

ЧЕЛОВЕК И КРИОСФЕРА ЗЕМЛИ

В.П. Мельников

Институт Криосферы Земли СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия

Потребность в знаниях, производимых отдельными направлениями развития науки, определяется стратегией (парадигмой) развития общества и его идеологией. Произошедшие в начале 90-х гг. изменения в осознании путей развития Человечества выдвигают перед наукой сложные проблемы, решение которых возможно лишь на пути междисциплинарных исследований с привлечением обширных знаний конкретных условий существования и законов развития объектов изучения. Для России это условия и объекты криосферы Земли. Кардинальные социально-экономические изменения в развитии России, происходящие в этот же период, требуют организационной перестройки науки с учетом рыночных отношений и изменения круга потребителей знаний. Все это ставит перед сообществом геокриологов проблему выяснения потребностей Человечества и всего отечественного и мирового научного сообщества в знаниях о криосфере Земли и нахождения форм своей интеграции в это сообщество.

HUMAN DIMENSIONS OF EARTH CRYOSPHERE

V.P. Melnikov

Earth Cryosphere Institute SB RAS, 625000, Tyumen, 1230, Russia

The need for knowledge obtained by separate branches of a science, is determined by strategy (paradigm) of development of the society and its ideology. It occurred in the beginning of the 90-s, that change in comprehension of ways of Mankind development put forward complicated problems to be solved by science. Solving these problems can be made possible only by interdisciplinary study involving extensive knowledge of specific conditions of existence and patterns of development of research objects. For Russia those are conditions and objects of Earth cryosphere. The cardinal social-economic changes in development of Russia occurring during the same period, require reorganization of the science taking into consideration market-relations and new consumers of knowledge. All this puts problem of defining needs of Mankind, as well as Russian and Global scientific community, in Earth cryosphere knowledge, before permafrost sub-community; finding of the forms of its integration into this community.

Четыре года назад ушел из жизни человек, посвятивший свою деятельность созданию сообщества отечественных геокриологов и геокриологов Мира. Предлагаемый номер, отмечающий юбилей академика П.И. Мельникова, — справедливое воздаяние ученого сообщества своему Члену, замысел которого воплотился в данном журнале. Талантливый ученый и организатор науки П.И. Мельников сумел добиться признания за геокриологией статуса одного из 8 основных направлений развития наук о Земле и международного признания потому, что всегда трезво оценивал соответствие представляемой им науки целям признанной идеологии современного общества, место и роль ее в развитии Человечества. Мы, его продолжатели, для успеха дела обязаны следовать этой традиции, оценивая интерес Человека к объекту нашего исследования.

Взаимоотношение Человек—Криосфера наглядно проявляется в накоплении знаний о криосфере Земли (на каком-то этапе сформированных как науки) и в целом отражает развитие идеологии отношения Человек—Природа, а так-

же экономические и политические ситуации, в которых находилось Человечество. В этих отношениях можно выделить 3 этапа.

Первый этап — стихийного приспособления к „неизменным“ (включая катаклизмы) природным условиям при неразумном хищническом отношении к природным ресурсам. Еще нецивилизованный человек привык, сталкиваясь с криосферой, избегать связанных с ней неудобств на уровне опыта, навыков. Недаром Аристотель, предвосхитив главную боль лучших умов конца XIX в. — „тепловую смерть Вселенной“, поставил „холод“ элементом пары противоположностей (тепло—холод, сухость—влажность), определяющих 4 стихии Природы — ее основу.

В появившейся ровно 400 лет назад (1598 г.) древней русской рукописи имеются сведения о мерзлоте и позднее в сообщениях воевод и землепроходцев Дежнева, Стадухина, Веброва, Юрьева, Головина с архангельских, ленских и енисейских поселений доводится до государя, что земля в этих местах и среди лета вся не растаивает.

Летоисчисление познания многолетней криолитозоны следует вести с 6 сентября (ст.с.) 1757 г., с доклада М.В. Ломоносова, в котором он дал вполне научное представление о происхождении, условиях развития и широком распространении мерзлой подпочвы, основанное на сообщениях казаков и рудознатцев и донесениях воевод. В 1763 г., за сто лет до появления понятия биосфера, М.В. Ломоносов описал оболочку Земли, в которой существуют условия, приводящие к переходу воды в твердое состояние, и могут существовать льды, мерзлые грунты и снега. Первое „научное“ исследование (замер температуры) многолетней мерзлоты относится к первой половине XIX в. и связано с потребностями водоснабжения в Западной Сибири [*Основы...*, 1959]. Проявления криосферы тогда воспринимались как интересные природные явления и описывались в рамках географии.

Жизнь в Альпах — наиболее близких к „цивилизированному миру“ горах, сильно зависит от режима ледников, поэтому первой специализированной криологической наукой стала гляциология (на рубеже XVIII—XIX вв.) [*Котляков, 1994*].

Второй этап — завоевание Природы, управление ее ресурсным потенциалом, приурочен к эпохе расцвета научно-технического прогресса и научно-технической революции, характеризующейся верой в неиссякаемость природных ресурсов, всемогущество человеческого разума и все-силы науки.

В России начало этой эпохи пришлось на конец XIX в. Условия ее становления вызвали значительное социальное напряжение внутри страны (сверхбыстрое (за десятилетия) формирование пролетариата), совпали с геополитической ситуацией передела Мира и закончились Великой Октябрьской революцией и интенсивной индустриализацией страны (не взирая на затраты) на благо всего Человечества. Великая Отечественная война, когда „на кону“ стояли „жизнь и смерть“ страны и системы, еще более ускорила и расширила масштабы освоения Севера и Востока страны. А Великое противостояние систем привело (опять же без оглядки на затраты сил и средств и на адаптационные возможности Природы и человека) к небывалому по скорости и интенсивности освоению Западной Сибири.

В эту эпоху в России родилась специализированная (изучающая криолитозону) наука — мерзловедение (геокриология), которая официально оформилась в 1930 г., когда в системе АН СССР была создана комиссия по изучению вечной мерзлоты. К этому времени географами, геологами-изыскателями и поисковиками, гидрогеологами, топографами, метеорологами, горняками, строителями, почвоведомы и транспортниками был накоплен большой объем знаний о

криолитозоне и навыков природопользования в области ее развития, поэтому геокриология, возникшая на стыке естественных и технических наук, с самого основания была „открытой“ для широкого круга специалистов различного профиля. Определением понятия „криосфера“ занимался выдающийся мыслитель и революционер, основатель геохимии, биохимии и радиогеологии, академик В.И. Вернадский, у истоков мерзловедения стоял выдающийся геолог и географ, талантливый писатель, академик В.А. Обручев.

За 70 лет своего развития геокриология превратилась в большую отрасль научных знаний с развитой сетью исследовательских, изыскательских и проектных организаций, участвовавших практически во всех крупных народно-хозяйственных проектах в пределах криолитозоны СССР.

Предсказание и открытие Якутского артезианского бассейна, свайное строительство в Якутске, Норильске, Воркуте и других северных городах, освоение россыпных месторождений золота в Магаданской области и на Колыме, дороги, взлетные полосы, прокладка трубопроводов в Западной Сибири и Якутии, строительство электростанций и многое другое является прямым внедрением научных разработок геокриологов.

Ярким примером системного подхода к использованию геокриологических знаний на практике можно считать проектирование и строительство Трансаляскинского нефтегазопровода. США в то время не имели достаточного опыта строительства на мерзлоте, и многочисленные десанты ученых и инженеров высаживались в советские институты и лаборатории. Практическое консультирование и выдача рекомендаций производились нашими учеными в многократных поездках на Аляску. В результате был построен нефтегазопровод, пересекающий различные природно-климатические зоны, эксплуатация которого за десятки лет не привела ни к одной крупной аварии.

К этому этапу приурочена деятельность П.И. Мельникова. Он начал научную деятельность в 1932 г. с изыскательских работ на трассе Байкало-Амурской магистрали, кончил — в 1994 г., занимаясь проектом прокладки туннеля под Беринговым проливом. Родина требовала переделки природы и возглавляемая им наука бросала все силы и умение на эту переделку. Народному хозяйству самыми необходимыми были знания о криолитозоне (за остальные части криосферы отвечали разделы других наук), и отечественная геокриология ограничила свой объект исследования криолитозонной. Фактом мирового признания заслуг отечественной геокриологии в этот период служит избрание первым президен-

том Международной ассоциации геокриологов академик П.И. Мельникова.

Третий этап — осознания ограниченности ресурсов Природы и неограниченности ее познания, разумной адаптации к изменяющимся природным условиям. Начало этапа совпало с началом перестройки экономики России.

Новые времена в России отразились на положении научных исследований в геокриологии прежде всего тем, что снизилась потребность в созданной за десятилетия структуре планового накопления, обобщения и использования знаний со всеми вытекающими из этого последствиями. Главный заказчик — государство растеряло свои возможности. Новым отечественным заказчикам пока не до науки. А главное, нет крупных народнохозяйственных проектов — источников финансирования и потребителей знаний.

В науке появилась насущная проблема — создать иные формы организации исследований и интеграции знаний на приоритетных направлениях и при реализации международных проектов. Само появление крупномасштабных научных проектов связано с осознанием мировым научным сообществом необходимости перехода от дифференциации к интеграции знаний.

Что касается нашей сферы, то масштабность новых задач в свете идеи устойчивого развития объективно требует иных концептуальных подходов как в организации научных исследований, так и в проблематике. Мы склонны полагать, что к настоящему времени закончился первый этап развития геокриологии как науки о криолитозоне и начинается этап становления криологии как науки о криосфере Земли.

Превращение Науки в производительную силу в условиях, когда перед Человечеством стоит задача перехода на рельсы устойчивого развития, ставит перед каждой конкретной наукой одним из первостепенных вопросов осознания общей связи развития (перспектив развития) Человечества (нации) с глубиной познания объекта изучения этой науки. Поэтому судьба криологии Земли — супернауки, интегрирующей знания о криосфере Земли, определяется четкостью и конструктивностью осознания нашим научным сообществом взаимоотношений в системе Человек — криосфера Земли. Актуальность этого определяется следующими настораживающими фактами:

1) если в Отделении геологии, геофизики, геохимии и горных наук РАН, объединяющем 2 крупных направления развития наук о Земле (комплексные проблемы в геологии и горные, по принятой в АН СССР „Классификации научных направлений“), Президиум РАН утвердил 18 приоритетных направлений фундаментальных исследований [Перечень..., 1998], среди которых: геоинформатика, экологическая геология, взаимодействие геосфер, проблемы гидрогео-

логические (две), минеральных ресурсов (четыре) и их освоения (две), глубинных процессов в Земле (пять), то в Отделении океанологии, физики атмосферы и географии РАН (объединяющем остальные 6 направлений развития наук о Земле) утверждено лишь 6 приоритетных направлений. Среди них разделу геокриологии соответствует направление „Состояние криолитозоны и прогноз ее развития“, что не отвечает современному „фронту Науки“;

2) бытует убеждение, что Россия — необъятная страна и в любых жизненных ситуациях ее спасут громадные природные ресурсы. Однако сравнительный анализ эколого-ресурсного потенциала России и США, проведенный в ИГ РАН, показал, что ситуация складывается не в нашу пользу [Антипова, 1997], а оценка нашей энерговооруженности, проведенная в Институте проблем безопасного развития атомной энергии РАН [Клименко, 1997], свидетельствует, что Россия, ориентирующаяся на вступление в сообщество стран „цивилизации потребления“, никогда не выйдет из категории „развивающихся стран“. Причина тому — наше северное положение и обширность территории, т.е. те факторы, за которые отчасти ответственно наше научное сообщество. Чтобы остаться Великой державой, России необходимо выработать свои приоритеты и найти свой путь, отличный от „западнхристианской цивилизации“. Поэтому „спасение рыночного рая“ для россиян в руках и головах специалистов по суровым климатическим условиям.

Какова же потребность в знаниях о криосфере Земли у научного сообщества, интегрирующего свои усилия при решении международных программ, тем более, что криосфера официально признана одной из важных частей глобальной климатообразующей системы [Кондратьев, 1997]? О чем говорят, например, итоги междисциплинарных исследований по „Международной геосферно-биосферной программе“ (у нас ее аналог — „Глобальные изменения природной среды и климата“)? Они свидетельствуют прежде всего о следующем [Заварзин, Котляков, 1998]:

1) „безмолвном падении интереса к парниковому эффекту“, так как на смену концепции „воздушного отопления“ пришел вопрос о прогнозировании климата на основе „водяного отопления“;

2) слабо выражена „интегрирующая роль совместного обобщения проектов“ по геосферам и биосфере;

3) если глобальные оценки по используемым математическим моделям еще как-то увязываются с натурными исследованиями, то региональные и локальные прогнозы практически не соответствуют им. Это связано с чрезвычай-

ным упрощением моделей (об этом же пишет Н.Н. Моисеев [1998]) и слабым знанием „модельерами“ предметной области; глобальные прогнозы ни в коей мере не могут заменить региональных и локальных;

4) ключевыми проблемами становятся: природопользование и изменение покровов Земли, „устойчивое развитие“, уязвимость систем, доступность воды, здоровье человечества.

В итоге человечеству предлагается следовать стратегии адаптации к природе с меняющимся климатом, „а не пытаться регулировать его“.

Перечисленные ключевые проблемы стоят перед отечественной наукой как на глобальном, так и на региональном и локальном уровнях. Нашему сообществу неизбежно придется активнее включаться в их решение.

Прежде всего это необходимо потому, что следующий этап в развитии глобальных моделей изменения среды и климата не должен оставить в стороне наши представления о роли криогенных условий, образований и процессов в формировании глобальных природных систем и их региональных элементов. Сокровищница знаний о вечной мерзлоте, создававшаяся нашим научным сообществом, может и должна сыграть свою роль через анализ и синтез накопленной информации с целью распространения синтезированных представлений на другие мало изученные элементы криосферы Земли и оценки их влияния на биосферные, климатообразующие и геологические глобальные и региональные системы.

Это те горизонты, на которые нам пора выходить, и оснований для этого больше чем достаточно. Возьмем хотя бы ключевые для существования жизни взаимосвязи.

1. Само появление планетарных систем, связанное с уменьшением в пределах отдельных планет энтропии, является далеко не „самопроизвольными процессами“, как считают некоторые геофизиологи [Шепелев, 1997], а обеспечивается тем, что планетарные образования могут излучать преобразованную энергию Солнца, т.е. наличием космического „холода“, „предвосхищенного“ Аристотелем.

Из-за экспоненциальной зависимости от температуры упругости насыщенного пара зона отрицательных температур тропосферы, практически, предотвращает вынос за ее пределы паров воды (служит экраном). Это привело к созданию на поверхности Земли океанов и морей — колыбели биосферы. Этим же экраном обусловлен чисто физический круговорот воды в природе, обеспечивший пресной водой континентальную биосферу. Репродукционный потенциал биосферы — вторичный механизм локального уменьшения энтропии на Земле.

Господствующие в средних и высоких широтах биоценозы развились с учетом годовой

цикличности не только климата, которым обусловлена биогеографическая зональность, но и промерзания — протаивания деятельного слоя, от чего зависит устойчивость и функционирование корневой системы фитоценозов.

Криосфера участвует в очистке атмосферы от вредных техногенных выбросов, обратной стороной чего является локальное загрязнение мест выпадения осадков. Поэтому крупные города Севера и особенно мегаполисы становятся антиэкологическими ловушками для своих обитателей не только из-за теплового и солевого загрязнения грунтов (с вытекающими последствиями), но и из-за отсутствия проветриваемости атмосферы, особенно в зимнее время.

Человечество, как и вся биосфера, — своего рода криогенное образование, так как без криосферы на Земле не было бы воды и осадков. Но и в повседневной жизни человека, особенно в средних и высоких широтах и горных местностях, нормальное обеспечение его жизни невозможно без учета криогенных условий, процессов и образований и законов их эволюции. Они не только факторы жизнедеятельности, но и факторы риска, так как компоненты криосферы одни из самых неустойчивых к антропогенным нагрузкам, усиливающимся с развитием цивилизации. Современные загрязнения применительно к криосфере грозят нарушить „прозрачность“ атмосферы и вывести Природу из состояния неустойчивого равновесия в настоящем межледниковом периоде. При этом даже возможно нарушение механизма самовосстановления „возмущенной“ криосферы и переход планетарного чехла Земли от криоэры к термоэре с совершенно непредсказуемыми катастрофическими последствиями для Человечества [Зубаков, 1986].

2. Высокое альbedo ледниковых и снежных покровов (криогенные образования, служащие тепловым экраном) при высокой прозрачности воздуха вызывает выхолаживание атмосферы высоких широт (прямая связь), что поддерживает интенсивную атмосферную циркуляцию (обратная связь) с развитыми циклоническими процессами, меридиональным переносом, системой западных ветров и мощными ветровыми приповерхностными океаническими течениями (в том числе Антарктическое циркумполярное), определяющими региональные климаты. Охлаждение больших объемов нормально соленых приповерхностных вод в зоне формирования паковых льдов в Южном океане обеспечивает наличие такого криогенного образования, как зона холодных донных вод с температурой ниже $-1,5^{\circ}\text{C}$, температурную асимметрию океана и атмосферную, большие перепады температуры вод: экватора — высоких широт, поверхностных — донных в тропиках. Это вызывает высокую скорость донных течений и развитие в низких широтах ап-

веллингов, что обуславливает равновесие между концентрациями углекислого газа в океане и атмосфере, поддерживаемое планктоном, и регулирует концентрацию водяных паров в атмосфере (степень ее прозрачности). Ветровой теплоперенос с регулируемой прозрачностью атмосферы — механизм самовосстановления „возмущенной“ криосферы, колеблющейся во время криозеры между ледниковыми и межледниковыми периодами [Зубаков, 1986].

3. С' эволюцией криосферы связаны эвляциостатические колебания уровня Мирового океана, с которыми связано широкое развитие в пределах современного шельфа субаэральных отложений, в том числе (в высоких и умеренных широтах) моренных, а также сингенетических и эпигенетических криогенных образований.

Отступление и наступание ледников и колебание уровня моря приводит к гляцио- и гидроизостатическим движениям шельфа, что может вызвать активизацию вулканической деятельности. (И это только глобальные геологические процессы!)

Даже приведенные примеры свидетельствуют, насколько необходимы разнообразные знания о криосфере Земли при решении ключевых проблем. Но чтобы при этом была достигнута истинная интеграция знаний, актуальна проблема создания для всех естественных наук единого информационного пространства. Вряд ли ее мож-

но решить, интегрируя знания отдельных частных наук. Оптимально интегрировать знания супернауки: Геологии, Биологии и др. Создание аналогичной супернауки Криологии — одна из главных задач нашего научного сообщества.

Литература

- Антипова А. Миф о богатстве природных ресурсов России // Зеленый мир, доп. вып. № 8, 1997 г.
- Заварзин Г.А., Котляков В.М. Стратегия изучения Земли в свете глобальных изменений // Вестн. РАН, 1998, т. 68, № 1, с. 23—29.
- Зубаков В.А. Глобальные климатические события плейстоцена. Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
- Клименко В. Энергия, климат и судьба России // Зеленый мир, доп. вып. № 8, 1997 г.
- Кондратьев К.Я. Современная глобальная экодинамика // Исследования Земли из космоса, № 5, 1997, с. 105—126.
- Котляков В.М. Мир снега и льда. М., Наука, 1994, 286 с.
- Моисеев Н.Н. Взаимодействие природы и общества — глобальные проблемы // Вестн. РАН, 1998, т. 68, № 2, с. 167—170.
- Основы геокриологии. Ч.1 (Общая геокриология). М., Изд-во АН СССР, 1959, 459 с.
- Перечень приоритетных направлений фундаментальных исследований // Поиск, № 7 (457), 7-13 фев. 1998 г.
- Шепелев В.В. К понятию о криолитосфере Земли. — Якутск, ИМЗ СО РАН, 1997, 72 с.

Поступила в редакцию
28 мая 1998 г.