

Гребенец В.И.¹, Толманов В.А.¹, Гюнтер Ф.^{1,2}, Юров Ф.Д.¹

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра криолитологии и гляциологии, г. Москва, vgreb@inbox.ru

² Alfred Wegener Institut, Potsdam, Germany

ЛАНДШАФТНО-МЕРЗЛОТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВТОРОЙ КАРГИНСКОЙ ТЕРРАСЫ (ЛЕВОБЕРЕЖЬЕ НИЗОВЬЕВ ОБИ)

В последнее время Арктические регионы России являются зонами стратегического освоения. На пересечении многих экономических интересов оказалась территория левобережья низовьев Оби (Лабытнанги–Обская–Харп, трасса на Бованенково и, в перспективе, реализация авто- и железнодорожного сообщения до станции Полуночная в рамках проекта «Урал Полярный–Урал Промышленный»). Развязки газотранспортных магистралей, энергетические объекты, добыча молибдена в массиве Рай-Из и инертных материалов на этой территории (Приуральский район ЯНАО), проекты по созданию высокотехнологичных комплексов серверов и других инновационных решений требуют тщательного инженерно-геокриологического обеспечения.

Исследования ландшафтно-мерзлотных особенностей левобережья Оби являются базовыми при получении современной информации о состоянии вечной мерзлоты на данном участке в настоящее время. Следует отметить, что ранее (1940–80-е гг.) территория была достаточно хорошо изучена и описана при изысканиях для прокладки дороги на Лабытнанги, моста через Обь, для устройства объектов ПАО «Газпром» и т.п. Однако, заметные климатические изменения в последние 30–40 лет [3] и существенное нарастание техногенной нагрузки на хозяйственно освоенные и перспективные к застройке территории требуют дополнительных исследований состояния мерзлоты и ландшафтов в окрестностях поселков Лабытнанги, Харп, Обская и транспортных магистралей этой территории. Подобные исследования были проведены нами в 2016–2018 гг., они показали заметные изменения ландшафтно-мерзлотных условий и выявили активизацию опасных инженерно-криогенных процессов.

В пределах ключевых участков проводились детальные исследования; определялись геоморфологический уровень территории, в частности мезо- и микрорельеф, устанавливались географические координаты с помощью GPS, изучались биогеографические сообщества и оценивалось их влияние на мерзлотные условия, фиксировалось наличие и активность криогенных процессов, изучались глубины деятельного слоя (рис. 1). Устраивались почвенно-грунтовых шурфы и разрезы, по которым производилось описание строения, структуры и текстуры горизонтов, осуществлялась термометрия и определялись особенности криогенного строения.

Регион отличается сложными условиями, связанными с наличием высокотемпературной и относительно маломощной прерывистой вечной мерзлоты [1]. Актуальность исследования связана с необходимостью

разграничения талых и мерзлых зон, для оценки интенсивности развития опасных криогенных процессов и явлений.



Рис. 1. Изучение ландшафтно-мерзлотных условий (слева) и обнажения верхнеплейстоценовых отложений в районе станции «Обская»

Исследования проводились в пределах 2 ландшафтных зон: тундра (южная и типичная) и лесотундра. Территории – относительно ровные поверхности, осложненные озерами и ложбинами стока; характерна заболоченность. Анализ космических снимков последних десятилетий показал нарастание процессов заболачивания, заозеренности и определенный сдвиг на север лесотундры и зоны северной тайги, что, несомненно, указывает на определенные тенденции к деградации вечной мерзлоты.

В регионе в пределах тундровых пространств существуют вечномерзлые породы (мощностью до 5–70 м, с температурой минус 1–2,5°C), лесные массивы (обычно- березово-елово-лиственничные редины или криволесья – расположены по долинам рек) маркируют таликовые зоны. Анализ космоснимков и полевые маршруты показали, что в районе Харп–Обская–Лабытнанги и севернее на 20–25 км тундровые территории занимают около трети всей площади. При полевых наблюдениях детальные исследования проведены на полутора десятках «ключевых участков», ниже рассмотрены два из них: 1) в пределах талой (залесенной) зоны с акцентом на изучение палеогеографической обстановки и описании отложений; 2) в тундре, где основное внимание было уделено описанию ландшафтных особенностей различных природно-территориальных комплексов (ПТК), температурным измерениям, изучению сезонно-талого слоя (СТС).

1) Исследование обнажений проводилось в карьере по добыче песка, который расположен в 12 км восточнее пос. Харп, на 2-й Каргинской террасе в лесотундре. Карьер устроен на относительно ровной поверхности 2-й Каргинской озерно-аллювиальной террасы, занятой на этом участке березово-елово-лиственничной рединой. Особенностью территории является отсутствие вечной мерзлоты и наличие достаточно мощного слоя сезонного промерзания. Обнажение представляет из себя мощную пачку слоистых песков

казанцевского возраста (III^2), перекрытых с поверхности плохоотсортированными супесчано-суглинистыми материалами с большим количеством валунно-галечникового материала зырянско-сартанского криохрона. Причем в этой верхней пачке встречается огромное количество весьма окатанных обломков. Существуют разные мнения насчет генезиса этих обломков [1]: а) район находится в непосредственной близости от горного массива, и отложения считаются моренными б) обломки сформировались в прибрежно-морских условиях (чем и объясняется их окатанность), близких к горной системе и частично – это аллювий, приносимый с горных территорий. Мощность этой пачки весьма изменчив: от 1,5 до 4 м, в обнажении – 2,5 м. Возраст верхней толщи – $IaIII^3$. На большей части обнажения – казанцевские пески $aIII^1$, горизонтально идет смена фаций: русловая, пойменная. В обнажении вскрыты псевдоморфозы по повторно-жильным льдам. Высота зачистки – 210 см (рис. 2). Все грунты – незасоленные, талые.

Разрез представлен, в основном, чередованиями нескольких десятков слоев песков. Эти слои отличаются, прежде всего, по цвету, далее по гранулометрическому составу и по количеству и качеству включений. Достаточно общей характеристикой этих песков является то, что они, в основном, непывелатые. Это свидетельствует о том, что в период седиментогенеза криогенез почти не проявлялся, то есть они формировались в относительно теплое время в условиях крупной речной системы. Пески преимущественно средне- и крупнозернистые, что весьма характерно для русловой фации аллювия и для пойменных отложений, в верхней части толщи появляются хорошо окатанный горизонт гравийного материала.

Вскрыты псевдоморфозы по повторно-жильным льдам (рис. 3), в отличие от вмещающих отложений (хорошо промытых средне-крупнозернистых песков) жилы заполнены тонко-мелкозернистыми песками, супесями и суглинками. Следует отметить, что в целом на поверхности наблюдается блокообразный рельеф. Расстояние между мощными вытаявшими жилами составляет 30–60 м.

Изучение обнажений и отдельных зачисток в регионе, а также работа с фондовыми материалами показали, что в регионе в верхнем плейстоцене–голоцене преобладали озерно-аллювиальные и болотно-озерные процессы, что и обусловило широкое распространение песков. Генезис верхнего завалуненного горизонта остаются дискуссионным (гляциальные или гляциально-морские). Следует отметить, что наличие псевдоморфоз, заполненных пылеватым мелкозернистым, заметно снижает качество песка, используемого в регионе для устройства различных подсыпок.

2) Для тундровых пространств региона исследований характерно, во-первых, наличие обширных (до 4–6 км) озерно-хасырейных типов местности; во-вторых, определенная приуроченность к водораздельным или более возвышенным участкам, в-третьих, преимущественное распространение южных тундр с мощной кустарниковой растительностью.



Описание пачки Казанцевских песков (снизу–вверх):

190–240 см – пачка песков от крупнозернистых и гравелистых в нижней части до песчано-гравийно-галечниковых отложений в верхней части, количество гальки увеличивается с высотой, прослеживаются отдельные прослои тонкозернистого песка, сильно обогащенного дендритом, что может свидетельствовать о формировании в условиях низкой поймы. Если в нижней части ожелезнение носило полосчатый характер, то в верхней части слоистость различается и по гранулометрическому составу, то есть большее или меньшее содержание гальки. Фактически, чередуется осадконакопление от бечевника и фации низкой поймы к фациям высокой поймы.

160–190 см – песок среднезернистый, рыжеватый. В нижней части с заметными прослоями дендрита, практически нет включений, ожелезненный, в целом имеет косослоистый характер. Граница – контрастная (перерыв в осадконакоплении).

110–160 см – песок светло-серый, мелко-среднезернистый без включения гравия, с тонкой слоистостью. Практически неожелезненный, с весьма малым количеством дендритовых включений. Переход от нижнего горизонта – достаточно четкий, что может свидетельствовать о прекращении осадконакопления. Переход к следующей пачке – постепенный. Песок относительно плотный и маловлажный.

90–110 см – песок крупнозернистый, гравелистый с включениями черных прослоев, которые могут свидетельствовать либо о чрезвычайно богатой фауне и флоре, либо о наличии больших пожаров.

0–90 см – состоит из практически субгоризонтальных слоев, достаточно четко различающихся по цвету (от светло-серого до темно-охристого) и по составу от гравелистого до среднезернистого. Мощность прослоев от 1–2 до 8–10 см. Включения гальки до 2–3 см приурочены к отдельным прослоям. Многие из слоев обогащены дендритом. Песок достаточно плотный и влажный.

Рис. 2. Зачистка обнажения

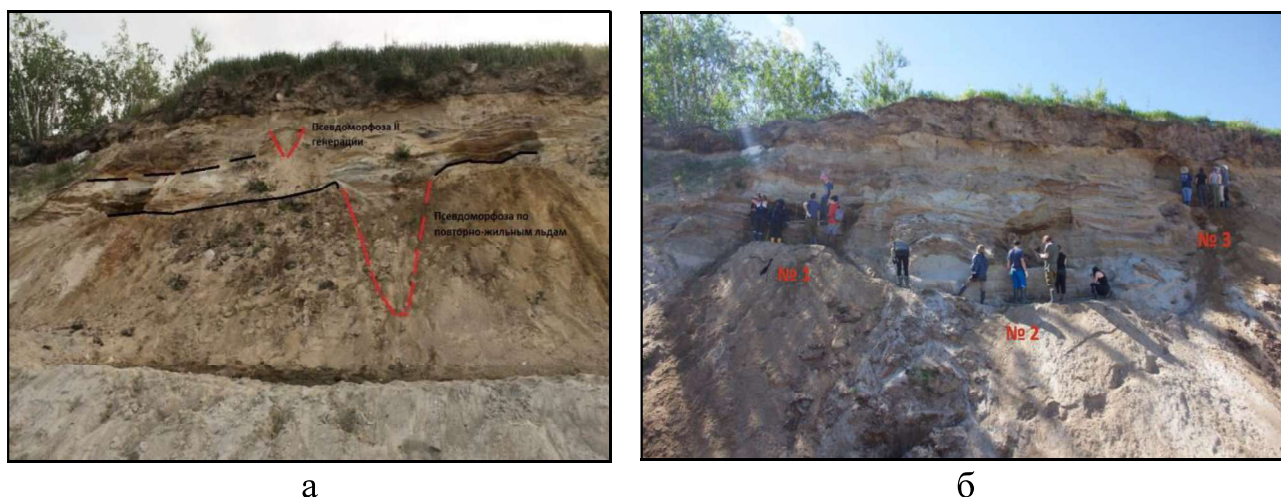


Рис. 3. Обнажение верхнеплейстоценовых отложений с мощной пачкой Казанцевских аллювиальных песков, перекрытых супесчано-суглинистыми несортированными грунтами.

Псевдоморфозы по повторно-жильным льдам. а – июль 2016 г., б – июль 2017 г.

Фото В.А. Толманова

Детальные исследования (см. ниже), проведенные в 12 км севернее пос. Обская на 2-й Каргинской террасе, относительно ровной, осложненной отдельными ложбинами стока, термокарстовыми озерами и насыпями для дорог, показали большую мозаичность разных типов (подтипов) природно-территориальных комплексов (ПТК) в тундре, в ходе маршрута выявлено несколько разных выделов в пределах южной и типичной тундры.

Южная тундра занимает пологие склоны южной экспозиции с кочковато-бугорковатой поверхностью и кустарниково-кустарничковой растительной ассоциацией на бедных тундровых оторфованных почвах на супесчаном субстрате.

Типичная тундра весьма мозаична. В ложбинах стока выделяются два ПТК: во-первых, кустарниково-моховая растительная ассоциация на тундрово-торфяных почвах на относительно дренируемых бугорках; во-вторых, осоково-пушицево-моховая растительная ассоциация на обводненных тундрово-торфяных почвах в пределах небольших относительно выровненных депрессий на местах вытаявания маломощных повторно-жильных льдов, приуроченных к современным торфяникам. Третий тип – относительно мощные полигональные торфяниками с повторно-жильными льдами (рис. 4).

Четвертый ПТК – ровные слабонаклонные участки, где прослеживаются возвышенные кочкообразные поверхности с кустарничково-моховой растительной ассоциацией, имеются отдельные небольшие (до 5–8 м) ложбины стока или вытаявшие понижения с осоково-моховой растительной ассоциацией. Пятый ПТК (рис. 5) – прибрежные участки большого (до 1–1,2 км) термокарстового озера, с термоабразионным размывом льдистых полигональных торфяников, с большим количеством фрагментов полигонально-жильного рельефа; поверхность занята кустарничково-осоково-моховыми растительными ассоциациями.



Рис. 4. Элементарная жилка, вскрытая между полигональными торфяниками.
Июль 2017 г., Каргинская терраса, 12 км севернее ст. Обская.



Рис. 5. Водораздельная поверхность, озерно-хасырейный тип местности, Каргинская терраса.
Июль 2017 г.

Измерения глубины СТС (середина июля 2017 г.) показали существенные различия в зависимости от типа ПТК: в кустарниковой юной тундре – до 110–120 см, в пределах полигональных торфяников – 25–40 см. В шурфах для каждого типа проведены измерения температуры по глубине СТС. Интересные результаты получены при исследовании влияние микрорельефа местности и характера растительности на глубину СТС (табл.): чем мощнее слой мха и торфа, тем выше теплоизолирующая роль почвенно-растительных покровов; однако при избыточном увлажнении (увеличении осоки и пушицы влагалищной в составе растительных ассоциаций) мохово-торфяной покров заметно увеличивает свою теплопроводность.

Оценка теплоизолирующей роли различных покровов

| Основной тип растительности | Температура на поверхности грунта, °С | Температура на глубине 10 см, °С |
|--|---------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Betula nana, Ledum palustre</i> | 17,1 | 5,4 |
| <i>Betula nana, Sphagnum</i> | 21,5 | 8,3 |
| <i>Ledum palustre, Sphagnum</i> | 20,4 | 6,3 |
| <i>Sphagnum</i> | 24,8 | 9,8 |
| <i>Ledum palustre, Carex, Sphagnum</i> | 18,7 | 3,2 |
| <i>Larix sibirica, Salix pulchra</i> | 17,6 | 10,5 |

Мерзлотные условия левобережья низовьев Оби на юге Ямала и в предгорьях Полярного Урала отличаются сложностью: мерзлота прерывиста, высокотемпературна, активны криогенные процессы, прежде всего, термокарст, морозное пучение в глубоких горизонтах сезонного промерзания или протаивания. Лесные участки приурочены к таликовым зонам, тундровые пространства (примерно треть всей площади на широте Полярного круга) – к территориям с вечной мерзлотой. Породы в верхней части разреза представлены преимущественно слоистыми аллювиальными песками Казанцевского возраста. В более «теплых» ландшафтах (северная тайга, южная тундра) глубина СТС на Каргинской террасе в 1,5–4 раза превышает этот показатель в типичной тундре. Почвенно-растительный покров (10 см мощность) снижает теплоток в грунты в 2–6 раз.

Мерзотно-геологические условия являются весьма сложными для строительства и эксплуатации зданий и сооружений, транспортных систем, активизация в последнее время опасных криогенных процессов требует дополнительных инженерно-геокриологических решений для повышения надежности инфраструктуры в этом регионе Арктики.

Работа выполнена при поддержке проекта РФФИ 18-05-60080 «Опасные нивально-гляциальные и криогенные процессы и их влияние на инфраструктуру в Арктике».

Список литературы

1. Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности / В.В. Баулин, Е.Б. Белопухова, Г.И. Дубиков, Л.М. Шмелев. М.: Наука, 1967. 214 с.

2. Трофимов В.Т., Баулин В.В., Васильчук Ю.К. Геокриологическое районирование Западно-Сибирской плиты // Геокриология СССР. Западная Сибирь / Под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра, 1989. С. 159–162.
3. IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Core writing team R.K. Pachauri, L.A. Meyer (eds.). Geneva: IPCC, 2014. 151 p.