

**Отзыв официального оппонента на диссертацию А.А. Маслакова «Изменение мерзлотных условий приморских равнин Восточной Чукотки под воздействием природных и антропогенных факторов», представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.31 – Гляциология и криология Земли**

Диссертационная работа А.А. Маслакова представляет собой анализ материалов собственных экспедиционных исследований, опубликованных данных и теоретических обобщений, посвященных интересной в научном и практическом отношении проблеме фундаментальных закономерностей мерзлотных условий на слабо изученной территории приморских равнин Восточной Чукотки.

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы (144 наименования) и 1 приложения. Материал работы изложен на 129 страницах машинописного текста, содержит 24 таблицы, 51 иллюстрацию. Структурно работа построена в соответствии с защищаемыми положениями. Цель исследований достигается поэтапно путем:

- выявления частных связей между изучаемыми характеристиками пород и закономерностей их изменений в пространстве на исследуемом участке;
- определения основных факторов и процессов, влияющих на пространственно-временную изменчивость экзогенных геологических процессов исследуемого района;
- моделирования температурного режима многолетнемерзлых грунтов на территории поселения Лорино.

Во введении диссертации обоснована актуальность, сформулирована цель исследования - оценка текущих и прогнозных изменений параметров многолетнемерзлой толщи и интенсивности криогенных процессов Восточной Чукотки под воздействием природных и антропогенных факторов в масштабе нескольких десятилетий. Определены шесть задач, раскрыта научная новизна, защищаемые положения и практическая значимость. Решаемые задачи соответствуют заявленной цели. Приведены сведения об апробации результатов, публикациях, включающих три статьи в базах Scopus, WoS и RSCI.

В последние десятилетия отмечается заметный рост интереса к исследованиям динамики мерзлых грунтов в связи с увеличением промышленного освоения Арктики и проблемой меняющегося климата. Поэтому особую ценность представляет объективные полевые данные о ситуации в данном районе, которые служат основой для моделирования и прогноза развития опасных геокриологических процессов. Кроме этого особый интерес

представляют данные об антропогенном воздействии на природную среду полярных регионов Восточной Чукотки.

Достоверность научных положений основывается на обобщении большого количества фактического материала метеорологических наблюдений и многолетних полевых режимных наблюдений автора, геофизических и геодезических исследованиях, проводимых им в прибрежной зоне. При этом для анализа полученных данных автор использует ГИС-технологии, статистические методы обработки данных, математическое моделирование.

**В первой главе** автор приводит очень краткую характеристику физико-географических условий территории, где описывает расположение, геологическое строение, климат, геокриологические условия и особенности распространения мерзлых грунтов. Автор провел большую работу по систематизации мерзлотных исследований, выполненных различными научными группами на территории Восточной Чукотки. В тексте отмечается, что «Значительный массив фактических данных о свойствах многолетнемерзлых пород в пределах участков хозяйственного освоения содержится в фондовых материалах» (стр.14), но данных инженерных изысканий, которые выполнялись для строительства объектов инфраструктуры в данном регионе (домов, трубопроводов, шахт, в том числе в г. Анадырь) практически не приводится.

**Вторая глава** посвящена анализу полевых данных изучения сезонноталого слоя (СТС). В главе представлены результаты исследования глубины сезонного оттаивания пород, факторов определяющих её пространственно-временную изменчивость, а также прогноз изменения мощности сезонноталого слоя к 2050 г. по отношению к периоду 2000-2015 гг. Материалом для написания главы являются результаты непрерывных наблюдений за мощностью и температурой СТС в рамках программы CALM на площадках Лаврентия и Лорино.

В этой главе для оппонента остались непонятны следующие моменты:

1) Автор отмечает, что на площадке CALM Лаврентия среднее значение СТС за 2000-2015 гг. составило  $66 \pm 11,4$  см при среднем разбросе 57 см. Среднее значение СТС на площадке Лорино за 2010-2015 гг. составило  $51 \pm 10,3$  см при разбросе 59 см (с. 37). На основе этих данных автор делает вывод, что мощность сезонноталого слоя увеличивается со скоростью 0,7 см (1,1-1,4%) в год. Однако в работе не приводятся расчеты, статистически обосновывающие этот вывод с учетом таких больших погрешностей.

2) При изучении сезонного оттаивания необходимо учитывать как географическую обстановку, так и геологическую среду и теплофизическую сторону процесса, в которой он протекает, а также их взаимосвязь. Для выполнения этого основного условия

необходимо выделить наиболее обобщенные факторы или признаки, определяющие условия и характер сезонного промерзания и оттаивания, и на их основе классифицировать изучаемое явление. Автор упоминает в своей работе о влиянии влажности/льдистости отложений деятельного слоя и мощности органогенного горизонта (Hinkel et al., 2000; Kaverin et al., 2014; Lawrence et al., 2008; Smith, 1975). Также делает выводы (стр. 37): «Области более глубокого сезонного протаивания приурочены к юго-восточным окраинам, где торфяные отложения фациально переходят в суглинистые». При этом автор в работе никак не охарактеризовал состав подстилающих под растительным покровом грунтов (их минералогический и гранулометрический состав) и их влажность, изучив лишь приповерхностный слой 0-7 см. Не привел разрезы, на которых можно было оценить изменчивость этих параметров на площадке.

3) Автор отмечает, что растительное разнообразие в Лорино более богатое на кочках присутствуют осоковые и лишайниково-кустарничковые ассоциации, а в понижениях распространены осоково-сфагновые сообщества, но никак не упоминает, как влияет эта растительность при прочих равных условиях на мощность сезонноталого слоя. На взгляд оппонента, необходимо было провести классификацию всех признаков и для каждого типа установить мощность сезонноталого слоя. Таким образом, можно было избежать больших разбросов мощностей СТС и выявить тренды.

**В третьей главе** А.А. Маслаков анализирует и классифицирует экзогенные геологические процессы. Большая часть работы посвящена береговым процессам, где автор рассматривает природные факторы разрушения берегов арктических морей, справедливо придавая важность гидродинамической активности акваторий и мерзлотно-геологическому строению береговых уступов. На основании исследований ключевого участка берега в пос. Лорино, была выявлена динамика отступления побережья за 1967-2014 гг. Резкое возрастание скоростей отступления берега в 2010-2014 гг объясняется уменьшением площадей сезонных льдов в Беринговом море и соответствующее увеличение длительности периода открытой воды, определившие рост волнового воздействия на побережья. Изложенные в главе идеи об основных параметрах, влияющих на процесс термоэрозии в данном регионе, основывается на классическом подходе Ф.Э.Арэ и вместе с тем отражают региональную специфику этого процесс Из замечаний можно отметить следующее:

1) В работе встречаются не совсем верные формулировки, особенно касающиеся свойств грунтов, например, «Расчёты прочностных параметров талых и мёрзлых грунтов проводились по методикам, описанным в Сводах строительных правил, являющимися нормативными документами при проведении комплексных изысканий и строительстве

инженерных объектов в Российской Федерации (стр 61)» – определение прочностных характеристик проводится на основе ГОСТ, а СП лишь регламентирует какие характеристики необходимы для расчетов.

2) По мнению оппонента, слабо аргументированной является расчётная схема определения параметра – «прочностного показателя размываемости пород».

Как известно, выделено четыре типа размыва мерзлых грунтов: мерзло-эрозионный, предельно-термоэрозионный, термоэрозионный и эрозионный. Непонятно для какого типа предложена схема. А это является определяющим в подборе необходимых параметров для расчета.

Во вторых, автор рассматривает предельно-длительное сцепление, в то время как процесс размыва является интенсивным и для мерзло-эрозионного типа необходимо рассматривать мгновенные значения.

В третьих предельное напряжение сдвига можно только лишь **приблизительно** принять равным предельно-длительному сцеплению, и оно будет определяться не только величиной угла внутреннего трения, но и силой трения.

В – четвертых, почему автор рассматривает значения угла внутреннего трения талых грунтов, который значительно отличается для мерзлых и оттаивающих (Цытович, 1973, Царапов, 2008, Котов, 2014).

Также автор подбирает эмпирические значения для свойств грунтов без геолого-генетической привязки отложений. В работе не приводится ни одного экспериментально определенного параметра механических свойств грунтов, которые свидетельствовали о правильности выбора использованных характеристик.

3) В работе отмечено, что «Среди современных экзогенных процессов, распространённых на территории приморских равнин Восточной Чукотки, наибольшую интенсивность имеют овражная эрозия и термоэрозия, абразия, термоабразия, а также термоденудация и склоновые процессы». Однако в тесте диссертации не рассмотрена динамика процессов термоденудации и склоновых процессов (оползней, обвалов, осыпей).

**Глава четвертая** посвящена анализу техногенной нагрузки на прибрежную зону исследуемого участка. Автор создал на основе полевых наблюдений, дешифрирования космических снимков классификацию различных инженерных сооружений и зон по степени влияния (отепляющего или охлаждающего) на ММП. В общей сложности было выделено 40 рангов, характеризующих степень техногенного воздействия на грунты, для которых проводилось математическое моделирование и прогноз изменения их характеристик по различным сценариям изменения температуры воздуха. Автор выполнил большую и сложную работу по классифицированию, которая должна

использоваться руководителями поселения для оценок динамики изменения мерзлотных условий.

По данной главе возникли следующие замечания:

1) Автор отмечает: «Было выявлено, что для зоны застройки посёлка Лорино потенциальная опасность может возникнуть при активизации 3 типов негативных мерзлотных процессов и явлений: 1) снижение несущей способности вмороженных свай; 2) рост сил сезонного пучения грунтов; 3) комплекс эрозионных процессов (стр 103)». Для зданий и сооружений, построенных по II принципу (без учёта мерзлотного фактора), а также для коллекторов коммуникаций, проложенных преимущественно по грунту (классы 2 и 3), дорог - неравномерная осадка мерзлых грунтов при оттаивании также является негативным процессом. Однако автор не рассматривает его.

2) Автор пишет: «Оценка рисков, связанных с изменением несущей способности параметра геотехнической среды, производилась на основе свода правил СП 25.13330.2012 (2012).(стр 103)». Согласно этому СП для расчета оснований сооружений II и III уровней ответственности, возводимых с сохранением мерзлого состояния грунтов, а также для выполнения предварительных расчетов оснований и привязки типовых проектов к местным условиям, расчетные значения прочностных характеристик мерзлых грунтов допускается принимать по их физическим характеристикам, составу и температуре в соответствии с табличными данными, приведенными в приложении. Однако как показали данные многих исследователей механические характеристики могут в значительной степени отличаться от табличных, особенно для засоленных грунтов (Брушков, 1998; Аксенов, 2008; Роман, 2018). То же самое касается и значений касательной силы пучения. Таким образом, расчеты выполненные автором являются лишь прогнозной оценкой и никак не соответствуют реальным значениям снижения несущей способности. В связи с этим необходимо добавить в последнее защищаемое положение фразу, что снижение несущей способности вмороженных свай, в зависимости от характера эксплуатации инженерных сооружений, возможно (или по данным экспертных оценок) будут достигать 70%, а рост сил морозного пучения – 90%. Одной из главных рекомендаций, на взгляд оппонента, является проведение полноценных инженерных изысканий, которые позволят установить реальные значения снижения несущей способности.

**Заключение** диссертации логично охватывает обобщение всего комплекса решенных задач, отражает глубину и проработку частных проблем, что позволило соискателю представить доказательства, вынесенных на защиту положений в виде выводов. Эти выводы в совокупности с выводами по главам свидетельствуют о

возможности теоретического и практического использования сформулированных автором положений.

Оценивая работу в целом, необходимо отметить, что в ней использован обширный материал из литературных источников, собран и проанализирован большой объем фактического материала, значительная часть которого получена соискателем лично в труднейших условиях арктических экспедиций. Получены новые интересные и достоверные, хорошо графически оформленные данные, важные для уточнения комплекса основных факторов динамики мерзлотных условий.

Сделанные замечания не снижают научной и практической ценности работы. Диссертация Алексея Алексеевича Маслакова по своему уровню и объему, научной и практической важности полученных результатов является законченной научно-квалификационной работой. Решаемые в ней задачи направлены на расширение существующих знаний о динамике мерзлотных условий приморских равнин Восточной Чукотки. Работа выполнена самостоятельно и на высоком научном уровне. В ней содержатся новые научные результаты и отражен личный вклад автора. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.31 – Гляциология и криология Земли

Официальный оппонент:

Кандидат геолого-минералогических наук,

Старший научный сотрудник кафедры геокриологии Геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Котов П.И.

Контактные данные:

тел.: 7(495)9391953, e-mail: kotovpi@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:

25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Адрес места работы:

119234, г. Москва, Ленинские горы, д.1, оф. 365

МГУ имени М.В.Ломоносова,

Геологический факультет

Кафедра геокриологии

