

Л.Н. Крицук, В.А. Дубровин

КАРТЫ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСВАИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ КРИОЛИТОЗОНЫ

В условиях структурной перестройки геологической отрасли ведущее значение приобретают задачи информационного обеспечения геологической безопасности разработки и освоения недр. Иными словами, государственная геологическая служба своевременно и в необходимом объеме должна информировать будущего недропользователя о наличии потенциальных геологических опасностей на всех стадиях геологоразведочного процесса от изучения до консервации месторождения. Содержание, объемы и форма этой информационной поддержки должны явиться предметом отраслевых научно-методических и исследовательских работ профильных институтов МПР РФ. Наиболее остро эти проблемы стоят для районов криолитозоны, особенно ее арктической части, где темпы освоения намного опережают темпы изучения территории. Подобное соотношение делает возможным возникновение экологически опасных ситуаций при разведке и добыче полезных ископаемых.

Экологическая опасность природопользования в пределах арктической криолитозоны определяется суровыми природно-климатическими условиями, сложной построенной криогенной толщей пород мощностью от 250 до 350 и более метров (включающей в себя слои грунтов с высокой льдистостью, ледогрунты и макроледяные тела различной мощности, засоленные грунты и криопэги), а также пространственной литологической изменчивостью разрезов. В сочетании с морфоструктурными особенностями ландшафтов все это обуславливает протекание различных по характеру и интенсивности криогенных процессов.

Геоэкологическая обстановка в сфере деятельности человека в целом достаточно полно характеризуется состоянием гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических условий, а также химическим и биохимическим загрязнением пограничных сред воздуха, поверхностных и подземных вод, биоты, почвы и подстилающих горных пород. Естественно, что в условиях арктической криолитозоны геокриологические факторы являются ведущими в оценке и характеристике геологических условий, а карты геокриологического содержания должны служить основой для составления геологических карт.

Разработка сценариев и прогнозирование геологических изменений для различных этапов и

стадий разработки месторождений, а также обеспечение устойчивости возводимых объектов возможно лишь на основе знания закономерностей формирования и пространственной изменчивости важнейших компонентов геокриологических условий региона в целом и его отдельных частей. Отражение этих закономерностей на мелко- и среднemasштабных картах геокриологического районирования позволяет оценивать особенности геокриологических условий больших территорий, прогнозировать их изменения при хозяйственном освоении территории, выбирать оптимальные с точки зрения устойчивости геологической среды и проектирования сооружений участки и планировать природоохранные мероприятия.

Принципы и методика составления карт геокриологического районирования.

Геокриологическое районирование территории должно сводиться к расчленению ее на участки, различающиеся условиями тепло-массообмена горных пород с атмосферой и литосферой и, как следствие, комплексом геокриологических условий, а также реакцией геологической среды на техногенные воздействия [Крицук, 1998]. При этом территориально разобщенные участки, характеризующиеся близкими условиями тепло-массообмена, оказываются подобными и в эколого-геологическом отношении [Трофимов и Зилинг, 1998].

Методика типологического районирования криолитозоны (на ландшафтной основе) разработана во ВСЕГИНГЕО в процессе многолетних инженерно-геокриологических исследований в разных районах Западной Сибири [Изучение..., 1992; Мельников и др., 1990; Пояснительная..., 1991 и др.]. Поскольку взаимосвязь различных факторов природной обстановки, определяющих теплообмен горных пород с атмосферой и литосферой, находит отражение в повторяющихся в пространстве природно-территориальных (или аквальных) комплексах разного ранга, то существует причинно-следственная связь геокриологических условий с природными комплексами, а сами ПТК (ПАК) могут служить комплексными индикаторами геокриологических условий. Наибольшее своеобразие геокриологических условий характерно для ПТК в ранге местностей, сформировавшихся за счет локальных дифференцированных неотектонических

движений земной коры и парагенетического комплекса криогенных процессов [Крицук, 1998; Пояснительная..., 1991].

Местности различаются характером и степенью эрозионного расчленения рельефа, заозеренностью и заболоченностью, условиями питания, транзита и разгрузки подземных вод, т.е. всеми основными факторами природной обстановки, определяющими условия теплообмена горных пород с атмосферой и литосферой. В силу этого местности могут служить основой для выделения и картографирования типов мерзлых толщ, характеризующихся (в пределах одной природно-климатической подзоны) закономерным сочетанием основных геокриологических характеристик: распространением с поверхностью; прерывистостью и мощностью ММП; их составом, криогенным строением и льдистостью; интервальными значениями среднегодовых температур; типами и глубинами сезонного промерзания - протаивания; парагенетическими комплексами криогенных процессов и гидрогеологическими особенностями разреза. Местности разных типов имеют четкие дешифровочные признаки (рисунок эрозионного расчленения), нередко разделены между собой разрывными неотектоническими нарушениями, освоенными речной или озерной сетью, и потому их выделение на аэрофото- и космофотоснимках (разного масштаба) не представляет особого труда и имеет объективный характер.

Изложенные выше принципы ландшафтной индикации геокриологических условий использовались ранее при составлении «Карты природных комплексов Западной Сибири» масштаба 1:1 000 000, изданной в 1991 г. [Пояснительная..., 1991], но в полной мере они были реализованы при составлении в 2002 г. «Карты геокриологического районирования Ямало-Гыданского полигона» масштаба 1:500 000. Необходимость составления подобной карты продиктована подготовкой к хозяйственному освоению Ямало-Гыданского региона в связи с открытием здесь в 60-70-х годах прошлого столетия богатейших газовых и газоконденсатных месторождений (Харасавейского, Бованенковского, Арктического и др. на Ямале; Утреннего и Геофизического на Гыдане), а также подготовкой к разведке новых перспективных площадей.

Принципы типологического геокриологического районирования (использовавшиеся при составлении карты геокриологического районирования) основаны, с одной стороны, на ландшафтной типизации территории по условиям теплообмена горных пород с атмосферой, с другой - на максимальном учете геолого-структурных факторов, имеющих в пределах молодых платформ решающее значение для формирования гидрогеологических и геокриологических условий отдельных районов и конкретного участка [Полозков и Рудницкий, 2001 и др.]. Такой подход к картографиро-

ванию позволяет экстраполировать данные наземных исследований, проводившихся в разные годы на различных участках полигона, на всю его площадь; прогнозировать динамику криогенных процессов и оценивать степень устойчивости геологической среды при хозяйственном освоении территории.

Содержание карты. При составлении Карты геокриологического районирования Ямало-Гыданского полигона были использованы как материалы более чем 30-летних региональных, стационарных и тематических работ ВСЕГИНГЕО в разных районах криолитозоны Западной Сибири, так и многочисленные опубликованные и доступные фондовые материалы геокриологического, геологического, инженерно-геологического и гидрогеологического изучения различных районов Западно-Сибирской плиты [Крицук и Дубровин, 2000; Мельников и др., 1990 и др.].

Составленная карта отражает основные закономерности формирования и пространственной изменчивости главных компонентов геокриологических условий картируемой территории и информацию об основных объектах техногенеза, обусловленного разведкой нефтегазовых месторождений, проектированием элементов НГК и созданием инфраструктуры.

В основу составления карты был положен морфоструктурный принцип районирования. В соответствии с иерархическими типами морфоструктур в пределах полигона выделяются следующие элементы геокриологического районирования: *зоны; области; районы; подрайоны; участки и подучастки*. Схема геокриологического районирования отражена на карте и приведена в условных обозначениях к ней.

Ямало-Гыданский полигон расположен в пределах одной *геокриологической зоны* - сплошного распространения многолетнемерзлых пород.

Геокриологические области соответствуют структурам платформенного чехла I порядка, выраженным в рельефе (своды, мегавалы, мегапрогибы) и отраженным на «Схеме новейших структурных элементов Западно-Сибирской плиты», составленной В.Т. Трофимовым (1977).

Следующие элементы геокриологического районирования показаны на карте границами, цветом и штриховкой. В качестве *геокриологических районов* отражены (замкнутыми контурами) лишь положительные структуры платформенного чехла II порядка: куполовидные структуры, валы, структурные носы. Необходимость их выделения связана со спецификой в пределах этих структур гидрогеологических условий (определяющих характер льдистости ММП и распределения залежеобразующих льдов), наличие в пределах многих подобных структур нефтегазовых (газоконденсатных) месторождений (структур платформенного чехла III порядка) и, следовательно, их интенсивного хозяйственного освоения в настоящее время

или в перспективе. Картографической основой для их нанесения явилась Обзорная карта Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции масштаба 1:1 000 000, составленная в 1984 г. коллективом сотрудников ЗапСибНИГНИ, Главтюменьгеологии и др. (под редакцией Н.И. Нестерова).

Геокриологические подрайоны соответствуют геоморфологическим уровням, имеющим различные абсолютные отметки. Им отдано основное изобразительное средство - цвет.

Геокриологические участки соответствуют неотектоническим морфоструктурам, сформировавшимся под комплексным воздействием эндогенных и экзогенных (в том числе и криогенных) факторов. Они являются наименьшим картируемым элементом геокриологического районирования. На карте геокриологические участки (и соответствующие им типы мерзлых толщ) показаны специальными знаками в цветовой гамме данного уровня.

В пределах некоторых геокриологических подрайонов выделены геокриологические подучастки, соответствующие подтипам местностей. При внешнем сходстве этих подтипов местности с аналогичными типами они как правило различаются глубиной эрозионного расчленения, составом грунтов сезонно-талого слоя и некоторыми компонентами геокриологических условий.

Особенности геологического строения земной коры и ее дифференцированные (по знаку и скорости) неотектонические движения, а также связанные с ними особенности палео- и современных гидрогеологических условий и криогенного строения территории обусловили своеобразие распределения по площади геокриологических участков (типов мерзлых толщ) и их сочетания в пределах морфоструктур более крупного ранга. Карта сопровождается таблицей-экспликацией, в которой приведена ландшафтно-геологическая и геокриологическая характеристика всех отраженных на карте элементов районирования. Фрагмент карты геокриологического районирования Ямало-Гыданского полигона приведен на рисунке.

Как уже отмечалось выше, типы (и подтипы) местностей имеют четкие ландшафтные индикаторы (характер и степень эрозионного расчленения рельефа), и потому основой для составления карты геокриологического районирования явилась карта ландшафтного районирования (в ранге типов местностей), составленная на топографической основе соответствующего масштаба, путем сплошного дешифрирования КС. Методика составления подобных карт была разработана во ВСЕГИНГЕО в 70-80-х годах прошлого столетия и успешно применялась при составлении разномасштабных инженерно-геокриологических карт [*Изучение..., 1992; Пояснительная..., 1991* и др.].

Геозоологическая оценка осваиваемой территории. Кроме элементов геокриологического районирования на карте специальными знаками

показаны геозоологические опасности, среди которых выделены техногеннообусловленные и геологические (естественные).

Практически все виды техногенного воздействия на геологическую среду в условиях легко ранимых арктических ландшафтов представляют собой экологические опасности, а в ряде случаев способны приводить к аварийным ситуациям.

К *геологическим (естественным) опасностям* отнесены участки с мощными залежеобразующими подземными льдами, имеющие в пределах полигона широкое распространение.

Согласно нашим представлениям, основанным на многолетних комплексных исследованиях подземных льдов в различных районах Западно-Сибирской плиты, мощные залежеобразующие подземные льды представляют собой криогидрогеологические тела, сформировавшиеся в определенных геолого-структурных и неотектонических условиях при неравномерном промерзании многослойной среды, включавшей в себя пластово-трещинные подземные воды [*Крицук, 1990; 2001; Мельников и др., 1990* и др.]. Детальные исследования подземных льдов на площади стационара ВСЕГИНГЕО Марре-Сале [*Крицук и Дубровин, 2000*] доказали, что в местах близкого к поверхности земли залегания этих образований формируются специфические «кольцевые» морфоструктуры разных размеров (в зависимости от мощности ледяного или льдогрунтового ядра и глубины его залегания). Подобные морфоструктуры хорошо выделяются на топографических картах и дешифрируются на космоснимках.

С выявленными при составлении ландшафтной карты кольцевыми морфоструктурами связана высокая вероятность близкого к поверхности земли залегания мощных подземных льдов.

Кроме «кольцевых» морфоструктур и их элементов в разряд геологических опасностей, отраженных на карте геокриологического районирования, отнесены гидролакколиты с ледяным или льдогрунтовым ядром высотой от 5 до 10 и более метров, известные обнажения мощных подземных льдов, а также места их вскрытия скважинами.

Закономерное сочетание основных компонентов геокриологических условий в пределах геокриологических участков (типов мерзлых толщ) предопределяет их близкую реакцию на техногенные воздействия и их экологические последствия, что автоматически превращает карту геокриологического районирования Ямало-Гыданского полигона в карту геозоологического районирования. Использование современных компьютерных технологий позволило провести анализ ландшафтного строения и особенностей площадного распределения разных типов мерзлых толщ в пределах всего Ямало-Гыданского полигона и его отдельных частей. Результаты этого анализа приведены в табл. 1 и 2.

Как видно из таблиц, преобладающее распространение (как в пределах полигона в целом так и отдельных его частей) имеет IV равнина. Другим широко развитым геоморфологическим уровнем является пойма средних рек.

Таблица 1
Распределение элементов геокриологического районирования (в ранге подрайонов), %

№ п/п	Акватория	Лайда	Пойма	I-II террасы	III терраса	IV равнина	V равнина
1	23	2,5	18,5	5,5	16	30,5	4
2	-	3,5	24	7	21	39,5	5
3	-	3,5	23,5	10	24	39	-
4	-	3,5	26	1,5	15,5	41,5	12

Примечание. 1 — на площади Ямало-Гыданского полигона (с учетом акватории Карского моря, Байдарацкой, Обской, Тазовской и Гыданской губ); на территории: 2 — Ямало-Гыданского полигона; 3 — Ямала; 4 — Гыдана.

Таблица 2
Распределение типов мерзлых толщ (геокриологических участков)

№ п/п	Геоморфологический уровень	Встречаемость типов мерзлых толщ (типов местностей), %						
		А	Б	В	Г	Д	Е	Ж
1	I-II	8,5	20	60	11,5	-	-	-
2	III	37,5	7,5	25	18,5	-	10	1,5
3	IV	17,5	3,5	7	33,5	-	4,5	34
4	I-II	-	66,5	33,5	-	-	-	-
5	III	22	22	31	17	-	8	-
6	IV	20	3	12,5	20	1	15,5	28
7	V	24	-	3,5	-	-	38	34,5
8	-	13	4	10	12,5	-	5	11,5
9	-	16,5	5,5	15	19	-	4	13
10	-	15,0	5,5	10	11	0,5	12,5	16

Примечание. В пределах геоморфологических уровней на территории: 1—3 — Ямала; 4—7 — Гыдана; в целом на площади: 8 — Ямало-Гыданского полигона; 9 — Ямала; 10 — Гыдана.

Табл. 1 демонстрирует различия в геоморфологическом строении территории Ямала и Гыдана, что отражается в увеличении на Гыдане площади нерасчлененной (или слабо расчлененной) поверхности IV равнины и наличии высокоподнятой (до 130 м) V равнины, в значительном сокращении здесь площади речных террас. По-видимому, такое различие является следствием особенностей геологического строения и неотектонического развития Ямала и Гыдана, что в свою очередь, предопределяет пространственные различия их геокриологических условий. Это предположение подтверждается данными табл. 2, отражающими характер площадного распределения различных типов местностей (и типов мерзлых толщ) в пределах различных геоморфологических уровней в разных частях полигона. Анализ встречаемости различных типов местностей на полуостровах Ямал и Гыдан (табл. 2) позволяет сделать вывод о более активном проявлении современных неотектонических процессов на Ямале и о, вероятно, широком развитии мощных подземных льдов на Гыдане, залегающих на значительной глубине.

В таблице-эксplikации к карте дана оценка геозекологической обстановки в пределах разных типов мерзлых толщ в естественных условиях (с учетом возможного техногенного воздействия на них в рамках нефтегазового комплекса), исходя из специфики существующих геокриологических условий. В соответствии с особенностями последних нами выделено 4 градации геозекологической обстановки: 1) крайне неблагоприятная; 2) неблагоприятная; 3) умеренно неблагоприятная и 4) условно благоприятная. В качестве основных параметров при ее оценке учитывались: наличие в мерзлой толще залежеобразующих подземных льдов, глубина их залегания и вероятные размеры; расчлененность рельефа и характер и степень заозеренности; наличие в мерзлой толще горизонтов и линз криопеггов и глубина их залегания; характер протекания криогенных процессов.

Крайне неблагоприятной признана геозекологическая обстановка в пределах типов (подтипов) мерзлых толщ, где широко распространены мощные залежеобразующие подземные льды, находящиеся близко к поверхности, а также отмечается активное протекание склоновых криогенных процессов.

Неблагоприятной геозекологической обстановкой характеризуются лайдовый тип мерзлой толщи в пределах участков с высокой заозеренностью из-за широкого развития здесь криопеггов, а также хасырейные и мелкохолмистые участки из-за широкого развития в их пределах криогенных процессов.

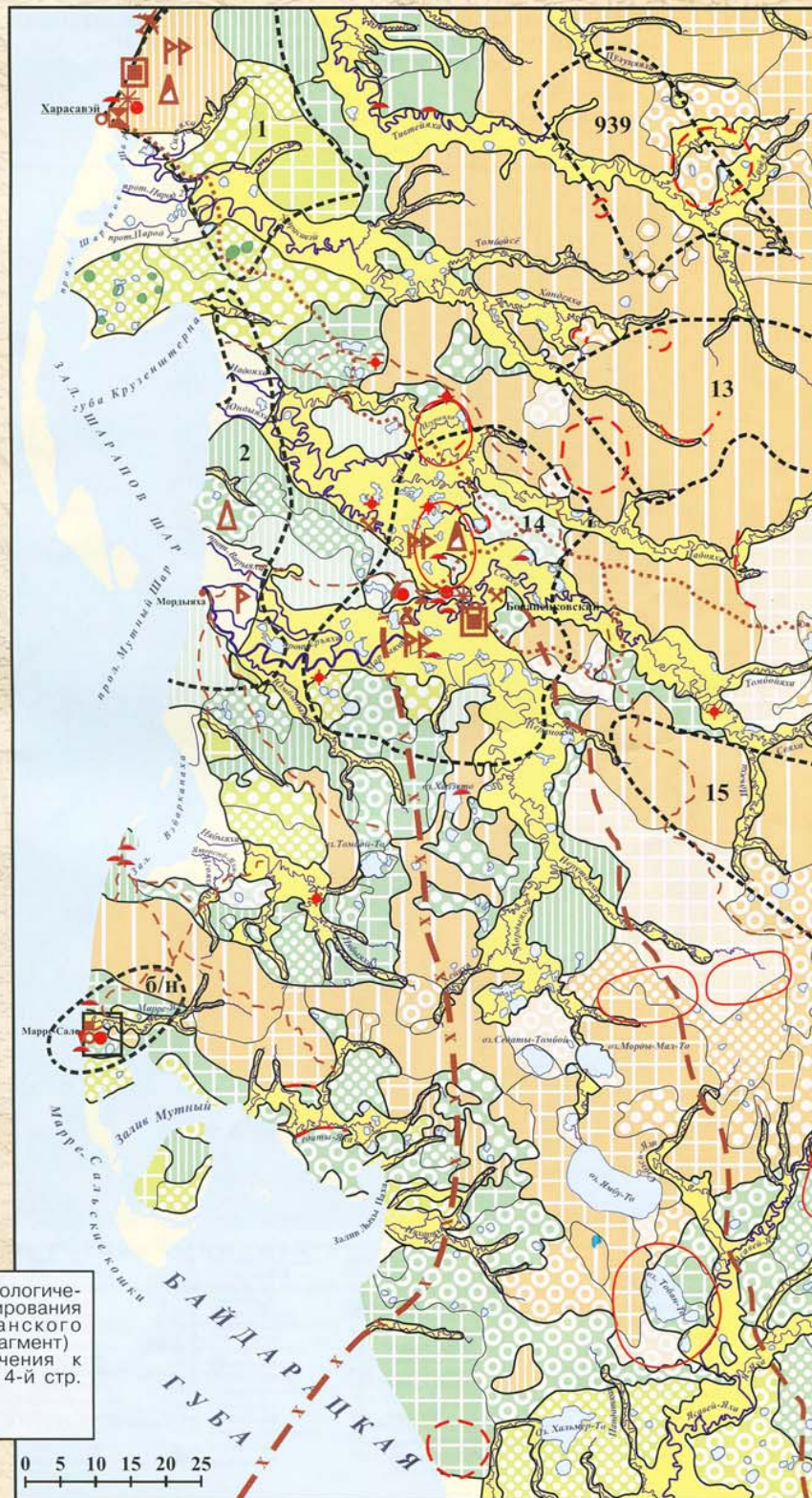
Умеренно неблагоприятная геозекологическая обстановка признана в пределах плоских заозеренных поверхностей, сложенных песчаными отложениями, где подземные льды (кроме ПЖЛ) отсутствуют либо глубоко залегают.

Наконец условно благоприятной является геозекологическая обстановка в пределах поймы средних рек (пойменный тип мерзлой толщи), сложенных с поверхности песками.

Проведенный анализ ландшафтного строения полигона позволяет количественно оценить характер площадной изменчивости в его пределах участков с различной степенью благоприятности геокриологических условий для строительства и эксплуатации объектов добычи и транспортировки углеводородного сырья. В целом следует отметить, что по степени «благоприятности» эти условия изменяются от «плохого к худшему». Однако, при определенном сценарии обустройства и эксплуатации газоконденсатных месторождений (предполагающем научно-обоснованную разработку проектов) и соблюдении проектных норм наилучшими геозекологическими показателями для объектов линейного строительства будут характеризоваться пойменные типы мерзлых толщ, занимающие в среднем около четверти территории полигона. Несмотря на большие значения льдистости мерзлых пород верхних горизонтов,




















КАРТЫ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ КАК ОСНОВА ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ОСВАИВАЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ КРИОЛИТОЗОНЫ

Л.Н. Крицук, В.А. Дубровин








Условные обозначения


I. Элементы геокриологического районирования

РАЙОНЫ	ПОДРАЙОНЫ	УЧАСТКИ (а), ПОДУЧАСТКИ (б) (типы и подтипы мерзлых толщ и их индексы)
Структуры платформенного чехла II порядка и их номера на "Обзорной карте" ЗАПСИБНИГНИ, 1984	Геоморфологические уровни (абс.отм.)	Типы (а), подтипы (б) местностей по характеру и глубине эрозионного расчленения рельефа
1. Харасавейский вал 2. Крузенштерское КП 13. Восточно-Бованенковский Вал 14. Бованенковское КП 15. Арктический вал 46. Сабьяхинский вал 939. Тивтейяхинский структурный нос б/н. перспективная нефтегазоносная структура по "Карте рельефа морского дна" ВНИИМОРГЕО, 1985	 лайда (0-3м)  пойма (1-8м)  I-II терраса (10-27м)  III терраса (30-40м)  IV равнина (40-90м)  V равнина (95-130м)	III терраса IV терраса А   озерно-котловинный Б   озерно-болотный В   хасырейный Г   ложбинно-долинный Д —  линейно-грядовый Е   мелкохолмистый Ж   крупнохолмистый *Характеристика типов дана в таблице-эксplikации




II. Экологические опасности

1. Геологические

- 1. Криогенные морфоструктуры:**
 а - кольцевые морфоструктуры, б - фрагменты кольцевых морфоструктур (по топокарте)
 кольцевые структуры по дешифрированию КС;
- 2. Залежеобразующие подземные льды:**
 гидралаколиты (высотой >5м)
 обнажения мощных подземных льдов:
 а - пластовые, б - жильные
 мощные подземные льды, вскрытые близ поверхности земли буровыми скважинами





-  аэропорт,
 нефтебаза
 песчаный карьер
 автотранспортное хозяйство

2. Техногенные






- 1. Месторождения углеводородов:**
 газовые
 газоконденсатные
- 2. Буровые скважины:**
 разведочные (единичные)
 разведочные (кустовые)
- 3. Поселки:**
 крупные вахтово-стационарные
 мелкие (< 100 жителей)
 единичные строения
- 4. Линейные сооружения:**
 проектируемые
 магистральные газопроводы
 железные дороги существующие
 полевые дороги
 зимник
- 5. Прочие опасности:**
 сброс жидких отходов в водоемы и водостоки
 свалка неперерабатываемых отходов (бочкотара)
 сплошное нарушение ландшафта (зона "пионерного" выхода)

III. Прочие обозначения

Границы

-  структура II порядка и ее номер
 геокриологических подрайонов
 геокриологических участков
 геокриологических подучастков

Гидросеть

-  Мородыкка средние реки
 Мородыкка-Рей мелкие реки
 озера
 современные хасыреи
 стационар ВСЕГИНГЕО

пойменные ПТК обладают наивысшим потенциалом к самовосстановлению почвенно-растительных сообществ тундры. Здесь разовые следы нарушений в большинстве случаев «зарубцовываются» на 5-7 год. Однако если газ в трубопроводах будет транспортироваться с положительной температурой (как это обычно выполнялось во всех предшествующих проектах), то пойменные участки превратятся в болота или открытые водоемы. Еще чуть более четверти геокриологических участков всей территории Ямало-Гыданского полигона при определенных сценариях являются условно благоприятными для освоения. В остальных случаях инженерно-геологическая подготовка территории должна проводиться с учетом неблагоприятных и крайне неблагоприятных условий для строительства объектов добычи и транспортировки газа.

В заключение следует отметить, что информация карт геокриологического районирования легко может быть использована при составлении оценочных карт. Если в основу критериальных оценок положить стоимостные показатели восстановления геозекологической обстановки в пределах различных геокриологических участков после завершения строительного или эксплуатационного этапов освоения, то оценочные карты становятся «Картами политики недропользования». Выполненные в виде многослойных электронных версий, учитывающих различные показатели природной среды и техногенеза, эти карты еще на предварительных этапах освоения будут информировать недропользователя о предстоящих капитальных вложениях в природоохранные мероприятия в сложных геозекологических условиях Арктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Изучение инженерно-геокриологических и гидрогеологических условий верхних горизонтов пород в нефтегазоносных районах криолитозоны / Методическое руководство / Под ред. Е.С. Мельникова, СЕ. Гречищева, А.В. Павлова. М.: Недра, 1992.
2. Крицук Л.Н. Подземные и поверхностные льды Западной Сибири в плейстоцене // Материалы гляциологических исследований. 1990. Вып. 69. С. 93-102.
3. Крицук Л.Н. Научно-методические основы геозекологического картографирования в криолитозоне // Тез. докл. Всерос. конф. «Геозекологическое картографирование». М.: Геоинформмарк, 1998. С. 78-80.
4. Крицук Л.Н., Дубровин В.А. Подземные льды и криогенные процессы района Марре-Сале (Западный Ямал). М.: Геоинформмарк, 2000. С. 14-25.
5. Крицук Л.Н. Криогидротектоника и подземные льды Западной Сибири // Матер. 2-й конф. геокриологов России. Т. 3. М.: изд. МГУ, 2001. С. 155-163.
6. Мельников Е.С., Крицук Л.Н., Павлов А.В. Геокриологические и инженерно-геологические проблемы освоения Ямала / Обзор. М.: ВИЭМС, 1990.
7. Полозков А.В., Рудницкий А.В. Методы и результаты исследований глубинных мерзлотных условий на скважинах газовых и нефтяных месторождений // Матер. 2-й конф. геокриологов России. Т. 4. М.: изд. МГУ, 2001. С. 221-227.
8. Пояснительная записка к карте природных комплексов севера Западной Сибири для целей геокриологического прогноза и планирования природоохранных мероприятий при массовом строительстве (масштаб 1:1 000 000) / Под ред. Е.С. Мельникова. М.: ВСЕГИН-ГЕО, 1991.
9. Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г. Концептуальные основы эколого-геологического картографирования. / Тез. докл. Всерос. конф. «Геозекологическое картографирование». М.: Геоинформмарк, 1998. С. 15-18.

Ссылка на статью:



Крицук Л.Н., Дубровин В.А. Карты геокриологического районирования как основа геозекологической оценки осваиваемой территории криолитозоны // Разведка и охрана недр. 2003. № 7. С. 12-15.