

Грязнов О.Н., Абатурова И.В., Савинцев И.А.,
Петрова И.Г., Емельянова И.А., Стороженко Л.А.

**ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО
ОКРУГА И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА**



Екатеринбург-2014

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»



О. Н. Грязнов, И. В. Абатурова, И. А. Савинцев, И. А. Емельянова,
И. Г. Петрова, Л. А. Стороженко

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ
ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ
ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА
И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ТЕХНОГЕНЕЗА

Научная монография

Под редакцией профессора Грязнова О. Н.

Екатеринбург – 2014

УДК 556.388 (575.11)

Г 92

Рецензенты:

- заведующий кафедрой геологии ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет» доктор геолого-минералогических наук, профессор В. Н. Огородников;

- ведущий специалист отдела гидрогеологии ФГУ «Территориальный фонд информации» по УрФО, кандидат геолого-минералогических наук, доцент В. П. Новиков.

О. Н. Грязнов, И. В. Абатурова, И. А. Савинцев, И. А. Емельянова, И. Г. Петрова, Л. А. Стороженко

Г 92 **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА:** научная монография / авторы: О. Н. Грязнов, И. В. Абатурова, И. А. Савинцев, И. А. Емельянова, И. Г. Петрова, Л. А. Стороженко; под редакцией профессора О. Н. Грязнова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 198 с.

В монографии охарактеризованы природные условия долинных областей криолитозоны ЯНАО на примере двух ключевых площадей – Салехардской и Надымской - рассмотрены история формирования, строение, закономерности распространения, температурный режим, свойства многолетнемерзлых пород (ММП); детально охарактеризован деятельный слой как фактор инженерно-геологических условий; проведено инженерно-геологическое районирование долинных областей криолитозоны; выполнена типизация инженерно-геологических условий Салехардской и Надымской площадей, исследована трансформация инженерно-геологических условий под воздействием техногенеза; даны рекомендации по минимизации негативных последствий проявления экзогенных геологических процессов урбанизированных территорий долинных областей криолитозоны.

Книга рассчитана на специалистов в области инженерно-геологических условий криолитозоны, может быть полезна преподавателям, аспирантам, студентам вузов.

Илл. 61. Табл. 27.

Работа выполнена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (Госконтракт № 02740.11.0679 от 29.03.2010 г.).

УДК 556.388 (575.11)

© ФГБОУ ВПО «УГГУ», 2014

© Грязнов О. Н., Абатурова И. В., Савинцев И. А., Емельянова И. А., Петрова И. Г., Стороженко Л. А., 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (Грязнов О. Н.).....	5
Глава 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, АНАЛИЗ РАНЕЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ (Грязнов О. Н., Савинцев И. А.).....	8
Выводы.....	11
Глава 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (Грязнов О. Н., Абатурова И. В., Савинцев И. А., Петрова И. Г., Стороженов Л. А.).....	13
2.1. Физико-географический очерк.....	13
2.2. Геологическое строение.....	17
2.3. Ландшафтно-геоморфологические условия.....	27
2.4. Гидрогеологические условия.....	34
2.5. Состав и физико-механические свойства грунтов террасового комплекса.....	46
2.6. Экзогенные геологические процессы и явления.....	52
Выводы.....	69
Глава 3. ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (Абатурова И. В., Савинцев И. А., Емельянова И. А.).....	71
3.1. История формирования толщ многолетнемерзлых пород.....	71
3.2. Строение и закономерности распространения многолетнемерзлых пород.....	76
3.3. Температурный режим многолетнемерзлых пород.....	90
3.4. Свойства мерзлых грунтов.....	95
Выводы.....	98
Глава 4. ДЕЯТЕЛЬНЫЙ СЛОЙ КАК ФАКТОР ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ (Абатурова И. В., Савинцев И. А., Емельянова И. А.).....	100

4.1. Методы изучения и оценки деятельного слоя.....	100
4.2. Факторы развития деятельного слоя в условиях долинных областей криолитозоны.....	106
4.3. Деятельный слой долинных областей криолитозоны.....	117
4.3.1. Мощности деятельного слоя по глубине сезонного оттаивания и промерзания.....	117
4.3.2. Температурный режим деятельного слоя.....	130
Выводы.....	136
Глава 5. ТРАНСФОРМАЦИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ КРИОЛИТОЗОНЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА (Грязнов О. Н., Абатурова И. В., Савинцев И. А., Стороженко Л. А).....	138
5.1. Инженерно-геологическое районирование долинных областей криолитозоны.....	139
5.1.1. Типизация инженерно-геологических условий Салехардской площади.....	139
5.1.2. Типизация инженерно-геологических условий Надымской площади.....	140
5.2. Техногенные условия долинных областей криолитозоны.....	162
5.2.1. Техногенные условия Салехардской площади.....	162
5.2.2. Техногенные условия Надымской площади.....	164
5.3. Техногенная трансформация инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны.....	176
5.4. Рекомендации по минимизации негативных последствий проявления ЭГП и процессов сезонного промерзания и оттаивания горных пород на урбанизированных территориях долинных областей криолитозоны.....	184
Выводы.....	186
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (Грязнов О. Н.).....	189
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	191

ВВЕДЕНИЕ

Кафедрой грунтоведения и инженерной геологии МГУ и ВСЕГИНГЕО по инициативе Е. М. Сергеева и под его научным руководством в 50-70-х годах прошлого века впервые было выполнено инженерно-геологическое районирование долин рек Оби, Надыма, Пура, Таза, составлен комплект карт масштаба 1:500000.

Несмотря на многолетнюю историю изучения долинных областей криолитозоны ЯНАО, остается ряд проблем, требующих решения. На наш взгляд, наиболее актуальными являются: необходимость объективной оценки инженерно-геологических условий (ИГУ) территорий, базирующейся на выявлении основных природных компонентов и закономерностей их пространственной изменчивости, выполнение типологического инженерно-геологического районирования в масштабе не мельче 1:50000 для целей дальнейшего освоения территории, оценка трансформации инженерно-геологических условий в пределах участков, подверженных техногенному воздействию.

Геологическая среда городской инфраструктуры является чрезвычайно чувствительной и неустойчивой к техногенным воздействиям. Она претерпевает серьезные нарушения, которые выражаются в интенсификации экзогенных геологических процессов, проявлении комплекса техноприродных процессов, приводящих к существенному изменению температурно-влажностных условий, глубин сезонного промерзания и оттаивания и, как следствие, к деформациям инженерных сооружений.

Предлагаемая работа выполнена с целью изучения и оценки закономерностей формирования инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны ЯНАО и их техногенной трансформации в пределах урбанизированных территорий.

Основными задачами исследований являлись:

- выявление факторов формирования инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны ЯНАО и основных закономерностей их пространственной изменчивости;

- изучение деятельного слоя, как компонента ИГУ, разработка методики его изучения и оценки;
- выполнение типологического инженерно-геологического районирования территории долинных областей криолитозоны ЯНАО;
- оценка техногенной трансформации ИГУ в пределах урбанизированных территорий долинных областей криолитозоны ЯНАО;
- разработка рекомендаций по минимизации негативных последствий техногенной трансформации урбанизированных территорий долинных областей криолитозоны ЯНАО.

В основу монографии положен фактический материал, полученный авторами в процессе полевых и камеральных работ при комплексной гидрогеологической, инженерно-геологической и геоэкологической съемке масштаба 1:50000 Салехардской (2000-2004 гг.) и Надымской (2004-2007 гг.) площадей в составе Ямальской научно-исследовательской геологической экспедиции (ЯНИГЭ) Уральского государственного горного университета, а также результаты НИР, полученные в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (Госконтракт № 02.740.11.0679 от 29.03.2010).

В процессе исследований использован комплекс методов, включающий: изучение, анализ и обобщение геологических, инженерно-геологических и гидрогеологических материалов; маршрутные наблюдения при гидрогеологической, инженерно-геологической и геоэкологической съемке масштаба 1:50000 Салехардской и Надымской площадей; опробование грунтов; лабораторные исследования проб грунтов, подземных и поверхностных вод в аккредитованных лабораториях по аттестованным методикам; математические методы обработки информации с использованием компьютерных технологий; методы создания картографических моделей и баз аналитической информации.

Результаты исследований, отраженные в монографии, позволяют минимизировать негативные последствия техногенной трансформации ИГУ при освоении новых территорий долинных областей криолитозоны. Основные положения работы используются Комитетом по архитектуре и градостроительству администрации Муниципального образования г. Надым при планировании осваиваемых территорий, а также при совершенствовании генерального плана разви-

тия города. Они могут быть использованы проектными и изыскательскими организациями в качестве базовых положений для оценки ИГУ естественных территорий и городской инфраструктуры в сходных природных и природно-техногенных условиях, оценки глубин сезонного оттаивания и сезонного промерзания, обоснования технических методов защиты зданий и сооружений.

Авторы выражают глубокую благодарность и искреннюю признательность коллегам по совместной работе за оказанную поддержку, помощь и дружеское отношение.

Авторы благодарны руководству Департамента природно-ресурсного регулирования и развития нефтегазового комплекса, администрации ЯНАО, администрации г. Салехарда и г. Надыма, руководству «Ямалнедра» за оказанное содействие при сборе материалов и проведении работ.

Глава 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, АНАЛИЗ РАННЕ ПРОВЕДЕННЫХ РАБОТ

Под инженерно-геологическими условиями (ИГУ) территории, по В. Т. Трофимову [12], понимается вся совокупность природных геологических условий, которые определяют планирование размещения на них различных видов строительства, рациональное использование этой территории, выбор районов и мест расположения различных сооружений, устойчивость и нормальную их эксплуатацию и условия производства строительных и горных работ, способов оптимального управления геологической средой.

В связи с реализацией Государственного проекта «Урал промышленный – Урал Полярный», резко возрос уровень хозяйственного освоения районов севера Западной Сибири. Это привело к проектированию и строительству новых объектов промышленной и транспортной инфраструктуры на неосвоенных территориях, а также интенсификации развития инфраструктуры уже освоенных территорий долинных областей криолитозоны ЯНАО.

При проведении собственно геологических исследований на рассматриваемой территории, практически с начала упоминаний о них, специального изучения гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий не проводилось. В ряде работ приводилась информация общего характера по поверхностным водам, большей частью на предмет использования их в питьевых целях, а также по наличию “вечной мерзлоты” в регионе.

В 1945–1948 гг. экспедиция Института мерзлотоведения АН СССР проводит исследования в долине р. Полуй. Результатом работ явилась схема развития и характеристика текстурных особенностей многолетнемерзлых пород.

В 1949–1953 гг. экспедицией Желдорпроекта МВД проведены изыскания под железнодорожную ветку Салехард – Игарка. Исходя из задач исследований и оснащения технической базы, результаты работ дают предварительное представление о гидрогеологических и геокриологических условиях изученной площади, а именно о первом от поверхности водоносном горизонте, большей

частью по участкам, приуроченным к долинам наиболее крупных водотоков, являющихся таликовыми зонами, о наличии “вечной мерзлоты”.

В 1960–1961 гг. Западно-Сибирской экспедицией Института мерзлотоведения им. В. А. Обручева [27] выполнены региональные геокриологические исследования на Пур-Тазовском и Полуйско-Надымском междуречьях. В процессе изучения вертикального строения мерзлоты применялась электроразведка методом ВЭЗ. Данная территория на геокриологической схеме выделяется как зона островного развития мерзлоты.

В 1962–1968 гг. экспедицией института «Гидропроект» [36] проведены инженерно-геологические изыскания в районе среднего и нижнего течения р. Обь в связи с проектированием Нижнеобского водохранилища. По результатам работ составлен комплект карт масштабов 1:200000–1:500000: геологическая, мерзлотно-гидрогеологическая, инженерно-геологическая, ландшафтная, геологические и мерзлотно-гидрогеологические разрезы.

Открытие нефтяных и газовых месторождений Надым-Пуровского междуречья обусловило изучение вопросов гидрогеологии и инженерной геологии этого района. С начала 70-х годов значительный объем инженерно-геологических крупномасштабных изысканий на данной территории выполняли трест «УралТИСИЗ» и Надымская изыскательская экспедиция «НИПИ-инжнефтегазстрой». Изыскания для возведения профильных объектов энергетики и транспорта на данной территории выполнялись специалистами Ленаэропроекта (1972), СибНИПИГазстроя (1972–1976), Фундаментпроекта (1991), Гипропроречтранса (1978), Оргэнергостроя (1986), ТюменьНИИГипрогаза.

В 1984 и 1988 гг. специалистами УралТИСИЗа выполнены обобщение и систематизация материалов этих исследований. Позднее, вплоть до середины 90-х годов, в пределах г. Надыма и на прилегающих территориях были продолжены инженерно-геологические изыскания под отдельные объекты жилищно-коммунального и промышленного назначения [39].

Задача изучения инженерно-геологических условий областей долин крупных рек криолитозоны была поставлена перед научным сообществом в 50-х годах прошлого столетия. У истоков инженерно-геологического изучения стоял заведующий кафедрой грунтоведения и инженерной геологии, декан геологического факультета МГУ Е. М. Сергеев. Под его научным руководством в пе-

риод 50-70-х годов прошлого века в рамках договорных работ ВСЕГИНГЕО впервые было проведено общее инженерно-геологическое районирование долин рек Оби, Надыма, Пура, Таза. В данных исследованиях в разные периоды принимали участие сотрудники кафедры грунтоведения и инженерной геологии С. С. Поляков, Э. М. Буравлева, А. С. Герасимова, И. С. Лурье, В. Т. Трофимов и др. По результатам работ составлен комплект карт масштаба 1:500000.

Белый Л. Д. (1964) писал, что «...выделение на карте районов с разной сложностью инженерно-геологических условий будет более понятно и планисту, и экономисту, и проектировщику, и строителю. Им гораздо сложнее разобраться в карте, на которой территория разделена по геоструктурным, геоморфологическим и другим признакам».

Рядом исследователей выполнено изучение отдельных компонентов инженерно-геологических условий, таких как: геокриологические условия (Попов А. И., 1948; Кудрявцев В. А., 1961; Ершов Э. Д., 1989; Крицук Л. Н., 2010); режим подземных вод (Анпилов В. Е., 1984); температурный режим грунтов и процессы промерзания и оттаивания (Балобаев В. Т., Павлов А. В., 1966, 1983, 1991, 2004; Фельдман Г. М., 1977, 1988; Хрусталева Л. Н., 1971, 2002, и др.; ВСЕГИНГЕО велись наблюдения на Надымском и Марре-Салинском мерзлотных стационарах); развитие экзогенных геологических процессов (Емельянова Т. Я., 1990; Шур Ю. Л., 1988) [18, 22, 23].

Важную роль в выявлении закономерностей формирования инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны сыграли работы, выполненные Ямальской научно-исследовательской геологической экспедицией (ЯНИГЭ) Уральского государственного горного университета при проведении комплексной гидрогеологической, инженерно-геологической и геоэкологической съемки масштаба 1:50000 Салехардской (2000-2004) и Надымской (2004-2007) площадей [37, 38].

К сожалению, нынешний опыт освоения долинных областей криолитозоны указывает на то, что изучению и оценке инженерно-геологических условий территорий ныне существующих городских агломераций уделялось недостаточно внимания. Это повлекло высокий процент деформаций зданий и сооружений в крупных и мелких городах (30–35 % от их общего числа). Деформации зданий и сооружений нередко достигают аварийного состояния, что подвергает

большому социальному риску проживающее население. Емельянова И. А. [1] рассмотрела вопросы прогноза изменения инженерно-геологических условий городской инфраструктуры в криогенной зоне Западной Сибири (на примере г. Надым).

Анализ материалов ранее проведенных работ показывает, что эффективность детальных исследований инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны на ранних стадиях определяется, в первую очередь, выявлением основных факторов инженерно-геологических условий и закономерностей их пространственной изменчивости; выполнением типологического инженерно-геологического районирования в масштабе не мельче 1:50000, для целей дальнейшего освоения территории; оценкой трансформации инженерно-геологических условий в пределах участков, подверженных техногенному воздействию.

Выводы

При собственно геологических исследованиях на рассматриваемой территории, практически с начала упоминаний о них, изучение гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических условий не проводилось. В ряде работ приводилась лишь информация общего характера.

Открытие нефтяных и газовых месторождений Надым-Пуровского междуречья обусловило изучение вопросов гидрогеологии и инженерной геологии этого района. Основное направление этих исследований – изыскания для строительства промышленных и гражданских зданий, линейных транспортных и энергетических сооружений, магистральных трубопроводов и т. д. Объектом изысканий являлись горные породы и их физико-механические свойства.

Проблема изучения инженерно-геологических условий областей долин крупных рек Севера Западной Сибири поставлена академиком Е. М. Сергеевым. Научно-методические основы регионального изучения и оценки ИГУ долинных областей криолитозоны в масштабе 1:500000 заложены работниками кафедры грунтоведения и инженерной геологии МГУ С. С. Поляковым, И. С. Лурье, В. Т. Трофимовым и др.

Выявление основных факторов формирования инженерно-геологических условий долинных областей криолитозоны ЯНАО и закономерностей их пространственной изменчивости как основы типологического инженерно-геологического районирования в масштабе 1:50000 является важной и актуальной задачей.

Научная монография

Олег Николаевич Грязнов
Ирина Валерьевна Абатурова
Иван Андреевич Савинцев
Ирина Андреевна Емельянова
Ирина Геннадьевна Петрова
Любовь Александровна Стороженко

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДОЛИННЫХ ОБЛАСТЕЙ
КРИОЛИТОЗОНЫ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА
И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕНЕЗА

Под редакцией профессора Грязнова О. Н.

Редактор изд-ва *Л. В. Устьянцева*
Компьютерная верстка *Е. В. Голдырева*

Подписано в печать 23.07.2014 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Печать офсетная. Печ. л. 12,25. Уч.-изд. л. 12,0. Тираж 100. Заказ 1953.2.

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано в типографии ИП Пермяков С.А.
426035, г. Ижевск, ул. Тимирязева, 5.