

В.В.КРЮЧКОВ

# СЕВЕР НА ГРАНИ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ



В.В.КРЮЧКОВ

# СЕВЕР НА ГРАНИ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ



МОСКВА  
«МЫСЛЬ»  
1987

РЕДАКЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Рецензенты: член-корреспондент АН СССР П. Ф. ШВЕЦОВ,  
кандидат географических наук Б. Ф. ШАПАЛИН

К  $\frac{1905010000-107}{004(01)-87}$  132-87

© Издательство «Мысль», 1987

## ВВЕДЕНИЕ

Север играет важную роль в жизни нашей страны. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» в разделе I «Основные итоги экономического и социального развития страны за 1981—1985 годы» сказано: «Продолжалось формирование и развитие крупных территориально-производственных комплексов. Ускоренно осваивались природные богатства восточных и северных районов страны. Две трети общесоюзной добычи нефти и свыше половины добычи газа теперь дает Западная Сибирь» (Материалы XXVII съезда КПСС, 1986, с. 270). В соответствии с решениями XXVII съезда КПСС на Севере и в Сибири предстоит решать много сложных и ответственных задач.

Поэтому очень важно, как отмечалось на съезде, «заставить понять всех и вся, что суровый этот край нужно не осваивать, а обживать. Обживать основательно, обживать умно, обживать предусмотрительно»\*. Широкое освоение Севера, Арктики и космоса началось приблизительно в одно время — в 50-х годах XX столетия, т. е. совпало с началом научно-технической революции. Это не случайное совпадение. Раньше уровень развития производительных сил не позволял осваивать эти огромные, труднодоступные пространства.

К настоящему времени накопилось достаточно много фактов, подтверждающих что осваивать Север такими же методами и техникой, как и более южные зоны, нельзя, особенно учитывая предельную экологическую уязвимость Севера (Крючков, 1973, 1976, 1979, 1983, 1984; Сергеев, Трофимов, Баулин, 1979; Швецов, 1963, 1964, 1970; Швецов, Бобов, 1979 и др.). Этой проблеме в книге будет уделено соответствующее внимание, а также показаны возможные пути ее решения в век НТР.

В новой редакции Программы КПСС, принятой на XXVII съезде, сказано: «Вся производственная деятельность в условиях коммунизма будет строиться на применении высокоэффективных технических средств и технологий, будет обеспечено гармоничное взаимодействие

\* Правда. 1986. 1 марта.

человека и природы» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 138). Можно предположить, что огромные вновь осваиваемые территории Севера будут одними из первых, где экологические нормативы станут важнейшим фактором развития и размещения крупной промышленности. На Севере с его легко нарушаемой природой по-другому нельзя.

Существующий зачастую нерациональный обмен веществ между обществом и биосферой (а не круговорот, как в биосфере) нередко приводит к экологической дисгармонии и кризисам. В настоящее время перечень эксплуатируемых ресурсов, в том числе и бедных руд, растет очень быстро; с такой же скоростью растут и отходы, которые не может перерабатывать природа. Это ведет к обострению экологической ситуации. В качестве средства преодоления этой тенденции советскими учеными И. В. Петряновым-Соколовым и Н. Н. Семеновым предложена концепция безотходного производства, принятая во многих странах мира. В случае реализации этой концепции сближается производство и биосфера, которая, как известно, не дает «отходов», так как в процессе природного круговорота веществ выделения одних организмов являются источником питания для других.

На XXVII съезде КПСС отмечалось, что осуществление мер по охране окружающей природной среды в крае проводится недостаточно эффективно, «система природопользования развивается экстенсивно, с повышенной отходностью»\*. И такое положение, объективно сдерживающее ускорение социально-экономического развития, характерно не только для Сибири. Вот почему концепция интенсификации полностью относится и к проблеме охраны окружающей природной среды и в целом к природопользованию.

На вновь осваиваемых пространствах Севера с его легкоранимой и разрушаемой природой должна применяться малоотходная и безотходная технология. Это выгодно делать сразу, а не перестраивать через несколько лет производство. Делать по-другому на Севере — это значит быть в неоплатном долгу у природы и будущих поколений. Крупные промышленные предприятия на Севере уже сейчас строятся по такому принципу, например Надеждинский металлургический завод в Норильске, первая очередь которого пущена в 1979 г. Это первый завод в цветной металлургии «третьего поколения»: от

\* Правда. 1986. 5 марта.

начала до конца процессы обогащения талнахского концентрата проходят в герметично закрытых емкостях. Процесс позволяет, получая металл, заодно вырабатывать 450 т пара в час и 240 тыс. т серы (из металлургических газов) в год. На заводе введена система замкнутого водооборота. Пар, вырабатываемый на заводе, используется для отопления Кайеркана. Освоение огромных территорий Севера не может быть отраслевой, ведомственной задачей какого-либо одного министерства и даже нескольких — это, безусловно, общегосударственная проблема. Найдена и организационная форма такого государственного подхода для комплексного решения освоения территории — территориально-производственные комплексы. А. Н. Гладышев и В. П. Можин (1982, с. 5—6), развивая идеи Н. Н. Колосовского, дают такое определение ТПК: «Это совокупность технологически и экономически взаимосвязанных, пропорционально развивающихся производств и предприятий, подчиненных разным министерствам и ведомствам, но объединенных единой технологией или общими источниками сырья и других ресурсов. Они имеют четкую специализацию производства, сконцентрированы на определенной территории, располагающей необходимыми ресурсами, обладают единой производственной и социальной инфраструктурой и совместными усилиями обеспечивают охрану окружающей среды».

На слабо освоенных территориях Севера и Сибири в условиях ТПК возможно решение многих вопросов, которые с трудом реализуются при отраслевом освоении территории и природных ресурсов (создание безотходных производств, комплексное использование сырья).

Век НТР подвел черту под длительным историческим периодом в развитии человечества, когда основным критерием эффективности была чистая экономическая выгода при минимуме затрат, как правило, без каких-либо оговорок. Вторичный, экологический — обычно отрицательный — эффект длительное время был относительно мал. Природа утилизировала отходы и залечивала раны, хотя следы их оставались. В настоящее время получение максимальной выгоды при минимуме затрат должно сочетаться с расходами на сохранение экологического равновесия в любом регионе или зоне.

На освоение Севера в нашей стране выделяются значительные средства, объем которых неуклонно возрастает. Если за весь период до 1960 г. в хозяйство районов Севера было вложено более 14 млрд р., то за период

1960—1980 гг. — свыше 100 млрд р. (Соловьев, Шапалин, 1985). Вложенные деньги окупаются. Север дает сейчас стране 80% апатитового концентрата, 100% вермикулита, большое количество никеля, меди, олова, вольфрама, кобальта и других цветных металлов. За пятилетку (1981—1985 гг.) весь прирост производства никеля получен на Севере; то же самое относится к ряду цветных металлов, нефти и газу.

Одна из главных задач, которая решается на Севере, — это развитие мощной сырьевой базы и ускоренное наращивание экономического потенциала. Вместе с тем освоение Севера до недавнего времени сдерживалось, да и сейчас сдерживается следующими причинами:

традиционные районы добычи угля, нефти, газа, руд в основном удовлетворяли нужды советской промышленности, по крайней мере до 50-х годов;

потребители добываемых на Севере минеральных ресурсов, как правило, отдалены от северных шахт, рудников, промыслов на значительные расстояния. Слабо развитая транспортная сеть не обеспечивала и пока не обеспечивает надежной и регулярной связи с промышленными центрами;

природные ресурсы Севера изучены еще слабо, что затрудняет их промышленную оценку и усложняет решение вопросов освоения по принципу территориально-производственных комплексов;

отсутствует техника в северном исполнении или ее остро не хватает;

ощущается недостаток квалифицированных кадров; суровость природы, ее необычность: таяние вечномерзлых грунтов при антропогенном воздействии на них; оседание поверхности или, напротив, ее вспучивание; длительная полярная ночь и полярный день и т. д., а самое главное — чрезмерная экологическая уязвимость природы этого региона. Это проблема не только экологическая, но и экономическая.

Рассмотрение в Политбюро ЦК КПСС вопросов об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера\* и Указ Президиума Верховного Совета СССР «Об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера и морских районах, прилегающих к северному побережью СССР»\*\* направлены как раз на решение не только экологических, но и экономических ключевых проб-

лем широкого освоения Севера. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» в разделе XI «Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов» подчеркнуто: «Продолжить осуществление комплекса мер по охране водоемов Арктического бассейна...» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 316).

В Программе КПСС сказано: «Советское государство будет сотрудничать с другими странами в решении глобальных проблем, которые особенно обострились во второй половине XX века и жизненно важны для всего человечества: охрана окружающей среды, энергетическая, сырьевая, продовольственная и демографическая проблемы, мирное освоение космоса и богатств Мирового океана...» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 178). Вопросы антропогенного воздействия на экосистемы Севера, в том числе на тундровые, включены в один из проектов международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

В предлагаемой книге сделана попытка обобщить накопленный материал по освоению некоторых природных ресурсов Севера (традиционных и нетрадиционных) и одновременно показать некоторые возможные пути более рационального использования ресурсов с учетом экологических особенностей Севера.

\* Правда. 1984. 28 сент.

\*\* Ведомости Верховного Совета СССР. 1984. № 48. 28 нояб.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА

Неотъемлемая часть истории человека — непрерывное продвижение на Север, освоение и заселение его. Можно представить, как трудно было нашим далеким предкам приспособляться к умеренному климату с холодной зимой и снегом. Древние греки Скифию считали холодной северной страной, где невозможна жизнь цивилизованных людей. Такого же мнения придерживались древние римляне о землях (в том числе Колхида, Таврия), на которых жили варвары. В эти места со «страшным климатом» высылали граждан Римской империи. Один из ссыльных, римский поэт Публий Овидий Назон, с ужасом писал о климатической суровости места своей ссылки — территории современной Молдавии:

...Кутают тело в меха, шаровары из шкур, когда люто  
За душу стужа берет; только лицо на ветру:  
Льдинки звенят при ходьбе, свисая с волос и качаясь,  
И от мороза бела, заледенев, борода.  
Здесь замерзает вино, сохраняя форму сосуда;  
Вынут из кадки — не пьют: колют, глотая куском.  
Высказать вам, как ручки промерзают до дна от морозов,  
Как из озер топором ломкую воду берут?

Правительство Российской империи такими местами «с ужасным климатом» считало районы современного Крайнего Севера и Сибирь. История повторялась — в Сибирь и на Север высылали опальных, обычно лучших людей России: декабристов, народовольцев, большевиков. Генерал Зиновьев, воспитатель Александра III, так ответил одному энтузиасту освоения Севера: «Так как на Севере постоянные льды, хлебопашество невозможно и никакие другие промыслы немислимы, то, по моему мнению и мнению моих приятелей, необходимо народ удалить с Севера вовнутрь страны, государства, а вы хлопочете наоборот и объясняете о каком-то Гольфштреме, которого на Севере быть не может».

Интенсивное освоение Севера началось в советское время. В основе этого процесса лежат новые способы и методы хозяйствования и новые социальные принципы.

К Крайнему Северу в европейской части СССР отнесены территории, расположенные в основном к северу от Полярного круга: большая часть районов Мурманской области, Ненецкий автономный округ, северная часть Коми АССР; в азиатской части Советского Союза — Ямало-Ненецкий, Таймырский и Эвенкийский автономные округа; Туруханский и Северо-Енисейский районы с городами Игарка и Норильск, Якутская АССР, Магаданская и Камчатская области, северные районы Хабаровского края и Сахалинской области. Острова Северного Ледовитого океана тоже относятся к Крайнему Северу. В районы Крайнего Севера включены: арктическая пустыня, тундра, лесотундра и северо-восточные лиственничные (субарктические) редколесья, а также часть тайги. К местностям, приравненным к району Крайнего Севера, отнесены в основном таежные территории с суровым климатом и удаленные от основных культурных центров страны. Все вместе они занимают территорию 10,9 млн км<sup>2</sup>, что составляет 64% площади РСФСР и почти половину площади СССР (рис. 1).

Южная граница Севера\* совпадает примерно с южной границей распространения вечномерзлых грунтов. Вечномерзлые грунты содержат 60—90% подземных льдов в верхнем 20—30-метровом слое. Поэтому затемнение поверхности пылью, сдирание тонкого растительного слоя гусеничным транспортом, пожары и т. д. ведут к нарушению природного равновесия: протавнению грунтов, образованию термокарстовых озер или переливанию озер в другие понижения, образованию термокарстово-эрозионных оврагов, растущих со скоростью 30—50 м в год, т. е. к формированию холмисто-озерного рельефа, недоступного летом даже для гусеничного вездеходного транспорта. Промышленные очаги Севера (район Воркуты, многие районы севера Западной Сибири, Норильск, Билибино и др.) «окольцованы» таким антропогенным рельефом.

Один из парадоксов Севера состоит в том, что за счет удлинения дня возможная суммарная радиация в высоких широтах в весенне-летний сезон больше, чем в низких. Однако из-за отражательной способности снегового покрова и облачности количество поглощенной радиации оказывается сравнительно малым. Солнечная энергия расходуется на испарение и нагревание поверх-

\* Основная часть территории Сибири и Дальнего Востока находится в зоне Севера.

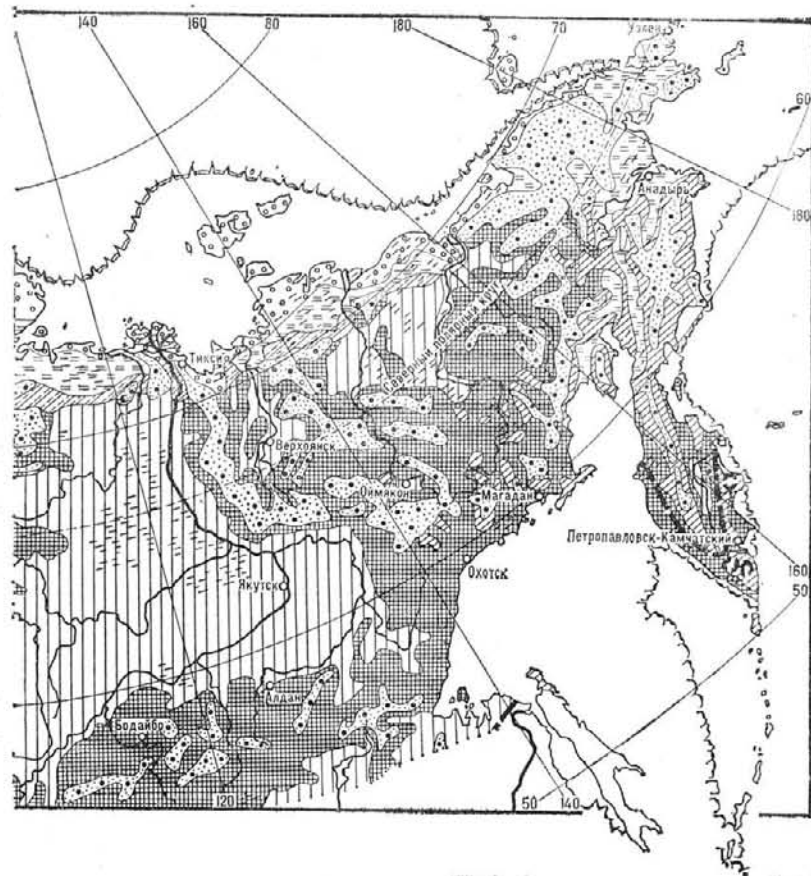
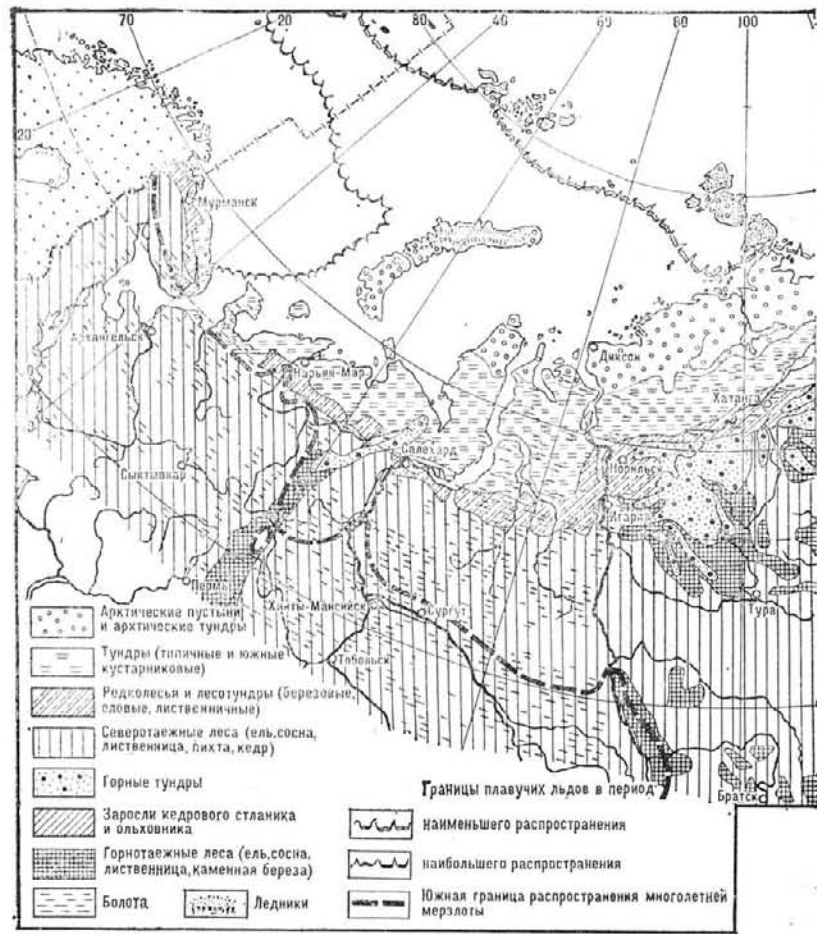


РИС. 1. Природные зоны Севера

ности земли и воздуха. Чем больше расход на испарение, тем меньше тепла остается на нагревание почвы и воздуха.

Много тепла тратится на таяние снега, прогревание почвы и холодных воздушных масс, приходящих со стороны Северного Ледовитого океана. По подсчетам А. А. Григорьева (1970); на таяние снега уходит следующее количество тепла: при мощности снега 70 см и плотности его 0,35 на 1 см<sup>2</sup> поверхности приходится 24,5 г воды; при мощности снега 60 см — 21 г и при 40 см — 14 г воды. В первом случае на таяние снега требуется 8200 Дж, во втором 7030 Дж, в третьем 4690 Дж, т. е. на таяние снежного покрова, которое про-

исходит в основном в мае, расходуется больше половины радиационной энергетической базы этого месяца (радиационный баланс мая — 4190—14 650 Дж/см<sup>2</sup>). Поэтому средние месячные температуры мая даже в южных районах Севера — отрицательные. В июне, июле и августе тепло уходит на прогревание и протаивание почвы. Расчеты А. А. Григорьева показывают, что если принять содержание влаги (льда) в почве равным 0,3 г на 1 см<sup>3</sup>, теплоту плавления 1 г льда равной 330 Дж, то на таяние почвогрунтов на глубину 0,5, 1 и 1,5 м потребуется соответственно 5 тыс., 10 тыс. и 15 тыс. Дж. Это только на оттаивание. Вместе же на оттаивание и прогревание почвы в Субарктике расходуется 19 тыс. Дж/см<sup>2</sup>. На ис-

парение нужно еще 3,8 тыс. Дж. Поэтому летние температуры на Севере довольно низки, даже в южных его районах средняя температура июля — 11,5—12° (Магадан) и 12—13° (Салехард). Отрицательные или небольшие величины радиационного баланса зимой обуславливают низкие температуры.

На Севере выпадает от 200 до 500 мм осадков, зимой испарение очень мало. В период с положительными температурами осадков выпадает значительно больше, чем испаряется, за исключением, пожалуй, ряда районов Восточно-Сибирского сектора. На Восточно-Европейском Севере превышение атмосферных осадков над испарением равно примерно слою воды в 120 мм (Григорьев, 1970).

Мерзлые грунты действуют как водоупорный горизонт, не пропуская влаги и увеличивая заболачивание. В них обычно содержится лед. При протаивании грунтов на глубину 1 м и при наличии в них влаги в виде льда всего 0,3 г на 1 см<sup>3</sup> образуется 30 см<sup>3</sup> жидкости на площади 1 см<sup>2</sup>, т. е. больше, чем количество выпадающих за теплый период атмосферных осадков (Григорьев, 1970). Переувлажненность и заболоченность почв в связи с коротким и холодным летом, в течение которого мало испаряется влаги, — это следующая особенность Севера. Этой же закономерностью объясняется обилие озер и рек на Севере и большой речной сток.

Имеются работы, в которых описываются особенности растительности и почв Севера (Арктики и Субарктики). Б. А. Юрцев (1966) обосновал выделение на Севере Гипоарктического пояса, к которому он относит большую часть подзоны типичных мохово-лишайниковых тундр, южные тундры, лесотундру и северную тайгу. Гипоарктический пояс он делит на две полосы: гипоарктические тайгу и тундру. Южная граница пояса — одновременно северная граница распространения на плоскогорьях не только сомкнутых бореальных лесов (тайги), но и сомкнутых лесов вообще.

В. О. Таргульян (1971), выделяя на Севере холодные гумидные области, для которых свойствен единый тип почв — подбуры, отмечает, что южная граница Гипоарктического пояса — одновременно наиболее четкий рубеж холодных гумидных областей.

Для Гипоарктического пояса свойственны гипоарктические растения, т. е. растения, наиболее характерные для северной окраины лесной зоны и южной части тун-

дровой (Юрцев, 1966). К ним относятся: карликовые и кустарниковые березки (*Betula nana*, *B. exilis*, *B. middendorffii*), кустарниковые ивы (*Salix viminalis*, *S. hastata*, *S. phylicifolia*, *S. pulchra*, *S. glauca*, *S. lanata*), кустарнички (*Empetrum nigrum*, *E. hermaphroditum*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Ledum decumbens*, *L. palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *V. myrtillus*), травы (*Arctophila fulva*, *Festuca cryophila*, *Ranunculus lapponicus*, *Rubus chamaemorus*, *Valeriana capitata*, *Nardosmia frigida*).

Б. А. Юрцев выделяет три основные синузильные группы растений приземного слоя, характерные для Гипоарктики: деревянистые хамефиты — кустарнички и низкие кустарники, у которых почки возобновления находятся в приземных частях побегов, защищаемых зимой снежным покровом. Это преимущественно олиготрофные и светолюбивые виды верескоцветных (*Empetrum*) и сережкоцветных (*Betula*, *Salix*), зеленые и сфагновые мхи, кустистые лишайники.

Травянистые формы (исключая поймы рек и ложбины стока) скудно представлены на Севере — тоже одна из особенностей этого региона. На Севере кончается область безраздельного ценотического господства жизненной формы дерева. Видовой состав деревьев чрезвычайно обеднен по сравнению с соседними участками типичной (средней) тайги. Угнетенность деревьев, разреженность, а потому и осветленность древостоев лесотундры и северных редколесий приводят к более пышному развитию растений нижних ярусов: низких кустарников, кустарничков, яруса мхов и лишайников, т. е. тех растений, которые господствуют в южных и типичных тундрах. Именно поэтому «гипоарктические тундры по составу весьма напоминают нижние ярусы северотаежных редколесий» (Толмачев, Юрцев, 1970, с. 91).

Как показали исследования последних лет, продуктивность растительных сообществ Севера мала (Андреев, 1966). Запасы надземной фитомассы колеблются от 2—9 ц/га на пятнистых и щебнистых тундрах до 100—200 ц/га в южных кустарниковых тундрах и 150—250 ц/га в лесотундровых редколесьях. В южной тайге запасы надземной фитомассы составляют 2200—2500 ц/га. Годовой прирост в растительных сообществах колеблется от 2 до 10%: отношение надземной растительной массы к подземной в различных сообществах изменяется от 1:4 до 1:10.

Социально-экономические особенности Севера — это прежде всего малое количество населения — около 8,5—



9 млн человек, т. е. примерно 3% населения на 50% территории страны. Плотность населения на Европейском Севере — 2,5 человека на 1 км<sup>2</sup>, на Азиатском — 0,49\*.

Вместе с тем на Севере очень высок удельный вес городского населения: в Магаданской области и Ханты-Мансийском автономном округе — 79%, в Камчатской области — 83, в Таймырском автономном округе (включая Норильск) — 95, в среднем по Азиатскому Северу — 73; по Европейскому Северу — 78%, что свидетельствует о промышленном освоении и заселении Севера. Особенно выделяется Мурманская область, население которой превысило 1 млн человек; число жителей на 1 км<sup>2</sup> около 7 человек, а удельный вес городского населения примерно такой же, как и в Ленинградской области, — 91%.

Города и рабочие поселки на Севере удалены один от другого на сотни и тысячи километров. И только в некоторых районах они расположены гуще: в промышленной зоне Мурманск — Кандалякша, в рабочих поселках вокруг Воркуты, в некоторых местах на севере Западной Сибири, в промузле Норильск — Талнах и т. д. Общая площадь городов и рабочих поселков составляет примерно 20—30 тыс. км<sup>2</sup>, т. е. не превышает 0,3% территории Севера. В 1979 г. здесь проживало более 813 тыс. коренного населения: якуты — 328 тыс., коми — 327 тыс., народности Севера — 158,5 тыс.\*\* К коренным народам нужно отнести и русских старожилов, живущих на Севере несколько столетий.

Научно-технический прогресс для Севера играет большую роль, чем для обжитых среднеширотных областей. Если для последних НТП означает большей частью ускорение уже начатого процесса развития производительных сил, то для Севера новая техника подчас определяет саму физическую возможность освоения территории. Так, например, трудно представить широкое освоение и развитие Севера без авиации, без круглогодичного судоходства, возможного только при наличии атомных ледоколов. Северу свойственна слабо развитая транспортная сеть, особенно это относится к железнодорожному транспорту. Основная масса перевозок ложится на морской, речной и автомобильный транспорт; неопределима роль авиационного сообщения. Освоение любой

\* По материалам переписи населения 17 января 1979 г. (Народное хозяйство РСФСР в 1979 г. Стат. ежегодник. М., 1980. С. 7—9, 23—25).

\*\* Народное хозяйство РСФСР в 1979 г. С. 7—9, 23—25.

территории невозможно без развития железнодорожного транспорта. Железные дороги, строившиеся на вечной мерзлоте на севере Сибири 30—40 лет назад, выходили из строя. Их приходилось забрасывать (такова, в частности, дорога на восток от Салехарда). Успехи, достигнутые в науке и технике, позволяют приступить к широкому строительству железных дорог на вечной мерзлоте. Строительство такой железной дороги началось от Беркаита до Якутска. Со временем, вероятно, будет проложена северная транссибирская магистраль. Ее целесообразно, по-видимому, прокладывать по трассе старой (ее часто называют «мертвой») дороги: Салехард — Игарка, потом на Дудинку, от которой уже проложена так называемая островная железная дорога до Норильска и Талнаха, далее на Хатангу, затем в Якутию, на Чукотку.

В иногда употребляемое понятие «условия на Севере» входит не только комплекс природных, физико-географических характеристик, но и все то, что создано человеком: населенный пункт, отдых и обслуживание в нем, квартиры, комфорт, удовлетворение запросов и т. д. (Крючков, 1973). Например, в Норильске (69°20' с. ш.) с его очень суровым климатом, длинной холодной зимой и полярной ночью, но с удобными теплыми квартирами в благоустроенных домах, горячей водой, телевидением, ярко освещенными улицами в течение всей полярной ночи и другими удобствами текучесть рабочих кадров не превышает в целом по Российской Федерации, а инженерно-технических работников — даже значительно ниже. В благоустроенных городах Кировске, Апатитах, Мурманске, Воркуте, расположенных на широтах 68—70°, текучесть рабочих кадров тоже очень мала. Неудивительно, что в этих городах растет уже третье поколение людей, родившихся на Севере.

В ряде районов Западной Сибири (расположенных между 60—64° с. ш., т. е. значительно южнее Норильска, Мурманска и др.) с более благоприятным климатом, но с неблагоустроенным жильем текучесть рабочих кадров достаточно велика.

Все это говорит о том, что суровый климат — понятие относительное, природные неудобства могут быть сведены к минимуму разумной социальной организацией жизни. Суровые условия совсем не означают неизбежность сурового быта.

Поэтому правомерен тезис: при освоении и заселении Севера с его суровыми природными условиями одна из

главных проблем — это комфортабельные квартиры, благоустроенный город, транспортно-бытовые удобства. Реализация этих требований вполне возможна в условиях научно-технической революции.

На Всесоюзной конференции «Развитие производительных сил Сибири и задачи ускорения научно-технического прогресса в регионе» (1985)\* отмечались вопросы о возрастающей остроте с жильем во вновь осваиваемых районах (с. 129) и недостаточной зарплате, не покрывающей дополнительных расходов в экстремальных условиях Сибири. Поэтому «население само изыскивает источники возмещения «недополучаемых» благ по сравнению с остальными регионами. «Берет» дары тайги, рек, озер. Надо думать, что интенсивное освоение Севера, применение техники и химических средств сыграли определенную роль в том, что значительно меньше стало соболя, уменьшилась добыча белок и горностая, колонка, ондатры. Сокращается численность диких копытных животных, запасы водоплавающих уменьшились» (с. 130). Эта социальная проблема (и, как видим, имеющая экологические последствия) будет решена положительно. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» записано: «Для закрепления кадров в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока обеспечить опережающий рост уровня жизни населения этих районов» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 320).

В освоении Севера можно выделить три этапа.

До Великой Октябрьской революции на этой огромной территории (11—12 млн км<sup>2</sup>) проживало всего 300—400 тыс. человек; плотность их на 1 км<sup>2</sup> равнялась 0,03—0,04 человека. Здесь практически был патриархально-общинный строй с явным социальным расслоением населения; преобладали натуральное хозяйство, кочевой образ жизни, крайне примитивная техника (луки, стрелы, копыя, деревянные нарты, чумы из шкур).

За несколько десятков лет после Великой Октябрьской революции Север сделал скачок от патриархально-общинного строя к социалистическому, с индустриальным характером освоения — горно-металлургическими комбинатами, заводами, фабриками, шахтами и т. д. Началось промышленно-очаговое освоение Севера: Кировск (добыча апатита), Мончегорск, Норильск (медно-

никелевые руды), Воркута (уголь), Магадан (административный и экономический центр освоения Дальневосточного Севера, богатого цветными и драгоценными металлами).

После Великой Отечественной войны промышленные очаги перерастают по существу в территориально-производственные комплексы общесоюзного масштаба: объединения «Апатит», «Воркутауголь», комбинаты «Североникель» и «Печенганикель» и др. Так, например, Норильский комбинат — это карьеры, шахты, рудники, заводы, фабрики, железная дорога Дудинка — Норильск — Талнах, Дудинский порт на Енисее, строительство жилья, коммунальное обслуживание, торговля, Институт сельского хозяйства Крайнего Севера, совхозы, телевидение и т. д.

Транспорт, и прежде всего «большая» и «малая» авиация, смягчает фактор относительной изолированности промышленных очагов; в еще большей мере этому способствуют телевидение и телефонная связь, практически поддерживаемая со всеми населенными пунктами страны.

Проблема энергии, тепла и света для Севера особенно остра. Тепловые, гидро- и ветровые электростанции (а теперь и атомные) решают эту проблему. XXI век с его практически безграничными возможностями в области термоядерной энергетики, наверное, окончательно разрешит ее. Обилие энергии позволит большую часть овощей и, по-видимому, фруктов для Севера производить в теплицах. Будут окончательно решены проблемы комплексной переработки сырья, безотходного производства, замкнутых водооборотных циклов. Все это позволит сохранить природу Севера в ее практически первоначальной чистоте и красоте. Это особенно важно с глобальных позиций сохранения экологических параметров биосферы. Север занимает около 11 млн км<sup>2</sup> территории СССР. Общая площадь городов и промышленных предприятий составляет примерно 0,3% территории Севера. Даже при очень быстром освоении Севера, если площадь под городами и промузлами возрастет через 30—40 лет в 10—15 раз, то и в этом случае она будет равняться всего 3—4,5%, а свободными от промышленных площадей останутся более 10,5 млн км<sup>2</sup>. Только на этой территории ежегодно «вырабатывается» почти 1,5 млрд т кислорода да примерно столько же на северных территориях западного полушария. Это «зеленые легкие» планеты, роль которых не оценена до конца.

\* См. обзор материалов этой конференции в журнале ЭКО (Экономика и организация промышленного производства). 1986. № 2. С. 103—135.

Природа Севера очень уязвима и легко разрушается при воздействии на нее. Объясняется это малым количеством вещества и энергии, вовлекаемым в круговорот в северных экосистемах (на 1—3 порядка меньше на единицу площади и в единицу времени, чем в более южных зонах). Этой природной особенностью первого порядка объясняются и другие особенности — второго и третьего порядка.

В процессе хозяйственного освоения резко возрастают нагрузки вещества и энергии на единицу площади, на несколько порядков превышая таковые в природных системах. Это обуславливает глубокую деформацию северных экосистем в местах расположения промышленных предприятий, городов и поселков. Техногенное воздействие приводит не только к глубокому точечному разрушению экосистем, но и к широкому территориальному нарушению, значительно большему при прочих равных условиях, чем в южных зонах.

Нарушение функций экосистем и неспособность самоочиститься даже от малых выбросов загрязняющих веществ обуславливаются их низкой биологической продуктивностью: ежегодный прирост фитомассы и ее общие запасы на единицу площади на Севере в 5—15 раз меньше, чем в более южных зонах (тайге, лесостепи, степи), то же самое относится к почвенной микрофауне и микрофлоре. Чем больше растений, организмов и органического вещества, прежде всего гумуса, в фитоценозах и почвах, тем выше защитные свойства экосистем, тем устойчивее они к загрязнению, т. е. количество органического вещества, поступающего в круговорот, прямо пропорционально активизации размножения микроорганизмов, утилизирующих загрязнители и способствующих самоочищению экосистемы. Грубо- и малогумусные почвы обладают слабыми защитными свойствами.

Следующая причина глубокого точечного разрушения и широкого территориального нарушения экосистем заключается в том, что на Севере проходят границы распространения деревьев, кустарников, кустарничков, многих травянистых и других растений, а также многих позвоночных и беспозвоночных животных. В этих экстремально-пороговых условиях любое дополнительное, и прежде всего негативное антропогенное, воздействие

разрушает один или все компоненты биоты, что ведет к нарушению или разрушению всей экосистемы.

Выявлена и еще одна группа причин, способствующих быстрому нарушению северных экосистем на больших пространствах: загрязняющие вещества разносятся воздушными потоками.

Под загрязнением природной среды понимают обычно поступление в природные системы любых твердых или газообразных веществ или видов энергии (тепловой, электромагнитной, ядерной и т. д.), превышающих допустимые уровни, которые, как выясняется в последнее время, не одинаковы для человека, животных, растений. Разные виды животных и растений обладают различной устойчивостью к загрязнениям. Критерии уровней загрязнения — предельно допустимые концентрации (ПДК), разрабатываемые для тех или иных веществ.

Утвержденные в настоящее время предельно допустимые концентрации поллютантов в воздухе — это санитарные нормы, рассчитанные на человека. Наблюдения показывают, что для нормального возобновления, роста и развития большинства растений Севера соблюдения утвержденных ПДК в воздухе недостаточно. Установлен ряд растений — от наиболее чувствительных к загрязнению воздуха к менее чувствительным. Эпифитные кустистые лишайники родов *Bryopogon*, *Usnea* широко распространены на Севере. Каждый, кто бывал в глухом лесу, видел эти лишайники, которые черными или зеленовато-серыми «бородами» свисают с деревьев\*. Эти лишайники самые чувствительные к загрязнению воздуха и могут существовать только в том случае, если загрязнение воздуха сернистым газом  $SO_2 < 0,005$  мг/м<sup>3</sup>, фтористым водородом  $HF < 0,001$ , окисью никеля  $NiO < 0,0002$ , пылью  $< 0,01$  мг/м<sup>3</sup> и т. д. Эпифитные листоватые лишайники родов *Hypogimnia*, *Parmelia*, *Parmeliopsis*, мхи родов *Sphagnum* могут выживать тоже в очень чистом воздухе:  $SO_2$  — 0,005—0,009 мг/м<sup>3</sup>;  $HF$  — 0,001—0,003;  $NiO$  — 0,0002—0,0009; пыль — 0,01—0,02 мг/м<sup>3</sup>. Нередко эти листоватые лишайники, прикрепившиеся к стволам деревьев, называют коростой, что совершенно неверно, наоборот, они — показатель чистого воздуха.

\* Эпифитные растения не имеют корней. На Севере это прежде всего лишайники и мхи. Влагу и минеральные вещества получают в основном из атмосферы. Прикрепляются к стволам и ветвям деревьев, не паразитируя на них.

Наиболее многочисленны группы растений: листовые мхи родов *Dicranum*, *Polytrichum*, *Pohlia*, *Hypocotium*, *Pleurozium*, т. е. обычные зеленые мхи, растущие в лесах и тундре; почвенные кустистые лишайники родов *Cetraria*, *Cladonia*, *Stereocaulon* и др.; накипные лишайники на деревьях и камнях (тоже неправильно называемые коростой); хвойные деревья (ель, сосна, лиственница); можжевельник. Все эти растения тоже очень требовательны к чистоте воздуха:  $SO_2$ —0,009—0,05 мг/м<sup>3</sup>; HF—0,003—0,005; NiO—0,0009—0,001; пыль—0,02—0,05 мг/м<sup>3</sup>. Вторые цифры в приводимых парах: 0,05 ( $SO_2$ ), 0,005 (HF), 0,001 (NiO), 0,05 мг/м<sup>3</sup> (пыль) — ПДК загрязняющих веществ в воздухе, т. е. санитарные нормы. Видовой состав растений Севера беден. Доминанты растительного покрова в тундре, лесотундре, тайге слагают сообщества, ассоциации и формации: моховые, лишайниковые тундры, еловые, сосновые и лиственничные леса, моховые болота.

Лиственные деревья родов рябина, береза могут существовать при загрязнении воздуха на уровне ПДК и даже немного больше:  $SO_2$ —0,05—0,07 мг/м<sup>3</sup>, HF—0,005—0,007, NiO—0,001—0,002, пыль—0,05—0,08 мг/м<sup>3</sup>.

Еще менее требовательны к присутствию загрязняющих веществ в воздухе тополь, ольха и ива, ягодные кустарнички (брусника, голубика, черника), травянистые растения, в частности волоснец песчаный:  $SO_2$ —0,07—0,1 мг/м<sup>3</sup>, HF—0,007—0,01, NiO—0,002—0,004, пыль—0,08—0,1 мг/м<sup>3</sup>. Они способны накапливать в своих тканях загрязняющие вещества в значительных количествах. Это качество особенно ценно при озеленении населенных пунктов. Так, крона тополя, ивы или другого дерева может осаждать за летний период от 30 до 45 кг пыли. Листья поглощают из воздуха S, F, Pb, Ni, Cu, Hg, Cd и другие загрязнители от 2 до 10 г на 1 кг сухого веса растения, т. е. лиственные деревья и кустарники — это по существу высокоэффективные очистные фабрики. С опадающей листвой они ежегодно выносят из атмосферы десятки и тысячи тонн загрязняющих веществ — в зависимости от вида деревьев и площади насаждений. Деревья в городе умирают значительно быстрее, чем в лесу. Их необходимо своевременно заменять выращенными в питомниках.

## ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ

Хозяйственное освоение Севера идет в последние годы очень быстро. Тем не менее рост числа городов, промышленных предприятий, буровых установок и площадей, занимаемых ими, укладывается в закономерность арифметической прогрессии. С каждым годом увеличивается разность этой прогрессии, но не изменяется, да и не может измениться сам принцип роста освоения.

Несмотря на малые площади, занимаемые городами и промышленными узлами, антропогенное воздействие на природу Севера очень сильно. Известно, что загрязненный воздух распространяется на огромные расстояния — на тысячи километров от источника выбросов. Из промышленных районов ФРГ, Великобритании загрязненный воздух доходит до Норвегии, Швеции, Финляндии; из США — в Канаду, Атлантику и т. д. Окислы серы, азота, углерода со временем превращаются в капельки соответствующих кислот и в виде так называемых «кислых дождей» отравляют экосистемы.

Обобщение большого количества материала, опубликованного у нас и за рубежом, позволило построить пространственную модель северного загрязнения. Предположим, что его площадь составляет 150 тыс. км<sup>2</sup> (будем считать ее за 100%). Допустим, что на этой территории находится около 10 промышленных узлов, удаленных один от другого на 50—150 км, общая их площадь около 100—150 км<sup>2</sup> (0,07—0,1% от всей территории). Наблюдения и расчеты показывают, что воздух, загрязненный окислами серы ( $SO_2$ ), азота ( $NO_x$ ), будет распространяться за пределы региона. Загрязнение снегового покрова сульфат-ионом ( $SO_4^{2-}$ ) выше фоновых тоже будет выходить за пределы региона, а тяжелыми металлами — будет распространено более чем на 60% территории региона.

Деградация эпифитных кустистых лишайников родов *Bryopogon*, *Usnea* будет происходить на 30—35% территории региона, т. е. на меньшей территории, чем распространение загрязнений в воздухе и в снеговом покрове.

Территории, на которых в первые десятилетия существования промузлов может пойти деградация хвойных лесов, мохово-лишайниковых тундр, моховых болот, оконтурят каждый из промышленных городов на площади 400—1200 км<sup>2</sup>.

Внутри этих контуров, занимая еще меньшие площади, расположатся участки с разрушающимися почвами, которые опояшут промышленные предприятия. Почвы, пожалуй, предпоследний компонент природных систем в ряду других компонентов, разрушающихся вследствие аэротехногенного загрязнения. После их деградации начинается эрозия рельефа (литогенной основы) с образованием промоин, оврагов и т. д.

На *вечномерзлых грунтах* разрушение почв из-за их запывания (которое обуславливает более интенсивное таяние снега и большее прогревание) наблюдается более глубокое, чем в естественных условиях летнее оттаивание мерзлых почв. Это ведет к оседанию и провалам почвы тем большим, чем больше подземных льдов содержится в месте протаивания. Подобные явления могут наблюдаться не только в ближайших окрестностях городов, но и вдали от них — на участках, где загрязнения двух или нескольких городов накладываются одно на другое, тем самым вдвое увеличивая запывание и загрязнение. На этих территориях может происходить отмирание не только эпифитных кустистых лишайников, но и хвойных деревьев.

Таким образом, даже при десятикратном увеличении площади под промышленными узлами, которое может произойти через несколько десятилетий, эти площади, во-первых, будут близки к 3% от всей территории Севера, а во-вторых, они будут расти линейно, по принципу арифметической прогрессии. Загрязнения же от этих промузлов могут разрастаться по принципу геометрической прогрессии. Знаменатель этой прогрессии (коэффициент-множитель) зависит от большого количества факторов: техногенных (характер загрязняющих веществ, их количество и т. д.); физико-географических (рельеф, скорость ветров, соотношение холодного и теплого времен года и т. д.). Зависит этот коэффициент-множитель и от компонента природной системы, как это показано выше.

Охваченные деградацией экосистемы (хвойные леса, мохово-лишайниковые тундры, моховые болота), увеличиваясь по принципу геометрической прогрессии, могут сомкнуться, что приведет к своеобразному экологическому коллапсу на огромных пространствах, в сотни и тысячи раз превышающих общую площадь изолированных и далеко отстоящих один от другого промузлов. Таковы результаты моделирования.

Во внутренних водоемах, имеющих значительно мень-

шие площади и объемы, чем воздушные пространства, экологический коллапс наступает гораздо быстрее, чем в наземных экосистемах. Именно поэтому многие озера и реки на планете уже превращены в мертвые водоемы и сточные каналы.

Только введение на промышленных предприятиях замкнутых воздухо- и водооборотов, малоотходной и безотходной технологии, безукоснительное соблюдение природоохранных нормативов и требований уменьшит разрастание экологически деградирующих территорий. Это необходимо для того, чтобы сохранить высокие естественные достоинства природной среды, а также богатые ресурсы Севера.

В заключение отметим, что на Севере сосредоточено от 70 до 90% полезных ископаемых страны, использование которых необходимо для дальнейшего развития народного хозяйства. И эти минерально-сырьевые ресурсы будут изыматься. Горнодобывающие предприятия должны делать все необходимое, чтобы не причинить ущерба природе Севера, которая так легко разрушается при антропогенном воздействии на нее. Природа Севера должна быть сохранена как глобальный экологический стабилизатор биосферы для нас и будущих поколений.

## РЕСУРСЫ КЛИМАТА И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА — ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

К климатической системе в настоящее время относят атмосферу, гидросферу (океан и воду суши), сушу, криосферу (снег, лед и районы вечной мерзлоты), биосферу (Лосев, 1985). Атмосфера — центральный, самый подвижный, изменчивый и всепроникающий компонент, т. е. воздушные массы — неотъемлемая часть климатической системы и всей природной среды.

В настоящее время, когда изменения качества воздуха все в большей степени влияют не только на погодные и климатические отклонения, но и на социально-экономические и биологические процессы, изучать атмосферу необходимо с учетом этих воздействий.

В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» сказано: «Усилить охрану атмосферного воздуха. В этих целях совершенствовать технологические процессы, оборудование и транспортные средства, улучшать качество сырья и топлива, внедрять высокоэффективные установки для очистки промышленных и других выбросов» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 316).

Изменения температуры воздуха, химического состава осадков, как теперь стало известно, зависят и от количества и качества загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу ( $SO_2$ ,  $NO_x$ , пыль, металлы и т. д.).

Исследования, проведенные в США, показывают, что понижение температуры на  $1^\circ$  привело бы к дополнительным расходам на жилищное строительство и одежду примерно на 10 млрд, а ущерб здоровью людей при этом оценивался бы в 47,7 млрд долл. в год (Борисенков, 1982, с. 94).

Повышение кислотности дождей, обусловленное выбросами в атмосферу соединений серы, азота, углерода, уже сейчас отрицательно сказывается на урожае сельскохозяйственных культур, продуктивности лесов, а так-

же озер и рек, где из-за подкисления вод гибнет рыба и другие гидробионты.

Основные вещества, загрязняющие атмосферу, представлены в табл. 1.

### ВЫБРОСЫ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРУ И ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Климат Земли все время изменяется. Общепринятой теории, объясняющей эти изменения, нет. Но сейчас все большую популярность завоевывают гипотезы о влиянии на климат Земли химического состава атмосферы, и прежде всего о наличии в ней углекислого газа ( $CO_2$ ) и некоторых малых компонентов, обладающих теплич-

ТАБЛИЦА 1. ОСНОВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ АТМОСФЕРУ

Вещество	Источник поступления	Суммарный выброс в атмосферу, %
Углекислый газ	Сжигание органического топлива	52
Окислы серы	Сжигание серосодержащего топлива и переработка сульфидных руд	18
Углеводороды	Неполное сгорание топлива, различные производственные процессы, нефтепереработка	12
Пыль	Сжигание топлива, различные производственные процессы	10
Окислы азота	Окисление атмосферного азота при сжигании топлива	6
Другие вещества: свинец, ванадий, ртуть, никель, медь, кадмий, кобальт, селен, мышьяк, цинк, цезий и др.	Сжигание органического топлива, производственные металлургические процессы, особенно в цветной металлургии	2

ным эффектом (водяной пар, хлорные соединения и др.), а также прозрачности атмосферы, зависящей от количества пыли (Химия окружающей среды, 1982).

М. И. Будыко (1969, 1973, 1977) и многие другие авторы объясняют изменения климата в значительной степени именно этими факторами. Одни из главных поставщиков  $CO_2$  и пыли в атмосферу — вулканы; но в настоящее время все большее значение в этих выбросах приобретает хозяйственная деятельность человека. Сейчас в атмосфере Земли содержится 0,033%  $CO_2$ , что соответствует примерно 2350—2570 млрд т, в океане  $CO_2$

в 50 раз больше, чем в атмосфере (Борисенков, 1982). По расчетам, к 2000 г. концентрация  $\text{CO}_2$  по сравнению с 1960 г. увеличится на 30—40% (Будыко, 1973, 1982). Углекислый газ и водяной пар в атмосфере поглощают длинноволновое излучение и способствуют повышению температуры. М. И. Будыко (1973) пришел к выводу, что влияние  $\text{CO}_2$  на климат проявляется в сравнительно узком интервале (т. е. при концентрациях в атмосфере от 0,015 до 0,042%), в котором небольшие колебания количества углекислого газа могут вызвать большие изменения термического режима: от похолодания и сильного разрастания ледников при содержании  $\text{CO}_2$  в атмосфере 0,015% и меньше до резкого потепления, таяния ледников и поднятия уровня океана на несколько десятков метров. М. И. Будыко считает, что границы полярных оледенений могут перемещаться на 5—10° (550—1100 км) при изменениях  $\text{CO}_2$  всего на 0,005—0,010%.

За последние 100 лет количество углекислого газа в атмосфере возросло на 12—13%, но климат за это время не потеплел, более того, начиная с 1940 г. средняя глобальная температура немного понизилась (Будыко, 1969; Борисенков, 1982; Химия окружающей среды, 1982). Это одна из причин обилия гипотез о влиянии  $\text{CO}_2$  на климат. Дело в том, что увеличивающиеся выбросы  $\text{CO}_2$  распределяются между атмосферой, океаном и фитосферой; между ними осуществляется непрерывный газовый обмен, скорость которого между атмосферой и океаном обусловлена температурой воды: чем ниже температура воды, тем больше газа растворяется в ней. Поэтому в высоких широтах поток  $\text{CO}_2$  направлен в основном из атмосферы в океан, а в южных районах — из океана в атмосферу. Загрязнение океана нефтью может уменьшить этот обмен. В настоящее время ежегодное поступление углекислого газа из недр Земли за счет вулканизма составляет примерно 0,1 млрд т, а в результате сжигания топлива в атмосфере выделяется 9—10 млрд т/год  $\text{CO}_2$ , из них поглощается океаном 5—7 млрд т/год. В результате уничтожения лесов ежегодно высвобождается более 5 млрд т/год  $\text{CO}_2$ . Этот поток в атмосферу существенно преобладает над ассимиляцией его растениями.

Антропогенные выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу, по-видимому, изменили направление эволюции биосферы и планеты в целом. Расчеты исследователей показали, что в мезозое и кайнозое происходило убывание концентрации углекислоты со скоростью около 0,04% за миллион

лет — от 0,06—0,1 до 0,033% в настоящее время. Поэтом М. И. Будыко (1973) считает, что в отличие от пермокарбонového и других древних оледенений четвертичные оледенения не временные эпизоды в эволюции Земли, а начало перехода от устойчивого безледного климатического режима к еще более устойчивому режиму полного оледенения планеты. Но исключительно быстрое с точки зрения геологического времени развитие цивилизации коренным образом изменило перспективы дальнейшего существования биосферы. За последние десятилетия в результате сжигания различных видов топлива концентрация углекислого газа в атмосфере увеличилась на 0,003%, такое увеличение компенсирует его уменьшение, происшедшее за предшествующие 200 тыс. лет. Это воздействие приобрело большое значение для предотвращения развития глобального оледенения. Более того, накопление углекислого газа может привести к повышению температуры. К середине XXI в. возможно двойное увеличение содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере; четырех- и семикратная концентрация может наступить к 2135 и 2195 гг.; для верхних слоев океана — к 2155 и 2170 гг.; для глубинных слоев — к 2285 и 2345 гг. (Борисенков, 1982).

Повышение температуры будет происходить в нижней тропосфере; в верхней тропосфере и стратосфере будет идти охлаждение (рис. 2). И пожалуй, самый интересный вывод заключается в том, что в полярных районах при двукратном увеличении  $\text{CO}_2$  потепление произойдет на 8—10°; в южных и средних широтах — на 1—3°; при четырехкратном увеличении — соответственно на 14—15° и на 4—5°. При всех климатических колебаниях подобная закономерность проявляется всегда. Так, например, общее планетарное потепление в 20—40-х годах нашего столетия равнялось нескольким долям градуса, в высоких широтах оно превышало 2—4°. Об этом писали многие видные климатологи: В. Ю. Визе, Е. С. Рубинштейн и Л. Г. Полозова, С. П. Хромов и др.

Объясняется этот эффект следующей особенностью. Незначительное потепление увеличивает продолжительность срока открытой воды, а это в свою очередь ведет к снижению отражающей способности поверхности — альбедо, увеличению радиационного баланса и еще большему потеплению, сокращению морских и отступанию материковых льдов и к новому потеплению, т. е. сложная система «атмосферный воздух — вода — льды» взаимодействует по принципу самоусиления (положитель-

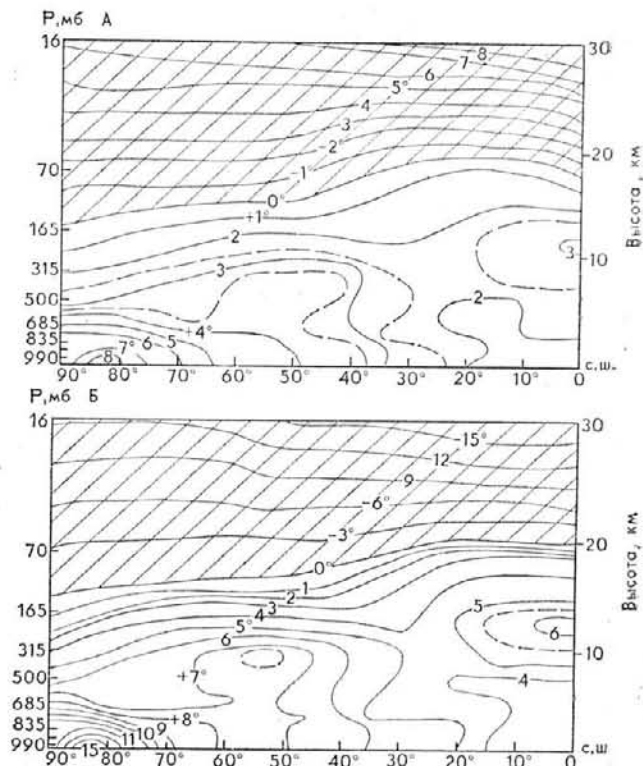


РИС. 2. Результаты модельных расчетов по изменению температуры в атмосфере при двукратном (А) и четырехкратном (Б) увеличении  $\text{CO}_2$  в атмосфере. Потепление на Севере в обоих случаях выше, чем в южных широтах:

А — на Севере — 5—8°, на Юге — 2°; Б — на Севере — 10—15°, на Юге — 4° (см. Борисенков, 1982, с. 118)

ной обратной связи). По такому же принципу самоусиления работает природа Севера и при небольших первоначальных похолоданиях.

Сейчас установлено, что первоначальное понижение температуры в приполярных широтах всего на  $0,3^\circ$  уже могло (а значит, может и в будущем) вызвать к жизни ледниковый покров. Вот как академик К. К. Марков описывает этот процесс: «Пусть малое охлаждение позволило зародиться незначительному ледниковому покрову. Этот покров сам охладит атмосферу, способствуя своему же дальнейшему росту. Саморазрастание ледниковых покровов в конечном счете создавало такие мас-

штабы охлаждения климата, которые во много раз превышали первоначальное охлаждение атмосферы... Ледниковый покров, постепенно увеличиваясь, в конце концов в состоянии понизить температуру воздуха над собой и вокруг себя на  $25^\circ$ » (Марков, 1960, с. 164).

К 2000 г. концентрация  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличится по сравнению с 1960 г. на 30—40%, к 2025 г. — на 80—120% и будет составлять соответственно 0,038—0,041 и 0,052—0,064%. Это приведет к повышению средней температуры воздуха на 1—1,5 и 2—3,5° по сравнению с 1960 г. В материалах советско-американского совещания по изучению влияния количества углекислого газа в атмосфере на климат (1982) приводятся примерно такие же величины, полученные в результате моделирования, причем они хорошо согласуются с палеоклиматическими материалами.

По расчетам М. И. Будыко (1982), разрушение многолетних арктических морских льдов произойдет к 2025 г. при повышении средней температуры воздуха в северном полушарии на  $2\text{—}4^\circ$ , что в свою очередь приведет к дальнейшему потеплению. Начнут таять горные ледники. Подобная перспектива вполне реальна и должна учитываться при долгосрочном планировании, особенно в условиях Севера. Даже в настоящее время идет таяние ледников. Американские исследователи отмечают, что за последние 40 лет растаяло более 40 тыс.  $\text{км}^2$  льда, образующего полярные шапки Земли, и, по-видимому, главным образом в Антарктиде\*.

Анализ материалов со спутников, относящихся к оледенению северного полушария, тоже свидетельствует об отступлении оледенения. В период 1973—1980 гг. площадь паковых льдов в Северном Ледовитом океане сократилась за летние периоды на 2,5 млн  $\text{км}^2$ , т. е. примерно на 35% своей средней величины. С этим совпадают и метеорологические данные, показывающие, что между 1974—1978 гг. средние температуры в приземном слое атмосферы в полосе от  $55$  до  $80^\circ$  с. ш. вдоль пояса таяния снегов были на  $0,9^\circ$  выше, чем в середине 30-х годов. Высказывается предположение, что отступление льдов — часть глобального потепления, вызванного увеличением содержания углекислого газа в атмосфере\*\*.

Несмотря на эти факты, некоторые исследователи считают, что увеличение  $\text{CO}_2$  не приведет к потеплению,

\* См.: Природа. 1983. № 1. С. 118.

\*\* См.: Природа. 1982. № 6. С. 114.



так как он будет поглощен океаном (В. Г. Горшков, К. Я. Кондратьев\*).

Необходимо также отметить, что увеличение запыленности атмосферы будет способствовать понижению температуры воздуха. Прежние потепления Севера (потепление Арктики) приводили к уменьшению осадков в зерновых районах страны. Расчеты свидетельствуют о том, что возможное потепление Севера приведет к тому же результату — уменьшению осадков в средней полосе. Возможное продвижение сельскохозяйственных культур на Север (вследствие потепления) вряд ли компенсирует недобор зерна в традиционных районах его производства.

Некоторые исследователи полагают, что увеличение  $\text{CO}_2$  в атмосфере и потепление вызовут увеличение фотосинтеза и соответственно прирост сельскохозяйственных культур, лесов. По этому поводу со всей определенностью нужно сказать, что если увеличение  $\text{CO}_2$  в атмосфере и потепление будут сопровождаться дальнейшим ростом загрязнения атмосферы соединениями серы, азота, фтора, хлора, цветных металлов, пылью, увеличением кислотности дождей и расширением территорий, над которыми они выпадают, то растения не только не увеличат фотосинтез, напротив, их продуктивность резко уменьшится. Имеется много факторов, свидетельствующих о снижении урожая сельскохозяйственных культур от загрязненного воздуха.

Точность приведенных прогнозов, по-видимому, не очень велика (как и вообще любых прогнозов), но подготовиться к возможным изменениям или, может быть, попытаться предотвратить их, разумеется, нужно. Самый радикальный способ уменьшения выбросов  $\text{CO}_2$  в атмосферу и недопущения существенного потепления заключается в сокращении сжигания органического топлива, и прежде всего угля и нефти. Но это нереально...

В то же время, сжигая ископаемое топливо, переплавляя руды, мы наполняем атмосферу углекислым газом, углеводородами, соединениями серы, азота, фтора, хлора и т. д., т. е. превращаем ее в ту исходную, первоначальную праатмосферу, которая была непригодна для ныне живущих организмов — растений и животных. Перспектива превращения атмосферы в непригодную для современных организмов вполне реальна. Осознав все это (чем раньше, тем лучше), человечество



РИС. 3. Выбросы тепла в атмосферу. Зимний Кировск в полярную ночь

вынуждено будет пойти на беспрецедентные меры. И здесь мы опять возвратимся к тому, что Север, общая площадь которого в восточном и западном полушариях превышает 20 млн км<sup>2</sup>, так же, как и тропические леса, площадь которых составляет около 15 млн км<sup>2</sup>, должен стать главным регионом, сохраняющим экологическое равновесие биосферы.

#### ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ВОЗМОЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ

Необходимо учитывать непосредственные техногенно-тепловые нагрузки, особенно в промышленных центрах. Так, например, в городах Севера (Мурманск, Апатиты, Кандавакша, Нарьян-Мар, Воркута, Салехард, Норильск, Анадырь, Магадан и др.) температура воздуха в теплый период на 2—3°, а в холодный — на 4—5° выше, чем окружающих тундровых и лесотундровых территорий. Снеговой покров в этих городах сходит на 1—3 недели раньше, распускание листьев на деревьях и кустарниках тоже начинается раньше, чем в окрестных районах. Это потепление — результат прямых тепловых выбросов (рис. 3), а также изменения альбедо поверхности (запыление, обилие бетона, асфальта, стен зданий и т. д.).

Известно (Борисенков, 1982), что на планете уже имеются огромные районы (Япония, Рурский регион, Восток США и др.), где тепловые нагрузки составляют 5—6 Вт/м<sup>2</sup>. Это размер регионов, сопоставимый с масштабами синоптических возмущений.

Для подогрева атмосферы необходимы колоссальные источники энергии — в десятки и сотни ватт на квадрат-

\* См.: Природа. 1983. № 4. С. 31.

ный метр над всей поверхностью планеты, но для генерации кинетической энергии и воздействия таким путем на динамический режим атмосферы, т. е. на ее циркуляцию, достаточно энергии 2—3 Вт/м<sup>2</sup> на ограниченной территории, сопоставимой по площади с масштабами синоптических возмущений. Средняя глобальная температура от этого не изменится, но может произойти перераспределение энергии вследствие изменения режима общей циркуляции атмосферы. Это может привести к формированию новых областей ливневых осадков. Повышение содержания водяного пара в атмосферном воздухе ведет обычно к увеличению тепличного эффекта, а стало быть, и температуры воздуха (Борисенков, 1982).

Надо отметить также, что растущее загрязнение нефтью льдов Северного Ледовитого океана чревато серьезными последствиями. Лед способен сорбировать нефть до 25% от своего веса. Резкое уменьшение альбедо загрязненных льдов и увеличение поглощения солнечной радиации на 30% и более ведут к их быстрому таянию. Лды океана, как известно, дрейфуют, это можно рассматривать как загрязнение полосы длиной в десятки и даже сотни километров. Перспективы увеличения загрязнения льдов нефтью, особенно в связи с предстоящей ее добычей в Северном Ледовитом океане, могут привести к таянию льдов и непредсказуемому изменению климата. Последствия загрязнения — это не только угнетение водных экосистем, но и возможные изменения климата. Исходя из этого, и мероприятия по предотвращению подобного загрязнения на Севере должны быть намного жестче.

Отступление северной границы лесов и рост тундрово-подобных, заболоченных территорий способствуют усилению ветров, неравномерному распределению снега, большому промерзанию почвы и понижению температуры вечномерзлых грунтов. Происходит в конце концов общее понижение температуры на обезлесенных территориях и ухудшение климатических условий.

#### **ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ ОКСИДОВ СЕРЫ, АЗОТА. КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ**

По количеству выбросов окислы серы, и прежде всего сернистый газ (SO<sub>2</sub>), стоят на втором месте после углекислого газа (см. табл. 1); это главное по массе токсичное вещество, выбрасываемое в атмосферу. SO<sub>2</sub> оказывает вредное воздействие на растения, живот-

ных, человека, которое сказывается в заболеваниях, уменьшении продуктивности, гибели.

На симпозиуме, посвященном кислотным осадкам, выпадаемым в Европе, состоявшемся в сентябре 1983 г. в г. Карлсруэ (ФРГ), отмечалось, что ежегодный выброс SO<sub>2</sub> только в Европе равен 25 млн т, что составляет 40% от ежегодного глобального антропогенного выброса SO<sub>2</sub> (глобальный выброс около 90 млн т)\*. В странах ЕЭС 80% выбросов SO<sub>2</sub> в атмосферу приходится на ТЭС и другие крупные энергетические установки, 10% — на промышленные предприятия, 3% — на транспорт, менее 5% — на естественные источники\*\*.

Наибольший объем выбросов SO<sub>2</sub> приходится на зиму, и прежде всего на самый холодный месяц — январь, наименьший — на июль.

Окислы азота (NO<sub>x</sub>) — тоже одно из основных загрязняющих веществ, приводящих к выпадению кислотных дождей.

Принято считать, что дождевая вода в нормальных природных условиях имеет слабокислую реакцию (рН = 5,6). У незагрязненных озерных и речных вод Севера кислотность близка к нейтральной (рН = 7).

SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub> химически преобразуются в атмосфере (окисляясь, гидролизуясь) в серную и азотную кислоты и выпадают на землю в виде кислотных дождей: в ряде мест кислотность их доходит до рН = 3,0—3,5.

Средняя продолжительность периода пребывания серы в атмосфере 2—4 дня, и перед тем, как выпасть на землю с кислотными дождями, она может быть перенесена на тысячу и более километров. Резкое возрастание кислотности дождей в последнее время обусловлено строительством высоких дымовых труб — 300—400 м и выше. Высокие трубы способствуют вытягиванию загрязненного воздуха из плавильных и других промышленных цехов и временно улучшают здесь качество воздуха. Но эти выбросы распространяются на колоссальные территории, добавляя нередко новые порции токсичных веществ, и даже больше того, что выбрасывается в атмосферу в данном месте.

Рассмотрим некоторые последствия воздействия кис-

\* В других материалах (например, Химия окружающей среды. 1982. С. 176) приводится величина глобальных выбросов SO<sub>2</sub> в атмосферу — 140 млн т.

\*\* См.: Реферативный журнал «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов». 1984. № 3. С. 37.

лых дождей и возможные мероприятия по предотвращению этих воздействий.

В реках и озерах при  $pH = 5,5$  гибнут моллюски, ракообразные, лососевые и сиговые рыбы, основная масса которых водится на Севере. При понижении  $pH$  до 4,5—5,0 и ниже начинают гибнуть окунь, щука и другие менее чувствительные организмы, в том числе зоо- и фитопланктон, и тогда эти безжизненные озера могут приобретать удивительную прозрачность, что уже наблюдается в Швеции и Норвегии. Некоторые исследователи предлагают известковать озера и реки, в которых идет подкисление воды.

Кислые дожди выщелачивают почвы, в результате чего они теряют кальций, магний, фосфор, калий и др. В оторфованных горизонтах почв,  $pH$  которых не ниже 5, идет, с одной стороны, накапливание свинца, ртути, цинка, никеля, с другой — выщелачивание кальция, магния, марганца. При увеличении кислотности почв до  $pH = 3$  скорость выщелачивания увеличивается в десятки раз и из почв все интенсивнее вымываются накопившиеся в них раньше токсичные металлы — свинец, ртуть, никель, цинк и др. Увеличивается подвижность алюминия. Эти металлы попадают в водоемы, еще больше ухудшая их качество и создавая опасную обстановку для здоровья людей. Одновременно увеличивается разрушение горных пород, зданий, памятников.

От кислотных осадков в почве и наличии в воздухе  $SO_2$ ,  $NO_x$  и других загрязняющих веществ страдают растения. При  $pH = 4$  осадков резко снижается фотосинтез деревьев, лишайников, мхов. Из листьев и хвон кислотные дожди вымывают калий, сахар, протени, аминокислоты, повреждают кутикулу, предохраняющую листья от высыхания, а также от бактериальных и грибковых заболеваний. Все это ведет к уменьшению продуктивности лесов, их заболеваниям и деградации на огромных площадях Северной Америки и Евразии.

Под действием кислотных дождей и загрязненного воздуха гибнут лишайники в северных лесах и тундрах; вторая причина их гибели — неумеренный выпас домашних оленей, т. е. происходит делихинизация\* тундр и северных лесов. На корнях елей, находящихся в подкисляемых почвах, отсутствует микориза\*\*. Для нейтрал-

\* Leichen — лишайник.

\*\* Симбиоз мицелия гриба с корнями растений. В условиях бедных северных почв микориза — необходимое условие существования большинства корневых растений.

зации подкисляемых почв тоже необходимо их известкование.

В последние годы отмечается интенсивное загрязнение атмосферы Арктики. В зимнее время здесь долго наблюдается дымка. В ней обнаружены ванадий, марганец,  $SO_2$  — типичные загрязняющие вещества для промышленных районов, она имеет темно-серый цвет от присутствующих частиц сажи (Shaiv, 1980). По-видимому, дымка объясняется действием трех основных факторов: общеглобального увеличения выбросов в зимнее время; более интенсивный перенос воздушных масс из умеренных широт в высокие по периферии циклонов; медленное вымывание частиц из атмосферы Арктики вследствие ее устойчивости и малого количества осадков. Эта дымка может повлиять на тепловой баланс Арктики.

Исследования Канадского Арктического архипелага показали, что лед, отложившийся за последние 26 лет, отличается значительно более высокой кислотностью, чем лед, образовавшийся в любое другое время за последние 5 тыс. лет (Koerner, Fisher, 1982).

Известно, что запыление и образование туманов снижают приток солнечной радиации. В последнее время установлено, что туманы в промышленных районах отличаются очень высоким уровнем кислотности по сравнению с дождями — в 100 раз и выше. В промышленных городах Севера и их окрестностях количество дней с туманами увеличилось за последние годы на 30—40 дней, что очень неблагоприятно сказывается на экосистемах. Нужно также отметить, что на Севере, где осадки преобладают над испарением, кислые дожди способствуют дополнительному подкислению переувлажненных почв, особенно торфянисто-болотных.

В связи с увеличением сжигания топлива автотранспортом, промышленными предприятиями выбросы будут расти. Выбросы  $SO_2$  и  $NO_x$  по разным подсчетам будут ежегодно расти от 2 до 4%. Но уже сейчас загрязнение атмосферы во многих районах достигло критических значений, поэтому намечаются различные меры по его предотвращению. Например, в ФРГ, где от кислотных дождей деградирует не менее 600 тыс. га лесов, предлагают заменить уголь, сжигаемый на ТЭС, на газ\*. Подобные мероприятия намечаются или уже проводятся и в других странах.

\* См.: Реферативный журнал «Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов». 1983. № 5. С. 104.

Опыты свидетельствуют о высокой эффективности микробиологических процессов десульфации (обессеривания) углей, а также другого минерального сырья, содержащего серу. Разрабатываются методы десульфации с помощью химических реагентов. В последние годы все шире развивается строительство сернокислотных цехов, особенно на металлургических предприятиях, перерабатывающих сульфидные руды, но они возможны и на крупных ТЭС, сжигающих сернистый уголь. К сожалению, широко распространенная ныне технология позволяет перерабатывать только «крепкие» газы с содержанием  $SO_2$  около 3%. Технология переработки с меньшим содержанием находится в стадии совершенствования.

На ТЭС довольно часто применяются системы улавливания твердых частиц с помощью мокрого скруббера Вентури и струйной абсорбции для очистки потока дымовых газов от  $SO_2$ . Известны методы улавливания загрязняющих веществ с помощью электрофильтров. Но полного улавливания твердых частиц из дымовых газов они не дают, стоимость же очистки увеличивается в экспоненциальной зависимости. Так, стоимость электрофильтров с коэффициентом полезного действия 90; 99; 99,9% относится как 1:2:4. Таким образом, снижение эффективности капиталовложений делает 100%-ную очистку выбросов практически недостижимой (Ходорковская, 1983). Может быть, недоочищенные газы нужно направлять в централизованную систему очистки отходящих газов по принципу канализационных сетей (собирающих загрязненные воды в одно место, где их подвергают очистке).

Перспективен следующий биологический метод контроля воздуха. Очищенный воздух, прежде чем подавать в цехи промышленного предприятия, целесообразно направлять в помещения, в которых находятся растения и животные, чувствительные к загрязнениям. Это могут быть растения комнатные, дикие, в том числе лишайники, набор животных — от беспозвоночных до птиц и млекопитающих. Подаваемый в цехи промпредприятия воздух может быть обогащен кислородом, увлажнен, ионизирован и т. д.

Север должен осваиваться по принципу: не загрязнять более того, что уже есть, так как большая часть растений, животных, а значит, и экосистем Севера могут существовать только в условиях более высокого качества окружающей природной среды, чем санитарно-

гигиенические стандарты. Предельно допустимые выбросы в атмосферу для предприятий Севера должны рассчитываться с учетом всего «набора» загрязняющих веществ, а не для каждого в отдельности.

Именно поэтому предложение о сборе промышленных дымовых выбросов (не полностью очищенных) в единый центр доочистки представляется перспективным. В этом центре будет происходить увеличение концентрации веществ, и потому их доочистка будет эффективной, т. е. в конечном счете при такой ступенчатой очистке из единого центра загрязняющих веществ в атмосферу будет выброшено меньше, чем в сумме от всех промышленных предприятий.

Выпадение дождей с повышенной кислотностью ( $pH = 4,4$ ) зафиксировано в окрестностях промышленных узлов (табл. 2). Из таблицы видна закономерность

ТАБЛИЦА 2. ИЗМЕНЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ  
ОСАДКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ  
ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА  
(наблюдения проведены Макаровой)

Расстояние от источника, км	Дата наблюдения, 1980 г.	Значение pH дождевой воды
13	31.I	6,0
30		4,2
13	1.VIII	5,4
30		4,4
47		4,2
13	2.VIII	4,4
30		4,2
13	3.VIII	5,0
30		4,4
47		4,4

увеличения кислотности осадков по мере удаления от промузлов.

Объясняется это тем, что воздух вблизи источника выбросов содержит большее количество пылевых частиц, чем на удалении от него. Пыль, растворяясь в осадках, нейтрализует ионы водорода. Учитывая все это, по-видимому, возможно использовать направленные химические реакции в атмосфере для нейтрализации кислотообразующих веществ. В настоящее время единственный путь снижения закисления природных сред — ограничение выбросов двуокиси серы и окислов азота.

При сжигании угля образуется зола, содержащая иногда до 40% CaO, а также MgO. В атмосфере происходит превращение SO<sub>2</sub> в H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, которая может вступать в реакцию с CaO, образуя нерастворимую соль CaSO<sub>4</sub>. Для нейтрализации 1 г SO<sub>2</sub> необходимо 0,875 г CaO, при этом образуется 2,125 г CaSO<sub>4</sub>. Это соединение при выпадении из атмосферы если экологически не безвредное, то менее опасное, чем кислотные дожди. Если частицы CaO соизмеримы с частицами серной кислоты, образовавшейся в атмосфере (<1 мкм), то при этом исключается процесс седиментационного оседания CaO и CaSO<sub>4</sub> из атмосферы. При выбросах из высоких труб предприятий не будет происходить дополнительное загрязнение воздуха.

Для нейтрализации выбросов около 250 тыс. т/год SO<sub>2</sub> потребуется около 220 тыс. т CaO, в результате образуется 531 тыс. т CaSO<sub>4</sub>. В ближних окрестностях промышленного узла, на территории около 20 тыс. км<sup>2</sup>, осаждается примерно 15% общего выброса серы, соответственно 85% уходит в дальний перенос. Мелкодисперсные аэрозольные частицы H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CaO, CaSO<sub>4</sub>, представляя собой невесомую примесь, будут подчиняться одним и тем же законам атмосферной диффузии. Тогда в ближних окрестностях выпадет 78—80 тыс. т/год CaSO<sub>4</sub> (за счет вымывания осадками и поглощения подстилающей поверхностью). По-видимому, это завышенные результаты, так как при оценке локального выпадения сульфатов учитывалась и крупная фракция, которая составляет от 50 до 90%.

Известны опыты по снижению кислотности атмосферных осадков путем увеличения выброса в атмосферу нейтрализующих веществ на ТЭС. Зольность угля при этом равнялась 30%, содержание CaO в золе — 40%. Существующую комплексную пылеулавливающую установку, содержащую последовательно включенные циклонный сепаратор для удаления крупных частиц и электрофильтр, заменили брызгопромывной колонкой. Характерная для района до начала опыта кислотность осадков pH = 4,4 через 5 дней уменьшилась до pH = 5,5 (естественная норма для атмосферных осадков).

Представляется, что разработка метода нейтрализации кислотообразующих веществ в атмосфере — или непосредственно, или путем введения в поток отходящих газов необходимых добавок — перспективная.

В последнее время много внимания уделяется новому методу прямого преобразования тепла в электро-

энергию на основе использования магнитогидродинамического принципа с помощью так называемых МГД-генераторов. КПД электростанций в этом случае возрастает до 50% (в перспективе — до 60%) вместо 40% даже на самых совершенных ТЭС. В нашей стране уже работают опытно-промышленные МГД-установки. Они экономичны (расход топлива сокращается на 30—35%) и экологичны, так как на МГД-электростанциях выбросы загрязняющих веществ в атмосферу сокращаются в 2 раза.

Теперь несколько слов о природных механизмах, которые могут привести к очищению воздуха. Это прежде всего смена воздушных масс, а также дожди, особенно ливневые, с грозами, очищающие атмосферу. Но осадков на Севере мало — 250—400 мм в год. На Севере часты туманы, кислотность которых в 100 раз выше кислотности дождей. При загрязнении воздуха промышленными отходами туман может ускорить возникновение душливого смога.

Над большей частью территории Севера зимой наблюдается инверсионное выхолаживание и застаивание воздуха, опасность заболеваний при этом возрастает. Отсюда следует, что в условиях антициклонального климата промышленные объекты, выделяющие большое количество газов и пыли, строить нецелесообразно. Нельзя строить подобные объекты и в замкнутых, непродуваемых горных котловинах.

Таким образом, опасность загрязнения воздуха на Севере, особенно в течение длительной зимы, очень велика. Но она существует не только зимой, но и при безветренной погоде, т. е. в любое время года. Все это свидетельствует о том, что экологическая емкость природных систем Севера значительно меньше, чем в южных зонах. И она особенно мала в районах с преобладанием антициклональной погоды. Графически возможность обновления воздуха в зависимости от скорости ветра и обилия осадков изображена на рис. 4.

*Нулевая способность:* при среднегодовой скорости ветра менее 3 м/с, повторяемости штилей 50—75% и сумме осадков менее 350 мм очищение и разбавление воздуха практически отсутствуют. Осадки редки и выпадают чаще всего в виде морозящих дождей. Загрязняющие вещества, долго оставаясь в воздухе, в конце концов почти полностью оседают над очагом загрязнения и в его окрестностях, подкисляя воду в реках и озерах, отравляя почвы, растения, животных, т. е. разрушая

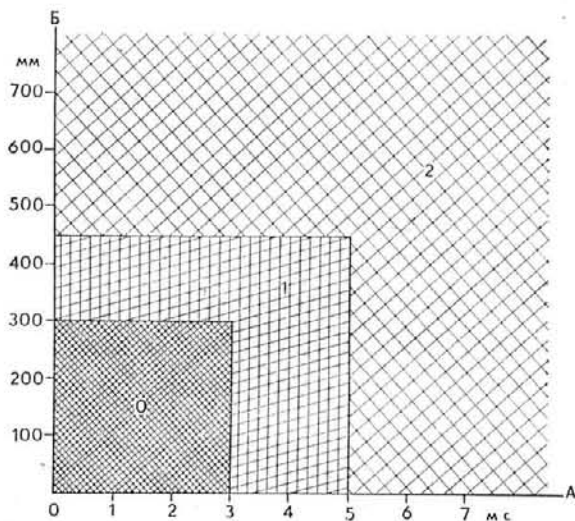


Рис. 4. График возможности природных комплексов к очищению атмосферы в зависимости от скорости ветра и осадков:

0 — почти нулевая способность к очищению; 1 — средняя способность к очищению (осадки 450–300 мм/год, ветер 5–3 м/с); 2 — хорошая способность к очищению атмосферы при скоростях ветра выше 5 м/с и осадках более 450 мм/год  
 А — скорость ветра в м/с: 1, 2, 3, ..., 8; Б — осадки в мм/год

природную экосистему и создавая нездоровую для человека среду.

В таких условиях возможно строительство предприятий только с безотходной технологией. В противном случае необходимо отдалить промышленный объект от населенного пункта. Расстояние между ними должно быть установлено в зависимости от местных особенностей — силы и направления ветров, характера рельефа и т. д.

В условиях антициклонального климата (это относится прежде всего к Якутии) даже при отсутствии крупных промышленных объектов создается сильное загрязнение воздушной среды, особенно зимой, когда работают котельные, а воздух в течение многих недель и даже месяцев остается неподвижным. Здесь необходим переход с твердого топлива на газ, дающий наименьшее загрязнение.

**Средняя способность:** при среднегодовых скоростях ветра 3–5 м/с, повторяемости штилей 30–50% и осадках 300–450 мм тоже нередко складывается опасная ситуация, особенно при антициклональной погоде. Ветер со скоростью 3–5 м/с способен за несколько часов — в за-

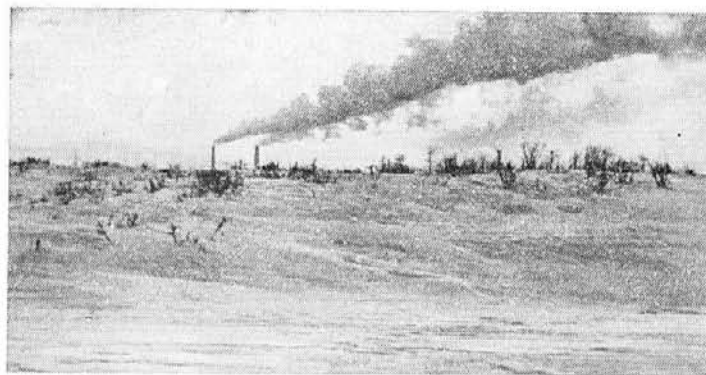


Рис. 5. Ветер около 3,5 м/с относит дым заводских труб за пределы города

висимости от степени загрязнения воздуха — очистить атмосферу (рис. 5). Ливневый дождь, во время которого выпадает не менее 50 мм осадков, тоже хорошо освежает воздух, но в данном случае загрязняющие вещества не выносятся за город, а оседают в его пределах и окрестностях.

**Высокая способность:** при скоростях ветра более 5 м/с, повторяемости штилей до 30% и годовой сумме осадков выше 450 мм существуют благоприятные возможности к обновлению воздушных масс. Но и в этих условиях не исключены периоды с длительным инверсионным выхолаживанием воздуха, его застоем и загрязнением.

Только в тундре и некоторой части лесотундры господствуют ветры, превышающие 4–5 м/с. Таежные и значительная часть лесотундровых экосистем, особенно в Восточной и Центральной Сибири, обладают очень низкой способностью к обновлению и очищению атмосферы.

Самый эффективный способ борьбы с загрязнением воздуха на Севере — введение безотходной технологии с замкнутым циклом воздухообеспечения.

В заключение следует отметить, что естественные факторы климата — общепланетарное убывание углекислого газа со скоростью 0,04% за миллион лет (Будыко, 1973) и очередной вековой цикл солнечной активности — имеют тенденцию понижения температуры воздуха, по крайней мере до конца столетия. Но антропогенное воздействие способствует повышению температуры воздуха (одновременно с его загрязнением) в глобальном масш-

табе, и особенно на Севере. Из этого следует необходимость расширения и углубления исследований физико-химических процессов в атмосфере. Одной из главных целей этих исследований должно быть получение материалов по разработке мероприятий, предотвращающих серьезные антропогенные изменения физико-химических характеристик атмосферы, так как человек может жить в узком диапазоне температурных и химических изменений атмосферы и вся его хозяйственная деятельность приспособлена именно к современным параметрам атмосферы.

### ГЛАВА III

## ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ СЕЙЧАС И В БУДУЩЕМ

### ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ КАК РЕСУРС

В условиях интенсивного освоения Севера вечномерзлые грунты как элемент природы становятся усиленно эксплуатируемым ресурсом. Мерзлые породы по длительности своего существования подразделяются на кратковременномерзлые (часы, сутки), сезонномерзлые (месяцы) и вечномерзлые (многие годы, тысячи лет). Это деление и термины предложены М. И. Сумгиным, С. П. Качуриным, Н. И. Толстихиным и В. Ф. Тумелем (1940).

Основная отличительная особенность вечномерзлой зоны литосферы — лед. Многие мерзлотоведы отождествляют понятие «вечная мерзлота» и «подземное оледенение». Вечномерзлые грунты занимают более 25% всей суши земного шара и около 47% (примерно 10 млн км<sup>2</sup>) территории нашей страны (Мерзлотоведение, 1981).

П. Ф. Швецов (1963) считает, что площадь территории СССР с вечномерзлыми грунтами близка к 9 млн км<sup>2</sup>. Эту величину, по его мнению, невозможно определить с точностью более 15—20% из-за очень большой переходной полосы. Мощность их изменяется от нескольких метров в южной части зоны распространения вечномерзлых грунтов (Канин и север Кольского полуострова) до нескольких сот метров на севере Сибири и даже 1500 м в верховьях Мархи, левого притока Вилюя.

Вечномерзлые грунты обладают огромными энергетическими ресурсами, которые пока используются очень мало. В литературе описано много случаев нахождения в вечномерзлых грунтах почти неразложившихся трупов животных и людей. Какую колоссальную энергию нужно было бы затратить, чтобы поддерживать отрицательную температуру в течение сто- и тысячелетий. Ведь даже обычный домашний холодильник в год потребляет около 1000 кВт·ч.

В Сибири находили нетленными трупы казаков-землепроходцев, захороненных в вечной мерзлоте (глубже

сезонного оттаивания) 100—200 лет назад. А. Д. Меншиков, ближайший сподвижник Петра I, через 2 года после смерти царя был сослан в Березово, что на Оби. В 1729 г. он умер и был захоронен на кладбище этого села. Через 92 года его труп был найден нетленным (Сумгин, Качурин и др., 1940).

Нередко на севере Сибири находят хорошо сохранившиеся трупы мамонтов. Мамонт, чучело которого установлено в Зоологическом музее АН СССР в Ленинграде, был найден на Березовке (правый приток Колымы) в 1901 г. Общий вес вывезенных костей, шкуры, мяса, внутренностей достигал 2 т. В зубах мамонта остались непрожеванные растения; около 12 кг растений было найдено в его желудке неперевавшими. Исследование этих растений В. Н. Сукачевым и другими дало большие материалы для палеогеографических построений.

Прекрасно зная все эти факты, основатель мерзловедения М. И. Сумгин в 1937 г. предложил создать в вечной мерзлоте своеобразный музей-холодильник. Глубина его должна быть 20—80 м, емкость — 5—50 тыс. м<sup>3</sup>. Он работал бы тысячи лет с очень ровным режимом, не требуя больших затрат и ухода. М. И. Сумгин считал, что в этом музее-холодильнике должны храниться трупы различных животных, растения. Через 1—2 тыс. лет они должны бы подвергаться исследованию, с тем чтобы определять ход и направление эволюции. Другое направление в работе музея-холодильника — хранение документов, рукописей. Строить такой холодильник нужно в низкотемпературной мерзлой толще. Пока это предложение не осуществлено.

Первые попытки использования вечномерзлых грунтов для хранения скоропортящихся продуктов сделаны в Якутске еще до 1917 г. и в Усть-Порту на Енисее в 1932 г. До второй мировой войны на территории Игарской мерзлотной станции было сооружено два опытных подземелья-хранилища: первое объемом 22 м<sup>3</sup>, второе — 468 м<sup>3</sup>. Там проводились исследования вечномерзлой толщи. В Игарке построен большой склад-холодильник на глубине 10 м, в нем имеется до двух десятков камер-хранилищ. Температура колеблется в пределах 10—12°.

Все хозяйства на Крайнем Севере, каждая звероферма могут и должны иметь естественные холодильники. Но таких мерзлотных холодильников еще очень мало — 100—150, общая их емкость около 12 тыс. т. Слабое освоение биоресурсов Севера в значительной степени сдер-

живается небольшим количеством холодильников, а часто и полным отсутствием. Так, одна из основ повышения рентабельности клеточного звероводства — максимальное удешевление стоимости кормления животных, поскольку почти 75% затрат идет на оплату кормов (Глушнев, 1970). Поскольку основная заготовка мясных и рыбных кормов происходит летом, то мерзлотные холодильники резко повысили бы перспективы развития этого вида хозяйства. При наличии холодильников можно использовать непищевую рыбу и отходы переработки промысловых и домашних животных, заготавливая их впрок, а также вылавливая рыбу из внутренних водоемов, не освоенных рыбным промыслом.

Самая доходная отрасль колхозно-совхозного производства Крайнего Севера — оленеводство. Исследования и расчеты показывают, что если бы все забойные пункты были снабжены холодильниками и находились бы вдоль маршрутов, по которым идут стада (для хранения мяса вынужденно убитых оленей), то эффективность отрасли была бы значительно выше (Глушнев, 1970).

Мерзлотные холодильники выгодно использовать для замораживания и хранения не только мяса и рыбы, но и растений. Исследованиями сотрудников Магаданской оленеводческой опытной станции установлено, что после 9-месячного хранения трав (арктофила рыжеватая, арктрагостис широколистный в фазе колосения и цветения) в мерзлотнике содержание каротина в них понизилось только на 50%, в то время как при высушивании теряется 80—100% его, а при силосовании — 70%. Начиная с 1963 г. в ряде колхозов и совхозов Чукотки ежегодно закладываются в мерзлотники сотни центнеров свежескошенной травы, которая не только сохраняет значительно больше витаминов и питательных свойств, чем сено и силос, но и себестоимость ее в несколько раз меньше. Опыт Магаданской оленеводческой станции, а также колхозов и совхозов Чукотки, несомненно, следует внедрять во всех хозяйствах, расположенных в зоне вечной мерзлоты.

Стоимость мерзлотных холодильников во много раз дешевле машинных. По данным М. П. Глушневой (1970), стоимость типового машинного холодильника на 100 т для условий Анадырского района равна 75 тыс. р., тогда как стоимость одноэтажного шахтного мерзлотника на 100 т — 32,2 тыс. р., т. е. почти в 2,5 раза дешевле. По данным того же автора, на Чукотке хранение мясо-рыбной продукции в мерзлотных холодильниках дешевле



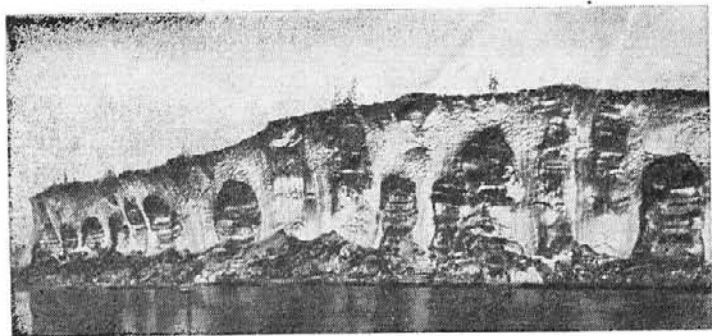


РИС. 6. Сингенетические ледяные жилы в террасе р. Яны. Высота ледяных жил 25—35 м. Над ледяными жилами, на поверхности, — лиственничное редколесье; высота лиственниц 3—6 м. Летнее оттаивание почв 40—50 см. Объем подземных льдов в верхнем 40-метровом слое грунтов явно преобладает над осадочными суглинистыми породами. В случае протаивания таких грунтов произойдет резкая деформация рельефа и сильное оседание поверхности. Фото Е. М. Касанова

в 8,6 раза. Именно поэтому окупаются мерзлотные холодильники довольно быстро. Долговечность их очень большая: в Якутске мерзлотник на 250 т существует уже более 70 лет, в Усть-Порту на Енисее — около 50 лет.

#### ТЕРМИЧЕСКАЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

На вечномерзлых грунтах в отличие от талых происходят непрерывные изменения поверхности: оседания, провалы, пучения грунтов, течение на склонах (солифлюкция). Эта подвижность и динамичность грунтов объясняется прежде всего наличием подземных льдов. По данным Б. И. Втюрина (1975), подземные льды в верхнем 20—40-метровом слое занимают до 50—70% общего объема грунтов, что составляет от 15 до 29 тыс. км<sup>3</sup> только видимых, т. е. эвидентных, льдов (рис. 6). Протаивание льдов под действием естественных и антропогенных факторов ведет к образованию термокарстовых озер.

Термокарст возникает обычно там, где глубина сезонного летнего протаивания превосходит ранее установившуюся и достигает подземных льдов или сильно льдистых пород. В связи с этим интересно рассмотреть закономерность, установленную П. Ф. Швецовым (1964). Он доказал, что во время потепления приращение тем-

пературы в почве и, следовательно, плотность теплового потока в верхнем ее слое увеличиваются в одни и те же отрезки времени с юга на север, т. е. при одинаковом повышении температуры воздуха и поверхности почвы приращение толщины сезонноталого слоя на севере будет больше, чем на юге.

Обозначим среднюю глубину летнего оттаивания в более северных районах с неглубоким сезонным оттаиванием через  $H_1$ , а аналогичный показатель в районах с более глубоким оттаиванием —  $H_2$ . Будем считать, что рост средней летней температуры воздуха за летние месяцы (июнь — август) в периоды потеплений одинаков для всей физико-географической провинции (Восточно-Сибирская Субарктика или Западно-Сибирская и т. д.) и равен  $\Delta t^\circ$ . При  $H_2 > H_1$  имеем:

$$\frac{\Delta q_1}{H_2} < \frac{\Delta q_2}{H_1},$$

откуда

$$\Delta q_1 = K \frac{\Delta t^\circ}{H_1} > \Delta q_2 = K \frac{\Delta t^\circ}{H_2},$$

где  $\Delta q$  — приращение теплового потока,  $K$  — коэффициент внутренней теплопроводности пород. Так как глубина протаивания есть функция нисходящего теплового потока  $q$ , то и приращение глубины протаивания, обусловленное повышением температуры поверхности почвы, в первом и втором случаях будет неодинаковым, а именно  $\Delta H_1 > \Delta H_2$  (за один и тот же отрезок времени).

Итак, главное условие для интенсивного развития термокарста — большая льдистость — имеется. Основная причина, вызывающая этот процесс, — увеличение глубины сезонного протаивания и захват при этом льдистой породы или льдов — тоже налицо: обычные температурные колебания (2—3-, 11-летние и т. д.). Исходя из указанной закономерности, в тундре и лесотундре приращение летнего протаивания при потеплениях всегда будет больше, чем в тайге. А это значит, что термокарстовые процессы, солифлюкционное течение грунтов в тундре и лесотундре тоже всегда будут интенсивнее, чем в более южных зонах (рис. 7, 8). Наиболее распространенные термокарстовые формы — термокарстовые озера, западины (заболоченные и сухие), байджарахи\*. Если на

\* Байджарахи — бугры округлой формы от 0,5 до 10 м высотой, образующиеся при таянии подземных льдов. Встречаются обычно по берегам термокарстовых озер и западин.

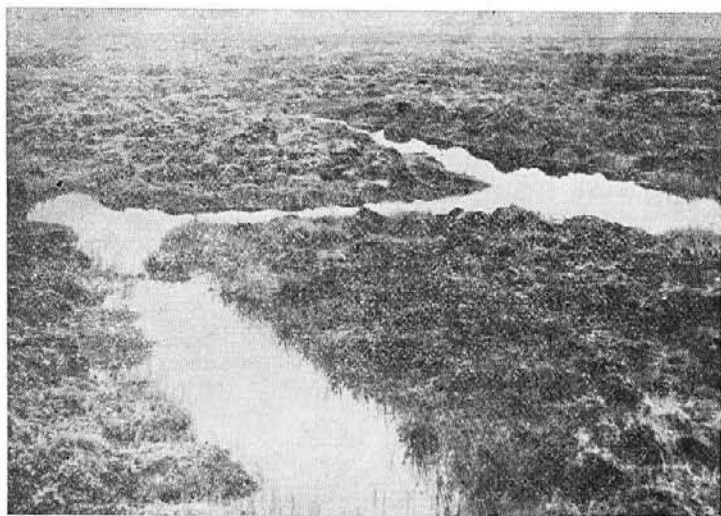


РИС. 7. Начальная стадия термокарстового протавнения над полигонально-жильными подземными льдами, расположенными на глубине 80—90 см

Эти естественные процессы накладываются факторы техногенного, т. е. обусловленного хозяйством, характера, то в Субарктике это ведет нередко к катастрофическим последствиям: провалам и разрушениям дорог, зданий, образованию термокарстовых озер и погружению в эти озера зданий, дорог, мостов, телеграфных столбов и т. п. Все это говорит о чрезвычайной неустойчивости почвенно-грунтового комплекса — явления, свойственно Северу.

П. Ф. Швецов, проанализировав большое количество фактов, пришел к выводу, что биосфера на Севере располагается на термически предельно неустойчивой мерзлой подпочве и неустойчивость эта возрастает по мере движения на Север (Швецов, Бобов, 1979).

В зоне вечномерзлых грунтов насчитывается более 2 млн озер общей площадью водной поверхности около 300 тыс. км<sup>2</sup>. Большая часть из них — термокарстового происхождения. В некоторых тундровых и лесотундровых районах, особенно богатых подземными льдами (север Западной Сибири, равнинная территория от Омоя до Колымы и др.), озера занимают 30—50% поверхности. К югу их площадь убывает.

Термокарстовые озера — чрезвычайно динамичные образования. Они непрерывно перемещаются по равнин-



РИС. 8. Зрелый термокарстовый эрозийный овраг с прямоугольными изгибами, свидетельствующими о заложении его по полигонально-жильным льдам. Глубина оврага 12—14 м, ширина по верху около 30 м, длина более 500 м, объем понижения 35—40 тыс. м<sup>3</sup>, возраст 7—8 лет. По склонам солифлюкционное сползание дерново-почвенного слоя

ной территории с подземными льдами со скоростью от 1—3 до 6—10 м в год и более. Озерные воды, разрушая льдистые берега, встречают на своем пути долины речек и ручьев, другие озерные котловины или просто понижения. В результате происходит или переливание вод озера в понижение, или, напротив, пополнение озера водами вышерасположенного водоема. Скорость оседания поверхности при развитии термокарста равняется 10—15 см в год.

Деятельность человека становится все более мощным фактором, влияющим на многолетнемерзлые грунты.



РИС. 9. Такова судьба грунтовых дорог в условиях вечномёрзлых пород, пронизанных жильными льдами. В обнажении под слоем минерального грунта виден лёд

В промышленных центрах и их окрестностях она превосходит даже силы природы (климатические колебания, потепления и т. д.), которые обуславливают образование термокарстовых озёр, просадок, пучений (рис. 9, 10). Именно поэтому П. Ф. Швецов отмечал (1970), что человек в промышленно освоенных районах Субарктики изменил природу не за тысячи, а за 30 лет.

Автору этих строк в конце 60-х — начале 70-х годов довелось участвовать в экспедициях геологического факультета Московского государственного университета по мерзлотно-грунтовой съёмке на севере Западной Сибири (п-ва Ямал, Тазовский, Гыданский). За время работ было много случаев, когда большие озера (диаметром более 400 м), отмеченные на картах 15—20-летней давности, исчезали... Обследования показывали, что все озера были спущены по следам вздехода, превращающимся на грунтах с подземными льдами в термокарстово-эрозионные овраги. Днища бывших озёр зарастали влаголюбивыми травами — осокой, крестовником, арктофилой.

В тундре, в окрестностях промышленных узлов, где сказывается запыление, все чаще встречаются новые речки, которые закладываются по полигонально-жильным льдам (рис. 11). Запыление ведет к большему летнему оттаиванию, наибольшему оседанию под полиго-



РИС. 10. Поселок, построенный в 50-х годах без учёта подземных жильных льдов. Их протавивание ведет к образованию просадок, оврагов, термокарстовых озёр. В результате деформации поверхности земли разрушаются дома, грунтовые дороги

нально-жильными льдами и закладыванию по этим просадкам водотоков, которые превращаются на склонах в ручьи и речки, размеры и длительность существования которых зависят от площади водосбора. Изменяется и растительность. Так, например, запыление в окрестностях воркутинского кольца шахт, т. е. на огромной территории в 6 тыс. км<sup>2</sup>, ведет к летнему увеличению оттаивания мерзлых грунтов и, стало быть, к небольшому оседанию поверхности и ее дополнительному увлажнению. Это способствует кустарниковым ивам занять господствующее положение в растительном покрове, вытеснив кустарниковую березку, которая более чувствительна одновременно и к запылению, и к влажности почв. Высота кустарниковых ив от 1,2 до 1,5 м, т. е. примерно на метр выше карликовой березки. Высокие заросли ивы способствуют большему, чем раньше, накоплению снега, меньшему зимнему промерзанию грунтов и более быстрому сходу запыленного снега. Все это в условиях высокотемпературной мерзлой толщи ( $t$  близка к 0°) ведет

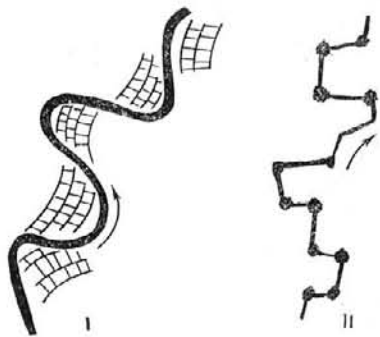


РИС. 11. I — старая река с меандрами, пляжами в зоне вечномерзлых грунтов. В пойме реки полигонально-валиковый рельеф. II — новая река в зоне вечномерзлых грунтов. Запыление поверхности в окрестностях промышленного узла привело к увеличению оттаивания мерзлых грунтов, и прежде всего полигонально-жильных льдов, по которым происходит сток воды и формирование речки. Со временем ее повороты под прямым углом сглаживаются, размоются и превратятся в плавные излучины — меандры

к формированию несливающейся мерзлоты и к деградации мерзлых грунтов.

Еще одна особенность Воркутинского района: здесь нет большого количества подземных льдов, часто встречаются талики. Поэтому по следам вездеходов, по старым дорогам обычно формируются полосы травянистой растительности на месте кустарниковых зарослей.

Изменения природной среды бывают особенно наглядны при формировании термокарстовых озер и изменении литогенной основы ландшафта в результате аварий на трассах нефтегазопроводов и при проходке скважин. Так, на Губкинском месторождении на севере Западной Сибири на месте аварийной скважины образовалось озеро диаметром 600 м (Сергеев, Трофимов, Баулин, 1979).

В допромышленный период освоения на Севере были очень редки овраги, что дало основание А. А. Григорьеву (1970) и А. А. Соколову (1952) утверждать, что вечная мерзлота препятствует образованию оврагов. На самом деле оказалось, что вечномерзлые грунты более оврагоопасны, чем талые породы. Овраги возникают на запыленных территориях, где активнее идет просадка грунтов, так как пыль способствует их большему оттаиванию. Контуры оврагов и речек часто повторяют полигональность жильных льдов, сохраняя коленчатые (почти под прямым углом) повороты. Уничтожение почвенно-растительного покрова также вызывает образование оврагов. В окрестностях населенных пунктов, на трассах трубопроводов скорость их роста составляет 15—30 и даже 100 м в год. Глубина может превышать 10—15 м, ширина — более 30 м, протяженность — 800—1000 м и больше.

По трассам, определенным для прокладки трубопроводов, вырубается лес, на вездеходах перевозятся грузы, проводятся другие работы, в результате чего почвенно-растительный покров здесь уничтожается, увеличивается оттаивание, возникает цепь термокарстовых понижений. Нередко это приводит к подтоплению территории и всплыванию угля.

Нарушив условия теплообмена, человек резко активизировал исолифлюкционные процессы. В местах нарушений скорость течения грунтов может достигать до 5—7 м/сутки. На одном из строительных участков площадью 0,4 км<sup>2</sup> за 3 года его эксплуатации солифлюкционным течением было вынесено около 1 млн м<sup>3</sup> грунта, в результате чего поверхность склона понизилась на 2—4 м и на нем образовались бугристые всхолмления от неравномерного вытаивания подземных льдов.

Термическая и обусловленная ею физическая неустойчивость вечномерзлых грунтов сказывается и в населенных пунктах, под застройками. Так, например, на большей части территории Воркуты произошло увеличение сезонноталого слоя (оттаивающего летом) и под сооружениями, и на значительном удалении от них. До застройки Воркуты промерзающий зимой слой смыкался с вечной мерзлотой. К 60-м годам мерзлая толща оттаяла, отступила вглубь от 2—3 до 10—12 м, и промерзающий зимой слой перестал смыкаться с нею (Швецов, Бобов, 1979). Подобные явления типичны для южной границы распространения вечной мерзлоты — от Нарьян-Мара и Воркуты до Магадана.

Таким образом, весь имеющийся материал по освоению вечномерзлых грунтов свидетельствует о том, что они вопреки ранее (до промышленного освоения Севера) существовавшему мнению термически и физически предельно неустойчивы и в естественных условиях, и в процессе хозяйственного освоения.

Так, например, в южной кустарниковой тундре, под Воркутой, во время естественных потеплений во всех биоценозах возрастает мощность сезонноталого слоя на мерзлых грунтах, что ведет к понижению водоупорного (мерзлого) горизонта и благоприятствует большему прогреванию верхних слоев почвы, так как часть тепла, уходившая раньше на испарение избыточной влаги, идет теперь на нагревание почвы. Одновременно увеличивается объем почвы, доступной корням, т. е. улучшается и минеральное питание растений. Наиболее наглядно это можно проследить на границе тундры и лесотундры

в условиях высокотемпературной (близкой к 0°) мерзлой толщи.

На ровных участках с кустарничково-лишайниково-моховыми тундрами в периоды потеплений летнее оттаивание возрастает. Здесь появляются березы и ели, которые способствуют большому накоплению снега, чем в ранее безлесных тундрах, что препятствует интенсивному зимнему промерзанию и способствует дальнейшей деградации мерзлоты под лесными островками. Толщина оттаивающего летнего слоя возрастает с 0,5—1 до 1—1,5 м. Тундровая кустарничково-лишайниково-моховая экосистема превращается в ивняково-ерниковую с березовыми кустами и молодыми елями, растущими одиночно и группами. Снег, задерживаемый древесно-кустарниковой растительностью, продолжает увеличиваться, толщина его нарастает, что препятствует промерзанию почвы и улучшает условия существования для древесных растений. Растут ранее появившиеся деревья, появляются новые, т. е. формируется елово-березовое лесотундровое сообщество (рис. 12). Мощность талого слоя увеличивается до 3—5 м. Зимний промерзающий слой (около 0,5 м) не сливается с нижним слоем мерзлой толщи—это признак деградирующей мерзлоты.

Окончание незначительного потепления не ведет к гибели появившихся в тундре лесных островков, так как почвенно-грунтовой климат определяется уже в значительной степени самой древесно-кустарниковой растительностью и снеговым покровом. Но здесь же, под Воркутой, обычны случаи нарастания мерзлой толщи и слияния ее с зимним промерзающим слоем. Это происходит в местах, где уничтожаются кустарниковые заросли или вырубается древесная растительность, т. е. когда уменьшается толщина снега, препятствующего зимнему промерзанию.

Обычны случаи разрастания мерзлой толщи и при нарастании мхов. Об этом писал еще в начале нашего века Г. И. Танфильев по исследованиям в Тиманской тундре. Наглядно этот процесс можно проследить на севере Западной Сибири. В истории развития вечной мерзлоты в этом регионе выделяется четыре этапа (Баулин, Белопухова, Дубиков, Шмелев, 1967).

В первые два этапа по мере регрессии моря на севере Западной Сибири происходило промерзание грунтов. Второй этап продолжался до начала термического среднеголоценового максимума. Третий этап совпадает с термическим максимумом. В это время происходило частич-



РИС. 12. Березовый островок в южной тундре Восточно-Европейского Севера. Во время потеплений в южной тундре возрастает мощность сезонноталого слоя на мерзлых грунтах, что ведет к понижению водоупорного (мерзлого) горизонта и благоприятствует еще большему прогреванию верхних слоев почвы, так как часть тепла, уходящая раньше на испарение избыточной влаги, идет теперь на нагревание почвы. Здесь возникают условия для произрастания древесных пород. Они способствуют большому накоплению снега, чем в ранее безлесных тундрах, что препятствует интенсивному зимнему промерзанию и ведет к дальнейшей деградации мерзлоты под лесными островами. Мощность такого слоя бывает здесь не меньше 3,5—5 м. Мерзлота под такими лесными островками неслияющаяся, т. е. слой зимнего промерзания (2—2,5 м) не соединяется с верхней поверхностью вечной мерзлоты, расположенной на глубине не менее 3 м. Именно поэтому такие лесные островки в тундре необходимо объявлять памятниками природы и охранять их

ное протаивание многолетнемерзлых толщ с поверхности и смещение их границы к северу—примерно до широты 67—68°, т. е. граница мерзлоты с поверхности проходила намного севернее, чем в настоящее время. Но в период потепления климата не произошло полного протаивания мерзлых толщ, а только до глубины 100—150 м, ниже, до 300—350 м, сохранялся мерзлый слой, существующий и поныне. Четвертый этап начинается от конца климатического максимума и до настоящего времени. Этому периоду свойственно промерзание грунтов с поверхности: сформировалась и формируется в настоящее время двухслойная многолетнемерзлая толща, гра-

ница которой продвигается к югу. Заболачивание и рост торфяников, обуславливающих формирование многолетнемерзлых толщ и одновременно деградацию лесов, происходят в северной тайге на протяжении 4500 лет.

Заболачивание начинается с низин. Иллюстрацией этого процесса могут служить современные лиственнично-еловые замшелые редколесья. Относительное понижение современных низин 1—2 м, находятся они в верхних частях равнин. Более глубокие котловины уже заторфованы или же завершают стадию этого процесса в наше время.

По мере роста мохово-торфянистого слоя изменяется теплообмен между атмосферой и грунтом, сезонное промерзание превышает летнее оттаивание. Под мохово-торфянистым слоем образуются линзы мерзлого грунта. Сначала они маломощны—10—30 см, но с увеличением торфянистого слоя гибнут деревья, кустарники; снег сметается с таких участков, что приводит к еще более интенсивному промерзанию (рис. 13).

Со временем в котловине формируется выпуклый мерзлый торфяник, с которого начинает стекать вода. Вдоль торфяника, оконтуривая его, образуется заболоченная полоса, которая увлажняется как со стороны торфяника, так и со стороны леса. В ней идет интенсивный рост мохово-торфянистого слоя. Мох нарастает не только сверху, но и по внешней стороне, захватывая лес. Образуются моховые кочки и подушки, промерзающие интенсивнее, чем участки между ними. Под моховой кочкой (подушкой), как бы протыкая талый слой, растет слой мерзлого грунта. К фронту промерзания из окружающих талых, переувлажненных грунтов поступает влага, она замерзает, что ведет к вспучиванию моховой подушки (кочки) и превращению ее в бугорок с минеральным ядром. Летом мерзлый грунт протаяивает; в условиях переувлажнения пустоты от вытаявших ледяных линз замещаются грунтом, подтекающим с боков. Это значит, что, если линза мерзлого грунта полностью протаяивает, бугорок все равно сохраняется. Дальнейший рост бугорка с минеральным ядром во многом зависит от обилия влаги, без которой невозможно его пучение. Больше всего влаги близ мохово-осокового болота с участками открытой воды. К этим болотам и примыкает биогеоценоз с наиболее крупными буграми—до 1,5—2 м высотой. Чем дальше от болота, тем меньше бугорки. Полоса с бугорковатым микрорельефом, идущая впереди торфяника, достигает 200—400 м в зависимости от

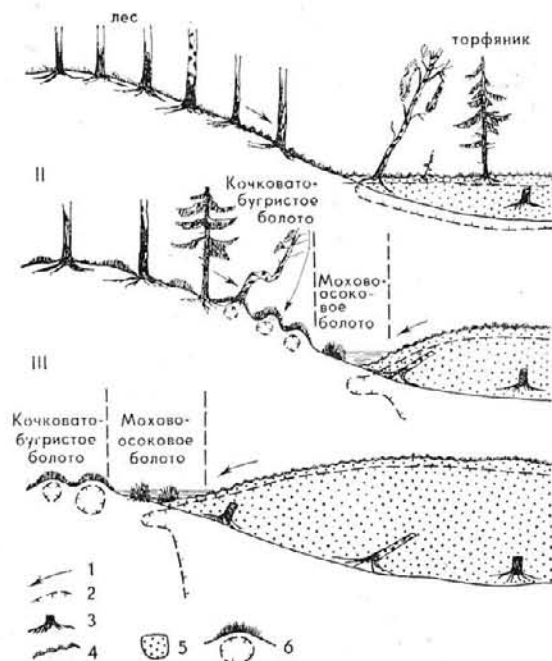


РИС. 13. Схема заболачивания низины и роста торфяника:

I — нарастание мохово-торфянистого слоя ведет, с одной стороны, к ухудшению гидротермического и аэрационного режимов почвы, в которой не могут существовать корни деревьев; с другой стороны, мохово-торфянистый слой резко изменяет теплообмен между атмосферой и почвой, из-за этого почва зимой промерзает глубже, чем оттаивает летом, что обуславливает формирование линз многолетнемерзлого грунта. Сток направлен в низину, это вызывает переувлажнение и интенсивный рост мхов с последующим превращением их в торф; II — на месте низины вырастает выпуклый торфяник, с которого сметается снег, что способствует интенсивному промерзанию торфяника и формированию под ним вечной мерзлоты мощностью в несколько десятков метров. Между торфяником и лесом образуется понижение, в которое стекает вода не только со стороны леса, расположенного в верхней части равнины, но и с торфяника. Это ведет к формированию переувлажненной полосы на границе между торфяником и лесом — мохово-осокового болота, которое в свою очередь подтапливает и заболачивает полосу, примыкающую к лесу, и способствует формированию на ней кочковато-бугристого болота и угнетенного хвойного леса с мохово-торфянистыми кочками и бугорковатым рельефом. Со времени образования выпуклого торфяника усиливается заболачивание леса, примыкающего к торфянику; III — выпуклый, кустарничково-лишайниковый, сухой, мерзлый торфяник. Сток идет только в одном направлении — с торфяника в сторону леса. Рост торфяника вверх прекращается, он располагается ширирь: резко возрастает скорость заболачивания и гибели лесов, а также формирования многолетнемерзлых грунтов; 1 — направление стока воды; 2 — граница многолетнемерзлых (вечномерзлых) грунтов; 3 — погребенные в торфянике стволы деревьев; 4 — торфяные кочки; 5 — торфяники; 6 — бугры пучения с новообразованиями мерзлоты

угла наклона местности: чем положе, тем дальше сказывается влияние. Итак, первые признаки угнетающего влияния торфяника на лес проявляются в росте моховых подушек и кочек на переувлажненной почве. Но однажды возникнув, моховые подушки и кочки сами теперь

становятся очагами разрастания мхов, захватывающих смежные территории. Деревья на таких участках из-за переувлажнения, ухудшения аэрации угнетаются все сильнее, подрост сокращается и даже вовсе прекращается. В этих местах обычно можно наблюдать, как сфагновые мхи буквально наползают на лишайниковый покров. Под такими моховыми кочками лишайники кладонии альпийской находятся в разных стадиях разложения. Беломошный лес сменяется угнетенным лесом с моховыми подушками, торфяными кочками, бугорковатым микрорельефом.

Ближе к торфянику переувлажнение наблюдается в еще более длительные периоды, бугорки здесь крупные, формируются уже и линзы мерзлого, не тающего за лето грунта. Встречаются только одиночные угнетенные деревья, а ближе к торфянику исчезают и они. Здесь господствуют кочковато-бугристые болота. Зарастая мхом, межбугорковые понижения превращаются в торфяник, сначала маломощный, но со временем слой торфа увеличивается до нескольких метров, грунты промерзают под ним до нескольких десятков метров. Это превращение ведет к тому, что на месте угнетенного хвойного леса с бугорковатым микрорельефом возникает кочковато-бугристое болото. С ростом и расширением торфяника заболачиваемая ими полоса с моховыми кочками продвигается в сторону леса, т. е. биогеоценозы с бугорковатым микрорельефом перед торфяником — это форпосты наступающего болота, свидетельствующие о гибели леса. Со временем отдельные небольшие торфяники сливаются в крупные, простирающиеся на десятки километров. Одновременно островки с многолетнемерзлым грунтом тоже сливаются в массивы вечномерзлых грунтов, граница которых продвигается к югу (рис. 14, 15). Площадь под лесами неуклонно сокращается.

Теоретические расчеты, проводимые В. А. Чернядьевым (1970), показали, что южная граница потенциального развития многолетнемерзлых толщ проходит на 400—450 км южнее современной границы мерзлых грунтов, встречающихся в торфяниках. Подобное промерзание на несколько сот километров к югу может произойти при современном климате и современных температурах, но при изменении теплообмена между почвой и атмосферой, который регулируется моховым (точнее, растительным) и снежным покровом.

Южная граница возможного продвижения многолетнемерзлых толщ отстоит на 400—450 км от современной

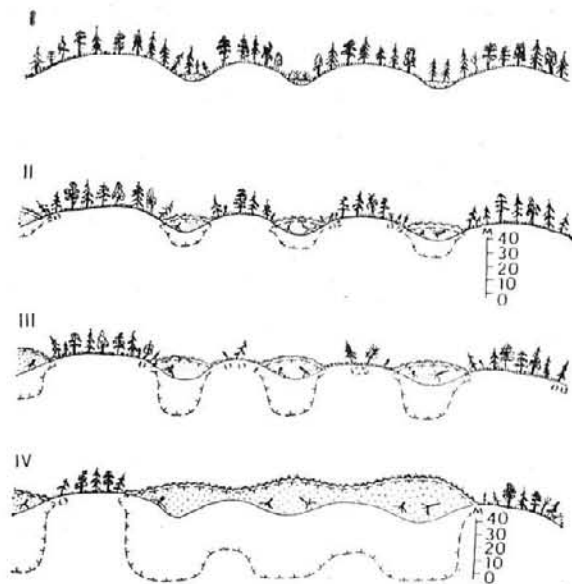


РИС. 14. Схема деградации лесов, разрастания торфяников и вечномерзлых грунтов в северной тайге Западной Сибири:

I — леса ко времени окончания послеледникового среднеголоценового термического оптимума. Преобладали нормальные, неугнетенные древостой, сочетавшиеся с мокрыми и заболоченными низинами. Грунты везде талые; II — в более суровом климате, наступившем после термического оптимума, заболачивание низин повело к формированию вечной мерзлоты и гибели лесов; III — образование выпуклых торфяников, с которых стекает вода, ускорило заболачивание окружающих ими лесов. Одновременно резко возросла площадь и мощность вечномерзлых грунтов; IV — к настоящему времени многие изолированные торфяники слились в сплошные массивы, занимающие до 60—70% площади в северной тайге Западной Сибири. Леса, некогда занимавшие большую часть территории, теперь представлены изолированными островками; расположены они в верхних частях равнины и обречены на гибель. Шкала справа — высоты над уровнем моря (остальные обозначения см. рис. 13)

границы. В зоне потенциального промерзания широкое развитие мерзлоты исключено только в условиях пересяченного рельефа, где хороший дренаж препятствует интенсивному заболачиванию, а небольшие торфяники изолированы и вследствие изрезанности рельефа и больших углов наклона не могут разрастаться вширь и сливаться. Многолетнемерзлые породы здесь могут развиваться только в случае сведения лесов человеком, после чего снег будет сметаться с этих участков, усилится зимнее промерзание. В. П. Чернядьев показывает и границу вероятного протаявания этих толщ. Она проходит на 580—620 км севернее современной южной границы многолетнемерзлых пород. Такое оттаивание может произойти и в усло-

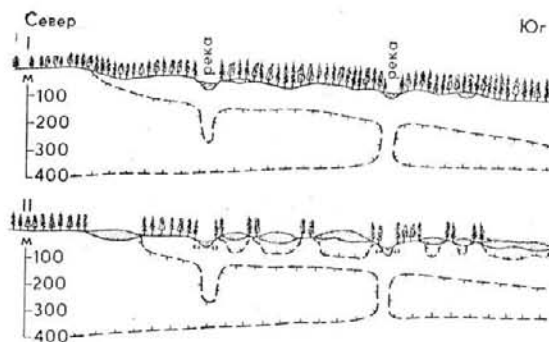


РИС. 15. Схема формирования двухслойной мерзлоты в северной тайге Западной Сибири:

*I* — положение вечномерзлых грунтов ко времени окончания среднеголоценового термического оптимума. Большая часть территории была покрыта лесами; *II* — современное положение. На значительной территории образовались торфяники, под ними сформировались многолетнемерзлые грунты, резко возросла заболоченность, сократилась площадь под лесами (условные обозначения см. рис. 13)

виях современного климата. Для этого необходимы удаление мохового покрова и регулируемое накопление снега, которое невозможно без древесно-кустарниковой растительности.

Расчеты привели к такому же выводу: в пределах пояса шириной 300—500 км, примыкающего к южной границе вечной мерзлоты, систематическое удаление торфа или его минерализация и одновременное накопление снега высотой не менее 1 м могут привести к протаиванию 10-метровой мерзлой толщи в течение 10—20 лет. При удалении мохового покрова температура почвы на глубине 20 см возрастает летом на 11—15°, а снеговой покров толщиной 20 см отепляет почву на 2—3°, при толщине 60—70 см — на 6—7°. Таковы возможные результаты в случае изменения теплообмена между почвой и атмосферой, которые могут быть достигнуты регулированием мохового и снегового покрова при неизменном климате.

#### ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ И МОЩНОСТИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Установлено, что в течение последних 20—25 тыс. лет продолжается процесс потепления и оттаивания мерзлых толщ. На значительной территории (север Западной Сибири, Центральная Якутия и др.) столь мощные мерзлые толщи могли сформироваться при более низких

температурах, чем современные, и при более суровом климате (Балобаев, Девяткин, Кутасов, 1973).

Как уже отмечалось, по расчетам М. И. Будыко (1982), повышение средней температуры воздуха в северном полушарии на 2—4° произойдет к 2025 г., что приведет к разрушению многолетних арктических морских льдов. Трудно представить, что на месте бескрайних торосистых льдов, через которые с трудом сейчас идут даже мощные атомные ледоколы, через 40—50 лет появится морская гладь. Не менее просто представить и деградацию подземных мерзлых толщ — вечной мерзлоты.

Что можно ожидать при повышении воздуха на 2—4°? Назовем возможные варианты:

1. Полное растаивание высокотемпературных (близких к 0°) мерзлых толщ мощностью до 15—20 м и более. Это произойдет по южной границе современной вечной мерзлоты, где в настоящее время наблюдается оттаивание и в естественных условиях (при поселении древесно-кустарниковой растительности, увеличении мощности снега и т. д.), и при хозяйственном освоении (эти условия рассмотрены выше). Ширина этой полосы составит сначала 150—200 км, потом 400—500 км.

2. Севернее этой полосы оттаивание мерзлых толщ произойдет на 10—15 м. При потеплении на 2—4° мерзлота, по-видимому, повсеместно станет несмыкающейся, т. е. зимнее промерзание не будет достигать мерзлых грунтовых толщ. В еще более северных районах (севернее Игарки, Якутска), где современная температура на подошве слоя годовых колебаний минус 5—6°, резко возрастут термокарстовые и солифлюкционные процессы. Трудно даже представить, что будет с территорией, где на каждом квадратном километре будет от 5 до 15 млн м<sup>3</sup> отрицательных форм рельефа. А такие запасы подземных льдов имеются в ряде районов Севера.

3. Усилится деформация берегов Северного Ледовитого океана (и островов), сложенных рыхлыми отложениями с подземными льдами. Более 20 лет назад П. Ф. Швецов (1963) отмечал, что существование ряда обширных участков суши на Севере с отметками поверхности менее 20—30 м над уровнем моря было бы невысказано, если бы они не находились в постоянно мерзлом состоянии: протаивание их мерзлой подпочвы с льдистостью 50—60% до глубины 50—100 м привело бы к опусканию их поверхности ниже уровня моря. Таковы в значительной (приморской) части Яно-Индибирская, Колымо-Алазейская низменности и дельта Лены. Сов-



ременный их облик сформировался при условии одновременно происходивших процессов осадконакопления и промерзания отложений, оттаивания и сноса, уплотнения, а затем повторного промерзания.

По материалам С. В. Томирдиаро (1980), значительная часть шельфа на восточносибирском берегу образовалась в голоцене и продолжает формироваться за счет эрозивно-тепловых процессов в настоящее время. Скорость отступания берегов составляет 4—6 м/год.

По-видимому, полоса шельфа в этом регионе — от устья Омолоя до устья Колымы — при потеплении на 2—4° увеличится на 100—200 км, а между Индигиркой и Колымой — и того больше, т. е. от Верхоянского хребта до горного правобережья Колымы может возникнуть мелководный залив. Сократятся площади Новосибирских островов.

4. Почти на всей территории распространения вечной мерзлоты строительство в настоящее время идет по принципу сохранения вечной мерзлоты — на сваях, с проветриваемым подпольем и т. д. Если не будут найдены способы сохранения этих сооружений, они разрушатся.

Трудно в этих условиях принимать какие-либо конкретные меры, тем не менее исследования в этом направлении необходимы. Строительство при прочих равных условиях нужно производить на таликах, распространенных в зоне вечной мерзлоты. В частности, здания ГЭС лучше строить в руслах рек (так как сами реки в этих ситуациях отводятся в искусственные русла). Кстати, здание второй ГЭС на Вилюе построено в русле, под которым находится талик.

Центр Воркуты, значительная часть Талнаха построены на таликах. Талики, как отметил член-корреспондент АН СССР П. Ф. Швецов на Всесоюзном совещании по освоению Севера в Норильске (сентябрь 1985 г.), — это дар природы на Севере, их нужно разумно использовать.

Может быть, под строительство нужно осваивать днища термокарстовых озер, под которыми тоже имеются талики; озера спускать и в дальнейшем поддерживать режим талых грунтов. Еще более надежный фундамент для строительства — скальные грунты. На них построен Надеждинский металлургический завод в Норильске.

Исследования по этой проблеме могут выявить массу других вариантов. Возможные в перспективе последствия оттаивания вечномерзлых грунтов в XXI в. сбрасывать со счетов нельзя.

#### О КАЧЕСТВЕ ПРИРОДНЫХ ВОД СЕВЕРА

Север богат водой: здесь много малых и больших рек, озер, болот — это зональная особенность. Годовой сток рек в Северный Ледовитый океан составляет 80% общего стока с территории всей страны.

XXVII съезд КПСС указал на необходимость дальнейшего улучшения охраны водных ресурсов страны и осуществления «комплекса мер по охране водоемов Арктического бассейна...» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 316).

Качество воды на Севере нередко хуже, чем в средних широтах, — это тоже зональная особенность. Вода в реках и озерах обычно слабо минерализована, в ней мало кислорода, не всегда приятна на вкус, часто обладает болотным запахом и буроватым цветом. Это обусловлено тем, что она во многих случаях поступает из заболоченных пространств, покрытых торфяно-глеевыми почвами и торфяниками, и содержит в себе большое количество окрашенных органических веществ.

По мнению Н. И. Пьявченко (1983), процесс торфообразования «не экономный», так как потери исходной массы органического вещества достигают 80%, основные из них — это вынос из болота текучими водами размельченных растительных остатков, растворов гуминовых кислот и органо-минеральных элементов. Например, в Карелии вынос гумусового материала из неосушенного болота составляет около 40 кг/га в год, а из осушенного торфяника вынос органики возрастает в 10 и более раз.

Слабая минерализация объясняется низкой температурой воды и почвы, почти полным отсутствием грунтового питания. Воды Севера — это снеговые и дождевые. При замерзании рек и озер увеличивается концентрация органического вещества гуминового характера. Чем дольше длится ледостав, тем хуже качество воды: уменьшается количество кислорода, приобретает кислая реакция (рН становится ниже 5). Снижение содержания кислорода в воде незагрязненных рек происходит вследствие окислений органического вещества, поступающего

с заболоченных пространств, и соединений железа и марганца. Это приводит к заморам рыбы. Так, И. С. Поляков в 1877 г. писал: «По всему нижнему течению Оби вода зимой начинает краснеть; она имеет тогда неприятный вкус и выделяет пузыри. Раньше всего вода замирает в Обдорске (Салехарде.— В. К.) и Полуе, где даже лед дает неприятную, горькую на вкус воду. Поэтому зимой обдоржане ездят за льдом на р. Обь за несколько верст от села» (цитирую по Драчеву, 1964).

Вода в природе обладает очень ценным свойством — способностью самоочищаться. Это происходит потому, что микроорганизмы в процессе жизнедеятельности используют органические вещества, окисляющиеся с помощью кислорода. Если его количество уменьшается, микроорганизмы снижают свою активность и, возможно, переходят в состояние анабиоза — самоочищение водоема прекращается. В летние солнечные дни содержание кислорода в воде больше, чем в пасмурные. Природные зоны Севера по количеству пасмурных дней занимают первое место среди других зон.

Содержание в воде кислорода служит важным признаком санитарного состояния рек и озер. Но растворимость его в воде здесь мала. При температуре около 0° в 1 л воды может раствориться всего 14 мг кислорода, в летнее время в чистой реке содержится 7—8 мг/л. Как только его количество понизится до 4 мг/л и ниже, условия жизни организмов в водоеме резко ухудшаются. Для того чтобы вода обогащалась кислородом, необходимо ее соприкосновение с воздухом, в котором содержится 250 мг/л кислорода, но водоемы Севера бывают подо льдом 7—8 месяцев.

Текучие воды насыщаются кислородом лучше и быстрее, чем стоячие. Вода в неглубоких озерах, которые преобладают на Севере, полностью перемешивается только весной и осенью. Летом глубинные воды не контактируют с атмосферой и практически не обогащаются кислородом. Объясняется это четко выраженной устойчивостью температурной стратификации. Верхний слой воды толщиной 1—2 м прогревается от 8 до 15° и выше, придонные слои имеют более низкую температуру, а значит, они и более тяжелые, и поэтому подъем их исключается. Особенно опасная ситуация складывается при температуре придонной воды 4°; в этом случае плотность ее наибольшая. В безледный период благоприятным фактором бывают ветры, перемешивающие водную массу.

## ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД СЕВЕРА

До недавнего времени существовало мнение, что естественная регуляция гидросферы и ее самоочищение — следствие физико-химических процессов. Теперь доказано, что самоочищение водоемов с более или менее полной минерализацией осуществляется в основном планктонными, преимущественно одноклеточными организмами. Разрушая органические и многие неорганические вещества, бактерии превращают их в вещество своего тела. Их неограниченному размножению противостоят другие представители животного мира — простейшие, которые в свою очередь становятся жертвой существ более высокого порядка. Эти постоянные пищевые связи живых существ в водоемах и определяют суть самоочищения.

Деятельность микроорганизмов, очищающих воду от загрязнений, зависит от наличия кислорода, света и тепла. Установлено, что в озерах даже умеренного влажного климата за летний период успевают разрушиться только 12—20% гуминовых веществ, находящихся в воде. Процесс их разрушения при температуре 22° идет в 4—5 раз быстрее, чем при 2°, т. е. происходит в основном только в летний период (Горленко, Дубинина, Кузнецов, 1977, с. 46). Эти же авторы отмечают, что из растворенных органических веществ наиболее устойчивы к разрушению темноокрашенные гуминовые вещества болотного происхождения. На Севере болота занимают огромные территории, потому органических веществ в водоемах очень много.

Рассмотрим некоторые из основных загрязнителей антропогенного происхождения.

*Нефть*, как известно, самый интенсивный загрязнитель вод: 100 г нефтепродуктов загрязняют 8 тыс. л воды настолько сильно, что она становится непригодной для жизни животных и хозяйственного потребления. Нефтяная пленка на поверхности воды затрудняет и даже прекращает обогащение воды кислородом. Пути разложения нефтепродуктов в водоемах изучены слабо. Известно, что их растворимость невелика, распад нефти происходит медленно, особенно при низких температурах. Для этого процесса нужен кислород: полное окисление нефти заканчивается в аэробных условиях не ранее чем через 100—150 дней, а в анаэробных — еще дольше. Для разложения нефти необходимы соответствующие микроор-

газмы; скорость ее разложения зависит от количества и вида бактерий, доступности кислорода и температуры воды. Окисление нефти в холодной воде проходит очень медленно. Расход кислорода для окисления нефти весьма значителен: для полного окисления 1 л нефти требуется кислород, содержащийся в 400 тыс. л воды. Это при нормальном летнем содержании кислорода в речной воде — 7—8 мг/л. Зимой подо льдом кислорода очень мало — менее 4 мг/л. В этих условиях 1 л нефти полностью загубит не менее 1 млн л воды.

Оставшаяся в воде и осевшая на дно нефть в течение длительного времени отравляет экосистему. Кроме этого она обладает особенностью захватывать и концентрировать другие загрязнения: тяжелые металлы, пестициды. Чем больше площадь разлива, тем сильнее возрастает опасность протекания различных реакций, так как вещества, растворимые в нефти, начинают участвовать во многих химических процессах. При образовании нефтяной пленки происходит концентрирование металлов и начинаются реакции между металлами и органическими соединениями.

Нефть может захватываться непосредственно гидробионтами, попадает в жабры рыб. При прямом соприкосновении с ней гидробионты северных экосистем или гибнут сразу, или процесс растягивается на длительный период, т. е. постоянное загрязнение нефтью — это отравление и даже гибель водной экосистемы.

Освоение Севера при слабо развитой транспортной сети привело к тому, что большая часть рек зимой используются как автотранспортники; летом на них изобилует речной и так называемый маломерный флот, прежде всего моторные лодки. Последствия круглогодичного использования рек как транспортных магистралей — резкое увеличение их загрязнения нефтепродуктами.

Таким образом, рост добычи нефти на Севере, расширение площади осваиваемых территорий, с одной стороны, а с другой — уязвимость экосистем — все это делает проблему борьбы с нефтяным загрязнением одной из главных, несмотря на кажущуюся простоту (не выбрасывать нефтепродукты — и не будет загрязнения!). Она требует больших технологических, организационных и других усилий.

Предложено несколько методов борьбы с нефтяными загрязнениями. Один из них заключается в том, что по воде разбрасываются небольшие пластиковые подушки, которые впитывают значительную часть разлитой нефти.

Следующий метод заключается в том, что обожженный и специально подготовленный вермикулит тоже разбрасывается по воде. Он обладает огромной способностью адсорбировать нефть — в несколько раз больше собственной массы, впитывает 95—98% разлитой нефти. Вермикулит собирают, обжигают (точнее, выжигают) нефть, и он снова (до 10—12 раз) служит сорбентом для разлитой нефти. Этот метод занимает одно из первых мест: выгоден экономически и экологически эффективен.

*Органические, в том числе бытовые, загрязнители* рассматриваются обычно как сбросы, поглощающие кислород в водной экосистеме. Поэтому для определения качества воды очень важен такой показатель, как биохимическое потребление кислорода (БПК), расходуемого при окислении органических веществ в аэробных условиях. Полная биохимическая потребность в кислороде (БПК<sub>полн.</sub>) определяется количеством кислорода, которое требуется для полного окисления углерода и водорода органических веществ до CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O. В практике гидрохимических и санитарных исследований обычно определяют расход O<sub>2</sub>/л на БПК через 5 суток после взятия пробы воды (БПК<sub>5</sub>). Результаты определения выражают в мг O<sub>2</sub>/л. Согласно санитарным нормам, БПК<sub>5</sub> воды, используемой для хозяйственно-питьевого водоснабжения, не должно превышать 3 мг O<sub>2</sub>/л. Обилие гуминовых веществ в сочетании с органикой бытового происхождения обуславливает огромное количество органических веществ в водоемах; в результате этого БПК<sub>5</sub> в них равняется 30—60 и даже 80 мг O<sub>2</sub>/л. Бесспорно, такую воду нужно очищать!

В водоемы с бытовыми, животноводческими и производственными стоками поступает много питательных веществ: фосфора, азота, калия и др. Температура сбрасываемых стоков обычно выше таковой водоемов. Все это — питательные вещества, и подогрев способствует обильному развитию водорослей, что несвойственно водоемам Севера. Озеро или река из бедного, олиготрофного водоема — они типичны для Севера — превращается в эвтрофное. Водоросли отмирают, разлагаются; на окисление органики идет большое количество кислорода. Дно покрывается слоем органики, в воде образуется дефицит кислорода (2 мг/л и меньше), северные гидробионты в этой среде гибнут.

*Металлы.* Во всех водных системах содержатся металлы, количество их будет расти. Данных о взаимодействиях между металлами и неметаллами немного. На

основе отрывочных материалов была составлена модель распространения и поведения тяжелых металлов в водных экосистемах Севера, исключая железо. Результаты обобщения и моделирования говорят о том, что в реке металлы будут отнесены и зафиксированы от источника выбросов на расстояние около 60—100 км; в озере, в которое впадают реки и вытекают из него, т. е. в проточном озере, — на 40—50 км; в непроточном они будут сосредоточены в радиусе нескольких километров. Концентрация металлов изменяется от нескольких миллиграммов в килограмме воды у источника выбросов до десятых долей миллиграмма в 100—110 км вниз по течению реки и до той же величины в проточном озере в 40—50 км от предприятия. Металлы оседают на дне рек и озер; концентрация их в донных отложениях реки и проточного озера изменяется от десятых долей процента и сходит на нет, т. е. достигает природных фоновых величин (сотые, тысячные доли процента), в 50—100 км от источника выбросов.

Установлена способность загрязнителей увеличивать концентрацию на единицу веса живых организмов по мере прохождения по пищевой цепи. Так, по данным академика И. В. Петрянова-Соколова (1984), концентрация ДДТ от 4 миллиардных долей в литре воды, проходя по цепи «планктон — рачки — рыбы — бакланы — человек», увеличивается в 6600 раз на килограмм веса. Примерно то же самое происходит с металлами.

Наибольшей способностью к аккумуляции металлов обладают органы и ткани рыб и других гидробионтов, находящиеся в непосредственном соприкосновении с водой, — кожа, жабры, чешуя, плавники, а также желудок. Воздействие металлов на гидробионты достаточно велико — от заболеваний до гибели и образования участков безжизненных акваторий. При наличии в воде нескольких металлов ( $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ) и при концентрации каждого из них даже несколько меньше рыбохозяйственной нормы у рыб (сиг, форель) возникает почечнокаменная болезнь. Объясняется это тем, что названные металлы при взаимодействии дают эффект суммации-синергизма; их смесь намного более токсична, чем можно было бы предвидеть при простом суммировании их действия (Моисеенко, 1984).

Большим синергизмом обладают цинк, свинец и ртуть. Поэтому, рассчитывая предельно допустимые выбросы в водоемы, чтобы не превысить предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, необ-

ходимо помнить об эффектах синергизма загрязняющих веществ. Установлено также, что при понижении кислорода в воде цинк, свинец, медь и одноатомные фенолы проявляют повышенную токсичность к рыбам (Химия окружающей среды, 1982). При прогнозировании отрицательных воздействий тяжелых металлов на водные экосистемы учитывают обычно только прямые сбросы сточных вод предприятий. На самом деле ситуация сложнее. В окрестностях промышленных предприятий, ТЭС, работающих на угле, аэротехногенным путем — с дождями, снегом, сухим осаждением из воздуха — может выпадать в сутки до 10—15 кг металлов на 1 км<sup>2</sup>. В конечном счете почти все эти металлы оказываются в водных экосистемах. Даже та часть металлов, которая задерживается в торфянистом слое почв (при снижении кислотности осадков до pH=4—4,5), вымывается из почв и тоже попадает в воду. За 7—8-месячный зимний период в снегу может накапливаться до 3—4 т металлов на 1 км<sup>2</sup>. Поэтому в ряде случаев во время таяния снега нужно сокращать сбросы, так как этот период по массе загрязнений, идущих в водные экосистемы, можно приравнять к так называемым залповым сбросам промышленных предприятий, которые случаются крайне редко — в аварийных ситуациях.

Есть и еще одна особенность, которую необходимо помнить при организации охраны водоемов. При поступлении в водоем нескольких загрязняющих веществ с одинаковым лимитирующим показателем вредности и с учетом всех других примесей сумма отношений концентраций каждого к соответствующим предельно допустимым концентрациям не должна превышать единицы.

Это значит: чем большее количество загрязняющих веществ сбрасывается в водоем, тем меньше должна быть концентрация каждого из них.

#### ТЕРМАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

Подогретые воды тепловых и атомных электростанций производят отепляющее воздействие и зимой, и летом на площади от 10 до 20—25 км<sup>2</sup> и более. Это нетоксичный вид загрязнения. Обычно выделяется до четырех зон теплового воздействия (Крючков, Моисеенко, Яковлев, 1985).

*Зона 1* — сильное тепловое воздействие ( $\Delta t^{\circ} > 8^{\circ}$ , площадь 0,1—0,2 км<sup>2</sup>). Температурный режим отличается от естественного и полностью зависит от поступления

подогретых вод от АЭС или ТЭС. На расстоянии до 20—50 м от сбросного канала подогретая вода достигает дна водоема. Затем она растекается слоем 2—3,5 м по более холодным водам озера.

*Зона II* — среднее тепловое воздействие ( $\Delta t^\circ = 3-8^\circ$ , площадь около 3—4 км<sup>2</sup>). Вертикальное температурное расслоение выражено слабее и менее устойчиво.

*Зона III* — слабое тепловое воздействие ( $\Delta t^\circ$  около 3° и меньше, площадь 12—15 км<sup>2</sup>).

Большая площадь — до 10 км<sup>2</sup> и более — не покрывается льдом, эта акватория в зимнее время обычно парит. Донные отложения в зоне подогрева тоже имеют более высокую, чем в естественных условиях, температуру — до 5—6° в первых двух зонах.

Дополнительное тепло, вносимое в северный, олиготрофный водоем, способствует (наряду с биогенными веществами) его эвтрофированию: при подогреве воды активизируются биохимические процессы, повышается первичная продукция, возрастает интенсивность фотосинтеза, наблюдается общее увеличение массы органических веществ, особенно в зонах сильного и умеренного теплового воздействия (зоны I, II). Постоянно повышенные температуры воды неизбежно ведут к перестройке экосистемы. Прежде всего в водоеме создается новый биотоп с более продолжительным вегетационным периодом. Преимущественное развитие получают виды, тяготеющие к теплу, одни сообщества сменяются другими.

При прохождении через охлаждающую систему электростанции значительная часть зоопланктона травмируется, особенно ракообразные, повреждаемость их достигает 70%. По мере удаления от места поступления подогретых вод прослеживается увеличение видового разнообразия и количества зоопланктона. Наибольшее значение биомассы зообентоса отмечается в водоотводном канале и вблизи его устья — 2—3 г/м<sup>2</sup>, в то время как в неотепляемой части — менее 1 г/м<sup>2</sup>. В результате воздействия теплых вод происходит обеднение видового состава. Для холодолюбивых (криофильных) рыб с температурным порогом нереста ниже 4—7° тепловой уровень выживания равен 23, 28°. К этим видам относятся ряпушка, сиг, налим, снеток и др. Начало угнетения их наступает при температуре 18—20°. Рыба становится беспокойной и стремится уйти в зоны с более низкой температурой воды. У большинства видов температурный оптимум приближен к максимуму (летальному порогу). Это значит, что даже незначительное превышение

температуры выше оптимальной опасно для их жизни.

В водоемах Севера в результате сброса подогретых вод температура воды редко превышает оптимальную. Это может случиться лишь в пору наибольшего прогрева воды, в летний период, только в поверхностном слое и в радиусе около 400 м от устья сбросного канала. В водоеме отепляемая акватория занимает незначительную часть, поэтому рыба может выбрать для себя оптимальную зону температур и уйти из опасных участков в районы с более низкими температурами.

Тепловое воздействие влияет на естественное воспроизводство рыб. Общая черта для всех биоценозов — сдвиг фенологических фаз на более раннее время и удлинение вегетационного периода в отепляемой акватории, что ведет к смещению фаз жизненного цикла, усиленному росту молоди и более раннему созреванию рыб. Для многих рыб «сигналом» к осеннему нересту является понижение температуры воды (для сигов, например, до 4°). Но понижение из-за влияния теплых вод или происходит со сдвигом в несколько месяцев, или вовсе не наступает. Периодическое распространение теплового потока до нерестилищ с уже отложенной икрой нарушает условия ее инкубации.

Таким образом, совершенно четко определяется и *IV зона отрицательного теплового воздействия* — зона, в которой нарушается естественное воспроизводство рыб. Сначала эти нарушения на некоторых реках происходили не каждый год, потом они участились, принимая систематический характер.

Следует учитывать, что теплые воды усиливают токсичное действие загрязняющих компонентов: значительно быстрее происходит накопление в конечных звеньях трофических цепей токсичных элементов: свинца, ртути, кадмия, цинка, никеля. Обычно эти металлы быстро оседают в донных слоях, но увеличение температуры воды усиливает их биологическую активность. Повышенная скорость обменных процессов позволяет им дольше циркулировать и накапливаться в телах гидробионтов.

Изменения ихтиофауны в зоне воздействия заполярной Кольской АЭС происходили следующим образом. В 1972 г. до начала пуска АЭС в губе Молочной озера Имандра, куда потом стали сбрасывать подогретые воды, и прилегающих акваториях встречались почти все представители ихтиофауны: кумжа, сиг, голец, хариус, окунь, налим и др. В 1973 г. после пуска АЭС состав указанных видов еще сохранился.

В зоне воздействия теплых вод в губе Молочной было организовано «Форелевое хозяйство». В специальные садки была запущена молодь форели; ее кормят и по достижении 300—500 г отлавливают на продажу. В 1975—1976 гг. в озере стала отлавливаться радужная форель, попавшая сюда из садков «Форелевого хозяйства».

В 100-метровой зоне сильного теплового воздействия ( $\Delta t^{\circ} > 8^{\circ}$ ) с 1975 г. встречались преимущественно сига и радужная форель. Харнус, кумжа и окунь отлавливались уже только единичными экземплярами.

В зоне умеренного теплового воздействия ( $\Delta t^{\circ} = 3—8^{\circ}$ ) на расстоянии 100—400 м от устья канала до 1976 г. ихтиофауна была представлена наибольшим количеством видов, при этом значительный процент составляли гольцы и кумжа.

В зоне слабого теплового воздействия ( $\Delta t^{\circ} < 3^{\circ}$ ) на расстоянии 400—1000 м от устья канала ихтиофауна до 1976 г. не менялась по сравнению с 1972 г.

К 1979—1980 гг. во всей губе Молочной сохранились только сига и радужная форель. В распределении этих видов прослеживается закономерность возрастания их численности по направлению к устью канала, причем все больший процент в уловах начинает занимать радужная форель. Общая черта изменения гидробиоценозов под действием термального фактора, как и в случае с влиянием загрязнения, — сокращение видового разнообразия.

#### **ЦЕНА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

Сбрасываемые подогретые воды АЭС и ТЭС ведут к серьезным изменениям гидробиоценозов, ухудшается качество воды, и гибнет ценная рыба. Поэтому сбросы должны использоваться для отопления жилищ, производственных помещений, развития тепличного хозяйства, устройства выростных водоемов на рыбозаводах. После использования остывшие воды, дополнительно охлажденные в специальных водохранилищах и градирнях, могут быть снова поданы в технологический цикл электростанции. Внедрение замкнутых (оборотных) систем на АЭС и ТЭС не дешево. По данным Ф. В. Скалкина, А. А. Канаева, Н. З. Коппа (1981), стоимость энергетических объектов в связи с расходами на охрану окружающей среды возрастает на 5—15%. Но ущерб от загрязнения

окружающей природной среды превосходит затраты на ее охрану.

По расчетам специалистов, расход воды на охлаждение конденсаторов следующий: на ТЭС — 120 кг/кВт·ч, на АЭС — 220 кг/кВт·ч. Исходя из этих данных, при прогнозируемом уровне потребления энергии в 2000 г. на охлаждение конденсаторов всех ТЭС и АЭС СССР потребуется ежегодно 7 млрд м<sup>3</sup> воды. «Отсюда очевидно, что возможности создания новых мощных ТЭС и АЭС с прямоточным водоснабжением в европейской части нашей страны почти исчерпаны. На новых мощных электростанциях будут применяться в основном замкнутые (оборотные) системы водоснабжения или системы с градирнями» (там же, с. 120). Учитывая легкую разрушаемость экосистем Севера, замкнутое водоснабжение должно применяться на всех новых электростанциях этого региона.

Проблему качества воды в перспективе нельзя решить разбавлением сбросов чистой водой — ее не будет хватать даже в крупном регионе. Практика показала, что даже при хорошо работающих очистных сооружениях невозможно освободиться полностью от всех загрязняющих веществ. Объем сточных вод ежегодно увеличивается; даже при уменьшении выбрасываемых загрязнений в процентном отношении количество их в абсолютном весе исчисления будет расти.

Очистка сточных вод очень сложна и трудоемка, она включает в себя очистку стоков от твердых плавающих веществ; извлечение песка, органических взвешенных веществ; следующий этап — биологическая очистка сточных вод (биологические фильтры, поля фильтрации, аэротенки и т. д.), обеззараживание (хлорирование, озонирование и т. д.). Даже при хорошо работающих очистных сооружениях доводить воду до экологических стандартов удается редко.

В местах нового освоения обычно очистных сооружений бывает сначала недостаточно, а имеющиеся в первое время работают неэффективно. Почва в условиях вечной мерзлоты не отфильтровывает и не очищает воду, загрязняющие вещества концентрируются в нескольких десятках сантиметров от поверхности почвы на мерзлом водоупорном слое. Устройство полей фильтрации на Севере невозможно.

В 1973 г. было отмечено: «...почти во всех реках Крайнего Севера, на которых расположены населенные пункты, увеличивается количество промышленных и бы-

товых отходов, и, в частности, растет фекальное загрязнение» (Крючков, 1973, с. 52). Подобная ситуация отмечалась и позднее.

Комиссия АН СССР по разработке проблем охраны природных вод пришла к выводу о невозможности полного решения проблемы защиты природных вод от стоков различного происхождения и состава путем интенсификации и развития систем очистных сооружений. Выход из этого положения — в замкнутых водооборотах, безотходной или малоотходной технологии (Буяновская, 1982; Ласкорин, 1982; Петрянов-Соколов, 1984). Процессы, определяющие качество воды и самоочищение загрязненных водоемов, как было сказано выше, имеют биологическую природу, что раньше недооценивалось специалистами.

Исследования сотрудников Лаборатории охраны природы Кольского филиала АН СССР подтвердили этот вывод — в водоемы даже малые сбросы загрязняющих веществ недопустимы, тем более в районах Севера. К таким же выводам пришли ученые Института озероведения АН СССР, изучая Ладожское озеро, а также ученые Лимнологического института на примере озера Байкал, несмотря на то, что в это озеро впадает 336 рек, несущих чистую, обогащенную кислородом воду. Вода в процессе использования должна очищаться дважды: при сбросе в водоем и заборе из него для потребления. К сожалению, желая сэкономить на строительстве очистных сооружений или полагаясь на природные процессы, сточные воды нередко недостаточно или вовсе не очищают. В этой ситуации не получается даже грубого экономического «выигрыша», так как дополнительная очистка природных вод, идущих на потребление, «съедает» экономии на очистных сооружениях. Эколого-экономический ущерб в этом случае несомненен: неочищенная вода, гибель гидробионтов, и прежде всего ценных рыб Севера. К сожалению, даже некоторые научные сотрудники поддерживают хозяйственников в их нежелании строить для северных городов очистные сооружения, более того, «научно» обосновывают это нежелание, как это случилось, например, в Мурманске, где хозяйственники решили, что всевозрастающее количество сточных вод города будет разбавлено и очищено в естественных условиях. Достаточно было изучить соответствующие материалы, чтобы увидеть, что и к моменту обсуждения этого вопроса — в начале 80-х годов — качество воды не соответствовало необходимым стандартам. Увеличение стоков

(которые не собирались очищать) от растущего города давало однозначный прогноз о будущем качестве вод. Примерно такая же ситуация складывается и в некоторых других городах Севера.

Подсчеты показывают, что непревышение предельно допустимых концентраций (ПДК) дает ощутимый экономический эффект. Затраты на соблюдение ПДК одного вещества окупаются за 2 года (Путинцев, 1981). Затраты на внедрение замкнутого оборотного водоснабжения окупаются дольше, но эколого-экономический и социальный эффект от этого мероприятия невозможно переоценить.

Введение замкнутых водооборотов должно сочетаться с жесткими мероприятиями по очистке дымовых выбросов от газов и пыли, так как большая часть этих загрязнений оказывается в водоемах.

## ЛЕСА НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ

Из общей площади лесов Государственного лесного фонда СССР (1 230 млн га) примерно 860 млн га (около 70%) расположены на вечной мерзлоте. На залесенную территорию, в которую не включены болота, озера, реки, скальные поверхности и т. п., приходится 480 млн га — это 60% от покрытой лесом территории СССР (Поздняков, 1983). Запасы древесины на этой колоссальной территории невелики. Так, на 1 га в ельниках Мурманской области приходится 45—55 м<sup>3</sup>, в лиственничных лесах Сибири — 100—106, в лесах Архангельской области (южнее территории с вечномерзлыми грунтами) — 120—150 м<sup>3</sup>. Это леса в возрасте 120—150 лет, средний диаметр деревьев 20—22 см.

Причины малого прироста лесов на Севере — короткое холодное лето, вечная мерзлота и низкие температуры, а в условиях континентального климата Сибири, в особенности в Якутии и западной части Магаданской области, — малое количество осадков. Как ни странно на первый взгляд, но в условиях континентального климата леса могут существовать только благодаря вечной мерзлоте. Осадков за год выпадает около 190 мм, из которых на май — сентябрь приходится 140 мм. Это столько же, сколько за лето получает Прикаспийская низменность. По данным Л. К. Позднякова (1983), около 20 мм влаги задерживается кронами деревьев, оседает на кустарниках, травах, откуда эта влага испаряется и до почвы не доходит. И только около 120 мм попадает в почву. Это малое количество воды становится почвенной влагой, которая расходуется на транспирацию растений, внутрипочвенный сток, испарение с поверхности почвы. Влага, пройдя всю почву, достигает мерзлого водоупора и не просачивается глубже. В очень влажные годы в надмерзлотном слое скапливалось много воды для внутрипочвенного стока. В обычные же годы этот сток крайне незначителен. Поэтому для лиственничников Сибири с континентальным климатом свойствен слабый вынос растворимых соединений за пределы биогеоцено-

за. Биологический круговорот минеральных элементов оказывается приближающимся к замкнутому циклу. Поэтому Л. К. Поздняков (1983, с. 74) делает вывод: «Именно мерзлоте обязаны своим существованием леса там, где по общеклиматическим, резко континентальным условиям надлежало быть холодным полупустыням».

Долгое время считали, что самый северный участок леса на Земле — лесной остров Ары-Мас в долине Новой, впадающей с запада в Хатангу (Тюлина, 1937; Тихомиров, 1962 и др.). Однако в результате изучения карт, а также исследований на местности, которые проводились летом 1970 г., было установлено, что, во-первых, координаты Ары-Маса определены Л. Н. Тюлиной (1937) неправильно (что вполне объяснимо, если учесть качество крупномасштабных карт сорокалетней давности, составляемых без топографических съемок и применения аэрофотосъемки). Этот небольшой лесной островок находится минут на 10 южнее указанной Тюлиной широты, т. е. на 72° 27—28' с. ш. А во-вторых, самые северные массивы (а не отдельные лесные островки) лиственничных лесов находятся не на Новой, а на Лукунской (правый приток Хатанги). Сплошные массивы редкостойных лесов доходят здесь до 72°34'. На противоположном, северном берегу Лукунской встречаются только отдельные лиственничные куртины. Дальше на север простирается безлесная тундра. Но по правому берегу Хатанги, севернее устья Лукунской и 72°34' с. ш. встречаются куртины лиственницы даурской. Они приурочены обычно к расчлененным, хорошо дренированным участкам коренного берега. Самый северный участок с лиственничными куртинами был отмечен на 72°40' с. ш. Он находится примерно в 16 км на северо-северо-запад от самого северного на Земле лесного массива на Лукунской (рис. 16, 17).

Отдельные кусты ольхи кустарниковой (*Alnaster fruticosus*) идут еще севернее лиственничных куртин, немного не доходя до пос. Ново-Рыбного. Самая северная куртина была встречена мной на правом берегу Хатанги на 72°48' с. в. Диаметр куртины около 6—7 м, высота кустов 0,5—1,2 м. В долине Оленека она почти достигает 73° с. ш. под защитой кряжа Чекановского. Самые северные стланиковые формы лиственницы даурской встречаются в долине р. Попигай на 72°50' с. ш.



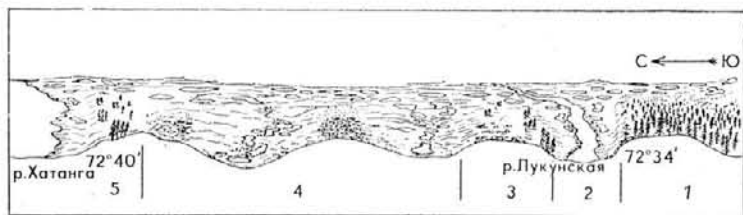


РИС. 16. Профиль от р. Лукунской на север к р. Хатанге:

1 — самый северный на Земле лесной массив на левом берегу Лукунской (72°34' с. ш.); 2 — долина р. Лукунской; 3 — группы лиственничных куртин и стланиковые лиственницы на правом берегу Лукунской; 4 — безлесные участки тундр (мохово-лишайниковые, болотистые, пятнистые и т. п.); 5 — самые северные на Земле куртины лиственниц на правом берегу Хатанги (72°40' с. ш.)

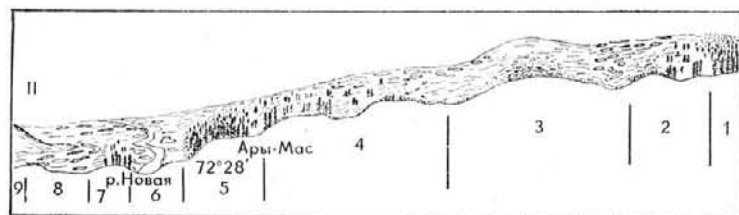


РИС. 17. Профиль по меридиану Ары-Маса:

1 — лиственничное редколесье на левом берегу Хатанги; 2 — переходная полоса от редколесья к тундре с господством куртинных и стланиковых форм лиственницы; 3 — безлесные участки тундр (мохово-лишайниковые, пятнистые и т. п.); 4 — переходная полоса от тундры к редколесью с господством стланиковых и куртинных форм лиственницы; 5 — лесной остров на правом берегу Новой (72°23' с. ш.); 6 — приустьевая часть Новой; 7 — лиственничные куртины на дренируемых участках левого берега Новой; 8 — заболоченные участки поймы и террасы; 9 — коренной левый берег Новой

### ОТНОСИТЕЛЬНОЕ И АБСОЛЮТНОЕ БЕЗЛЕСЬЕ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ

Для роста и развития деревьев и крупных кустарников в Субарктике нужно 30—35 дней в году на Европейском Севере (для березы извилистой, ели сибирской, рябины гладковатой) и 25—30 дней на Азиатском Севере (для лиственницы сибирской и даурской, ольхи кустарниковой). Если в течение этого времени температура воздуха (точнее, даже надземной части растений) превышает 10—11° несколько часов, то названные растения могут в таких условиях жить и размножаться. Указанное количество теплых дней отмечается на территориях, располагающихся значительно севернее действительной границы лесотундровых редколесий. Ширина этого пространства — от действительных северных границ лесотундровых редколесий до их возможных тепловых пре-

делов — колеблется в разных секторах Севера от нескольких десятков до 250—300 км. Температура почвы этой полосы на многих участках (но не везде) тоже допускает рост и развитие деревьев и крупных кустарников; температура почвы в летнее время на ряде участков даже выше, чем в лесотундре и северной тайге.

Южную безлесную полосу тундры, где имеются тепловые условия для роста и развития деревьев, но отсутствуют их сообщества на плакорах (исключая единичные деревья и редкие изолированные лесные островки), предложено называть полосой относительного безлесья тундры. Минимально необходимую для жизни деревьев температуру можно представить в виде наклонной линии (рис. 18). Севернее (и выше, если речь идет о горах) этой границы деревья в открытом грунте не могут расти, так как тепла недостаточно. Этот пояс предложено называть полосой абсолютного безлесья тундры (рис. 18).

Важным представляется вопрос о разграничении полос относительного и абсолютного безлесья тундры.

На Кольском Севере даже в самых суровых его районах среднее количество теплых дней с дневной температурой 10° и выше равняется 70—80, т. е. в 2—2,5 раза больше минимально необходимого количества теплых дней, нужных для вегетации. Это значит, что даже в периоды похолоданий будет обеспечен необходимый минимум теплых дней для прохождения вегетации деревьев и крупных кустарников. Этот вывод, основанный на фенологических, микроклиматических и других наблюдениях, а также на анализе климатических материалов (климатические атласы, справочники, данные метеостанций), подтверждается существованием березовых рощиц, лесных островков, имеющих в тундровой зоне Кольского Севера. Все это свидетельствует о том, что тундровая зона Кольского Севера (соответствующая южным кустарниковым тундрам) шириной от 30 до 70—80 км полностью расположена в полосе относительного безлесья тундры, площадь ее 37—40 тыс. км<sup>2</sup>.

На Восточно-Европейском Севере действительные границы лесотундровых редколесий отдалены от своих возможных тепловых пределов на 150—200 км. Этот тепловой предел проходит по северной границе кустарниковых — ерниковых тундр. Северная граница полосы относительного безлесья проведена там, где даже в холодные летние месяцы количество дней с температурой 10° и выше не менее 35—40.

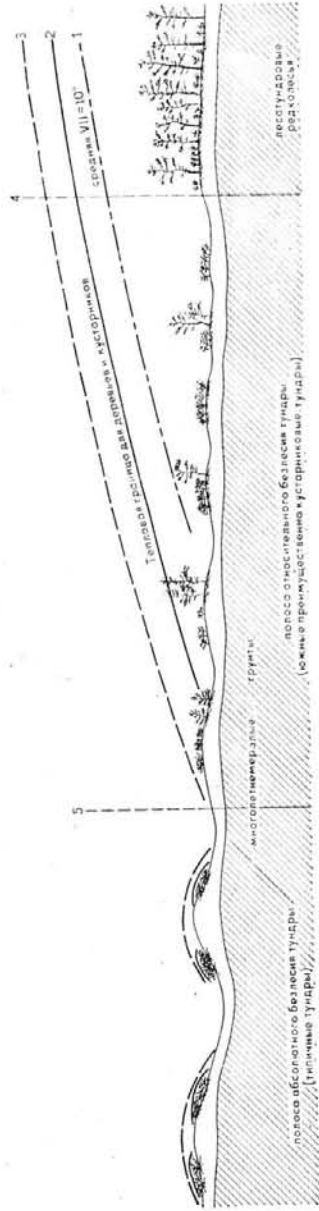


РИС. 18. Соотношение полос относительного и абсолютного безлесия тундры:

1 — средняя июльская изотерма  $10^{\circ}$ ; 2 — тепловая граница для деревьев и крупных кустарников (соответствует 30—40 дням с дневной температурой выше  $10-11^{\circ}$  (в холодное лето); 3 — то же (в теплое лето). В пространстве между положениями 2 и 3 кустарники и деревья выше 1,5—2 м обычно не растут; 4 — северная граница лесотундровых редколесий; 5 — северная граница южных, преобладающе кустарниковых тундр, которая почти совпадает с северной границей полосы относительного безлесия тундры, где тепловые условия позволяют расти деревьям и крупным кустарникам

Граница между полосами относительного и абсолютного безлесия проходит севернее средней июльской изотермы  $10^{\circ}$ . Здесь насчитывается до 56—60 теплых дней. Ширина полосы относительного безлесия колеблется от 100 до 150 км.

Теоретически определенная северная граница полосы относительного безлесия совпадает с лесными островками из ели сибирской и березы извилистой, находящимися в восточноевропейских тундрах, далеко от северной границы лесотундровых редколесий. Площадь полосы относительного безлесия составляет примерно 90 тыс. км<sup>2</sup>.

Для березы кустарниковой нужно такое же количество теплых дней, что и для березы пушистой, бородавчатой, извилистой. Но кустарниковая береза расположена в приземном слое, где в дневное время летом обычно теплее, чем в верхних слоях. Обобщая результаты исследований, можно утверждать, что реальная северная граница ерниковых тундр проходит там, где даже в периоды похолоданий в приземном слое имеется необходимый для роста и развития карликовой березы минимум теплых дней — 25—30.

В Западно-Сибирском регионе Севера действительные границы лесотундровых редколесий проходят на 200—250 км южнее своих возможных тепловых пределов. Они примерно совпадают с северной границей кустарниковых тундр. Учитывая похолодания, северная граница полосы относительного безлесия тундры проведена так же, как и в Восточно-Европейском секторе Севера, на 50—100 км южнее расчетных пределов и северной границы кустарниковых тундр. Теплых дней с дневной температурой  $10^{\circ}$  и выше даже в холодные периоды до 35—40 в год. Эта граница на Ямале проходит несколько севернее озер Ярро-То, т. е. на широте примерно  $69^{\circ}$ . Полевыми наблюдениями установлено, что на плакорах нередко встречаются заросли ольхи кустарниковой, для роста и развития которой нужно столько же тепла и такой же вегетационный период, как и для лиственницы сибирской. По северной границе полосы относительного безлесия встречаются (или встречались в недавнем прошлом, но были вырублены) куртины лиственницы сибирской. В самой полосе относительного безлесия на Ямале лесных островков из лиственницы сибирской довольно много. Тазовский полуостров весь входит в полосу относительного безлесия. На Гыдане, в западном Таймыре, где северную границу лесотундровых редколесий образует лиственница сибирская, полоса относитель-

ного безлесья тундры устанавливалась так же, как и на Ямале, т. е. по самым северным местонахождениям на плакорах ценозов из ольхи кустарниковой и лиственничных куртин или лесных островков, совпадающим с 35—40 теплыми днями (температура днем превышает 10°). Площадь полосы относительного безлесья тундры на Западно-Сибирском Севере примерно 150 тыс. км<sup>2</sup>.

В Средне-Сибирском регионе Севера действительные границы лесотундровых редколесий «отстают» от своих возможных тепловых пределов от 130 км по 94° в. д. до 30 км в низовьях Хатанги, где находятся самые северные на планете массивы лиственничных лесов (72°34' с. ш.). Как и в других рассматриваемых выше секторах, тепловые пределы совпадают здесь с северной границей кустарниково-ерниковых тундр. Северная граница полосы относительного безлесья проведена там, где число дней с дневной температурой 10° и выше доходит до 35—40, т. е. имеется необходимый минимум тепла, нужного для роста и развития лиственниц сибирской и даурской. Площадь полосы относительного безлесья тундры 90—100 тыс. км<sup>2</sup>.

В Восточно-Сибирском и Дальневосточном регионах Севера полоса относительного безлесья тундры установлена в соответствии с теми же положениями, что и в других секторах. Площадь ее в Восточно-Сибирском секторе равна 60—70 тыс. км<sup>2</sup>, в Дальневосточном — около 35 тыс. км<sup>2</sup>.

В полосе относительного безлесья встречаются лесные островки. На Таймыре заросли древовидной ивы мохнатой находятся за 75-й параллелью, в 250 км севернее границы полосы относительного безлесья. В Дальневосточном секторе в верховьях р. Телекай, в бассейне Амгуэмы, растет чозенцевая (*Chosenia arbutifolia* (Pall.) A. Skv.) роща. Расположена она примерно на 178° в. д. и 67°45' с. ш., т. е. в глубине чукотской тундры, в 300—500 км на северо-восток от лиственничных редколесий.

Наличие чозении, тополя, березы Каяндера, ольхи кустарниковой в долинах рек Дальневосточного Севера говорит о том, что почти во всех безлесных речных долинах, которые обычно укрыты от ветров, много участков с благоприятным для роста и развития деревьев микроклиматом.

Общая площадь полосы относительного безлесья тундры в пределах Советского Союза приближается к 450 тыс. км<sup>2</sup>.

Многочисленные причины, выдвигающиеся для объяснения безлесья тундры, — зимнее иссушение деревьев, недостаток семян, «агрессивность» мхов, заболачивание и т. д. — могут относиться к полосе относительного безлесья. Причина абсолютного безлесья тундры одна — недостаток тепла для роста и развития деревьев.

Полоса относительного безлесья тундры — это потенциальная лесотундра, т. е. огромное пространство (450 тыс. км<sup>2</sup>) для агролесомелиоративных работ. Полоса абсолютного безлесья тундры совпадает с подзонами арктических, типичных лишайниково-моховых и кустарничково-моховых тундр, а также захватывает северную часть кустарниковых тундр.

Распространенное мнение о том, что северная граница лесов проходит по 10-градусной июльской изотерме, не соответствует действительности. Даже северная граница лесотундры и редколесий (а не лесов) проходит на большей части Евразии на 100—250 км южнее этой изотермы, и только в отдельных местах на небольших участках редколесья приближаются вплотную и даже заходят севернее ее.

Как же образовалась полоса относительного безлесья тундры?

Прирост деревьев у северных границ редколесий настолько мал, что здесь невозможно применение главного положения об использовании биологических ресурсов: изъятие биомассы в пределах годового прироста. Здесь можно «изымать» около 1—2 кг ветвей с 1 га в течение года. Использование же деревьев на топливо, изготовление нартов, чумов и т. д. у полярных границ всегда превышало их прирост. Началось это несколько тысячелетий назад, когда сюда стали проникать неолитические племена охотников, а затем и оленеводов. Огромный вред лесам у их пределов всегда причиняли пожары. Это и привело к планетарному феномену — образованию полосы относительного безлесья в северном полушарии, которая составляет примерно 1 млн км<sup>2</sup> (советский Север — 450, север Скандинавских стран — 10—12; Южная Гренландия — 2—3; Аляска — 50, север Канады — 300—500 тыс. км<sup>2</sup>). В горах умеренного пояса вертикальные полосы относительного безлесья распространены на 40—60 тыс. км<sup>2</sup>.

В последнее время рост безлесных участков и отступление границ лесов на юг резко увеличились: лесотундра превращается в безлесную тундроподобную территорию, а северная тайга — в лесотундру, где происходит



РИС. 19. Так образуется полоса относительного безлесья тундры. Вырубка лесов на склоне озера в северной тайге Кольского Севера произведена в 40-х годах

чередование обезлесенных и лесных участков. В лесотундре и северной тайге ежегодно вырубается тысячи гектаров лесов под газо- и нефтепроводы, линии электропередачи, дороги, площадки для сотен компрессорных станций, рабочих поселков, буровых установок и т. д. Вырубленные деревья зачастую не используются, хотя это вполне возможно, а древесина в районы новостроек завозится из южных районов\*. Обезлесивание Евразийского Севера идет со скоростью 2500—3000 км<sup>2</sup> в год (рис. 19).

На всей территории Крайнего Севера (не только у северных границ лесов) ежегодно вырубается 25 тыс. км<sup>2</sup> деревьев и кустарников (Андреев, 1982). Многие города и поселки Севера, ранее расположенные в лесотундре и тайге, сейчас находятся в полосе относительного безлесья тундры (Заполярный, Никель, Анадырь и др.). В этих городах проводится успешное озеленение. В Мурманске создан специальный лесхоз по восстановлению лесов в его окрестностях. Поэтому широко распространено мнение, что южная граница лесов формируется не только и не столько под влиянием климата, сколько

\* См.: Социалистическая индустрия. 1982. 8 сент.

в результате деятельности человека, а северная — только под воздействием климата\*, не верно. Северная граница лесов не в меньшей степени, чем южная, сформирована и продолжает формироваться под влиянием человека.

#### ПРИТУНДРОВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА

Для предотвращения отступления полярной границы лесов к югу делается много. Постановлением Совета Министров РСФСР от 16 мая 1969 г. \*\* в северной части притундровых лесов установлены защитные полосы шириной 30—150 км. Основами лесного законодательства СССР и союзных республик (ст. 15)\*\*\* эти леса отнесены к первой группе, они выполняют водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции (рис. 20, 21). Общая площадь притундровых защитных лесов около 450 тыс. км<sup>2</sup>, примерно такая же, как и площадь полосы относительного безлесья тундры.

Практика показывает, что мер по охране притундровых лесов недостаточно. В северных лесах идет переруб расчетной лесосеки; это отмечается в Мурманской, Архангельской, Тюменской, Магаданской, Камчатской областях, а также в Коми АССР\*\*\*\*. Причем нередко рубку проводят в притундровых защитных лесах, переводя их после вырубки в третью группу. Все больше накапливается фактов, подтверждающих, что северные леса, и в особенности притундровые, лучше использовать в качестве эколого-защитных, а не эксплуатационных. Более половины лесных территорий страны приходится на долю низкобонитетных. Ежегодный прирост древесины в них 0,1—0,2 м<sup>3</sup>; идущие в рубку 200—300-летние деревья дают 40—50 м<sup>3</sup> тонкомерных лесоматериалов. В центральных районах страны низкобонитетные древостой удается превратить в хорошие леса, применяя осушение, удобрение лесные земли, добываясь оптимальной густоты посадок и т. д. На Севере же, за 60-й параллелью, а также на каменистых взгорьях Сибири и Даль-

\* Бобров Р. В. Беседы о лесе. М., 1982. С. 16.

\*\* См.: Сб. законодательных актов по охране природы. М., 1961. С. 90.

\*\*\* См.: Сб. нормативных актов по охране природы. М., 1978. С. 341—342.

\*\*\*\* См.: Правда. 1980. 2 и 14 окт.; 1981. 16 дек., а также: Материалы Всесоюзного совещания: Охрана растительного мира северных регионов. Т. 2. Сыктывкар, 1984. С. 28—31.

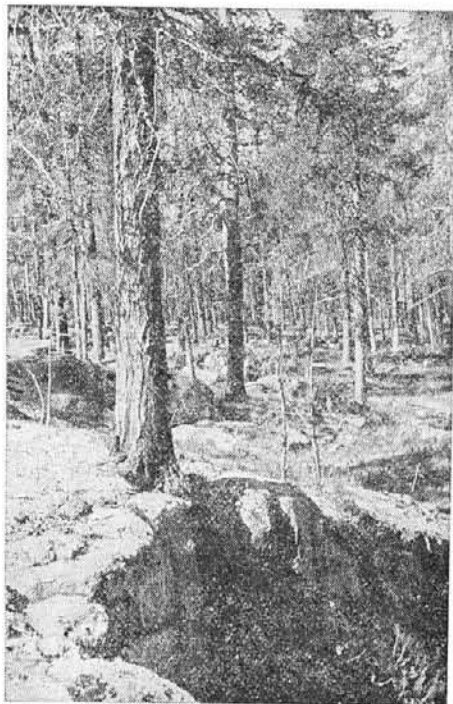


РИС. 20. Притундровые защитные леса на Кольском Севере; среднее течение Пооя

ного Востока, где сосредоточена основная часть низкобонитетных лесов (IV и V бонитетов), сделать это трудно. Вегетационный период здесь короток — несколько недель, летние температуры невысоки. Поэтому удобрять, разреживать леса в этих условиях практически бессмысленно: за короткое лето деревья все равно не успевают реализовать дополнительные возможности роста. Низкобонитетные леса не представляют интереса для лесозаготовителей (Бобров, 1982). «При малости запасов древесины на гектаре прокладка лесовозных дорог и сами рубки обходятся дорого. В ряде случаев такие лесные массивы лучше было бы совсем не трогать — они приносят больше пользы как естественный стабилизатор природной среды», — пишет Р. В. Бобров\*.

\* Бобров Р. В. Обещает лесная нива // Правда. 1980. 2 окт.

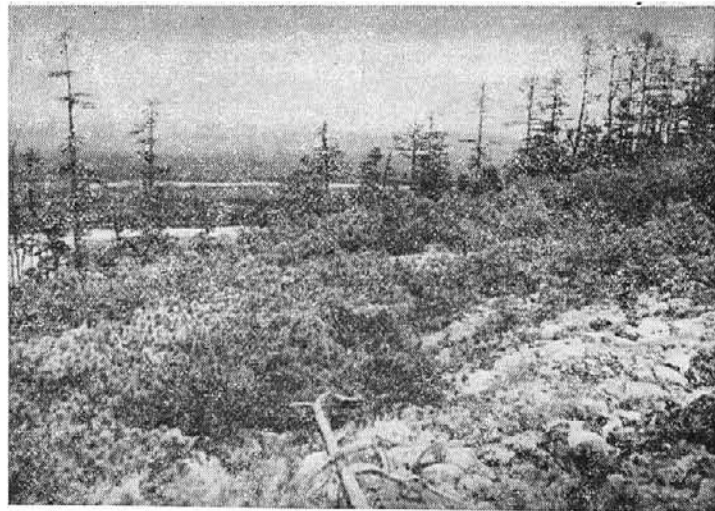


РИС. 21. Притундровые защитные леса на крайнем северо-востоке Азии — лиственница даурская и кедровый стланик

Генеральная линия лесного хозяйства — не экстенсивное развитие за счет охвата малопродуктивных северных территорий, а его интенсификация: улучшение качества лесов, увеличение прироста древесины с помощью осушения, использования удобрений, рубок ухода и т. д., а также ведение плантационного лесного хозяйства в южных районах. На плантациях можно добиться ежегодного прироста древесины более 10 м<sup>3</sup>. Эти положения реализуются уже сейчас, и есть все основания считать, что XXI век будет всеком интенсивного лесопользования в зонах средней и южной тайги и широколиственных лесов. Лесотундра и северная тайга станут зонами преимущественно эколого-защитного лесопользования.

В северной тайге и лесотундре дерево — не преуспевающая жизненная форма: леса гибнут здесь от заболачивания, угнетаются сильными ветрами, плохо восстанавливаются или вовсе не восстанавливаются после рубок и особенно пожаров; и это еще один довод в пользу того, что северные леса необходимо использовать как эколого-защитные (рис. 22).

На всех обезлесенных территориях и в полосе относительного безлесья можно проводить восстановительные работы. Так, в Мурманской области на площади бо-



РИС. 22. У северной границы лесов дерево не является преуспевающей жизненной формой. Ветровая форма лиственницы даурской на крайнем северо-востоке Азии

лее 13 тыс. га севернее 69-й параллели и несколько южнее (лесотундра, северная тайга) идет лесовосстановление (посадки семян). Больше нигде — ни в нашей стране, ни за рубежом — в таких высоких широтах оно не проводится.

Горное, тасжное, степное лесоводства имеют свои специфические особенности. Очевидно, есть полное основание для выделения в самостоятельное и лесотундрового, или мерзлотного, лесоводства, как это предлагает Л. К. Поздняков (1983).

#### СЕВЕРНЫЕ ЛЕСА И КАЧЕСТВО ВОЗДУХА

Леса называют «зелеными легкими» городов, страны, планеты в целом: они снабжают кислородом и одновременно очищают воздух от загрязнений. С таким же успехом леса можно назвать и «зеленой печенью» (хотя

это и непривычно): они обеспечивают качество природной среды, выполняя сложные и не до конца еще познанные функции.

Установлено, что на прирост 1 т сухого органического вещества растениями расходуется 1,83 т  $\text{CO}_2$  и выделяется 1,4 т  $\text{O}_2$ . Эти числа могут служить средними постоянными коэффициентами для всех растений, так как содержание углерода в них почти одинаково (Комиссаров, 1965; Протопопов, 1975). По подсчетам В. В. Протопопова (1975), заболоченные северные ельники IV—V бонитетов дают за вегетационный период общий прирост органического вещества 1,91—1,95 т/га. Причем прирост стволовой древесины составляет всего 0,8 т/га, остальное приходится на сучья, хвою, корни. Весьма неточно, в сторону уменьшения, как отмечает В. В. Протопопов, определяется прирост кустарников, мхов, трав. Учитывая это, будем считать, что средний прирост органической массы лесов составляет 2 т/га. Залесенная территория в зоне вечной мерзлоты составляет 480 млн га (Поздняков, 1983). Общая площадь лесов Государственного фонда в этой зоне 860 млн га, т. е. 380 млн га — это необлесенные территории, на которых имеются кустарники, травы, мхи, тоже продуцирующие  $\text{O}_2$ . К тому же Л. К. Поздняков не учитывает леса Мурманской области (11 590 тыс. га), находящиеся вне пределов зоны вечной мерзлоты.

Прирост органической массы в лесах будем относить к 480 млн га, не учитывая необлесенные территории и площадь Мурманской области; это уменьшение делается для надежности получаемых цифр. На этой территории (480 млн га) ежегодный прирост составляет около 960 млн т органического вещества, соответственно поглощается 1757 млн т  $\text{CO}_2$  и выделяется 1344 млн т  $\text{O}_2^*$ . Одновременно выделяется  $216^{10}$  т (2160 млрд т) парообразной влаги (4,5 тыс т/га; Протопопов, 1975); 144 млн т фитонцидов (300 кг/га). Гектар северного ле-

\* Значительное количество кислорода расходуется на окисление отмершего органического вещества, но так как часть накапливается в болотах, почвах, торфянистой подстилке, озерах, реках, выносится на шельф Северного Ледовитого океана и не окисляется, то достаточно много свободного кислорода поступает в атмосферу — больше, чем в экваториальных и субэкваториальных областях, где максимальная продукция  $\text{O}_2$  с единицы площади сочетается с таким же максимальным его расходом на окисление органики, т. е. не экваториальный и субэкваториальный пояса, а умеренный и субарктический являются основными поставщиками  $\text{O}_2$  в атмосферу (Добродеев, 1977).

са может безболезненно для своего существования осаж-  
дать не менее 30 т нетоксичной пыли в год.

В литературе имеется немало материалов, раскры-  
вающих присущие лесам возможности оздоровления  
природной среды и поглощения ими тех или иных за-  
грязняющих веществ. Так, гектар леса в средней полосе  
может поглотить до 400 кг  $SO_2$  без ущерба для данной  
экосистемы (Илькун, 1978). Северные леса могут по-  
глощать серы не более 0,08—0,09% от массы годового  
прироста, т. е. 160—180 кг/га, если принимать годовой  
прирост в 2 т, а лесотундровые древостой дают прирост  
в 200—400 кг, — соответственно снижаются возможности  
фитомассы по поглощению серы до 16—18 кг/га. Это  
одна из основных причин уязвимости экосистем Севера,  
так как на единицу прирастаемой массы органики при-  
ходится больше загрязняющих веществ, они аккумули-  
руются растениями пропорционально их обилию в воз-  
духе, и их содержание начинает превышать критические  
нормы, что ведет к отмиранию растений.

Цветные металлы (никель, медь, цинк и др.) могут  
накапливаться в дозах значительно меньших, чем сера:  
0,006—0,008% от массы годового прироста. Но даже это  
количество, если бы оно было равномерно распределено  
по всей территории Севера, составило бы 70—80 млн т  
серы и 7—8 млн т каждого из названных металлов.  
Эти данные заставляют исследователей задуматься.  
К сожалению, основная масса загрязнений (особенно  
это относится к металлам) распространена вокруг про-  
мышленных центров.

Обобщив большое количество частных материалов,  
в том числе и по Северной Америке (Мак Кленахен,  
1982), используя собственные наблюдения, нами пред-  
ложена модель распространения загрязняющих веществ  
и разрушения экосистем вокруг промышленных узлов  
Севера.

В случае если промышленный узел является источ-  
ником выбросов сернистого газа, никеля и других метал-  
лов\* и если очистные сооружения отсутствуют или ра-  
ботают неэффективно, улавливая лишь небольшую часть  
загрязнений, то вокруг промышленного узла образуются  
концентрические пояса различной степени нарушенности  
экосистем (круги, эллипсы и другие замкнутые кон-  
туры).

\* Эти загрязняющие вещества выделяются прежде всего метал-  
лургическими предприятиями, ТЭС при сжигании угля и нефти.

Зона полного нарушения экосистем обычно окаймля-  
ет источник промышленных выбросов на 4—8 км; пло-  
щадь этого контура от 50 до 200 км<sup>2</sup> в зависимости от  
обилия выбросов и времени работы предприятия. Зона  
может быть подвержена наибольшему загрязнению в том  
случае, если сюда поступают все ингредиенты пылега-  
зовой смеси промышленного предприятия. При массовых  
выбросах или неблагоприятных метеорологических усло-  
виях концентрация в воздухе серной кислоты и серни-  
стого газа может в десятки и сотни раз превышать порог  
чувствительности хвойных к токсикантам и достигает  
4—5 мг/м<sup>3</sup>.

Большое количество загрязняющих веществ вымыва-  
ется из атмосферы осадками. Только за один летний  
сезон на 1 км<sup>2</sup> здесь может выпасть более 2 т серы,  
более 100 кг цветных металлов, содержание последних  
в снежном покрове может превышать фоновое в сотни  
раз. На нарушенных участках почв в верхнем орга-  
ногенном горизонте может наблюдаться высокая кон-  
центрация металлов: в 4—5 км от предприятия она  
в 30—40 раз превышает их фоновое содержание. Подо-  
бные техногенные нагрузки лесотундровые и северота-  
ежные экосистемы не выдерживают и полностью разру-  
шаются.

Мохово-лишайниковый покров отсутствует, кустарни-  
ковый и травяно-кустарничковый ярусы деградируют.  
На окраинах зоны можно наблюдать своеобразную  
трансформацию елового фитоценоза в березово-ивовое  
мелколесье.

Оставшиеся единичные деревья существуют за счет  
1—2 ветвей, не выходящих за высоту снежного покрова.  
Возраст хвой этих ветвей 1—2 года вместо 10—11 лет  
в обычных условиях. В оставшейся хвое (точнее, в золе  
хвой) содержание поллютантов в 20—30 раз может пре-  
вышать фоновое и достигать 0,3—0,4%. Крайне редко  
встречается угнетенный можжевеловый, принимающий  
нередко стелющуюся форму. Травяно-кустарничковый  
ярус представлен фрагментарно, степень покрытия око-  
ло 30%.

На большей части территории почвенно-раститель-  
ный покров нарушен, что обуславливает эрозию почв:  
плоскостной смыв до иллювиального горизонта «В» и  
образование оврагов. Наиболее долго держится почвен-  
но-растительный покров под кронами деревьев и кустар-  
ников, пока они «живы». Мелкие озера и ручьи пересы-  
хают или мелеют. Переходы между зонами постепенные.

*Зона сильно нарушенных экосистем* оконтуривает зону полного нарушения. Площадь ее может колебаться от 400 до 1 тыс. км<sup>2</sup>. Ширина изменяется от 5 до 10 км. В этой зоне могут наблюдаться довольно высокие концентрации сернистого газа — в среднем 0,8—1,5 мг/м<sup>3</sup>, а также повышенное содержание металлов в воздухе. В дождевой воде тоже отмечается повышенное количество соединений серы и металлов. Зона лишена мохово-лишайникового яруса, так как лишайники и мхи — растения наиболее чувствительные к загрязнению; угнетенные мхи и лишайники встречаются лишь отдельными пятнами. В древостое преобладают отмирающие деревья. Средняя продолжительность жизни хвои 1—3 года. Возобновление отсутствует. Болота иссушаются, ручьи и озера мелеют.

*Зона частичного нарушения экосистем.* Внутренние контуры зоны удалены от предприятия на 10—20 км. Ширина ее 10—20 км, площадь — от 1 до 3 тыс. км<sup>2</sup>. В этой зоне повышенное содержание загрязняющих веществ в воздухе возникает при неблагоприятных метеорологических условиях и иногда может сохраняться в течение нескольких суток. Концентрации SO<sub>2</sub> могут составлять 0,70—0,80 мг/м<sup>3</sup>. Отмечено также выпадение дождей с кислотностью (рН) ниже 4. Особенно кислыми бывают осадки в начальный период выпадения. В отдельных случаях первые порции дождя могут иметь рН 2,7—3,7. В этой зоне за счет подоблачного вымывания осадками на подстилающую поверхность поступает много металлов и других веществ. Вся дождевая влага содержит сульфат-ион, а также соединения цветных металлов. Они же накапливаются в снеговом покрове, превышая фоновую концентрацию более чем в 100 раз: в течение суток от 3 до 7 кг сульфат-иона, а тяжелых металлов — десятки граммов на 1 км<sup>2</sup>. Их содержание в золе еловой хвои составляет 0,05—0,1%. т. е. в 5—10 раз выше фонового. В верхнем почвенном горизонте содержание тяжелых металлов в 5—7 раз выше фонового. Все это говорит о некотором уменьшении загрязнений по мере удаления от предприятия.

Сокращение загрязнения в этой зоне ведет к меньшему нарушению структуры и функционирования экосистем, и прежде всего еловых фитоценозов, чем в предыдущих двух зонах. На загрязнения наиболее чутко реагируют молодые и старые деревья. Возобновление елей здесь хотя и наблюдается, но оно еще очень слабое: 4—6 на 100 м<sup>2</sup>; у подроста обычно наблюдается поражен-

ная хвоя. Продолжительность жизни ее 3—4 года. Старые деревья отмирают. Основная доля в древостое приходится на сильно ослабленные деревья. Биомасса ствольной части составляет 60% от контроля.

Кустарниковый ярус угнетен. Травяно-кустарничковый покров под влиянием загрязнения начинает трансформироваться и потому характеризуется большой прототой. Происходят деградация и разрушение мохово-лишайникового яруса, образованного наиболее чувствительными к загрязнению бескорневыми растениями. В этом ярусе выпадают прежде всего лишайники родов кладония и пельтигера. Алектория, уснеа и другие, более чувствительные к загрязнению, уже погибли и потому отсутствуют.

*Зона начальной стадии нарушения экосистем.* Внешнее состояние древостоев не отличается от тех, которые произрастают в незагрязненных районах. Наиболее заметное нарушение — некоторая угнетенность эпифитных и прежде всего кустистых лишайников. Начальные стадии нарушения экосистем фиксируются в условиях Севера на огромных территориях (40—60 тыс. км<sup>2</sup>), смыкаясь нередко с зонами загрязнения соседних промышленных узлов.

Максимальные концентрации сернистого газа могут составлять 0,4—0,5 мг/м<sup>3</sup>. Здесь также выпадают дожди с пониженной кислотностью. Содержание сульфатов и тяжелых металлов в снежном покрове намного превышает фоновое. Общее поступление загрязняющих веществ меньше, чем в предыдущих зонах, но оно имеет тенденцию к возрастанию. Накопление никеля в хвое не превышает двукратной величины, а серы — на фоновом уровне.

Можно считать, что в этой зоне еловые фитоценозы пока находятся в состоянии гомеостаза. Они состоят из 4—5 ярусов. Высота продуцируемой части фитоценоза 14—15 м. Запас биомассы ствольной части древостоя 80—90 м<sup>3</sup>/га. Число погибших деревьев незначительно. По мере выпадения старых деревьев на их месте идет возобновление ели и березы.

Состояние кустарникового яруса — жизнеспособное. Травяно-кустарничковый ярус хорошо развит. Преобладают синузии с черникой и вороникой. Черника значительно выше (18—20 см), чем в предыдущих зонах. Степень межсинузального разнообразия невелика, что говорит о стабильности распространения синузий в напочвенном покрове.



Мхи и лишайники растут куртинами, угнетенность слабая — в зависимости от местоположения. В этой мало загрязненной зоне бескорневые напочвенные растения в соответствии с особенностями природы северной тайги могут конкурировать с высшими растениями, в частности с черникой и вороникой.

#### ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА

Леса лучше сохраняются на богатых и влажных почвах, особенно на гумусированных аллювиальных, по долинам рек. Это наблюдается в зонах сильно и частично нарушенных экосистем: растения аккумулируют загрязнения и надземной частью, прежде всего листвой, хвоей, и корнями. Кислый дождь ( $pH < 4$ ; обычный дождь —  $pH = 5,5-5,8$ ) становится «агрессивным» для растительности и почвенных организмов. Такие осадки вымывают из почвы кальций, магний, азот, фосфор, калий и др. Из бедной почвы легче вымыть малое количество питательных веществ, содержащихся в ней, чем из богатой. К тому же органическое вещество способствует снижению уровня токсичных тяжелых металлов, переводя их в нейтральные формы. На бедных кислых почвах начинается отмирание мелких корней, что снижает прирост надземной и подземной массы, увеличивает ветровал, вызывает массовое развитие вредителей леса и т. д.

Самый лучший способ оздоровить окружающую природную среду — это резко уменьшить выбросы загрязняющих веществ. Но это трудновыполнимая задача, особенно для старых предприятий. Поэтому и ведутся поиски нейтрализации загрязняющих веществ, применение которых и обходилось бы дешевле, чем резкое сокращение выбросов, и было бы достаточно эффективным. Каковы же результаты этих поисков?

Для нейтрализации кислых дождей и предотвращения подкисления почв применяют их известкование. Оно достаточно широко применяется в ФРГ и других странах Западной Европы, где кислые дожди стали по существу массовым бедствием. Кислые дожди ведут к выщелачиванию и обеднению почв, уменьшению продуктивности лесов и их деградации.

Известкование проводят одновременно с удобрением, что повышает устойчивость деревьев к загрязнениям и увеличивает их прирост и фитомассу.

Для нейтрализации кислотности почвы, создаваемой 30 кг серы, необходимо 90 кг извести. В зоне сильно нарушенных экосистем на 1 га в течение года выпадает 25—30 кг серы\*, примерно столько же цветных металлов. При размерах зоны от 400 до 1 тыс. км<sup>2</sup> нужно от 2,5 до 6 тыс. т извести и значительно больше минеральных (азот, фосфор, калий) и органических удобрений. Огромное количество извести и удобрений, которое могло бы смягчить разрушительное действие выбросов в атмосферу, делает недопустимо дорогим подобное занятие.

В зоне частично нарушенных экосистем на 1 га в течение года выпадает 15—25 кг серы и 10—20 кг металлов. Размеры этой зоны (1—3 тыс. км<sup>2</sup>) и не намного меньшее количество загрязнений тоже делают невозможными такие мероприятия. Основной путь предотвращения загрязнения природной среды — это сокращение выбросов. Нейтрализовать большие количества сернистого газа нельзя, тем более массовые выбросы соединений цветных металлов и других загрязняющих веществ.

В связи с этим рассмотрим некоторые работы П. Т. Обыденного (1977, 1982). В работе 1977 г. он пишет: «Для опрыскивания лесов рекомендуется использовать растворы следующих веществ, обладающих антагонистическими свойствами по отношению к оксидам азота, сернистому газу, аммиаку и другим газам: пятиокись ванадия, хромпик калиевый, кобальт хлористый, кадмий азотнокислый, ртуть азотнокислая, серебро азотнокислое, кобальт хлористый, торий азотнокислый». И далее: «На территории европейской части Союза ССР такие виды, как ель обыкновенная, сосна обыкновенная, дуб черешчатый, можно обрабатывать в любом районе. В азиатской части обработке следует подвергать древесину в зонах действия промышленных предприятий» (с. 37).

В работе 1982 г. даются уже конкретные рекомендации: «В окрестностях Норильска и Мончегорска следует применять калий двуххромовокислый в дозе 3 кг/га, пятиокись ванадия в дозе 1 кг/га, а также их смесь состава 0,95 кг/га. Подкормка должна осуществляться на больших площадях — 20 км<sup>2</sup> и больше — с самолета Ан-2 способом мелкокапельного опрыскивания» (1982, с. 1). Кстати, все эти рекомендации умозрительны и не прове-

\* В ФРГ серы ежегодно выпадает от 55 до 100 кг/га. Это ведет к подкислению почв, уменьшению прироста лесов. Для предотвращения этих последствий применяется известкование и удобрение почв.

рены на практике\*. Рекомендуемые соединения токсичны и могут вызвать острое отравление у животных и человека, оказавшихся в зоне опрыскивания (Вредные вещества в промышленности, 1977).

Одно из рекомендуемых веществ — пятиокись ванадия — активный катализатор окисления сернистого газа (Химия нижней атмосферы, 1976). Образующаяся при этом серная кислота обладает еще более выраженным токсическим действием. Кроме того, пятиокись ванадия — малорастворимый в воде окисел. При рекомендуемых дозах в раствор будет вноситься не более 5% этого соединения. Остальная часть его выпадет на древесный полог и на почву в виде взвесей и в условиях влажного климата будет продолжительное время переходить в раствор и оказывать губительное действие на растительность, почвы и животных. По данным М. Л. Раменской (1974), Н. А. Сыронда и др. (1982), в растениях, произрастающих здесь, обнаружено высокое содержание хрома.

Сернистый газ — не единственный токсичный компонент аэротехногенных выбросов. В названных П. Т. Обыденным (1982) районах окружающая среда в значительной степени загрязнена также цветными металлами. Известно, что накопление токсичных веществ в почве зачастую оказывает на растительность более сильное отрицательное действие, чем сернистый газ в воздухе (Тарабарин, Пельтихина, 1971). Так, почвы в районе г. Садбери (Канада), в течение ряда лет подвергающиеся влиянию аэротехногенных выбросов плавильных заводов, содержат значительные количества меди, никеля, кобальта и вне зависимости от сернистого газа сами по себе токсичны, подавляют деятельность корней растений (Costescu, Hutchinson, 1973).

Отрицательный эффект большого содержания в почве веществ-токсикантов усугубляется и тем, что сами растения тоже накапливают в своих тканях много тяжелых металлов. Содержание их в лишайниках, мхах и хвое в десятки раз превышает их накопление в незагрязненных районах. Хвойные древесные породы особенно чувствительны к такому загрязнению, так как в связи с фи-

\* В сентябре 1985 г. я осмотрел участки лиственничных редколесий под Норильском, которые как будто опрыскивались П. Т. Обыденным несколько лет назад. Сотрудники НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера и Управления лесного хозяйства не могли сказать, чем были опрысканы эти редколесья. Описаний этих опытов тоже нет. Визуально эти участки ничем не отличались от соседних.

зиологическими особенностями они накапливают тяжелые металлы в 3—5 раз больше и быстрее, чем лиственные деревья. Особую опасность может представлять загрязнение указанными веществами окружающих водоемов.

Поэтому проведение опытно-производственных работ на территориях в несколько тысяч гектаров, как это предлагает П. Т. Обыденный, по внескорневой подкормке древостоев недопустимо — это приведет к ускорению гибели лесов и расширению территории их деградации.

Уменьшить отрицательное воздействие загрязняющих веществ на леса можно, только сокращая выбросы. Существующими электрофильтрами вполне можно добиться такого уменьшения выбросов, которое обеспечит качество воздуха в населенных пунктах на уровне санитарных норм.

Очень существенную доочистку воздуха до уровня экологических норм, при которых могут существовать хвойные деревья, мхи, лишайники, могут произвести сами древесные растения, прежде всего лиственные, такие, как тополь, ива, береза, некоторые лиственные кустарники. Даже в городских условиях Севера гектар тополевых насаждений может дать прирост более 3 т/га. Вполне можно добиться, чтобы на человека приходилось не менее 30 м<sup>2</sup> древесно-кустарниковых посадок, даже в городах, находящихся в полосе относительного безлесья тундры (Мурманск, Североморск, Воркута и др.). При такой норме в 100-тысячном городе их общая площадь составит около 300 га. Насаждения дадут около 900 т прироста органической массы, которая может поглотить за один сезон не менее 5 т серы и такое же количество цветных металлов — свинца, меди, никеля и др. Если учесть, что в условиях города гектар лиственных деревьев, особенно тополей, может осаждать 30—60 т пыли, то 300 га уменьшат ее содержание в воздухе на 10—18 тыс. т.

К древесно-кустарниковым насаждениям в городах сейчас нужно подходить как к «зеленым» фабрикам, очищающим воздух. На последней стадии доочистки воздуха эти зеленые фильтры работают и эффективнее, и дешевле, нежели технические установки, особенно если учесть возрастающую в геометрической прогрессии дороговизну этого технологического процесса. Повысить эффективность зеленых фильтров можно несколькими путями: увеличить площадь посадок; удобрять и известковать почвы с древесно-кустарниковыми насаждения-

ми — это ведет к резкому увеличению прироста, т. е. фитомассы, производящей очистку воздуха; шире использовать для этой цели интродукцию; с помощью селекции создавать породы, дающие большую массу листьев. Интродукцию полезного растения, а также мучение такого растения путем селекции следовало бы приравнять к техническому изобретению или научному открытию.

Часть загрязнений будет выноситься и за пределы города, но их будет тем меньше, чем больше зеленых насаждений в городе. Следующая стадия доочистки — в зеленых пригородных лесах.

Опыт показывает, что если в городе качество воздуха соответствует санитарным нормам, то экологические нормы достигаются благодаря действию названных выше природных механизмов на некотором расстоянии от города. Это расстояние тем меньше, чем более эффективно работают городские зеленые фильтры. Это, пожалуй, основной путь создания обстановки, при которой могут существовать леса Севера.

Городов на Севере пока мало. Зная закономерности их отрицательного воздействия на леса и вообще на природу и зная пути предотвращения этого негативного влияния, мы можем не допустить в осваиваемых регионах Севера положения, сложившегося с лесами Западной Европы.

Сохранение экологических параметров природной среды с помощью леса становится все более важной задачей, но леса в свою очередь требуют довольно высокого качества окружающей природной среды (воздух, осадки, почвы). Кончился начальный период накопления экологических знаний по освоению Севера. В век научно-технической революции эти знания могут быть реализованы в новой технологии, не допускающей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

## ГЛАВА VI

### ЖИВОТНЫЙ МИР И ПЕРСПЕКТИВЫ ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВОГО ХОЗЯЙСТВА

#### ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОТНОГО МИРА НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ

Огромные пространства Севера, превышающие 10 млн км<sup>2</sup>, можно использовать как охотничье-промысловые угодья, представляющие собой естественные экосистемы. Есть все основания для реализации такой возможности. Во многих северных хозяйствах охотничий промысел — ведущая отрасль производства. Они дают в среднем более половины всей промысловой пушнины, добываемой в РСФСР, в том числе около 80% шкурок соболя и горностая, 100% шкурок песца, более 70% шкур ондатры.

К основным факторам деградации животного мира относятся: нарушение и разрушение местообитаний, беспокорство, браконьерство, загрязнение природной среды — все это взаимосвязано.

Мурманская область, расположенная за полярным кругом, — одна из самых промышленно развитых областей страны и Севера. У населения много личного транспорта (автомобили, мотоциклы, снегоходы, моторные лодки). Преобладают, как и везде на Севере, люди молодого и среднего возрастов. Все это способствует чрезвычайной подвижности населения. Эти обстоятельства обуславливают значительное антропогенное давление на животный мир региона.

При подсчете диких северных оленей, который производится с самолетов Ан-2 или вертолетов в конце зимы или начале весны, всегда поражает густота сети следов вездеходов и снегоходов, а также лыжных, много лунок на озерах, пешеходных троп. Трудно найти точку, чтобы она находилась дальше 300—500 м от проложенного следа. Передко дикие северные олени зимой сбиваются группами на середине озер. Хороший обзор позволяет издали увидеть опасность и убежать. К сожалению, времени на кормежку совсем не остается. Изменения животного мира, которые происходят в Мурманской области, можно



РИС. 23. Группа диких северных оленей западной популяции Кольского Севера

рассматривать как один из вариантов прогноза для других, пока менее освоенных районов Севера.

Рассмотрим эти изменения на примере некоторых животных.

*Дикий северный олень.* К концу 20-х годов на Кольском Севере осталось около 100 диких оленей. Главной задачей организованного в 1930 г. Лапландского заповедника было сохранение и восстановление их поголовья. К 1941 г. стадо увеличилось до 970 голов, затем уменьшилось из-за ухудшения пастбищ, интенсивного промысла, активности волков. С 1948 г. наблюдается новый рост поголовья — с 380 до 12 640 оленей в 1967 г. (Семенов-Тяп-Шанский, 1982; Катаев, Макарова, 1984). На восток от Лапландского заповедника (и от железной и шоссейной дорог Ленинград—Мурманск) находится восточная популяция диких оленей. Изменения численности обеих популяций происходят, по-видимому, параллельно: в 1958 г. в восточной популяции учтено 1400, в 1968 г. — 7880 оленей.

В конце 60-х годов начался новый спад поголовья оленей. Запрещение промысла оленей в 1977 г. уже не смогло приостановить снижение их численности. В 1981 г. в западной популяции насчитывалось около 100 (рис. 23, 24), в восточной — 300—340 голов. По данным авнаучета, в 1983 г. в западной популяции было около 180 оленей. Возможно, это начало очередного подъема

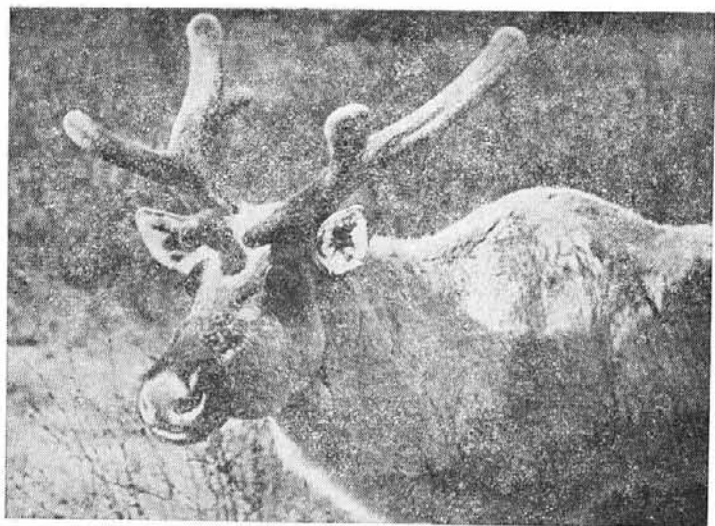


РИС. 24. Дикий северный олень в Лапландском заповеднике. Фото А. Б. Брагина

численности или найдены олени, не учтенные в прежних облетах.

Для восстановления поголовья оленей расширена территория Лапландского заповедника, организован Пиренгский олений заказник, усилена их охрана. Имеются объективные предпосылки для увеличения поголовья оленей в Мурманской области до 13—14 тыс. При этой численности можно начинать их промысел в размерах годового прироста: если прирост будет равен 10%, то 1300—1400 голов, если 6% — 780 голов и т. д.

Рассуждения о неизбежности исчезновения оленей в условиях промышленно развитой области не имеют серьезных оснований. Территория для обитания оленей есть; главное, что необходимо, — это экологическая культура хозяйствования.

*Лось* в Мурманской области в прошлом веке был очень редок. Как отмечал Ф. Д. Плеске (1887), «в настоящее время лось только забегает в Лапландию, а не живет в ней оседло». Низкая численность его отмечалась до середины 20-х годов. Позже в ряде районов страны началось расширение ареала лоса, охватившее и Кольский Север. Объясняется это прежде всего восстановлением древесной растительности на вырубках и гарях. К 1970 г. лось распространился практически по всей

области. Численность зверя достигла промысловой плотности уже в середине 30-х годов и в дальнейшем продолжала увеличиваться, хотя и со значительными колебаниями по годам: от 14—15 тыс. (1962) до 8 тыс. (1967). Но с 1977 г. заметна тенденция к резкому уменьшению стада: с 10,6 тыс. (1977) до 3,6 тыс. (1983). Снижение поголовья в Мурманской области произошло прежде всего из-за перепромысла и браконьерства. Ежегодно только по лицензиям отстреливалось около 350 лосей, незначительно меньше уничтожали браконьеры. В 1982 г. их промысел был запрещен. Г. Д. Катаев и О. А. Макарова (1984) считают, что одна из причин уменьшения поголовья лосей — ухудшение кормовых условий из-за нарушения древостоев и уменьшения подроста под воздействием аэротехногенного загрязнения. С сезона 1983/84 г. отстрел лосей и вообще всех копытных в области прекращен.

*Косуля.* В прошлом веке этого животного на Кольском Севере не было. Но вырубка хвойных и замена их подростом лиственных и смешанных лесов улучшили кормовую базу не только для лосей, но и для косуль. Они пришли сюда в 1933 г. Косуля очень редка здесь, охота на нее запрещена, в 1979 г. внесена в Красную книгу Мурманской области. Но для создания устойчивой популяции косули одних охранных мер недостаточно, потребуется постоянная зимняя подкормка, следовательно, превращение ее в полудомашнее животное (Семенов-Тянь-Шанский, 1982).

*Речной бобр.* Его история на Кольском Севере — яркий пример антропогенного воздействия на диких животных. Эти крупные грызуны, ведущие полуводный образ жизни, обитали на Кольском Севере в недалеком прошлом. Но численность бобров здесь никогда не была высокой. В середине XVIII в. русское правительство со всего Кольского Севера получало только 6 бобров в год — косвенное доказательство, что и 200 лет назад их здесь было мало (Семенов-Тянь-Шанский, 1982), а к 1880 г. они уже перестали существовать. Причина полного исчезновения этого ценного пушного зверя — истребление человеком.

Полвека спустя появилась возможность в связи с организацией Лапландского заповедника реакклиматизировать речных бобров за полярным кругом. В 1934 и 1937 гг. 14 взрослых особей были доставлены из Воронежской области и выпущены в реки заповедника. Переселенцы активно осваивали новые для них места.

Уже через 5 лет свежие следы грызущей деятельности бобров обнаруживали по всей территории Лапландского заповедника (1600 км<sup>2</sup>), а также в 30—40 км вне заповедника (Семенов-Тянь-Шанский, 1982; Катаев, Макарова, 1984).

В годы наивысшей численности возрожденного вида было зарегистрировано только на территории Лапландского заповедника 21—30 семейных и 3—5 одиночных бобровых поселений. В крупных поселениях грызуны сваливали, готовясь к зиме, до 30 берез на 500—700 м береговой линии.

После акклиматизационной вспышки численности (1946—1948 гг.) стали отмечать все больше заброшенных участков. Это было связано в первую очередь с истощением запасов древесных кормов, а также с ухудшением состояния убежищ и защитных свойств береговых участков в результате роющей и строительной деятельности бобров в местах их локализации. Небольшие запасы прибрежных березняков и медленное их возобновление обусловили ускоренный процесс распада их поселений.

В 60-х годах хозяйственное освоение Кольского Севера шло усиленными темпами. В 1952—1957 гг. Лапландский заповедник не функционировал, и на его территории, в долине Чуны, заготавливали, а по самой реке осуществляли молевой сплав леса. Таким образом, ухудшение экологической обстановки на бобровых реках усугубилось антропогенным воздействием. Частое беспокойство и прямое преследование животных человеком привели к быстрому исчезновению бобров, выпущенных для реакклиматизации в других местах Мурманской области. Так, завезенные на р. Оленицу в 1935—1936 гг. 19 грызунов просуществовали здесь до 1956 г., а 34 бобра, выпущенные в верхнем течении Поноя в 1957 г., исчезли к 1978 г. Наблюдения, проведенные параллельно за бобровыми «хатками» на заповедной и неохранных территориях, показали, что поселения грызунов на неохранных территориях существуют на одном месте при равных экологических условиях в 2—3 раза меньше, чем в заповеднике, и бобры покидают облюбованный береговой участок, как правило, по причине беспокойства или разрушения их убежищ, плотин (Катаев, Макарова, 1984).

Кольская популяция речных бобров — самая северная в СССР — находится в критическом состоянии, этот вид включен в Красную книгу Мурманской области.

Расширение территории Лапландского заповедника позволит бобрам освоить новые районы — это одна из мер поддержания стабильности популяции. Крупный полуводный грызун может быть биоиндикатором естественного состояния приречных биоценозов.

*Ондатра.* В 1931—1932 г. в Мурманскую область для интродукции были доставлены из разных мест и выпущены 325 зверьков. Грызуны хорошо прижились. Они предпочитают протоки, старицы с торфяными крутыми берегами и илистым дном, селятся на берегах и небольших островках озер, живут не только в чистых, но и в умеренно загрязненных водоемах.

*Норка американская* — это интродуцированное, как и ондатра, животное — впервые в Европе появилась на звероводческих фермах. В результате побегов из клеток она расселилась и в естественных условиях: в 1929 г. — в Швеции, а к 1960 г. распространилась по всем Скандинавским странам.

В 1935—1936 гг. на р. Оленице (Мурманская область) выпустили 83 зверька, привезенных из Кольского зверосовхоза. В дальнейшем норка быстро (без участия человека) расселилась по области и с 1944 г. вошла в сводки по заготовке пушнины. Плотность ее колеблется от 1 до 10 на 100 км<sup>2</sup>. Она стала ведущим пушным видом в Мурманской области. Основная ее пища — птицы, что ведет к подрыву их численности, особенно уток.

*Выдра.* Еще недавно в Мурманской области она была многочисленна, учитывая заполярное положение области. В 30-х годах в заготовки поступало 80—90 штук в год; в 1946—1959 гг. — 61; в 1960—1966 гг. — от 6 до 42; после 1966 г. — единицы (Семенов-Тянь-Шанский, 1982). Начиная с 1977 г. выдача лицензий на добычу выдры прекращена, она занесена в Красную книгу Мурманской области. Основной ее корм (до 70%) — рыба (кумжа, форель, хариус, сиг, щука, налим), чувствительная к загрязнению воды. Основные причины сокращения численности зверька: глубокое нарушение человеком среды обитания — порча рек лесосплавом, перегораживание их плотинами, вырубка лесов, и особенно вдоль рек, загрязнение вод в результате прямых сбросов промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, а также попадания снеговых грязных вод, частое посещение рек людьми.

*Бурый медведь* — самый крупный хищник на Севере. В историческое время бурый медведь заселял всю Европу, Северную Африку, Северную и Центральную Азию.



РИС. 25. Сибирский лемминг. Фото И. В. Дорогого

Сейчас он во многих районах исчез, в других малочислен. По исследованиям О. И. Семенова-Тянь-Шанского (1982), на 100 км<sup>2</sup> территории, покрытой лесом, приходится 1,6 медведя. При площади Мурманской области 145 тыс. км<sup>2</sup> и облесенности ее, равной 23%, общая численность медведей в области может составлять 520 особей. Учитывая браконьерство, фактор беспокойства, названный автор оценивает их численность в 200—400 голов.

Медведю нужна огромная территория, на которой можно охотиться и собирать растительный корм, но от сплошных рубок хвойных лесов она сокращается. Из-за медленного размножения звери не могут выдерживать большую охотничью нагрузку.

*Мелкие млекопитающие.* Грызуны (полевки: красная, рыжая, красная, темная и др., а также лемминги) и насекомоядные (бурозубки: обыкновенная, средняя, малая) — основные потребители растительности и насекомых (рис. 25). Чем меньше животное, тем больше у него теплоотдача и тем больше корма требуется ему. Суточный вес кормов мелких млекопитающих равен или превышает их собственный вес. Так, малая бурозубка, лишенная кормов, умирает от голода через 8 часов (Семенов-Тянь-Шанский, 1982).

Одновременно они сами являются кормом для большого количества животных, и не только хищных. Лем-

мингов, например, поедают даже северные олени. Поэтому мелкие млекопитающие — одно из основных звеньев трофической цепи в экосистемах Севера. От загрязнения природной среды они страдают, пожалуй, в большей степени, нежели другие животные. Г. Д. Катаев в течение нескольких лет занимался исследованиями по этой теме (Катаев, Макарова, 1984). Он установил, что в зоне сильного антропогенного воздействия, т. е. вблизи промышленных предприятий, происходит снижение численности мелких млекопитающих и изменение возрастной структуры популяций из-за меньшей продолжительности жизни особей и сокращения количества выводков за сезон размножения. Половой состав оказался нарушенным.

Увеличение относительного количества взрослых самок в популяции грызунов — это активная реакция на ухудшение экологической обстановки. Промышленные выбросы сернистого газа и тяжелых металлов вызывают устойчивые внутривидовые перестройки, дестабилизируют состояние полевки (табл. 3). Анализ состоя-

ТАБЛИЦА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ПОПУЛЯЦИИ КРАСНО-СЕРОЙ ПОЛЕВКИ НА РАЗЛИЧНОМ УДАЛЕНИИ ОТ ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ (по Катаеву, Макаровой, 1984)

Экологические параметры	Зоны разрушения экосистем			
	4	3	2	1
Соотношение полов*	$\frac{65}{35}$	$\frac{52}{48}$	$\frac{50}{50}$	$\frac{51}{49}$
Зимовавшие, %	5,9	7,7	—	—
Сеголетки, %**	14,0	30,8	64,3	72,7
	80,1	61,5	35,7	27,3
Фактическая плодовитость	5,78±0,18	5,69±0,33	5,81±0,19	4,07±0,11
Потенциальная плодовитость	6,01±0,24	6,21±0,16	7,02±0,32	6,44±0,28
Резорбция эмбрионов, %	3,83	8,38	17,24	36,80
Обилие экз. на 10 канавко-суток	56,6	26,1	14,6	11,2

\* В числителе — самцы, в знаменателе — самки.

\*\* В числителе — половозрелые, в знаменателе — неполовозрелые сеголетки.

ния природных популяций полевки по морфофизиологическим признакам выявил различия в относительном весе печени, селезенки. Так, в группе половозрелых самцов индекс печени у зверьков зон полного (1) и сильного (2) нарушения экосистем оказался ниже, чем у

особей, обитающих за пределами этих зон, а относительный вес селезенки, наоборот, был выше вблизи источника загрязнения.

Из табл. 3 видно, что в первой зоне примерно в 10 раз по сравнению с четвертой (начальной стадией разрушения экосистем) возрастает резорбция эмбрионов, одновременно резко снижается численность грызунов (и соответственно попадание их в ловушки-канавки). В первой зоне деградации экосистем из териокомплекса полностью выпадают насекомоядные млекопитающие. В питании бурозубок большое место принадлежит различным беспозвоночным, которые концентрируются в приповерхностном слое почвы, в опаде. Лесная подстилающая поверхность, где проводят насекомоядные млекопитающие большую часть своей жизни, накапливает большое количество загрязняющих веществ (сульфиды, тяжелые металлы и др.), что препятствует обитанию здесь насекомых и бурозубок, питающихся ими. Изучение лесных энтомокомплексов в условиях длительного воздействия на них загрязнения показало их обеднение и снижение численности фито-, энтомо- и сапрофагов.

Увеличение численности и видового разнообразия землероек-бурозубок начинается в 22—25 км на юг от предприятия, т. е. по границе зон сильно и частично разрушенных экосистем; здесь же Г. Д. Катаевым отмечено повышение плотности популяции травяной лягушки.

Большинство млекопитающих Мурманской области — заяц, белка, волк, лиса, песец, горностай, ласка, лесная куница, россомаха, барсук, рысь и др. — малочисленны и не достигают возможной экологической плотности из-за антропогенного воздействия (нарушение местообитаний, фактор беспокойства и браконьерство, загрязнения природной среды).

Рассмотренный материал свидетельствует о том, что популяции животных у границ своих полярных ареалов легко могут быть разрушены, особенно в условиях промышленного освоения. Только коренной пересмотр позиций о взаимоотношении человека и животных, выработка необходимых мероприятий и реализация их сохранят на Кольском Севере популяции этих животных.

Нам сейчас трудно представить город без правил для автомобильного транспорта, для пешеходов, правил по использованию дворов и т. д. Но когда-то горожане обходились без этих правил. В использовании природной территории нельзя больше допускать стихийность, когда

любой человек, имеющий личный транспорт (или пешком), посещает любую территорию в любое время и ведет себя там практически без всяких ограничений... Вся территория должна быть районирована с учетом дальнейшего развития промышленности, рекреации, оставления заповедников, зон покоя для животных, разделена на охотничьи-промысловые участки, закрепленные за обществами охотников и рыболовов, которые должны быть полными хозяевами. Это поможет ликвидировать браконьерство. Для каждого вида животных нужно наметить комплекс биотехнических мероприятий, включая дополнительную охрану животных. Вряд ли целесообразно продлевать охотничий сезон на зиму, когда животным особенно тяжело из-за глубокого снега, обострения сложностей добывания пищи, холодов. В условиях Заполярья с бурно развивающейся промышленностью, быстрым ростом населения животным трудно без помощи человека.

По-видимому, многие животные могут выжить в современном мире только в том случае, если они станут полудомашними: человек будет подкармливать их в зимние периоды, ограничит поголовье хищников, и прежде всего волков, будет производить ветеринарный надзор, селективный отстрел животных (слабых, больных), регулировать их численность и структуру популяций и т. д.

Подавляющее число животных могут жить в соседстве с человеком, если он не будет к ним агрессивен. Пример тому — поведение лосей под Москвой, где их не тревожат, в то время как лось обычно не подпускает человека на близкое расстояние. То же самое можно сказать и о диких водоплавающих птицах (утки, лебеди) в городах, где их охраняют. Часто в наших газетах, журналах (и прежде всего в журнале «Охота и охотничье хозяйство») сообщается о том, что дикие животные, попав в трудное положение, ищут помощи у человека. Заяц бросается под ноги охотника, спасаясь от лисы; то же самое делает куропатка, уходя от ястреба; лосиха идет к людям, чтобы они вызволили детеныша, попавшего в развилку берез, лоси жмутся к человеку, идущему с собакой, спасаясь от волков; баклан, подавившись рыбной, идет к людям с раскрытым клювом; был даже случай, когда уссурийский тигр с браконьерской проволочной петлей на шее пришел в поселок к людям... Таких примеров можно привести бесчисленное множество. Все они тоже говорят о том, что коренное изменение взаимоотношений между человеком и диким животным необходимо и возможно.



РИС. 26. Стадо диких оленей переплывает через тундровую реку, возвращаясь на зиму в северную тайгу

Рассмотрим теперь один из регионов Севера, наиболее богатый животными и, пожалуй, менее, чем другие, затронутый антропогенным воздействием.

#### ЖИВОТНЫЙ МИР СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

*Дикий северный олень.* Главное богатство региона — крупнейшая в мире популяция дикого северного оленя, называемая таймырской. Она удивительна во многих отношениях, прежде всего своим ростом — с 252 тыс. в 1969 г. до 740 тыс. в 1983 г. (Павлов, Штеле, 1984), несмотря на увеличивающееся изъятие (с 1971 по 1983 г. отстреляно более 740 тыс. особей). В ближайшие годы рекомендовано добывать около 100 тыс. оленей и поставлять государству не менее 35—40 тыс. ц мяса в убойном весе.

Огромен ареал этих животных — более 1,5 млн. км<sup>2</sup>. Их миграционный путь достигает 1500 км, простираясь от полярных пустынь и тундры до северной тайги (рис. 26). Максимальная концентрация оленей летом в тундре достигает 4 тыс. на 10 км<sup>2</sup>, зимой в северной тайге — 1—17 тыс. на 10 км<sup>2</sup>. Это распределение целесообразно: животные не вытаптывают и не выедают корм, они не испытывают напряженной пищевой конкуренции.

Летом основная масса оленей — до 90% общего их поголовья — концентрируется в тундрах Западного Тай-



мира, в это время идет интенсивный прирост кормовых растений. На летних пастбищах олени изымают не более 2% годового прироста надземной фитомассы, что свидетельствует о потенциальных кормовых резервах этой территории (Колпашиков, 1982). Зимой олени уходят в горные и долинные пастбища севера Центрально-Сибирского плоскогорья. Площадь этих пастбищ превышает 600 тыс. км<sup>2</sup>. Доступность кормов определяется состоянием снежного покрова. Чаще всего олени выпасаются в лиственничных редколесьях, долинах рек, на пологих склонах гор, где снег распределен более равномерно и не переуплотнен. Размеры копанец зависят от типа пастбищ и колеблются от 0,015 до 0,2 м<sup>2</sup>. За сутки олени раскапывают участок до 104 м<sup>2</sup>. В местах наиболее интенсивного выпаса используемые участки занимают около 20%. Из копанец олени изымают в среднем 50% травяных и 18—20% ягельных кормов (Колпашиков, 1982).

Резервы зимних пастбищ позволяют увеличить численность популяции до 850 тыс., а ранневесенних — до 820 тыс. голов.

Увеличение диких оленей ведет к уменьшению поголовья домашних: с 1966 по 1981 г. оно сократилось в рассматриваемом регионе в 2 раза. Домашние олени занимают здесь менее 15% ареала диких и дают меньше товарной продукции по сравнению с ними\*. Размещение домашних оленей носит очаговый характер. При одинаковом наборе кормов значимость отдельных растений в питании диких и домашних оленей неравноценна: у первых основу составляют лишайники, доля ветошных кормов незначительна, у вторых суточная кормовая площадь значительно меньше, а интенсивность выедания корма выше. Для диких оленей характерно питание «на ходу». Они постоянно перемещаются, не задерживаются длительное время в местах совместного выпаса. Это в значительной степени снижает их пищевую конкуренцию. К тому же исследованиями установлено, что кормовые ресурсы при современной численности диких и домашних оленей недоиспользуются.

В настоящее время сложились условия для бесконфликтного сосуществования диких и домашних оленей, и основная задача заключается в устранении контактов

\* Ежегодно Таймырский автономный округ получает от домашнего оленеводства 540 т оленины, от промысла диких оленей — 2600 т на общую сумму 7,6 млн р.

между ними. Для этого следует сосредоточить основное поголовье домашних оленей вне зон основных миграций диких оленей или осуществлять изгородное их содержание в весенний и осенний периоды (Колпашиков, 1982).

Общая численность диких северных оленей в СССР примерно 1 млн голов. Более 70% из них сосредоточено в тундровых популяциях севера Средней и Восточной Сибири. Поголовье домашних северных оленей составляет 2,2 млн. Домашние и дикие северные олени скрещиваются и дают жизнеспособное потомство, т. е. они принадлежат к одному биологическому виду, общая их численность составляет 3,2 млн. Промысел диких оленей должен быть целенаправленным, т. е. при изъятии необходимо предусматривать не только количественную сторону (в пределах годового прироста), но и качественную — отстрел с учетом пола, возраста, состояния животных. Естественно, что волки дикому стаду будут наносить огромный ущерб, и потому их численность должна строго регулироваться.

О будущем промысла диких оленей, с одной стороны, и домашнего оленеводства — с другой, идут дискуссии. Одни исследователи считают, что развитие промышленности на Севере не оставляет места для стад диких оленей, которым необходимы огромные территории и возможность мигрировать по ним. Бурно развивающаяся промышленность, обилие транспорта, в том числе личного, исключают подобную возможность, что ведет к снижению поголовья диких оленей, примером чему является Кольский Север. Все эти факторы отрицательно сказываются и на домашнем оленеводстве, и это подтверждается опять-таки на примере Кольского Севера.

Другие исследователи считают, что в перспективе еще много будет регионов с большими территориями, на которых могут выпасаться и дикие, и домашние олени. Но в настоящее время все труднее находить пастухов-оленоводов. Не исключается возможность если не слияния стад диких и домашних оленей, то параллельного их миграция под общим присмотром небольшого количества людей, контролирующего стада оленей на вертолетах, вездеходах. В обязанности этих специалистов будут входить проведение ветеринарных мероприятий, отстрел хищников и т. д.

Подавляющее число специалистов полагают, что в положении с оленем все должно остаться в основном так, как есть. Дикие олени будут эксплуатироваться и охраняться госпромхозами, домашние — совхозами и колхозами.

зами. Сменно-звеньевые методы выпаса позволяют оленеводам чередовать работу на пастбищах с отдыхом в домах с удобствами, с семьями. Свободных территорий для выпаса домашних и диких оленей будет еще достаточно много и в первой половине XXI столетия.

**Овцебык** — крупное копытное животное Арктики. Он приспособлен к экстремальным условиям обитания, довольствуется скудным растительным кормом. Вес животного — 250—300 кг, наиболее крупных самцов — 500—600 кг. Тело компактное, на загривке имеется горб, конечности и хвост короткие. Самцы и самки имеют изогнутые острые рога. Они покрыты темной густой шерстью, на 60—80% состоящей из подпуши. Ость длинная — до 60—90 см, свисает по бокам тела почти до земли. Шерсть и мясо обладают высокими товарными качествами.

Овцебыки — стадные животные. Кочевки совершают незначительные. Основной пищей для них служит травянистая и кустарниковая растительность тундры. Коренные популяции двух подвидов обитают в Арктической Канаде (64—83° с. ш.) и Северо-Восточной Гренландии (70°—83°30' с. ш.). Их здесь насчитывается, по оценке на 1974 г., примерно 34 тыс. (Якушкин, 1979).

В недалеком прошлом овцебык был широко распространен не только в Северной Америке и Гренландии, но и по всему Евразийскому Северу. Есть сведения, что на севере Таймыра он был уничтожен человеком лишь 200—300 лет назад (Верещагин, 1959). С этим можно согласиться, если учесть одну особенность овцебыков — они не убегают от врага, а принимают бой. Главный их враг — волк. Овцебыки во время опасности выстраиваются неровным кругом. Крупные звери, выставив вперед рога, располагаются по периметру, телята — в центре. Это хорошая защита от волков и прекрасная мишень для человека.

На Советском Севере есть огромные пространства арктических и типичных тундр, не используемые ни одним видом копытных травоядных животных. Сюда не заходит даже северный олень, а если и заходит иногда, то на очень короткий летний период.

Эти тундры с экологической точки зрения представляют собой свободную экологическую нишу. Суммарная площадь их огромна — около 1—1,5 млн км<sup>2</sup>. Давно уже советские ученые высказывали мысль о возможности и необходимости акклиматизации овцебыков и расселения их на этих арктических просторах.

Местом для начала акклиматизации выбран Восточный Таймыр, 75° с. ш., правобережье Бикады, впадающей в оз. Таймыр. В геоботаническом отношении это южная окраина подзоны арктических тундр. Стада домашних оленей сюда уже не заходят. Летом иногда появляются дикие олени.

Работу по акклиматизации поручено было вести Научно-исследовательскому институту сельского хозяйства (НИИСХ) Крайнего Севера, расположенному в Норильске.

Первая партия из 10 молодых зверей (6 самок и 4 самца) в возрасте 15 месяцев доставлена в район Бикады в начале сентября 1974 г. из северной части о-ва Банкс (канадская Арктика). Районы отлова и выпуска лежат примерно на одной широте в подзоне арктических тундр (около 75° с. ш.). Район Бикады по кормовым условиям богаче о-ва Банкс (Рапота, 1979; Якушкин, 1979). Привезенные животные первоначально были помещены в загон площадью 95 га. Для них было завезено 10 т сена (аварийный запас корма на случай многоснежья и гололедицы). Они успешно перезимовали на естественных кормах, использовав всего около 1 т сена. Но растительный покров в загоне оказался практически уничтоженным (стравлен и выбит).

Вторая партия овцебыков была доставлена в середине апреля 1975 г. с о-ва Нунивак (США), расположенного на широте 60°. Из 40 завезенных овцебыков с о-ва Нунивак 20 было решено доставить на Таймыр (р. Бикада), т. е. туда, где находились канадские овцебыки; 20 остальных животных завезли на о-в Врангеля. За акклиматизацией овцебыков на острове наблюдали сотрудники Института биологических проблем Севера Дальневосточного научного центра АН СССР.

Животные завезены с целью создания природной популяции. Из 20 американских овцебыков, доставленных на Таймыр, было 6 взрослых самок и 1 взрослый самец, 13 телят годовалого возраста. Место выпуска оказалось на 15° севернее их родины — о-ва Нунивак.

После кратковременной карантинной передержки в специальном загоне животных выпустили во вновь построенный загон площадью 470 га. На одного животного приходилось около 23 га огороженных пастбищ. С самого начала выпуска животные вели себя беспокойно, мало кормились, пытались разрушить изгородь, были случаи неоднократных побегов трех взрослых самок; их возвращали, но одна из них все-таки убежала и погибла.

Все это свидетельствует о том, что животные с о-ва Нунивак трудно переносят новые условия обитания. Это же подтверждает и затянувшаяся линька животных, признаки которой отмечались даже в октябре 1975 г., т. е. через пять месяцев после начала линьки.

Наблюдения сотрудников НИИСХ Крайнего Севера за совместно выпасающимися группами показали, что канадские овцебыки выпасались спокойно, делали большие копаницы (до 100—200 м<sup>2</sup>), легко добывали корм из-под снега. Американские животные больше времени тратили на перемещения. Копаницы у них были мелкие, разбросанные, часто они кормились на копаницах канадских овцебыков. За первый год акклиматизации среди американских овцебыков отход составил 30% (6 голов). На о-ве Врангеля от болезней и травм тоже погибло несколько животных.

В естественной популяции на о-ве Нунивак, по наблюдениям американских исследователей (Lent, 1974), ежегодная смертность овцебыков составляет 25%, а в некоторые годы только среди молодняка гибнет до 40% и даже больше. Зарубежный опыт интродукции овцебыков показывает, что отход животных нередко достигает 100%. При вольерном содержании 34 овцебыков в районе Фербенкса отход животных в первые годы составил 29,4%.

На Таймыре овцебыки две зимы — 1976/77 и 1977/78 гг. — перенесли хорошо. Весь имевшийся к концу 1978 г. материал по успешной акклиматизации овцебыков на Таймыре позволил высказать следующее мнение: «Есть основания надеяться, что дальнейшая их акклиматизация пойдет нормально и эта группа животных станет исходной для будущей природной популяции овцебыков на Таймыре» (Крючков, 1979, с. 109).

Из загонов овцебыки были выпущены — сначала одна группа в 1979 г., а затем и вторая. В 1979 г. была восстановлена их первоначальная численность — 30 голов. Но теперь это были животные, хорошо приспособленные к местным условиям, с нормальной половой и возрастной структурой (табл. 4).

На о-ве Врангеля все 20 овцебыков были почти сразу выпущены на волю. К началу 80-х годов осталось 5 особей. Первый приплод, как и на Таймыре, был получен в 1978 г., а в 1984 г. только на Таймыре их было более 130 голов; общая численность — около 170 голов (табл. 4, 5).

Каковы перспективы дальнейшего расселения овце-

ТАБЛИЦА 4. РАЗМНОЖЕНИЕ ОВЦЕБЫКОВ НА ТАЙМЫРЕ (Якушкин, 1982)

Годы	Количество самок	Количество телят		Общее поголовье на конец года
		родилось	сохранилось	
1978	14	3	1	21
1979	14	11	9	30
1980	14	10	10	40

ТАБЛИЦА 5. РОСТ ПОГОЛОВЬЯ ОВЦЕБЫКОВ В СОВЕТСКОЙ АРКТИКЕ (по Алабугину, Қацарскому и др., 1984)

Год	П-ов Таймыр			О. Врангеля			Общее поголовье
	всего голов	в том числе приплод	прирост стада, %	всего голов	в том числе приплод	прирост стада, %	
1981	51	11	21,5	17	4	23,5	68
1982	66	15	22,7	21	4	19,0	87
1983	83	17	20,4	27	6	22,2	110

быков по нашему Северу? В бассейне Бикады имеется более 800 тыс. га угодий, пригодных для овцебыка. Г. Д. Якушкин (1982) считает, что здесь могут обитать до 2 тыс. овцебыков. Таким образом, для одного животного необходимо около 400 га. Примерно такая же цифра получена и в результате наших расчетов. Они проводились следующим образом. По исследованиям канадского ученого Д. Тенера (Тенег, 1965), овцебыку самцу в сутки требуется 15,4 г сухого корма на 1 кг живого веса, самке — 13,1 г. Животному весом 300 кг требуется около 4,7 кг корма в сутки, весом 600 кг — более 9 кг. Ежегодный прирост фитомассы в арктической тундре колеблется от 0,5 до 7 ц/га, в подзоне типичных тундр — 11—20 ц/га. Тяжелый период для овцебыков — зима, особенно многоснежная. Имея короткие ноги, они могут выкапывать корм из-под снега глубиной не более 25—30 см. Поэтому лимитирующие для них — зимние пастбища.

Для дальнейших расчетов будем исходить из того, что средний прирост фитомассы на 1 га равняется 5 ц. Примем увеличенную цифру — 10 кг сухого корма для одного овцебыка в сутки или 20 кг сырой фитомассы на пастбище. В этом случае в год потребуется 7320 кг фи-

томассы для одного овцебыка, т. е. одному животному нужно около 15 га пастбищ.

Но к концу зимы вследствие накопления снега в понижениях доступными для овцебыков остаются только 10% пастбищ, где глубина снега не превышает 25—30 см. Значит, вычисленную площадь нужно увеличить в 10 раз. Прибавим к этой цифре для надежности расчетов еще 150 га, тогда получим 300 га пастбищ, которые потребуются одному овцебыку.

По исследованиям В. В. Рапоты (1979), взрослому животному в условиях загонного выпаса зимой требуется около 8 га. В условиях свободного выпаса Г. Д. Якушкин называет 400 га на одного животного.

Площадь арктических и типичных тундр, не используемая оленями, 100—150 млн га. Опять-таки для надежности расчетов будем исходить из 100 млн га, и тогда получится, что на этой территории могут обитать не менее 330 тыс. овцебыков при условии 300 га пастбищ на одного животного или 250 тыс. — при 400 га на одного овцебыка. При достижении такой численности ежегодно можно будет изымать количество животных, равное годовому приросту, т. е. около 10%, что будет составлять 25—33 тыс. овцебыков. Если со временем удастся достигнуть такой численности овцебыков, то это будет существенным фактором в развитии хозяйства Крайнего Севера. Это животное перспективно для одомашнивания. Ему не нужны утепленные фермы. Забота будет в основном сводиться к обеспечению животного кормами.

В США и Канаде (Фербенксе, Вермонте, Эдмонтоне и др.) организованы государственные и частные фермы по разведению овцебыков для получения ценной шерсти. От одного овцебыка ежегодно можно получать свыше 3 кг высококачественной шерсти (рис. 27), 1 кг которой стоит около 100 долл.

Таким образом, ежегодно только шерсть одного животного приносит фермерам, разводящим овцебыков, доход не менее 1 тыс. долл. Овцебыки живут 20—25 лет. Но кроме шерсти у овцебыка можно использовать мясо, шкуры, т. е. одомашнивание этого животного выгодно и рентабельно, так как в течение жизни животное может дать прибыль в несколько десятков тысяч долларов\*.

\* Сотрудники НИИ сельского хозяйства Крайнего Севера в Норильске разрабатывают проекты создания ферм домашних овцебыков на Таймыре.

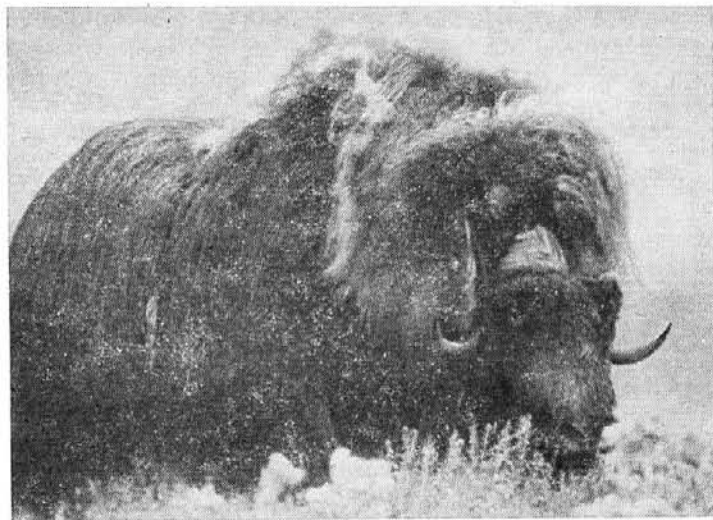


РИС. 27. С одного овцебыка можно ежегодно получать более 3 кг высококачественной шерсти. Фото В. В. Рапоты

#### ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

Почти вся территория Севера, превышающая 10 млн км<sup>2</sup>, представляет собой полноценные охотничьи угодья. Таковыми они останутся и на далекую перспективу.

Развивая охотничье-промысловое хозяйство, мы вовлекаем в оборот такие биологические ресурсы, которые никакими другими способами не могут быть использованы: растительность водоемов, кустарники, осоки, лишайники, семена и корни, беспозвоночные животные, мышевидные грызуны — все это превращается в великолепные шкурки ондатр, песцов, белок, соболей, горностаев, мясо диких оленей, лосей и т. д. Пушнина была и будет наиболее ценной частью охотничьей продукции. Очень ценны пух и перо диких птиц, особенно гагачий пух. Дикие животные — поставщики мясной продукции и лекарственного сырья: панты оленей, в том числе и северных, жир и печень некоторых зверей.

Первостепенная роль в освоении промысловых угодий и ресурсов принадлежит коренным народам Севера, значительная часть которых занята в традиционных отраслях хозяйства — оленеводстве, охоте, рыболовстве. Охота обеспечивает до 50% денежных доходов населения, за-

нимающегося промыслами. За последнее десятилетие районы Севера поставляли государству ежегодно более 50% промысловой пушнины, заготовленной в РСФСР, 80—90% боровой дичи, тысячи тонн мяса диких копытных (Сыроечковский, Семкин, 1979). Значение районов Севера в поставке указанной продукции систематически возрастает. «Стратегия и тактика» охотничье-промыслового хозяйства должны исходить из численности эксплуатируемой популяции, изымание не должно превышать ежегодный прирост, и тогда ресурсы промысловых животных на Севере не будут исчерпаны и уничтожены ни сейчас, ни в будущем.

На территории Севера обитает около 30 видов пушных зверей. Здесь широко распространены такие ценные в целом для страны промысловые виды, как песец, соболь, белка, горностай, ондатра, лисица, колонок, заяц-беляк. Встречаются и менее распространенные пушные звери: выдра, норка, россомаха, рысь, куница, бобр. Основные пушные звери в тундре — песец; в тайге — белка, соболь, ондатра, горностай, лисица и др. Более 90% стоимости всей пушнины на Севере дают 4 самых ценных зверька: соболь, белка, песец и ондатра (табл. 6).

ТАБЛИЦА 6. ЗАКУПКИ ШКУРОК ОСНОВНЫХ ВИДОВ ПРОМЫСЛОВЫХ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ЗА 1975 г. (по Сыроечковскому и Семкину, 1979)

Промысловый вид	Всего по РСФСР, тыс. шт.	В районах Севера		
		тыс. шт.	удельный вес, %	стоимость, тыс. р.
Белка	4 570,8	1 826,7	40,0	3 865,3
Горностай	130,8	110,8	84,7	561,5
Колонок	109,9	31,6	28,8	243,9
Заяц-беляк	305,1	174,5	57,2	114,5
Лисица	58,1	2,5	4,3	64,4
Ондатра	1 248,8	903,6	72,3	2 158,6
Песец	62,9	62,8	99,8	2 345,8
Соболь	147,6	114,0	77,2	4 194,0

Соболь имеет промысловое значение по всему азиатскому таежному Северу. Наибольшее количество шкурок поставяет север Красноярского края, на втором месте — Якутская АССР. На международных пушных аукционах соболиные шкурки всегда находятся в центре внимания. Шкурки белки по стоимости занимают второе

место после соболя, песца — третье и ондатры — четвертое.

Главные промысловые виды диких копытных в районах Севера СССР — дикий северный олень и лось. Общее количество оленей с 1969 г. неуклонно растет, особенно в таймырской популяции. Одна из основных причин, способствующих их росту, — отстрел волков на пастбищах. Кормовые ресурсы в пределах ареала этой популяции недоиспользуются, что позволяет довести поголовье до 820—850 тыс. Но, учитывая недостаточную изученность других факторов, ограничивающих размеры популяции, ученые НИИСХ Крайнего Севера рекомендуют стабилизировать послепромысловую (а не до отстрела) численность в ближайшие годы на уровне 390—400 тыс. особей (Колпашиков, Куксов, Павлов, 1983). Лось на Севере распространен повсеместно, за исключением тундровой зоны. Суммарная численность его 750—800 тыс.

Общая кадастровая оценка ресурсов пушных и диких копытных зверей Севера составляет 84,3 млн р., в том числе пушных — 642 млн р. Товарные заготовки мяса диких копытных в СССР составляют около 11 тыс. т в год, причем мясо лося — 60%, а северного оленя — 25% (Сафонов, Шилиева, Гайдар, 1984).

Третье место по стоимости (после пушнины и мяса диких копытных) в заготовках продукции охотничье-промыслового хозяйства занимает боровая дичь: белая и тундряная куропатки, рябчик, тетерев, глухарь и др. В северных районах 80—85% всей добычи боровой дичи дают куропатки. Промысел куропаток сосредоточен преимущественно около населенных пунктов. Их добывают силками, сетями, иногда отстреливают из ружья. Закупки боровой дичи в последние годы составляют 500 тыс. штук. Предпромысловая численность тетеревиных — более 100 млн. птиц. Это дает возможность увеличить добычу и заготовки боровой дичи в несколько раз (Сафонов, Шилиева, Гайдар, 1984). Численность водоплавающей дичи за последние годы сильно сократилась и перестала иметь товарное значение.

Развитие охотничье-промыслового хозяйства можно считать перспективным: спрос на пушнину и мясо диких животных непрерывно растет как внутри страны, так и на внешнем рынке. Мнение, что промышленное освоение Севера исключает развитие охотничье-промыслового хозяйства, ошибочно. При рациональном подходе охотничьи угодья не будут нарушены — в этом нет производственной необходимости.

Требует решения некоторых организационных и технических вопросов и само охотничье-промысловое хозяйство. В связи с концентрацией населения в крупных населенных пунктах ежегодно растет категория отдаленных охотничьих угодий. Их освоение сдерживается отсутствием у промысловых хозяйств средств на аренду авиатранспорта, на строительство охотничьих баз и других производственных сооружений, на проведение биотехнических, охотохозяйственных мероприятий и учетных работ, а также очень слабым обеспечением промысловых хозяйств транспортными средствами повышенной проходимости.

Неблагоприятное воздействие на охотничьи угодья и численность диких животных оказывает экстенсивное хозяйственное освоение, развивающееся на больших площадях тайги и тундры. Это уменьшение площади спелых лесов и удельного веса хвойных пород, изменение водного режима водоемов и т. д. Хозяйственное освоение часто проводится без учета интересов охотничьего промысла. Все эти проблемы, сдерживающие развитие охотничье-промыслового хозяйства, решаются, они вполне устранимы. Нужно также отметить, что в настоящее время охотничьи угодья северного региона осваиваются немногим больше, чем на 50%, и это тоже свидетельствует о больших неиспользованных возможностях развития охотничье-промыслового хозяйства Севера.

В заключение отметим следующие факты.

В настоящее время человечество осознало, что до сих пор освоение территории, развитие цивилизации сопровождалось гибелью животных — исчезали целые виды одних животных, резко уменьшалась численность других.

Осознано и другое — гибель животных не является фатальной неизбежностью при развитии цивилизации. Сокращение численности, ее регулирование неизбежны и необходимы, но нельзя допускать уничтожение видов.

Доказана возможность интенсивной эксплуатации диких животных. Примеров тому много — эксплуатация северных оленей на Таймыре и в некоторых других районах\*; рост поголовья и добычи лосей в Швеции за последние десятилетия; отстрел их за это время возрос с 20—30 до 174 тыс. голов в год\*\*. Лосятина в мясном рационе шведов из экзотического продукта превратилась

в повседневный. Это итог объединенных усилий охотников, экологов, лесоводов, технологов, которые создали научные основы «лосиной индустрии» и обеспечили ее всем необходимым — от конкретных рекомендаций по эксплуатации локальных популяций животных до прекрасного нарезного оружия и специализированных машин для вывоза лосиных туш из угодий (там же).

Интенсивно разрабатываются и реализуются мероприятия по сохранению животных: создаются заповедники, заказники, зоны покоя, проводятся биотехнические мероприятия. В последнее время все чаще высказываются мысли о том, что полная гарантия сохранения животных обеспечивается пока только в больших зоопарках. Один из примеров тому — лошадь Пржевальского, которая сохранилась теперь только в зоопарках. Разрабатываются мероприятия по организации специально северных, арктических зоопарков (учитывая растущее освоение Севера), в которых необходимо собрать всех животных Севера: белых и бурых медведей, росомх, песцов, овцебыков, волков и др. Здесь их будут изучать, сохранять, особенно тех, кому грозит гибель, при необходимости — реакклиматизировать животных в местах их исчезновения.

Осознание необходимости сохранения животных, разработка мероприятий по их сохранению — главная гарантия их выживания в настоящее время и в далекой перспективе.

\* См.: Экология, охрана и хозяйственное использование диких северных оленей. Новосибирск. 1985. С. 166.

\*\* См.: Охота и охотничье хозяйство. 1986. № 1. С. 2.

## СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА

### ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Рассмотренные выше особенности рационального природопользования на Севере можно представить как функциональные методы охраны природы и поддержания экологического равновесия. Но к настоящему времени стало ясно, что в современных условиях только названных методов для поддержания экологического равновесия недостаточно — они должны быть дополнены территориальными методами, т. е. изъятием земель из традиционного хозяйственного пользования и передачей их в особый вид высокоэффективного социально-экономического использования (Реймерс, Штильмарк, 1978). Этот особый вид включает организацию заповедников, заказников, национальных парков и других охраняемых природных территорий. При этом решаются следующие задачи: природоохранные — поддержание экологического равновесия, сохранение генетического фонда и естественных ресурсов планеты (эти территории являются биофильтрами отходов промышленности); экономические — обеспечение прироста национального дохода (в условиях здоровой природной среды и экологического равновесия); научные — сохранение эталонов неизменной природы (естественных научных лабораторий), изучение путей рационального природопользования, мониторинг изменения природной среды под воздействием человека; социальные — удовлетворение оздоровительных, рекреационных и эстетических потребностей общества, которые способствуют проведению учебной и культурно-просветительной природоохранной работы, патриотическому воспитанию граждан. Форма охраны территории определяется целью использования, степенью сложности охраняемого объекта и продолжительностью установленного природоохранного режима.

По характеру и целям использования участки, как значительные по площади, так и имеющие небольшие размеры, могут быть либо полностью изъяты из тради-

ционного хозяйственного использования в научных и культурных целях, либо хозяйственная деятельность на них должна быть ограничена и регламентирована в интересах учебно-просветительных, рекреационных, а также для охраны и воспроизводства отдельных элементов природных ресурсов. По степени сложности охраняемые объекты могут представлять собой природный комплекс, один из компонентов этого комплекса или отдельный объект. Продолжительность природоохранного режима для данной территории или объекта устанавливается навечно или же ограничивается определенным периодом.

В нашей стране наиболее традиционными формами особой охраны природных территорий являются заповедники, заказники, памятники природы и природные национальные парки, а также территории запретных и защитных лесных зон по берегам рек и озер, вдоль дорог, вокруг населенных пунктов и т. д. Для каждой из этих форм разработаны рекомендации по режиму охраны, которые включают перечень различных запретов и ограничений, а также мероприятия, обеспечивающие соблюдение установленного режима (Типовые положения..., 1981).

Правовой режим государственных заповедников характеризуется тем, что в них охраняется весь природный комплекс, а территория навечно изымается из традиционного хозяйственного использования.

Правовой режим государственных заказников отличается от заповедного тем, что, во-первых, их территории не изымаются полностью из хозяйственного использования, а сохраняются за прежними землепользователями. Во-вторых, в заказниках охраняются временно или постоянно отдельные элементы природного комплекса. Выделяются две категории заказников — республиканские и местные.

К государственным памятникам природы могут быть отнесены типичные или редкие природные объекты, незначительные по площади. Памятники природы имеют научное, учебно-просветительное, культурно-историческое, эстетическое или оздоровительное значение.

Правовой режим этой формы охраны природно-территориальных комплексов выражается в том, что запрещаются или ограничиваются действия, ведущие к разрушению, повреждению или изменению участков ландшафта, а также отдельных объектов. В зависимости от своей уникальности, научной или эстетической ценности государственные памятники природы могут быть отнесены

к памятникам природы союзного, республиканского или местного значения.

Природный национальный парк представляет собой сложный экологический организм. Его территория разбивается на ряд зон, каждая из которых имеет различные функции и различные режимы охраны и природопользования. В природном парке решаются следующие задачи: охрана уникальных явлений природы и экологическая защита заповедных зон, организация познавательного туризма и отдыха трудящихся, природоохранительное просвещение. В соответствии с этими функциями производится районирование территории природного парка, где должны быть выделены три зоны: зона массового посещения (с гостиницами, дорогами, предприятиями обслуживания); зона ограниченного посещения (с пешеходными тропами); зона заповедная.

Территории запретных и защитных лесных полос на основании ст. 15 «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» отнесены к I группе лесов. Пользование древесиной в этих лесах ограничено. Рубка здесь производится для приведения леса в состояние, при котором он в наибольшей степени выполняет свои защитные функции, т. е. для достижения лучшего роста остающихся на корню деревьев, обновления самого леса и т. д. Древесина в этом случае — побочный продукт, так как получение ее — не главная цель хозяйства. Охрану участков запретных и защитных зон осуществляют лесхозы обл(край)управлений лесного хозяйства.

Существуют и другие формы охраняемых природных территорий: притундровые защитные леса, зеленые зоны вокруг населенных пунктов и др., о которых будет сказано несколько позже.

До недавнего времени заповедники организовывались в критических ситуациях — нужно было спасти погибающих животных: диких северных оленей (Лапландский), бобров (Воронежский), выхухолей (Хоперский), гаг (Кандалакшский), соболей (Баргузинский) и т. д. Позднее эти заповедники стали превращать в комплексные, хотя и до сих пор среди сотрудников «зоологических» заповедников или недостает, или вовсе нет ботаников, часто нет и почвоведов.

В конце 60-х — середине 70-х годов была сформирована концепция «каждому типичному подразделению природы — свой заповедник» (К. Д. Зыков, Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк, К. П. Филонов, Ю. П. Язан и др.). Однако ситуация, складывающаяся вокруг запо-

ведников, показала, что этот принцип недостаточно обоснован (Реймерс, Штильмарк, 1978). Природа в заповеднике, окруженном городами, промышленными предприятиями, деградирует — гибнут животные, растения, загрязняются почвы. Это отчасти видно на примере Лапландского заповедника, границы которого на северо-востоке как бы упираются в комбинат «Североникель»\*, на юге — в комбинат «Апатит» и Кандалакшский алюминиевый завод. Н. Ф. Реймерс и Ф. Р. Штильмарк выдвинули концепцию, в соответствии с которой каждый природный регион должен обладать системой охраняемых природных территорий. Впервые вариант такой системы охраняемых природных территорий создан для заполярного Севера. Работа эта названа «Красная книга экосистем Кольского Севера» (Крючков, Кондратович, Андреев, 1983). Для Кольского региона система охраняемых природных территорий особенно важна по следующим причинам. Природа здесь очень уязвима и легко разрушается при антропогенном воздействии. Она вдвойне хрупка и уязвима, потому что больше половины области — это территории с горным рельефом. Горные экосистемы предельно неустойчивы в любой природной зоне планеты, а севернее полярного круга в особенности. В Мурманской области, несмотря на ее небольшие размеры (145 тыс. км<sup>2</sup>, протяженность с севера на юг около 300 км), расположены три природные зоны: тундра, лесотундра, тайга; в горах — соответственно три вертикальных природных пояса: горно-тундровый, горного лесотундрово-березового криволесья и горно-таежный. Это говорит об экстремальности природных условий и о резком их нарастании на небольших пространствах, приводящих к смене природных зон. Таким предельно уязвимым экосистемам необходима и особая система их охраны.

Наличие только заповедников в промышленно развитой и развивающейся области создает ситуацию, при которой заповедные территории становятся изолированными островами природы в пространстве, занятом индустриальными комплексами. Последствия изоляции природных комплексов (даже если это естественные природные острова в океане) — обеднение видового состава фауны и флоры, упрощение структуры экосистем. В индустриальном «море» последствия ложноостровной изо-

\* См.: Крючков В., Семенов-Тянь-Шанский О. Висит дым над заповедником // Правда. 1980. № 284. 10 окт.



ляции будут еще печальнее: Лапландский заповедник — тому доказательство. Сотрудники этого заповедника установили снижение численности животных и их веса на единицу площади (табл. 7).

ТАБЛИЦА 7. ЗАПАС И ЖИВОЙ ВЕС БОРОВОЙ ДИЧКИ НА 1 ТЫС. ГА (по Семенову-Тян-Шанскому, 1975)

Годы	Глухарь	Тетерев	Белая куропатка	Рябчик	Всего птиц	Живая масса, кг
1936—1941	100	2	38	40	180	302
1948—1951	45	17	38	55	155	182
1958—1965	13	5	22	31	71	66
1966—1973	16	5	19	12	52	64

Снижение поголовья диких оленей в заповеднике происходило следующим образом: в 1967 г. — 12 640 голов, в 1972 г. — 9756, в 1974 г. — 5400 голов (Семенов-Тян-Шанский, 1975). В 1981 г. материалы авиаучета показали, что в западной части области осталось около 100 оленей.

Все это следствие того, что, во-первых, восточная сторона Лапландского заповедника примыкает к индустриальным узлам, а остальные стороны до недавнего времени практически не имели охраняемых природных территорий и примыкали к участкам лесоразработок, дорогам и т. д. Ситуация эта сложилась не по чьей-то недоброй воле. В 30-х годах почти одновременно организовывались и заповедники (Лапландский, Кандалакшский), и большая часть промышленных предприятий региона: комбинаты «Североникель», «Апатит», Нивские ГЭС и т. д. И никто, конечно, тогда не мог предположить, какая здесь сложится ситуация через 30—50 лет. Только совсем недавно стало ясно, что каждый природный район должен иметь не только заповедник, но и систему охраняемых, не изолированных, а взаимоувязанных и состыкованных между собой природных территорий. Охраняемые природные комплексы должны как бы уравновешивать промышленные узлы, создавая экологическую стабильность; одновременно они будут местобитаниями диких животных и растений, в том числе и редких, находящихся под угрозой исчезновения; вместе с тем должна быть система взаимосвязанных между собой природных комплексов — такова трединая задача организации системы охраняемых природных территорий.

В связи со сказанным возникает вопрос: а какова должна быть площадь охраняемых природных территорий, чтобы сохранить экологическое равновесие и реализовать цели, которые сформулированы выше? Н. Ф. Реймерс и Ф. Р. Штильмарк (1978) называют следующие цифры: для южной тайги — 50%; для северной половины тайги охраняемый природный режим должен поддерживаться на 80—90% площади; для арктической и тундровой зоны преобразованные участки могут занимать не более 2%; 98% (а в некоторых случаях до 100%) целесообразно оставлять нетронутыми. Наши расчеты применительно к северной тайге и тундре дали такие же результаты. И как всегда, в подобных случаях возникает следующий вопрос: а возможно ли претворить в практику эти рекомендации?

Да, есть такая объективная возможность, которая позволяет организовать здесь на огромных площадях систему природных охраняемых территорий! Среди многих аспектов проблемы охраны природы рассматриваемого региона важен и такой — русский Север как памятник отечественной и мировой культуры. Так и назвали свою статью академик Д. Лихачев и член-корреспондент АН СССР В. Янин в журнале «Коммунист». Они ставят вопрос: «Можно ли считать огромный район, равный по величине территории нескольких европейских государств, вместе взятых, единым памятником культуры? Ведь здесь расположены тысячи обнаруженных и частично обнаруженных первоклассных памятников, и неизвестно, сколько еще предстоит выявить и изучить. Мы глубоко убеждены в том, что именно так нужно подходить к русскому Северу, ибо при всем обилии и разнообразии его памятников есть нечто цельное, объединяющее и придающее этому краю особую ценность для всей тысячелетней русской, да и не только русской культуры» (Лихачев, Янин, 1986, с. 115). Русский Север, отмечают авторы, — это огромный, раскинувшийся на тысячах квадратных километров музей, причем музей с большим запасом невыявленных и неисследованных экспонатов. Сохранить все это историко-культурное богатство для потомков — задача государственной важности, наш гражданский, патриотический долг. Необходимо сделать все возможное, чтобы сохранить Север как единое целое (там же, с. 119). Одно из важнейших условий решения этой задачи — комплексная и эффективная охрана природы региона.

**О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ  
ЕВРАЗИЙСКОГО СЕВЕРА**

Все охраняемые природные территории — это своего рода экологический противовес землям, используемым человеком для производственных целей. К началу 1986 г. в рассматриваемом регионе существовало 7 заповедников.

*Пинежский заповедник* организован в 1975 г. (Сыроечковский, 1984). Расположен в Архангельской области, на правом берегу Пинеги, в северотаежных лесах, в юго-восточной части Беломорско-Кулойского плато. Это самый маленький из всех северных заповедников страны. Площадь его 41,2 тыс. га; 90% территории занимают леса и 6,3% — болота. Климат умеренно континентальный, суровый. Очень характерно явление карста. Масса карстовых воронок-озер, много пещер, есть даже подземные речки. Тайга темнохвойная, преимущественно еловая. Есть сосняки. Особую ценность имеют участки 300-летних лиственничников из могучих деревьев высотой по 30 м и толщиной стволов до 1 м.

Фауна — типично таежная. Характерны медведь, россомаха, лось, бурндук, лесная куница, глухарь, рябчик, трехпалый и черный дятлы. С юга по антропогенным ландшафтам проникают такие виды, как вальдшнеп, вяхирь, сорока, воробей.

*Печоро-Ильчский заповедник* организован в 1930 г. Расположен в северной тайге в верховьях Печоры, на западных предгорьях Северного Урала в Коми АССР. Площадь его 721 тыс. га. Климат континентальный, суровый. Глубина снежного покрова до 1 м. В долинах рек преобладает темнохвойная тайга. На равнинах с песчаными, хорошо дренированными почвами господствуют боры. Наиболее распространены лишайниковые и зеленомошно-лишайниковые боры с брусничниками и черничниками. Кое-где встречается кедр, к востоку его становится больше.

Животный мир представлен характерными таежными видами. С востока сюда проникает соболь, с запада — лесная куница. В заповеднике много медведей, россомах, многочислен лось. Обычна ондатра, реакклиматизирован бобр. В заповеднике много глухарей, тетеревов, рябчиков. Самая ценная рыба заповедника — семга, приходящая сюда на нерест. В реках много хариуса, встречают-

ся сига, обычны язь, налим, окунь, щука. В Илыче обитает таймень (Сыроечковский, 1984).

*Заповедник «Малая Сосьва»* организован в 1976 г. Расположен в бассейне Малой Сосьвы — притока Северной Сосьвы, впадающей в Обь, в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области. Площадь его 93 тыс. га. Климат суровый, зима холодная, лето короткое и дождливое. Многолетней мерзлоты нет. Снежный покров держится 200 дней в году. Рельеф равнинный, но на Малой Сосьве, реке извилистой и тихой, есть и каменные пороги. Заповедник находится в тайге.

Самый важный объект охраны — бобр. В пределах Сибири аборигенные бобры сохранились только на Сосьве и в верховьях Енисея, в Туве. Генофонд аборигенных сибирских бобров особенно ценен. Это незаменимый материал для расселения вида в Сибири. В заповеднике обычны характерные таежные виды: соболь, россомаха, дикий северный олень (лесная форма), лось, глухарь, рябчик.

*Юганский заповедник* организован в 1982 г. Расположен в типичных ландшафтах Западно-Сибирской равнины, в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области, в бассейне Югана — левого притока Оби. Площадь его 650 тыс. га. Заповедник ценен как эталон первозданной западносибирской тайги с типичными для нее видами растений и животных. Рельеф равнинный, много болот. Климат суровый, зима многоснежная. По рекам распространена темнохвойная тайга — елово-пихтовые и кедровые леса. Есть в заповеднике и массивы боров. Создание заповедника в этом районе особенно важно, потому что Западно-Сибирская равнина интенсивно осваивается в связи с разработкой богатейших ресурсов нефти и газа.

Животный мир — таежный. Здесь многочисленны соболь, лось, медведь, глухарь, рябчик, обычна россомаха. Встречается таежный дикий северный олень. Юган богат рыбой, но в основном это «черная рыба»: щука, язь, окунь, сорока, елец.

*Таймырский заповедник* организован в 1979 г. Занимает центральную часть полуострова в Таймырском автономном округе Красноярского края. Это самый крупный заповедник страны. Его площадь 1 348 тыс. га. Охраняет северные тундры Сибири.

Географически заповедник находится в пределах Северо-Сибирской низменности, на правом берегу Верхней Таймыры. На севере он выходит к оз. Таймыр. Климат

очень суровый. Всюду распространена вечная мерзлота. Зимой обычны морозы до  $-50^{\circ}$ , а толщина льда на оз. Таймыр достигает 2,5 м.

В наиболее суровой, северной части заповедника распространены арктические тундры, где растительный покров не сплошной и занимает всего лишь 30—40% поверхности почвы. Южнее располагаются более богатые субарктические тундры. Животный мир характерен для сибирских тундр. В заповеднике в большом числе гнездятся и линяют гуси. Обычна краснозобая казарка — редкий вид, внесенный в Красную книгу СССР. На озерно-болотных участках обильны различные чайки, гнездятся гаги-гребенушки, чернозобая и полярная гагары. Гнездится тундряной лебедь. Обилен в заповеднике дикий северный олень. Встречаются песец, волк. Обычны в заповеднике на гнездовье сокол-сапсан, белая сова, зимняк.

Своеобразна ихтиофауна. Здесь преобладают ценные виды рыб — сиговые, лососевые, хариусовые. Озеро Таймыр — крупнейший на Севере маточный сиговый водоем, в котором рыбы приспосабливаются к резкому сезонному колебанию уровня воды (5—7 м), характерному для озера. Поэтому их можно рекомендовать для разведения в водохранилищах.

В заповедник отдельным участком включено замечательное урочище Ары-Мас (в переводе «лесной остров»), расположенное на правом берегу Новой — левого притока Хатанги. Недалеко от него имеется лесной участок по Лукунской. Здесь проходит самая северная в мире граница лесов; единственная древесная порода — даурская лиственница.

*Олёкминский заповедник* организован в 1984 г. Это первый заповедник в Якутской АССР, его площадь 847 тыс. га — самый крупный в тайге и четвертый по величине после Таймырского, Кроноцкого и Алтайского. На значительной части территории заповедника рельеф низкогорный и предгорный, пологоволнистый, с высотами 500—700 м над уровнем моря. К юго-востоку отметки высот повышаются до 900—1100 м.

Заповедник расположен в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты. Климат континентальный, абсолютная амплитуда температур достигает почти  $100^{\circ}$ . За год выпадает 400—500 мм осадков, что для Якутии довольно много. Зима продолжается 6—7 месяцев, средняя температура января  $-33^{\circ}$ , глубина снега в среднем невелика (30—40 см), но сильно зависит от

особенностей рельефа и значительно увеличивается с высотой.

Здесь преобладают различные по составу и структуре леса таежного типа, где многие древесные породы Сибири представлены в различных сочетаниях. Осина, береза, сосна соседствуют с даурской лиственницей, сибирским кедром, елью и пихтой. Четко выражена вертикальная зональность. Лесопокрытая площадь составляет 88%, в том числе 53% приходится на лиственницу, 15% — на кедр. Основные массивы кедровников, расположенные у северного предела распространения, сосредоточены в верхнем течении Амги и на отрогах Амгинского хребта в восточной части заповедника.

По предварительным данным, в фауне позвоночных Олёкминского заповедника примерно 40 видов млекопитающих, около 180 видов птиц, 2 вида рептилий, 2 вида амфибий и 18 видов рыб (Александров, Сторчевой, Штильмарк, 1984). В заповедной тайге много соболя, медведя, лося. К числу видов, заслуживающих особой охраны, можно отнести выдру, серого журавля, дербника. Большое значение заповедник будет иметь для охраны таких ценных рыб, как таймень, ленок, хариус, сиг.

Территория заповедника почти не затронута хозяйственной деятельностью и является подлинным эталоном экосистем горно-таежной Якутии.

*Магаданский заповедник* организован в 1982 г. Стоит из четырех обособленных участков, расположенных в южной части Магаданской области. Общая площадь около 800 тыс. га. Самый крупный участок расположен на юге области, в бассейне р. Челомджи — притока Тауй. Здесь хорошо выражена приохотская, преимущественно лиственничная тайга. Много марей. По долинам рек распространены чозениевые леса. Из млекопитающих здесь многочислен бурый медведь, обычны дикий северный олень, соболь. В целом фауна северо-таежная, но встречаются и представители южной фауны. В Тауй и Челомджу в большом количестве заходят на нерест дальневосточные лососи, в особенности горбуша, кижуч, кета.

Ямский участок расположен восточнее Магадана, в бассейне Ямы. Здесь есть уникальный для Магаданской области участок темнохвойной тайги. Фауна — таежная.

Участок «Полуостров Кони» расположен в Охотском море, напротив Магадана. Это гористый полуостров. Растительность представлена почти исключительно кед-

ровым стлаником. Высокоствольных лесов практически нет. Вершины гор и верхние части склонов заняты горными тундрами. В долинах рек между горами расположены участки леса: каменноберезники паркового типа, много рябины, жимолости. В реки в большом количестве заходят на нерест проходные лососи, почти исключительно горбуша. Здесь много медведей. Обычен на прибрежных скалах белоплечий орлан, включенный в Красную книгу СССР. В некоторых местах побережья — скопления перны и ларги (Сыроечковский, 1984).

Четвертый, Сеймчанский участок расположен в долине Колымы, в ее верхнем течении. Для него характерны ультраконтинентальные реликтовые северные степи якутского типа.

В будущем площадь заповедных земель Севера существенно возрастет.

Территории, наиболее перспективные для организации заповедников, рассмотрены ниже.

На *Восточно-Европейском Севере*, где идет разработка угольных и нефтегазовых месторождений, необходимо, учитывая природное разнообразие региона, организовать еще (кроме Печоро-Ильчского) как минимум два заповедника. Один из них — тундровый — должен иметь меридиональное направление — от лесотундры к тундре. Территорию для заповедника целесообразно выделить от пос. Хоссада-Хард в северном направлении, в сторону лесного острова. Он будет расположен между 58° и 60°30' в. д. и 67—68° с. ш. и включит в себя лесотундру, южную тундру и уникальный лесной остров, находящийся в среднем течении Море-Ю, впадающей в Хайпудырскую губу Печорского моря. Координаты участка: 67°50' с. ш., 59°50' в. д. Протяженность около 12 км, ширина долины до 2 км. Примерная площадь, занимаемая лесным островом, около 2,5 тыс. га.

Растительность представлена отдельными группами и рощицами ели сибирской и крупнокустарниковой березы. Рост ели умеренный, высота деревьев в среднем составляет 6—8 м, но отдельные экземпляры достигают 10—12, максимум 14 м. Ельники разновозрастные, отдельные деревья достигают 200—250 лет (Гладков, Балибасов, 1975). Хорошо развит разновозрастной подрост.

Уникальность предлагаемого для заповедания лесного острова заключается не только в том, что он целиком расположен вне лесотундровой зоны, он даже не находится в контакте с лесотундрой, располагаясь в десятках километров к северу от нее. Лесной остров Море-Ю ин-

тересен не только как лесная экосистема в тундре, но и как исторический памятник. Еще А. Шренк в 1837 г. отмечал, что у ненцев-оленьеводов лес считается священным — местом свершения погребальных обрядов.

В. П. Гладков и В. П. Балибасов (1975) предлагают организовать также в качестве эталона-заповедника территорию приполярно-уральского природного комплекса, изолированную от горной части Урала широкими и глубокими долинами рек Косью, Ягиней и Харота (Харота-Ягинейский заповедник). Предлагаемая к заповеданию территория принадлежит к наиболее высокой части Приполярного Урала: восемь вершин массива имеют отметки, превышающие 1500 м абсолютной высоты (все они находятся на массиве Восточный), а 39 — более 1000 м.

Большинство малых и средних рек имеют в верховьях невыработанную долину. В средних частях долины приобретают каньонообразную форму. Протекая в пределах распространения наиболее устойчивых к размыву пород, реки часто образуют водопады.

Для этой территории, как и для других горных районов, характерна высотная поясность. Предел распространения древесной растительности 480—580 м. Выше располагаются горные тундры различных типов. Высоты от 1000 м и более заняты гольцами. Древесная растительность занимает немногим более 20% площади, болота — около 5, кустарниковая и кустарничковая тундра — более 18, гольцы — около 25%. Среди пород деревьев наиболее распространена лиственница, которая занимает 42%, ель — 36,6, береза — 21,4% площади заповедника (Гладков, Балибасов, 1975).

На *севере Западной Сибири* заповедник необходимо организовать от пос. Лабитянги (на левом берегу Оби, в северной лесотундре) на северо-восток вплоть до большой излучины Щучьей, внутри которой находится моренный лесной остров Сопкай. Заповедник, так же как и предыдущий, включит в себя лесотундру, южную тундру и лесной остров в тундре, расположенный примерно в 100 км от северной границы лесов.

Исследования в заповеднике могут иметь большое научное и практическое значение для объяснения причин отсутствия деревьев в полосе относительного безлесья тундры и мер, необходимых для преодоления его, т. е. лесной мелиорации в южной тундре. Западно-Сибирский тундрово-лесной заповедник Сопкай представляет собой ландшафт озерно-холмистой моренной равнины зырянского оледенения, сложенной валунными суглинками, су-

песями и песками. Абсолютные высоты холмов 60—90 м, редко 100 м, относительная высота 20—50 м. Глубина оттаивания почвы 80—100 см. Вода, которая равномерно распределена на тундровых безлесных равнинах, заболочатая их, в Сопкайском холмистом ландшафте сосредоточена в озерах. Поэтому значительная часть тепла, которая идет на испарение влаги на заболоченных равнинах, здесь расходуется на нагревание почвы и воздуха. Вследствие этого моренные холмы покрыты лиственничными редкостойными лесами с подлеском из ольхи кустарниковой и карликовой березы. Снег, равномерно покрывающий поверхность, препятствует сильному промерзанию почвы, и потому температура грунтов здесь выше, чем в заболоченных тундрах, расположенных южнее.

*В Средней Сибири* Е. Е. Сыроечковский и Ф. Р. Штильмарк (1984) предлагают организовать «биосферный заповедник в центре Сибири», который должен состоять из двух участков — Енисейско-Столбовского (основного) и Елогуйского (левобережного). Енисейско-Столбовский участок будет включать в себя отрезок Енисейской поймы между селами Сумароково и Лебедь. Могучая река шириной 2—3 км пройдет через заповедник на протяжении примерно 70 км. Здесь есть довольно крупные острова, поросшие тайгой или густыми тальниками. В Енисее многочисленна стерлядь и сибирский осетр, известны зимовальные ямы «красной» рыбы, имеются ценные нерестилища нельмы, омуля, ряпушки, муксуна, обычны сибирский таймень, хариус, а также частиковые породы (щука, налим, окунь, сорога).

Здесь пролегает один из важнейших пролетных путей птиц в Северной Азии. В пойме и пойменной тайге располагаются главные зимние стоянки лосей, многочисленны зайцы-беляки, горностаи, заходит песец. Озера богаты ондатрой, встречается акклиматизированная норка, а также россомаха и волк. Тайга надпойменных террас в древней долине Енисея очень разнообразна. Наиболее характерны ельники, пихтачи, кедровники, много лиственничников, встречаются и боры, а по гарям широко представлены березняки и осинники. Лесные уголья долины Енисея богаты соболем, обычны здесь бурый медведь, обьковенный глухарь, белка, рябчик, бурундук, кедровка и другие типичные «таежники».

Необходим заповедник и в горах Путорана, о целесообразности организации которого писали многие ученые: К. Д. Зыков, Ю. Д. Нахимовская, Е. Е. Сыроечковский, Н. Ф. Реймерс, Ф. Р. Штильмарк и др. Веское

обоснование созданию охраняемой территории дали Б. Павлов и Е. Забродина (1984), но они предлагают организовать заказник. В этой еще мало освоенной местности, которая может быть эталоном северных горно-таежных экосистем, лучше все-таки организовать заповедник.

Основная задача этой охраняемой территории будет заключаться в охране северных горно-таежных экосистем, животных, занесенных в Красные книги СССР и РСФСР (снежный баран, кречет, орлан-белохвост и др.) и имеющих здесь северный предел распространения (Павлов, Забродина, 1984).

Горы Путорана занимают центральную часть обширного региона на севере Средней Сибири и обладают рядом уникальных черт. В историческом прошлом они не подвергались оледенению или его воздействию было незначительным. В верховьях р. Котуй абсолютная высота плоскогорья достигает 1701 м. Путоранские озера — крупнейшие после Байкала резерваты пресной воды. Климат региона холодный. Безморозный период практически отсутствует из-за частых заморозков даже в разгар лета. Солнечных дней на Путоране значительно больше, и прозрачность воздуха в 2 раза выше по сравнению с остальными районами Сибири. Лесообразующие породы — сибирская и даурская лиственницы.

В озерах и реках Центральных Путоран обитает около 20 видов рыб. Наиболее многочисленны хариус, валец, голец, встречаются чир, сиг, ряпушка.

Для плато характерна группа видов-мигрантов, достигающая в определенные сезоны огромного количества. К ним относятся дикий северный олень, песец, волк и россомаха. Через центральную часть плато ежегодно весной и осенью проходит свыше 200 тыс. оленей таймырской популяции. Пребывание столь значительного числа животных от 5 до 8 месяцев в году выступает как мощный биогенный фактор.

*В Восточной Сибири* И. П. Щербаков (1963) предложил создать Китчанский заповедник. Территория для Китчанского заповедника расположена в предгорьях и горных цепях юго-западной части Верхоянской горной системы, близости к Лене (правобережье), а также в долине Лены, в части, прилегающей к устью Вилюя. Площадь территории равна приблизительно 720 тыс. га, включает в себя пойму и надпойменную часть долины Лены, а также ее острова, занятые лесной растительностью таежного типа из лиственницы даурской, сосны

и ели сибирской, зарослями кустарников, главным образом ивняками, и луговыми участками, часто заболоченными, а также горно-таежными редколесьями из лиственницы даурской с небольшой примесью ели сибирской и сосны в западной части предгорий и из чистой лиственницы — в восточной части их и у высотных границ леса.

В приречной части территории проходит северная граница распространения сосны обыкновенной и ели сибирской, а также некоторых кустарниковых и травяных видов, благодаря чему эколого-физиологические наблюдения за ними приобретают особый интерес. Животный мир разнообразен и состоит из пушных промысловых животных и видов, свойственных среднетаежным лесам, включая все виды боровой птицы. Кроме того, горная часть территории входит в ареал дикого северного оленя, снежного барана — чубуку и тарбагана, численность которых сильно подорвана промыслом.

Долина Лены в пределах предлагаемого заповедника позволяет поставить охрану и изучать пролетных и гнездящихся водоплавающих птиц. Здесь сходятся два крупных пути перелета: южный — вдоль Лены через Монголию в Индию и Африку; восточный — вдоль Алдана и побережий Охотского и Японского морей. Кроме того, участок Лены при впадении Вилюя весьма удобен для наблюдений за полупроходными и местными рыбами, некоторые из них имеют большое хозяйственное значение (нельма, осетровые, муксун, омуль и др.).

И. П. Щербаков\* предлагал организовать в Усть-Ленский заповедник в низовьях Лены по левому ее берегу, в междуречье Оленека и Лены, с частичным включением северо-западной части дельты Лены. Площадь материковой территории 1,4 млн. га, части дельты — 600 тыс. га, а всего около 2 млн. га, включая водные пространства.

Территория включает в себя материковую тундру в районе междуречья Оленека и Лены с пониженными участками вдоль побережья Лены и с повышениями в области хребта Чекановского до 400 м. Поэтому здесь представлены все типы тундр — от травянисто-моховых до каменистых; арктическая тундра и фрагменты арктических пустынь по островам у дельты Лены с крайне бедной травянистой и кустарниковой растительностью; водные пространства дельты Лены и бесчисленное количество озер, особенно на островах.

Здесь сосредоточены гнездовья очень большого количества водоплавающей птицы, особенно на не поддающихся учету маленьких и больших озерах, островах дельты Лены. Дельта Лены — место нагула молоди и чрезвычайно важный контрольный пункт для наблюдения за популяциями ценнейших северных рыб (нельма, ряпушка, муксун, омуль и др.).

На крайнем северо-востоке Азии целесообразно организовать Чукотский горно-тундрово-долинный заповедник по Амгуэме. Предложение это сделано группой ученых (Е. М. Лавренко, В. Г. Гейтнер, С. В. Кириков, А. Н. Формозов) еще в 1958 г. В верховьях Амгуэмы и ее притоков имеются чозениевые лесные островки, удаленные на сотни километров от лесной зоны.

Таким образом, площадь существующих заповедников превышает 45 тыс. км<sup>2</sup> (0,4% территории Севера). Общая площадь предлагаемых к охране заповедников примерно 150 тыс. км<sup>2</sup>.

Важное место в системе охраняемых природных территорий принадлежит заказникам. Ф. Р. Штильмарк (1981) отмечает, что к 1981 г. в РСФСР имелось более 900 заказников при общей их площади 35 млн. га (1,4% территории РСФСР); на Крайнем Севере — около 100 местных заказников и несколько заказников республиканского значения. Можно предположить, что общая площадь всех заказников составляет не менее 100 тыс. км<sup>2</sup>, т. е. 0,9% территории Крайнего Севера.

Сотрудники Коми филиала АН СССР В. П. Гладков и В. П. Балибасов (1975) предложили перспективный план создания заказников для этой автономной республики, который включает следующие заказники: ландшафтный Сабля — 28 тыс. га; Удорский комплексный — 32 тыс. га; ландшафтный Нярт-Сюю — 36 тыс. га; геоморфологический Чайцинский Камень — 11 тыс. га; болотные заказники: у пос. Халмер-Ю — 50 га; болотная система Путанье озера — 1 тыс. га; система бургистых болот междуречья Усы и Юнь-Яги — 3 тыс. га; болото у совхозной фермы Юнь-Яга — 100 га; болото Небеса-Нюр — 1600 га; болотная система у железнодорожной станции Инта — 3 тыс. га; болото Родионовское — 1700 га; болото Ива-Нюр — 200 га; болото Кайгородка — 850 га; болотная система Мартюшевская — 8700 га; ботанико-орнитологический болотный заказник Усва-Нюр — 140 тыс. га.

Общая площадь этих перспективных для организации заказников территорий составляет 231,2 тыс. га. В Ко-

\* Заповедник в устье Лены организован в 1985 г.

ми АССР имеется шесть кедровых заказников, общая площадь которых 7131 га. В этой республике проходит северная и западная граница кедра, и потому он взят под особую охрану.

Под Воркутой имеется оригинальный заказник Луговой совхоза «Центральный» площадью 20 га. В 1958 г. на участке кустарниковой тундры начались работы по его освоению и залужению многолетними травами. Результат оказался успешным — вот уже почти 30 лет среди тундры существует луг, на котором растут многолетние травы. Он и объявлен заказником. Этот опыт по залужению тундры и созданию на ней кормовых угодий используется в совхозах объединения «Воркутауголь»; в 1985 г. было освоено около 5 тыс. га тундровых земель.

На рассматриваемой территории Евразийского Севера проходят границы многих видов растений. Учитывая быстрое освоение Севера и чрезвычайную уязвимость его экосистем, все деревья и кустарники у их северных пределов должны быть взяты под особую охрану. Здесь расположены также северные ареалы многих животных: млекопитающих, птиц, земноводных и пресмыкающихся. Если не все, то большая часть этих территорий должна быть взята под охрану хотя бы в ранге заказников. Необходимо также охранять территории, по которым (или над которыми) проходят миграционные пути животных. Это важно для всех животных, в том числе и для птиц, которые гнездятся и размножаются на Севере.

Особую роль на Севере играют лесные заказники. В 1972 г. было высказано предположение о необходимости организации вдоль северных границ лесов на всей территории Советского Севера ботанических заказников для приостановления активных процессов отступления лесов к югу\*.

Вдоль полярной границы лесов несплошной, рваной, неодинаковой ширины полосой выделены притундровые защитные леса. Охрана этих лесов чисто номинальна, т. е. практически их никто не охраняет: их вырубают экспедиции, оленеводы, охотники, туристы. Здесь не разрешаются только эксплуатационные рубки, да и то бывают и такие случаи в притундровых лесах, после чего их переводят в III группу. Притундровых лесов почти нет в Чукотском автономном округе, хотя большие острова их есть, обильны и леса по долинам рек.

\* См.: Вестник АН СССР. 1979. № 9. С. 7.

И здесь надо отметить следующее. Все долинные леса рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, не охвачены ни одной из существующих форм охраны: они не включены ни в притундровые защитные леса (по-видимому, потому, что находятся в тундровой зоне), ни в запретные лесные прибрежные полосы (по той же, наверное, причине: какие же леса в тундре?); они не включены в заказники (подобные заказники даже не планируются). То же самое относится к лесам по берегам озер. Все это идет от недопонимания роли лесов и незнания природы Севера и ее предельной уязвимости при антропогенном воздействии.

Все притундровые защитные леса должны быть объявлены республиканскими заказниками, которые обязательно включали бы и долинные леса, нередко доходящие почти до океана. Все лесные острова в полосе относительного безлесья тундры тоже должны быть взяты под охрану в качестве памятников природы. В противном случае граница древесной растительности будет отступать к югу еще быстрее, чем в настоящее время. Многие города Севера, находящиеся сейчас в безлесной местности, именуемой тундрой, были еще на памяти современного поколения окружены лесами.

При подготовке этой книги вместе с тем выяснилось и следующее: города и поселки Севера, за исключением некоторых в Мурманской и Магаданской областях, не имеют зеленых охранных зон. Пригородные зеленые зоны необходимо выделять вокруг всех пунктов с населением 200 и более человек. Только в этом случае города и рабочие поселки перестанут быть своеобразными центрами тундрообразования. Такие территории потому и разрастаются вокруг населенных пунктов, что здесь нет законодательно оформленных охранных лесов.

Вокруг горных массивов необходимо организовать кольцевые лесные заказники — это тоже назревшая необходимость. Обязательно должны охраняться и долинные таликовые\* леса, протянувшиеся в массивах тундры на многие десятки и сотни километров вплоть до побережья арктических морей. Эти леса, сложившиеся в результате взаимодействия с линейными таликами речных долин, имеют

\* Талик — это участок талого грунта в зоне вечной мерзлоты. Обычно бывает под реками и озерами. В данном случае речь идет о сквозных таликах, которые пронизывают всю толщу мерзлых пород. Сохранению таликов благоприятствует не только отепляющее влияние рек и озер, но и леса, способствующие накоплению снега и меньшему промерзанию грунтов.



РИС. 28. Стланиковые куртины лиственницы даурской в полосе относительного безлесья требуют тщательной охраны

реликтовую природу и не могут быть восстановлены, если по какой-либо причине они оказываются нарушенными человеком. Экологическое значение этих лесов трудно переоценить.

И наконец, о памятниках природы. На Севере имеется много объектов, которые должны быть объявлены памятниками природы. Это не только лесные острова в тундре (рис. 28), о которых говорилось, это и небольшие ледники в Хибинах, на Полярном Урале, Таймыре, Пурторане, Верхоянском хребте и других горных массивах Севера.

Все типы мерзлотных форм рельефа тоже необходимо взять под охрану: бугры пучения (булгуньяхи), термокарстовые озера, пятнистые, бугорковые, полигональные формы мерзлотного рельефа (рис. 29). Вытаптывание почвенно-растительного покрова на булгуньяхах, заезд на эти бугры вездеходами, разведение костров — все это ведет к разрушению их. Поэтому в каждом регионе необходимо определить, какие из них нужно взять под охрану. То же самое относится к пятнистым и полигональным тундрам. Несколько поездок вездеходом или трактором разрушают структуру и внешнюю форму этих мерзлотных образований.

От Кольского Севера до Чукотки все чаще обнаруживают неолитическую живопись — наскальные рисунки (рис. 30, 31), в том числе цветные (охрой и другими



РИС. 29. Типичные пятнистые тундры. По 2—3 га пятнистых тундр в каждом из физико-географических секторов должны быть объявлены памятниками природы. Проезд на транспорте, проход оленей, любые другие воздействия ведут к зарастанию травами или протанванию и термокарстовому оседанию, т. е. в любом случае к деградации пятнистых тундр. Поэтому они должны охраняться от антропогенных воздействий

красками). Эти места тоже необходимо сохранить для будущих поколений. Природно-историческими памятниками необходимо объявить скопления орудий труда и быта древних кочевников Севера: стрелы, наконечники; кольца, бусы, изделия из мамонтовой кости, мамонтовые кости со следами обработки их человеком.

Таким образом, на огромных малоосвоенных просторах Севера необходимо создавать систему охраняемых природных территорий, примерно такую, как на Кольском Севере. Опыт показывает, что это лучше делать перед хозяйственным освоением или одновременно с ним. Для подобной работы найдены уже и организационные формы — территориальные комплексные схемы охраны природы. Такие схемы целесообразно создавать по природным регионам, которые почти совпадают с административным делением: Восточно-Европейский Север — Архангельская область и Коми АССР; север Западной Сибири — Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский автономные округа; север Средней Сибири — Таймырский, Эвенкийский автономные округа и т. д.



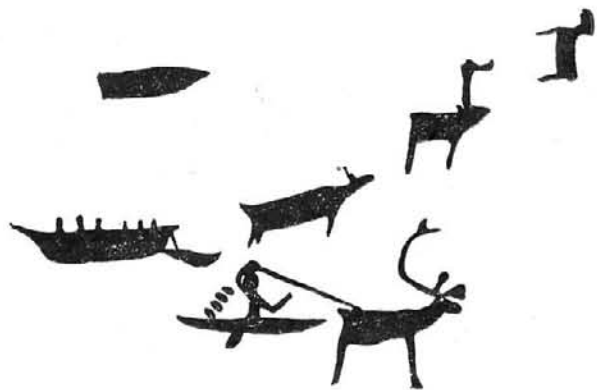


РИС. 30. Рисунок на скалах Пегтымеля (по Н. Н. Дикову, 1971). Охота на пловущих оленей с лодок. На первом плане изображен охотник, который вонзил в оленя гарпун (или копье)

**О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ  
ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ**

О необходимости охраны природы Северного Ледовитого океана говорят многие факты. Вот некоторые из них.

Северный Ледовитый океан — это огромная единая экосистема со сложной динамикой течений: Гольфстрим, в последнее время, к сожалению, несущий все больше загрязняющих веществ; поверхностные течения, которые обуславливают дрейф льдов на запад; глубинные течения и т. д. Лыдина, загрязненная нефтью или другими веществами, продрейфовав не одну тысячу километров, загрязнит площадь, в сотни и тысячи раз превышающую размер самой лыдины.

Следующая особенность региона, требующая тщательной его охраны, — это рассредоточение животных очагами, изолированными и расположенными далеко один от другого: лежбища моржей, берлоги самок белых медведей, птичьи базары. Комплекс мероприятий по их охране должен быть очень жестким, ибо, уничтоженные однажды в условиях нарастающего освоения Арктики, эти очаги, где идет размножение животных, могут не восстановиться. В условиях равномерного, сплошного распространения животных в случае их уничтожения в каком-либо месте восстановление происходит быстрее.



РИС. 31. Петроглифы на скалах Пегтымеля (по Н. Н. Дикову, 1971). На нижнем левом рисунке охотник с лодки бросает гарпун в оленя. Внизу справа охотник копьем забивает оленя

К сказанному нужно добавить эндемичность фауны Северного Ледовитого океана, в том числе и бентосных организмов.

Шельф уникален и требует дальнейшего изучения и тщательной его охраны. У побережья Сибири и Чукотки шельфовые отмели намного шире, чем в других океанах, — от 500 до 1700 км (Океанографическая энциклопедия, 1974, с. 454). Площадь шельфовой зоны превышает 8 млн км<sup>2</sup>, почти 55% акватории океана. В Мировом океане в целом на долю шельфа приходится только 7% его площади. На месте шельфа располагалась в недалеком геологическом прошлом — в эпоху общепланетарного похолодания и оледенения — северная часть Азиатского континента, который был сложен грунтами, содержащими большое количество подземных льдов. Последовавшее затем потепление привело к таянию подземных льдов, исчезновению суши и образованию на ее месте мелководного шельфа. В некоторых местах подобное таяние идет на наших глазах. Так, например, в 1936 г. в море Лаптевых растаял о-в Васильевский, длина которого в 1823 г. равнялась 7 км. Этот остров состоял из минеральных суглинистых грунтов и льдов.

Теперь на его месте — подводная отмель. В 1956 г. растаял о. Семеновский. Не исключено, что таинственную землю Санникова постигла та же участь. По-видимому, Ляховские острова, Медвежьи, о-в Айон совсем недавно в результате протавания отделились от материка.

Интересную картину наступания моря на северные низины с большим количеством подземных льдов зафиксировал известный исследователь Арктики Н. Н. Зубов. Он писал в книге «В центре Арктики»: «В 1946 г., пролетая над проливом Лаптева, я просил держать параллельно берегу острова... Вдоль всего берега тянулись сплошные обвалы... Свежие обвалы были характерны белоснежным цветом ископаемого льда. Несомненно, что с островом Большой Ляховский случится то же, что случилось с островом Васильевским» (Зубов, 1948). Не исключено, что на некоторых «гибнущих» островах целесообразно будет со временем намывать растаивающую часть; бурить с таких островов легче, чем с искусственных установок.

В Северном Ледовитом океане велика доля островов — 26%, что намного больше, чем в Тихом (2,2%) и в Атлантическом (1,2%) океанах.

Основой системы охраняемых природных территорий в Северном Ледовитом океане должны стать острова с прилегающими к ним водными пространствами, в которых кормятся животные — моржи, обитатели птичьих базаров. Арктические острова — это участки суши с очень чистым воздухом и водой. Это территории (и их немного на планете), где можно одновременно и обморозиться и обгореть под солнцем. На многих островах мощные залежи материковых льдов, т. е. самой чистой на нашей планете воды.

Чрезвычайная неустойчивость природных комплексов — это главная причина, диктующая создание сети охраняемых территорий в период активного освоения Арктики. В Указе Президиума Верховного Совета СССР «Об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера и морских районах, прилегающих к северному побережью СССР» (1984) говорится о необходимости создания системы заповедников, заказников и других особо охраняемых территорий (включая морские районы). Цель создания системы охраняемых территорий — сохранение и восстановление природных комплексов, разработка научных основ охраны природы, сохранение генетического фонда флоры и фауны, среды обитания, условий размножения и путей миграции животных.

В арктических морях пока имеется несколько небольших охраняемых островов Кандалакшского заповедника, о которых говорилось выше, и заповедник на о-ве Врангеля площадью 796 тыс. га. В состав заповедника входит и о-в Геральда. Он организован 26 марта 1976 г.

Заповедник тундровый, рельеф гористый, самая высокая точка — 1096 м над уровнем моря. Горы чередуются с долинами. Климат арктический, чрезвычайно суровый: в течение всего года отмечаются заморозки. Почти круглый год остров окружают льды. На острове более 900 озер — от нескольких десятков квадратных метров до нескольких десятков гектаров, более 1400 ручьев, которые зимой промерзают до дна, поэтому рыбы ни в реках, ни в озерах нет, лишь иногда в более крупные реки заходят с моря гольцы.

В долинах и поймах рек распространены травяно-моховые и травяно-кустарниковые тундры. Кое-где здесь встречаются заросли кустарниковых ив, возвышающихся над поверхностью земли на 60—70 см. На вершинах гор растительности либо нет совсем, либо она представлена несплошным, в основном лишайниковым покровом.

Фауна бедная. На острове имеется единственная в СССР колония белых гусей, расположенная в центральной части заповедника. Здесь гнездится 100—200 тыс. этих замечательных птиц, внесенных в Красную книгу СССР. В заповеднике имеются самые крупные в мире лежбища моржей. На мысе Блоссом, например, в отдельные годы их скапливается до 75 тыс.

Самый замечательный представитель здешней фауны — белый медведь, житель морских льдов. Белый гигант (до 700 кг) превосходит по массе своих сухопутных сородичей. Существование его зависит от наличия тюленей и от характера ледового покрова, облегчающего или затрудняющего ему добычу. Заходы медведя в глубь острова связаны в основном с выведением потомства, его обычно называют родильным домом белых медведей. С сентября по ноябрь беременные самки подходят к берегу и залегают в берлоги. В декабре появляются медвежата, обычно двое и, как исключение, трое. Новорожденные слепые и маленькие (600—700 г). В апреле, к моменту выхода из берлоги, они достигают уже 10—15 кг и покрываются густой шерстью.

Прежде здесь не было северных оленей, но в 1947 г. завезли домашних северных оленей. В настоящее время домашние олени одичали и представляют собой природную популяцию. Из птиц обычны берингов баклан, чер-



РИС. 32. Кайры на птичьем базаре. Все это огромное количество птиц питается в море, и потому, организовывая заповедники и заказники, необходимо выделять достаточно большие участки моря, которые бы обеспечивали и экологическую целостность, и соответствующий юридический статус всего охраняемого экологического комплекса

ная казарка, гага, морянка, много видов куликов и чаек.

В 1975 г. сюда завезли 20 овцебыков. Они были выпущены на волю, адаптировались, стали размножаться, часть погибла, но к 1984 г. их было 27 вместе с приплодом.

С. М. Успенский (1983) отмечает, что экологическая автономия и ценность островных заповедников в Северном Ледовитом океане не могут быть обеспечены без включения в их состав участков акваторий, на которых кормятся охраняемые животные: обитатели птичьих базаров, моржи, белые медведи и др. (рис. 32).

По одному заповеднику необходимо организовать на островах Новосибирских и Северной Земли, которые, по-видимому, в геологическом прошлом были частью

Евразийского материка, простиравшегося на север на сотни километров дальше современного континента. Тщательное их изучение может дать большой материал для палеографических реконструкций. Особенно интересны острова Северной Земли с ледниками, оставшимися со времен великого четвертичного оледенения.

Заповедник и несколько заказников необходимы и на Новой Земле с ее огромными птичьими базарами и ледниками. Давно уже ставится вопрос об организации заповедника на о-ве Вайгач для охраны гнездовой гусей, лебедей, гаг, белого медведя, песца, моржа и др.

Хорошим местом для заповедника может стать Земля Франца-Иосифа (Успенский, 1983). Система морских течений и наличие постоянных полыней обуславливают здесь взаимопроникновение сухопутных и морских элементов. Более 80% поверхности островов занимают ледники. Это почти 1,5 млн м<sup>3</sup> пресного льда, что само по себе представляет большую ценность. В пределах архипелага зарегистрировано 37 видов птиц, 14 из которых регулярно гнездятся. Здесь расположено более 60 птичьих базаров, находятся крупнейшие в СССР гнездовья белых чаек, включенных в Красную книгу СССР. Обитает и 9 видов зверей, в частности регулярно и в значительном количестве залегают в берлоги беременные самки белых медведей. Однако подавляющее большинство местных зверей — тюлени и киты. В прибрежных водах круглый год обитают моржи атлантического стада, занесенные в Красную книгу СССР как исчезающие животные. В пределах нашей страны только в этом районе можно встретить нарвала — арктического дельфина.

Обнаружено небольшое стадо гренландских китов, которых в этом районе давно уже считали полностью уничтоженными (Успенский, 1983).

Земля Франца-Иосифа представляет интерес и в историческом отношении. Здесь жил и погиб начальник русской полярной экспедиции Г. Я. Седов; зимовал великий норвежский исследователь Арктики Ф. Нансен; отсюда в 1937 г. совершила успешный перелет на Северный полюс и организовала на нем первую в истории дрейфующую станцию советская высокоширотная экспедиция. Предположительная площадь заповедника около 4 млн га, из которых 1 млн га приходится на сушу, 1 млн га — на полыньи и 2 млн га — на прибрежные морские участки.

Во всех островных заповедниках возможно расселение овцебыков.

Система охраняемых природных территорий в Северном Ледовитом океане должна включать кроме островов и прилегающих к ним водных акваторий также и полыньи. Северный Ледовитый океан, как известно, богат полыньями и разводьями, где даже зимой довольно часто встречаются площади чистой воды. Отмечаются следующие полыньи: Чешская, Печорская, Новоземельская, Амдерминская, Ямальская, Обь-Енисейская, а также полыньи, объединенные в Великую Сибирскую: Восточно-Североземельская, Таймырская, Ленская, Новосибирская и др. У открытой воды всегда жизнь: рыбы, морские млекопитающие, белые медведи и даже песцы и птицы. Эти участки необходимо объявить морскими заказниками.

Следующая группа охраняемых природных территорий — это исторические места — памятники великому мужеству и героизму людей, проникавших на Север пешком, на утлых суденышках или используя крайне неприспособленные для этих мест другие транспортные средства. В названиях морей, бухт, проливов, островов отражены деяния участников Великой Северной экспедиции XVIII в.: море Лаптевых (братьев Харитона и Дмитрия), мыс Челюскина, берег Прончищева и бухта Марии Прончищевой. Через 100 лет по Северу совершил экспедицию российский ученый А. Ф. Миддендорф. Если рассматривать карту, то в ее названиях — вся история исследования и освоения Севера. Здесь имена Г. Я. Седова, В. А. Русанова, Н. А. Бегичева, А. М. Сибирякова, Г. А. Ушакова, Н. Н. Урванцева, А. И. Вилькицкого и многих других.

## СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА

Мурманская область относится к наиболее освоенным в хозяйственном отношении территориям. Природа Кольского Севера претерпела значительные изменения. Этим в первую очередь обуславливается приоритетность создания эффективной системы охраняемых природных территорий, важнейший элемент которой — заповедники.

*Лапландский государственный заповедник* организован в 1930 г. для сохранения природы тайги и горных тундр Кольского Севера, и в первую очередь для охраны диких северных оленей, встречавшихся в то время только на его территории. Заповедник занимает в настоящее время 278,4 тыс. га, прежняя площадь заповедника — 160 тыс. га. В связи с загрязнением лесов восточной стороны Лапландского заповедника площадь заповедника расширена в северо-западном направлении на 118 тыс. га (рис. 33).

Большую часть территории занимают горные тундры. В Чунатундре находится одна из самых высоких гор Кольского Севера — Эбрчорр (1114 м над уровнем моря). В заповеднике 6 крупных рек и сотни ручьев, 140 озер.

Равнинные леса представлены в основном ельниками и расположены в северной части заповедника, сосновые — на юге. Растительность представлена 530 видами, не считая грибов, лишайников, мхов и водорослей.

В фауне насчитывается 31 вид млекопитающих, 168 видов птиц, 2 вида пресмыкающихся, 1 вид земноводных и 13 видов рыб. В горных тундрах обитают и представители лесного пояса. Так, дикий северный олень живет и в лесах, и в тундре; лишь в конце зимы олени сосредоточиваются на склонах. В поисках этих стад высоко в горы поднимается рососомаха. В лесах и тундре встречаются лисица, лось, медведь. В скалах живет горностай; по берегам рек и ручьев обитают норка, выдра. В лесу часты куницы, зайцы и белки, изредка — ласка, бобр, ондатра.

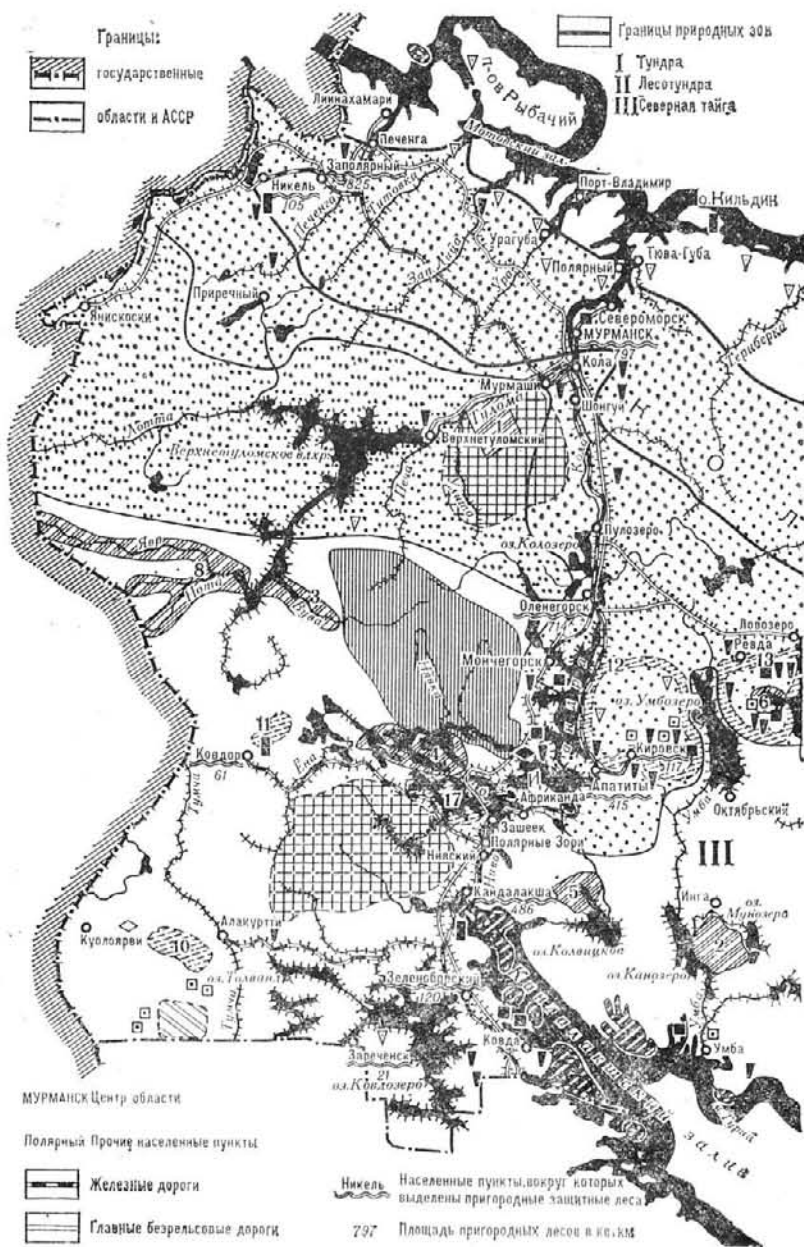
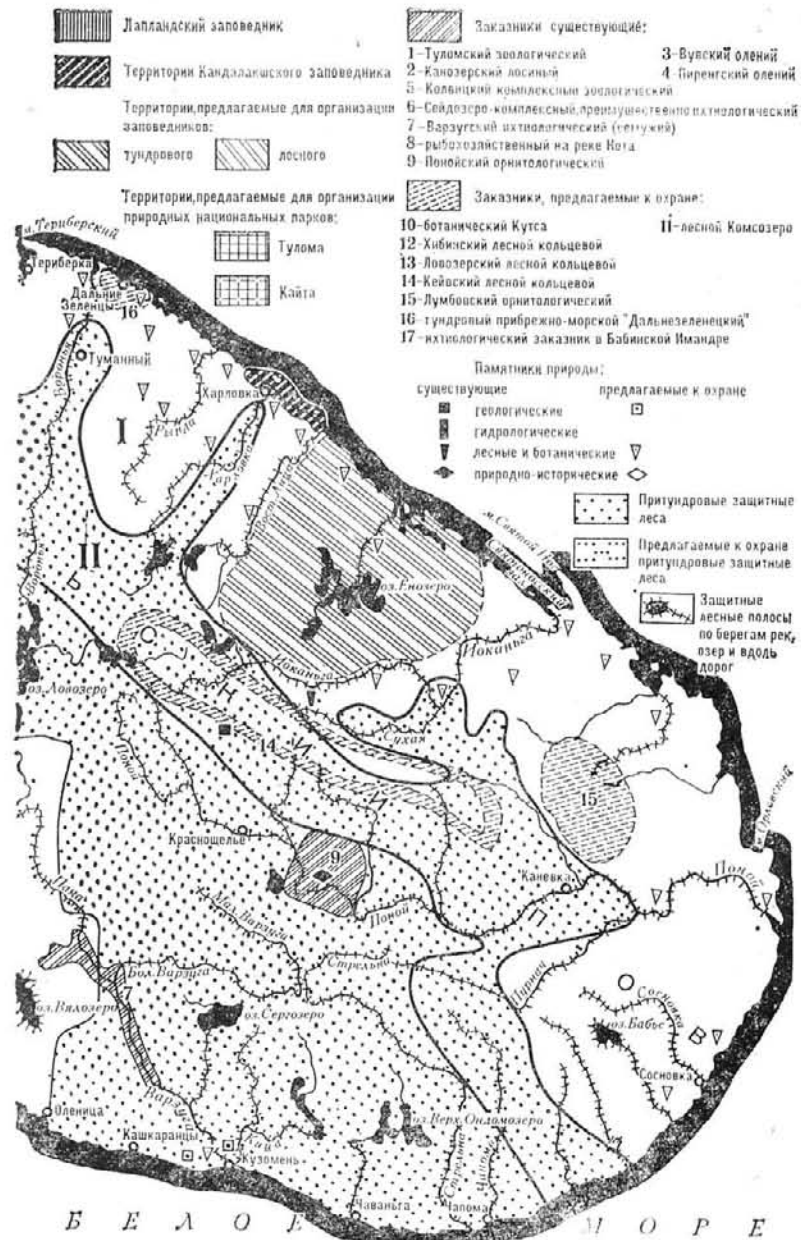


РИС. 33. Система охраняемых природных территорий на



Кольском Севере

Из птиц для тундры характерна тундряная куропатка, не залетающая обычно в лес, встречаются и пуночки, рогатые жаворонки, луговые коньки, многочисленны юрки, пеночки-веснички, дрозды-белобровики, чечетки, буроголовые гайчики, кукушки, обычны в лесу тетерева, глухарь, рябчик. Гнездятся в заповеднике и редкие виды хищных птиц: орел-беркут, орлан-белохвост, зимняк, ястребы — перепелятник и тетеревиный, скопа, пустельга, дербник и кречет, несколько видов сов. На озерах и реках держатся длинноносый и большой крохаль, гоголь, синьга, кряква и другие утки, гнездятся чернозобая гага и лебедь-кликун. Из рыб распространены кумжа, или озерная форель, харнус, голец, ряпушка, корюшка, обычные щука, налим, окунь, ерш, голянь.

Кандалакшский заповедник объединяет 5 групп островов (всего около 500) и 3 материковых участка. Организован в начале 30-х годов. Основные заповедные площади расположены в Кандалакшском заливе Белого моря. Здесь и самый крупный остров — Великий (около 7 тыс. га). В заповедник входит архипелаг Семь островов и группа Айновых островов в Баренцевом море. Площадь заповедника 58,1 тыс. га, из них 40,6 тыс. — водные акватории, 17,5 тыс. — леса и луга. Климат островов незамерзающего Баренцева моря холодный морской, смягченный влиянием Гольфстрима. Климатические условия Кандалакшского залива более суровы: море здесь замерзает на 200 дней в году. Для островов и побережий Кандалакшского залива характерна северная европейская тайга. Острова Баренцева моря безлесны и покрыты тундровой растительностью.

Леса на крупных островах и прилежащем побережье сосново-еловые с примесью березы, осины, рябины, ольхи с ивой и можжевельником в подлеске. Очень богата литораль. По исследованиям сотрудников Кандалакшского заповедника, вес только моллюсков мидий, снятых с 1 м<sup>2</sup>, превышает 30 кг (Карпович, 1984). Распространены мидии до глубин 10—15 м. Обильны морские ежи, которые «сидят» на дне вплотную друг к другу, тоже достигая большой массы на единицу площади. На мелководье — заросли морских водорослей: фукусов, ламинарий и багрянки. На периодически заливаемых отмелях много морских беспозвоночных животных: это черви пескожилы, бокоплавы и усоногие раки, моллюски. Особенно много двустворчатых моллюсков мидий — главного корма гаги.

Основная забота заповедника — восстановление чис-

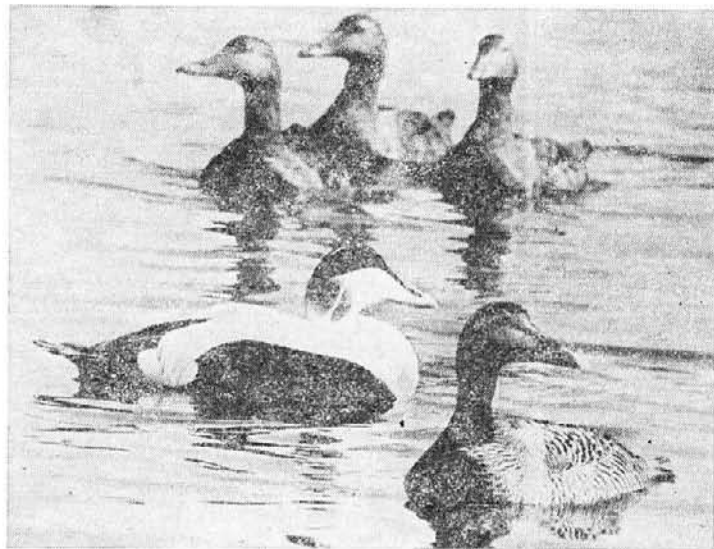


РИС. 34. Обыкновенные гаги. Самец — слева, самка — справа

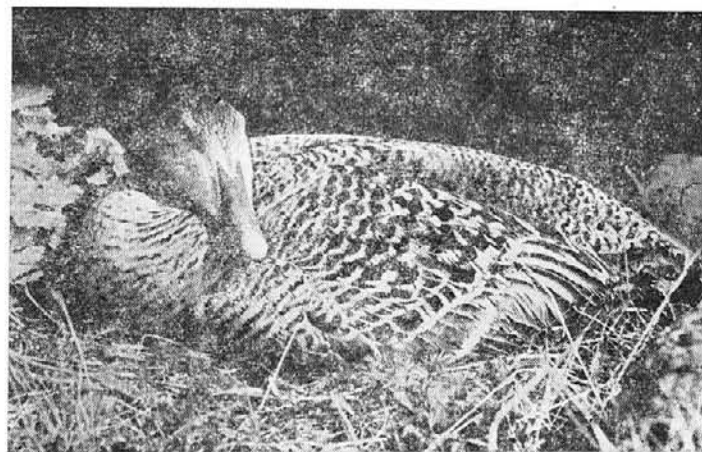


РИС. 35. Гага на гнезде. Фото В. Д. Коханова

ленности ценнейшей морской утки — гаги, дающей пух. Теперь она массовый вид Кандалакшского залива. С момента организации заповедника ее численность увеличилась в 20 раз (рис. 34, 35). На скалах Семи островов —



РИС. 36. Птичий базар на островах Кандалакшского заповедника. Фото Ф. Н. Шкляевича

богатейшие птичьи базары. Здесь гнездятся из чистиковых птиц кайры, гагарки, атлантические чистики, тупики; из чайковых — моевка, серебристая и большая морская чайки (рис. 36, 37). На птичьих базарах, в частности на тундровый безлесный о-в Большой Айнов, ежегодно на гектар вносится около 1,5 т птичьего помета (Карпович, 1984). Это ведет к буйному росту многих растений, особенно зонтичных (купырь лесной, дягиль норвежский). Размеры их поражают: при средней высоте травостоя 110—140 см отдельные экземпляры дягиля достигают 230 при толщине стебля 8 см.

*Проектируемые заповедники.* На Кольском Севере нет тундрового заповедника. Самым подходящим местом для него может быть северо-восточная часть полуострова (см. рис. 33), мало затронутая антропогенной деятельностью. Здесь не нарушен почвенно-растительный покров; по долинам рек березовые леса с рябиной, можжевельником доходят до Баренцева моря. По понижениям

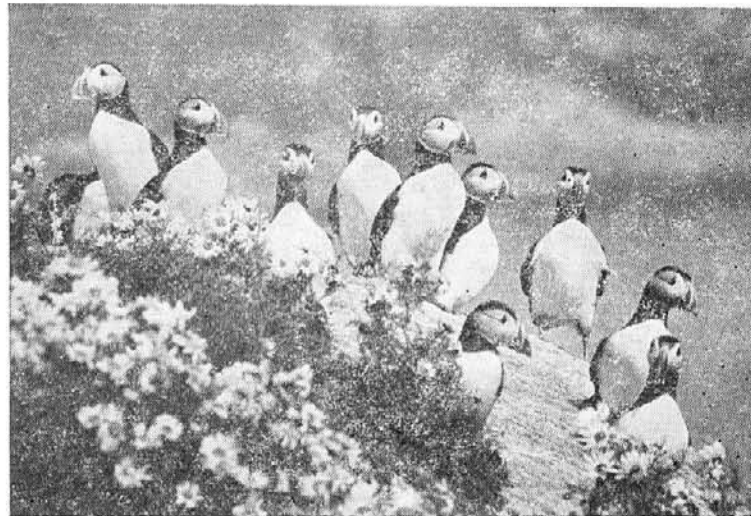


РИС. 37. Тупики на островах Кандалакшского заповедника

в тундре встречаются березовые островки. Воздух чист, о чем свидетельствуют обилие эпифитных лишайников на деревьях и карликовых березах и большие площади, занятые напочвенными лишайниками, а также острова сфагновых болот. Озера и реки богаты рыбой. Встречаются песцы, россомахи, изредка заходит бурый медведь. Общая площадь, предлагаемая к охране, — 540—550 тыс. га, т. е. намного больше, чем площадь обих заповедников.

Второй участок, предлагаемый к охране в ранге заповедника, — район Вуориярви. Площадь его около 40 тыс. га. Для этого района характерен тектонический рельеф со скалистыми обрывами до 50—200 м. В глубоких впадинах расположены озера Ниваярви и Пюхтярви; части небольшие замкнутые озера; по тектоническим трещинам текут реки, одна из них называется Бешеной, через нее идет сток целой системы озер. Порожистые участки чередуются со спокойными широкими плесами, низкие берега которых заросли лесом. Водоемы богаты рыбой (кумжа, голец, форель, хариус, сиг и др.). В лесах водятся лоси, медведи, олени, глухари, тетерева и др. Гнездятся лебеди, гуси, утки. В ущелье Пюхякуру произрастает около 20 видов растений, которых нет в других районах Кольского Севера: фиалка селькёрка, стереокаулон пальчатолыственный и др. Это единственное ме-

сто в мире, где встречается скапания шариконосная, и единственное место в Европе, где растет лофозия большая.

*Заказники.* В последние годы на Кольском Севере организовано 9 заказников и еще больше запроектировано (см. рис. 33).

*Туломский*, зоологический, площадь 13 тыс. га. Здесь охраняются все виды диких животных, за исключением волков; организован в 1973 г.

*Канозерский*, лосиный, площадь 45,8 тыс. га. Охраняются все виды животных (кроме волков), в первую очередь лоси. Организован в 1980 г. В обоих заказниках запрещены поездки на снегоходах, за исключением работников госохотинспекции.

*Понойский*, орнитологический, площадь 98,6 тыс. га. Охраняются все виды животных, и в первую очередь птицы. Организован в 1981 г. Территория заказника расположена в пределах Понойской депрессии. Она сильно обводнена — здесь почти сплошные болота, много рек, озер, ручьев. Незначительная глубина многих озер и обилие растительности создают благоприятные условия для жизни гидробионтов, водоплавающих и крупных хищных птиц. Это единственное на Европейском Севере СССР место концентрации на гнездовании кречета, сапсана, орлана-белохвоста, скопы, а также лебедя-кликуна и серого журавля. Эти виды включены в Красную книгу СССР и подлежат полной охране.

*Варзугский*, *семужий*, площадь 38,777 тыс. га. Организован в 1982 г. Заказник комплексный, однако основное его назначение — охранять семгу и среду ее обитания: нерестилища, летовальные и зимовальные ямы, нагульные участки. Это единственное место на Кольском Севере, где еще сохранились жемчужницы.

Широко распространены по берегам рек и ручьев сосняки и ельники, лишайниковые, грядово-мочажинные болота, имеющие большое значение для водности рек данного региона. Здесь произрастают виды, внесенные в Красную книгу флоры СССР: дикорастущий пион, марьян корень и др.

На левом берегу Варзуги, у порога Морской, есть обнажение песчаников с аметистовыми жилами.

*Заказник Сейдозеро*, *комплексный*, площадь 17,4 тыс. га. Организован в 1982 г. Озеро лежит в глубокой внутриворонной котловине Ловозерского горного массива. Возвышенности, обрамляющие ее, имеют абсолютные отметки до 700 м и круто обрываются в кары

и троговые долины, радиально сходящиеся к озеру. Это типичный горно-озерный ландшафт.

На склонах гор находятся уникальные геолого-минералогические объекты с неповторимым набором минеральных видов (более 200).

Прибрежная полоса озера и устья ручьев и рек, вдающихся в Сейдъявр, покрыты ельниками-черничниками, встречаются деревья более 20 м высотой. Горно-долинные леса поднимаются до 250—300 м над уровнем моря. В ряде мест они упираются в обрывы. Здесь распространены типичные и редкие растения Кольского Севера. В охране нуждаются 54 вида; смолевка скальная занесена в Красную книгу флоры СССР, а два вида — вудсия альпийская и мак лапландский — в Красную книгу СССР.

В долине находятся исторические (культурные) памятники саамского народа. Любопытный феномен Сейдозера — его высокая рыбопродуктивность: от 17 до 35 кг/га против 2—3 кг/га, обычных для водоемов Заполярья. Объясняется это тем, что в озере обитают три формы сига, которые нерестятся в разное время года и тем самым обеспечивают высокую численность и продуктивность. Понимание того, как функционирует экосистема озера, имеет большое научное и хозяйственное значение.

*Пиренгский*, *олений*, площадь 32,2 тыс. га. Организован в 1982 г., с юга примыкает к Лапландскому заповеднику (см. рис. 33). Основная задача заказника — восстановление численности дикого северного оленя, поголовье которого сократилось до 100. Окрестности Пиренгских озер богаты ягелем, высота лишайников составляет 7—10 см. Кроме того, снежный покров в сосняках по озерам обычно на 10—15 см меньше, чем в борах Лапландского заповедника. Это облегчает животным добычу пищи в течение почти 240-суточной зимы. Поэтому часть западной популяции диких оленей Кольского Севера остается на зиму в бассейне Пиренги. Так, в 1980 г. здесь зарегистрировано 95% всех замеченных при авиаучете животных, в 1981 г. — 86%.

Запрещается движение на снегоходах, мотоциклах, вездеходах, кроме проезда сотрудников заказника, госохотинспекции Лапландского заповедника исключительно в целях надзора и патрулирования. Запрещаются также: предоставление участков под застройку, включая самовольное устройство избушек и укрытий для временного проживания; изыскательские работы и разработка полезных ископаемых; посещение территории заказника организованными и самостоятельными туристами.



*Колвицкий комплексный зоологический* — площадь 43,6 тыс. га. Организован в 1983 г. для сохранения и воспроизводства лосей, оленей и других охотничье-промысловых зверей и птиц. На территории заказника запрещены охота и охотничий промысел, проезд на снегоходах, мотоциклах (кроме госохотинспекции и милиции).

*Вувский, олений*, площадь 17,3 тыс. га. Организован в 1984 г., он примыкает к Лапландскому заповеднику с северо-запада. Главная задача заказника — охрана местообитаний диких северных оленей и др. В нем установлен тот же режим, что и в Пиренгском.

*Рыбохозяйственный, на р. Ноте*, площадь 15,6 тыс. га. Организован в 1984 г. на 20 лет. Граничит с Вувским заказником, образуя сплошную охраняемую территорию (см. рис. 33), в которую входят Нота и ее притоки Явр и Падос, а также 3-километровый участок Верхнетуломского водохранилища от устья Ноты. Она определяется границами запретных полос вдоль нерестовых лососевых рек: по 1 тыс. м — вдоль Ноты и Верхнетуломского водохранилища и по 300 м — вдоль притоков Явр и Падос. Цель организации заказника — сохранение и увеличение маточного поголовья и промысловых запасов озерно-речных сигов и кумжи, а также охрана их нерестилищ. На территории заказника запрещаются рыбная ловля, рубки главного пользования и сплав леса, осушение болот, сенокос, распашка земель и их застройка, использование ядохимикатов, движение механизированного транспорта, туризм и другие виды организованного отдыха, изыскательские работы и разработка полезных ископаемых, сбор ягод, грибов, охота.

Из числа проектируемых заказников должны быть упомянуты следующие.

*Ихтиологический заказник в Бабинской Имандре*. Озеро Имандра состоит как бы из трех озер — плесов, соединенных узкими проливами. Северный плес — Большая Имандра — самый загрязняемый участок озера, потерявший рыбохозяйственное значение. Из него сток идет через узкий пролив в Йокостровскую Имандру, а отсюда — в р. Ниву. Сток из Бабинской Имандры тоже идет в Йокостровскую Имандру. Бабинская Имандра испытывает наименьшее антропогенное воздействие по сравнению с вышеназванными. Многочисленные острова в этом плесе с изрезанными берегами, песчано-галечниковыми отмелями создают хорошие условия для нереста гольца и кумжи.

В настоящее время гольцово-кумужьи нерестилища

акватории Бабинской Имандры — единственные неизменные места в оз. Имандра, где воспроизводятся ценные лососевые рыбы; сохранить их можно, только наладив систематическую охрану этих мест в режиме заказника. Здесь отмечаются также значительные скопления требовательных к качеству воды реликтовых рачков Иольдиевого моря (*Pontoporeia affinis Lindstrom*) и мизиды (*Mysis oculata var. relicta Loven*), которая на остальной акватории озера исчезла вследствие загрязнения.

Кумжа и голец в Большой и Йокостровской Имандре практически исчезли. Сохранив их нерестилища в Бабинской Имандре, можно восстановить численность ценных лососевых рыб в этом большом водоеме. С введением замкнутых водооборотов на промышленных предприятиях он становится чище. Прибрежная охраняемая полоса должна равняться примерно 1 км. Заказник будет примыкать с юга к Пиренгскому заказнику (см. рис. 33). И таким образом, ширина охраняемой зоны в южной части Лапландского заповедника достаточна.

Все организованные заказники и проектируемый в Бабинской Имандре сохраняют прежде всего местообитания животных: диких северных оленей, лосей, птиц, рыб. Не менее важно охранять и леса, находящиеся здесь у своих северных и верхних границ. Поэтому предлагается организовать несколько лесных заказников вокруг горных массивов: *Хибинский лесной кольцевой* — вокруг Хибинских гор; *Ловозерский, Кейвский* — тоже вокруг одноименных горных массивов. Рассмотрим один из них — Хибинский.

Хибины богаты апатито-нефелиновой рудой. Освоение и разведка их идет почти со всех сторон — с юго-запада, юга, востока, запада, из центра. Граница елово-березовых лесов поднимается в Хибинах до 250—400 м, лесотундровые березняки идут метров на 50—100 выше. В некоторых долинах (Саамская, Юкспориок, Вуоннемиок и др.) леса уже исчезли, в других их площадь непрерывно сокращается. Если не принять решительных мер по их охране, то через 10—15 лет Хибины могут совершенно лишиться лесов. Поэтому кольцевые заказники должны быть организованы с целью сохранения, восстановления и воспроизводства предгорных и горнодолинных лесов на склонах, а также природных комплексов со всей характерной для них флорой и фауной.

Учитывая широкое освоение Севера, с одной стороны, и легкую разрушаемость лесов у их полярных границ —

с другой, притундровые леса необходимо перевести в ранг лесных заказников. На Кольском Севере притундровые леса занимают более 44 тыс. га, т. е. около 31% территории этого региона. В настоящее время притундровые леса юридически объявлены охраняемыми и отнесены к I группе. Но практически никакой охраны в них нет\*. В заказниках же обычно имеется как минимум один-два егеря. Остальные леса Кольского Севера отнесены к III группе. Они сильно вырублены, пройдены пожарами, их целесообразно перевести в I категорию защитных лесов.

*Природные национальные парки.* На Кольском Севере национальных парков еще нет, но, учитывая возрастающие потребности туристов и местного населения, они должны быть здесь организованы. Один из них — в бассейне Туломы (см. рис. 33), площадь парка «Тулома» ориентировочно может быть определена в 200 тыс. га.

Здесь имеются разнообразные формы рельефа (тектонического, ледникового): ущелья, каньоны, озы, друмлины, кары и ледниковые цирки; обычны порожистые реки. Растительность района относится к трем природным зонам: горной тундры, лесотундрового криволесья, северо-таежных лесов. На территории — живописные озера, горные и равнинные реки и ручьи, фауна разнообразна. Рекреационные возможности района значительны. Он удален от промышленных центров, но хорошо связан с населенными пунктами. Отдыхающим предоставляется возможность заниматься туризмом, рыбной ловлей, сбором грибов и ягод, коллекций горных пород и минералов. Парк может принять в течение года до 100 тыс. человек.

Следующее перспективное место для организации природного парка находится западнее г. Кандаляки (см. рис. 33). В центре этой территории расположена гора Кайта; предлагается назвать природный парк — Кайта. Территория площадью более 250 тыс. га расположена в зоне северотасжных елово-березовых и сосново-березовых лесов. Здесь различные типы и формы рельефа. По типу он грядово-холмистый, с низкими глыбовыми горами (гора Кюметундра имеет абсолютную отметку 626 м, гора Кайта — 622 м); по форме — это плоские вершинные поверхности, а также озы, друмлины, моренные гряды и др.

В горах с абсолютными отметками 400 м и выше отмечается вертикальная поясность. Она выражается в том,

что сосново-березовые и елово-березовые леса, располагающиеся по равнинам и склонам холмов, выше уступают место березовому лесотундровому криволесью, переходящему в горные тундры. Платообразные вершины гор Кайта, Кюметундра и др. — это каменные пустыни.

Воздух здесь значительно чище, так как территория удалена от крупных промышленных центров. Воды рек Касси, Ена, Каменка, Канда, Рябина отличаются прозрачностью и чистотой, так как ни в одну из них не поступают промышленные или бытовые стоки. Реки живописны. В водоемах обитают ценные в промысловом отношении рыбы: кумжа, форель, сиг, хариус, ряпушка и др. Животный мир типичен для Кольского Севера, однако беден в количественном отношении вследствие вырубки лесов, пожаров. Организация парка будет способствовать увеличению как численного, так и видового состава зверей, птиц, рыб.

Горнопромышленные узлы Ковдора, Ены, Слюды, Риколатвы располагаются вдоль северо-западных границ планируемого парка, обеспечивая ему связь с населенными пунктами. При детальной планировке парка представляется возможным увязать его функциональные зоны (заповедную, туристскую, массового отдыха) с имеющимися в настоящее время в районе охраняемыми природными объектами: лесами особого назначения, водоохранными лесами и защитными лесными полосами вдоль дорог.

Учебно-познавательные тропы целесообразно проложить у объектов, имеющих ботанический, геологический и исторический интерес. Здесь произрастают виды, внесенные в Красные книги различного ранга: венерин башмачок настоящий, калипсо луковичная, пальчатокоренник балтийский, селезеночник четырехтычинковый, лапчатка Шамиссо, незабудка холодная и др. Геолого-минералогические объекты с рудопроявлением мусковита в районе Риколатвы и Ены, полевошпатового керамического сырья в районе Уполокши и Чалозера представляют учебно-просветительный и научный интерес. На территории находятся братские могилы воинов Советской Армии, павших в боях за Советское Заполярье в годы Великой Отечественной войны.

*Памятники природы.* В первую очередь объекты для включения в ранг геологических памятников природы, имеющих неопределимое научное, культурно-историческое и учебно-просветительное значение, — опорные и уникальные естественные обнажения горных пород. Они способ-

\* См.: Правда. 1985. 5 марта.

ствуют пониманию процесса становления земной коры и ее развития, изучению явлений формирования геологических формаций, восстановлению отдельных фрагментов почти 5-миллиарднолетней истории нашей планеты и — как итог — помогают установить закономерности размещения полезных ископаемых, что имеет большое народнохозяйственное значение.

В равной мере все сказанное относится и к горным выработкам, пройденным в процессе поисков, разведки и эксплуатации месторождений минерального сырья. Добыча полезных ископаемых на Кольском Севере ведется с 1732 г. (разумеется, в весьма различных масштабах), и на его территории имеется достаточное количество канав, шурфов, штолен, шахт, буровых скважин, которые помогли в прошлом и позволят в будущем решить большой круг задач теоретического и практического характера. Поэтому целесообразно сохранение некоторых из этих выработок на долгие времена.

Районов, подобных Кольскому Северу, где на сравнительно небольшой площади сконцентрировано такое большое количество самых разнообразных месторождений, мало на нашей планете. В интересах науки и будущих поколений необходимо оставить нетронутыми в качестве геологических памятников незначительные по величине участки месторождений. Они важны и в культурно-историческом аспекте, ибо поучительны и интересны историей своего открытия и овладения природными богатствами Заполярья.

Необходимо также сделать все необходимое, чтобы сохранить в натуре образцы богатого многообразия кольских минералов. В этом отношении с Кольским Севером, как известно, не может сравниться ни один регион мира, даже такие широко известные, как Урал или Алтай в СССР, регионы Бразилии и Гренландии за рубежом. Около 700 минеральных видов зафиксировано в настоящее время в породах Кольского полуострова. А некоторые геологические объекты, такие, как Хибинский и Ловозерский горные массивы, с точки зрения минерального разнообразия — настоящие феномены природы. Если горные породы других районов состоят обычно из 5—10 минералов, то в сравнительно небольшом образце щелочных пород Хибин или Ловозера можно насчитать более 20 разных минералов. Причем кроме широко известных образований, таких, как полевой шпат, нефелин, эгирин, здесь имеются красный эвдиалит, золотистые «солнца» астронилита, лучистые сростки черного эгирина, снеж-

но-белые призмы натролита, медово-желтые кристаллы сфена, темно-фиолетовые сгустки флюорита и многие другие. Нельзя мириться с тем фактом, что многие уникальные минералогические объекты, имеющие непреходящее научное, учебно-просветительное, историческое, культурное и большое народнохозяйственное значение, подвергаются бесхозяйственному использованию, как это имеет место с эваслогчоррскими астронилитами, западнокейвскими амазонитами, аметистами на мысе Корабль и другими уникальными минералами.

На отдельных участках Кольского полуострова встречаются породы со следами растительного и животного мира прошлых геологических эпох. Специалисты (палеонтологи) по этим следам восстанавливают среду обитания флоры и фауны прошлых времен, а также возраст отложений, содержащих окаменелые органические осадки.

В настоящее время известно только четыре района, где встречены палеозойские, палеонтологически охарактеризованные породы. Это район Печенги, п-ов Рыбачий, Ловозерский горный массив и Контозеро. Однако их научное значение исключительно велико, так как сопоставление состава и условий залегания палеозойских отложений позволит наметить общие черты геологического развития Кольского полуострова в течение всего палеозойского времени. Следовательно, места обнаружения окаменелых органических остатков также потенциальные геологические памятники природы.

Кольский Север в четвертичный период истории Земли был центром трех оледенений: древнего (лихвинского), максимального (днепровского) и последнего (валдайского). Каждое оледенение оставило свои «документы» в виде бараньих лбов и ледниковых валунов. Бараньи лбы — это скалы или возвышенности, сложенные кристаллическими породами, они сглажены и отполированы ледником; склон со стороны движения ледника — пологий, а противоположный — крутой, иногда обрывистый.

Ледниковые валуны представляют собой окатанные обломки горных пород, занесенные иногда на сотни километров от первоначального их залегания. Но по составу валунов всегда можно установить, откуда они принесены, а ориентировка валунов и штриховка, оставленная на них ледником, позволяют судить о направлении движения его. Бараньи лбы и ледниковые валуны очень часто встречаются на Кольском полуострове, но они же более других геологических объектов подвержены

порче, уничтожению. Поэтому отдельные из них, наиболее показательные, необходимо взять под охрану в качестве геологических памятников. В практическом отношении они помогут в поиске полезных ископаемых (так называемый валунный метод).

В последнее время в СССР стало уделяться должное внимание организации *геолого-геофизических полигонов*. Состоявшееся в ноябре 1977 г. в Ленинграде Всесоюзное научно-техническое совещание по этой проблеме утвердило каталог «Предложения по созданию системы геологических и геофизических полигонов и заповедников на Северо-Западе РСФСР». Из 62 объектов, рекомендованных в качестве полигонов по северо-западу Российской Федерации, 34 находятся на территории Мурманской области. В целях организации этого вида охраняемых геологических объектов могут быть использованы как не тронутые человеческой деятельностью участки ландшафтов с типичными геолого-геофизическими условиями, так и старые рудники, шахты, скважины, шурфы и т. п. Вот несколько геологических памятников природы, организованных в последние годы.

**Астрофиллиты горы Эвеслогчорр** — площадь 4 га. В жилах и пегматитах, расположенных на западном склоне г. Эвеслогчорр, наблюдаются единственные в мире скопления астрофиллита в виде «солнц» и «струй», а также отдельных кристаллов. Пространственная ориентировка зерен минералов, неповторимый цвет и блеск определяют минералогическую и эстетическую ценность их.

Кроме того, здесь выявлены жилы с редчайшими минеральными ассоциациями, впервые обнаруженными в Хибинском массиве. Среди редких минеральных образований — корунд-сапфир, розовая и зеленая шпинель, топаз. Возможны открытия новых минералов. Добычная экспедиция, эксплуатирующая месторождение, любители камня, туристы поставили под угрозу уничтожения этот уникум. Поэтому здесь на небольшом участке месторождения организован геологический памятник природы.

**Залежь Юбилейная** — площадь 0,5 га. Пегматитовая жила, приуроченная к границе двух слоев — лунаврита и фойяита. В ней обнаружено около 40 минералов. Одни минеральные образования чрезвычайно редко встречаются в природе (рамзант, ломоносовит, чкаловит, нордит, нарсарсуцит), другие встречаются здесь впервые в Советском Союзе (серандит, маунтинтит), а 9 минералов обнаружены впервые в мире: это борнеманит,

вуоннемит, зорит, ильмаюкит, пенквилксит, сажинит, лапландит, раит, ловдарит. Возможны открытия новых минеральных видов.

**Пегматиты горы Малый Пункаруайв** — это 10 небольших геологических тел (жил), каждое размером не более 20×10 м. Общая площадь памятника природы 2 га. На северо-восточном склоне г. Малый Пункаруайв известны небольшие геологические жилы, содержащие редчайшие минералы, специфические для щелочных пегматитов. Вообще минеральных видов здесь наблюдается более 35.

**Амазониты горы Парусная** (площадь 1 га) — западное окончание Кейвского нагорья, карьер по добыче амазонита.

В этом районе насчитывается более 10 жил, содержащих амазонит. Однако единственное место на Кейвах и в стране, где встречаются друзы хорошо образованных кристаллов амазонита, — это г. Парусная.

**Гранитоиды о-ва Микков** — вместе с охранной зоной площадь памятника природы 10 га. Это обнажение горных пород на северном склоне возвышенной части острова, где выступают древнейшие (возраст 2300—2400 млн лет) гранитоиды, залегающие на месте своего образования. Эти породы представляют пример гранитов, образовавшихся в условиях высоких температур и давления путем замещения еще более древних (возраст более 2900 млн лет) пород — гнейсов и амфиболитов, остатки которых в виде обломков и глыб сохранились среди гранитов. Этот объект представляет исключительный интерес для геологов, занимающихся разработкой проблем глубинного гранитообразования.

**«Бараний лоб»** у озера Семеновское. Площадь памятника 0,5 га. Это выпуклое обнажение кристаллических пород асимметричного строения: южный склон более пологий, чем северный. На поверхности камня (бараньего лба) имеются шрамы и борозды, выработанные ледником при его движении. Местоположение геологического памятника удобно тем, что его могут посещать туристы, экскурсанты, учащиеся.

Всего на Кольском Севере более 10 геологических памятников природы. Подготовлено к оформлению в ранг государственных геологических памятников природы еще столько же. Но, учитывая геологические особенности Кольского региона Балтийского щита, геологических памятников здесь может быть несколько сот.

*Гидрологические памятники природы* имеют комп-

лексную целенаправленность: с их помощью предполагается решать одновременно водные, ихтиологические и другие задачи. Возможность создания этого вида особо охраняемых природных территорий на Кольском Севере предопределяется обилием водных объектов и сравнительно хорошей сохранностью их природного состояния. На территории Мурманской области насчитывается 830 озер площадью зеркала не менее 1 км<sup>2</sup>, а если учесть и водоемы площадью около 0,01 км<sup>2</sup>, то их количество достигает 111 609. В области насчитывается 18 209 водотоков протяженностью более 0,01 км, а число рек длиной более 10 км — 1 тыс. Общая их протяженность 25,2 тыс. км. Озера и реки Кольского Севера уникальны тем, что в них малая минерализация (20—50 мг/л), высокая насыщенность кислородом, небольшое количество органических остатков и хорошие бактериологические показатели. Такие воды представляют интересный объект для проведения научных исследований, они ценны для потребления. По горным незамерзающим рекам круглый год держится чудесный их обитатель — оляпка (водяной воробей).

Озеро Могильное — площадь 16 га, глубина не более 16,3 м. В геологическом прошлом оно было частью моря, но в результате поднятия берегов (в процессе вековых колебаний земной коры) часть акватории отделилась от моря. В течение тысячелетий в озере установилось равновесие пресной и морской воды. Поверхностные слои (до 5 м) сильно опреснены, с глубиной соленость увеличивается и к 15 м достигает 33‰. По степени солености выделяются четыре зоны. В нижней зоне в результате жизнедеятельности пурпурных бактерий идет интенсивное выделение сероводорода. Во втором слое обитает разновидность морской трески (несколько сот особей), характерной только для оз. Могильного.

Лечебные грязи Палкиной губы — площадь 400 га. Это побережье и морское мелководье на северо-западе Палкиной губы Кандалакшского залива. Толща грязей залегает на дне кутовой части губы, незначительная территория которой во время отлива обсыхает, остальная всегда залита морской водой. Грязи Палкиной губы обладают высокими лечебными свойствами. Они используются медицинскими учреждениями Кандалакши и пригородной зоны уже несколько десятилетий для лечения периферической нервной системы, суставов, желудочно-кишечного тракта и др. Хотя запасы грязей весьма значительны, их изъятие должно производиться только в медицинских целях.



РИС. 38. Памятник природы — водопад. Семга идет на нерест

Водопад на реке Шуонийоки — площадь 1 га. Водный поток низвергается с высоты 8 м. Берега скалисты, обычны остроугольные вершины. Местность живописна, привлекательна (рис. 38).

Ведутся обследования болотных участков для придания им статуса памятников природы. В окрестностях населенных пунктов нетронутых болот почти не осталось: они осваиваются под сельскохозяйственные угодья (кормовые травы, овощи); торфяно-моховые залежи выбираются для животноводческих ферм, а также для покрытия техногенных песков на хвостохранилищах с последующим посевом многолетних трав.

Лесные и ботанические памятники природы занимают важное место среди других охраняемых природных объектов в силу того, что речь идет о сохранности растений — практически единственных создателей и поставщиков органического вещества и кислорода для всех других организмов биосферы. От состояния зеленого покрова планеты, более чем от какого-либо иного ресурса природы, в конечном счете зависит и само благополучие человека.

Памятники природы включают в себя участки леса, группы деревьев, лесные островки в тундре, куртины кустарников или отдельные экземпляры древесно-кустар-

никовых растений, выдающиеся по своим хозяйственно ценным качествам, эстетическим достоинствам, необычные по размерам, форме, своему местонахождению, имеющие особое научное, историко-мемориальное или культурно-просветительное значение. К лесным памятникам могут быть отнесены также искусственные лесные насаждения с ценными или необычными для региона видами древесных растений, примечательные и длительно существующие объекты зеленого строительства (старые парки, скверы и др.), сады, дендрарии и коллекционные участки, интересные по своему видовому составу.

Ботанические памятники природы отличаются от лесных тем, что охраняются в данном случае местообитания отдельных видов редких и исчезающих растений, как правило внесенных в Красные книги. Они чрезвычайно важны в деле сохранения генетического фонда биосферы. Необходимость их организации на Кольском Севере очевидна уже потому, что этот регион расположен севернее полярного круга, где природные условия экстремальны. Здесь расположены три ботанико-географические зоны: лесная, представленная северной тайгой (полярная граница этой зоны образована елью сибирской, а на западе области — сосной лапландской); лесотундровая, представленная березовым криволесьем; тундровая. В рассматриваемом субарктическом регионе проходят северные границы деревьев, кустарников, кустарничков и трав, которые на границе ареала распространения очень уязвимы и нуждаются в охране. Именно поэтому большая часть их внесена в Красные книги.

Лиственницы сибирские в Ловозерском лесхозе — площадь 12 га. Лиственница сибирская — нелесообразующая порода на Кольском Севере, занесена на этот участок, по-видимому, случайно, может быть, кем-либо посажена. Произрастание ее свидетельствует о том, что климат и почвенные условия региона пригодны для роста и развития этого дерева.

Кедр и лиственницы возле железнодорожной станции Хибины — площадь 2 га. Здесь произрастает 28 кедров и 5 лиственниц. Последние имеют естественное возобновление. Кедр, как и лиственница, тоже нелесообразующая порода Кольского Севера, но растет здесь хорошо.

Кедр на реке Западная Лица — площадь 3 га. Это две компактные группы кедров — всего 27 деревьев, их возраст около 40 лет, высота от 3 до 8 м. Все жизнеспособны, но особенно отличаются таксационными

характеристиками два отдельно стоящих кедра (высота их около 8 м, диаметр ствола 15 см). На фоне окружающего предтундрового березового криволесья представляют уникальное природное явление. Предполагается, что кедр произошли от посаженных кедровых орешков воинами-сибиряками, защищавшими Советское Заполярье в годы оборонительных боев во время Великой Отечественной войны. Это еще одно доказательство того, что в полосе относительного безлесья Кольской тундры есть необходимый минимум тепла для роста и развития деревьев.

Можжевельники возвышенности Магазин-Мусюр — площадь 3 тыс. га. Это самый крупный и один из самых северных лесных островов в тундре Кольского Севера. Расположен на возвышенности с абсолютными отметками до 300 м. Этот массив, будучи хорошо дренирован, имеет более теплые почвы, чем окружающие его болотистые равнины. Поэтому здесь растут березы и можжевельники. Высота берез 5—6 м, диаметр 10—15 см; можжевельников до 4 м, диаметр 12—15 см, возраст их оценивается в 400—500 лет. К сожалению, на участке ведется вырубка можжевельника на топливо. По лесному острову ездят на вездеходах. В случае гибели этого участка граница древесной растительности в указанном районе отступит более чем на 100 км южнее горной гряды Кейвы.

Кедр у рочища Окунево — площадь 20 га. Кедр расположен на склоне западного берега оз. Окунево, к северу от дороги Мурманск — Печенга — Никель. Высота 4—5 м, возраст около 40 лет.

Осиновая роща Ковдского полуострова — площадь 2 га. Небольшая популяция осины, достигающая необычно больших для Кольского Севера таксационных характеристик (диаметра, высоты, возраста) и отличающаяся устойчивостью к грибным заболеваниям. На участке смешанного (с преобладанием сосны) леса имеется 10 экземпляров особо крупных осин, диаметр которых на высоте 1,7 м достигает 70 см, а высота отдельных деревьев — 25 м. Возраст наиболее крупных деревьев около 200 лет. Усыхания крон не отмечено. Этот природный объект меняет сложившиеся научные представления о биологических возможностях осины на Крайнем Севере и может оказаться ценным в селекционном отношении.

Нямозерские кедр — площадь 5 га. Кедр здесь произрастают в двух местах: группа из 10 и не-

сколько отдельно стоящих деревьев. Высота их 3—7 м, диаметр ствола до 10 см, возраст около 40 лет.

Лиственничная роща Тайболы — площадь 2 га. Этот памятник природы представляет один из удачных опытов интродукции лиственницы на Кольском Севере. Из посеянных в 1932 г. семян лиственницы сибирской в настоящее время образовалась целая роща. Высота деревьев достигает 9—10 м. Они растут быстрее, чем окружающие сосны. Лиственница плодоносит, и в прилегающих участках леса уже имеется естественное возобновление.

Сосны-долгожители под Мончегорском — площадь 2,5 га. Стволы этих деревьев — сосны Фриза — толстые (диаметр у шейки корня до 60 см), высота достигает 12 м. Кора темная даже на толстых ветвях, у основания ствола — груботрещиноватая. Кроны низкоопущенные, сильно изреженные, с ниспадающим расположением ветвей. Сосны-долгожители интересны в лесохозяйственном, научном и эстетическом значении: в лесохозяйственном — меняют представление лесоводов о возрастных критериях главных лесообразующих пород, в частности возможна переоценка понятия «естественная спелость сосны» в условиях Крайнего Севера. Обычно предельный возраст сосны на Кольском Севере 300—350 лет. Предлагаемые к охране деревья имеют возраст 500—600 лет. В научном — могут служить материалом для ретроспективных дендроклиматохронологических анализов, а также материалом для прогнозирования роста древесных пород. Сосновая роща живописна.

К ботаническим относятся следующие памятники природы.

Гора Флора — площадь 10 га. Скалы на западном склоне г. Флоры — место обитания вудсии альпийской (папоротник, внесенный в Красную книгу СССР), кизильника киноварно-красного (вида, включенного в Красную книгу Европы), а также ряда видов, включенных в Красную книгу природы Мурманской области (лапчатка Шамиссо, камнеломки тонкая и ястребинколистная и др.). На склоне Флоры и в межгорной долине в верховьях ручья Березовый находятся изолированные популяции ложечной травы арктической — известного противоязвотного растения, свойственного морским побережьям.

Гроздовники п-ова Турьего — площадь 1 га. Это прибойная полоса зарастающего травмами песчаного пляжа. Единственная достоверно известная на Кольском



РИС. 39. Куртина елей в полосе относительного безлесья тундры. Должна охраняться как лесной памятник природы

Севере популяция реликтового папоротника из семейства уховниковых — гроздовника многораздельного, внесенного в Красные книги Европы и Мурманской области, была обнаружена ботаниками Полярно-альпийского ботанического сада в 1976 г. Популяция занимает узкую полосу песчаного приморского пляжа с несомкнутым травяным покровом.

Более 10 ботанических и лесных памятников природы утверждены, готовятся к обоснованию еще 12—15. Основной резерв для образования лесных памятников природы — это лесные острова в полосе относительного безлесья Кольской тундры (рис. 39) и долинские леса, доходящие до побережья Баренцева моря. По предварительным подсчетам, их не менее 150—170, все они должны быть сохранены. Будучи охраняемыми, лесные острова станут расширяться, завоевывая безлесные участки полосы относительного безлесья, а со временем и смыкаться, образуя широкие лесные массивы в тундре. Одна из главных задач — найти действенные формы охраны этих лесных островов от пожаров, «набегов» туристов, от вырубок их оленеводами и сотрудниками многочисленных экспедиций.

Такой же охраны в ранге лесных памятников природы требуют и леса на многочисленных островах по озерам Кольского Севера. Главный фактор экстремальности здесь — сильные ветры, особенно зимние, с оттепелями. Деревья на этих островах обычно имеют угнетенную



РИС. 40. Природно-исторический памятник природы. Надписи на камнях о-ва Анисеева, которые оставляли русские и иностранные мореходы с конца XVI и до XX в. Надпись неизвестного мореплавателя, посетившего о-в Анисеев в 1697, 1698, 1699 гг.

форму: низкорослы, с кривыми стволами и флагообразной кроной. В случае пожаров и вырубке леса здесь не восстанавливаются; более того, на таких участках постепенно разрушается почвенно-растительный покров и обнажается минеральный грунт — каменисто-песчаная морена или скальные породы.

Природно-исторические памятники раскрывают страницы давно минувших событий и явлений (рис. 40), воссоздавая их по вещественным памятникам. Кольский Север люди заселили еще в VI тысячелетии до н. э. Они занимались охотой, рыбным промыслом, оленеводством. Их жизнь мы можем представить на основании материалов археологических раскопок, производившихся на Большом Оленьем острове в Кольском заливе и в других местах области. Памятники неолита — «лабиринты», которые сохранились до наших дней возле Дальних Зеленцов, Харловки, в устье Поноя, возле Умбы и Кандалакши, большие валуны с рисунками, рассказывающими о жизни неолитических охотников и оленеводов.

Роль природно-исторических памятников на Крайнем Севере, в том числе и Кольском, где неолитически-пат-

риархальный уклад жизни просуществовал дольше и следы его «виднее», чем в более южных районах, еще недооценена. Рассмотрим несколько существующих и проектируемых природно-исторических памятников.

Наскальные изображения у пос. Чалмны-Варрэ — площадь 1 га. Расположен на правом берегу Поноя, в северо-восточной части бывшего пос. Чалмны-Варрэ. Это рассеянная группа валунов (6 шт.) с наскальными изображениями — исторические и культовые памятники древних жителей Кольского Севера саами. Так, например, камень под условным номером 5: по составу — гранодиорит, форма трапецидальная, размеры 2,2×1,7 м, покрыт накипными лишайниками, сплошь испещрен фигурками оленей, подвержен сильному выветриванию и загрязнению. Необходимо сохранить такие объекты (по-видимому, накрыть их стеклянными колпаками, как это сделано в Карелии); может быть, часть из них вывезти в музеи, хотя наскальная неолитическая живопись лучше воспринимается в пределах конкретных экосистем. Такие памятники дают материал для размышлений об изменениях, происшедших в природе. Так, например, обилие оленей и сцены охоты на них, запечатленные на камнях Чалмны-Варрэ, свидетельствуют о том, что несколько столетий назад их было в этом месте много. Сейчас оленей здесь нет.

Екостровское кинтище (погост). На юго-восточном берегу оз. Кислое, между Железной губой Екостровской Имандры и Воче-ламбиной. Участок суши около 100 га.

Здесь около двухсот лет назад существовал старый Екостровский погост. Он фигурирует в саамских преданиях (в частности, «Богатырь из Воче-ламбины»). Западнее кинтища, в зашейке Кислого, находится группа остроконечных холмов. Согласно преданию, это могилы шведских завоевателей, которых убил саамский богатырь, защищая свободу своей родины.

Как ботанический объект, участок интересен тем, что за 200 лет, прошедших со времени существования погоста, на поляне, где стояли вежи, не выросли деревья. Поляна покрыта кочкарником из щучки, встречаются ключ-трава и чемерица. Возможно нахождение и других интересных для ботаников растений.

Геофизическая станция «Ловозеро». Находится в центральной части Кольского Севера, близ села Ловозеро. На участке 4 га расположена геофизическая станция. Необходимо установить для нее охранную



зону радиусом 3 км. Таким образом, общая площадь геофизического полигона-заповедника составит около 3,6 тыс. га. Основная задача станции — исследование естественных магнитных короткопериодных колебаний — пульсаций. Геомагнитные пульсации — одно из интересных явлений природы. Особую актуальность их изучение приобрело в связи с установлением тесных связей свойств пульсаций со структурой и динамикой околоземного пространства. Комплекс измерений и условия в Ловозере — уникальные. Станция располагается в арктической высокоширотной области частых и интенсивных ионосферных магнитных возмущений. Из всей советской арктической зоны Кольский Север — наиболее доступный в транспортном отношении. Станция «Ловозеро» хорошо оснащена для подобного назначения. При этом она достаточно удалена от источников промышленных и сейсмических помех, что позволяет использовать особо чувствительную аппаратуру. Станция — единственная в СССР, имеющая длительный ряд непрерывных наблюдений, именно поэтому измерения включаются в программы международных и всесоюзных геофизических проектов и экспериментов.

Геолого-геофизический полигон Шуони-Куэтс — площадь 300 га. Печенгский район. Территория, расположенная по обе стороны автодороги Никель — Приречный (по 200 м с каждой стороны). Участок разбит пикетами через 20 м вдоль правой обочины, а каждый километр отмечен долговременными знаками в виде закопанных остроугольных брусьев с надписью на них: «Кольский филиал АН СССР, 1972, ПГИ».

На всем протяжении профиль пересекает все наиболее важные толщи Печенгской структуры, известной своими медно-никелевыми месторождениями, и ее южного обрамления. Здесь проводятся наблюдения на профиле с 1969 г. Задача проводимых работ — детальное картирование геологических горизонтов известными и вновь разрабатываемыми способами, проверка новых методических разработок и новых макетов геофизической аппаратуры. Все это служит важной основой для эффективного ведения поисков новых месторождений руд. На профиле отмечено несколько выходов кристаллических пород, позволяющих вести их непосредственное изучение.

*Ботанические сады и дендрологические парки.*  
На Кольском Севере насчитывается более 1100 видов высших растений, около 450 видов мхов и 300 видов ли-

шайников. Этот список может быть значительно расширен, потому что Кольский регион в ландшафтном отношении молод: возраст его 8—10 тыс. лет (отсчет идет со времени исчезновения материковых льдов).

В последнее время ботанические сады, как и зоопарки, становятся последними убежищами для редких и исчезающих видов, и потому роль их в охране природы становится еще более значимой. И еще одной обязанности не избежать ботаническим садам — интродуцировать не только растения, полезные для сельского, лесного хозяйства, озеленения и т. д., но и растения, дающие большую фитомассу, которая может очищать и оздоравливать загрязненный воздух городов. Пока на одном из первых мест среди выявленных в этом отношении деревьев стоят ивы и тополя, которые могут расти в северных городах при невысоких летних температурах и в то же время ежегодно давать большую фитомассу. Но вряд ли только этими растениями будет исчерпан список эффективных зеленых очистных сооружений.

На Кольском Севере расположен самый северный в мире Полярно-альпийский ботанический сад. Общая его площадь 570 га, из которых 356 — заповедные для горно-лесной и горно-тундровой растительности Хибинских гор. Ботанический сад организован в 1931 г., представляет собой комплекс объектов природного и культурного происхождения, подлежащих государственной охране.

На территории Ботанического сада представлены три ботанико-географических пояса: горно-таежный, горно-березового лесотундрового криволесья и горно-тундровый. На этом сравнительно небольшом участке произрастает около 300 видов сосудистых растений, более 50 из которых — редкие для Кольского Севера, многие взяты под охрану: многорядник копьевидный, дремлик темно-красный, псевдорис беловатый, камнеломка тонкая, кипрей белоцветковый, кассиопея четырехгранная, дяпенсия лапландская, вероника кустящаяся, мелколепестник северный, одуванчик подражающий и др. Некоторые виды включены также в Красную книгу СССР (мак лапландский) и в международную Красную книгу (кизильник киноварно-красный).

К памятникам природы смешанного происхождения (естественного и культурного) относятся географические участки с десятками видов интродуцированных и натурализовавшихся растений алтае-саианской и кавказской флоры, созданные в лесном поясе сада в середине 30-х

годов. Особый интерес среди них представляют крупные экземпляры пихты сибирской, куртины рододендрона кавказского и волчника скученного.

Памятником природы культурного происхождения служат коллекционные питомники интродуцированных растений, где собрано до 2 тыс. видов представителей инвасионных флор различных климатических зон и континентов. Многие из них в возрасте более 40 лет. Коллекции растений сада — хранилища генетического фонда более 100 видов, внесенных в Красные книги — от областных и республиканских до всесоюзной и международной. Вместе с тем сад — постоянный источник пополнения ассортимента декоративных растений для озеленения городов и поселков Крайнего Севера.

Дендрологический парк «Имандра». На территории дендропарка есть горные участки с проявлением высотной поясности, болота; на прибрежной полосе оз. Имандра обычны деревья с ветровыми формами; имеются и уникальные участки, где произрастают растения, занесенные в Красные книги.

Дендропарк будет включать три зоны: научную, научно-производственную и лесопарковую. В задачу дендропарка входит сохранение, изучение и обогащение коллекционных фондов растений и естественных участков северных лесов, расположенных в рекреационной зоне промышленных центров — Кировска, Апатитов, Мончегорска.

Дендропарк «Имандра» — первый и самый северный в СССР и в мире.

*Охраняемые леса.* Тундра на Кольском Севере занимает около 20% территории, остальное — лесотундровая и лесная зоны. Леса составляют только 23%, а нелесная площадь (болота, водоемы, горные тундры, пашни, сенокосы, усадьбы, дороги, крутые склоны) — 77% лесной и лесотундровой зон.

Леса разделены на I и III группы. Промышленной рубке подвержены 54% лесов Кольского Севера, при этом древесины заготавливается около 1,5 млн м<sup>3</sup> в год.

Функции лесов вообще и субарктических в частности весьма важны и многогранны. С природоохранной точки зрения выделяются следующие категории лесов I группы: притундровые защитные; запретные полосы по берегам рек, озер и других водоемов; защитные полосы вдоль железных и шоссейных дорог; зеленые зоны вокруг населенных пунктов (см. рис. 33).

*Притундровые защитные леса.* Полярные пределы ле-

сов — важнейший природный рубеж, у которого преломляются все компоненты окружающей среды. Но в то же время на месте уничтоженных человеком северных редколесий так резко изменяется комплекс экологических условий, что их самовосстановление на этой территории уже не происходит. Объясняется это тем, что в экстремальных условиях Севера семена у деревьев вызревают очень редко, приживаемость их низка, всходы часто гибнут. Поэтому на северных пределах лесов велика роль вегетативного размножения (формирование новых деревьев от укоренившихся ветвей, корневых побегов, прикорневой поросли и т. д.). Но как только дерево или куртина деревьев уничтожается, то исчезает и источник самовосстановления леса. На обезлесенной местности усиливается скорость ветров, снег распределяется неравномерно, он становится очень плотным; почвы, лишённые снега, промерзают значительно сильнее. Это ведет к растрескиванию, вспучиванию их, т. е. к образованию пятнистых, бугорковатых, полигональных тундр; изменяется растительность, животный мир. Условия окружающей среды становятся жестче, и на месте, где были северные леса, формируются тундровые экосистемы.

Деревья у северной границы лесов изуродованы ветрами, метелями, морозами, они низкорослы, часто имеют стланиковые и флагообразные формы, искривлены, расположены редко одно от другого, растут очень медленно. Высота дерева в 150—250 лет может колебаться от 1 до 3—4 м. Прирост у деревьев настолько мал, что здесь не может быть применен главный принцип использования биологических ресурсов — изымать в пределах годового увеличения биомассы.

А изъятие древесины на Севере началось давно — много тысячелетий назад, когда сюда стали проникать неолитические племена охотников, а затем и оленеводов. Деревья использовались на топливо, изготовление нартов, жердей для чумов и другие бытовые нужды. Огромный вред северным лесам всегда причиняли пожары. Все это привело к тому, что полярная граница лесов отступала к югу и расширялись безлесные, тундроподобные пространства. Сохранившиеся деревья становились северными форпостами, и со временем здесь образовывались угнетенные, низкорослые, стланиковые деревца.

В настоящее время на полярные пределы лесов воздействуют уже не племена охотников и пастухов, а люди, вооруженные современной мощной техникой — тракторами, вездеходами, бульдозерами, прокладывателями

дорог и т. д. Здесь вырастают новые города, рабочие и экспедиционные поселки, буровые вышки, трубопроводы, дороги. Даже при бережном отношении к северному лесу, что наблюдается далеко не всегда, вокруг всех этих объектов образуются широкие безлесные площади.

Необходимость охраны полярных лесов осознана давно. Вместе с тем комплекс мероприятий по их охране разработать чрезвычайно трудно: огромные северные пространства, разнообразие и сложность природных и хозяйственных условий и т. д. Но при ежегодном сокращении северных редколесий на 4—7% через 15—25 лет притундровые защитные леса могут исчезнуть. Почти вся тундровая зона Кольского Севера — антропогенно обусловленная, т. е. она формировалась в течение многих тысячелетий под воздействием человека.

Учитывая состояние притундровых защитных лесов, необходимо продолжить поиски мероприятий по их охране. В соответствии с постановлением Совета Министров РСФСР «Об установлении защитных полос в северной части притундровых лесов»\* и «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», предусматривающими возможность выделения особо охраняемых участков в пределах лесов I группы, целесообразно организовать на территории притундровых защитных лесов Кольского Севера лесной заказник с выделением дополнительных штатов на его охрану. Одновременно следует увеличить площади притундровых защитных лесов, особенно в северо-западной части области.

*Запретные лесные полосы по берегам рек, озер и других водоемов.* Реку, озеро, водохранилище, окаймленные лесополосами, нужно рассматривать как целостные экосистемы. Лесополосы у водоемов сохраняют среду обитания, создают оптимальные условия для нереста, служат целям сохранения водности рек и озер, сбережения водоемов от заиливания, а берегов — от разрушения, сохранения чистоты вод.

Ширина запретных лесных полос обычно 1 км, однако по предложению местных органов лесного и рыбного хозяйств она может устанавливаться дифференцированно — от 250—500 м и до 3 км, если в районе имеются заводы и хозяйства по разведению лососевых и осетровых рыб.

На основании ст. 15 «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», принятых в 1977 г., леса запретных лесных полос относятся к I группе. В табл. 8 и на рис. 33 показаны реки, озера и водохранилища Кольского Севера, охваченные такой формой охраны, которые занимают площадь 87 тыс. га, или 5,8% территории области. На Кольском Севере в ближайшее время целесообразно установить защитные полосы для всех рек протяженностью более 5 км и для всех озер, площадь зеркала которых более 1 га. По предварительным подсчетам, это составит 900 тыс. га охранных лесов.

*Защитные лесные полосы вдоль железных и шоссейных дорог.* Дороги вместе с лесополосами следует рассматривать как обычные в настоящее время, хотя и своеобразные антропогенно-биологические комплексы с системой причинно-следственных связей, со своим рельефом, химией окружающей среды, почвенно-растительным покровом, животным миром, и прежде всего беспозвоночными. Лесополосы вдоль дорог способствуют сохранению экологического равновесия, особенно в условиях интенсивно развивающегося промышленного региона. Они предохраняют дороги от снежных заносов, размывов, а также обладают ценными гигиеническими свойствами, очищая атмосферу от пыли, выхлопных газов.

Общая площадь охранных лесов вдоль железных и шоссейных дорог, проходящих по Кольскому Северу, составляет 185 100 га, или 1,23% территории.

Защитные полосы вдоль железных и шоссейных дорог общегосударственного, республиканского и областного значения в соответствии с «Основами лесного законодательства» (ст. 15) отнесены к I группе лесов. Их выделение необходимо планировать, когда строительство находится еще в стадии проекта. При этом должны быть разработаны конкретные природоохранные мероприятия, где особое внимание необходимо обращать на количество и выбор места карьеров строительного грунта и последующей рекультивации горных выработок.

*Леса зеленых зон вокруг населенных пунктов.* Выделение зеленых зон вокруг населенных пунктов предусмотрено «Основами лесного законодательства» (ст. 15). В РСФСР такие зоны выделены вокруг более чем 3500 городов.

Функции лесов зеленых зон прежде всего санитарно-гигиенические: они поглощают пыль и газы, оказывают

\* См.: Сборник законодательных актов по охране природы. М. 1961. С. 90.

ТАБЛИЦА 8. ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА  
(СУЩЕСТВУЮЩИЕ И ПРОЕКТИРУЕМЫЕ)

Форма охраняемых территорий	Существующие (1.1.1985 г.)		Предлагаемые к охране		Общие площади охраняемых природных территорий	
	количество	га и % от площади области	количество	га и % от площади области	количество	га и % от площади области
Заповедники	2	366 500(2,44)	2	590 000(3,93)	4	956 500(6,37)
Заказники	9	306 577(2,04)	10	167 000(1,11)	19	473 577(3,15)
Памятники природы	55	4 200(0,03)	25	3 000(0,02)	80	7 200(0,05)
Геолого-геофизические полигоны	2	3 900(0,03)	2	2 000(0,01)	4	5 900(0,04)
Ботанические сады	1	570(0,004)	—	—	—	570 } (0,01)
Дендрологические парки	1	2	1	232	2	234
Природные национальные парки	—	—	2	450 000(3,00)	2	450 000(3,00)
Притрундровые защитные леса	—	4 412 000(29,41)	—	270 000(1,80)	—	4 682 000(31,21)
Водоохранные леса	—	871 000(5,81)	—	900 000(6,00)	—	1 771 000(11,81)
Защитные лесные полосы	—	185 100(1,23)	—	10 000(0,07)	—	195 100(1,30)
Зеленые зоны городов	—	390 300(2,6)	—	300 000(2,00)	—	690 300(4,60)
Всего...		6 540 149(43,60)		2 692 232(17,95)		9 232 381(61,55)

положительную роль на кислородно-углекислый баланс населенных пунктов; фитонциды, выделяемые в процессе жизнедеятельности растения, обладают активными бактерицидными и дезинфицирующими свойствами. Велика эстетическая и рекреационная их роль. Кроме того, здесь запрещается охота, таким образом, зеленые зоны — одновременно и заказники, сохраняющие животный мир.

Из-за малого количества зеленых растений и краткости вегетационного периода на Севере кислорода воспроизводится с единицы площади меньше, чем в южных зонах, а поэтому и возможность самоочищения воздуха здесь тоже незначительна. Вместе с тем вследствие длительной холодной зимы с темными ночами и короткого лета отопительный сезон длится большую часть года, поэтому и загрязняющих веществ в воздух выбрасывается больше, чем в южных районах. Любой населенный пункт должен быть окружен зеленой зоной, занимающей такую площадь, над которой кислорода будет вырабатываться не меньше, чем его поглощается.

В настоящее время большинством городов кислорода поглощается больше, чем воспроизводится. ТЭЦ при сжигании 1 т угля поглощает около 2,7 т кислорода, а выбрасывает 3,7 т углекислого газа, т. е. сколько его выделяют 13—14 тыс. человек в течение дня. Установлено, что автомобиль, проехав 900 км, поглощает столько кислорода, сколько хватило бы для дыхания одному человеку в течение года. Многие страны Западной Европы, США, Япония расходуют кислорода значительно больше, чем его воспроизводится. Даже над маленькой Швейцарией, в которой лесов значительно больше, чем во многих других капиталистических странах, баланс кислорода отрицательный. Поэтому проблема чистого воздуха и кислорода стала в наше время актуальной.

Человек за час выдыхает 10 г углекислоты; это количество за то же время способны поглотить растения, занимающие территорию площадью около 50 м<sup>2</sup>. Человек дышит постоянно, а растения вырабатывают кислород только в светлое время суток (на Севере из-за краткости вегетационного периода только 2—3 месяца в году). С учетом этих особенностей площадь под зелеными растениями, которые могут обеспечить кислородом на год одного человека, должна равняться 500—600 м<sup>2</sup>; для северного города с населением 50 тыс. площадь зеленых насаждений должна быть не менее 30 км<sup>2</sup>.

Если условно принять, что все моторы внутреннего сгорания, промышленные объекты, отопительные уст-

ройства в северном городе поглощают в 1 тыс. раз больше кислорода, чем его идет непосредственно на дыхание людей (а в действительности эта цифра, по-видимому, больше), то в этом случае площадь должна быть не менее 30 тыс. км<sup>2</sup>, т. е. радиус зеленой зоны вокруг города составит примерно 100 км. Хотя это и очень приблизительные расчеты, можно полагать, что над таким биопромышленным комплексом Севера баланс кислорода не будет отрицательным. Пока далеко до этих показателей, но они в условиях Севера вполне достижимы, учитывая, что города и промышленные узлы здесь будут занимать и в будущем 1—2% территории.

Площадь зеленых зон вокруг населенных пунктов Кольского Севера составляет в настоящее время 390,3 тыс. га (2,6% территории), из которых 192,8 тыс. га покрыты лесом. Для дальнейшего улучшения качества окружающей среды целесообразно существенно увеличение зеленых зон вокруг городов в соответствии с вышеприведенными расчетами. Учитывая также неустойчивость природных комплексов к антропогенному воздействию в условиях Заполярья, зеленые зоны необходимо выделить вокруг всех населенных пунктов.

Индустриализация потребовала перехода от монофункционального сырьевого лесного хозяйства к многоцелевому, которое помимо заготовки древесины предусматривает использование гидрологических, противозернозных, климаторегулирующих, социально-гигиенических и других функций леса. Для этого необходимо дальнейшее совершенствование принципа постоянства пользования всеми полезностями леса, и прежде всего его защитными экологическими возможностями. Это реально только в условиях хорошо обоснованной и организованной сети охраняемых экосистем.

Каждая территория должна иметь свои правила природопользования и режим доступности. Система охраняемых природных территорий может, наверное, напоминать режим использования различных городских сооружений — промышленных и административных предприятий с пропускным режимом. Без определенного режима ограничений невозможна была бы нормальная жизнь в городе. Подобные режимы пользования необходимо установить и для системы охраняемых природных территорий; более того, без такого режима жесткого ограничения пользования природным пространством в настоящее время невозможно нормальное освоение территории и развитие общества.

## ГЛАВА IX

### РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА СЕВЕРЕ

#### ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Север осваивался сначала в целях добычи пушнины: соболя, песца и др. После Великой Октябрьской социалистической революции начался новый, аграрно-индустриальный этап освоения Севера; главными ресурсами при этом стали полезные ископаемые — природные минеральные образования земной коры неорганического и органического происхождения.

Вследствие несовершенства технологии и по другим причинам из огромной массы добываемых руд используется всего несколько процентов, остальное идет в отвалы, рассеивается в воздухе, воде, почве, нарушая нормальное течение биологических процессов. Установлено, что из недр планеты ежегодно извлекается более 100 млрд т руды, горючих ископаемых и строительных материалов, используется же 10—11 млрд т добытого вещества, остальные 90 млрд идут в отходы, в том числе в отвалы-хвостохранилища — более 80 млрд, в моря, озера и реки — 8—9 млрд, около 1 млрд т выбрасывается в воздух (Статистика окружающей среды, 1981).

У нас в стране ведется работа по комплексной переработке многокомпонентных и бедных руд, ее цель — все более полное извлечение всех полезных веществ и сокращение отходов. Приведем несколько примеров. Ковдорский горнообогатительный комбинат (ГОК) в Мурманской области после добычи и обогащения железных руд ежегодно выбрасывает около 10 млн т так называемых отходов-хвостов, в которых содержатся апатит (исходное сырье для получения фосфорных удобрений), бадделит (сырье для керамической промышленности) и производства огнеупоров); около 45% отходов составляют минералы для известкования кислых

почв, содержащие кальций и магний — ценные компоненты для удобрения. Опыты по известкованию и удобрению почв подсобного хозяйства Ковдорского ГОКа дали положительные результаты. Здесь много делается для того, чтобы из отходов все больше извлекать ценных компонентов и превратить со временем ГОК в безотходное предприятие. В 1975 г. была построена апатито-бадделентовая обогатительная фабрика, что позволило из комплексных руд Ковдорского месторождения извлекать три концентрата: железный, апатитовый, бадделентовый. Есть возможности для увеличения мощностей таких фабрик.

Из хвостов-отходов апатито-бадделентовой обогатительной фабрики можно получать кирпич, который достаточно прочен и на 20% дешевле привозного; изготовлены образцы красивой облицовочной плитки, строительные газобетонные панели, которые тоже на 20% дешевле, чем применяемые ныне. Со временем в Ковдоре будет построен завод по производству кирпича и стеновых панелей — это будет еще один шаг к безотходному производству. Вскрышные породы можно и нужно использовать как облицовочный и строительный материал. Ковдорский ГОК может стать первым в Мурманской области уже в XX столетии безотходным предприятием. Это будет иметь одновременно большое значение и для охраны заполярной природы.

На Оленегорском ГОКе тоже ведутся работы, направленные на создание безотходного производства. С 1960 г. здесь работает завод по производству силикатного кирпича, сырьем для которого служат отвалы-хвосты. Вскрышные породы используются для получения сортового щебня, идут на изготовление бутового, строительного и облицовочного камня. К сожалению, на это используется пока незначительная часть песчаных отходов-хвостов и вскрышных пород.

В связи с повсеместной отработкой богатых металлических руд в производство вовлекаются все более бедные. Такой металл обходится очень дорого, так как для получения всего нескольких килограммов металла нужно провести сложную обработку нескольких тонн руды (взорвать, перевезти, измельчить, обогатить, провести плавку в несколько этапов и т. д.). Поэтому исследования направлены на новые способы переработки руд, и прежде всего гидрometаллургические, путем химического и бактериального выщелачивания бедных руд, отвалов-хвостов и металлургических шлаков.

Общее обеднение руд, безусловно, приведет к тому, что уже в конце XX в. не только будет налажена комплексная переработка многокомпонентных руд, но и станет возможным вовлечение в эксплуатацию на базе новых технологий все более бедных руд и путем вторичной комплексной переработки отвалов-хвостов и шлаков, многие миллиарды тонн которых скопились возле горнодобывающих предприятий, заводов, фабрик, шахт. В настоящее время в нашей стране и за рубежом ведутся исследования по гидрometаллургической переработке бедных руд и отходов-хвостов. По-видимому, это наиболее перспективный метод вовлечения их в эксплуатацию.

Разработан промышленный метод анализа бедных руд, отвалов-хвостов, шлаков с использованием автоматической электронной аппаратуры и ЭВМ\*. Анализ производится прямо в емкостях разного типа — вагонетках, автосамосвалах, думпкарах, на транспортерных лентах. Новые технические средства позволяют «видеть» в горной массе и фиксировать содержание тех или иных химических элементов, своевременно автоматически управлять процессами транспортировки и разделения руды по сортам. Водитель автосамосвала, загруженного, например, рудой, проезжая мимо радионотопной установки, получает конкретное указание на световом табло о сортности руды и пути дальнейшего следования.

На рудниках Алмалыкского горно-металлургического комбината благодаря использованию комплекса установок получены тысячи тонн свинца и цинка в концентратах с экономическим эффектом более 5 млн р. Вовлечение в переработку отвалов одного из месторождений комбината с использованием сортировки позволило продлить существование рудника на 15 лет при сохранении его производительности. Новая технология ценна и тем, что не требует больших капитальных вложений, экологически безвредна. Она позволяет снизить требования к условиям минерального сырья, вовлечь в разработку бедные руды и мелкие месторождения. Это один из примеров возможностей, которые открываются перед горнодобывающей промышленностью. Большие перспективы открываются в комплексном использовании апатито-нефелиновых руд, которые содержат 36—38% апатита (80% апатитового концентрата для произ-

\* См.: Ржевский В., Ревнивец В. Анализ без проб//Правда. 1985. 29 авг.

водства фосфорных удобрений в нашей стране дает Кольский Север); 40—45% нефелина (сырье для алюминия с попутным получением соды, поташа, цемента); 2—3% сфена, в хвостах-отходах — около 5% (сырье для получения титановых пигментов); 10—12% эгирина (сырье для керамических изделий); полевые шпаты тоже комплексные минералы.

Всего в апатито-нефелиновых рудах содержится около 20 полезных компонентов, извлекается же из них апатитовый концентрат (около 40% рудной массы) и 13—15% нефелина, остальные выбрасываются в отвалы-хвостохранилища, занимая огромные площади земельных угодий, загрязняя воздух, воды, почвы.

У производственного объединения «Апатит» накопилось более 400 млн т отвалов-хвостов, основная масса которых содержит нефелины. Это по существу рукотворное месторождение руд, содержащих алюминий. Разработано несколько новых способов, позволяющих получать нефелиновый концентрат — сырье для производства дешевого глинозема, цемента, содопродуктов.

Содержание сфена в апатито-нефелиновых рудах велико, больше его в хвостах-отходах (около 5%). Но, учитывая, что масса отходов-хвостов превышает 400 млн т, отвалы приобретают промышленный характер. Из сфена, точнее, из его концентрата получают титановые продукты, прежде всего пигменты, на основе двуокиси титана. Это соединение представляет непревзойденный по своим свойствам белый пигмент, применяемый для эмалевых покрытий машин и оборудования, в производстве пластмасс, линолеума, резины, бумаги и т. д. Потребности в двуокиси титана огромны и превосходят существующие в настоящее время возможности промышленности, а положительное решение проблемы сырья пока мало перспективно. Сфеновый же концентрат, который может быть получен из хвостов обогащения апатито-нефелиновых руд, представляет собой новый источник титановых пигментов. Это еще один пример, показывающий, что комплексное использование сырья вдвойне выгодно — с экономических и экологических позиций.

Применительно к комплексным хибинским апатито-нефелиновым рудам ведутся широкие разработки по извлечению всех полезных компонентов, содержащихся в них. Существующая схема переработки богатых руд, когда значительная часть этих полезных компонентов выбрасывается в отвалы, изживает себя. Это естествен-

но, так как основы принятой сейчас технологии обогащения разработаны были еще в 30-х годах.

В Институте химии Кольского филиала АН СССР разработан новый метод полного, комплексного использования бедных апатито-нефелиновых руд и отходов-хвостов\*. Суть его сводится к следующему. Бедную апатито-нефелиновую руду или хвосты апатитовой флотации выщелачивают кислотой. В раствор при этом целиком переходят ценные компоненты — фосфор, алюминий, калий, натрий и др. О степени извлечения свидетельствует почти полное отсутствие в остатке апатита и нефелина. Это значит, что при переработке всей массы хвостов можно было бы ежегодно только фосфора получать дополнительно такое количество, которое эквивалентно 2 млн т апатитового концентрата. При переработке одной тонны хвостов апатитовой флотации обеспечивается получение 130—150 кг фосфорно-калиевого удобрения, 170—190 кг глинозема, 170—180 кг соды, 200—250 кг аморфного кремнезема\* и попутно целого ряда других продуктов (коагулянты, жидкое стекло, селитры), которые в больших количествах могут найти применение в народном хозяйстве страны.

Конечно, резко изменить сложившуюся структуру использования апатито-нефелиновых руд — нереально. Построены обогатительные фабрики, перерабатывающие предприятия, и они обязаны действовать. Горняки будут добывать из месторождений максимально полно руду, в том числе и бедную, обогатители будут выделять из нее наиболее легко получаемую часть апатита, а остаток передавать химикам, которые извлекут из него все возможные продукты, — такую картину представить можно. На этом пути делаются только первые шаги, но они в нужном направлении. Это направление тоже составная часть научно-технического прогресса.

Мурманская область — своего рода модель развития других регионов Севера; успехи и просчеты, имеющиеся здесь, должны учитываться при освоении Севера. На ее примере совершенно ясно необходимость комплексного использования многокомпонентных минерально-сырьевых ресурсов. Найдена и организационная форма — территориально-производственные комплексы (ТПК), которые стали формироваться в малоосвоенных регионах.

\* См.: Калинин В. Т., Захаров В. И. Богатствам Хибин — комплексное использование // Полярная Правда. 1985. 21 июня.



РИС. 41. Минерально-сырьевые ресурсы Севера

Но Кольский Север — освоенный регион. Учитывая это, в 1984 г. сформирован Кольский горнопромышленный комплекс. Г. И. Горбунов (один из авторов идеи комплекса) отмечал, что «природный комплекс должен иметь одного хозяина, несущего ответственность за полное извлечение всех компонентов минерального сырья»\*. Создание такого комплекса — это по существу ТПК — может преодолеть ведомственные барьеры, увязать экономические интересы предприятий разных отраслей, наладить взаимодействие научно-исследовательских, проектных и производственных организаций и в конечном счете обеспечит условия для комплексного использования минеральных богатств региона.

\* Горбунов Г. И. К богатствам недр // Правда. 1981. 22 янв.



По расчетам специалистов, разумное использование полезных ископаемых Кольского Севера, а также отходов, которые сейчас выбрасываются, уже к 2000 г. даст двукратное увеличение валовой продукции, рост прибыли в 4,6 раза, производительности труда — на 40%.

Конец XX в. будет временем полного, комплексного использования руд и безотходного производства, и Кольский регион, по-видимому, один из первых в нашей стране, где эта проблема будет решаться успешно.

Не менее сложна проблема улавливания выбрасываемых в атмосферу отходов промышленного производства, которые загрязняют всю биосферу: почвы, воды, растительность. Добыча большей части полезных ископаемых в ближайшие 20—30 лет будет возрастать (рис. 41), причем повсеместно в эксплуатацию будут вовле-



ТАБЛИЦА 9. ДОБЫЧА УГЛЯ И ВЫБРОСЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ЕГО СЖИГАНИИ (по Шипунову и Степанову, 1981)

Порядок убывания токсичности	Элемент	Содержание выбросов, г/т на 1 т золь	Выбросы при сжигании в 1971 г., тыс. т	Добыто в 1971 г., тыс. т	Сумма выбросов до 1977 г., млн т	Сумма выбросов, 1977—2000 гг., млн т	Сумма выбросов до 2000 г., млн т
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Ртуть	5	1,9	9	0,123	0,109	0,232
2	Свинец	200	76	2 800	4,94	4,42	9,36
3	Кадмий	44	16,7	13	1,1	0,87	1,97
4	Мышьяк	3 540	1 300	40	37,3	72,4	109,7
5	Селен		1				
6	Цинк	3 000	1 100	3 800	74	61,2	135,2
7	Медь	156	60	5 400	3,85	3,17	7,02
8	Железо			31 000			
9	Хром	105	40	1 400	2,6	2,14	4,74
10	Марганец	1 250	475	6 000	31	25,5	56,5
11	Кобальт	303	115	13	7,5	6,18	13,68
12	Никель	505	200	400	12,5	10,3	22,8
13	Ванадий	400	152	7	9,88	8,15	18,03
14	Олово	181	70	190	4,47	3,69	8,16
15	Стронций	6 700	2 500	8	165	136,8	301,8
16	Уран	400	152	25	9,88	8,15	18,03
17	Бериллий	151,5	57	0,3	3,7	3,07	6,77
18	Галлий	111	42	0,01	2,72	2,23	4,95
19	Висмут	50	19	3	1,23	1,03	2,26
20	Скандий	61	23	50 кг	1,5	1,24	2,74
21	Молибден	50	19	45	1,23	1,03	2,26
22	Цирконий	900	334	1	22,5	18,35	40,85
23	Барий	3 340	1 250	1 900	75,6	75,4	151
24	Серебро	5,7	2,2	8	0,141	0,1	0,241
25	Германий	510	193	0,1	12,5	10,43	22,93
26	Бор	700	266	130	17,3	14,25	31,55
27	Титан	9 000	3 400	10	222	183,5	405,5
28	Лантан	200	76	1 500	4,94	4,02	8,96
29	Иттрий	110	42	0,004	2,72	2,23	4,95

каться все более бедные руды, и, стало быть, отходы тоже будут возрастать, несмотря на внедрение комплексной переработки руд.

В таблицах 9 и 10 приведены добычи угля и нефти и соответственно выбросов тяжелых металлов при их сжигании.

По подсчетам М. А. Стыриковича и А. К. Внукова (1981), к 2000 г. использование органического топлива — главного загрязнителя природы — достигнет примерно 20 млрд т/год, т. е. в 4—5 раз превысит современный уровень. Возрастет добыча многих металлов, выбросы которых токсичны для природной среды, — нике-

ТАБЛИЦА 10. ДОБЫЧА НЕФТИ И ВЫБРОСЫ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРУ ПРИ ЕЕ СЖИГАНИИ (по Шипунову и Степанову, 1981)

Порядок убывания токсичности	Элемент	Усредненное содержание в нефти, г/т	Выбросы при сжигании нефти в 1971 г., тыс. т	Добыто в 1971 г., тыс. т	Сумма выбросов к 1977 г., тыс. т	Выбросы, 1977—2000 гг., тыс. т	Сумма выбросов к 2000 г., тыс. т
2	Свинец	0,7	2,03	2 800	47	90	137
6	Цинк	2,7	7,8	3 800	181	344	525
7	Медь	1,02	2,96	5 400	69	131	200
8	Железо	3,88	11,2	31 000	259	496	755
9	Хром	0,45	1,3	1 400	30,2	57,5	87,5
10	Марганец	1,09	3,16	6 000	73	140	213
11	Кобальт	1,77	5,13	13	118	227	345
12	Никель	7	20,2	400	470	895	1 365
13	Ванадий	12,6	36,6	7	845	1 610	2 455
21	Молибден	1,84	5,34	45	123	236	359
23	Барий	4,24	12,3	1 900	284	542	826

ля, цинка, свинца, меди — в 5—6 раз; многие полезные ископаемые будут добыты в количествах значительно больших, чем за весь предшествующий период. Причем большая часть многих полезных ископаемых будет добыта на Севере. Все это окажет сильное воздействие на биосферу Севера, а с другой стороны, будет способствовать ускорению введения комплексной переработки сырья и безотходных технологий, уменьшающих отрицательное воздействие на природную среду. Количество выброшенных в биосферу металлов до 2000 г. в результате сжигания угля и нефти (см. табл. 9, 10) намного меньше их общего количества, которое поступит со временем в биосферу в результате полного исчерпания известных запасов угля на суше и его сжигания. В этом легко убедиться, если сравнить две названные таблицы с табл. 11.

Л. Г. Бондарев считает, что приведенные величины поступления металлов в биосферу занижены, так как здесь не учтены естественные поступления — с выбросами вулканов (никель, ртуть, селен, мышьяк и др.) и из Мирового океана — с океаническими ветрами и осадками. Не учтены и другие источники: рассеивание при непосредственной добыче руды и выплавке металлов, из вновь разведанных запасов топлива, которые будут эксплуатироваться.

К материалам о рассеивании металлов в биосфере нужно еще добавить некоторый материал о рассеивании железа. По Л. Г. Бондареву (1976), к настоящему вре-

ТАБЛИЦА 11. ПРЕДСТОЯЩЕЕ ПОСТУПЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ  
В БИОСФЕРУ (млн т) В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЛНОГО ИСЧЕРПАНИЯ  
ИЗВЕСТНЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ И ТОРФА И ИХ СЖИГАНИЯ  
(по Бондареву, 1976)

Химический элемент	Поступление в биосферу	Химический элемент	Поступление в биосферу
Свинец	207,5	Уран	590,4
Мышьяк	739	Серебро	3
Никель	1 095,4	Молибден	297
Бериллий	442,4	Ртуть	0,55
Бор	885	Олово	295,7
Цинк	407,7	Ванадий	1 043,2
Кобальт	447,3	Литий	738
Галлий	148,4	Висмут	29,5
Германий	738	Цезий	73,8
Кадмий	7,4	Сурьма	75,2

мени человечество выплавилло более 20 млрд т железа. Весь мировой металлофонд (в сооружениях, машинах, механизмах и т. д.) составляет 6 млрд т, остальные 14 млрд т «съедены» ржавчиной, рассеяны в биосфере. Если к этим 14 млрд т железа добавить около 2 млрд т других металлов, в том числе токсичных, тоже рассеянных в биосфере, то картина получится нерадостной.

На Севере «рассеивание» металлов и других вторичных ресурсов (стекло, макулатура, остатки древесины и т. п.) идет в больших размерах, чем в средней полосе, так как их собирают в очень малых объемах или вовсе не собирают. Одна из причин этого — высокая стоимость перевозки в контейнерах. В то же время известно, что из 10 завезенных контейнеров пустыми возвращаются 7—8. Поэтому было бы целесообразно уменьшение цены за перевозку в контейнерах вторичного сырья в несколько раз — это выгодно с экологических и экономических позиций.

### РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Понятие «нарушенные земли» постоянно уточняется (Моторина, Овчинников, 1975; Программа и методика..., 1978; Федосеева, 1977; Уолворк, 1979). Существует по крайней мере два определения понятия «нарушенные земли»: первое — это земли, нарушаемые и нарушенные в процессе промышленного производства; второе определение — это земли, подвергшиеся любым видам нарушения равновесного состояния, в том числе пожарам,

неумеренному выпасу и т. д. Несовершенство терминологии затрудняет разработку рекомендаций по восстановлению и рекультивации нарушенных земель. Широкое толкование понятия «нарушенные земли» (экосистемы) предпочтительнее с точки зрения и классификации этих земель, и разработки рекомендаций по их рекультивации и восстановлению. Рассмотрим нарушенные земли (экосистемы) на Севере.

Изменение энергетического баланса природной среды в среднем на 1% (от 0,3% до единиц процентов) выводит природную систему из стационарного, равновесного состояния (Реймерс, Яблоков, 1980). Для экосистем Севера свойственно малое количество вещества и энергии, вовлекаемых в круговорот: на один — три порядка меньше на единицу площади и в единицу времени, чем в более южных зонах, и на два — четыре порядка меньше, чем при хозяйственном освоении. Поэтому изменение вещества и энергии, поступающих в столь больших количествах в места формирования промузлов, обуславливает глубокую деформацию экосистем. Таким образом, степень загрязнения, а значит, и нарушения экосистем зависит при прочих равных условиях от количества отходов производства.

В соответствии с названными закономерностями и будут распределяться нарушенные земли (экосистемы). Это, во-первых, техногенно-очаговые глубокие разрушения земель, в результате которых образуются карьеры, отвалы, хвостохранилища; нарушения земель при добыче россыпных месторождений, вдоль трубопроводов и т. д.

В настоящее время промышленные узлы, населенные пункты, дороги занимают на Севере десятые доли процента всей территории региона. Даже в Мурманской области, в промышленном отношении наиболее развитой из всех областей Севера, они составляют около 0,4% территории.

Несмотря на незначительную площадь, занимаемую техногенно-очаговыми видами разрушений, они оказывают глубокое локальное и большое деформирующее воздействие на окрестные территории. Поэтому одновременно с этими образуются и широкие аэротехногенные виды нарушений экосистем, которые формируются вследствие разнеса промышленных отходов воздушными и водными массами.

**Хвостохранилища** — это отвалы (обычно в виде песчаных фракций), формирующиеся в результате выбро-

сов и складирования так называемых хвостов, т. е. отходов обогащения добываемых руд; как правило, содержат полезные компоненты, которые не извлекаются из-за ведомственности, неразработанности технологических процессов и по другим причинам.

По степени воздействия на окружающую природную среду хвостохранилища стоят на одном из первых мест среди техногенно-очаговых нарушений земель (рис. 42, 43, 44).

Например, хвостохранилища производственного объединения (ПО) «Апатит» принадлежат к числу наиболее крупных в стране и самым крупным на Севере. ПО «Апатит» дает около 80% общесоюзного сырья для выработки фосфатных удобрений. Обогащение руд производится на двух апатито-нефелиновых обогатительных фабриках (АНОФ-I и АНОФ-II). Отходы обогащения находятся в трех хвостохранилищах, общая их площадь равна нескольким тысячам га. Учтявая, что в перспективе будут эксплуатироваться все более бедные руды, масса песков в хвостохранилищах будет расти быстрее, чем в прошлые годы.

Хвостохранилища очень легко размываются дождевыми и талыми водами, загрязняя почвы, водоемы. Еще больший вред наносят раздувание и разнос их ветрами. Расчеты показывают, что из хвостохранилищ в результате пыления и размыва унесено около 100 млн т песчаной массы. Ущерб от этого тройной: загрязнение воздуха, оз. Имандра (источник водоснабжения г. Апатиты и других населенных пунктов) и безвозвратная потеря многих ценных компонентов.

Пока не разработаны экологически приемлемые технологии по переработке минерально-сырьевых ресурсов, находящихся в хвостохранилищах, их нужно сохранять от развевания и размывания. Усилиями сотрудников Кольского филиала АН СССР и ПО «Апатит» сделано не мало. Например, отработанное хвостохранилище площадью 100 га покрыто многолетними травами. Но этому событию предшествовало почти 20 лет исследований и опытов на техногенных песках. Работы были начаты сотрудником Полярно-альпийского ботанического сада Кольского филиала АН СССР П. М. Медведевым, продолжены В. Н. Перверзевым и Н. И. Подлесной (1982).

С агрономической точки зрения нефелиновые пески представляют собой необычный для выращивания растений техногенный субстрат, совершенно лишенный свя-

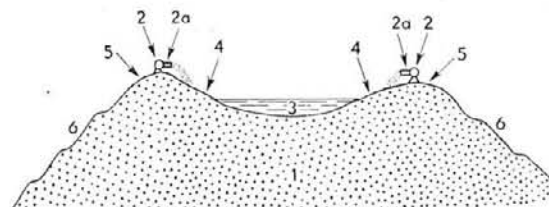


РИС. 42. Схема действующего хвостохранилища:

1 — тело хвостохранилища, сложенное техногенными песками и включающее в себя большое количество инородных предметов: отработанные трубопроводы, шпалы, бочки, автомобильные покрышки, неубранный лес и т. д.; 2 — пульпопроводы, которые опоясывают хвостохранилище и имеют патрубки (2а), через которые пульпа сбрасывается в хвостохранилище; расположены на гребнях дамб. По мере нарастания массы техногенных песков (хвостов) пульпопроводы переносятся выше. Изношенные трубопроводы обычно остаются на прежнем месте и засыпаются песками; 3 — отстойный пруд, в котором оседают илесто-песчаные фракции подаваемой в хвостохранилище пульпы, а верхний слой осветленной воды по системе технически устроенных колдунов сбрасывается в водоем. При введении замкнутого оборотного водоснабжения осветленная вода будет перекачиваться на обогатительную фабрику и подготавливаться до необходимого для процесса обогащения качества; 4 — пляжи хвостохранилища, которые в сухую погоду необходимо смачивать, чтобы они не пылили; 5 — верхние части хвостохранилища (гребни, бровки). Здесь происходит наиболее быстрое высыхание песков и их развевание. Необходимо комплекс мер для предотвращения пыления: покрытие песков химическими нетоксичными пленкообразующими реагентами; смачивание водой, посев трав и др.; 6 — склоны хвостохранилища — участки активного пылеобразования, для подавления которого тоже необходим комплекс мероприятий: прежде всего гидропосев с подбором компонентов смеси (вода, семена трав, удобрения, пленкообразующие стабилизирующие нетоксичные реагенты и т. д.); хорошо приживается здесь волоснец песчаный — многолетний злак

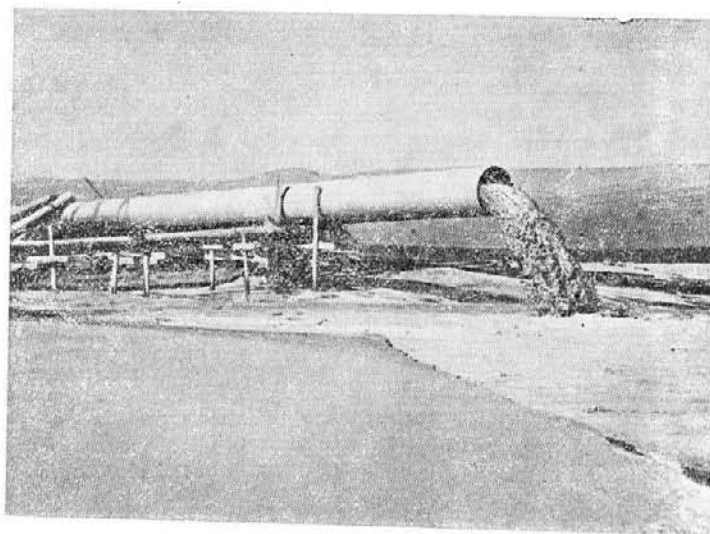


РИС. 43. Сброс отходов обогащения руды в виде пульпы (размельченной песчаной фракции, смешанной с водой), в результате которого происходит намыв и формирование хвостохранилища



РИС. 44. Так выглядит один из участков хвостохранилища, не засеянный травами. Вверху — действующий пульпопровод; на первом плане — остатки ранее действовавшего пульпопровода. Тело хвостохранилища засорено трубами, бревнами, проволокой, бочками и т. д. Если их не убрать, то в дальнейшем трудно будет разрабатывать это хвостохранилище как залежь минерального сырья

занного азота и органического вещества. На основании опытов на отработанном хвостохранилище было выявлено, что закрепление пылящих нефелиновых песков возможно при условии покрытия их поверхности слоем торфа 3—5 см в чаше хвостохранилища и 10—15 см на склонах намывной дамбы с последующим посевом многолетних трав: овсяницы красной и луговой, мятлика лугового, костра безостого, тимофеевки луговой, лисохвоста.

Исследования показали, что в песках хвостохранилищ имеется фосфор и калий, но фосфор недоступен для растений, поэтому наряду с азотом необходимо внесение и фосфора. Запасы калия в доступных для растений формах в нефелиновых песках настолько велики, что даже через 8—10 лет после посева трав нет необходимости их внесения. Доза торфа на 1 га около 500 м<sup>3</sup>, он перемешивается с верхним слоем песков; обязательны органические удобрения (навоз, торфокомпост) в дозах 100—150 т/га.

Весь комплекс мероприятий позволяет создавать на отработанных хвостохранилищах сельскохозяйственные угодья. Непременное условие возможности получения высоких урожаев многолетних трав — постоянное обогащение техногенного песчаного субстрата органическим веществом и внесение высоких доз азотных и фосфорных удобрений (аммиачная селитра — 4 ц/га, двойной суперфосфат — 2 ц/га). Для закрепления песков можно применять как чистые посевы, так и смеси многолетних трав, которые могут давать большие урожаи (табл. 12).

ТАБЛИЦА 12. ВОЗМОЖНЫЕ УРОЖАИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩАХ ПО «АПАТИТ», ц/га

Вид растения	Зеленая масса	Сено
Костер безостый	154—192	35—37
Овсяница луговая	150—190	42—45
Тимофеевка луговая	145—172	35—42
Лисохвост луговой	190—220	44—58

После того как было засеяно многолетними травами отработанное хвостохранилище АНОФ-1, на очередь стали действующие хвостохранилища АНОФ-1 и АНОФ-2, каждое из которых во много раз превышает первое. Одно из них образовано в губе Белой оз. Имандра. Площадь его более 20 км<sup>2</sup>. Мощность песка в хвостохранилище 23—28 м: 8—12 м ниже уровня и 15—16 м выше уровня озера. Зеркало воды в прудке хвостохранилища, где отстаивается пульпа, на 14—15 м выше уровня озера, что ведет к просачиванию загрязненной воды из отстойника прудка в озеро.

Добиться прекращения пыления и размывания действующих хвостохранилищ значительно труднее, чем отработанных, так как действующие постоянно растут вверх и расширяются. Было решено: пляжи отстойных прудков в хвостохранилищах в период высыхания смачивать, а склоны дамб засеивать травами. Опробовали овес, но потом остановились на многолетних травах. Трудности этого мероприятия заключаются в следующем. Песок на склонах быстро высыхает; семена трав и удобрения скатываются вниз; торф в окрестностях ПО «Апатит» практически исчерпан для сельскохозяйственных и других нужд.

Были испытаны различные нетоксичные виды закрепителей песка; остановились на латексе СКС-65 ГП,



РИС. 45. Склон дамбы действующего хвостохранилища, на котором посажен волоснец песчаный. Растет он медленно; на снимке возраст его 2 года. В этом возрасте он еще не предотвращает пыления песков на хвостохранилище

с которым и проводила исследования научный сотрудник Лаборатории охраны природы Кольского филиала АН СССР С. П. Месяц (1983). На склонах дамб высевались семена трав, вносились минеральные удобрения, потом производилось покрытие поверхности 5—7%-ным раствором латекса из расчета 1—1,5 л/м<sup>2</sup>. Достоинства этого способа: латексное покрытие переносит большие деформации без разрыва вследствие его эластичности, что особенно важно на песчаных склонах; сохраняет свои противэрозсионные свойства в течение двух—четырех лет; обеспечивает снижение потерь влаги на физическое испарение; через латексное покрытие свободно пробиваются всходы трав. Таким методом посеяно более 20 га многолетних и однолетних (овес) трав.

Хорошо зарекомендовал себя на песчаных склонах многолетний корневищный злак волоснец песчаный, он обладает большой вегетативной подвижностью, хорошо скрепляет пески и предотвращает их пыление, но, к сожалению, медленно растет и в генеративную фазу вступает на 4—5-й год жизни, образуя к этому времени сомкнутый травостой высотой 120—140 см (рис. 45, 46).



РИС. 46. Участок действующего хвостохранилища, на котором посажен волоснец песчаный. Возраст его 5 лет, высота трав 110—120 см. Пыление на этом участке прекращено. До посадки волоснеца песчаного участок выглядел так же, как на предшествующей фотографии (рис. 45)

Разработанная система биологической и химико-биологической рекультивации хвостохранилищ АНОФ-I и АНОФ-II ПО «Апатит», а также опыт ее практического внедрения могут служить основой для разработки методов закрепления хвостохранилищ других горно-обогатительных предприятий. Это ведет к сохранению окружающей среды и минерально-сырьевых ресурсов, сконцентрированных в хвостохранилищах. По самым скромным подсчетам, произведенным сотрудниками Кольского филиала АН СССР и ПО «Апатит», ежегодный совокупный эффект от рекультивации хвостохранилищ составит 1900 тыс. р.

Большой ущерб от запыления понесла Полярная опытная станция Всесоюзного института растениеводства (ПОСВИР), поля которой были расположены рядом с хвостохранилищем АНОФ-II. Она была основана в начале 20-х годов академиком И. Г. Эйхвельдом. Уже в конце 60-х и начале 70-х годов растения из коллекции, собранной академиком Н. И. Вавиловым (разные сорта картофеля, капусты и др.), стали гибнуть от запыления.

Опытные участки пришлось перенести в другое место, одновременно с площади более 60 га была перенесена почва — верхний плодородный 30-сантиметровый слой, формировавшийся почти 60 лет (органические и минеральные удобрения, удаления камней, известкование и т. д.). По подсчетам ПОСВИР, только этот ущерб превысил 2 млн р.

Хвостохранилища необходимо рассматривать как склады минерально-сырьевых ресурсов, так как в них содержится большое количество полезных компонентов, которые со временем будут разрабатываться промышленным способом. К сожалению, хвостохранилища с этих позиций практически не рассматривались, поэтому в них содержится огромное количество посторонних предметов, которые будут осложнять их эксплуатацию. Бесспорно, что методы складирования техногенных песков в хвостохранилищах необходимо пересматривать.

Не решены вопросы использования поверхности отработанных и законсервированных хвостохранилищ, покрытых многолетними травами. На них можно создать сельскохозяйственные угодья (на Севере — это выращивание трав). Они могут быть использованы с известными ограничениями, как места отдыха. На местах, засеянных травами, появляются зайцы, и поэтому в зимнее время здесь все чаще встречаются охотники.

**Карьеры.** Существует большое разнообразие карьеров. Небольшие и неглубокие (3—30 м), в которых добывают гравий, песок, глину, — это карьеры в так называемых рыхлых породах. И огромные, в несколько сот метров глубиной (рис. 47), — это карьеры в коренных породах, в которых добывают обычно металлические и неметаллические (апатито-нефелиновые, например) руды.

В настоящее время проектными организациями не проводится проработка вариантов последующего восстановления и использования нарушенных земельных массивов, в особенности отработанных карьеров. Это объясняется отсутствием основных требований и методических положений для проектирования различных видов использования территорий (Рациональная разработка недр..., 1983). На Севере, пожалуй, нет еще отработанных глубоких карьеров, но в ближайшие годы они появятся. Один из регионов, где скоро возникнут отработанные карьеры, — это Кольский Север. Здесь возможны следующие виды их эксплуатации в зависимости от комплекса природных условий: заполнение карьеров

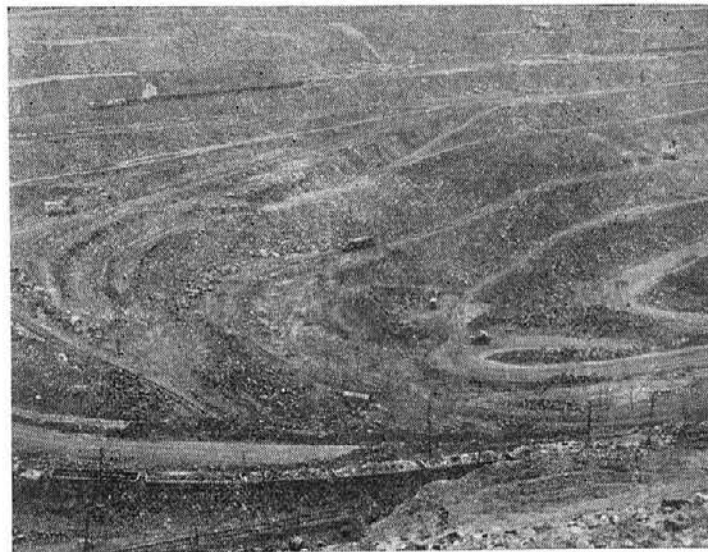


РИС. 47. Карьер по добыче полезных ископаемых. Глубина карьера около 200 м, площадь более 14 км<sup>2</sup>. В карьер проложена железная и автомобильная дороги, подведена электроэнергия. Вывоз руды производится мощными самосвалами и железнодорожными вагонами. Если карьеры пересекают водоносные горизонты, то после их отработки они могут быть превращены в водоемы рыбохозяйственного или рекреационного назначения. Здесь могут быть устроены стадионы, склады, хвостохранилища и т. д. в зависимости от природных и хозяйственных условий

водой и превращение их в водоемы рыбохозяйственного значения; одновременное использование в рекреационных целях с формированием пляжей, обеспечением прогулочными лодками, яхтами.

Современная техника позволяет организовать на месте карьера или закрытый плавательный бассейн круглогодичного пользования с кварцевыми лампами, или закрытый стадион — что-то вроде античного амфитеатра. Подобное использование карьеров перспективно еще и потому, что удовлетворение физических потребностей человека на Севере (жилищные условия, продовольствие, одежда, высокая зарплата, длительные отпуска и т. д.) хотя и оставляет желать лучшего, но тем не менее развивается довольно быстрыми темпами (так же, как и в средней полосе). И если не сделать правильного прогноза, то со временем можем столкнуться с ситуацией, когда эти категории не будут работать на Севере.

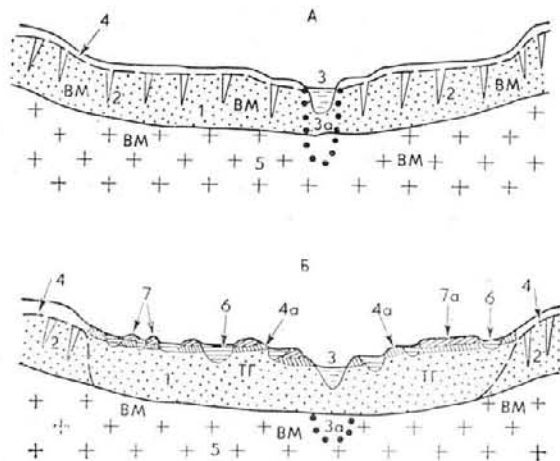


РИС. 48.  
А. Схема речной долины, где будет производиться добыча россыпных месторождений:

1 — аллювиальные песчано-гравийные суглинистые грунты, скованные вечной мерзлотой (ВМ); 2 — подземные жилы льда, пронизывающие аллювиальные отложения. Подземные льды могут достигать 60—80% объема аллювиальных грунтов; 3 — река, под которой находится талый грунт (3а — талик); 4 — сезоннооттаивающий (летом) слой вечной мерзлоты; 5 — коренные породы, которые имеют отрицательную температуру

Б. Схема того же участка долины после его отработки драгами:

1 — аллювиальные грунты, которые после работ на них драгами по добыче россыпных месторождений оттаяли, превратившись в талые грунты (ТГ); 2 — подземные жилы льда, сохранившиеся там, где работы по добыче россыпных месторождений не производились; 3 — река; 4 — верхний сезоннооттаивающий (летом) слой на вечной мерзлоте; 4а — сезонномерзлый слой (зимой) в талых грунтах; 5 — коренные породы, которые имеют отрицательную температуру; 6 — озера, возникшие после работы драгой и оттаивания подземных льдов; 7 — холмы и гряды на обработанном участке; 7а — выровненный участок, превращенный в сельскохозяйственное угодье  
ВМ — вечномерзлые грунты  
ТГ — талые грунты, возникшие на участке, обработанном драгой

На первое место выйдут социально-экономические проблемы.

Карьеры можно использовать и как емкости для хвостохранилищ (в этом случае, по-видимому, ни карьеры, ни хвостохранилища рекультивировать не нужно), и складских помещений с соответствующей подготовкой их. Возможны и такие ситуации, когда карьеры нужно просто оставлять. Таковым, по-видимому, будет огромный карьер по добыче апатито-нефелиновых руд на плато Расвумчорр в Хибинских горах. Этот карьер начинается на высоте 1000 м над уровнем моря. Здесь господствуют каменные россыпи, почвенно-растительный покров практически отсутствует. Это место называют «Малой Антарктидой».



РИС. 49. Участок, разрабатываемый драгой, после чего остается холмисто-грядовый озерный рельеф с оттаявшими грунтами. Крестиком отмечена драга

Небольшие карьеры по добыче песка и гравия подвергают обычно биологической рекультивации — засевают многолетними травами или сажают в них деревья.

Нарушение земель при добыче россыпных месторождений происходит вследствие работы драгами в аллювиальных отложениях (галька, песок, суглинок) речных долин. На Севере аллювиальные отложения обычно пронизаны жильными подземными льдами и скованы вечной мерзлотой. Драга работает в искусственно образованном водоеме, в результате чего мерзлый грунт оттаивает. Отработанный драгами участок резко отличается от того, каким он был до начала работ: вместо ровной речной террасы формируется холмисто-грядовый озерный рельеф (рис. 48, 49). Рыхлые аллювиальные отложения на всю мощность (5—15 м), до коренных пород, полностью оттаивают, в том числе исчезает подземный лед. Температура почвогрунтов существенно повышается (в вегетационный период — на 2—10°); вода в образовавшихся озерах нагревается до 18—22°. В условиях континентального климата северо-востока СССР такие водоемы используются для отдыха: здесь можно

купаться, загорать (температура галечниково-песчаных поверхностей достигает 30—45°); в озерах можно разводить рыбу.

Учитывая существенное улучшение почвенно-грунтовых условий на обработанных участках, их земли можно использовать для выращивания кормовых трав, овощей, картофеля и других сельскохозяйственных культур. Только в Магаданской области земель, нарушенных горными предприятиями, более 100 тыс. га, из них рекультивировано около 100 га.

Большая работа по рекультивации этих земель проделана сотрудниками ВНИИ золота и редких металлов и Зонального НИИ сельского хозяйства Северо-Востока (Папернов, Замощ, Лазарь, 1983; Подковыркин, Нетребов, 1983).

Рекультивируемый дражный участок — это сложное инженерно-биологическое сооружение, состоящее из складированных отработанных пород, обычно крупнофракционных (гравий, галька). Сверху наносится 20—30-сантиметровый слой рыхлого вскрышного почвогрунта. Вносятся органические (не менее 120 т/га) и минеральные ( $N_{240}P_{240}K_{180}$ ) удобрения, а также не менее 10 т/га извести. При этом получают 180—196 ц/га зеленой массы овса или 120—134 ц/га зеленой массы многолетних трав, по 150—200 ц/га картофеля; здесь выращивают лук, редис. Стоимость рекультивации составляет 6—7 тыс. р/га.

Площади земель, нарушенные при добыче россыпных месторождений на северо-востоке нашей страны, уже сейчас достигают внушительных величин, и в дальнейшем они будут расти. Опыт их рекультивации и освоения показывает, что это колоссальный резерв для создания сельскохозяйственных угодий, а также в ряде случаев для развития рекреации. Расчеты свидетельствуют, что такое освоение обходится дешевле, чем мелиорирование. А если учесть, что мелиорированные земли нужно в течение длительного времени систематически «ремонттировать» после просадок от вытаявания подземных льдов, то гектар таких земель в конечном счете обходится значительно дороже гектара рекультивированных земель, да и урожай на них значительно выше, чем на мелиорированных.

*Нарушение земель на трассах трубопроводов.* Строительство трубопроводов — перспективное направление развития транспорта на Севере, прежде всего по экономическим соображениям. Трубопроводы на Севере бу-

дут расти, но при строительстве неизбежно почти полное уничтожение почвенно-растительного покрова вдоль трасс; на вечномёрзлых грунтах вдоль трубопроводов начинаются термокарстово-эрозионные процессы: образование оврагов, провалов на месте вытаявших льдов и т. д. В условиях Восточно-Европейского Севера большую работу по фиторекультивации вдоль трасс трубопроводов выполнили сотрудники Сыктывкарского государственного университета и Управления северными магистральными нефтепроводами (Лобовикова и др., 1983; Лобовиков и др., 1983). Опыты показали, что наиболее перспективный метод создания травянистых покрытий на горизонтальных территориях, нарушенных термокарстово-эрозионными процессами, на откосах и склонах — так называемый гидропосев, который выполняется специальными машинами-гидросеялками. Результативность гидропосева определяется подбором компонентов смеси, в которую включаются вода, семена, мульчирующие материалы, удобрения, стабилизирующие вещества. Из трав хорошо зарекомендовали себя мятлик луговой, овсяница красная, овсяница луговая, отличающиеся высокой интенсивностью кущения и дернообразования.

Создан опытный образец гидросеялки, которая может доставляться к месту работы вертолетом или вездеходом.

Закрепление грунтов многолетними травами повышает надежность эксплуатации трубопроводов, снижает отрицательное влияние эрозии почвогрунтов и одновременно превращает техногенно-очаговые участки разрушения экосистем в источник дополнительных кормов.

Рассмотренные выше нарушения земель — как бы одиночные точки и штрихи на огромных пространствах Севера; количество их будет расти, но мы уже умеем приводить их в состояние, пригодное для человека. По-видимому, эти процессы будут ускоряться вследствие явной пользы, получаемой от восстановления и ремонта разрушенных земель (дополнительные сельскохозяйственные угодья, большие залежи рукотворного минерального сырья, расположенные в промышленных узлах, возможность организации крытых стадионов и плавательных бассейнов, водоемов для разведения рыбы и т. д.). Рассмотрим теперь состояние экосистем, нарушенных вследствие аэротехногенных выбросов на значительно больших территориях, чем рассмотренные виды точечных нарушений.



Широкие территориальные зоны нарушения экосистем, разрастаясь по принципу геометрической прогрессии, могут занимать территории, в десятки и сотни раз превышающие промышленные узлы и города. Эти зоны деградации экосистем концентрическими кругами или эллипсами очерчивают промышленные узлы и города. Радиус их от 2—3 до 10—12 км в зависимости от количества и состава выбросов, физико-географических условий окрестностей промузла. Здесь обычно наблюдается почти полное отмирание растительности, деградация почвенных слоев, образование оврагов в тундре и северной тайге. На вечномерзлых грунтах запыление и сдирание почвенно-растительного покрова ведут к значительному изменению рельефа — образованию просадок, термокарстовых озер, новых водотоков и т. п.

Возможность восстановления экосистем в этих зонах рассмотрим в двух вариантах. Первый вариант — при существующих антропогенных, и прежде всего аэротехногенных, нагрузках. В этом случае будут продолжаться деградация почвенно-растительного покрова, рост оврагов, пересыхание речек и озер и т. д. Закрывать техногенные пустоши можно только немногими видами многолетних трав, которые могут существовать в условиях загрязненного воздуха: на сухих песчаных грунтах это многолетние травы рода волоснец и др.; на влажных грунтах, особенно суглинистых на вечной мерзлоте, это осока и пушица.

При уменьшении промышленных выбросов и антропогенных нагрузок (второй вариант) в этих зонах возможно восстановление некоторых древесно-кустарниковых растений, неприхотливых к качеству воздуха, — это ива, ольха, осина, береза, т. е. лиственные деревья, менее требовательные, чем хвойные. Они легче переносят и вытаптывание. В случае достижения экологических норм качества воздуха может произойти полное восстановление ранее существовавших хвойных деревьев.

В зонах сильного нарушения экосистем расстроены хвойные древостой, гибнут мхи, особенно сфагновые, на месте которых появляются пушицево-осоковые ценозы; полностью исчезают эпифитные лишайники, очень чувствительные к загрязнению воздуха. Площадь таких зон — десятки и сотни квадратных километров вокруг промузла. При неумещающихся аэротехногенных выбросах на месте погибших хвойных деревьев необходимо подсевать, а еще лучше — делать посадки лиственных деревьев, с тем чтобы они очищали воздух от газооб-

разных примесей и пыли и способствовали сохранению если не положительного, то хотя бы нейтрального баланса кислорода и углекислого газа. При уменьшении аэротехногенных нагрузок восстановление экосистем здесь произойдет раньше, чем в зонах, непосредственно примыкающих к промузлам.

В зонах частично нарушенных экосистем существенно уменьшен прирост деревьев, особенно хвойных; возраст еловой хвои сокращен до 4—5 вместо 8—9 лет в условиях чистой среды; уменьшена продуктивность лесов; разрушаются сфагновые болота; отмирают эпифитные и напочвенные лишайники, т. е. идет делихинизация северных экосистем — таежных и тундровых. Возможные мероприятия по поддержанию экосистем — посевы и посадки лиственных деревьев на месте погибших хвойных; посевы многолетних трав там, где разрушены лишайниковые ценозы. Лишайники очень трудно, практически невозможно восстанавливать, опыта в этом направлении нет. Травы хорошо поедаются оленями и другими травоядными животными Севера. Одновременно искусственно созданные травостой будут способствовать положительному балансу кислорода на территориях, удаленных от промузлов на десятки километров.

Аналогичные зоны нарушений формируются и в водоемах, но здесь они ограничены берегами водоемов.

Таким образом, рекультивацию и восстановление экосистем, а также приведение их в состояние, при котором они могут рационально использоваться, нужно рассматривать как совершенно неизбежный двуединый процесс, при котором, во-первых, достигается сохранение и воспроизводство природных ресурсов (сельскохозяйственных угодий, плодородных земель, лесов, водоемов, антропогенно сформированных залежей минерального сырья и т. д.); во-вторых, это способ сохранения экологических параметров биосферы. Сейчас это одна из главных задач человечества, и возникла она, как и многие другие, в век НТР.

## ВОДНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Учитывая суровость природных условий, ранимость субарктических экосистем, достигнуть результатов можно, только применяя широкий, хорошо продуманный комплекс мелиораций, который нужно рассматривать как сознательное преобразование природных саморегулируемых экосистем в агроэкосистемы, управляемые человеком. Этот комплекс включает в себя водные, снежные, земельные, тепловые фитомелиорации и др.

На Севере осадков выпадает больше, чем испаряется. Это вызывает переувлажнение почвы и ее заболачивание. На испарение избыточной влаги затрачивается около 50—70% тепловой энергии, поступающей на единицу поверхности. Поэтому почвы Севера не только переувлажненные, но и холодные, чему способствует вечная мерзлота. Сброс избыточной влаги — это не только осушение, но одновременно и фактор, способствующий повышению температуры почвы, так как часть тепла, идущая на испарение влаги, после удаления ее идет на нагревание почвы. Так что осушение почвы в то же время и тепловая мелиорация (рис. 50).

Водные мелиорации следует проводить прежде всего в окрестностях промышленно-индустриальных центров и крупных городов для расширения пригородных сельскохозяйственных угодий, что будет способствовать уменьшению завоза малотранспортабельных продуктов и кормов для животных. Основное внимание при разработке мероприятий по осушению земель Севера должно сводиться к сбросу избыточных вод — талых и дождевых. Вместе с тем нужно подчеркнуть, что даже в условиях Севера осушение должно сочетаться с орошением, так как и здесь бывают длительные засушливые периоды. Только сельскохозяйственные угодья, расположенные на окультуренных торфяниках (вне зоны вечной мерзлоты), обычно не страдают от засухи\*.

\* На окультуренных торфяниках даже вне зоны вечной мерзлоты температура почвы понижается. Поэтому в зоне вечной мерзлоты окультуривание торфяников для возделывания кормовых трав и овощей нецелесообразно.

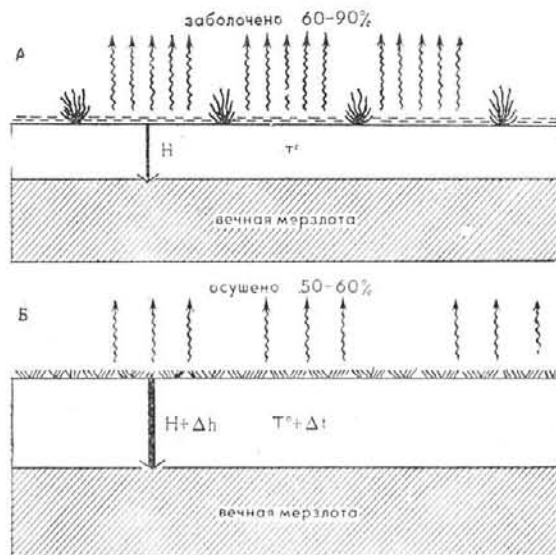


РИС. 50. Схема распределения тепла и оттаивания почвы на заболоченном (А) и осушенном (Б) участках тундры. На участке А 60—90% поступающего тепла расходуется на испарение влаги: почва оттаивает на небольшую глубину ( $H$ ), не превышающую нескольких десятков сантиметров, температура почвы ( $T^\circ$ ) невысока. На участке Б на испарение воды идет меньше тепла — 50—60%, и поэтому значительно больше его поступает на прогревание почвы, что ведет к ее большему оттаиванию ( $H+\Delta h$ ) и дополнительному прогреванию ( $T^\circ+\Delta t^\circ$ )

В нашей стране накоплен большой опыт по осушению почв. Но использование его в зоне вечной мерзлоты затруднено. Канавы на вечномерзлых грунтах оплывают или превращаются в термокарстовоэрозионные овраги, а при наличии подземных льдов на месте канав могут образоваться провалы глубиной в несколько метров.

Но Северу свойственны и районы, требующие орошения. Это прежде всего Якутия, некоторые районы Магаданской области, где есть опыт лиманного орошения и дождевания. Как и в других засушливых районах, в Якутии орошение нередко обуславливает засоление почв. Менее известен факт, что обводнение на вечной мерзлоте часто ведет к поднятию уровня верхнего слоя мерзлоты, т. е. к снижению сезонного протаивания и похолоданию почв.

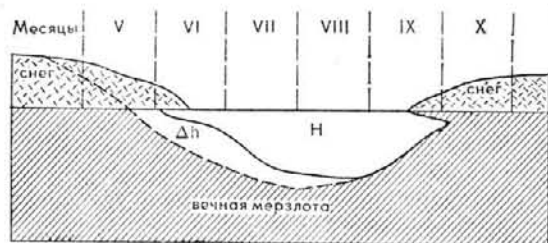


РИС. 51. Схема изменения бесснежного периода и оттаивания почвы при удалении снега.

При искусственном сгоне снега (пунктирная линия) увеличиваются бесснежный и вегетационный периоды на 15—20 дней, возрастает температура почвы и глубина ее оттаивания ( $\Delta h$ ), Н — оттаявший в летнее время слой почвы (сезонноталый слой)

### СНЕЖНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

На сельскохозяйственных угодьях Севера снежные мелиорации должны занять достойное место. С помощью накопления или уплотнения снега, более раннего его сгона можно регулировать температурный режим почвы, динамику верхнего слоя вечной мерзлоты, запасы влаги, длительность бесснежного и вегетационного периодов (рис. 51).

Удаление снега весной — в конце марта, апреле или даже в начале мая в зависимости от конкретного района и условий погоды — единственный способ удлинить вегетационный период в хозяйствах. В это время солнце светит в течение большей части суток или даже не заходит, а мощность снега достигает нескольких десятков сантиметров. Снег отражает 70—90% солнечной радиации. При его удалении резко изменяется альbedo поверхности: темная почва нагревается, повышается ее температура и также приземного слоя воздуха. Снег можно удалять, посыпая золой, торфяной крошкой и т. п. В окрестностях городов снег сходит на 10—20 дней раньше, чем в открытой незапыленной тундре и в лесах. На небольших участках снег можно убирать с помощью машин. В совхозе «Тауйский» Магаданской области сгон снега позволяет увеличить вегетационный период на 10—15 дней, при этом температура на глубине 5 см в III декаде мая повышается на 1,5—2°, а переход средней суточной температуры (на высоте 2 м) через 10° происходит на 7—8 дней раньше. Наибольший тепловой эффект при сгоне снега проявляется в 5—10-сантиметровом слое почвы и в 10—50-сантиметровом припочвен-

ном слое воздуха. Это большой резерв тепла, который необходимо суметь использовать при выращивании сельскохозяйственной продукции в условиях Севера. Но здесь, к сожалению, сделано очень мало, и практические рекомендации давать пока рано. В накоплении снега, как и в степях, существенное место должно принадлежать продуваемым лесокустарниковым полосам.

### ЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ

Они включают в себя борьбу с эрозией почвы, ее засолением, заболачиванием, очистку земли от кустарников, кочек, камней, планировку полей и т. д. Для осуществления земельных мелиораций обычно применяется комплекс агротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических работ с учетом природных и хозяйственных условий района.

Особо надо сказать в связи с этим об эрозии почв в зоне вечной мерзлоты. Овраги на вечной мерзлоте при уничтожении и нарушении мохово-торфянистой дернины возникают быстрее, чем в средней полосе, растут они и в дождливую, и в сухую теплую погоду за счет таяния подземных льдов. К сожалению, почти ни одно мероприятие, разработанное для борьбы с оврагами в средней полосе, не подходит для Севера с вечномерзлыми грунтами, где сельскохозяйственные угодья сосредоточены в основном вокруг промышленно-индустриальных центров и населенных пунктов. Именно здесь и происходит наиболее интенсивное образование термокарстово-эрозионных оврагов, провалов, которые занимают от 10 до 20% поверхности.

Борьба с этим явлением ведется слабо. По-видимому, в зимнее время подобные овраги землепользователи должны засыпать камнями, песком, шлаком, потому что летом подъехать к таким оврагам и провалам ближе чем на 2—3 м опасно из-за непрерывного сползания оттаявшего водянистого грунта толщиной в несколько десятков сантиметров по мерзлой льдистой поверхности. Но прежде всего нужно упорядочить и ограничить поездки гусеничного транспорта в летнее время по талому, разжиженному грунту. Это ведет к сдиранию мохово-торфянистой дернины, быстрому протаиванию почвогрунтов на этом месте, оседанию поверхности, оврагообразованию. Необходима также разработка машин с малым давлением на единицу поверхности.

Существенное значение для сельского хозяйства Севера имеют аллювиальные пойменно-дерновые почвы. Луговые пойменные угодья — основной источник получения грубых, сочных и пастбищных кормов. Богатство луговых травостоев и большие площади пойм, пригодных для освоения, позволяют на Севере развивать молочное животноводство. Огромное народнохозяйственное значение имеют поймы крупных рек: Печоры, Оби, Енисея, Лены. Но не нужно забывать и о меньших реках, таких, как Поной, Мезень, Уса, Надым, Пур, Таз, Хета, Котуй, Хатанга, низовья Яны, Индигирки, Колымы, Анадыря и др.

Пойменные угодья освоены в целом на 5—20%, а 80—95% — основной резерв для заготовки кормов. Обобщение имеющихся материалов свидетельствует о том, что одна из главных причин неосвоенности пойм — сильная закустаренность лугов и небольшие их размеры, что затрудняет использование машин. Отсюда вытекает и необходимость мелиоративных работ. От 50 до 80% пойм покрыто зарослями кустарниковых ив и ольхи. Естественные чистые луга представлены небольшими лужайками (от 500 до 4000 м<sup>2</sup>), разобобщенными заболоченными понижениями, старицами и кустарниками.

Дальнейшее расширение площадей сенокосов и пастбищ должно идти за счет расчистки дренируемых закустаренных участков таежной поймы со злаковыми или разнотравно-злаковыми травостоями. В совхозе «Большая Инта» Коми АССР стоимость освоения закустаренных площадей составляет 150—200 р/га, в то время как освоение залесенных, подзолистых и заболоченных земель обходится в 10—15 раз дороже.

Вместе с тем организациям агропрома Севера необходимо помнить о защитной роли кустов для пойменных травостоев, которые в 2—3 раза ослабляют силу ветра, способствуют повышению температуры воздуха и почвы, влажности воздуха, равномерному распределению снега. Положительное влияние кустов сказывается на состоянии, превышающем их высоту в 10—20 раз в зависимости от скорости ветра. В таежной зоне, где сильные ветры наблюдаются нечасто, ширина расчищенных полос должна быть 80—100 м, в тундре — меньше в зависимости от ориентировки и глубины долины, направления ветров.

Обработка угодий и уборка трав немислимы без механизации, но, чем больше машин, тем большей охраны требуют пойменные луговые травостой. Недопустимо

разрушение дернины: весной при разливе рек вода на участке с разрушенной дерниной может снести почву на площади в несколько гектаров. Расширение площадей пойменных лугов должно сочетаться с применением минеральных и органических удобрений. Это основной и пока единственный доступный путь быстрого и резкого повышения урожайности лугов. В настоящее время уже многие хозяйства занимаются подкормкой, что в 2—3 раза повышает укос (с 6—8 до 14—24 ц/га). Сдерживается этот процесс недостаточным количеством удобрений и далеко не всегда своевременным их завозом. По данным Нарьянмарской сельскохозяйственной опытной станции, для того чтобы получить экономический эффект, подкормку нужно производить на площадях не менее 5—8 тыс. га, на это потребуются ежегодно 1,5—2 тыс. т минеральных удобрений.

При эксплуатации пойменных лугов необходимо также помнить, что сенокосение не оказывает столь губительного воздействия на сложившиеся травостой, как выпас. Под его влиянием травостой подвергается сильным изменениям: за короткий срок на лугах выпадают ценные травы (костер безостый, лисохвост луговой и др.) и появляется сорняк — щучка дернистая. Необходимо разумное сочетание периодов выпаса и сенокосения. Это обеспечит долголетие и высокую устойчивую урожайность луговых пойменных травостоев. Вместе с тем нужно обогащать пойменные луга ценными травами, например клевером. Большого внимания заслуживают также новые силосные культуры — борщевик Сосновского и горец Вейриха, которые могут давать до 50—60 ц/га зеленой массы, способствуя некоторому осушению местности. В поймах рек северной тайги, лесотундры и даже тундры эти растения хорошо акклиматизируются. В некоторых местах, и в частности на Оби, проводятся (или намечено проведение) обвалования участков поймы, что гарантирует их от затопления и позволяет выращивать картофель, овощи. Эти опыты заслуживают поощрения и дальнейшего их развертывания.

Торфяно-болотные почвы, под которыми нет вечномёрзлых грунтов, — важный фонд расширения площади пахотных угодий, особенно для промышленно-индустриальных комплексов, удаленных от пойм крупных рек. Это прежде всего относится к Мурманской и Камчатской областям. В Мурманской области площадей на минеральном грунте, пригодных для освоения под пашню, осталось мало. Торфяно-болотные почвы отличаются

более высоким потенциальным плодородием по сравнению с песчаными и супесчаными подзолистыми почвами, на них требуется меньше органических удобрений, здесь обычно нет лесов, огромных валунов и камней, освоение их обходится дешевле, чем минеральных почв.

Полярная опытная станция ВИР (ПОСВИР) рекомендует низинные и переходные болота сначала осушать, устраивая проводящую, ограждающую и регулируемую сеть каналов, затем удалять древесную растительность, если она имеется на этом участке, разделять кочки и моховой оес, вспахивать и вносить известь от 2 до 7 ц/га в зависимости от кислотности почв и вида растений, которые будут культивироваться. Расстояние между осушителями зависит от степени увлажненности участка, при их глубине 1—1,5 м оно должно равняться 20—30 м. Опыт показывает, что на переходных болотах в первые 2—3 года целесообразно сеять овес. Низинные болота после осушения, обработки, известкования, внесения удобрений нужно засеивать многолетними травами. Верховые болота не рекомендуется осваивать, так как они бедны минеральными веществами, их трудно окультуривать и поддерживать почву в благоприятном для возделываемых культур состоянии. Для получения урожая зеленой массы трав необходимо ежегодно вносить минеральные удобрения всех видов: азотные — 100—140 кг/га действующего вещества, фосфорные — 40—100, калийные — 40—100 кг/га.

В результате осушения, проведения комплекса агротехнических мероприятий болото в течение 2—3 лет превращается в высокопродуктивное угодье. При этом в почвах происходят улучшение аэрации, усиление процессов гумификации растительных остатков, понижение влажности, а также повышение температуры почвы в летнее время за счет уменьшения теплопроводности осушенной верхней части.

Практика освоения торфяно-болотных почв свидетельствует о том, что при условии создания осушительной сети и правильной ее эксплуатации урожай сельскохозяйственных культур на этих почвах обычно не ниже, чем те, которые получают на окультуренных минеральных почвах, а иногда даже больше. Так, например, по данным ПОСВИР, урожай зеленой массы овса на окультуренной минеральной почве достигает 130—180 ц/га, а на торфяно-болотной — 150—230, кормовой капусты — 300—500, зеленой массы кормовых трав — 200—250 ц/га на тех и других почвах.

Окультуренным торфяно-болотным почвам свойственна устойчивость водного режима даже в засушливые годы, тогда как на минеральных почвах растения почти ежегодно страдают от засухи. Но такие участки в Мурманской области имеют небольшие размеры — обычно это несколько гектаров (реже 10—20 га) в понижениях рельефа. Мощность торфа колеблется от нескольких десятков сантиметров до 4 м. Размер участков в сочетании в большинстве случаев с открытой системой дренажных канав, переувлажнением почвы в дождливые периоды создает трудности для механизации, поэтому они почти не пригодны для выращивания овса, горохово-овсяной, вико-овсяной смесей и пропашных кормовых культур. Их целесообразно использовать для создания долголетних сеяных лугов, позволяющих ежегодно независимо от погоды получать высокие устойчивые урожаи сена (50—60 ц/га) и зеленой массы (200—250 ц/га). Себестоимость кормов, полученных с долголетних сеяных лугов, по данным ПОСВИР и совхоза «Индустрия», в 1,5—3 раза ниже, чем кормов, полученных за счет выращивания однолетних и пропашных культур. Кроме того, использование торфяно-болотных почв для создания сеяных лугов позволяет содержать их длительный срок (6—8 лет) без проведения мелиоративных мероприятий.

В Камчатской области около 70% сельскохозяйственной продукции производится в юго-восточной части полуострова. По данным Камчатской сельскохозяйственной опытной станции, основной фонд для создания пашни (более 60%) — торфяно-болотные почвы. Они характеризуются повышенной кислотностью и низким содержанием доступных растениям форм питательных веществ, особенно фосфора (менее 5 мг на 100 г торфа), по степени разложения относятся к очень слабо минерализованным. Отличительная черта их — слои торфа по профилю чередуются с прослойками вулканического песка и пепла. Капиллярная связь слоев торфа нарушена. В настоящее время в совхозах «Петропавловский», «Пограничный» и «Начикинский» открытой сетью каналов и полиэтиленовым дренажем осушено более 7 тыс. га торфяников.

На осушенных торфяниках высеивают однолетние травы на зеленый корм и силос. В то же время такие интенсивные культуры, как картофель и белокочанная капуста, занимают пока еще незначительную площадь. Для получения высоких урожаев картофеля на слабо-

окультуренных торфяниках и повышения степени усвоения растениями минеральных удобрений целесообразно вносить не менее 40 т органики под дискование. Выращивание картофеля и белокочанной капусты ускорит окупаемость затрат на осушение.

Для улучшения теплового режима осушенных торфяников в суровых климатических условиях Севера и Камчатки перспективно создание гребневого микро-рельефа на пашне. На гребнях высотой 35—40 см уро-жай на 45% больше, температура на глубине 15 см на 1,5—3° выше, а водно-воздушный режим благоприятнее, чем на ровной поверхности. Это проверено в условиях Мурманской, Камчатской областей и в Западной Си-бири.

Важное условие дальнейшего укрепления кормовой базы, расширения площадей под картофель и овощи — это не только освоение пойм и торфяно-болотных почв, но и освоение лесотундровых и тундровых земель. По данным Ямальской сельскохозяйственной опытной стан-ции, стоимость освоения 1 га лесотундровой территории с внесением 4 т/га извести и 50—60 т/га навоза обходит-ся в 500—550 р. Это дорого, но другого пути нет, осо-бенно там, где вблизи городов нет пойм и невозможно освоение торфяно-болотных почв в зоне вечной мерзло-ты. Еще К. Маркс писал, что процесс расширения воз-делываемой земли всегда совершается путем перехода к худшей земле и такой переход — результат необходи-мости, а не доброй воли\*. Эти слова полностью могут быть отнесены к тундровым и лесотундровым зонам.

Интересен опыт освоения таких земель, проводимый в двух совхозах комбината «Воркутауголь» — «Цен-тральный», расположенном в тундре (севернее Ворку-ты), и «Горняке», который находится на границе тундры и лесотундры, т. е. южнее совхоза «Центральный». Ра-боты по залужению начались в 1958 г. Очень важен вы-вод организатора и руководителя этих работ И. С. Хан-тимера (1974). Он считает, что надой 3 тыс. кг на коро-ву можно обеспечить при следующем соотношении кормов в годовом рационе: силос из луговых трав — 36%, сено — 30, травы на выпасах (длящихся 50—70 дней) — 14, концентраты — 20%. Если учесть, что 10% площади осваиваемой тундры необходимо отводить под древесно-кустарниковые полосы (кулисы), то для про-изводства силоса и сена на одну голову потребуется

площадь: занятая непосредственно травами — 3,24 га, из них сенокосами — 2,61 га, пастбищами — 0,63 га, и кули-сами из древесно-кустарниковых полос — 0,36 га, т. е. всего 3,6 га окультуренной мелнируемой тундры. Сред-негодовой урожай сена на таких участках равен 19 ц/га, зеленой массы — 81 ц/га. Размер кормовой площа-ди в тундре не больше, чем в южных областях.

На Ямальской сельскохозяйственной опытной стан-ции, расположенной примерно на 100 км южнее совхоза «Центральный», тоже ведутся работы по освоению лесотундры. Под пашню здесь используется около 300 га. Урожай зеленой массы овса составляет 150—180 ц/га. Проводится залужение для создания культурных паст-бищ.

Как показал опыт, при освоении тундровых земель нет необходимости ни в оборачивании пласта, ни в окультуривании почвы на большую глубину с помощью плуга (Хантимер, 1974). Обычный для средних широт пар здесь не только не оказывает положительное дей-ствие, но, напротив, ведет к эрозии почвы и поднятию верхнего слоя вечной мерзлоты. Осваиваемые тундровые участки рекомендуется несколько раз обрабатывать бо-ронами (дисковой, рельсовой), чтобы измельчить пер-вичный растительный покров, затем почвы известкуют (не менее 6—8 т/га извести), вносят навоз (от 20 до 80 т/га) и минеральные удобрения ( $N_{60}P_{50-60}K_{40-60}$ ). Ос-воение должно проводиться путем залужения травос-тоями долгодетного пользования, способными обеспе-чивать высокие и устойчивые урожаи. Из многолетних трав наиболее перспективны местные популяции лисо-хвоста лугового и мятлика лугового: смеси из них дают в среднем 22—24 ц/га сена в течение 10—12 лет.

В деле создания сеяных лугов вокруг промышленных центров, таких, как Воркута с окружающими ее шах-терскими поселками, имеются огромные неиспользован-ные возможности. Основные трудности при их реализа-ции — суровый климат и холодные почвы, отсутствие необходимого количества удобрений. Вместе с тем ок-рестности индустриальных центров подчас загрязняют-ся бытовыми отходами, которые оскверняют среду. Опыт совхоза «Центральный» показал, что некоторые из них (фекалии) могут быть использованы как сильное и бы-стродействующее органическое удобрение. Урожай трав на удобренных участках возрастают в 3—5 раз. В эф-фективном использовании такого рода удобрений дол-жны быть заинтересованы не только совхозы, но и ор-

\* См.: Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 25. Ч. II. С. 222.

ганизации коммунального хозяйства, а также охраны природы.

Вокруг промышленных центров целесообразно проводить искусственный обогрев окультуренного слоя, что дает высокий эффект в повышении урожая. Промышленные теплые воды можно в весенне-летнее время пропускать по металлическим трубам, проложенным в почве. Такие опыты проводились в Норильском совхозе. Урожай белокочанной капусты на обогреве превышал контроль на 83% и сформировался на 17—20 дней раньше. Обычно теплые промышленные воды сбрасываются в ручьи, понижения временных водотоков, чем наносят большой ущерб природе, вызывая протаивание почвы.

В последние годы в совхозах и колхозах Севера все шире практикуется создание высокопродуктивных лугов на ровных днищах спущенных термокарстовых озер. Они самозалужаются травами (арктофилой рыжеватой, крестовником, вейником, арктагросисом), которые дают 180—200 ц/га зеленой массы (без удобрений). С. В. Томирдиаро отмечает, что в 1973 г. совхоз «Северный» заготовил на таких угодьях 500 т сена и 600 т силоса и впервые обошелся без завоза кормов из других районов. По подсчетам этого же автора, только в Анадырской тундре имеется около 1 млн га легко спускаемых мелководных озер с гумусированной, непригодной для рыболовства водой.

Подобные опыты заслуживают изучения и распространения по всему Северу. Затраты на осушение таких озер невелики — 35—40 р/га. При рассмотрении вопросов освоения торфяно-болотных почв тундровых, лесотундровых и таежных земель все время подчеркивалась необходимость известкования (так как почвам Севера свойственна высокая кислотность), а также обязательность удобрения, причем их необходимо применять и на пойменных землях.

Почвы Севера холодны, и это затрудняет ассимиляцию минеральных веществ. Вместе с тем в течение короткого летнего периода при длительном солнечном освещении культурные растения очень быстро наращивают зеленую массу. Корни их в отличие от кустарников, кустарничков и других диких растений Севера не обладают микоризой, способствующей получению минеральных соединений из почвы. Все это говорит об огромной роли удобрений на Севере. Обобщение опыта хозяйств Севера свидетельствует о том, что известкование и

удобрение в большинстве случаев определяют рентабельность всех остальных видов мелиорации.

В условиях Нечерноземной зоны на талых грунтах затраты на осушение со строительством крупных сооружений, укладкой закрытого дренажа требуют больших капитальных вложений — 400—600 р/га. Развитие мелиораций в зоне вечной мерзлоты сопряжено с еще большими трудностями, многие из которых представляют пока еще не решенные научно-технические проблемы. Осушение 1 га на вечной мерзлоте будет обходиться еще дороже. Вместе с тем капиталовложения на производство удобрений на 1 га ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) обходятся примерно в 50 р.

#### ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

Существенное место в улучшении сельскохозяйственных угодий Севера должны занять фитомелиорации с обязательным известкованием и удобрением почв. Этот метод следует рассматривать как комплекс мероприятий по коренному преобразованию угодий с помощью растительности — травянистой и древесно-кустарниковой. Система таких приемов улучшает микроклиматические, гидрогеологические, почвенные и биологические условия мелиорируемых участков. Идея о биологическом воздействии на микроклимат полей в целях улучшения сельскохозяйственных угодий принадлежит русским и советским ученым — В. В. Докучаеву, П. А. Костычеву, А. И. Воейкову, Г. Н. Высоцкому, К. А. Тимирязеву, Н. И. Вавилову, И. Г. Эйхвельду.

Особо стоит сказать об улучшении кормовой базы домашних северных оленей, которые круглый год выпасаются на естественных пастбищах площадью 400—500 млн га. На них содержится около 3,2 млн оленей. Оленеводческие и промысловые хозяйства ежегодно продают государству 33—35 тыс. т оленьего мяса. Оленеводство пока самый рентабельный вид животноводства. Себестоимость оленьего мяса в 1,5—3 раза ниже себестоимости мяса других животных, так как нет необходимости заготавливать корма и нецелесообразно строить помещения для укрытий. Количество оленей по сравнению с дореволюционным временем выросло на 1 млн голов, а концентрация за последние годы достигла 1,5—2 тыс. голов в стаде. Все это не могло не сказаться на растительности пастбищ.

Исследования ботаников однозначно свидетельству-

ют о непрерывном выбивании оленьих пастбищ и неуклонном сокращении на них лишайников от Мурманской области до Чукотки. Много лет уже говорят о необходимости приостановления этого процесса, выдвигаются проекты стимуляции роста лишайников авиационными методами. Однако положение не изменяется, запасы лишайниковых кормов уменьшаются. Своеобразное следствие тому — полустихийное по существу формирование чукотского тундрового оленя харгин, который может довольствоваться малым количеством ягеля, питаясь травами, ветошью, ивами. Установлено, что в зимний период эвенскому оленю, предпочитающему ягель, нужно не менее 7 га пастбищ, а оленю харгин — всего 5,4 га.

На пастбищах складывается следующая ситуация: запасы лишайниковых и кустарниково-кустарничковых кормов сокращаются, а значит, уменьшается и оленеемость их. Общая площадь сильно выбитых, не пригодных для выпаса участков и гарей составляет не менее 20% пастбищ. Эта площадь непрерывно растет. Внедрением и строгим соблюдением пастбищеоборотов (что еще далеко не достигнуто) можно и должно добиваться улучшения состояния пастбищ, но восстановления лишайников придется ждать в течение нескольких десятилетий, причем только при полном исключении территории из хозяйственного использования, что практически нереально. Но нельзя допустить и снижение поголовья северных оленей.

Во многих местах Севера установлено отравливание тундры на участках, где выбиваются лишайники. Известно также, что места длительных стоянок человека в тундре покрываются со временем травами, преимущественно злаками. Если лишайники достигают высоты 6—8 см за несколько десятилетий, то травянистые растения на Севере могут, ежегодно возобновляясь, вырастать на десятки сантиметров за 1—1,5 месяца, во много раз превышая массу лишайников. Поэтому залужение в сочетании с известкованием и минеральными подкормками — единственно реальный путь в создавшейся ситуации. Такой подход позволит в ближайшие годы восстановить наиболее выбитые участки оленьих пастбищ: 1,5 млн га — в Мурманской области, 4 млн га — в Архангельской области и Коми АССР и около 10 млн га — в азиатской части страны.

Сотрудники Мурманской оленеводческой станции начиная с 1963 г. проводят опыты по залужению выбитых

участков на пастбищах. Опыты проводятся на небольших делянках в несколько квадратных метров. Используются местные виды луговика извилистого и овсяницы овечьей. Выбор на эти растения пал потому, что они пионеры территорий, лишенных растительного покрова вследствие деятельности человека; под снегом они сохраняют значительную часть фитомассы в зеленом состоянии. В естественных условиях эти злаки на выбитых местах появляются не ранее чем через 6—7 лет, так как для заноса семян извне и прорастания требуется много времени. Опытами установлено, что посев трав с внесением удобрений ускоряет рост и может обеспечить резкое увеличение запаса кормов и оленеемости пастбищ. К сожалению, эти опыты так и не вышли из начальной стадии.

Примерно такие же опыты проводились на горных безлесных пастбищах в Швеции и Финляндии, о чем сообщил Свен Андерссон Ребекксдален на симпозиуме по оленеводству, проходившему в мае 1971 г. в г. Рованиemi (Финляндия). Опыты начали проводить в 1966 г. На опытной делянке преобладали кустарнички — черника и вороника, единично встречались травы — дубровка и луговик извилистый. На опытную делянку ежегодно вносили  $N_{30-50} P_{13-15} K_{30-40}$ . Подсев трав не проводился, но с каждым годом масса их увеличивалась, причем уже в 1968 г. доминировал луговик извилистый. Урожай сена с 1 га составил в 1968 г. 2,6 тыс. кг, в 1969 г. — 2,7 тыс. кг.

В тундре часто можно видеть, как постоянно удобряемые животными участки — обычно это места кормления хищных птиц — зарастают лугowymi травами. Объясняется это тем, что удобрения улучшают позиции трав в конкурентной борьбе с бескорневыми растениями — мхами и лишайниками, а также с олиготрофными кустарничками, обладающими способностью посредством симбиоза с грибами — микоризообразователями получать дефицитные минеральные элементы питания.

Так же как полностью распаханная зона степей и лесостепей стала основным поставщиком хлеба, так и тундра и лесотундра, превращенные в луговые агроценозы, могут стать со временем поставщиками оленьего мяса, шкур и другой продукции оленеводства. В противном случае тенденция сокращения поголовья оленей может расширяться. Причины сокращения — оттепели и гололеды, неточные метеорологические прогнозы, организационные ошибки и т. д. Не нужно забывать, что все



это происходит на фоне неуклонного вытаптывания пастбищ и сокращения кормовой базы.

Русские и советские исследователи давно уже ставили вопрос о травосеянии в тундре. О возможности и необходимости превращения тундры в луговые угодья писали А. Н. Бекетов, А. В. Журавский, А. И. Воейков. Н. И. Вавилов считал, что травосеяние может распространяться до Ледовитого океана, а И. Г. Эйхвельд, которого Н. И. Вавилов назвал основоположником полярного земледелия, писал о том, что «растениеводство возможно всюду, где светит солнце»\*.

О необходимости мелиорации оленьих пастбищ и травосеяния в тундре для нужд оленеводства в течение 40 лет пишет известный специалист по северному оленеводству В. Н. Андреев. Тем не менее проблема эта, к сожалению, совершенно не разработана.

### ЛЕСОКУСТАРНИКОВЫЕ ПОЛОСЫ

Лесокустарниковые полосы улучшают микроклимат сельскохозяйственных угодий, способствуя увеличению урожая овощей и трав. Что же дают лесокустарниковые полосы в тундре? Обобщая опыт работы совхозов «Горняк» и «Центральный», а также литературные источники, отчеты Воркутинской мерзлотной станции и собственные наблюдения, на поставленный вопрос о роли лесокустарниковых полос можно ответить следующее.

Во-первых, лесокустарниковые полосы ослабляют силу ветра, влияние их сказывается на расстоянии, превышающем высоту растений в 10—20 раз. По-видимому, в тундре лесополосы из лиственниц сибирской и даурской, ели сибирской надо устраивать на расстоянии примерно 100 м одна от другой, а пока они невысоки, пространство между ними разбивать еще одной-двумя полосами — кулисами из ивовых кустарников. Ослабление ветра лесокустарниковыми полосами предохраняет в летнее время почву от выхолаживания. По нашим наблюдениям, скорость ветра 6—7 м/с в открытой тундре в защищенном лесополосами участке снижается до 1,5—3 м/с; соответственно и температура поверхности почвы в одно и то же время составляет 10° (в открытой тундре) и 14° (под укрытием лесополосы).

\* Вавилов Н. И. Предисловие // Эйхвельд И. Г. Борьба за Крайний Север. Л., 1933.



РИС. 52. Схема выбора сельскохозяйственных угодий и создания лесокустарниковых полос на Кольском Севере с учетом особенностей рельефа и почвогрунтов. С наветренной стороны береза извилистая может принимать стланиковые и кустарниковые формы. Но эти растения будут гасить ветер и создавать благоприятные условия для роста деревьев с вертикальным стволом, в том числе и елей. На защищенном лесополосами поле снижается скорость ветра, повышается температура воздуха и почвы, равномерно распределяется снег, который препятствует сильному промерзанию почвы

Во-вторых, в зимнее время лесополосы, умеряя силу ветра, способствуют равномерному накоплению снега, который предохраняет почву от интенсивного зимнего промерзания, а значит, и от вымерзания многолетних трав (рис. 52). В окрестностях Воркуты температура многолетнемерзлых грунтов близка к 0° — это высоко-температурная мерзлая толща. В этих условиях при высоте снега 70—80 см почва промерзает примерно на 1—1,2 м, а оттаивать может до 1,5 м и больше. Превышение оттаивания над промерзанием ведет к образованию так называемой несливающейся мерзлоты, при которой сезонное промерзание не смыкается с многолетней мерзлотой. Это признак деградирующей мерзлоты, т. е. лесокустарниковыми полосами можно достичь ликвидации мерзлоты на осваиваемом участке. Этого можно добиться на полях воркутинских совхозов «Горняк» и «Центральный» и даже севернее их — до пос. Халмер-Ю включительно. Опускание уровня многолетней мерзлоты, достигаемое при помощи регулируемого накопления снега, — это не только улучшение теплового, но и гидрологического режима, особенно на легких почвах. При понижении слоя многолетней мерзлоты, водоупора, лучше дренируются почвы, они становятся суше и теплее (рис. 53).

Н. И. Вавилов считал фактором, препятствующим продвижению земледелия в тундру, не столько холод, сколько заболоченность, которую можно устранять посредством дренажа. Но дренажные каналы, как уже го-

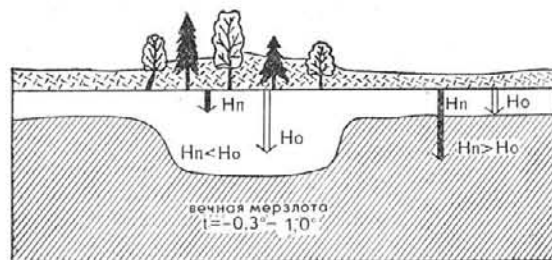


РИС. 53. Схема изменений параметров экосистемы при лесомелиорации тундровых участков с высокотемпературными мерзлыми грунтами. Снег, задерживаемый древесной растительностью, препятствует глубокому промерзанию почвы ( $H_n$ ), поэтому оттаивание ( $H_o$ ) превышает промерзание ( $H_n < H_o$ ). Это ведет к увеличению мощности сезонноталого слоя и понижению уровня мерзлых грунтов, происходит осушение верхней, корнеобитаемой части почвы и повышение ее температуры, так как часть тепла, которая раньше тратилась на испарение избыточной влаги, идет на нагревание верхнего слоя почвы. Одновременно улучшается воздушный режим почвы, а также минеральное питание растений из-за увеличения объема почвы

ворилось выше, в условиях вечной мерзлоты оплывают и не сохраняются. Между тем биологический дренаж при помощи древесно-кустарниковой растительности на участках способствует улучшению микроклимата приземного слоя, гидротермического режима почвы, уменьшает избыточность влаги.

В третьих, древесно-кустарниковые полосы предохраняют освоенные земли и от эрозии. Мы уже говорили, что некоторые ученые чисто умозрительно полагали, что вечная мерзлота препятствует эрозии. Опыт промышленного и сельскохозяйственного освоения тундры показал, что не вечная мерзлота, а растительность предохраняет почву от эрозии. До освоения Воркутинского, Норильского и других промышленных районов здесь не было оврагов. Сейчас они имеются и развиваются довольно интенсивно, размеры их превышают 150—200 м, особенно на пашнях. В совхозе «Центральный» наблюдались случаи, когда овраги глубиной до 1,5 м формировались в течение нескольких часов в период сильного дождя. Овраги образовывались в июле на пашне, засеянной овсом, корни которого еще не могли скрепить почву. Под не нарушенной естественной растительностью и многолетними травами такие явления не отмечались ни разу.

В-четвертых, лесополосы, улучшая условия окружающей среды, способствуют повышению урожая. На Ямальской опытной станции на создание 100 м четырех-

рядной полосы, в которую входило 200 деревьев, потребовалось около 300 р. Уже в первые годы существования лесополосы урожайность картофеля и овса в районе ее действия повысилась на 20—40 ц/га. Подсчеты свидетельствуют, что даже при меньшем повышении урожая затраты на посадку защитных лесополос окупаются за 5—7 лет. Таким образом, создание сеяных лугов, защищенных лесокустарниковыми полосами, вокруг промышленных центров Севера — задача сегодняшнего и завтрашнего дня. Без этого немыслимо усиленное развитие молочного животноводства. Лесокустарниковые полосы и лесные островки в тундре — это участки с благоприятным микроклиматом. Тут обычно происходит отел оленей, здесь они находят укрытие от непогоды.

Установлено, что во всей южной тундре площадью 470—500 тыс. км<sup>2</sup> редколесья уничтожены в основном человеком. В этой полосе относительного безлесья тундры возможно защитное лесоразведение. Восстановление редколесий на такой площади существенно изменило бы природу Севера.

Разделение мелиораций на виды довольно условно. Подчеркивалось, что водные мелиорации — это одновременно и тепловые; регулируя мощность и длительность залегания снега, можно добиваться изменения гидротермического режима почв и приземного слоя воздуха; то же самое можно сказать и о всех других видах мелиораций. Изменяя один из компонентов среды, мы обуславливаем длительный ряд перестроек в природной системе. Наиболее существенной перестройки можно добиться, применяя широкий, научно обоснованный комплекс мелиораций. Но при этом нельзя забывать и о существенных ошибках, уже допущенных в разных районах земного шара при попытках улучшить сельскохозяйственные угодья с помощью мелиораций.

Интересно в связи с этим высказывание чешского профессора К. Ружичка, сделанное им на Международной конференции по орошению и осушению почвы\*. «Мы (водохозяйственники всего мира) должны честно признаться, что существующее общегосударственное водохозяйственное планирование везде и во всех странах до сих пор сильно искажено, взаимно не уравновешено

\* См.: Панадиади А. Д. Проблема мелиоративного устройства Нечерноземной зоны. М., 1974.

по отдельным элементам, что оно основано более или менее на догадках и личном мнении, на инициативе, возможностях и влиянии отдельных водохозяйственных секторов. Ошибки, и именно огромные ошибки, в комплексных водохозяйственных капиталовложениях являлись в большинстве своем недоказуемыми в то время, когда совершались, но теперь, после нескольких лет, они начинают, как правило, очень ярко проявляться».

Большое количество задач, которые встают при решении вопросов мелиорации земель Севера, требует углубления научных исследований и расширения их.

## ГЛАВА XI

### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ НА СЕВЕРЕ

#### ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ

Для Севера с его легко ранимой и чрезвычайно суровой природой очень остро стоит вопрос о технике в северном исполнении. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» сказано: «Наращивать выпуск высокопроизводительных машин и оборудования, предназначенных для эксплуатации в Сибири, на Дальнем Востоке и Крайнем Севере» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 285).

В работе А. Б. Суховского, В. Н. Вильдермана, Ю. Г. Бендерского (1984) отмечается, что на период до 2000 г. только около 3% объемов строительных работ будут выполняться при температуре воздуха — 40° и ниже, остальные — при более высоких температурах. Отсюда они делают вывод, что наиболее массовыми для Сибири и Севера должны быть машины обычного исполнения. Может быть, это и верно, но только в том случае, если подходить с учетом только температуры воздуха. Но нужно иметь в виду, что Север — это 11 млн км<sup>2</sup> территории, что вся эта огромная территория скована вечномерзлыми грунтами, легко разрушающимися от антропогенного воздействия, и прежде всего от гусеничного транспорта. Необходимо иметь в виду, что здесь сосредоточено 70—90% полезных ископаемых страны, что здесь очень слабо развита транспортная сеть и основная масса грузов к поселкам, рудникам, буровым установкам развозится вездеходами и тракторами, разрушающими почвенно-растительный покров и рыхлую мерзлую литогенную основу (рис. 54).

На Всесоюзной конференции «Развитие производительных сил Сибири и задачи ускорения научно-технического прогресса в регионе» (1985) отмечалось, что из-за низкой надежности машин приходится приобретать их на 30% больше, чем требуется по номинальной мощности. Расход запасных частей, материалов и средств



РИС. 54. Гусеничный транспорт с удельным давлением 3000—6000 г/см<sup>2</sup> в условиях вечной морзлоты не экологичен: колея от вездехода быстро (за несколько часов, суток) превращается в ручей, который спустя 2—3 года становится термокарстово-эрозийным оврагом. Удельное давление на опорную поверхность в условиях Севера не должно превышать 200—300 г/см<sup>2</sup>

на эксплуатацию и ремонт возрастает в 2,5 раза\*. На этой же конференции академик Н. В. Черский рассказал, что по заданию Государственного комитета СССР по науке и технике в 1971—1972 гг. работала комиссия под руководством академика М. А. Лаврентьева, которая подсчитала, что потери от непригодности серийной техники и материалов к условиям Севера составляют 1,5—2 млрд р. в год. Через 10 лет расчет был повторен по заданию ГКНТ СССР Уральским научным центром; ежегодные потери исчислялись уже 10—15 млрд р. (там же, с. 111—112).

Поэтому ясно, что научно-технический прогресс на Севере и в Сибири не может не ориентироваться на создание техники и технологии в северном исполнении, т. е. техники и технологии, адекватных условиям региона, где они должны применяться.

Зональность — это один из фундаментальных законов природы. Несомненно, что в первую очередь он относится к природным комплексам и процессам, но во вторую — к хозяйственной деятельности, которая также

\* См.: ЭКО. 1986. № 2. С. 111.

имеет зональный характер. И неучет этого обстоятельства в практике управления народным хозяйством чреват истощением природных ресурсов, усложнением их освоения и другими нежелательными последствиями.

К сожалению, даже последние энциклопедические издания не подчеркивают, что техника и технология должны иметь зональный (экологический) характер, особенно в нашей огромной стране, имеющей не менее 10 природных зон: арктические пустыни, тундры, лесотундры, таежные леса, широколиственные леса, лесостепи, степи, полупустыни, пустыни, влажные субтропики, — в стране, где в один и тот же день могут быть температуры +20° (Закавказье, Туркмения, Таджикистан) и —20° (Таймыр, Якутия, Магаданская область).

Имеется достаточно много примеров, показывающих, что техника только в том случае по-настоящему и может-то облегчить труд и повысить его производительность, эффективность, если в ее конструкции будут учитываться зональные, экологические особенности территории, где она будет использоваться. Учитывая особенности Севера (природные, экономические, транспортные и др.), назовем некоторые требования к технике в северном исполнении.

Вездеходы, которые могут быть допущены для работы в летних условиях (при оттаявших почвогрунтах), должны иметь или широкие гусеницы, или широкие колеса с переменным давлением (давление на 1 см<sup>2</sup> не должно превышать 0,2—0,3 кг). Это давление меньше, чем у пешехода. Но и в этом случае движение по одному и тому же маршруту должно быть ограничено 1—2 поездками за один сезон. О подобных машинах писали центральные газеты.

Снегоболотоход гусеничный «НАМИ-0157М». Удельное давление на опорную поверхность 213 г/см<sup>2</sup> (вместо 3—5 тыс. г/см<sup>2</sup> у обычного автомобиля); поворотные платформы-гусеницы; грузоподъемность 7,5—8 т; прошел около 6 тыс. км; не нарушал почвенно-растительный покров; не «засасывался» болотами даже там, где человек погрязался и тонул в болоте\*.

Снегоболотоход «Урал-5920». Дизельный двигатель мощностью 210 л. с. Снегоболотоход снабжен гусеничным движителем, состоящим из двух тележек на 14 катках с однорядным расположением. Металлические гу-

\* См.: Правда. 1974. 6 марта; Комсомольская правда. 1974. 3 марта.

сеницы закреплены на эластичной резиновой ленте, армированной стальным кордом. Их ширина около метра. В резиновых катках вместо пневматических камер используется особый пористый материал, что обеспечивает высокую надежность движителя в сложных условиях эксплуатации. В ходе испытаний машина показала хорошие ходовые качества, преодолевает снежный покров толщиной более метра. Для нее не преграда обширные таежные болота и топкая тундра\*.

Гусеничный болотоход «Тюмень». Удельное давление 300 г/см<sup>2</sup>; грузоподъемность 36 т; не нарушает почвенно-растительный покров на оттаявших вечномерзлых грунтах и т. д. Коллектив завода «Сысертьгазмаш» наметил выпуск специализированных болотоходов-цементовозов, цементосмесителей, топливозаправщиков\*\*.

По-видимому, это неплохие машины для Севера, но их, к сожалению, там нет. В «Правде» 30 марта 1986 г. было сообщение, что из г. Кропоткина Краснодарского края в Сибирь и на Север была отправлена первая партия болотоходов «Тюмень». Это огромные, почти 15-метровые машины, которые могут идти по болоту и снегу, доставляя до 40 т груза. В газете отмечалось, что создатели «Тюмени» поставили задачу — в 1987 г. добиться присвоения болотоходу Знака качества.

Единственная, пожалуй, машина, которая широко распространилась на Севере за последние годы, — это снегоход «Буран», благодаря ему уже нет недоступных участков (зимой); с одной стороны, это хорошо, но одновременно это привело и к развитию браконьерства.

Требования к технике в северном исполнении относятся в не меньшей мере и к воздушному транспорту. Эксплуатируемые сейчас мощные самолеты, в которых можно доставлять вездеходы, самосвалы, экскаваторы и другую крупногабаритную, тяжеловесную технику в северные «глубинки» за несколько часов, экономя месяцы и даже годы, — это яркое проявление научно-технического прогресса, и прежде всего применительно к Северу. Без этой техники многие месторождения полезных ископаемых или эксплуатировались бы с большим опозданием, или вовсе не разрабатывались бы в ближайшей перспективе.

Существующий вертолет Ми-26 по грузоподъемности (20 т) и топливной эффективности превосходит все ма-

шины своего класса. Но сейчас ставится задача о необходимости еще более мощных вертолетов — грузоподъемностью 200—250 т. Но вместе с мощной техникой необходима и «малая» авиация для охотничье-промыслового и геологического освоения огромных пространств Севера, да и других мало освоенных регионов страны, для полноценного медицинского обслуживания и т. д. Пока нет адекватной замены самолетам Як-12, Ан-2, вертолету Ми-4, которые могли быстро доставлять охотников-промысловиков, геологов в труднодоступные районы. Уже сейчас этот пробел отрицательно сказывается на широте, глубине и темпах освоения природных ресурсов Севера.

В условиях бурного освоения минеральных ресурсов и при большой разбросанности населенных пунктов наиболее экономичен атомный источник энергии. Атомные электростанции обладают требуемой мощностью и, кроме того, лишены многих недостатков тепловых электростанций: не загрязняют воздух газами, пылью и не «выжигают» кислород. АЭС можно использовать комплексно — для выработки электроэнергии и тепла. В настоящее время созданы компактные стационарные и передвижные атомные электростанции мощностью от 0,75 до 45 МВт, которые несомненно сыграют значительную роль в энергообеспечении Севера (Хлопкин, 1977). Ценны они и тем, что с их внедрением будут ликвидированы многочисленные котельные и дизельные электростанции, вырабатывающие самое дорогое тепло для малых поселков и одновременно загрязняющие их окрестности. Все это выгодно и экономически, так как не нужно будет завозить десятки миллионов тонн твердого и жидкого топлива в глубинки по бездорожью.

На Севере сейчас имеются две атомные электростанции — Кольская и Билибинская. Билибинская АТЭС позволяет ежегодно экономить свыше 200 тыс. т условного топлива\*. Она бесперебойно снабжает электроэнергией и теплом промышленные предприятия, жилые дома, дает теплую воду для плавательных бассейнов, теплиц. Подобные электроцентрали в будущем станут обычными для Севера.

Перспективно использование энергии ветра, особенно в районах, где средняя годовая его скорость не ниже 4 м/с. Это большая часть территории Севера. Ветродвижитель на 100 кВт может за час нагреть 350 л воды

\* См.: Правда. 1977. 10 нояб.

\*\* См.: Правда. 1983. 11 окт.

\* Правда. 1985. 20 сент.

до 100°. Перспективны ветродвигатели и для выработки электроэнергии. В настоящее время разработкой теории ветродвигателей, экспериментальными исследованиями и созданием новых конструкций двигателей занимается несколько лабораторий.

Установлено, что по техническим причинам удобнее получать большую мощность энергии не от одного мощного агрегата с большим диаметром ветроколеса, а от нескольких агрегатов с колесами меньшего диаметра. Оказалось также, что несколько агрегатов вместе вырабатывают энергию значительно равномернее, чем каждый в отдельности, которая пригодна для использования в сети с силовой осветительной нагрузкой. В условиях Севера необходимо внедрение как групповых, так и отдельных энергоустановок.

Труд оленеводов во многом облегчат ветроагрегаты с вращающимся прожектором. Наличие такой установки поможет им пасти стада в темные осенние и полярные ночи, особенно во время дождей и метелей, обычно сопровождаемых ветрами. Вращающийся прожектор отпугивал бы хищников, помогал своевременно обнаружить отколовшиеся группы оленей.

Экономически и экологически удобны так называемые мини-ГЭС мощностью от 0,18 до 30 кВт, вес — несколько десятков килограммов. В них все как в обычной ГЭС — гидравлическая турбина, электрогенератор и водовод, роль которого выполняет обычный пожарный шланг. Станцию устанавливают на берегу ручья, в который опускают шланг с таким расчетом, чтобы создавался достаточный напор поступающей по нему воды. Такие мини-ГЭС могут непрерывно работать без ремонта и технического обслуживания десятки тысяч часов\*. Подобные станции тоже сэкономят сотни тысяч тонн топлива, завозимого на Север, что в свою очередь предохранит почвенно-растительный покров от разрушения транспортом и в целом природу Севера от загрязнения выбросами котельных и дизельных установок.

В институте «Якутсельпроект» создан проект дома, который будет обеспечиваться теплом и горячей водой за счет коллекторов (гелиоколлекторов), которые будут монтироваться на крышах зданий. Площадь каждой панели 0,8 м<sup>2</sup>, мощность более 400 Вт. Вода в гелиоколлекторе, закрытом сверху прозрачным стеклом, будет нагреваться до 100°. Ученые полагают, что такая уста-

новка обогреет и обеспечит горячей водой даже в пасмурную погоду и при морозах до 18°. Но конечно, гелиоблоки должны работать с дублирующими котельными установками. Этот проект рассчитан пока на антициклональный климат Якутии с большим количеством солнечных дней и прозрачной атмосферой. Ведутся исследования по возможности применения подобных гелиосистем в других районах Крайнего Севера. Расчеты показывают, что там, где будет применяться гелиосистема, расход топлива сократится на 15—25%\*.

Учитывая предельную уязвимость природы Севера и слабую способность к самоочищению от загрязнений, необходимо внедрение замкнутых водооборотов на всех вновь строящихся предприятиях и строительство очистных сооружений по очистке дымовых и пылевых выбросов, а также промышленных стоков.

В настоящее время накопилось достаточно много материалов для того, чтобы утверждать, что если техника и технология не учитывают экологических особенностей осваиваемой территории, то этим самым они резко снижают и свои экономические и социальные функции. Пример тому не только северные районы, но и целина. Новая техника и технология, примененные на целине (плоскорезы вместо плугов, безотвальная вспашка, изменение сроков сеяния и т. д.), не только спасли природу целины от разрушения ветровой эрозией (пыльные бури), но и превратили целину в один из крупнейших районов страны по производству зерна. Север — это в известном смысле тоже целина.

Зональные системы природопользования почти повсеместно введены в сельском, промысловом, лесном хозяйствах. Подобные зональные системы природопользования необходимо ввести во всех отраслях хозяйства, и Север — первый регион, где это нужно делать как можно раньше.

Техника и технология должны учитывать экологические особенности Севера и не разрушать его природу, быть надежными, высокопроизводительными и экономичными живой труд.

На Севере новая, экологическая техника и технология дает большой экономический эффект, так как замещает более дорогой, чем в обычных условиях, живой труд и сохраняет более раннюю, чем в средней полосе, природу, восстановление которой если и возможно на

\* Правда. 1983. 14 марта; 1985. 16 мая.

\* Правда. 1986. 14 марта.

Севере, то ценой огромных материальных затрат и усилий.

На упомянутой Всесоюзной конференции по развитию производительных сил Сибири, проходившей в 1985 г., отмечалось, что дефицит трудовых ресурсов в двенадцатой пятилетке будет испытываться в ряде районов страны, и прежде всего в Сибири и на Севере, и в связи с этим подчеркивалось, «что дополнительная «инъекция» рабочей силы на Севере не будет подталкивать к созданию и применению трудосберегающей технологии»\*. Знаменательно в связи с этим выступление на конференции И. С. Никоненко: «...на установке комплексной подготовки газа занято более полусотни человек. Довольно простые решения позволяют сократить численность втрое, а при вовсе не фантастических решениях — оставить одного человека. Приоритет надо бы отдавать подобным новым, действительно революционным решениям, способным многократно повысить производительность труда»\*\*.

Население Севера состоит на 90—95% из горожан. Учитывая также все сказанное выше об особенностях освоения Севера, его суровой и уязвимой природе, становится ясно, что города и рабочие поселки здесь тоже должны строиться в северном исполнении. Это компактность застройки, защита дворовых пространств от ветров, широкие просторные улицы\*\*\*, ярко освещенные в темное время, теплые дома, плавательные бассейны. В городах Севера приятно поражает ставшее нормой обилие зелени в служебных помещениях и домах: и травянистые комнатные растения, и древовидные, посаженные в огромные ящики, и прямо-таки небольшие сады в помещениях. Улицы озеленены, площадь под насаждениями растет. Зелени на улицах много даже в самых северных городах и поселках, расположенных на 69-й параллели и севернее, — Мурманске, Заполярном, Никеле, Североморске, Норильске, Дудинке, Талнахе и даже в Хатанге, находящейся почти на 72° с. ш.

Таким образом, освоение Севера поставило вопрос о необходимости ведения всего комплекса хозяйст

\* ЭКО. 1986. № 2. С. 133.

\*\* Там же. С. 132, 133.

\*\*\* В Генеральном плане развития Мурманска, составленном в 1946 г., отмечалось, что широкие просторные улицы в городе нецелесообразны, так как их трудно будет очищать от снега (см.: Правда. 1984. 15 дек.).

ния с учетом природно-зональных, социально-экономических и экологических особенностей огромной территории.

#### ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

К. Маркс, критикуя программу германской рабочей партии, писал: «Труд не есть источник всякого богатства. Природа в такой же мере источник потребительных стоимостей (а из них-то ведь и состоит вещественное богатство!), как и труд, который сам есть лишь проявление одной из сил природы, человеческой рабочей силы»\*.

Увеличение производительности природных систем можно приравнять к росту мощности материально-технических производственных систем. Влияние отрицательных изменений и загрязнений природной среды, т. е. загрязнение экосистем, правомерно рассматривать как износ обычных производственных фондов, который сказывается и прямо, и опосредствованно. Проводимые в ряде научных центров страны эколого-экономические исследования свидетельствуют о том, что труд, затраченный на охрану окружающей природной среды, должен рассматриваться как производительный, поскольку его следствие — сохранение или создание потребительных стоимостей. Тем более ценны природные системы Севера, которые воспроизводятся без затрат человеческого труда и «бесплатно» вырабатывают потребительные стоимости.

В качестве примера рассмотрим территорию в Заполярье площадью около 145 тыс. км<sup>2</sup>: северотаежные леса, болота, тундра, озера и реки; около 1/3 занимают невысокие горные массивы. В водоемах области площадью 435 тыс. га, как показывают практика и научные исследования, можно вылавливать не менее 5 кг с 1 га ценной деликатесной рыбы — семги, кумжи, палии, форели, сига и т. д. Площадь озер и рек в области составляет примерно 10%. Если мы возьмем только 3% (а не 10%), в которых можно отлавливать деликатесную рыбу, то это составит 435 тыс. га водоемов. На этой площади можно ежегодно вылавливать 2 175 тыс. кг ценной рыбы, денежная цена которой может превысить 8 млн р. И только нашим экологическим невежест

\* Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 19. С. 13.

вом прошлых десятилетий можно объяснить тот факт, что мы недополучаем в настоящее время большое количество потребительных стоимостей, которые могли бы вырабатываться водоемами. В целом по Северу только в озерах вылавливается 120—130 тыс. ц рыбы, а могло бы быть не менее 200 тыс. ц (Забродин, 1984).

Ненамного лучше положение и с пресной водой в области. С 1 января 1982 г. введены в действие «Тарифы на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем»: Тарифные ставки колеблются от 0,30—0,35 к. на севере и востоке до 2,72 к. за кубометр на юге страны. Единовременный запас воды в озерах и реках близок к 40 км<sup>3</sup>; четвертая часть их — речные, круговорот в которых особенно интенсивен, а возобновление совершается за несколько суток. Но загрязненная атмосфера приводит к тому, что дождевые и речные воды не самоочищаются в процессе круговорота. Усугубляет ситуацию и прямой сброс сточных вод в водоемы. В результате воду для хозяйственно-питьевых нужд уже давно приходится очищать, а скоро, может случиться, будут очищать и для технологических целей, хотя водные экосистемы «готовят» воду в таком виде, что и для питья, и тем более для нужд промышленности она могла бы идти без очистки. Косвенная оценка работы водных экосистем, «готовящих» чистую воду, видна из следующего примера: включение 1 км<sup>3</sup> воды в оборотное использование требует 20 млн р. капиталовложений (Куракин, Куракина, Орлова, 1978).

Леса северных областей вырабатывают значительно меньше кислорода, чем среднетаежные и широколиственные. Но тем не менее даже заполярный гектар леса за теплый сезон вырабатывает до 3 т кислорода и около 200—300 кг фитонцидов (Протопопов, 1975). Все леса области за год продуцируют более 10 млн т кислорода и 1,5—2 млн т фитонцидов. Гектар северного леса может безболезненно для себя поглотить за несколько лет до 180 кг техногенной серы, до 18—20 кг цветных металлов, осадить 2—3 т пыли и т. д.

Напомним, что 1 т кислорода, выработанного химическими установками, обходится в 150 р. и больше. Производство 1 кг фитонцидов на установке «Аэрофит» стоит 30 р. Если бы все количество кислорода, вырабатываемое лесами небольшой (рассматриваемой) области за год, производилось бы промышленным способом, то это стоило бы колоссальных денег — около 1,5 млрд р., фитонцидов — и того больше — около 4 млрд р.

Очистные установки по улавливанию сернистого и других газов, пыли стоят многие миллионы рублей. Природные лесные системы «бесплатно» очищают воздух. Особенно эффективна их роль в доочистке малых доз загрязняющих веществ, просочившихся через фильтры и другие очистные установки. Капиталовложения на доочистку именно малых доз загрязняющих веществ особенно велики, как уже отмечалось выше.

Если все названные цифры по очистке воздуха и выработке одним гектаром леса потребительных стоимостей перевести на 480 млн га облесенной территории Севера, то получатся астрономические цифры, которые свидетельствуют о реальной значимости и эффективности природных систем в формировании национального богатства.

Исключительно велика и далеко не полностью оценена роль лесов в обеспечении людей такими незаменимыми потребительными стоимостями, как ягоды и грибы (табл. 13).

ТАБЛИЦА 13. СРЕДНИЙ ЕЖЕГОДНЫЙ УРОЖАЙ ГРИБОВ И ЯГОД В ЗАПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ (площадью 145 тыс. км<sup>2</sup>)

Ягоды	Общая продуктивность, тыс. кг	Закупочные цены управлений пищевой промышленности, кг/р	Общая стоимость ягод, грибов, тыс. р.
Брусника	615	1,50	922,5
Клюква	15	2	30
Морошка	240	2	480
Черника	300	1,50	450
Голубика	900	1,20	1 080
Рябина обыкновенная	15	1	15
Грибы*	200	1	200
Всего по области...			3 177,5

\* Грибы белые — 3 р.; подосиновки, подберезовики, маслята, волнушки — 1 р. (1984). Каждый год закупочные цены возрастают.

Если учесть, что взятая в качестве примера область составляет только около 3% от северного региона, то на всем пространстве Севера ягод можно бы собрать 70—80 тыс. т, грибов — 10 тыс. т\*.

\* Биологическая продуктивность грибов на Севере определена В. А. Забродиним (1984) в 24—25 тыс. т.



В области производится ежегодно заготовка промысловых зверей и птиц: куницы (200—250), лисицы (800—810), норки (100—110), белки (3900—4000), ондатры (около 900—1000), песца (70—80), куропатки (3000—4000). Но их становится с каждым годом все меньше, и промысел сокращается. В недавние годы из-за антропогенного воздействия исчезли дикий северный олень, бобр. По данным Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников РСФСР, среднегодовой выход промысловой продукции с 1 тыс. га северной тайги может составлять 12—15 р., в тундре и лесотундре—10—12 р. Средневзвешенная продуктивность охотничьих угодий Севера по заготовкам пушнины и мясо-дичной продукции оценивается в 25,6 р. на 1 тыс. га\*. В целом охотничье-промысловая продукция могла бы составлять 220—250 тыс. р.

Общая оценка ресурсов пушных и диких копытных зверей Севера составляет 844,3 млн р. (Сафонов, Шилева, Гайдар, 1984). При этом не учитываются огромные возможности по увеличению поголовья их. В журнале «Охота и охотничье хозяйство» (1983. № 7. С. 10) в материале «От редакции» отмечается, что в Швеции (территория которой в 22 раза меньше территории нашего Севера) ежегодно добывают 100 тыс. лосей, а у нас в стране—только 70 тыс.

Таким образом, если суммировать все многообразие потребительных стоимостей, вырабатываемых ежегодно природными системами только небольшой северной области, то общее вещественное богатство будет весьма значительным, а денежное выражение превысит 4 млрд р.—это намного больше прибыли в народном хозяйстве области\*\*.

В настоящее время ученые все чаще приходят к мысли о том, что в случае сохранения современных тенденций в развитии технологии производства и экологической ситуации человечество в перспективе столкнется с

\* Временная методика нормативной оценки эффективности плана природоохранных мероприятий и возмещения ущерба, наносимого охотничьему хозяйству. М., 1983 (Главохота РСФСР. Составлена А. М. Кареловым).

\*\* Любопытно в связи с этим сведения, приводимые в книге М. Я. Лемешева и др. (1986, с. 259) о том, что природные и другие ресурсы СССР, причем не все, а лишь сельскохозяйственные земли, водный сток, лесные угодья и запасы полезных ископаемых, по имеющимся расчетам, измеряются суммой свыше 2 трлн р., что в 1,6 раза превышает современную оценку основных производственных фондов СССР без учета природных ресурсов.

нехваткой кислорода, дефицит которого необходимо будет восполнять с помощью инженерно-экологических сооружений (Коваленко, 1980). О стоимости 1 т кислорода, воспроизводимого такими сооружениями, уже говорилось.

Промышленные и транспортные сооружения, города, поселки занимают в рассматриваемом случае менее 0,5% территории, сельскохозяйственные угодья—0,2%. Практика и расчеты показывают, что при нормально работающих очистных сооружениях, бережном отношении к природе отрицательное техногенное воздействие распространяется на территорию, не более чем в 10 раз превышающую площадь промышленных узлов, т. е. природные системы, на которых прекращено воспроизводство потребительных стоимостей, не должны превышать 5—7% территории природно-экономического региона. Выпадение территории таких размеров хотя и велико, но тем не менее пока неизбежно, и превышение этих размеров—свидетельство некомплексного использования ресурсов, при котором техногенное разрушение только одного процента природных систем лишает нас потребительных стоимостей на десятки миллионов рублей. Если техногенное разрушение достигает десятков процентов территории, то и ущерб будет исчисляться уже сотнями миллионов рублей независимо от того, зафиксирован ли этот ущерб в каких-либо таблицах и отчетных формах или нет. В настоящее время сложилась такая ситуация, при которой природоохранные мероприятия, безусловно полезные и необходимые обществу в целом (очистка промышленных сточных вод, сбрасываемых в водоемы, промышленных газов и т. д.), не всегда экономически выгодны промышленному предприятию\*. Поэтому одна из первоочередных задач в совершенствовании хозяйственного механизма управления природопользованием—разработка общепринятой экономической оценки ущерба от техногенного загрязнения и разрушения природы, а также определение экономической ответственности промышленных предприятий. Экстенсивный путь развития, как показал XXVII съезд КПСС, исчерпал себя. Это полностью относится и к природопользованию. Сейчас перерабатываются многие миллиарды тонн все более бедных металлических и неметаллических руд, но извлекается из них десятая, а нередко и сотая часть только какого-либо одного или двух ком-

\* Правда. 1984. 17 окт.

понентов, вырубается многие сотни миллионов кубометров леса на огромных пространствах страны, добываются миллиарды кубометров газа, сотни миллионов тонн нефти (в 1990 г. — соответственно 835—850 млрд м<sup>3</sup> и 625—640 млн т) (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 294, 295). Возможности дальнейшего наращивания объемов добычи сырья будут сокращаться. Поэтому режим экономии выступает важнейшим фактором интенсификации общественного производства; одновременно это будет уменьшать давление и на природную среду.

Вся литература по экономике природопользования, в том числе самая новая (Лемешев и др., 1986; Немченко, 1986), с редким единодушием фиксирует фактическое отсутствие экономических стимулов для внедрения ресурсосберегающих и экологически ориентированных технологий. По этому поводу В. В. Немченко (1986, с. 33) пишет: «Больно слышать, что часто те предприятия, которые не проводят природоохранных мероприятий, имеют лучшие экономические показатели, числятся в передовиках. Впрочем, это неудивительно: планируют трудовому коллективу показатели прежде всего по роду основной деятельности, за это и поощряют материально. В результате промышленность оказывается не заинтересованной в поиске и внедрении экологически чистых технологий, ведь меры по защите окружающей среды снижают рентабельность производства...

Только в одиннадцатой пятилетке годовые государственные планы по вводу в действие водоочистных сооружений выполнялись в среднем на 58%, газопылеулавливающих установок — на 76%. Отсюда срывы заданий по снижению загрязнения рек и водоемов, а также воздушных бассейнов в некоторых промышленных районах страны. Состояние окружающей среды в отдельных городах не только не улучшается, а, напротив, продолжает ухудшаться. Задержки в строительстве приводят порой к чрезвычайным последствиям».

М. Я. Лемешев и другие (1986, с. 258, 259) подчеркивают, что, как бы хорошо ни были разработаны планы мероприятий в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, если система действующих экономических рычагов и стимулов недостаточно заинтересовывает коллективы предприятий и организаций в экономии материальных ресурсов, в рациональном природопользовании, реализация плановых мероприятий будет требовать дополнительных административных мер.

Чтобы преодолеть иллюзию высокой экономической эффективности ресурсоемких и загрязняющих вариантов развития производства, необходимо рассчитывать полную народнохозяйственную эффективность при сравнении их, т. е. сопоставлять все затраты по каждому из них с полным эффектом, который они приносят. Однако в настоящее время потребление природных ресурсов все еще не находит своего адекватного отражения в стоимостной структуре издержек производства предприятий, которые не принимают достаточно активного участия в воспроизводстве этих ресурсов. Об этом, в частности, свидетельствует следующее сопоставление размеров различных отчислений в бюджет государства из прибыли предприятий. В среднем по стране плата за производственные фонды составляет 22—25% прибыли, тогда как рентные платежи — всего лишь 6—7%.

Между тем природные ресурсы, как и производственные фонды государственного сектора хозяйства, находятся в исключительной собственности государства. Оно лишь предоставляет их в пользование предприятиям, и последние обязаны экономически участвовать в их воспроизводстве. Это воспроизводство должно быть регионально дифференцированным и включать три группы нормативов с различной юридической и экономической природой: плату за использованные природные ресурсы; штрафные санкции за превышение допустимого уровня загрязнения окружающей природной среды; обязательные отчисления от прибыли в региональный фонд воспроизводства природных ресурсов и охраны окружающей среды. Из этого фонда должны финансироваться все крупные природоохранные мероприятия в регионе, такие, как создание коллективных очистных сооружений, рекультивация земель, лесовосстановление и т. п. (Лемешев и др., 1986, с. 259—260).

В нашей стране есть предпосылки для достижения гармоничного взаимодействия общества и природы. Это прежде всего обобществленные средства производства и плановое ведение хозяйства. Но эти предпосылки используются еще недостаточно для повышения качества окружающей природной среды. На охрану природы в настоящее время выделяются большие средства. Причем планируется не качество природной среды, а природоохранные мероприятия — строительство очистных сооружений для газово-пылевых выбросов, промышленных стоков. Конечных результатов — каким будет качество природной среды после введения очистных сооруже-

ний — мы при этом не знаем. Широкое планирование по этому принципу (выделение денег на мероприятия без установки планового показателя конечной продукции — металла, угля, нефти и т. д.), по-видимому, привело бы к тому, что мы не получали бы необходимого количества и качества требуемой продукции. Планировать нужно не только природоохранные мероприятия, но и качество природной среды, одновременно увеличивать ответственность хозяйственных руководителей за планируемый показатель — качество природной среды.

Сейчас выделение денег на природоохранные мероприятия производится по принципу «каждой сестре — по серьге», т. е. по существу имеет место распыление средств. В новой редакции Программы КПСС содержатся новые требования к инвестиционной политике, призванной «обеспечивать повышение эффективности капитальных вложений, их концентрацию на решающих участках, от которых зависит быстрое достижение высшего народнохозяйственного эффекта... Следует перенести центр тяжести с нового строительства на техническое перевооружение и реконструкцию действующих предприятий, значительно поднять долю средств, направляемых на эти цели, в общем объеме производственных капитальных вложений, повышать в них удельный вес затрат на оборудование и машины» (Материалы XXVII съезда КПСС, с. 143—144). В соответствии с этой установкой выделяемые на охрану природы деньги нужно направлять прежде всего на такие реконструируемые предприятия, а не по принятому в настоящее время правилу. Это будет полностью соответствовать требованиям партии на современном этапе развития нашего общества.

При реконструкции предприятий необходимо вводить малоотходные и безотходные технологии, замкнутые водообороты, новую технологию по очистке газово-пылевых выбросов. Замкнутый водооборот означает полное прекращение любых сбросов промышленных стоков, а значит, и такое состояние воды, которое будет соответствовать ее природному качеству.

Таким образом, в промышленно развитых регионах будут создаваться очаги высокого качества окружающей природной среды. Вследствие постоянной реконструкции действующих предприятий с одновременным введением экологически чистых технологий очаги высокого качества природной среды будут сливаться и между собой, и с регионами существующего высокого качества окружающей природной среды. Таким образом, научно-тех-

нический прогресс будет сопровождаться улучшением качества окружающей природной среды, которая в ряде мест существенно нарушена.

Для концентрации природоохранных усилий необходимо, по нашему мнению, организовать Государственный комитет СССР по охране природы, объединив под его началом разделенные в настоящее время между многими министерствами и ведомствами природоохранные организации. Все эти мероприятия вряд ли потребуют дополнительного финансирования, а социально-экономический эффект будет существенным. Фиксирование качества окружающей среды, штрафные санкции за отклонения от нормативов (то, чем занимаются в основном современные природоохранные службы) уже не решают проблемы качества окружающей природной среды и обходятся государству недешево.

Создание такого комитета подведет итог большой работе, проводимой в стране по разработке методик определения экономической эффективности природоохранных мероприятий\*. Он объединит разрозненные исследования, ведущиеся в различных министерствах и ведомствах, по рациональному использованию природных ресурсов. Это особенно важно сейчас, когда XXVII съездом КПСС взят курс на ускорение развития народного хозяйства. Научно-технический прогресс не должен сопровождаться ухудшением природной среды, напротив, ему должно сопутствовать улучшение качества окружающей природной среды. У нас есть все возможности для положительного решения этой проблемы.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Проблемы мониторинга крайне сложны. Трудности начинаются уже с определения его. Вот наиболее общее: мониторинг — это «система повторных наблюдений одного и более элементов окружающей природной среды в пространстве и времени с определенными целями» (Израэль, 1980, с. 5). Обычно выделяются три территориальных уровня мониторинга: глобальный, региональный и локальный. Более многочисленны объектные ви-

\* Кроме имеющихся методик, в том числе и названных выше, см. также Временную типовую методику определения экономической эффективности и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды (Одобрена постановлением Госплана СССР, Гостроя СССР и президиума АН СССР от 21 октября 1983 г. № 254/284/134). М., 1983. С. 124.

ды мониторинга, которые взаимосвязаны и между собой, и с пространственными видами. Среди объектных видов выделяются: мониторинг атмосферного воздуха; мониторинг гидросферы (реки и их притоки, т. е. водосборный бассейн, озера, моря, океаны); мониторинг почвенный; мониторинг биологический (пожалуй, самый сложный). Здесь можно выделить мониторинг зоологический (который может быть в свою очередь разделен на виды более или менее чувствительные к антропогенным воздействиям); то же самое относится к ботаническому мониторингу.

Ставится вопрос о необходимости геологического мониторинга, что важно не только для наблюдений за сегодняшней динамикой объектов (породы разного возраста и литологического состава), но и для целей ретроспективного анализа, особенно для восстановления характеристик окружающей природной среды, существовавшей сотни и тысячи лет назад. В числе прочего это позволит определить и ноль-отсчет антропогенных, а потом и промышленно-техногенных воздействий на природную среду. Для этого могут быть использованы наблюдения за ледниками, торфяниками, донными отложениями и другими осадочными породами.

Этим перечнем не исчерпываются все виды мониторинга. Не исключено, что их может быть столько же, сколько и объектов в биосфере. Но поскольку невозможно вести наблюдения за очень большим количеством объектов, то необходимо выбирать наиболее типичные, репрезентативные.

В нашей стране слежение за природной средой уже осуществляется Госкомгидрометом, Минздравом, Минводхозом, Госагропромом, Гослесхозом, Минрыбхозом. По-видимому, наблюдения, которые проводятся этими службами, можно квалифицировать как наблюдения на уровне локального мониторинга.

Если учесть, что предложение об организации Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) принято на Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г., то времени для установления общепринятых понятий, методов было очень мало. О необходимости разработки научно-методических основ комплексного мониторинга пишут сотрудники Госкомгидромета (Ровинский, Буянова, 1982). Неуклонное возрастание техногенного давления на биосферу диктует необходимость своевременного получения объективной информации о состоянии окружающей природ-

ной среды и тенденциях ее изменения. Система мониторинга окружающей среды — информационная и не включает в себя элементов управления, хотя и входит в него как необходимое звено (Израэль, 1980; Ровинский, Буянова, 1982).

Экологический мониторинг наиболее универсальный, так как он дает комплексную оценку состояния окружающей природной среды как по ее компонентам (атмосфера, почвенно-растительный покров, водоемы), так и во временных координатах: современное состояние биоиндикаторов — это отражение условий среды прошлого (месяцы, годы, десятилетия). Одновременно выявляется тенденция изменения окружающей среды, на основе которой можно дать прогноз. Вместе с тем экологический мониторинг надежен, дешевле по сравнению с инструментальными методами, хотя это и не означает, что биологический мониторинг может заменить инструментальный, должно быть разумное сочетание разных методов. Ознакомление со многими имеющимися работами по мониторингу (Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды, 1980; Проблемы фонового мониторинга..., 1982; Биогеохимические аспекты криптоиндикации, 1982; Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями, 1982; Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей, 1982; Трасс, 1982), обобщение многолетних собственных наблюдений свидетельствуют о том, что нет такой экосистемы или такого организма, которые не могут быть биоиндикаторами окружающей природной среды, так как любой организм «вписан» в окружающую среду, составляя с ней единое целое.

На Севере имеется большое количество биологических и мерзлотно-почвенно-климатических объектов-индикаторов, которые могут быть использованы в целях мониторинга.

1. Северная граница лесов — один из самых главных рубежей не только в Субарктике, но и в природе вообще. Ее положение комплексно отражает условия окружающей среды. Особенно важны для целей мониторинга лесные острова, расположенные между северными границами лесотундровых редколесий, и полосы относительного безлесья тундры. В каждом из регионов 3—4 самых северных островка должны быть отмечены на местности реперами, заглубленными на 3—4 м. Стандартные надписи должны дать пояснение о координатах каждого из островков, их площади; несомненно, нужно

указать дату определения ее и координат биоценозов-индикаторов. Особенно такой стационар необходим у самой северной границы редкостойных лесов на нашей планете — на правом берегу Хатанги в бассейне Лукунской на  $72^{\circ}34'$  с. ш. По-видимому, наблюдения за этими биоценозами можно проводить один раз в 5—6 лет, чтобы установить тенденцию изменения границы древесной растительности. Биоценозом-индикатором должны стать и заросли крупнокустарниковой ивы на Таймыре на  $75^{\circ}20'$  с. ш.

2. Подобные стационары биологического мониторинга необходимо установить и у верхних границ лесов в горных массивах Севера, которые вдвойне уязвимы и неустойчивы вследствие горного и заполярного местоположения. Эти стационары должны быть установлены в Хибинском и Ловозерском горных массивах, на Полярном Урале, плато Путорана и Анабарском, в северных отрогах горных хребтов: Верхоянского, Черского, Момского, Анюйского. За последние 20—25 лет в районах интенсивного освоения (Хибинский и Ловозерский горные массивы, окрестности Норильска и Талнаха) верхняя граница лесов во многих местах снизилась на 100—300 м. На ранее облесенных горных склонах после исчезновения лесов стали развиваться солифлюкция, каменно-грязевые потоки, камнепады, снежные лавины. В заполярных горах природные процессы крайне напряжены. Так, например, в горных массивах Мурманской области на 150—200 м по высоте сменяются три природные зоны: тайги, лесотундры и тундры.

3. Сфагновые болота могут стать экосистемами-индикаторами. Они крайне чувствительны к содержанию в воздухе пыли, сернистого газа, фтористого водорода, соединений тяжелых металлов; находятся не ближе чем в 15—30 км от промышленных узлов. Для Кольского Севера болота представляют интерес еще и потому, что под ними обычно встречаются линзы вечномерзлых грунтов; они представляют одновременную южную и западную границу вечной мерзлоты на Евразийском континенте. В восточном направлении эти грунты резко спускаются к югу по мере возрастания континентальности климата.

4. Напочвенные лишайниковые ценозы Севера так же, как и сфагновые болота, могут и должны стать объектами-индикаторами в системе биологического мониторинга. Лишайники деградируют, они крайне чувствительны не только к загрязнению воздуха, но и к увели-

чению кислотности осадков. Процесс делихинизации северных территорий — следствие комплексного антропогенного воздействия на них. Выделенные на местности лишайниковые ценозы, не применяемые как пастбища, можно и нужно использовать в качестве биологических индикаторов.

5. Обязательным объектом мониторинга должны стать ледниковые покровы на островах океана, небольшие леднички в горах Севера, в том числе и в Хибинском горном массиве, и плавучие морские льды.

В настоящее время из-за потепления происходит уменьшение толщины морских паковых льдов (за последние 100 лет — на 1 м); на большой территории отступает южная граница вечной мерзлоты — на 10 км ежегодно (Природа, 1981, № 10, с. 102). Площадь паковых льдов в океане за период 1973—1980 гг. сократилась на 2,5 млн км<sup>2</sup>, т. е. примерно на 35% своей средней величины; по границе таяния температура воздуха была на  $0,9^{\circ}$  выше, чем в середине 30-х годов. Это объясняется увеличением  $\text{CO}_2$  в атмосфере (Природа, 1982, № 6, с. 114). За последние 40 лет растаяло более 40 тыс. км<sup>3</sup> льда, образующего полярные шапки, что ведет к повышению уровня Мирового океана со скоростью более 0,25 см/год (Природа, 1983, № 1, с. 118). В этих же материалах отмечается, что повышение поверхности Мирового океана за счет таяния льдов, сосредоточенных в высоких широтах, может вызвать замедление вращения Земли и удлинение суток.

Теперь рассмотрим организмы-стенобионты, требующие строго определенных условий окружающей среды и, кстати, находящиеся в одном месте (растения, бентосная фауна и др.).

Самые чувствительные организмы к загрязнению окружающей среды на Севере — лишайники, потом мхи, хвойные деревья (табл. 14). Растения расположены по степени уменьшения чувствительности к длительному загрязнению. В верхних трех колонках таблицы — организмы, чувствительные к загрязнению, они же и доминанты растительного покрова в тундре, лесотундре, северной тайге, т. е. слагают моховые, лишайниковые тундры, еловые, сосновые и лиственничные леса, моховые болота. Как видно из табл. 14, даже при соблюдении санитарных норм загрязняющих веществ в воздухе все эти сообщества будут деградировать. В целях сохранения северных экосистем от разрушения необходимо, чтобы содержание в воздухе  $\text{SO}_2$  не превышало

ТАБЛИЦА 14. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ РАСТЕНИЙ  
К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВОЗДУХА

Название растений	Многолетние предельно допустимые концентрации некоторых веществ в атмосфере, мг/м <sup>3</sup>			
	SO <sub>2</sub>	HF	Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	пыль
Эпифитные кустистые лишайники родов <i>Usnea</i> , <i>Alectoria</i> , <i>Bryopogon</i>	<0,005	<0,001	<0,0002	<0,01
Эпифитные листоватые лишайники родов <i>Hypogymnia</i> , <i>Parmelia</i> , <i>Parmeliopsis</i> ; мхи рода <i>Sphagnum</i>	0,005— 0,09	0,001— 0,003	0,0002— 0,0009	0,01— 0,02*
Мхи родов <i>Dicranum</i> , <i>Polytrichum</i> , <i>Pohlia</i> , <i>Hylocomium</i> , <i>Pleurozium</i> ; напочвенные кустистые лишайники родов <i>Cetraria</i> , <i>Cladonia</i> , <i>Stereocaulon</i> и др.; все виды накипных лишайников на деревьях и камнях; хвойные деревья и кустарники родов ель ( <i>Picea</i> ), сосна ( <i>Pinus</i> )	0,009— 0,02	0,003— 0,004	0,0009	0,02— 0,03
Лиственница ( <i>Larix</i> ), можжевеловник ( <i>Juniperus</i> )	0,02— 0,05**	0,004— 0,005**	0,0009— 0,001**	0,03— 0,05**
Лиственные деревья и кустарники родов <i>Betula</i> , <i>Sorbus</i> , в частности <i>B. pubescens</i> , <i>B. tortuosa</i> , <i>B. nana</i>	0,05— 0,07	0,005— 0,007	0,001— 0,002	0,05— 0,08
Кустарниковые ивы <i>Salix glauca</i> , <i>S. herbacea</i> , <i>S. lapponum</i> и др.; кустарники родов осина ( <i>Populus</i> ), ольха ( <i>Alnus</i> ); ягодные кустарнички (брусника, голубика, черника); травянистые растения, в частности <i>Leymus arenarius</i>	0,07— 0,1	0,007— 0,01	0,002— 0,004	0,08— 0,1

\* Примерно такие же пороговые значения для сернистого газа (SO<sub>2</sub>) и фтористого водорода (HF) названы в работе Р. Гудермана (1979).

\*\* Вторые цифры в названных парах — санитарные нормы.

0,02 мг/м<sup>3</sup>, HF — 0,004, NiO — 0,0009, пыли — 0,03 мг/м<sup>3</sup> и т. д. Менее требовательны к загрязнению лиственные деревья, кустарники, в том числе ягодные, некоторые травянистые растения. Они могут существовать даже при загрязнении более высокого уровня, чем санитарные нормы (рис. 55). Примерно такой же ряд организмов-индикаторов от более чувствительных к менее чувстви-

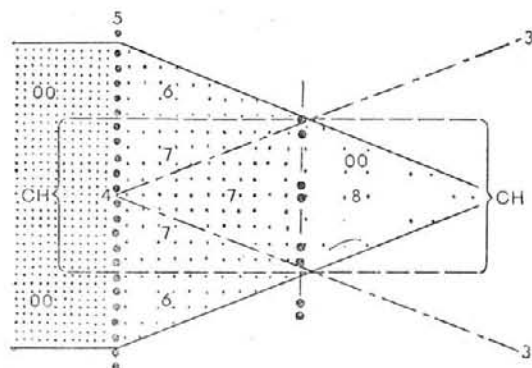


РИС. 55. Схема связей качества природной среды и обилия организмов:

1 — 00 — обилие организмов; 2 — СН — санитарные нормы качества природной среды; 3 — изменяющийся уровень загрязнения природной среды; 4 — самое незначительное количество примесей загрязняющих веществ в природной среде, на которое уже реагируют наиболее чувствительные организмы-индикаторы; в случае увеличения загрязнения начинается деградация этих организмов и выпадение их из состава экосистем; 5 — рубеж, с которого качество природной среды становится хуже экологических стандартов, обуславливая тем самым деградацию и выпадение из экосистем сначала наиболее чувствительных организмов-индикаторов, а затем и менее чувствительных; 6 — организмы, которые деградируют в условиях качества природной среды, превышающего санитарные нормы (эпифитные лишайники, сфагновые и некоторые другие мхи, напочвенные кустистые лишайники, ель, сосна, лиственница, можжевеловник); Организмы, которые могут существовать: 7 — на уровне санитарных норм (береза, рябина); 8 — ниже санитарных норм (ивы, осины, ольха, кустарники, травы)

тельным может быть составлен для гидробионтов и почвенных микроорганизмов (табл. 15, 16).

На основе обобщения большого количества опубликованных материалов, отечественных и зарубежных, анализа собственных материалов были построены пространственные модели распространения загрязнений применительно к северному региону. (рис. 56, 57).

Стационары локального мониторинга, и прежде всего биологического, должны располагаться в зонах техногенного влияния промышленных узлов и городов (рис. 57). На территориях, расположенных между промышленными центрами, целесообразно организовать стационары регионального мониторинга; и только в зонах, далеко расположенных от урбанизированных и промышленных очагов, необходимо располагать стационары глобального мониторинга.

Учитывая зональность биосферы (арктическая пустыня, тундра, лесная зона, лесостепи и степи, пустыни, субтропические зоны — сухие и влажные и т. д.), объекты биологического мониторинга не могут быть едиными

ТАБЛИЦА 15. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ГИДРОВИОНТОВ  
К ЗАГРЯЗНЕНИЮ ВОДЫ, мг/л (по Яковлеву и Моисеенко, 1984,  
с добавлениями и уточнениями автора)

Название гидробионтов	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Нефте- продукты
<b>Беспозвоночные</b>			
<i>Высокочувствительные</i>			
Нимфы веснянок	0,008—0,01	0,001—0,002	0,01— 0,05
Мизиды ( <i>Mysis oculata var. relicta</i> Lov.)			
Бокоплав ( <i>Pontoporeia affinis</i> Lindstr)			
Личинки поденок			
Личинки ручейников			
<i>Среднечувствительные</i>			
Личинки ортоклаллин (кроме зарослевых форм)	0,01—0,1 (встречаются иногда и при 0,5)	0,002—0,01	0,05— 0,08
Личинки танитарзин			
<i>Устойчивые к загрязнению</i>			
Личинки рода <i>Chironomus</i>	0,1—0,5	0,01 и более	0,08— 0,3
Олигохеты семейства <i>Tubificidae</i>			
<b>Рыбы</b>			
<i>Высокочувствительные</i>			
Кумжа, голец, сиг, харнус, ряпушка	0,08—0,01*	0,001—** 0,002	0,01— 0,05**
<i>Среднечувствительные</i>			
Налим, щука, окунь, голянь, колюшка	0,01—0,1	0,002—0,08	0,05— 0,2

\* 0,01 мг/л — это предельно допустимая концентрация для водных объектов рыбохозяйственного водопользования по никелю. Превышение ее в 2—3 раза в совокупности с медью и другими цветными металлами вызывает развитие почечнокаменной болезни у сиговых рыб (по исследованиям Т. И. Моисеенко, 1984).

\*\* Рыболозийственные ПДК по меди и нефтепродуктам.

для всех регионов — биоиндикаторы всегда будут зональными.

В заключение следует отметить, что в настоящее время на охрану природы выделяются большие средства, но объект природоохранного планирования при этом не качество природы (прежде всего водных объектов и атмосферного воздуха), а природоохранные мероприя-

ТАБЛИЦА 16. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ  
МИКРООРГАНИЗМОВ К СОДЕРЖАНИЮ НЕКОТОРЫХ МЕТАЛЛОВ,  
В % НА АБСОЛЮТНО СУХУЮ ПОЧВУ (по Евдокимовой, 1984)

Объект	Cu		Ni	
	мини- мум	макси- мум	мини- мум	макси- мум
Актиномицеты и сапрофитные неспоровые бактерии	0,03— 0,04	—	0,06— 0,07	—
Нитрификаторы, синезеленые водоросли	0,05— 0,08	—	0,06— 0,08	—
Азотфиксирующие бактерии рода клостридий и нитрифицирующие бактерии	0,05	—	0,08	—
Споровые бактерии (снижение их видового разнообразия)	<0,1	—	<0,2	—
Почвенные грибы родов триходерма и пенициллиум	>0,3	>3	>0,3	>5
Растительный тест — овес посевой ( <i>Avena sativa</i> )	0,1	1	0,1	0,5—1

тия (строительство водоочистных сооружений, установка фильтров для очистки промышленных дымов, обессеривание угля и т. д.). При таком подходе трудно предполагать, каким будет качество окружающей природной среды, особенно в условиях роста промышленного производства. Кроме этого имеются и другие сложности: природоохранные меры проводит предприятие, которое несет и соответствующие издержки, а социально-экономические выгоды получает общество в целом. Естественно, что подобная ситуация не стимулирует предприятия на осуществление работ по охране природы. Поэтому при планировании природоохранных мероприятий необходимо обязательно учитывать состояние окружающей природной среды, которое известно по материалам локального мониторинга. Территориальные управления по гидрометеорологии и контролю природной среды всегда могут точно определить, до какой степени необходимо очистить промышленные стоки и дымовые выбросы, чтобы качество окружающей природной среды соответствовало установленным стандартам. В соответствии с этим должны разрабатываться предельно допустимые выбросы не только для атмосферного воздуха, но и для водоемов. Таким образом, материалы локального мониторинга должны быть исходной базой строительства очистных сооружений нужной мощности, и тогда систе-

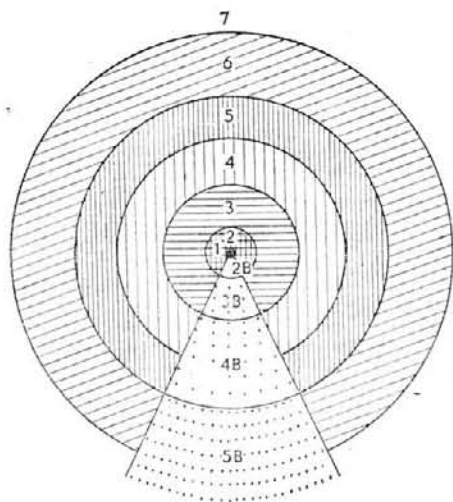


РИС. 56. Пространственная модель распространения загрязнений и нарушения экосистем в окрестностях промышленного узла:

1 — промышленный узел; Наземные экосистемы: 2 — зона полного разрушения экосистем — отмирание растительности и почвы; деградация почвенных слоев (органогенного — А<sub>0</sub>, А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>); размывание минеральных слоев (подзолистого — А<sub>2</sub>, иллювиального — В); образование оврагов в тундре и северной тайге как на вечномёрзлых грунтах, так и на талых. Могут встречаться травянистые растения, кустарниковые ивы с листьями, пораженными некрозом; на окраине зоны — березовые кусты (тоже с пораженными отмирающими листьями); 3 — зона деградации фитоценозов, включающих напочвенные лишайники, хвойные деревья, мхи; 4 — зона деградации эпифитных листоватых лишайников и сфагновых мхов; 5 — территория, на которой снеговой покров загрязнен выше фонового уровня; начинают встречаться эпифитные кустистые лишайники; 6 — зона, где загрязнение воздуха превышает фоновый уровень; 7 — зона чистого воздуха и ненарушенных экосистем

Водные экосистемы: 2a — зона полной деградации гидробиоценозов; могут единично встречаться личинки рода *Chironomus* и других выносливых к загрязнению беспозвоночных (в частности, нематоды); иногда заплывают рыбы, которые, по-видимому, потом гибнут; 2b — зона сильно разрушенных гидробиоценозов, где могут встречаться в большой массе хирономиды подсемейства *Chironominae* и олигохеты семейства *Tubificidae*, выдерживающие большое загрязнение. Сюда нередко заходят на кормежку бентофаги-сиги, которые, питаясь загрязненным кормом и находясь в загрязненной воде, гибнут; 4a — зона частично нарушенных гидробиоценозов, где встречаются также менее устойчивые к загрязнению беспозвоночные, как личинки *Orthocladinae* (кроме зарослевых форм), личинки *Tanytarsini* и др., а также рыбы: налим, щука, окунь, голянь, колюшка; 5a — зона ненарушенных водных экосистем, куда тем не менее могут время от времени поступать порции слабо загрязненной воды — промышленные, хозяйственно-бытовые, с атмосферными осадками. Но так как способность воды к самообновлению и самоочищению достаточно существенна, то здесь живут высокочувствительные к качеству воды гидробионты: личинки поденок, ручейников, реликтовые — бокоплав (*Pontoporia affinis*) и мизиды (*Mysis oculata var relicta*), нимфы веснянок, а также ряпушка, хариус, сиг, голец, кумжа

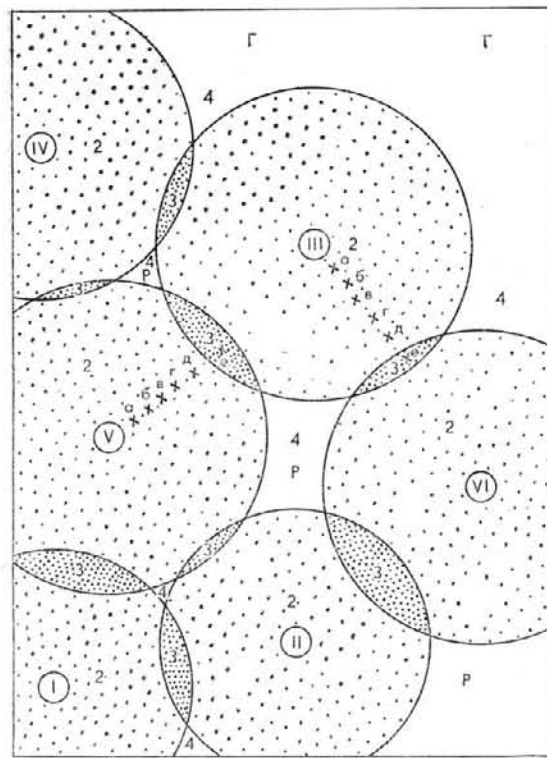


РИС. 57. Схема расположения стационаров (площадок) экологического мониторинга в зависимости от качества окружающей природной среды:

1 — 1, ..., VI — промышленные узлы; 2 — территории, на которых загрязнение окружающей природной среды превышает природный уровень и допустимые концентрации. Здесь целесообразно располагать стационары (площадки) локального биологического мониторинга (а, б, в, г, д, е); 3 — участки накладываемого, двойного загрязнения, на которых деградация экосистем идет с такой же интенсивностью, как и в ближайших окрестностях промышленных узлов. Здесь тоже целесообразно располагать стационары локального мониторинга (е); 4 — незагрязняемые участки, где целесообразно закладывать стационары регионального мониторинга (Р) — на участках между загрязняемыми ареалами — и глобального (Г) мониторинга — вдали от промышленных предприятий и населенных пунктов

ма мониторинга и планирование природоохранных мероприятий станут двуединой динамичной системой в сохранении и улучшении качества природной среды.



Заканчивается начальный этап накопления научных, в том числе и экологических, знаний о природе Севера. Началось время их обобщения и реализации. В исследовании и освоении Севера имеется немало достижений. Вот некоторые из них.

Разработаны способы строительства на «высоко- и низкотемпературных» вечномерзлых грунтах (Восточно-Европейский Север, южная окраина вечномерзлых грунтов). На севере Западной Сибири монтируются станции по охлаждению газа до  $-2$ ,  $-4^{\circ}$ , передаваемого по трубопроводам, что будет способствовать сохранению мерзлых толщ и рельефа в этом районе.

Большие успехи достигнуты в мелиорации земель Севера и создании собственной кормовой базы. Сеяные луга в тундре под Воркутой существуют уже около 30 лет. Мелиорированные земли на Севере составляют десятки тысяч гектаров. Этого мало по отношению ко всей площади Севера, но площади растут, а вместе с ними растет обеспеченность населения Севера овощами а животных — кормами.

Проведены большие работы по изучению проблемы безлесья тундровой зоны, доказана возможность облесения южной тундры — полосы относительного безлесья тундры. В ряде мест (под Мурманском, на Ямале и др.) эти положения стали реализовываться.

Применительно к Северу обоснована концепция-континуум о возможности создания системы охраняемых природных территорий не менее чем на 95—96% площади Севера, что будет способствовать успешному освоению и поддержанию здесь экологического равновесия. Исследования показали чрезмерную уязвимость всех природных компонентов северных экосистем, что требует особых мер по их охране.

Успешно проводятся работы по рекультивации земель, нарушенных в процессе промышленного освоения. Таких земель на Севере несколько сот гектаров, и площади их увеличиваются. Очень важно, что доказана не только возможность, но и целесообразность мероприятий, способствующих поддержанию экологического рав-

новесия и одновременно увеличению площади сельскохозяйственных земель более дешевых, чем мелиорированные.

Ведутся исследования по проблемам возможных климатических изменений, а также по динамике морских льдов, ледников и вечномерзлых грунтов. Они нужны в целях долгосрочной ориентировки народного хозяйства. Успешно проходит широко поставленный уникальный эксперимент по акклиматизации овцебыков.

Все эти достижения открывают новые, еще более заманчивые перспективы дальнейшего освоения Севера. Успехи были бы невозможны, если бы в исследованиях и освоении этого региона не отказались от многих легенд и умозрительных заключений о природе, ее особенностях и возможностях. Такова, например, легенда о вечной мерзлоте. Не без влияния этой легенды было вало мнение об устойчивости вечномерзлых грунтов, о невозможности образования на этих грунтах оврагов, о трудной разрушаемости природных комплексов... Красивое словосочетание «вечная мерзлота» осталось, хотя все уже знают, что она не вечна.

Ушла в прошлое легенда о наступлении лесов на тундру, да еще со скоростью несколько метров в год... Немалый ущерб она принесла природе, и прежде всего лесам Севера. Ведь до сих пор еще приходится слышать слова: «Зачем же особенно беречь леса на Севере, если «они сами лезут из тайги в тундру?»»

Еще более неприемлема «идея» о том, что на Севере «много пустующих равнин», на которых «можно создать огромные промышленные комплексы: металлургические и химические предприятия, перерабатывающие заводы. Их сердцем, дающим тепло и силу, станут мощные атомные реакторы» и т. д. Нужно совершенно не иметь представления о высокой уязвимости природы Севера, растений, вод, вечной мерзлоты, льдов Северного Ледовитого океана, чтобы делать подобные заявления. Именно из-за этого в десятках километров от промышленных предприятий гибнут лишайники и протаивают запыленные вечномерзлые грунты, на которых образуются термокарстовые провалы. В местах наложения загрязнений от двух или нескольких источников, т. е. в местах, достаточно удаленных от промышленных предприятий, происходит как бы вспышка экологических нарушений в природе. Нередко это ставит в тупик людей, пытающихся разобраться в причинах такого непонятного на первый взгляд явления.

Имеется достаточно много фактов, свидетельствующих о том, что производительность природных систем можно приравнивать до известной степени к производительности материально-технических производственных систем: и те, и другие вырабатывают потребительные стоимости. И нарушение, а тем более разрушение природных систем так же пагубно с точки зрения экономики, как и нарушение производственных систем.

Север перестал быть загадочным ледяным сфинксом, страной белого безмолвия и непуганых птиц. К сожалению, животные (птицы, звери и другие обитатели тундр и лесов) на «диком» Севере более пугливы и осторожны по отношению к человеку (и не без основания), чем в городах средней полосы и в их окрестностях. И это тоже довод в пользу необходимости изменения взаимоотношений между человеком и животными.

Сегодня перед человечеством стоит задача сохранить экологические характеристики биосферы (воды, воздуха, почвенно-растительного покрова и т. д.), к которым за многие сотни тысяч лет приспособился человек. Из палеонтологии известно, что любой организм появляется, существует определенный отрезок времени и исчезает через несколько сот тысяч или несколько миллионов лет в соответствии с изменившимися условиями. С этих позиций человек как биологический вид существует уже довольно долго. Будучи существом социальным, он создает для себя благоприятные микроклиматические условия с помощью населенных пунктов, жилищ, одежды, т. е. приспосабливается к природным условиям и в то же время преобразовывает их. Но ни в коем случае нельзя заблуждаться, что к изменениям химических условий биосферы, которые человек вызывает сейчас сам, он сможет приспособиться. Возрастание в биосфере  $SO_2$ ,  $CO_2$ , других газов, соединений металлов, ядохимикатов, лавиной увеличивающееся количество химических препаратов, выпускаемых ежегодно, в том числе и лекарств, обладающих нередко сомнительными свойствами, — все это изменение химических параметров биосферы\*. Реакция человека на обилие химических веществ

\* Резкой границы между изменением физических и химических характеристик биосферы нет; так, например,  $SO_2$  и  $CO_2$ , загрязняя атмосферу, вызывают или могут вызывать физические изменения: потепление климата, кислые дожди и др. Кроме загрязнения биосферы отходами промышленности и сельского хозяйства существуют отрасли по синтезированию различных химических веществ (удобре-

в биосфере, на ее изменения однозначна — увеличение числа рождающихся с физическими и умственными отклонениями. Академик Н. П. Дубинин и его сотрудники отмечают в связи с этим: «Среди проблем, возникающих на стыке социального и биологического (в данном случае — генетического), важнейшее место занимает охрана здоровья человека. Эта проблема приобретает особое значение в связи с загрязнением мутагенами среды, окружающей человека» (Дубинин и др., 1982, с. 287). И далее: «Подлинно гуманное отношение к человеку как к уникальному творению природы и истории требует познать его генетическую сущность и заботливо оберегать ее. Хорошо известно, что и при имеющейся генетической программе человек способен к бесконечному изменению и прогрессу своих социальных свойств в ходе исторического развития общества. Важной задачей современной генетики является не переделка, а охрана наследственности человека, освобождение ее от дефектов. Полноценная наследственность существующего человека — это биологический фундамент его будущего длительного социального прогресса» (там же, с. 289).

Обострение диалектического противоречия между растущими потребностями развития общественного производства и ограниченными возможностями биосферы стало характерной приметой нашего времени. Выход из этого противоречия указан XXVII съездом КПСС — это интенсификация производства, ограничение и постепенное исключение экстенсивных форм природопользования, создание и освоение новой, экологически ориентированной техники и технологии, в том числе безотходной и малоотходной, замкнутых водооборотов.

Система мероприятий, нацеленная на обеспечение экологической стабильности, должна включать воспроизводство природных ресурсов (земли, воды, воздуха, растений, животных) в условиях безотходной (замкнутой) технологии, т. е. необходимо все решительнее переходить от экстенсивного к интенсивному использованию всех природных ресурсов. Это позволит обеспечить равновесное природопользование.

Одновременно необходимо создать систему охраняемых природных территорий, где природные ресурсы и экосистемы должны самовоспроизводиться. Это

ния, ядохимикаты, лекарства, стиральные порошки и т. д.), число которых к настоящему времени превышает 5 млн; ежегодно их количество возрастает на несколько тысяч.

важно с экономической, социальной, экологической позиций.

Север в этом отношении играет большую роль как географическое пространство, где природные ненарушенные территории занимают и будут занимать не менее 95—96%. Наряду с тропическими лесами Север относится к числу регионов, от которых в решающей мере зависит сохранение экологических параметров биосферы, и потому сохранение его природы — непреложное условие существования человечества.

Трудная предсказуемость отдельных последствий изменения биосферы от тех или иных действий человека диктует необходимость особенно жесткого соблюдения санитарных и экологических норм качества природной среды в настоящее время. Недопонимание этого, реализующееся в соответствующих действиях (или бездействии), чревато серьезными последствиями.

Ранимость природы Севера настолько велика, что нередко от решения природоохранных вопросов зависит экономическая целесообразность и сама возможность хозяйственного освоения этой территории. В связи с этим подчеркнем следующий факт. Известно, что цены на полезные ископаемые непрерывно растут. В этих условиях целесообразно, может быть, далеко не все разведанные запасы полезных ископаемых стремиться осваивать сейчас, особенно в экологически уязвимых местах. Со временем будут разработаны более экологичные приемы освоения этих территорий, а само освоение будет проходить экологически и экономически эффективнее, чем в настоящее время.

Накопленные знания позволяют утверждать, что Север должен осваиваться прочно и заселяться навсегда. В некоторых районах Севера уже появилось второе и третье поколение людей, родившихся здесь и выросших. Молодые северяне едут учиться в институты и техникумы средней полосы, а потом возвращаются в родные места. Для того чтобы это явление стало массовым, на Севере необходимо ускорить строительство комфортабельных жилищ, более последовательно и эффективно охранять дикую природу.

Новые идеи, технологические решения возникают обычно как ответ на требования жизни, в данном случае — необходимость освоения Севера. На Севере все необычно, огромно, сурово: необъятные пространства — заболоченные, труднодоступные, незаселенные; большие запасы почти не тронутых минерально-сырьевых ресур-

сов; экстремальные климатические условия; толщи вечномерзлых грунтов; чрезвычайная ранимость и уязвимость природы. Не случайно широкое освоение Севера совпало с началом НТР. Но теперь уже сама необходимость освоения будет стимулом для разработки новых научных концепций, экологически щадящих и чистых технологий, которые должны быть одновременно мало- или безлюдными.

Север может стать образцом освоения новых территорий с учетом всего накопленного опыта — и положительного, и отрицательного. Именно этот опыт и знания позволяют утверждать, что Север *может* и *должен* стать регионом с мало измененной природой для поддержания экологического равновесия на Земле.

- Материалы XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза. М., 1986. 352 с.
- Агранат Г. А. Север: Новые проблемы и возможности//Наука о земле. О развитии высокоширотных районов. М., 1984. С. 5—47.
- Агранат Г. А. Использование ресурсов и освоение территории зарубежного Севера. М., 1984. 200 с.
- Алабугин С., Кацарский О., Никитин В., Черноус В., Якушкин Г. Овцебык в СССР: Уникальный эксперимент продолжается//Охота и охотничье хозяйство. 1984. № 8. С. 4—6.
- Александров А., Сторчевой К., Штильмарк Ф. Олекминский — первый заповедник Якутии//Охота и охотничье хозяйство. 1984. № 8. С. 3.
- Андреев В. Н. Охрана тундровых и лесотундровых фитоценозов в СССР//Общие проблемы охраны растительности: Материалы Всесоюзного совещания: Охрана растительного мира северных регионов. Т. 1. Сыктывкар. 1984. С. 28—36.
- Балобаев В. Т., Девяткин В. Н., Кутасов И. М. Современные геотермические условия существования и развития многолетнемерзлых горных пород//Доклады и сообщения: II Международная конференция по мерзлотоведению. Вып. 1. Якутск, 1973. С. 11—19.
- Баулин В. В., Белоухова Е. Б., Дубиков Г. И., Шмелев Л. М. Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности. М., 1967. С. 168.
- Биогеохимические аспекты криптоиндикации: Тезисы докладов симпозиума по биоиндикации. Таллин, 1982. С. 53.
- Бобров Р. В. Легкие земли//Природа и человек. 1982. № 5. С. 37—39.
- Бондарев Л. Г. Ландшафты, металлы и человек. М., 1976. 72 с.
- Борисенков Е. П. Климат и деятельность человека. М., 1982. 133 с.
- Будыко М. И. Изменения климата. Л., 1969. 38 с.
- Будыко М. И. Климат и жизнь. Л., 1971. 472 с.
- Будыко М. И. Атмосферная углекислота и климат. Л., 1973. 32 с.
- Будыко М. И. Глобальная экология. М., 1977. 327 с.
- Будыко М. И. Современное изменение климата//Социальные аспекты экологических проблем. М., 1982. С. 146—155.
- Булаткин Г. А. Рост кислотности атмосферных осадков//Природа. 1981. № 1. С. 88—89.
- Бурак Ф. Ф., Ильев Л. И. Экономическая оценка средозащитных функций леса//Охрана окружающей среды (Минск). 1983. № 2. С. 93—95.
- Буяновская А. А. Сохранение, защита и улучшение качества природных вод//Проблемы сохранения, защиты и улучшения качества природных вод. М., 1982. С. 20—35.
- Верецагин Н. К. Овцебык на севере Сибири//Природа. 1959. № 9. С. 105—109.
- Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллин, 1982. Ч. I. С. 178; Ч. II. С. 195.
- Взаимодействие между лесными экосистемами и загрязнителями: Тезисы докладов первого советско-американского симпозиума по проекту 02.03—21. Таллин, 1982. С. 165.
- Вредные вещества в промышленности. М., 1977. 607 с.
- Втюрин Б. И. Подземные льды СССР. М., 1975. 214 с.
- Гладков В. П., Балибасов В. П. Современное состояние природно-заповедного фонда Европейского Северо-Востока и предложения по его развитию. Сыктывкар, 1975. 47 с.
- Гладышев А. Н., Можин В. П. Территориально-производственные комплексы СССР. М., 1982. 80 с.
- Глушнев М. П. Зверофермы Крайнего Севера. М., 1970. 75 с.
- Горленко В. М., Дубинина Г. А., Кузнецов С. И. Экология водных микроорганизмов. М., 1977. 288 с.
- Григорьев А. А. Типы географической среды: Избранные теоретические работы. М., 1970. 467 с.
- Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды//Пер. с англ. М., 1979. 200 с.
- Добровольский И. А., Стриха Е. А. К вопросу о методах повышения газоустойчивости растений//Растения и промышленная среда. Киев, 1971. С. 41—46.
- Добродеев О. П. Ресурсы свободного кислорода биосферы//Природа. 1977. № 4. С. 65—69.
- Дубинин Н. П., Карпец И. И., Кудрявцев В. Н. Генетика, поведение, ответственность. М., 1982. 303 с.
- Евдокимова Г. А. Микробиологический контроль при загрязнении почв тяжелыми металлами//Мониторинг природной среды Кольского Севера. Апатиты, 1984. С. 26—36.
- Забродин В. А. Вклад охотничье-промыслового хозяйства Севера в Продовольственную программу//Сельское и промышленное хозяйство Крайнего Севера: Тезисы V Всесоюзного совещания «Пути реализации Продовольственной программы на Крайнем Севере». Секция «Национальное использование биологических ресурсов». Новосибирск, 1984. С. 21—22.
- Захаров В. Ф. Похолодание Арктики и ледяной покров арктических морей. Л., 1976. 96 с.
- Зубов Н. Н. В центре Арктики. М.; Л., 1948. 102 с.
- Израэль Ю. А. Основные принципы мониторинга окружающей природной среды и климата//Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды: Труды международного симпозиума. Л., 1980. С. 5—19.
- Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев, 1978. 244 с.
- Карпович В. Н. Кандалакшский заповедник. Мурманск, 1984. 156 с.
- Катаев Г. Д., Макарова О. А. Изменение фауны наземных позвоночных Лапландского заповедника за полувековой период//Мониторинг природной среды Кольского Севера. Апатиты, 1984. С. 75—92.
- Коваленко П. П. О критериях оптимизации и эколого-экономической эффективности технологических производств при учете их влияния на окружающую среду//Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Л., 1980. № 3. С. 43—46.
- Колпациков Л. А. Дикий северный олень Таймыра (особенности экологии и рациональное использование ресурсов): Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук (ВНИИ охраны природы и заповедного дела). М., 1982. С. 25.

- Колпацников Л. А., Куксов В. А., Павлов Б. М. Экологическое обоснование предельной численности таймырской популяции диких северных оленей//Экологическое и рациональное использование наземных позвоночных севера Средней Сибири. Новосибирск, 1983. С. 3—14.
- Комиссаров Д. А. Об учете поглощения углекислого газа и выделения кислорода лесом//Лесное хозяйство. 1965. № 1.
- Крючков В. В. О факторах, определяющих верхний предел березы и ели в Хибинских горах//Вест. Моск. ун-та. Сер. биология, почвовед. 1957. № 3. С. 215—224.
- Крючков В. В. О влиянии западных ветров на древесную растительность Кольского полуострова//Изв. Карельского и Кольского филиалов АН СССР. 1959. № 3. С. 98—101.
- Крючков В. В. О микроклимате растений//Ботанический журнал. 1960. Т. 45. № 3. С. 321—334.
- Крючков В. В. Зависимость фенофаз у берез и ели от температуры самих деревьев//Ботанический журнал. 1962. Т. 47. № 7. С. 923—937.
- Крючков В. В. Лесные сообщества в тундре, возможность их возникновения и динамика//Экология. 1970. № 6. С. 9—19.
- Крючков В. В. Самые северные на земном шаре лесные массивы на р. Лукунской в бассейне р. Хатанги//Ботанический журнал. 1972. Т. 57. № 10. С. 1213—1220.
- Крючков В. В. Крайний Север: Проблемы рационального использования природных ресурсов. М., 1973. 184 с.
- Крючков В. В. Чуткая Субарктика. М., 1976. 136 с.
- Крючков В. В. Мелиорация сельскохозяйственных земель Севера — важное звено интенсификации в растениеводстве, кормопроизводстве и животноводстве//Мелиорация земель Крайнего Севера. М., 1977. С. 5—25.
- Крючков В. В. Агроресурсомелиорация тундры. М., 1978. 168 с.
- Крючков В. В. Север: Природа и человек: Перспективы освоения. М., 1979. 127 с.
- Крючков В. В., Сыроид Н. А. Изменение экосистем Кольского Севера под влиянием антропогенной деятельности//Биологические проблемы Севера: VIII симпозиум. Апатиты, 1979. Т. I. С. 39—42.
- Крючков В. В. Деградация лишайников и мхов в зонах аэротехногенного воздействия//Бриолихенологические исследования высокогорных районов и Севера СССР. Апатиты, 1981. С. 92—94.
- Крючков В. В. Генеральная схема природоохранных мероприятий на Кольском Севере как основа рационального природопользования//Состояние природной среды Кольского Севера и прогноз ее изменения. Апатиты, 1982. С. 6—18.
- Крючков В. В. Эколого-экономическая оценка природных ресурсов Севера//Методы планирования и управления природными ресурсами. Т. I (Тезисы докладов Всесоюзной конференции). Махачкала, 1982. С. 72—75.
- Крючков В. В. Закономерности изменения экосистем Севера при его хозяйственном освоении//Экология. 1983. № 6. С. 65—67.
- Крючков В. В. Экологические основы освоения природных ресурсов Арктики и Субарктики//География и природные ресурсы. 1983. № 2. С. 12—19.
- Крючков В. В. Стратегия охраны природы Севера//Природа. 1984. № 1. С. 38—50.
- Крючков В. В. Рекультивация нарушенных земель на Севере//Природа. 1985. № 7. С. 68—77.
- Крючков В. В., Кондратович И. И., Андреев Г. Н. Красная книга экосистем Кольского Севера. Апатиты, 1983. 81 с.
- Крючков В. В., Моисеенко Т. И., Яковлев В. А. Экология водоемов-охладителей в условиях Заполярья. Апатиты, 1985. 131 с.
- Крючков В. В., Сыроид Н. А. Почвенно-ботанический мониторинг в центральной части Кольского региона//Мониторинг природной среды Кольского Севера. Апатиты, 1984. С. 15—26.
- Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды: Труды международного симпозиума. Л., 1980. 240 с.
- Куракин А. Ф., Куракина Л. И., Орлова Л. А. Экономические аспекты затрат на охрану окружающей среды//Материалы шестого научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока. Иркутск, 1978. С. 44—48.
- Ласкорин Б. Н. Об итогах деятельности Комиссии АН СССР по разработке проблем охраны природных вод//Проблемы сохранения, защиты и улучшения качества природных вод. М., 1982. С. 10—20.
- Лемешев М. Я., Челурных Н. В., Юрина Н. П. Региональное природопользование: На пути к гармонии. М., 1986. С. 262.
- Лихачев Д., Янин В. Русский Север как памятник отечественной и мировой культуры//Коммунист. 1986. № 1. С. 115—116.
- Лобовикова В. Ф., Елькина Г. В., Зарубина В. М., Ходырева С. Г. Восстановление естественных и создание сеяных фитоценозов при рекультивации почвогрунтов на трассе нефтепровода Воезей — Уса — Ухта//Биологические проблемы Севера: Тезисы X Всесоюзного симпозиума. Ч. I. Магадан, 1983. 288 с.
- Лобовиков Н. Н., Кочетков А. А., Мотуз Н. И., Бакута А. Г., Беккер Г. Г. Оптимизация состава гидросмеси и технологии гидропосева многолетних трав на трассе нефтепровода Воезей — Уса — Ухта//Биологические проблемы Севера: Тезисы X Всесоюзного симпозиума. Ч. I. Магадан, 1983. С. 288—289.
- Лосев К. С. Климат: вчера, сегодня и завтра. Л., 1985. 175 с.
- Львов А. Л. Норильск: Города Красноярского края. Красноярск, 1985. 224 с.
- Мак Кленахен Дж. Р. Изменения в лесном сообществе в связи с загрязнением воздуха//Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Ч. I. Таллин, 1982. С. 76—96.
- Марков К. К. Палеогеография. М., 1960.
- Материалы советско-американского совещания по изучению влияния увеличения углекислого газа в атмосфере на климат. Л., 1982. С. 89.
- Мерзлотведение/Под ред. В. А. Кудрявцева. М., 1981. 240 с.
- Месяц С. П. Биолого-химическая рекультивация отвалов горнодобывающих предприятий Кольского Севера//География и природные ресурсы. 1983. № 2. С. 67—71.
- Моисеенко Т. И. Изменение физиологических показателей рыб как индикатор качества водной среды//Мониторинг природной среды Кольского Севера. 1984. С. 51—58.
- Монин А. С., Шишков Ю. А. История климата. Л., 1979. 407 с.
- Мониторинг фонового загрязнения природных сред. Вып. I/Под ред. чл.-кор. АН СССР Ю. А. Израэля и д-ра хим. наук Ф. Я. Ровинского. Л., 1982. 225 с.
- Об усилении охраны природы в районах Крайнего Севера и морских районах, прилегающих к северному побережью СССР: Указ Президиума Верховного Совета СССР//Ведомости Верховного Совета СССР. 1984. № 48 (2278). С. 894—899.
- Обыденный П. Т. Сохранение леса в условиях промышленного

загрязнения воздуха//Лесоведение и лесоводство. 1977. № 6. С. 35—38.

*Обыденный П. Т.* Временная инструкция по проведению в течение 1982—1985 гг. опытно-производственной внекорневой подкормки лесонасаждений микроэлементами в зоне действия воздушных промышленных выбросов в районах Норильска, Мончегорска и Среднеуральского медеплавильного завода. М., 1982. С. 12.

Океанографическая энциклопедия. Л., 1974. 631 с.

Опыт работы и задачи заповедников СССР. М., 1979. 199 с.

Охрана окружающей среды в связи с хозяйственным освоением области распространения многолетнемерзлых пород: Тезисы докладов. Якутск, 1975. 141 с.

Охрана природы: Сб. законодательных актов. М., 1961. 383 с.

*Павлов Б., Забродина Е.* Заказник в горах Путорана//Охота и охотничье хозяйство. 1984. № 9. С. 28—29.

*Павлов Б. М., Штеле А. Л.* Ресурсы диких северных оленей тундровых популяций и перспективы их хозяйственного освоения//Сельское и промышленное хозяйство Крайнего Севера: Тезисы V Всесоюзного совещания «Пути реализации Продовольственной программы на Крайнем Севере». Секция «Рациональное использование биологических ресурсов». Новосибирск, 1984. С. 44—45.

*Папернов И. М., Замоц М. Н., Лазарь А. Я.* Основные принципы, методика и результаты экспериментальных исследований техногенеза и рекультивации в условиях Северо-Востока//Биологические проблемы Севера: Тезисы X Всесоюзного симпозиума. Ч. I. Магадан, 1983. С. 293—294.

*Переверзев В. Н., Подлесная Н. И.* Биологическая рекультивация хвостохранилищ ПО «Апатит»: Практические рекомендации/Отв. ред. В. В. Крючков. Апатиты, 1982. 22 с.

*Петрянов-Соколов И. В.* Природа — гигантский химический реактор//Знание — сила. 1984. № 6. С. 1—3.

*Подковыркин В. В., Нетребов В. П., Подковыркина Н. Е.* Воздействие многолетних трав на рекультивированных землях в континентальной зоне Северо-Востока СССР//Биологические проблемы Севера: Тезисы X Всесоюзного симпозиума. Ч. I. Магадан, 1983. 295 с.

*Поздняков Л.-К.* Лес на вечной мерзлоте. Новосибирск, 1983. 96 с.

*Плеске Ф. Д.* Критический обзор млекопитающих и птиц Кольского полуострова: Записки Академии наук. 1887. Т. 56. Кн. 1. Прилож. 1. 536 с.

*Плеханов С. Е.* Третья Международная конференция по качеству и технологии воды. Будапешт, 9—13 октября 1979//1981. 17. № 2. С. 131—134.

Проблемы фонового мониторинга состояния природной среды: Итоги сотрудничества стран — членов СЭВ по проблеме «Глобальная система мониторинга окружающей среды». Вып. 1. Л., 1982. 238 с.

*Протопопов В. В.* Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, 1975. 328 с.

*Прох Л. Э.* Словарь ветров. Л., 1983. С. 311.

*Пузачев И. С.* Проблемы сохранения хвостов обогатительных фабрик производственного объединения «Апатит»//Добыча и обогащение руд месторождений Кольского полуострова. Апатиты, 1983. С. 122—124.

*Путинцев А. И.* Предварительная оценка экономического эффекта от внедрения предельно допустимых концентраций химических веществ для защиты водных ресурсов от загрязнений//Сборник науч-

ных трудов ВНИИ прудового рыбного хозяйства. 1981. № 32. С. 111—117.

*Пьявченко Н. И.* Прирост фитомассы и скорость накопления торфа//Повышение продуктивности заболоченных лесов. Л., 1983. С. 42—46.

*Рапота В. В.* Пастбищные сезоны и обеспечение овцебыков естественными кормами в условиях изгородного выпаса на Таймыре//Проблемы охраны и хозяйственного использования ресурсов диких животных Енисейского Севера: Научные труды НИИСХ Крайнего Севера. Т. 26. Новосибирск, 1979. С. 82—96.

*Раменская М. Л.* Микроэлементы в растениях Крайнего Севера. Л., 1974. С. 158.

Рациональная разработка недр и охрана природы на карьерах. М., 1983. 118 с.

*Реймерс Н. Ф., Штильмарк Ф. Р.* Особо охраняемые природные территории. М., 1978. 295 с.

*Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В.* Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М., 1982. 144 с.

*Ровинский Ф. Я., Буянова Л.* Мониторинг фонового состояния окружающей природной среды в восточноевропейском регионе//Проблемы фонового мониторинга окружающей среды. Вып. 1. Л., 1982. С. 5—18.

*Ровинский Ф. Я.* Кислота с неба//Природа и человек. 1983. № 9. С. 36—37.

*Рубинштейн Е. С., Полозова Л. Г.* Современное изменение климата. Л., 1966. 268 с.

*Сафонов В. Г., Шилляева Л. М., Гайдар А. А.* Прогнозирование и планирование освоения биологических ресурсов Севера//Сельское и промышленное хозяйство Крайнего Севера: Тезисы V Всесоюзного совещания «Пути реализации Продовольственной программы на Крайнем Севере». Секция «Рациональное использование биологических ресурсов». Новосибирск, 1984. С. 50—52.

Сборник нормативных актов по охране природы. М., 1978. 583 с.

*Семенов-Тянь-Шанский О. И.* Лапландский заповедник. Мурманск, 1975. 244 с.

*Семенов-Тянь-Шанский О. И.* Звери Мурманской области. Мурманск, 1982. 176 с.

*Сергеев Е. М., Трофимов В. Т., Баулин В. В.* Геологические аспекты рационального использования и охраны окружающей среды севера Западной Сибири в связи с освоением нефтяных и газовых месторождений//Проблемы рационального природопользования и контроля качества природной среды севера Сибири. Якутск, 1979. С. 95—103.

*Скалкин Ф. В., Канаев А. А., Копп И. З.* Энергетика и окружающая среда. Л., 1981. 280 с.

*Славин С. В.* Освоение Севера Советского Союза. М., 1982. 207 с.

*Смит Р. Л.* Наш дом планета Земля. М., 1982. 383 с.

*Соколов А. А.* Гидрография СССР. Л., 1952. 270 с.

*Соловьев Н. А., Шапалин Б. Ф.* К истории промышленного освоения Севера в последние десятилетия//Летопись Севера. М., 1985. С. 101—107.

Справочник по охране природы. М., 1980. 352 с.

Статистика окружающей среды. М., 1981. 222 с.

*Стирикович М. А., Внуков А. К.* Экологические проблемы энер-

гетики//Всесторонний анализ окружающей природной среды. Л., 1981. С. 70—77.

*Сумгин М. И., Качурин С. П., Толстихин Н. И., Тумель В. Ф.* Общее мерзлотоведение. М.; Л., 1940. С. 340.

*Суховский А. Б., Вильдерман В. Н., Бендерский Ю. Г.* Техника для Сибири и Севера//Экономика и организация промышленного производства (ЭКО). 1984. № 3. С. 81—91.

*Сыроечковский Е. Е., Семкин С. Т.* Охотничье-промысловое хозяйство Севера//Охотничье-промысловое хозяйство Севера. М., 1979. С. 5—19.

*Сыроечковский Е. Е.* Современные проблемы охраны природы Крайнего Севера. М., 1984. 53 с.

*Сыроечковский Е. Е., Штильмарк Ф. Р.* Биосферный заповедник в центре Сибири//Охота и охотничье хозяйство. 1984. № 5. С. 22—23.

*Сыроид Н. А., Рехколайнен Г. И., Шур Т. Е., Шульгина М. П.* Микроэлементы в растениях и почвах и методика их рентгеноспектрального определения//Состояние природной среды Кольского Севера и прогноз ее изменения. Апатиты, 1982. С. 124—129.

*Тарабарин В. П., Пельтихина Р. И.* Содержание некоторых микроэлементов в почве и растениях вблизи металлургических предприятий//Растения и промышленная среда. Киев, 1971. С. 31—36.

*Таргульян В. О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М., 1971. 268 с.

Типовые положения о государственных заповедниках, памятниках природы, ботанических садах и дендрологических парках, зоологических парках, заказниках и природных национальных парках. Утверждены постановлением Госплана СССР и ГКНТ от 27.04.1981 г. № 77/106. М., 1981. 27 с.

*Тихомиров Б. А.* Безлесье тундры, его причины и пути преодоления. М.; Л., 1962. 88 с.

*Томирдиаро С. В.* Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М., 1980. 184 с.

*Трасс Х.* Лихеноиндикация как метод биомониторинга динамики окружающей среды//Проблемы современной экологии: Экологические аспекты охраны окружающей среды в Эстонии: Тезисы второй республиканской конференции. Тарту, 1982. С. 47—48.

*Тюлина Л. Н.* Лесная растительность Хатангского района у ее северного предела//Труды Арктического института. Т. 63. Геоботаника. Л., 1937. С. 83—180.

Тяжелые металлы в окружающей среде. М., 1980. С. 80—85.  
*Успенский С. М.* Овцебыки//Охота и охотничье хозяйство. 1982. № 7. 29 с.

*Успенский С. М.* Арктические заповедники. Какими им быть?//Охота и охотничье хозяйство. 1983. № 8. С. 16—17.

*Федосеев В. А., Истомин А. В., Пешев Н. Г., Искрицкий Н. А.* Геолого-промышленная характеристика минерально-сырьевых ресурсов//Региональные особенности развития производительных сил Кольского полуострова. Апатиты, 1976. С. 24—42.

*Хантимер И. С.* Сельскохозяйственное освоение тундры. Л., 1974. 225 с.

Химия окружающей среды//Под ред. Д. О. М. Бокриса. М., 1982. 671 с.

Химия нижней атмосферы. М., 1976. 186 с.

*Ходорновская С. В.* Факторы повышения эффективности мероприятий по охране окружающей среды//Теоретические проблемы эффективности и интенсификации производства. М., 1983. С. 99—105.

*Чернядьев В. П.* Исследования динамики сезонного и многолет-

него промерзания в условиях Западной Сибири//Труды ПНИИИС. Т. 2. М., 1970. С. 6—81.

*Шапалин Б. Ф.* Территориальная организация хозяйства Севера//Проблемы Севера: (Территориально-производственные комплексы). Вып. 21. М., 1983. С. 20—31.

*Шварц С. С.* Влияние микроэлементов на животных в естественных условиях рудного поля//Труды Биохимической лаборатории АН СССР. 1954. Т. 10. 116 с.

*Швецов П. Ф.* Мерзлые слои земные. М., 1963. 102 с.

*Швецов П. Ф.* Роль двух-трехлетних повышений температуры почв в развитии современного термокарста и криогенных склоновых процессов на Крайнем Севере//Современные вопросы региональной и инженерной геоэкологии. М., 1964. С. 125—131.

*Швецов П. Ф.* К плану исследований Субарктики для создания научных основ преобразования и прогноза изменений ее природы//Изв. ВГО. 1970. № 5. С. 417—421.

*Швецов П. Ф., Бобов Н. Г.* Изменение геоэкологических обстановок на осваиваемых территориях Севера//Проблемы рационального природопользования и контроля качества природной среды севера Сибири. Якутск, 1979. С. 112—121.

*Шипунов Ф. Я., Степанов А. М., Фролов В. А.* Загрязнение биосферы в северном полушарии на фоновом уровне//Антропогенные нарушения и природные изменения наземных экосистем. М., 1981. С. 7—28.

*Штильмарк Ф. Р.* Проблемы заказников Российской Федерации//Охота и охотничье хозяйство. 1981. № 4. С. 1—2.

*Щербаков И. П.* К вопросу об организации заповедников в Якутии//Проблемы охраны природы Якутии. Якутск, 1963. С. 165—178.

*Юрцев Б. А.* Гипоарктический ботанико-географический пояс и происхождение его флоры. М.; Л., 1966. 93 с.

*Язан Ю. П.* Критерии выбора заповедных территорий//Охота и охотничье хозяйство. 1983. № 3. С. 6—7.

*Яковлев В. А.* Методы оценки качества вод по зообентосу озера Имандра//Мониторинг природной среды Кольского Севера. Апатиты, 1984. С. 39—50.

*Якушкин Г. Д.* Сравнительная экологическая характеристика районов отлова (Канада, Аляска) и выпуска овцебыков (СССР)//Проблемы охраны и хозяйственного использования ресурсов диких животных Енисейского Севера: Научные труды НИИСХ Крайнего Севера. Т. 26. Новосибирск, 1979. С. 63—81.

*Якушкин Г. Д.* Рожденные в Таймырских тундрах//Охота и охотничье хозяйство. 1982. № 9. С. 20—21.

*Costescu L. M., Hutchinson T. C.* Dept. of Botany and Institute of Environmental Sciences and Engineering, University of Toronto (Canada), 1973. P. 160.

*Koerner R. M., Fisher D.* Acid in the Canadian high Arctic//Nature. 1982. V. 295. N 5845. P. 137—140.

*Lent P. C.* Final Report, Ecological and behavioral study of Nunivak Island muskox population, Fairbanks (Alaska), 1974. P. 90.

*Shaiv G. E.* Aretie haze//«Weatherwise». 1980. V. 33. N 5. P. 219—221.

*Tener J. S.* Muskoxen in Canada. Ottawa, 1965. P. 166.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
Глава I. СЕВЕР: ЧЕЛОВЕК И ПРИРОДА . . . . .	8
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГИОНА . . . . .	—
ПРИЧИНЫ РАНИМОСТИ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА . . . . .	18
ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ В ВЫСОКИХ ШИРОТАХ . . . . .	21
Глава II. РЕСУРСЫ КЛИМАТА И АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА — ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ . . . . .	24
ВЫБРОСЫ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРУ И ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА . . . . .	25
ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ВОЗМОЖНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЯ . . . . .	31
ВЫБРОСЫ В АТМОСФЕРУ ОКИСЛОВ СЕРЫ, АЗОТА, КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ . . . . .	32
Глава III. ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ СЕЙЧАС И В БУДУЩЕМ . . . . .	43
ВЕЧНОМЕРЗЛЫЕ ГРУНТЫ КАК РЕСУРС . . . . .	—
ТЕРМИЧЕСКАЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ . . . . .	46
ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ И МОЩНОСТИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ . . . . .	60
Глава IV. МНОГО ЛИ ВОДЫ НА СЕВЕРЕ? . . . . .	63
О КАЧЕСТВЕ ПРИРОДНЫХ ВОД СЕВЕРА . . . . .	—
ОГРАНИЧЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ САМООЧИЩЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД СЕВЕРА . . . . .	65
ТЕРМАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ . . . . .	69
ЦЕНА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД: ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ . . . . .	72
Глава V. СЕВЕРНЫЕ ЛЕСА . . . . .	76
ЛЕСА НА ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЕ . . . . .	—
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ И АБСОЛЮТНОЕ БЕЗЛЕСЬЕ ТУНДРОВОЙ ЗОНЫ . . . . .	78
ПРИТУНДРОВЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСА . . . . .	85
СЕВЕРНЫЕ ЛЕСА И КАЧЕСТВО ВОЗДУХА . . . . .	88
ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НАРУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРА . . . . .	94
Глава VI. ЖИВОТНЫЙ МИР И ПЕРСПЕКТИВЫ ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВОГО ХОЗЯЙСТВА . . . . .	99
ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЖИВОТНОГО МИРА НА КОЛЬСКОМ СЕВЕРЕ . . . . .	—
ЖИВОТНЫЙ МИР СЕВЕРА СРЕДНЕЙ СИБИРИ . . . . .	109
ОХОТНИЧЬЕ-ПРОМЫСЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО . . . . .	117
Глава VII. СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ СЕВЕРА . . . . .	122
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ . . . . .	—
О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ МАТЕРИКОВОЙ ЧАСТИ ЕВРАЗИЙСКОГО СЕВЕРА . . . . .	128

О СОЗДАНИИ СИСТЕМЫ ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СЕВЕРНОМ ЛЕДОВИТОМ ОКЕАНЕ . . . . .	142
Глава VIII. СИСТЕМА ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ КОЛЬСКОГО СЕВЕРА . . . . .	149
Глава IX. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ И РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА СЕВЕРЕ . . . . .	183
ПЕРСПЕКТИВЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ . . . . .	—
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ . . . . .	192
Глава X. МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРА . . . . .	208
ВОДНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ . . . . .	—
СНЕЖНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ . . . . .	210
ЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕЛИОРАЦИИ . . . . .	211
ФИТОМЕЛИОРАЦИИ . . . . .	219
ЛЕСОКУСТАРНИКОВЫЕ ПОЛОСЫ . . . . .	222
Глава XI. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ НА СЕВЕРЕ . . . . .	227
ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ . . . . .	—
ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ . . . . .	235
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ . . . . .	243
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	254
ЛИТЕРАТУРА . . . . .	260



Крючков В. В.  
К85 Север на грани тысячелетий. — М.: Мысль,  
1987. — 268, [1] с., ил., карт., схем., граф.  
(В пер.): 1 р. 30 к.

Читатель получит представление о ресурсах Севера, направлениях и тенденциях развития природных явлений, о том, как они влияют на хозяйственное освоение. Полезные ископаемые, земли, климат, атмосфера, воды, леса, животный мир рассматриваются под углом зрения воздействия на них человека.  
Авторские выводы направлены на обоснование экологического прогноза и путей рационального природопользования.

К 1905010000-107  
004(01)-87 132-87

ББК 20.1

В. В. Крючков

### СЕВЕР НА ГРАНИ ТЫСЯЧЕЛЕТИЙ

Заведующий редакцией Ю. Л. Мазуров  
Редактор Т. И. Кондрашова  
Младший редактор С. И. Ларичева  
Редактор карт О. В. Трифонова  
Оформление художника Е. В. Корольковой  
Художественный редактор С. М. Полесицкая  
Технический редактор Т. Г. Сергеева  
Корректор Г. С. Михеева

ИБ № 2618

Сдано в набор 03.03.87. Подписано в печать 29.04.87. А 07945. Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печатных листов 14,28. Усл. кр.-отт. 14,28. Учетно-издательских листов 15,49. Тираж 19 000 экз. Заказ № 753. Цена 1 р. 30 к.

Издательство «Мысль». 117071. Москва, В-71, Ленинский проспект, 15.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. 113105, Москва, Нагатинская ул., д. 1.