

ИНФОРМАТИКА В ГЕОКРИОЛОГИИ

УДК 551.345:624.139

О СТРАТЕГИИ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС) И БАЗ ДАННЫХ В ГЕОКРИОЛОГИИ

Е. С. Мельников, М. А. Минкин*

Институт криосферы Земли, СО РАН, 625000, Тюмень, а/я 1230, Россия
** Государственный проектно-исследовательский институт „Фундаментпроект“, 125843, Москва, Волоколамское шоссе, 1, Россия*

В статье рассматривается многоуровневая структура геокриологической информации — глобальная, федеральная, региональная и локальная; взаимоотношения между уровнями и примеры баз геокриологических данных на разных уровнях. Обсуждаются современные программные средства для создания геокриологических ГИС и организация разработки ГИС на глобальном и национальном уровне. Характеризуется структура, цель и задачи национального геокриологического фонда РФ.

Геокриологическая информация, базы данных, геокриологические ГИС, электронные карты, программное обеспечение, национальный геокриологический фонд

ABOUT STRATEGY OF DEVELOPMENT OF ELECTRONIC GEOINFORMATION SYSTEMS (GIS) AND DATABASES IN GEOCRYOLOGY

E. S. Melnikov, M. A. Minkin*

Earth Cryosphere Institute SB RAS, 625000, Tyumen, 1230, Russia
** State Design-research Institute "Fundamentproekt", 125843, Moscow, Volokolamskoye shosse, 1, Russia*

The multilevel structure of the geocryological informations — global, federal, regional and local — is considered. The correlation between levels and examples of geocryological databases at different levels is described. The modern software for geocryological GIS creation, and also task of a GIS development at global and national levels are discussed. The structure, purpose and tasks of The National Geocryological Fund of Russian Federation is characterized.

The geocryological information, databases, geocryological GIS, electronic maps, software, National Geocryological Fund

ВВЕДЕНИЕ

Несколькими поколениями геокриологов получен огромный фактографический материал и научные данные о вечно- и сезонномерзлых породах, занимающих практически всю территорию России. Для сохранения имеющейся и вновь получаемой геокриологической информации и её эффективного использования в научных, инженерных, экономико-социальных и природоохраненных целях в настоящее время формируются системы накопления и отображения этой информации в электронном виде.

В то же время остается неясным и дискуссионным целый ряд вопросов методологического, организационного, юридического и практического характера, без решения которых

процесс компьютеризации геокриологических данных не будет активно развиваться и не оправдает возлагаемых на него ожиданий.

Основываясь на имеющемся опыте, авторы настоящей статьи предлагают свое видение стратегии-создания геоинформационных систем и баз геокриологических данных.

СТРУКТУРА ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Геокриологическая информация имеет многоуровневую структуру, в основу которой положена иерархия разделения геологической среды и географического пространства. Соответственно

этому выделяются глобальный, федеральный, региональный и локальный уровни информации.

К глобальному уровню следует отнести геокриологическую информацию по отдельным континентам либо по всему Земному шару, позволяющую проводить оценку и прогноз изменений геокриологических условий в связи с глобальными природными изменениями.

Эта информация предоставляется в виде обзорных карт, монографий или наборов данных, хранящихся в Глобальной геокриологической базе данных (GGD), разрабатываемой по проекту Международной ассоциации по мерзлотоведению (IPA). Примером обзорных карт могут служить „Карта вечной мерзлоты и содержания грунтовых льдов Северного полушария“ масштаба 1:10 000 000 [Heginbottom et al., 1993] и, связанная с этой картой, дистрибутивная база данных „Мощность многолетнемерзлых пород России и Монголии“ [Конченко, Мельников, 1996], „Геокриологическая информационная система Северного полушария“ [Анисимов и др., 1997], „Программа циркумполярного мониторинга сезонного слоя (CALM)“ [Аккерман и др., 1996].

Федеральный уровень информации включает обзорные и мелкомасштабные карты территории Российской Федерации с атрибутивными базами геокриологических данных. К таким картам относятся, например, „Геокриологическая карта СССР“ масштаба 1:2 500 000 под ред. Э.Д. Ершова [1997], „Карта криогенных физико-геологических процессов России“ масштаба 1:7 500 000 млн. [Мельников и др., 1996]. К этому же уровню относятся базы данных, охватывающие территорию криолитозоны России и содержащиеся в Российской базе геокриологических данных (РБГД).

Примером таких баз являются база данных по температуре грунтов, измеренных на метеостанциях Российской Федерации и метабаза геокриологических данных, создаваемая Национальным геокриологическим фондом (НГФ).

Представляется, что наряду с уже имеющейся геокриологической информацией, её источниками на федеральном уровне могут служить также данные мониторинга на государственных метеостанциях и геокриологических станциях в Воркуте, Марре-Сале, Надыме, Игарке, Якутске, Тынде, Черском и других пунктах.

Региональный уровень — это специальные карты геокриологического, ландшафтного, климатического, природоохранного и другого содержания для отдельных территорий субъектов Российской Федерации. Эти карты являются банками знаний, позволяющими использовать обобщенную пространственную информацию в научных и практических целях при планировании хозяйственного освоения территорий и их экологического предохранения.

Дополнение электронных специальных карт атрибутивными базами данных, характеризующими геокриологические, инженерно-геологические и другие условия выделенных таксономических единиц районирования, дает возможность пользователям ГИС работать также с первичной фактографической информацией.

Примером региональной электронной специальной карты может служить карта природоохранного районирования п-ова Ямал (рис. 1) с соответствующей атрибутивной базой геокриологических данных [Мельников и др., 1996; Коростелев, Александров, 1997]. Примерами региональных баз геокриологических данных мо-

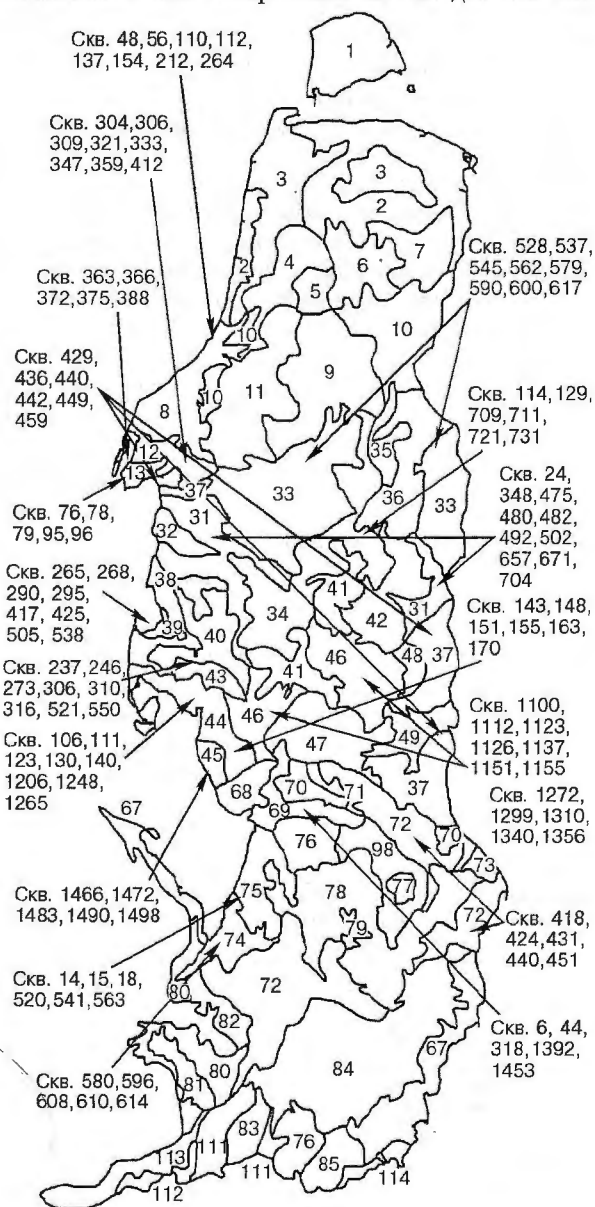


Рис. 1. Фрагмент карты природоохранного районирования полуострова Ямал с указанием расположения скважин из атрибутивной базы данных.

жет быть база данных термометрических изменений в глубоких скважинах Западной Сибири [Ан, Девяткин, 1996], база геокриологических данных п-ова Ямал [Мельников и др., 1996].

На локальном уровне геокриологическая информация сосредотачивается в пообъектных базах данных, предназначенных главным образом для информационного обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации различных хозяйственных объектов.

Эти базы содержат фактические данные по отдельным скважинам, горным выработкам и другим точкам наблюдения с их пространственной привязкой, что позволяет отображать содержание баз в табличной и графической форме: в виде крупномасштабных и детальных карт, планов и разрезов. Структура геоинформационной системы локального уровня приведена на рис. 2. Кроме того, в локальных базах данных сосредотачиваются фактические данные геокриологического мониторинга, проводимого на территории данного объекта. Мониторинговая информация по температурам вечномерзлых пород, глубинам сезонного промерзания-оттаивания и динамике

криогенных процессов по группе объектов может являться источником информации на региональном уровне.

Примерами локальных баз данных в электронном виде могут служить базы геокриологических данных Бованенковского, Заполярного и Уренгойского месторождений газа в Западной Сибири, разработанные во ВСЕГИНГЕО, ИКЗ СО РАН, ПНИИИСе и Фундаментпроекте, а также локальные базы геокриологического и геоэкологического мониторинга [Васильев, 1996; Комаров, Холодов, 1996] и крупномасштабные электронные геокриологические карты месторождений углеводородов в Западной Сибири [Дроздов и др., 1998].

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ ГИС И БАЗ ДАННЫХ

Имеющиеся современные программные средства геоинформационных систем (ArcInfo/ArcView, MapInfo, Geodraw/Geograph), систем автоматизированного проектирования (AutoCAD, Visual CAD), ГИС и САПР (ArcCAD), управления ба-

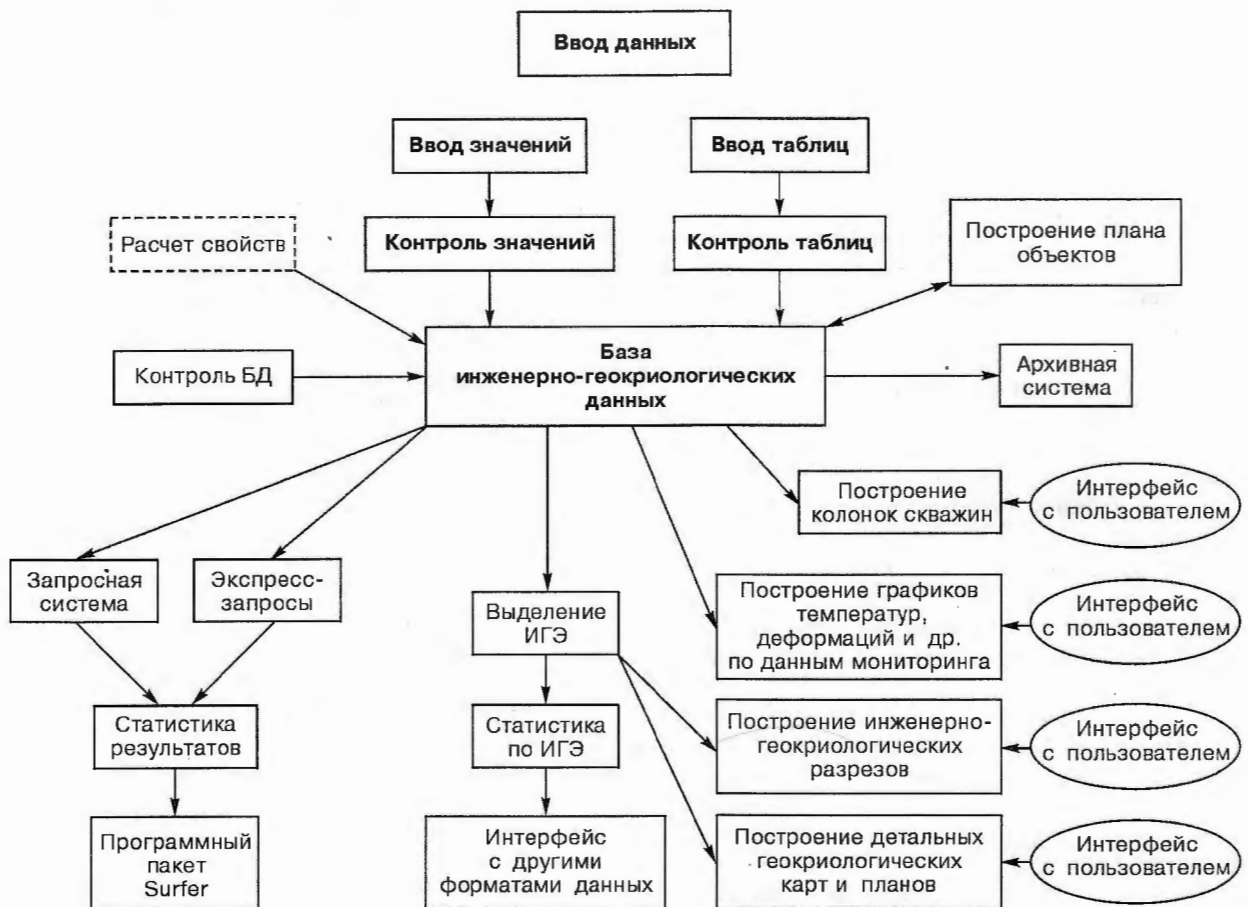


Рис. 2. Структура геоинформационной системы геокриологических данных локального уровня.

БД — база данных; ИГЭ — инженерно-геокриологические элементы.

зами данных (dBASE, FoxPro, Paradox, Oracle, Clariion и др.) делают возможным создание геокриологических информационных систем на всех рассмотренных выше уровнях.

Однако приходится констатировать, что выбор того или иного средства для создания и ведения геоинформационных систем и баз данных сопряжены с определенными трудностями, а поэтому имеющийся опыт применения этих средств может быть полезен.

При составлении электронных геокриологических карт с использованием ГИС-технологии наиболее эффективным программным средством, по данным Института криосферы Земли СО РАН, является пакет Geodraw/ Geograph, поскольку он имеет наиболее совершенный интерфейс и наиболее удобные средства оцифровки и корректировки как растровых, так и векторных слоев карт.

Для работы с готовым картографическим продуктом предпочтительнее следует отдать пакету ArcInfo/ArcView, предоставляющему больше сервисных услуг пользователю. Следует отметить, что возможна 100 % стыковка пакетов Geodraw/ Geograph с ArcInfo/ArcView.

При использовании электронных геокриологических карт, составленных средствами Geodraw/Geograph, для целей проектирования возможен также их импорт в пакет AutoCAD, однако при этом будет затруднена работа с этими картами как ГИС.

Наиболее эффективна в последнем случае, судя по ее описанию, технология, основанная на применении ArcCAD, которая является расширенной версией AutoCAD. Это позволяет использовать графические файлы последнего, а также осуществлять доступ к данным в формате dbf, dxf, ascII, iges и пользоваться системой мощных ГИС-команд выбора и запросов. К сожалению, данных о применении ArcCAD в геокриологии у авторов нет.

При реализации концепции баз геокриологических данных должны быть обеспечены:

1. Возможность запрашивать и отыскивать информацию с помощью языков программирования высокого уровня, приближающихся к естественному.

2. Независимость данных от использующих их программ, что позволяет добавлять и перестраивать хранимые данные, не меняя прикладных программ, и, наоборот, модифицировать эти программы без реорганизации баз данных.

Многолетний опыт создания и работы с базами геокриологических данных, накопленный во ВСЕГИНГЕО, Институте криосферы Земли, Фундаментпроекте и ряде других организаций, свидетельствует, что при использовании таких систем управления базами данных (СУБД), как Paradox и Clariion, указанные выше условия вы-

полняются. Это позволяет проводить следующие операции с геокриологической информацией:

- автоматизированно накапливать, хранить и обрабатывать данные;
- систематизировать накопленную информацию и многократно ее использовать;
- оперативно выдавать данные по запросам пользователей;
- решать задачи геокриологического прогноза;
- проводить расчеты взаимодействия сооружений с мерзлыми грунтами;
- непрерывно накапливать данные об изменениях геокриологических условий при ведении мониторинга.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗРАБОТКИ ГИС И БАЗ ДАННЫХ

Значительный объем (по ориентировочным оценкам 30-50 Гб) и многоуровневый характер геокриологической информации, сосредоточение ее в архивах различных организаций и отдельных специалистов, в основном, на бумажных носителях, предъявляют повышенные требования к организации процесса разработки геоинформационных систем и баз данных. Трудности усугубляются реорганизацией и ликвидацией целого ряда организаций, разрывом сложившихся связей и потерей многих специалистов-геокриологов.

В этих условиях Международная ассоциация по мерзлотоведению (IPA) взяла на себя ответственность за сохранение и распространение геокриологической информации на глобальном уровне. Формируемая по проекту IPA глобальная база данных (GGD) задумана как ординирующая структура для широкого распространения данных, переданных в базу на единой методической основе, на условиях неограниченного доступа.

Геокриологические данные, описанные в международном формате, хранятся в соответствующих национальных или международных региональных центрах, таких как — GeoData Institute, Southampton, UK — World Data Center A for Glaciology, Boulder, Colorado, USA — World Data Center D for Glaciology and Geocryology, Lanzhou, China.

В России координация работ по проекту GGD, а также формирование Российской геокриологической базы данных (РГБД), взял на себя Национальный геокриологический фонд (НГФ). НГФ — неправительственная некоммерческая организация, учреждена в 1996 г. организациями, занимающими ведущее место в области геокриологических и геоэкологических исследований Севера (географический ф-т МГУ, Институт криосферы Земли СО РАН, Институт



Рис. 3. Схема устройства Национального геокриологического фонда (НГФ).

почвоведения и фотосинтеза РАН, Мосгипротранс, Фундаментпроект и др.).

Структура, цели и задачи НГФ, а также содержание баз данных, которые им создаются, приведены на рис. 3, 4.

В настоящее время НГФ формируется метабаза геокриологических данных, содержащая компьютерный список в виде dbf-файлов существующих у владельцев информации баз фактических данных, а также архивных материалов, которые не организованы в базы. Для этой цели разработан формуляр регистрации владельцев информации. Формуляр содержит название объекта или территории исследований, название организации, имя исполнителя, даты получения данных, геодезическую привязку, координаты охарактеризованной местности, масштаб картирования, виды проведенных исследований и имеющихся геокриологических данных. Пример заполнения формуляра дается на рис. 4.

Уже сейчас в метабазе данных имеется информация о материалах геокриологических исследований (съёмка, маршрутные наблюдения, буровые скважины и горные выработки, полевые и лабораторные исследования свойств грунтов,

геофизические исследования, стационарные наблюдения, изучение опыта строительства) на объектах нефтяных и газовых месторождений Республики Коми, Архангельской и Тюменской областей, по трассам Байкало-Амурской и Забайкальской ж/д, на территории п-ова Таймыр и архипелага Северная Земля, Средней и Восточной Сибири, Южной Якутии и других регионов. Данные об организациях и исследователях, владеющих геокриологической информацией, НГФ предоставляет в режиме свободного доступа. По желанию владельца информации или её пользователя НГФ может также выполнить работы по организации локальных баз геокриологических данных в международном формате и товарном виде.

Кроме того, Национальный геокриологический фонд берет на себя разработку ГИС от федерального до локального уровня, включающие электронные геокриологические карты различных масштабов и атрибутивные базы к ним. Для этой цели привлекаются высококвалифицированные специалисты и организации, имеющие опыт работ в этой области.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЙ ФОНД
Формуляр регистрации владельцев информации

Владельцы
Название организации: <i>Научно-исследовательский и проектный институт "Печорнипинефть"</i> Руководитель: <i>Байдиков Юрий Николаевич</i> Почтовый адрес: <i>169400 Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, 11</i> Телефон: (82147) 6-16-63 Факс: (82147) 6-03-36 Телекс, эл. почта: <i>нет</i>
Отв. исполнитель: <i>Осадчая Галина Григорьевна</i> Подразделение: <i>Отдел экологии и мерзлотоведения</i> Телефон: (82147) 6-28-02 Телекс, эл. почта: <i>нет</i>

Объект/территория
Название: <i>Харьягинское нефтяное месторождение</i> Адм.-тер. ед.: <i>Архангельская обл., Ненецкий авт. округ</i> Физ.-географ. ед.: <i>Большеземельская тундра, ниж. течение р. Харьяга</i> Абс. высоты от_до_: <i>75-165</i> Широта от_до_: <i>67°05'-67°25'</i> Долгота от_до_: <i>56°30'-56°49'</i> Номенклатура листа топокарты: <i>Q 46-73, 74; Q 47-74</i> Период проведения работ: <i>1977 г., 1985-1997 гг.</i> Размер (или площадь) участка: <i>530 км²</i> Масштаб картирования <i>1:25 000, 1:1 000</i>

Виды информации		Вид исследований	
Распространение ММП	+	Дешифрирование	+
Кровля/подошва ММП	+/+	Маршрутные наблюдения	+
Состав и строение ММП	+	Бурение	+
Характеристика СТС/СМС	+/+	Горнопроходческие работы	+
Температура пород	+	Геофизические	+
Криогенные процессы	+	Полевые исследования грунтов	-
Подземные льды	+	Лабораторные исследования	+
Свойства пород	+	Гидрогеологические	-
Подземные воды	-	Стационарные	+
Рельеф	+	Геоэкологические	+
Почвы	+	Изучение опыта строительства	+
Растительность	+	Другое	
Снежный покров	+		
Другие метеоэлементы	-		
Поверхностные воды	-		
Техногенные изменения	+		
Карты	+		
Другое	-		

Есть ли электронная база данных: -
 Каковы условия доступа - оплата, обмен
 Место хранения - архив организации

Рис. 4. Пример заполнения формуляра регистрации владельцев информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание и ведение геокриологических ГИС и баз данных является одной из важнейших задач, обеспечивающих сохранение и распространение информации о геокриологическом и экологическом состоянии северных регионов. Это позволит сократить объемы дорогостоящих и продолжительных исследований инженерно-гео-

криологических и геоэкологических условий осваиваемых территорий, обеспечит быстрый поиск необходимых данных по любому региону России, повысит уровень обоснованности технических, экономических и природоохранных проектов.

Представляется естественным положение, когда владельцами локальных баз являются производители информации, региональных баз —

экологические (геологические) комитеты субъектов Федерации, федеральных баз — Национальный геокриологический фонд или он же на паритетных правах с Росгеолфондом. Региональные и федеральные базы данных должны быть доступны для всех граждан РФ.

Литература

- Аккерман Х.Дж., Бойке Дж., Браун Дж. и др. Программа циркумполярного мониторинга сезонноталого слоя (CALM) // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23-26 апреля 1996 г., Пушино, 1996, с. 65-68.
- Ан В.В., Девяткин В.Н. Тепловое состояние криолитозоны Западной Сибири при воздействии климатических, геодинамических и техногенных факторов // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23—26 апр. 1996 г., Пушино, 1996, с. 69—71.
- Анисимов А.О., Поляков В.Ю., Нельсон Ф. Геокриологическая информационная система Северного полушария и ее применение для оценки последствий изменения климата в области вечной мерзлоты // Проблемы криологии Земли: фундаментальные и прикладные исследования. Тез. междунар. конф. 21—25 апр. 1997 г., Пушино, 1997, с. 299.
- Васильев А.А. База данных термоабразии морских берегов Западного Ямала // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23—26 апр. 1996 г., Пушино, 1996, с. 125—127.
- Дроздов Д.С., Коростелев Ю.В., Малкова Г.В., Червова Е.И. Электронные карты природных геокриосистем как основа системы территориального мониторинга геологической среды Бованенковского и Заполярного месторождений // Геоэкологическое картографирование. Тез. докл. Всерос. научно-практич. конф. ч. III. М.; ВСЕГИНГЕО, 1998, с. 89—91.
- Ершов Э.Д., Кондратьева К.А., Зайцев В.Н. Геокриологическая карта бывшего СССР масштаба 1:2 500 000 и ее значение при изучении и освоении криолитозоны // Проблемы криологии Земли: фундаментальные и прикладные исследования. Тез. докл. междунар. конф. 21—25 апр. 1997 г., Пушино, 1997, с. 50—51.
- Комаров И.А., Холодов А.Л. Локальные базы данных геокриологической, геоэкологической и инженерно-геологической информации TMON // Криосфера Земли, 1998, т. II, № 3, с. 83—86.
- Конченко Л.А., Мельников Е.С. Мощность многолетнемерзлых пород России и Монголии (база данных) // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23-26 апр. 1996 г., Пушино, 1996, с. 127-128.
- Коростелев Ю.В., Александров А.А. Атрибутивная база геокриологических данных по природоохраным районам полуострова Ямал // Проблемы криологии Земли: фундаментальные и прикладные исследования. Тез. докл. междунар. конф. 21—25 апр. 1997 г., Пушино, 1997, с. 288—289.
- Мельников Е.С., Гравис Г.Ф., Конченко Л.А., Молчанова Л.С. Карта криогенных физико-геологических процессов России масштаба 1:7 500 000 // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23—26 апр. 1996 г., Пушино, 1996, с. 131—133.
- Мельников Е.С., Гречищев С.Е., Коростелев Ю.В., Славин-Боровский В.Б. База геокриологических данных приповерхностной части геологического разреза п-ова Ямал // Фундаментальные исследования криосферы Земли в Арктике и Субарктике (итоги и перспективы). Тез. докл. годичного собр. ОНСКЗ РАН 23—26 апр. 1996 г., Пушино, 1996, с. 133—134.
- Heginbottom J.A., Brown J., Melnikov E.S., Ferrians O.J. Circumarctic map of permafrost and ground ice conditions // Proceedings of the sixth Inter. Conf. Permafrost. South China University of Technology Press, 2, 1993, p. 1132—1136.

Поступила в редакцию
24 марта 1998 г.