

Особенности оценки условий проживания на Российском Севере (природно-социальные аспекты)

© 2010. М. М. Шац, к.г.н., в.н.с.,

Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН,

e-mail: shatz@mpi.ysn.ru

Освещены основные специфические моменты, обуславливающие условия жизни на Севере. Обоснована необходимость при их оценке учета мерзлотных условий. Предложения реализованы в виде картографических и табличных материалов, раскрывающих специфику условий проживания в отдельных регионах России.

The article describes some basic aspects which influence the conditions of living in the North. The necessity of controlling permafrost conditions in estimating is explained. The suggestions are carried out in cartograph and chart form which shows the specificity of living conditions in some regions of Russia.

Ключевые слова: мерзлотные условия, условия проживания, Российский Север

Key words: permafrost conditions, living conditions, North of Russia

Во второй половине XX и начале XXI веков Российский Север рассматривался в качестве одного из основных, а в обозримой перспективе и основного сырьевого центра обеспечения экономического развития страны. В его пределах разведаны и активно разрабатываются крупнейшие в Российской Федерации месторождения алмазов, драгоценных, цветных и чёрных металлов, углеводородов и т. д., для освоения которых созданы крупные городские промышленные комплексы с транспортными, гидротехническими, производственными и другими объектами.

Весь период освоения Российского Севера, охватывающий несколько веков, можно разделить на три этапа. Первый из них следует назвать первопроходческим, условно это начало XVI – конец XIX веков. Второй (XX век) – индустриальный с акцентом на добывающее производство. Сейчас Север находится на пороге третьего этапа, когда освоение северных пространств должно осуществляться на базе новых подходов к использованию природных ресурсов и с оценкой условий жизни населения.

При этом, природные условия, а следовательно, и условия проживания в отдельных районах Севера существенно отличаются, поэтому при их оценке возникает ряд специфических аспектов.

К сожалению, используемые в настоящее время модели оценки жизни на Севере являются механическим повторением подходов,

существующих в центральных областях страны. В результате предложенные и успешно используемые для территорий с иными, принципиально отличными природными и экономическими условиями технологии чрезвычайно ресурсоёмки и в большинстве случаев не обеспечивают на Севере должного уровня жизни населения.

Поэтому в последние годы широко обсуждается проблема оценки условий проживания для отдельных регионов России. Ещё в 2006 г. в соответствии с поручением Президента РФ В.В. Путина Государственной Думой были созданы региональные группы по подготовке тематических критериев, с учётом которых должны быть оценены условия жизни населения на Севере. Сотрудники Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, вошедшие в одну из подобных групп, предложили включить в число этих критериев многолетнемёрзлые горные породы (ММП).

Многолетнемёрзлые породы являются одним из уникальных природных явлений северных и высокогорных регионов Земли. Занимая почти 25% поверхности суши нашей планеты, а в России – около 65 % территории, ММП служат естественным интегральным показателем природно-климатической обстановки и условий жизнедеятельности на территории их развития.

ММП характеризуют не только суровость природных условий, но и значительно влия-

ют на степень дискомфорта проживания населения в социально-экономическом и медико-биологическом отношениях. Так, практически вся территория их развития относится к области сложного жилищного, промышленного, трубопроводного и транспортного строительства, рискованного земледелия и т. д.

Наличие в многолетнемёрзлых породах подземного льда и развитие различных негативных экзогенных, в т. ч. криогенных, процессов создают большие трудности при строительстве и эксплуатации зданий и различных инженерных сооружений. Строительство зданий различного назначения на Севере, в подавляющем большинстве случаев, осуществляется на свайных фундаментах (рис. 1), так же в Якутске устанавливаются и бытовые трубопроводы (рис. 2). Состояние дорог из-за их частых пучин и провалов, также связанных с ММП, часто приводит к авариям.

Чрезвычайно сложными в области развития ММП являются вопросы организации водоснабжения населённых пунктов качественной питьевой водой. В связи с глубоким промерзанием водоносных горизонтов подземное питание рек и озёр является незначительным. Это вызывает обеднение поверхностных вод необходимыми для организма человека микрокомпонентами и развитие у людей болезней, связанных с дефицитом в питьевых водах йода, фтора, брома, калия и других элементов [1].

Таким образом, область распространения ММП в целом является неблагоприятной средой для проживания и жизнедеятельности человека. Однако и сама по себе, по мерзлотным условиям эта территория весьма неоднородна. В её пределах выделяются, например, районы с островным, прерывистым

и сплошным характером распространения многолетнемёрзлых пород. Мощность мёрзлой толщи горных пород в одних районах может составлять первые десятки метров, а в других достигать 1–1,5 км. Содержание подземного льда в мёрзлых породах колеблется от десятых долей до 50 и более процентов. Весьма неоднородным является и вертикальный разрез мёрзлых толщ.

Всё это указывает на то, что для правильной оценки степени дискомфорта проживания и жизнедеятельности человека в области ММП необходимо оценить неоднородности мерзлотных условий, и лучше всего сделать это картографически.

Следует отметить, что в разработанных ранее схемах и методиках районирования Севера РФ по качеству природной среды жизнедеятельности человека мерзлотный фактор практически не учитывался. В связи с этим нами были разработаны следующие критерии учёта этого фактора и составлена схема районирования территории РФ по степени сложности мерзлотных условий.

Из всего достаточно широкого комплекса геокриологических показателей были выбраны следующие.

1. Характер распространения многолетнемёрзлых пород

Это интегральный показатель, отображающий, с одной стороны, комплекс природных факторов (климат, рельеф, почвенно-растительный покров и др.), совместно формирующих мерзлотную ситуацию, с другой – определяемое ими мёрзлое или немёрзлое состояние толщ горных пород. Из многих вариаций градиций характера распространения ММП были выбраны следующие основные: ММП сплошного, прерывистого, островного,



Рис. 1. Свайные фундаменты в г. Якутске.
Фото С.И. Серикова



Рис. 2. Бытовые трубопроводы в г. Якутске

Исходные характеристики оценки условий проживания населения РФ

№	Административно-территориальное деление	Метеостанции	Бальность по суммам отриц. температур воздуха	Преобладающие характеристики многолетнемерзлых пород баллы				Средний балл дисконфортности
				Характер развития	Мощность, м	Температуры на глубине 10-15м, °С	Льдистость грунтов	
1	Архангельская область	Рудольфа, остров	4	<u>сплош.</u> 6	<u>20-200</u> 5	<u>-5÷-7</u> 5	6	5
2		Маточкин шар	3	<u>сплош.</u> 6	<u>250-300</u> 5	<u>-3÷-5</u> 5	1	4
3	Ненецкий национальный округ	Амдерма	3	<u>сплош.</u> 6	<u>150-300</u> 4	<u>-3÷-5</u> 5	1	4
4		Нарьян-Мар	2	<u>сплош.</u> 6	<u>300-500</u> 4	<u>-2÷-5</u> 5	2	4
5	Республика Коми	Воркута	3	<u>островн.</u> 4	<u>100</u> 4	<u>0÷-1</u> 3	2	3
6		Полярный Урал	3	<u>прерыв.</u> 5	<u>200</u> 5	<u>-2÷-4</u> 4	1	4
7		Печора	2	<u>сез. пром.</u> 1	<u>-</u> 1	<u>3÷5</u> 1	1	1
8	Тюменская область	Марре-Сале	3	<u>сплош.</u> 6	<u>200</u> 5	<u>-3÷-5</u> 5	5	5
9		Новый порт	4	<u>прерыв.</u> 5	<u>150-200</u> 5	<u>-1,5÷-2</u> 4	5	5
10		Салехард-аэропорт	3	<u>островн.</u> 4	<u>50-100</u> 4	<u>-3÷-5</u> 4	3	4
11		Таз	4	<u>прерыв.</u> 5	<u>50-200</u> 5	<u>+2÷-0,5</u> 3	3	4
12		Березово	3	<u>прерыв.</u> 5	<u>50-100</u> 5	<u>2÷-0,5</u> 3	3	4
13	Таймырский национальный округ	Челюскин, мыс	5	<u>сплош.</u> 6	<u>50-200</u> 4	<u>-5÷-7</u> 6	2	5
14		Прончищевой, бухта	5	<u>сплош.</u> 6	<u>100-200</u> 5	<u>-4÷-7</u> 5	2	5
15		Хатанга	5	<u>сплош.</u> 6	<u>>500</u> 6	<u>-9÷-11</u> 6	3	5
16	Эвенкийский нац. округ	Тура	4	<u>сплош.</u> 6	<u>50-150</u> 5	<u>-1÷-3</u> 4	1	4
17	Красноярский край	Курейка	4	<u>сплош.</u> 6	<u>100->500</u> 6	<u>-5÷-7</u> 6	1	5
18		Туруханск	4	<u>сплош.</u> 6	<u>100->500</u> 6	<u>-5÷-7</u> 6	1	5
19	Республика Саха (Якутия)	Оймякон	6	<u>сплошн.</u> 6	<u>300-500</u> 6	<u>-7÷-9</u> 6	1	6
20		Теплый Ключ	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>>500</u> 6	<u>-4÷-6</u> 5	1	5
21		Сунтар-Хаята	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>200-400</u> 5	<u>-7÷-9</u> 6	1	5
22		Мирный	4	<u>сплошн.</u> 6	<u>200-400</u> 6	<u>-2÷-4</u> 4	1	4
23		Бердигестях	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>250-300</u> 6	<u>-3÷-5</u> 5	1	5
24		Якутск	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>200-400</u> 6	<u>-3÷-8</u> 5	1	5
25		Чурапча	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>>500</u> 6	<u>-3÷-5</u> 5	5	5
26	Охотский Перевоз	5	<u>сплошн.</u> 6	<u>200-400</u> 6	<u>-5÷-7</u> 6	1	5	
27	Магаданская область	Гастелло, прииск	5	<u>прерыв.</u> 5	<u>100-300</u> 5	<u>-2÷-4</u> 4	1	4
28		Магадан, аэропорт	3	<u>островн.</u> 4	<u>10-100</u> 5	<u>-0,5÷-2</u> 4	1	4

Таблица 2
Оценка балльности территории РФ по основным климатогеокриологическим характеристикам

Суммы средних суточных отрицательных температур воздуха, °С	Балл
<1250	1
1251-2500	2
2501-3750	3
3751-5000	4
5001-6250	5
6251-7700	6
Характер распространения ММП	
Отсутствуют (сезонное промерзание)	1-2
Редкоостровной	3
Островной	4
Прерывистый	5
Сплошной	6
Температура горных пород, °С	
>0	1-2
-0,1÷-2,0	3
-2,1÷-4,0	4
-4,1÷-6,0	5
<-6,1	6
Мощность ММП, м	
Отсутствуют	1-2
до 15	3
до 50	4
до 200	5
>200	6

редко островного распространения и сезонно-мёрзлые породы.

2. Мощностъ многолетнемёрзлой толщи горных пород

Этот показатель, отображая морфологию мёрзлых толщ, как и предыдущий, отражает комплекс природных характеристик, участвующих в формировании геокриологических условий на той или иной территории.

3. Температура горных пород

Характеризует теплофизическое состояние горных пород. Обычно в мерзлотоведении оперируют температурой на глубине 10–15 м, поскольку она является результирующей верхних и нижних граничных условий и, что наиболее важно при наших построениях, наиболее устойчива во времени.

4. Лёдистость мёрзлой толщи горных пород

Именно наличие подземных льдов, их форма, размеры, т. е. криогенное строение мёрз-

лых толщ, определяют в целом инженерно-геологические свойства горных пород.

Таким образом, нами были выбраны четыре геокриологических параметра, в комплексе достаточно полно отражающие условия формирования мёрзлых толщ и их современное состояние.

Исходя из известного положения, гласящего, что климат является одним из важнейших факторов, определяющих геокриологическую обстановку, в число учитываемых показателей были внесены данные о годовой сумме отрицательных температур воздуха, систематизированные для территории РФ сотрудником ИМЗ СО РАН С.И. Заболотником [1]. По нашему мнению, эта характеристика также отображает степень суровости природных условий, а значит, должна учитываться.

Перечисленные геокриологические и климатические показатели сведены в единую систему, в комплексе отображающую многообразие мерзлотных условий. При этом использовались имеющиеся обзорные монографические и картографические работы [2 – 9].

С целью проведения сравнительных построений вся информация представлена в таблице 1.

Для более чёткого отражения суровости геокриологических показателей и возможности их объективного сопоставления для отдельных административных образований РФ использована система балльных показателей (табл. 2).

Все вышеприведённые градации климато-геокриологических показателей, дополненные информацией о пространственной дифференциации лёдистости многолетнемёрзлых пород, предоставленной сотрудником ИМЗ СО РАН В.В. Куницким, систематизированы и отражены в табл. 3 и на рис. 3 (см. цветную вкладку). На карте отображены районы с постоянно проживающим населением, а границы зон с различными условиями проживания проведены по отдельным административным образованиям.

Приведённые материалы свидетельствуют о чёткой пространственной дифференциации природных комплексов, отражающих условия проживания населения РФ с учётом геокриологических условий, и показанные на рис. 3. (см. цветную вкладку). Регионы с весьма комфортными и комфортными условиями проживания (баллы соответственно 1 и 2) приурочены к Европейской части России, исключая её север и северо-восток. По направлению к северо-востоку страны

Экстремальная и средняя балльность климатогеокриологических показателей
в отдельных административных образованиях РФ

Административный таксон	Баллы		Административный таксон	Баллы	
	Экстремальные	Средние		Экстремальные	Средние
Магаданская область	4-5	5	Респ. Хакасия	2-4	2
Республика Саха	3-6	5	Рязанская обл.	1-2	2
Чукотский АО	5	5	Сахалинская обл.	2-3	2
Амурская область	3-5	4	Свердловская обл.	1-2	2
Архангельская область	3-5	4	Ставропольский край	1-3	2
Камчатская область	3-5	4	Томская обл.	1-2	2
Красноярский край	2-6	4	Челябинская обл.	2-3	2
Ненецкий АО	4	4	Чеченская Респ.	1-3	2
Таймырский АО	3-4	4	Чувашская Респ.	1-2	2
Тюменская область	3-5	4	Астраханская обл.	1	1
Эвенкийская АО	4	4	Белгородская обл.	1-2	1
Агинский Бурятский АО	2-4	3	Владимирская обл.	1-2	1
Иркутская область	3-4	3	Волгоградская обл.	1-2	1
Кемеровская обл.	2-4	3	Вологодская обл.	1-2	1
Приморский край	2-4	3	Воронежская обл.	1-2	1
Республика Алтай	2-5	3	Ивановская обл.	1-2	1
Республика Бурятия	3-4	3	Калининградская обл.	1-2	1
Республика Коми	1-4	3	Калужская обл.	1-2	1
Республика Тува	3-4	3	Костромская обл.	1-2	1
Усть-Ордынский Бурятский АО	2-4	3	Курская обл.	1-2	1
Хабаровский край	3-4	3	Ленинградская обл.	1-2	1
Читинская область	2-4	3	Липецкая обл.	1-2	1
Алтайский край	1-3	2	Московская обл.	1-2	1
Балкарская Респ.	1-2	2	Нижегородская обл.	1-2	1
Еврейская авт. обл.	1-3	2	Новгородская обл.	1-2	1
Кабардино-Балкарская Респ.	1-3	2	Оренбургская обл.	1-2	1
Карачаево-Черкесская Респ.	1-2	2	Орловская обл.	1-2	1
Кировская обл.	1-2	2	Пензенская обл.	1-2	1
Краснодарский край	1-3	2	Псковская обл.	1-2	1
Коми-Пермяцкий АО	2-3	2	Респ. Марий Эл	1-2	1
Курганская обл.	1-2	2	Респ. Мордовия	1-2	1
Новосибирская обл.	1-3	2	Ростовская обл.	1-2	1
Омская обл.	1-2	2	Самарская обл.	1-2	1
Пермская обл.	2-3	2	Саратовская обл.	1-2	1
Респ. Адыгея	2-3	2	Смоленская обл.	1-2	1
Респ. Башкортостан	2-4	2	Тамбовская обл.	1-2	1
Респ. Дагестан	2-3	2	Тверская обл.	1-2	1
Респ. Ингушетия	1-3	2	Тульская обл.	1-2	1
Респ. Калмыкия	1-2	2	Удмуртская обл.	1-2	1
Респ. Карелия	1-2	2	Ульяновская обл.	1-2	1
Респ. Северная Осетия-Алания	1-3	2	Ярославская обл.	1-2	1
Респ. Татарстан	1-2	2			

климатогеофизиологические условия проживания населения становятся всё более дискомфортными, достигая экстремальных значений – абсолютно и исключительно дискомфортные (соответственно 5 и 6 баллов) в основном в пределах приполярных и континентальных областей Якутии, Магаданской области и Чукотки.

Используя предложенный методический подход, можно провести дифференцированную оценку степени дискомфорта проживания населения и в отдельных субъектах РФ.

Кратко охарактеризуем выделенные по мерзлотным критериям зоны с точки зрения их климатогеофизиологической обстановки и условий проживания.

АБСОЛЮТНО ДИСКОМФОРТНАЯ ЗОНА охватывает околополярные области с островами и северо-восточные горные районы Якутии.

Природные условия абсолютно затрудняют условия жизни. Полярные ночь, когда в течение нескольких месяцев солнце не появляется из-за горизонта, и день, когда оно тот же период не заходит, серьёзно нарушают естественные физиологические процессы организма. Этому же способствуют резкие колебания температур воздуха, достигающие 25–30 градусов за один день, а также постоянные и очень сильные ветра. Уникальным природным явлением этой зоны является полярное сияние (рис. 4, см. цветную вкладку).

Минимальные среднемесячные температуры воздуха составляют около -40°C , а экстремальные понижаются до -65°C . Соответственно максимальные среднемесячные температуры воздуха составляют около 15°C , а экстремальные достигают 35°C . Длительность периода с отрицательными температурами воздуха достигают 320 дней и более. На период без отопления приходится не более 1,5 месяца в середине лета, заморозки возможны в любое время.

Сезонное протаивание грунтов не превышает 10–20 см, характер распространения ММП – сплошной, их мощность обычно более 500 м.

Постоянное население ограничено и проживает в небольших посёлках, чаще с автономными системами жизнеобеспечения, требования к надёжности которых чрезвычайно высоки. Практически ежегодно даже крупные населённые пункты (пос. Депутатский, Тикси и др.), в каждом из которых ещё недавно проживало более 10 000 чел., из-за серьёзных аварий систем энерго- и теплообеспечения бываю на грани вымерзания.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДИСКОМФОРТНАЯ ЗОНА охватывает территории с несколько менее суровыми, но всё же очень суровыми природными условиями на большей части Якутии, а также всю Чукотку и Магаданскую область. Полярные ночь и день выражены менее отчётливо, но оказывают существенное негативное воздействие на организм жителей. Часты депрессивные нервные состояния, процент суицидов, в т. ч. среди молодёжи, и даже детей, один из самых высоких в стране. Суточные колебания температур воздуха остаются большими, так же как и ветра особенно сильными в переходные периоды.

Средние месячные температуры воздуха самого холодного месяца января опускаются до -40°C , а минимальные – до -60°C . Это требует специальной одежды и соблюдения правил безопасности при пребывании на открытом воздухе. Максимальные среднемесячные температуры воздуха составляют около $15-20^{\circ}\text{C}$, а экстремальные достигают 36°C . Длительность периода с отрицательными температурами воздуха достигают 300 дней и более. На период без отопления приходится 3–3,5 месяца, заморозки возможны в любое время, кроме середины лета.

Сезонное протаивание грунтов изменяется от 0,5 до 3 м. Характер распространения ММП в основном сплошной и прерывистый, редко на юге – островной, их мощность соответственно от 1 500 м в Западной и до 50–100 м в Южной Якутии.

В этой зоне созданы крупные населённые пункты: города Якутск, Нерюнгри, Мирный, Магадан, Анадырь, в каждом из которых проживает более 80 тыс., а в Якутске – около 250 тыс. человек. В охарактеризованных экстремальных условиях очень высоки требования к надёжности систем жизнеобеспечения. Нарушение этого положения может привести к ситуациям, подобным тому, что произошло в Якутске 17 декабря 2002 г. Тогда при температуре -47°C в городе вышли из строя все источники электроэнергии, и Якутск в течение пяти часов был на грани замерзания. Только героические усилия ремонтных служб предотвратили одну из крупнейших техногенных катастроф на Российском Севере.

ВЕСЬМА ДИСКОМФОРТНАЯ ЗОНА включает Архангельскую область, Ямало-Ненецкий, Таймырский, Эвенкийский и Корякский национальные округа, Красноярский край, Амурскую и Камчатскую

области. Природные условия в их пределах значительно мягче, переходные периоды продолжительнее, колебания температур воздуха как в суточном, так и годовом выражении гораздо меньше.

Средние месячные температуры воздуха самого холодного месяца (январь) опускаются до -40°C , а минимальные – до -55°C . В то же время максимальные среднемесячные температуры воздуха составляют около $15-20^{\circ}\text{C}$, а экстремальные достигают 35°C . Длительность периода с отрицательными температурами воздуха достигают 200–250 дней и более. На период без отопления приходится 4–4,5 месяца, заморозки возможны в мае и конце сентября.

Сезонное протаивание грунтов изменяется от 1,0 до 3,5 м, характер распространения ММП от прерывистого на севере, до редко островного на юге, мощность их соответственно от 500 м в Западной Сибири до 25 м в Амурской области.

В этой зоне функционируют крупные города, в т. ч. Красноярск с населением значительно больше 1 000 000 человек. В охарактеризованных условиях, хотя и существенно менее суровых по сравнению с предыдущими зонами, продолжают оставаться очень высокими требования к надёжности систем жизнеобеспечения. Особенно это относится к зиме, когда в последние годы зафиксированы двухнедельные периоды с температурами воздуха -50°C и ниже. На фоне катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС становится очевидной вся серьёзность возможных последствий.

ДИСКОМФОРТНАЯ ЗОНА охватывает территории Мурманской области, Республики Коми, Ханты-Мансийского автономного округа, Иркутской и Читинской областей, Республики Бурятии, Хабаровского и Приморского краёв. Природные условия этой территории ещё более мягкие по сравнению с предыдущими.

Средние январские температуры воздуха понижаются от -12°C в Мурманской обл. до -30°C на севере Иркутской обл. и в Бурятии, а экстремальные достигают в тех же восточных регионах -50°C . Количество дней с отрицательными температурами воздуха от 180 на западе до 240 на востоке, а отопительный период достигает семи месяцев. В летнее время максимальные температуры воздуха достигают $35-37^{\circ}\text{C}$ при средней месячной около $15-18^{\circ}\text{C}$.

Глубины сезонного протаивания грунтов достигают 4,0–4,5 м. Мощность ММП меняется

в широких пределах – от 50 до 350 м, преобладающий характер развития прерывистый и островной. На участках, где ММП отсутствуют, зафиксировано сезонное промерзание грунтов на глубину, в зависимости от местных условий, от 0,5 до 4,0 м.

Таким образом, эта зона является промежуточной между территориями с комфортными и дискомфортными условиями жизни, занимающими соответственно 30 и 70% страны. Напомним, что в РФ многолетнемерзлые породы занимают около 65% площади, в пространственном отношении соответствуя зонам с абсолютно, исключительно, весьма и дискомфортными условиями жизни. Это еще раз подтверждает тезис, что ММП являются интегральным показателем условий и состояния природной среды, сочетание которых и определяет условия жизни на Севере.

В данной статье не рассматриваются вполне комфортная и дискомфортная зоны, включающие всю оставшуюся часть России, где в соответствии с названием в целом благоприятные условия проживания.

Информация о геокриологических условиях в сочетании с комплексом общепринятых критериев оценки позволит более объективно выявить и оценить пространственные неоднородности условий проживания населения.

Литература

1. Шепелев В.В., Куницкий В.В., Заболотник С.И., Шац М.М. Мерзлотные факторы районирования Севера РФ // Районирование [зонирование] Севера РФ. Якутск, 2007. С. 14–27.
2. Гаврилова М.К. Районирование (зонирование) Севера РФ // Районирование [зонирование] Севера РФ. Якутск, 2007. С. 64–98.
3. Геокриология СССР. Европейская часть СССР. М.: Недра, 1988. 355 с.
4. Геокриология СССР. Восточная Сибирь и Дальний Восток. М.: Недра, 1989. 515 с.
5. Геокриология СССР. Средняя Сибирь. М.: Недра, 1989. 414 с.
6. Геокриология СССР. Горные страны юга СССР. М.: Недра, 1989. 359 с.
7. Геокриология СССР. Западная Сибирь. М.: Недра, 1989. 454 с.
8. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР. М-6 1:2 500000 КГК СССР. М, 1991. 2 л.
9. Мерзлотные ландшафты Якутии. Новосибирск: ГУГК, 1989, 170 с.