

**СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ.  
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЯХ**

---

При решении задач открытых горных разработок, с учетом сложной неоднородности среды важно максимально корректно выбрать метод расчета устойчивости откоса. Трещины являются естественными поверхностями ослабления, влияющих на устойчивость бортов, поэтому угол падения естественных поверхностей ослабления и ориентировка относительно простирания борта разреза определяют схему расчета устойчивости откоса. Метод многоугольника сил будет наиболее близок к реальным горно-геологическим условиям

Полученные сведения позволяют выявить опасные структурные неоднородности, закономерности и напряженные состояния, которые важно учитывать в процессе эксплуатации карьера, а также послужить основой для разработки программы мониторинга возможных опасных деформационных участков бортов, а также использоваться при моделировании устойчивости откосов карьера численными методами.

**Литература**

1. Инструкция по изучению инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых при их разведке, 1973 г.
2. Мониторинг состояния откосов уступов и бортов карьеров Монография /Низаметдинов Ф.К., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б., Долгонос В.Н., Радей К., Станькова Г.; Научно-исследовательский геодезический, топографический и картографический институт, пгт. Здибы, Чешская Республика, 2015. – 350 с.
3. Об утверждении классификаций запасов полезных ископаемых: приказ от 7 марта 1997 г. № 40: принят Министерством природных ресурсов Российской Федерации.

**ТИПИЗАЦИЯ ГРУНТОВЫХ ТОЛЩ СЕВЕРО-ДАНИЛОВСКОГО НЕФТЕКОНДЕНСАТНОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО МЕРЗЛОТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ**

**К.О. Тармёнок**

Научный руководитель профессор Строкова Л.А.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Многолетнемерзлые породы достаточно часто встречаются в России. Площадь их распространения составляет 47% (примерно 10 млн. кв. км) территории. В последнее время строительство на вечномерзлых грунтах набирает большие обороты. В большинстве случаев это связано с тем, что в районах распространения таких грунтов сконцентрированы месторождения полезных ископаемых.

Северо-Даниловское нефтегазоконденсатное месторождение в административном отношении расположено на территории Иркутской области Катангского района, в бассейне верхнего течения р. Нижней Тунгуски, в 350 км к северо – востоку от г. Усть-Кута (ж/д станция БАМа и крупнейший речной порт), в 190 км от г. Киренска (речной порт) и в 90 км северо-восточнее Дулисьминского нефтегазоконденсатного месторождения. К северо-востоку от Даниловского месторождения (в 110 км) находится Верхнечонское нефтегазоконденсатное месторождение. Район работ приравнен к районам Крайнего Севера. Район характеризуется плохой проходимостью, бездорожием, сильной залесенностью и заболоченностью. Пути сообщения района весьма ограничены. Основной из них – воздушный через аэропорты Усть-Кут и Киренск. Обустроенных круглогодичных автомобильных дорог в районе пока нет. Основной объем грузов до месторождения перевозится автотранспортом по автозимнику или по р. Нижней Тунгуске в период навигации.

Территория участка характеризуется резко континентальным климатом с холодной продолжительной зимой и коротким относительно жарким летом. Среднемесячная температура воздуха января за многолетний период равна минус 29,2 °С (за 30-летний период 1983 - 2012гг.). Самый теплый месяц июль со среднемесячной температурой воздуха 17,7°С (за 1983-2012гг. – 17,5 °С), но даже в июле температура воздуха может достигать отрицательных значений, абсолютный минимум в июле достигал минус 3°С. Среднегодовая температура довольно низкая: – 7 – 8°С. Отопительный сезон начинается в октябре и заканчивается в апреле – середине мая. Устойчивые морозы с температурой ниже – 40 °С продолжаются в течение 2,5 – 3 месяцев. Снежный покров держится, как правило, около 6 – 7 месяцев, толщина его 50 – 60 см. Глубина промерзания грунта достигает 3 метров. Как правило, на северных склонах встречаются участки вечной мерзлоты, носящей в районе островной характер. Преобладающими направлениями ветров являются западные и северо-западные, которые обычно приносят осадки. Количество выпадающих за год осадков равно 300 – 500 мм, среднегодовое количество осадков с поправками на смачивание за 1983-2012гг. равно 359 мм [3], подавляющая часть которых приходится на летние месяцы. В холодный период года устанавливается область высокого давления, преобладает малооблачная погода со слабыми ветрами и малым количеством осадков в виде снега – 25-30% общего годового количества. В теплый период года усиливается циклоническая деятельность, возрастает облачность, около 60-70% годовой суммы осадков выпадает в виде дождей. В течение года фиксируется до 50 дней с туманами.

В гидрографическом отношении водотоки рассматриваемой территории принадлежат бассейну р. Нижняя Тунгуска, крупного правобережного притока р. Енисей, который в этом районе на востоке граничит с бассейном р. Виллой. Гидросеть площади работ развита хорошо. Основу ее составляет р. Нижняя Тунгуска с многочисленными притоками (р. Нэпа, Шиверская, Ямнинская, Бугоркан, Больдиляк и др.), протекающая в субмеридиональном направлении и разделяющая площадь на две почти равные части. Ширина русла реки Нижняя Тунгуска – 100-120 м,

глубина – 0,5-3 м. Река судоходна только в мае-июне. Ледостав на реках начинается в середине октября, а вскрытие – в середине мая.

Рельеф района работ представляет собой горно-холмистую поверхность, расчлененную речной сетью на ряд обширных водоразделов. Территория проектируемых работ относится к таежной зоне с разнообразной растительностью, и преобладанием хвойных пород. В районе наиболее распространены мерзлотно-таежные кислые и оподзоленные, торфяно-болотные почвы, таежные палевые мерзлотные, слабо осолоделые почвы.

Начало геологического изучения Даниловского месторождения относится к 1936-1949 г.г., когда в междуречье рек Нижней Тунгуски, Непы и Лены проводились первые маршрутные исследования (М.М. Одинцов, И. С. Шарапов, Н. И. Фомин и др.). Позднее, в 1950-1962 г.г. проведена государственная съемка масштаба 1:1000000 (Г. А. Кузнецов, Д. А. Туголесов, А. Г. Золотарев и др.), а с 1962 г. – государственная геологическая съемка масштаба 1:200000 коллективом ИргУ (Г. А. Кондратьев, Б. Г. Смолянец, С. Д. Ивликов и др.) и геолого-структурная съемка масштаба 1:50000 в нефтепоисковых целях коллективом опытно-методической экспедиции ВСГУ (Бойко Э. А., Черноусов В. П., Марков В. А. и др.). Этими работами достаточно детально было изучено геологическое строение верхнего комплекса осадочного чехла, сделаны попытки оценить перспективы нефтегазоносности района.

В геологическом строении территории принимают участие четвертичные отложения, перекрывающие образования кембрийской и юрской систем. Отложения кембрийской системы среднего и верхнего отделов представлены породами *верхоленской* и *илгинской* свит ( $E_{2-3vt+it}$ ), сложенными алевролитами, аргиллитами, мергелями, песчаниками, доломитами. Породы этой пачки распространены на всей площади работ. *Укузутская* свита юрского возраста ( $J_{uk}$ ) представлена алевролитами, песчаниками, глинами, реже аргиллитами с прослоями угля и известняками. Отложения свиты имеют повсеместное распространение и слагают преимущественно водораздельные пространства [2].

Четвертичные отложения на территории проводимых работ представлены образованиями элювиального, делювиально-элювиального, аллювиального и озерно-болотного происхождения. преимущественно современного возраста. Элювиальные отложения (eQ) в районе работ распространены практически повсеместно в виде горизонтальных, выдержанных по мощности слоев в интервале глубин с 1,0-15,0 м и представлены как тальмы, так и многолетнемерзлыми тонкодисперсными грунтами (глинами, суглинками супесями). Элювиальные грунты являются продуктом разрушения песчаников, аргиллитов и алевролитов. Элювиально-делювиальные отложения (edQ<sub>IV</sub>) в виде покрова распространены повсеместно и представлены дисперсными глинистыми и крупнообломочными грунтами, невыдержанными по мощности слоев. В районе работ аллювиальные отложения (aQ<sub>IV</sub>), слагающие долины водотоков, распространены локально, в виде переслаивающихся слоев, представленных супесями, суглинками и глинами с редкими маломощными прослоями песков преимущественно пылеватых [2]. Полуускальные породы кембрийской и юрской систем, а также четвертичные отложения находятся как в многолетнемерзлом, так и в талом состоянии.

Район исследований в тектоническом отношении расположен в пределах Ангаро-Вилуйского юрского наложенного прогиба. Структура района состоит из сложнодислоцированного метаморфизованного дорифейского фундамента, слагающего цоколь платформы и в различной степени дислоцированного осадочного чехла. Фундамент района работ является фрагментом Анабарского мегаблока Сибирской платформы, в пределах которого фундамент раздроблен зонами разломов на ряд блоков. Выявлены три основных системы разломов отражающих планетарную систему: субширотная, северо-западная, северо-восточная. Основное влияние на формирование осадочного чехла оказали разломы северо-восточной ориентировки [2]. Ближайшие активные тектонические разломы находятся в пределах Байкальской рифтовой зоны (500 – 1000 км). Какое-либо существенное влияние неотектоника на строительство и эксплуатацию сооружений оказывать не будет [2].

Изучаемая территория находится в южной подзоне высокотемпературных вечномерзлых грунтов островного и частично сплошного распространения. Среднегодовые температуры ММП изменяются от 0°C до минус 1,5°C [1]. Льдистость пород составляет в основном 4-30%. Максимальной льдистостью характеризуется верхняя часть разреза (первые 5-10 м). Грунты преимущественно пластичномерзлые, реже твердомерзлые. Мерзлые породы имеют слоистую и массивную криотекстуру. Температура многолетнемерзлых пород, на исследуемой глубине 10,0 м изменяется от минус 0,73°C до минус 0,56°C.

Гидрогеологические условия изучаемого участка представлены безнапорным водоносным горизонтом, связанными с четвертичными тальми отложениями различного генезиса. К ним приурочены надмерзлотные порово-пластовые воды. Появление этого водоносного горизонта связано с сезонным оттаиванием верхней толщи (до 2,5-5 м) дисперсных грунтов. Водоупором им служат нижележащие многолетнемерзлые грунты. Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка подземных вод осуществляется за счет выхода их в виде родников на склонах, дренажа реками и ручьями, транспирации и испарения в теплый период года.

К неблагоприятным физико-геологическим процессам и явлениям, выделяющимся на исследуемой территории, относятся такие процессы как сезонное промерзание и оттаивание грунтов; морозное пучение грунтов; сейсмичность.

В результате анализа пространственной изменчивости частных показателей свойств грунтов и литологического состава на исследуемом участке, согласно ГОСТ 20522-2012 и ГОСТ 25100-2011, до изученной глубины 10,0-20,0 м, выделено 5 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) среди многолетнемерзлых грунтов: *современные аллювиальные, озерно-аллювиальные отложения* (aQ<sub>IV</sub>, laQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 1 - суглинок легкий песчанистый, пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании тугопластичный; *современные элювиальные отложения* (eQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 2 - суглинок легкий пылеватый, пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании полутвердый; ИГЭ 3 - глина легкая пылеватая, пластичномерзлая, слабльдистая, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании полутвердая; ИГЭ 4 - суглинок дресвяный,

## СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

пластичномерзлый, слабльдистый, слоистой криогенной текстуры, при оттаивании твердый; ИГЭ 5- дровяный грунт с суглинистым заполнителем до 39%, твердомерзлый, слабльдистый, массивной криогенной текстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения; и один среди талых грунтов: *современные элювиальные отложения* (eQ<sub>IV</sub>): ИГЭ 6 – суглинок тяжелый пылеватый, твердый.

Для таких сложных в природном отношении территорий геокриологическая карта является основной формой обобщения фактического геокриологического материала, базой для разработки инженерно-геокриологических прогнозов и природоохранных мероприятий при обустройстве месторождения. Нами составлена легенда такой карты для Северо-Даниловского месторождения, в которой отражены параметры мерзлотной обстановки цветным фоном, отражающем состав, возраст и генезис первых от поверхности стратиграфо-генетических комплексов, специальными знаками показаны: состояние пород (мерзлое, талое); льдистость (сильнольдистые, льдистые, слабльдистые), различные среднегодовые температуры и мощность.

В естественных условиях многолетнемерзлые грунты обладают высокими прочностными свойствами. При сохранении температурного состояния мерзлых грунтов они будут служить надежным основанием для инженерных сооружений. Однако нарушение естественных условий при хозяйственном освоении территории приведет к деградации многолетнемерзлой толщи и к протаиванию мерзлой толщи, что вызовет снижение деформационно-прочностных свойств грунтов.

### Литература

1. Геокриология СССР / под ред. Ершова Е.Д. – М.: Недра, 1989. – 454 с.
2. Геология СССР. Том XVII. Часть 1 / под ред. Одинцова М.М. – М.: Недра, 1962. – 525 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР, выпуск 21 / под ред. Смирнова Н.С. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1990. – 487 с.

## РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ОСВОЕНИЯ РАЙОНА ЗАКАМЬЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

**К.А. Федченко**

Научные руководители доцент Т.Н. Николаева, доцент Л.П. Норова  
*Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия*

Территория Республики Татарстан (РТ) разделена долинами крупных рек на три физико-географических района. Один из них – Закамье, находящийся к югу и юго-востоку от реки Кама. Рельеф рассматриваемой территории отражает ее структурно-тектоническое строение: положительные формы рельефа приурочены к тектоническим поднятиям, сформированным структурами второго и третьего порядка Южно-Татарского свода, а долины рек - к отрицательным структурам. В районе Бугульминско-Белебеевской возвышенности абсолютные отметки земной поверхности достигают 360-380 м. На большей части территории рельеф холмистый, с плоскими водоразделами и глубокими эрозионными врезами.

В геологическом разрезе осадочного чехла Республики Татарстан участвуют палеозойские, мезозойские (юрские и меловые), неогеновые и повсеместно распространенные четвертичные образования. Под четвертичным покровом наиболее широко представлены пермские отложения. Верхняя пермь образована породами уфимского, казанского и татарского ярусов, где с запада на восток происходит смена морских карбонатных и терригенно-карбонатных отложений прибрежно-морскими карбонатно-терригенными и, ближе к Уралу, терригенными континентальными осадками [3]. Неогеновые отложения имеют небольшую распространенность в зонах неотектонических опусканий. В неоген-четвертичное время формировались палео-, пра- и современные долины рек с наличием нескольких террас.

Территория Закамья относится к наиболее промышленно-освоенной части РТ. Здесь активно ведется добыча горючих полезных ископаемых, строительство дорог, трубопроводов, промышленных и гражданских сооружений. Для целей строительного освоения этой территории целесообразно проводить районирование с обоснованием применения разных методов изысканий, инженерных мероприятий и строительства, учитывая особенности геоморфологических, геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических условий (ИГУ). Для этого анализировались материалы инженерных изысканий на семи объектах района Закамья, выполненных в Татарском научно-исследовательском и проектно-институте нефти ОАО «Татнефть» имени В.Д. Шашина.

Принципиальная схема последовательного инженерно-геологического районирования И.В. Попова [2] в качестве самостоятельных соподчиненных инженерно-геологических единиц выделяет инженерно-геологический регион - область – район и подрайон разного порядка. При крупномасштабном инженерно-геологическом изучении территории внутри подрайонов выделяются инженерно-геологические участки.

В соответствии с геолого-литологическим строением и приуроченностью объектов к разным геоморфологическим элементам на исследуемой территории выделено 4 типа разрезов, характеризующихся разной степенью сложности ИГУ, с выделением грунтов основания и активной зоны. Дальнейшую детализацию инженерно-геологических условий предлагается выполнять посредством выделения подтипов. Для этого в качестве критериев следует использовать мощность отложений в пределах зоны влияния сооружения, глубину залегания уровня