети заказников, сохраняющих популяции промысловой фауны. По сути, так и не было создано ни одной территории традиционного природопользования, которые могли бы решать не только этно-культурные, но и экологические задачи, в том числе по сохранению наземной биоты и экосистем.

Установление особого правового режима хозяйственной деятельности в российской Арктике как гарантия сохранения ее биоразнообразия

Необходимость внедрения особого режима хозяйствования в российской Арктике обусловлена относительно низкими по сравнению с другими зональными экосистемами устойчивостью и ассимиляционным потенциалом ее природных экосистем. Несмотря на то, что ее территория имеет значительные размеры и разнообразие условий можно выделить целый набор универсальных принципов, позволяющих говорить об особом подходе к государственной политике в этом регионе и о необходимости нормативно-правового установления в нем «особого экологического режима», в первую очередь, «особого режима хозяйственной деятельности».

К наиболее проблемным, требующим перестройки, элементам государственного экономического и природоохранного регулирования в регионе можно отнести:

1. *Нормирование допустимого воздействия на экосистемы и биоту.* Оно осуществляется в настоящее время индивидуальными решениями и техническими регламентами, устанавливаемыми регулирующими органами, которые допускают произвольную корректировку нормативов в сторону их ослабления, и административными решениями.

2. *Механизмы экономического регулирования,* включая лишь плату за негативное воздействие. Сейчас они имеют низкий регуляторный эффект и не обеспечивают должного влияния на нарушителей природоохранных требований; *новые финансовые механизмы, основанные на концепции экосистемных услуг и их компенсации* не используются;

3. На законодательном уровне не установлены режимы экологической защиты арктических территорий и акваторий. Это создает условия для манипуляции разрешительными документами и сохранения негативных тенденций в отношении состояния и воспроизводства ценных и особо ценных возобновляемых ресурсов.

Сохранение в неизменном виде существующей системы экономического природоохранного регулирования на фоне интенсивного экономического роста неминуемо приведет к деградации природной среды российской Арктики.

Стратегической целью государственной экономической и экологической политики в Арктике должно стать формирование в границах российской Арктики «особого экологического режима» и «особого режима хозяйственной деятельности». Достижение этих целей должно обеспечиваться формированием новой системы природоохранного регулирования, базирующейся на:

- законодательном закреплении за российской Арктикой «особого экологического режима» территории с установлением дифференцированных требований к природопользованию и экономической деятельности;
- формировании эффективной системы экономических санкций за несоблюдение установленных требований, организации государственной поддержки проектам, направленным на оздоровление окружающей среды;
- формировании экономических механизмов снижения ресурсоемкости и повышения энергетической эффективности хозяйственной деятельности;
- создании условий сохранения ненарушенных и малонарушенных природных территорий через оптимизацию размещения новых производств в «очагах» интенсивного экономического и индустриального развития, а также оптимизацию системы арктических охраняемых природных территорий, перспективы которой должны быть согласованы с планами развития транспортной и промышленной инфраструктуры.

Реализация мер государственного регулирования в российской Арктике должна дополняться самоорганизующимися действиями бизнеса (част-

ных, частно-государственных и государственных компаний) через его участие в региональной экономической координации, добровольных экологических программах и механизмах, таких как создание и функционирование региональных советов по экономической координации, сертификация по экологическим требованиям, экологический аудит, экологическое страхование, экологические рейтинги. Внедрение в АЗРФ заявительной системы соблюдения норм и правил территории с «особым экологическим режимом» создаст предпосылки замещения для некоторых компаний государственного экологического надзора экологическим аудитом, что позволит существенно повысить эффективность государственного экологического надзора.

Концептуально законодательное закрепление «особого экологического режима» может стать ведущим механизмом государственной политики в Арктической зоне Российской Федерации:

- государство должно активно участвовать во всех сферах жизнедеятельности – экономической, социальной, этно-культурной и экологической – безальтернативно;
- государственное регулирование должно осуществляться специальными поправками и дополнениями к действующим законодательным актам (или включением соответствующих дополнений в новые редакции федеральных законов) на основе специального районирования и установления дифференцирующих коэффициентов для экономических санкций и параметров финансового регулирования;
- государственная политика в российской Арктике должна осуществляться без ущерба экономике и социальному развитию других регионов страны, а значит на основе эффективной налоговой и межбюджетной политики, учитывающей особый «арктический» режим хозяйствования с ограничениями по экологическим критериям.

Аналоги законодательного и нормативного закрепления «особого экологического режима» для крупных территорий в Российской Федерации имеются (например, Байкальская природная территория, объединяющая 3 субъекта Российской Федерации).

Обременения, условия доступа к природопользованию в Арктике и механизмы саморегулирования бизнеса, рекомендуемые для внедрения в рамках установления «особого экологического режима» для сохранения биоты и создания основ устойчивого развития Арктики могут быть следующими:

- *заявительный публичный характер действий*, обеспечивающий прозрачность намерений;

- *минимизированные «северные» нормы землеотвода*, высокие ставки за сверхнормативный захват новых ненарушенных земель;
- более высокая плата за земли нового освоения (ненарушенные); хозяйствующий субъект декларирует готовность оплатить компенсацию ущерба (отвода) и восстановления земель по высоким ставкам в соответствии с предлагаемыми коэффициентами;
- особые требования к компаниям, осуществляющим хозяйственную деятельность (наличие экологической службы, квалификация персонала, сертификация компании по экологическим показателям и готовности работать в Арктике);
- *рейтинговое сопоставление экологических программ компаний с учетом действительности их социально-экологических деклараций*, в том числе в отношении декларируемого соблюдения экологических регламентов, учета прав и интересов коренных народов и пр.;
- *учет законодательных и нормативных действующих барьеров на пути использования неэкологичной техники и технологий* (полный запрет на их использование в условиях Арктики, учет регламентов особых «арктических» технологий и техники, сроков разных форм деятельности, сезонности работ, особые обязательства по технологии рекультивации);
- *особые требования к соблюдению норм учета интересов прилегающих территорий*, соседних хозяйствующих субъектов, органов самоуправления и наличие согласований с соседними природопользователями («процесс экономической координации»);
- *принятие регламентов, гарантирующих нераспространение и нерасширение антропогенного воздействия по сравнению с его современным уровнем в регионе;*
- *особый порядок определения технических регламентов и нормирования воздействия на окружающую среду и ее компоненты – использование «северного нормирования», исключающего внедрение индивидуальных нормативов;*
- *декларирование формирования полосы «экологического буфера» вокруг ареала будущей нарушенной территории (дополнительный механизм нераспространения воздействия за счет внедрения для «буфера» арендной платы, аналогичной для используемых земель);*
- *расширенный перечень эколого-опасных загрязняющих веществ и других ограничений по воздействию на природную окружающую среду;*

- субъекты Федерации, относимые к Арктической зоне (а в случае если таковыми являются отдельные муниципальные, то применительно к ним) получают право расширения перечня, а компании принимают обязательства по его учету и соблюдению соответствующих регламентов;
- *заявительный характер информации о воздействии* и ограничениях по срокам достижения требуемого техническими нормативами уровня экологичности производства;
 - *особые сроки и порядок выдачи и отзыва разрешений* на пользование ресурсами и ведение хозяйственной деятельности в Арктике;
 - *особый перечень природоохранных мероприятий*, включаемых по затратам в счет погашения налогов – учитываемых при исчислении налогов. Этот перечень может быть расширен по предложениям субъектов Федерации;
 - *особые требования к энергосбережению и внедрению энергоустановок на возобновляемых источниках энергии*, основанные на минимизации пространства освоения и компактности инфраструктуры (или частичного отказа от ее развития с учетом временного характера хозяйственной деятельности в российской Арктике);
 - *декларируемая степень открытости информации* о состоянии окружающей среды и воздействиях на нее для региональной экономической и экологической координации.

Настоящие рекомендации, основанные на эколого-географических подходах к стратегии сохранения биоразнообразия и устойчивого развития российской Арктики, позволят не только снизить остроту экологической ситуации в регионе, но и создадут стимул для расширения здесь географических исследований, что актуально в наши дни.

Литература

1. Горбатовский В.В. Красные книги субъектов Российской Федерации: Справочное издание. М.: НИИ-Природа, 2003. 496 с.
2. *Диагностический анализ состояния окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации.* Отв. ред. Б.А. Моргунов. М.: Научный мир, 2011. 200 с.
3. Додин Д.А. Устойчивое развитие Арктики. Проблемы и перспективы. СПб.: Наука, 2005. 283 с.
4. Кривенко В.Г., Виноградов В.Г. Птицы водной среды и ритмы климата Северной Евразии. М.: Наука, 2008. 588 с.
5. *Национальная стратегия сохранения биоразнообразия.* М.: Российская Академия Наук, Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2001. 76 с.
6. *Особо охраняемые природные территории России: современное состояние и перспективы развития.* М.: WWF России, 2009. 455 с.
7. *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.
8. *Состояние биоразнообразия природных экосистем России.* Под. ред. В.А. Орлова и А.А. Тишкова. М.: НИИ – Природа, 2004, 116 с.
9. *Стратегия сохранения биоразнообразия.* РАН, МПР России, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2001. 75 с.
10. Тишков А.А. Растительноядные животные в экосистемах тундр. В кн.: Млекопитающие в наземных экосистемах. М.: Наука, 1985. С. 38–66 (Вопросы териологии).
11. Тишков А.А. Природные экосистемы и биоразнообразие: состояние, сохранение и использование биоресурсов. В кн.: Север как объект комплексных региональных исследований. Сыктывкар, Научный совет РАН по вопросам регионального развития, 2005. С. 7–35.
12. 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.
13. Тишков А.А. Биogeографические последствия природные и антропогенных изменений климата. Успехи современной биологии, 2011, т. 131, №4. С. 356–366.
14. Чернов Ю.И. Направления, состояние и перспективы отечественных исследований биологического разнообразия Арктики. Вестник РФФИ, № 1 (35), март 2004. С. 5–36.
15. *Arctic flora and fauna. Status and conservation.* Helsinki: Edita, 2002, 271 p.
16. *Conservation Arctic Flora and Fauna – 2001. Status and conservation.* Helsinki, Edita publ., 2001, 272 p.
17. *Global Biodiversity. Earth living resources in the 21st century.* Groombridge B., Jenkins M.D. Cambridge: World Conservation Monitoring Center. Hoechst foundation, 2000. 247 pp.
18. Yurtsev B.A. Floristic division of the Arctic. – J. Veg. Sci. 5(6). 1994. PP. 765–776.