

**ОТЗЫВ**  
**ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**

доктора геолого-минералогических наук, доцента

**Козыревой Елены Александровны**

на диссертационную работу

**Леоновой Анны Владимировны**

*«Прогноз развития инженерно-геологических процессов на территории г.  
Томска»,*

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук по специальности 25.00.08 –« Инженерная геология,  
мерзлотоведение и грунтоведение».

**Актуальность темы**

Диссертационная работа Леоновой Анны Владимировны посвящена проблеме оценке состояния геологической среды городских территории, анализу инженерно-геологических условий локальных участков и построению инженерно-геологических карт, прогнозу состояния оползневых склонов.

Исследования проводились на примере одного из крупнейших городов Сибири, имеющего длительный период исторического освоения территорий, значительную площадь социально-промышленной застройки и нарастающую антропогенную нагрузку на геологическую среду – города Томска. В условиях промышленно-городской застройки на территории города Томска отмечается развитие природно-унаследованных и спровоцированных инженерно-геологических процессов. Негативные проявления экзогенных геологических процессов осложняют инженерно-геологические условия городских территорий и требуют понимания механизмов деформаций, закономерностей развития процессов и расчета прогнозных пространственно-временных показателей.

Для городских территорий актуален анализ уже сложившейся инженерно-геологической обстановки, с учетом возможного увеличения и изменения параметров техногенной нагрузки. Необходимы разработки научно обоснованных рекомендаций по защите городской территории от проявления опасных экзогенных геологических процессов и рекомендаций при освоении новых пространств.

Целью данной работы является комплексное исследование современных опасных геологических процессов и явлений в пределах городской территории, оценка факторов их развития, а также прогноз закономерностей распространения и вероятности их активизации.

Цель диссертационной работы сформулирована лаконично и весьма актуальна как в теоретическом, так и в прикладном плане. Обращает на себя внимание детальность проработки теоретических аспектов построения инженерно-геологических карт, разработка технологии реализации прогнозного моделирования, что может быть успешно

использовано как в образовательном процессе – в курсе «Инженерная геодинамика», так и при реализации практических рекомендаций для решения проблем проектирования, строительства и эксплуатации сооружений на территории г. Томска.

Задачи исследования:

- Анализ условий и факторов развития опасных геологических процессов на территории г. Томска.

- Оценка характера и возможных последствий воздействия подземных вод на физико-механические характеристики грунтов.

- Оценка значимости основных факторов (геологических, гидрогеологических и геоморфологических) в устойчивости склонов моделированием.

- Составление карт восприимчивости территории к ОГП.

Задачи в диссертационном исследовании решены полностью, результаты представлены автором последовательно в диссертационной работе. Структура диссертации состоит из: Введения, 5 глав и Заключения. Диссертационная работа содержит 151 страницу машинописного текста, в том числе рисунки в каждой главе, таблицы и список литературных источников включает 89 наименований.

#### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Во введении автор обосновывает актуальность темы «Прогноз развития инженерно-геологических процессов на территории г. Томска». Приведена формулировка цели работы, в достижении поставленной цели обозначены для решения задачи. Показана степень разработанности проблемы и приведены примеры по районированию освоенных территорий, по интенсивности развития оползней для России и отдельных зарубежных стран. Кратко охарактеризованы методы исследований. Сформулирована научная новизна и практическая значимость работы. Приведены результаты апробации работы. Автор выражает благодарности руководителю и коллегам.

В первой главе «Актуальность исследований» автором уделено внимание обзору российского и зарубежного опыта изучения факторов развития опасных геологических процессов и изученности природных условий г. Томска. Приведена информация об изученности физико-механических свойств грунтов и геологических процессов на территории г. Томска предыдущими поколениями исследователей, упомянуты также результаты исследований полученные изыскательскими и специализированными промышленными предприятиями.

Вторая глава «Анализ инженерно-геологических условий г. Томска» посвящена описанию климата территории, геологическому строению, тектоники, рельефу и геоморфологии. На основе обобщения опубликованной литературы дана характеристика гидрографии и гидрогеологических условий территории города. Информация из раздела «рельеф и геоморфология» характеризует положение абсолютных отметок рельефа, гидрогеологического разреза участка исследований. Информация из раздела «Гидрогеологические условия» составили основу систематизации данных и построения электронных карт – электронного слоя гидрогеологических условий при выполнении автором районирования территории г. Томска.

В третьей главе «Опасные геологические процессы и явления на территории г. Томск», показана общая характеристика распространения геологических процессов

разного генезиса на территории г. Томска. Приведена характеристика оползневых процессов, оврагов и суффозии из опубликованной ранее литературы, производственных отчетов и выполненных автором рекогносцировочных обследований 2018 и 2020 гг. Указана информация о возникающих проблемах в черте города связанная с подтоплением территории. Дана детальная информация об участках проявления оползневых деформаций, масштабах развития оврагов, образовании провалов и суффозионных воронок.

Четвертая глава «Количественная оценка факторов устойчивости склона» посвящена теоретическому рассмотрению проблемы взаимодействия смещающих и удерживающих сил в массиве, обзору методов расчета коэффициента устойчивости склона. В сжатой форме приведено сравнение методов, наиболее часто используемых для расчета коэффициента устойчивости (6 методов). В разделе 4.3. «Закономерности изменения свойств глинистых грунтов при увлажнении» автор приводит результаты лабораторных испытаний 336 проб с участка исследований склона Томь-Яйского междуречья. В табличной форме приведены данные основных физических и физико-механических свойств грунтов. Определены зависимости сцепления и угла внутреннего трения от влажности и гранулометрического состава для суглинков и супеси. На основе статистической обработки полученных корреляционных зависимостей автором выполнен расчет критерия Стьюдента, на основе чего сделаны выводы о значимой корреляционной взаимосвязи между сцеплением и углом внутреннего трения с содержанием отдельных гранулометрических фракций.

Приведенная в главе информация по результатам лабораторных испытаний, статистической обработки и расчетные показатели являются *основанием для аргументации и формулировки первого защищаемого положения.*

Первое защищаемое положение: *Проведенный корреляционный анализ позволил установить статистически значимые связи между гранулометрическим составом, физическими и прочностными свойствами глинистых грунтов, что необходимо учитывать при прогнозе развития опасных природных и техноприродных процессов, функциональном зонировании территории в целях устойчивого, экологически безопасного развития города Томска.*

Раздел 4.4. «Результаты расчета коэффициента устойчивости склона» раскрывает алгоритм выбора расчетной модели и использование автором геоинформационной системы PLAXIS для оценки устойчивости склонов подверженных оползневым деформациям с учетом изменения положения уровня грунтовых вод и изменения величины уклона поверхности склона. На основе моделирования в программе PLAXIS, анализа полученных коэффициентов устойчивости при разных заданных параметрах крутизны склона и разных типов фильтрационных разрезов автором *сформулировано второе защищаемое положение.*

Второе защищаемое положение: *Оценка влияния антропогенного воздействия на устойчивость склонов на урбанизированных территориях заключающаяся в моделировании изменения устойчивости склона при расчетных изменениях прочностных свойств грунтов, рельефа и гидрогеологических условий территории, показала, что в условиях антропогенного подтопления коэффициент устойчивости склонов уменьшается, что отражается на эколого-геологических условиях урбанизированной территории города Томска. Для принятия обоснованных управленческих решений инженерной защиты необходимо осуществление мониторинга уровней подземных вод, а также исследование прочностных свойств грунтов, как при естественной влажности, так и с учетом их замачивания.*

Глава 5 «Районирование территории г. Томска по степени восприимчивости к опасным геологическим процессам». В разделе 5.1. «Инженерно-геологическое районирование» дан краткий обзор выполненных ранее на территории г. Томска инженерно-геологических работ по районированию с учетом разных факторов предшественниками и проектными организациями. Автором диссертационного исследования обоснована необходимость систематизации полученной ранее информации, ее уточнение и актуализация с использованием современных технологий.

В разделе 5.2 «Обоснование методов исследований» автор раскрывает преимущества геоинформационных систем и далее в разделах 5.2.1. «Метод анализа иерархий (Analytic Hierarchy Process), 5.2.2. «Метод соотношения частности (ER)», 5.2.3. «Валидация модели с использованием ROC- анализа», подразделе «Картирование территории» очень детально приводит информация о данных методах систематизации, обработки, и обобщения исходных геологических данных. В разделе 5.2.2. «Методология работы» автор со ссылками дает теоретический обзор алгоритма построения электронных карт и далее указывает набор факторов необходимый для анализа инженерно-геологических условий и приводит построенные тематические карты (слои), демонстрирующие уклон склона, экспозицию, абсолютные отметки поверхности, кривизну склона, расстояние до реки, геологическое строение, типы фильтрационных разрезов. Автором созданы слои карт отражающие распространение оползней, овражной эрозии и проявления процесса суффозии на территории г. Томска. В подразделах «Определение веса каждого фактора методом FR» и «Определение веса каждого фактора методом АНР» описана последовательность расчетов факторов, результаты сопоставления, полученные статические данные. Результатирующим стало построение карт восприимчивости территории к развитию опасных геологических процессов, таких как

оползни и овражная эрозия. В целях определения точности и достоверности полученных результатов автором применен метод ROC кривых, что описано в подразделе 5.2.2.5 «Верификация (валидация) карт восприимчивости территории к развитию ОГП». *Опираясь на полученные результаты сформулировано третье защищаемое положение.*

Третье защищаемое положение: *Методика инженерно-геологического районирования, заключающаяся в том, что вначале производится выбор и картографирование факторов, оказывающих влияние на развитие геологических процессов, затем, используя методы анализа иерархий и отношения частотностей выполняется определение веса каждого фактора, далее строятся карты восприимчивости территории к развитию опасных геологических процессов сложением тематических слоев с их собственным весом и последующим ранжированием, позволяет прогнозировать эволюцию геологической среды в масштабах города.*

В «Заключении» автор делает выводы о том, что

1. Важнейшими факторами формирования природных условий развития опасных геологических процессов являются значения показателей физико-механических свойств грунтов. Изменение (а именно уменьшение) значений прочностных показателей в результате увеличения влажности приводит к уменьшению коэффициента устойчивости склонов и активизации развития оползневых процессов. Также значительное влияние на устойчивость склонов оказывает их крутизна, которую необходимо учитывать и не допускать увеличение крутизны в результате антропогенного воздействия.
2. Территория г. Томска характеризуется сложными природными условиями, что является фактором, благоприятствующим развитию опасных геологических процессов и явлений, таких как оползни, овраги, суффозия, подтопление, заболачивание, просадка, осадка и другие.
3. В г. Томске выявлен комплекс опасных геологических процессов, определены коэффициенты площадной пораженности территории оврагов и оползней, осложняющих хозяйственное освоение территории и снижающих эксплуатационную надежность зданий и сооружений. Активизация оползней вызвана действием следующих факторов: геологического, геоморфологического, гидрогеологического, техногенного. Факторами, способствующими активному развитию оврагов, являются следующие: геологический; климатический; геоморфологический; техногенный. Фактором развития суффозии является фильтрация подземных вод с необходимым для начала процесса напором за счет утечек из водопроводных и канализационных сетей и «барражного эффекта».

**Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации подкреплена:**

- наличием необходимого объема исходного материала (обобщение материалов предыдущих исследователей, проведение собственные полевых работ);
- получением фактических данных (лабораторные испытания образцов горных пород)
- выполнена систематизация и статистическая обработка собранных и полученных данных;
- анализ методов и теоретических основ моделирования и построения прогнозов с использованием ГИС.

### **Значения полученных результатов для науки и практики**

Полученные результаты характеризуют новизну и практическую значимость:

- уточнены закономерности формирования опасных геологических процессов на территории г. Томска, выявлены связи между гранулометрическим составом и влажностью глинистых грунтов и показателями их механических свойств;
- проведено моделирование развития оврагов и оползней; рассчитаны коэффициенты устойчивости склонов для разных типов фильтрационных разрезов, при разных глубинах залегания уровней подземных вод и при разной крутизне склонов;
- построены прогнозные карты восприимчивости геологической среды к развитию оврагов и оползней на основе проведенного ранжирования по степени влияния и определения «веса» каждого из факторов развития опасных геологических процессов на территории города.

### **Соответствие опубликованных трудов и автореферата содержанию диссертации**

По теме диссертации автором опубликовано 11 работ, в том числе 6 статей в научных журналах из перечня ВАК. Результаты выполненных в работе исследований апробированы на международных и российских конференциях.

Автореферат состоит из 22 страниц, полностью отражает основное содержание диссертационной работы и представляет собой аргументацию сформулированных защищаемых положений.

### **Оценка содержания диссертации, степени ее завершенности, качества оформления**

Диссертация Леоновой Анны Владимировны представляет законченную научно-исследовательскую работу в рамках поставленной цели с последовательным решением инженерно-геологических задач.

Оформление диссертационной работы выполнено хорошо, текст сочетается с достаточным объемом рисунков, графики и таблиц. Работа написана в научном стиле. Содержание автореферата и его структура удачно отражает самые сильные моменты диссертационной работы и демонстрирует доказательную базу научного исследования.

## Вопросы и замечания к диссертационной работе

Вопросы:

1. В части касающейся современной динамики оползней, нет карт или карт-схем положения участков, мест фиксируемых автором деформаций (главе 3). Фото мало информативны, для анализа общей инженерно-геологической ситуации на оползневом склоне нагляднее представлять карты. Какова плотность форм, их протяженность по склону, где расположены стенки срыва относительно городской застройки?
2. Есть ли фактические данные с координатами мест проявления суффозионно-провальных воронок зафиксированных во время проведения полевых работ на территории города 2018-2020 гг.?
3. Автором получены зависимости естественной влажности и гранулометрического состава. Какие еще значимые зависимости выявлены и важны при оценки устойчивости массива? Каков минеральный состав глинистой фракции и влияет ли он на состояние склона при увеличении влажности?
4. При расчете коэффициента устойчивости учитывались модели разных фильтрационных разрезов с разной глубиной залегания подземных вод. Выполнялись ли расчеты с учетом заданных показателей влажности супесей и суглинков? Какова нижняя граница влажности, выше которой склон становится нестабильным?
5. Каков результат сравнительного анализа высокого качества прогнозных карт восприимчивости территории к развитию опасных процессов полученных автором и результатов работ предыдущих исследователей. Как меняется пораженность территории опасными геологическими процессами во времени?
6. Рассматривались ли в прогнозных моделях граничные условия: оптимистичный вариант - глубокое залегание уровня грунтовых вод, и пессимистичный вариант – с подтоплением в черте городской территории.
7. В чем выражается, по мнению автора, эволюция геологической среды города Томска?

Замечания к оформлению:

1. Отсутствуют ссылки на литературу. Из общего списка цитирования отсутствуют ссылки на 21 работу (возможно, произошел сбой программы при оформлении).
2. Рис. 2.4. (стр. 31) – нет ссылки, по каким данным составлена схема.
3. Рис. 3.26 , 3.27 и 3.28 плохо читаются. Не показан уклон поверхности, куда направлен сток, где балки, овраги, какие из них «наиболее крупные», глубина вреза?
4. Ошибки в нумерации подглав (параграфы) - 5 глава.
5. Неравномерно распределена информация в диссертационной работе относительно подачи материала при обосновании защищаемых положений. Главы 1, 2, 3, и часть 4 главы получились вводными и трудно отделить материалы предшественников от реально выполненных работ автора. Первое

защищаемое положение изложено только в параграфе 4.3. (с 80 по 89 стр.), касается состояния и свойств грунтов, второе - в параграфе 4.4. (89-104) – расчет устойчивости. И только третье, финальное защищаемое положение, объединяет всю выше изложенную информацию – параграф 5.2.2 (с 117 по 141 стр.).

### Заключение

Диссертационная работа Леоновой Анны Владимировны «Прогноз развития инженерно-геологических процессов на территории г. Томска», представлена на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», является научно-квалификационной работой, в которой автором выбранными и обоснованными методами и методиками решены задачи оценки условий и факторов, закономерностей развития и прогноза опасных геологических процессов на территории города.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 25.00.08. – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение», и требованиям п. 9 «Положения о порядке присвоения ученых степеней», утвержденное постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842, предъявляемыми к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Леонова Анна Владимировна, заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.08 – «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение».

Официальный оппонент,  
Зам. директора по науке  
ФГБУН Института земной коры СО РАН  
доктор геолого-минералогических наук,  
доцент по специальности

Елена Александровна Козырева

Почтовый адрес: 664033 г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128, ФГБУН ИЗК СО РАН  
kozireva@crust.irk.ru

Я, Козырева Елена Александровна, даю свое согласие на включение своих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Елена Александровна Козырева

Подпись К

Ведущий инспектор Фёды  
бюджетного учреждения  
коры Сибирского отд.  
академии наук

«30» 08 г.

