



# ОПАСНЫЕ СМЕЩЕНИЯ В МАССИВАХ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕСТЯХСКОЙ ТЕРРАСЫ РЕКИ ЛЕНЫ

## HAZARDOUS DISPLACEMENTS IN THE ALLUVIAL MASSIVES OF THE BESTYAKH TERRACE OF THE LENA RIVER

**ДОСТОВАЛОВ В.Б.**

Ведущий специалист ОАО «Проекттрансстрой», г. Москва,  
geology@ptst.ru, pts@ptst.ru

**КОРОЛЕВ А.А.**

Главный специалист ОАО «Проекттрансстрой», г. Москва

**DOSTOVALOV V.B.**

A leading specialist of the «ProyektTransStroy» OJSC, Moscow,  
geology@ptst.ru, pts@ptst.ru

**KOROLEV A.A.**

A leading specialist of the «ProyektTransStroy» OJSC, Moscow

### Ключевые слова:

многолетнемерзлые грунты, межмерзлотный талик, подземные воды, сейсмоактивность, поверхностные геологические процессы, актуальность, хозяйственное развитие, экология, инженерно-геологические условия.

### Key words:

permafrost soils; interpermafrost talik; groundwater; seismic activity; surface geological processes; urgency; economic development; ecology; engineering-geological conditions.

### Аннотация

**В статье рассматриваются своеобразие и уникальность некоторых поверхностных геологических процессов, выявленных в результате дешифрирования материалов аэро- и космической съемки Бестяхской террасы на правом берегу р. Лены при проведении инженерно-геологических изысканий под железнодорожное строительство. Отмечается значимость и опасность этих процессов при хозяйственном освоении территории.**

Повышенный интерес к современным экзогенным геологическим процессам, развитым в пределах распространения среднечетвертичных отложений реки Лены, вполне закономерен, т.к. приближение к ее якутскому правобережью стоящей железной дороги Беркакит — Томмот — Якутск становится естественным импульсом для развития дорожной сети этого региона и, следовательно, основой для дальнейшего хозяйственного освоения огромных восточных территорий. Кроме того, здесь же планируется строительство порта и перевалочной базы для расширенной транспортировки грузов вниз по реке.

Названные причины неминуемо потребуют самого пристального изучения инженерно-геологической обстановки в области распространения аллювиальных отложений на Бестяхской террасе на правом берегу р. Лены. Основные цели настоящей статьи — усилить интерес специалистов к этой территории, показать сложность и высокую интенсивность ее современного геологического развития, потенциальную опасность ее инженерно-геологических условий, необходимость их углубленного изучения и проведения инженерно-геологического мониторинга при изысканиях, проектировании, строительстве и эксплуатации железнодорожной магистрали Беркакит — Томмот — Якутск и других инженерных сооружений.

Среднечетвертичные аллювиальные отложения Бестяхской террасы хорошо изучены, они представлены очень однообразной толщей мелкозернистых песков, редкими линзами супесей и суглинков общей мощностью до 60 м, почти повсеместно залегающими на среднекембрийских известняках и доломитах усть-ботомской свиты. В основании этих аллювиальных отложений встречены гравийно-галечниковые грунты [5, 6].

Для данной территории характерно сплошное распространение многолетнемерзлых грунтов,

### Abstract

**The article deals with peculiarity and uniqueness of some surface geological processes revealed using interpretation of aerial photographs and satellite images of the Bestyakh Terrace on the right bank of the Lena River obtained during engineering-geological survey for railway construction. The authors note importance and hazard of these processes for economic development of the territory.**



Рис. 1. «Отпрепарированные» в результате эрозии склоны средней крутизны (р. Алдан)

за исключением сквозного подруслового талика р. Лены. Подошва слоя мерзлых пород имеет абсолютную отметку минус 200 м, которая выдерживается на весьма значительной площади (с очень небольшими отклонениями, причем вне зависимости от высоты земной поверхности).

Таким образом, исходя из того что определяющим фактором для глубины промерзания грунта (ГПГ) на рассматриваемой территории является глубинное тепловое поле Земли, правомерно предположить, что период промерзания был весьма значительным по времени. Это, в свою очередь, исключило возможность влияния рельефа на ГПГ [7].

В разное время разными авторами высказывалось мнение [1, 3, 4], что образование обширного межмерзлотного талика в пределах распространения аллювиальных отложений Бестяхской и отчасти Тюнголюнской террас р. Лены было вызвано кратковременной с геологической точки зрения «климатической оттепелью», вызвавшей дифференцированное оттаивание земной поверхности на различную глубину. Очевидно, что глубина протаивания при этом определялась абсолютными отметками рельефа, теплоемкостью и проницаемостью слагающих тот или иной участок грунтов и микроклиматом на каждом из этих участков.

Последующее похолодание вызвало новый этап промерзания поверхности, в результате чего «новая» мерзлота на большей части территории слилась с более древней. При этом межмерзлотный

талик в пределах средних террас р. Лены является остаточным явлением на участках с минимальными высотными отметками, максимальной проницаемостью и незначительной теплоемкостью грунтов (для этих участков было характерно наибольшее протаивание во время «климатической оттепели»).

Анализ космических снимков [10] подтвердил правомерность этой точки зрения. Более того, результаты их дешифрирования выявили, что



Рис. 2. Выход напорных подмерзлотных вод (природный комплекс Булуус, фото А.И. Андриянова)

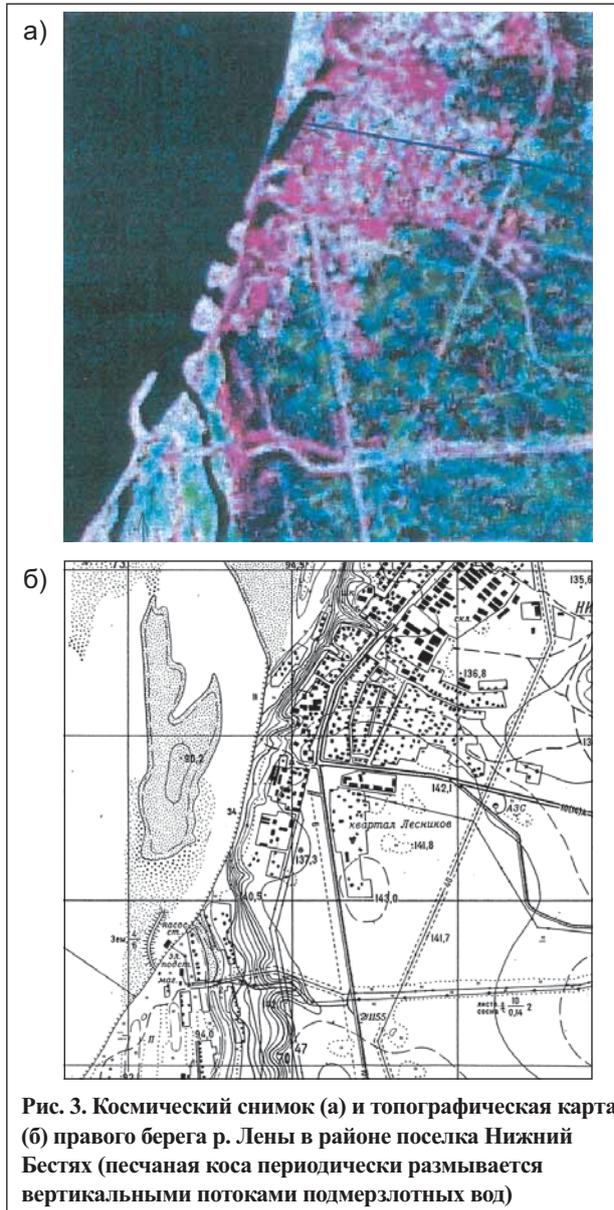


Рис. 3. Космический снимок (а) и топографическая карта (б) правого берега р. Лены в районе поселка Нижний Бестях (песчаная коса периодически размывается вертикальными потоками подмерзлотных вод)

период «климатической оттепели» характеризовался большим количеством атмосферных осадков, резко усиливших денудационные процессы (рис. 1) и переуглубление долин малых рек — притоков р. Лены.

После завершения этого периода уменьшение количества атмосферных осадков, по-видимому, происходило с некоторым отставанием от снижения среднегодовых температур, следствием чего явилось образование грунтов «ледового комплекса» и аналогичных по льдонасыщенности подсклоновых отложений левобережья р. Лены.

Описываемая территория, как известно, обладает повышенной сейсмичностью и характеризуется разнонаправленными движениями блоков земной коры. Это вызвало образование обширных зон дробления, подъемов, опусканий и перекосов блоков земной коры относительно друг друга. Зоны дробления явились коллекторами подмерзлотных вод благодаря повсеместному развитию толщи многолетнемерзлых пород и наличию регионального водоупора.

В то же время зоны дробления и особенно их «узлы» в местах пересечения между собой крупных активных разломов создали зоны проницаемости с постоянно действующими восходящими потоками напорных подмерзлотных вод, которые обусловили возникновение там уникальных природных комплексов, расположенных вблизи полосы варьирования проектируемой железной дороги Беркакит — Томмот — Якутск, таких как Булуус, Улухан-Тарынг, Ерюю и др. Причем практически у всех этих «памятников природы» отмечены грифонообразные выходы подмерзлотных вод, пространственно разобщенных с межмерзлотным таликом (рис. 2). Особенно интересны зафиксированные на космическом



Рис. 4. Разрушение склона Бестяхской террасы в результате суффозионного выноса песков из межмерзлотного талика в долину р. Менды (фото С.В. Дайковского)



снимке выходы этих вод, непосредственно в русле р. Лены в районе поселка городского типа Нижний Бестях — возможного места строительства перевалочного речного порта (рис. 3). Здесь береговые песчаные косы на границе Бестяхской террасы и сквозного талика под руслом р. Лены периодически размываются восходящими потоками подмерзлотных напорных вод с образованием своеобразных «котлов», которые исчезают (заполняются песком) при каждом существенном подъеме воды в реке.

Все описанные выше факторы (наличие межмерзлотного талика, его обильная его подпитка напорными подмерзлотными водами, современные движения блоков земной коры, повышенная сейсмичность территории, прорезание межмерзлотного талика долинами малых рек при пересечении толщи отложений Бестяхского комплекса) создают условия для интенсивного выноса песков межмерзлотного талика с образованием пустот и их последующим обрушением. Весьма часто наблюдаются участки деградации склонов долин малых рек с оседанием блоков, нарушением сплошности дернового покрова и разрушением инженерных сооружений (рис. 4). Высокодебитные сосредоточенные выходы межмерзлотных вод с интенсивным выносом талых грунтов приводят к формированию своеобразных эрозионных цирков, часто с образованием ежегодно повторяющихся наледей (в т.ч. в «памятниках природы» Булуус и Ерюю).

Совершенно новым для авторов явилось обнаружение своеобразного «плоского оползня», представляющего собой расположенный над межмерзлотным таликом сместившийся фрагмент верхней мерзлой толщи (массив мерзлых аллювиальных песков Бестяхского комплекса) общей площадью 36 га и массой не менее 10 млн т. (рис. 5, 6). (По-видимому, в непосредственной близости от этого массива находятся еще два подобных «оползня», но с меньшими площадями и амплитудами сдвига и с меньшей «доказуемостью» причин их перемещения.) Описываемый сместившийся блок находится на левом берегу реки Лютенги в 4,5 км юго-восточнее моста чрез нее Амуро-Якутской автомобильной дороги (АЯМ). Его площадь составляет около 36 га, мощность сместившегося пласта — не менее 15 м, максимальная амплитуда сдвига — 50–60 м. Как отчетливо видно на аэрофотосхеме, приведенной на рис. 5, мерзлый блок среднечетвертичных песков Бестяхской террасы надвинут на современные аллювиальные отложения русловой фации. Слева (на южной стороне) уверенно дешифрируется расширяющаяся трещина отрыва с обнажением зеркала скольжения — поверхности нижней мерзлой толщи, а справа — шлейф выдавившихся из-под сместившегося блока песков (своеобразной «смазки» в прошлом), в настоящее время промерзших и предположительно льдистых. Для авторов оказалось невозможным определить генетический тип этих отложений, несмотря на то

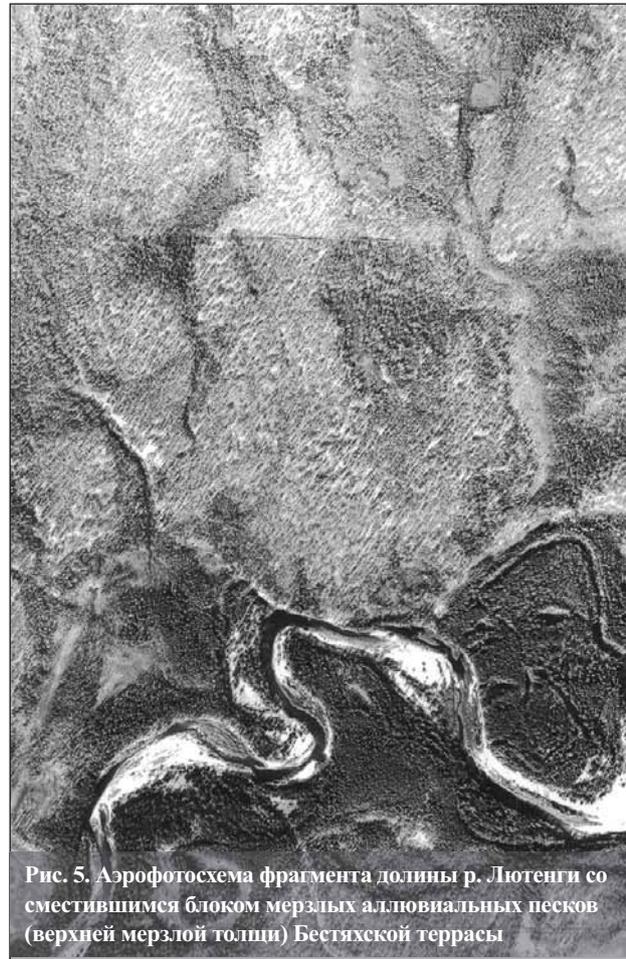


Рис. 5. Аэрофотосхема фрагмента долины р. Лютенги со сместившимся блоком мерзлых аллювиальных песков (верхней мерзлой толщи) Бестяхской террасы

что их происхождение вполне очевидно: выдавливание насыщенных водой песков в результате смещения подвижного блока. В результате его движения на его переднем торце возникло большое количество дугообразных трещин отрыва с образованием мелких оползневых тел, смещающихся в сторону реки. Сам массив также подвергся интенсивному растрескиванию, но оно, по-видимому, в настоящее время «залечено» из-за смерзания противоположенных сторон трещин. Очевидно, что подобные смещения значительных по объему и массе песчаных блоков возможны только при одновременном наличии нескольких природных факторов:

- 1) подвижный блок должен представлять собой некое единое целое (в нашем случае это сцементированные в результате их промерзания аллювиальные пески);
- 2) подстилающий слой должен быть разобленным, допускающим движение, а также необходима определенная «смазка» для слоя скольжения (в рассматриваемой ситуации этим требованиям отвечают талые пески межмерзлотного талика);
- 3) необходим хотя бы минимальный наклон поверхности скольжения для появления сдвиговой составляющей силы тяжести (очевидно, что в результате современных тектонических движений такой наклон в рассматриваемом случае возник);
- 4) необходимо наличие свободного пространства (места) для смещения скользящего блока (в ре-

зультате размыва поверхности Бестяхской террасы с уничтожением верхнего мерзлого горизонта в современной долине р. Лютенги такое свободное для смещения пространство образовалось); 5) для начала движения был необходим своеобразный импульс — достаточно малое по си-

ле землетрясение (для изучаемой территории подобные «встряхи» являются обычным явлением).

Совмещение всех вышеперечисленных факторов во времени и пространстве как раз и привело к смещению значительного блока мерзлых ал-



Рис. 6. Карта поверхностных процессов и явлений участка пересечения Бестяхской террасы долиной р. Лютенги (в 4,5 км юго-восточнее моста Амуро-Якутской железнодорожной магистрали через р. Лютенгу)



лювиальных песков. Подобные ситуации вполне вероятны и при пересечении Бестяхской террасы долинами рек Менда, Тамма и Мыла, что существенно осложняет инженерно-геологическую обстановку на этой перспективной для хозяйственного освоения территории Южной Якутии.

В заключение необходимо подчеркнуть, что авторы данной работы не исключают возможности другого сценария геологического развития описываемой территории (хотя и считают

его маловероятным), однако надеются, что сумели привлечь более пристальное внимание специалистов к правобережью р. Лены в районе г. Якутска, к необходимости его более углубленного инженерно-геологического изучения и проведения инженерно-геологического мониторинга для проектирования, строительства и эксплуатации здесь инженерных сооружений, прежде всего железнодорожной магистрали Беркакит — Томмот — Якутск. ❖

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арэ Ф.Э. Механизм развития и деградации наледи Улахан-Тарынг // Наледи Сибири. М.: Наука, 1969. С. 107–116.
2. Бойцов А.В. Подземные воды Бестяхской террасы реки Лена: вопросы экологии и практического применения // Тезисы докладов на научно-практической конференции «Проектирование и строительство транспортных объектов в условиях Республики Саха (Якутия), Якутск, 2–5 апреля. Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2005. С. 7–9.
3. Босиков Н.П., Васильев И.С., Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты зоны освоения Лено-Алданского междуречья. Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2005. 36 с.
4. Геокриология СССР. Средняя Сибирь / под ред. Э.Д. Ершова. М.: Недра, 1989. 414 с.
5. Геологическая карта 1:200 000 вдоль трассы проектируемой железнодорожной линии Томмот – Якутск. Якутск: Изд-во ПГО «Якутскгеология», Ленская геологическая экспедиция, 1983.
6. Государственная геологическая карта РФ 1:200 000. Р-52-XXII. Якутск: Изд-во ПГО «Якутскгеология», 1993.
7. Достовалов В.Б., Королев А.А. Сохранность памятников природы Якутии при строительстве и эксплуатации железной дороги Тында – Якутск // Инженерные изыскания. 2009. № 11. С. 44–47.
8. Колесников А.Б., Федоров А.А., Шепелев В.В. Особенность нарушенного режима подземных вод в районе источника Булуус (Центральная Якутия) // Материалы 3-й конференции геокриологов России, Москва, 1–3 июня 2005 г. М.: Изд-во МГУ, 2005. Т. 2. Ч. 3. С. 90–95.
9. Материалы выездного совещания Института мерзлотоведения СО РАН об окончательном положении трассы железной дороги Томмот — Кердем в районе памятника «Булуус», Покровск, 8 июня 2005. Якутск: Изд-во ИМЗ СО РАН, 2005.
10. Обеспечение надежности строящихся сооружений железнодорожной линии Томмот — Кердем на участке «ледового комплекса»: материалы семинара-совещания 11–12 сентября 2007 г. в г. Якутске. М.: Транстрояиздат, 2007.

# ГЕОТЕХНИКА

Международный журнал для изыскателей,  
проектировщиков и строителей



Цель журнала —  
знакомство российских специалистов  
с передовым отечественным  
и зарубежным опытом  
в области геотехники

Периодичность в 2012 году:  
**6 номеров**  
Стоимость годовой подписки:  
**3900 рублей**  
[info@geomark.ru](mailto:info@geomark.ru)

Реклама