

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
о диссертации на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук  
Зеркаля Олега Владимировича  
на тему: «Природа оползневых процессов и закономерности их развития»  
по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и  
грунтоведение

На отзыв представлен текст диссертационной работы объемом 401 страница. Работа содержит введение, две части, шесть глав, заключение, список литературы из 932 наименований, 94 рисунка, 17 таблиц и три приложения.

**Актуальность выбранной темы**

Представленная работа связана с разработкой научно-методических подходов к изучению и анализу развития оползней, оценкой закономерностей их формирования и распространения. Актуальность работы определяется решением вопросов о природе оползневых процессов, закономерностях их развития и не вызывает сомнений – оползневые процессы ежегодно приводят к существенным жертвам и экономическим потерям. Глубина темы, затронутой в рецензируемой работе, соответствует уровню диссертационной работы. В работе использован большой объем аналитических данных и представлены современные методы обработки и анализа материала. Избранные автором подходы к раскрытию темы позволили диссидентанту обеспечить всесторонность предпринятого анализа.

**Научная новизна исследований и полученных результатов**

Многоплановую диссертационную работу невозможно было выполнить без обобщения и систематизации понятийной базы по оползням. Различные подходы длительного изучения оползневых и других склоновых процессов обусловили многозначность термина «оползни». Автор скрупулезно на протяжении практически трети работы обсуждает терминологическую базу

оползневедения, что позволяет ему сформулировать собственное определение (стр. 70), которое отражает ключевые признаки оползневого процесса и указывает на специфические механизмы смещения оползневых масс. Автор предлагает понимать в теоретическом плане под термином «оползень» геологическое тело, имеющее естественно-историческую природу, а оползневые смещения, представляют собой результат, как правило, длительного геологического развития территории.

Автором впервые проведено выделение участков разновременного повторного развития оползневых процессов (участков типа "палимпсест"). Показано, что для участков типа "палимпсест" характерна ре-активизация деформаций в современных инженерно-геологических условиях, в то время как формирование и начальное развитие оползневых смещений происходило в иных, в настоящее время не существующих инженерно-геологических условиях.

Приведенные результаты исследований в 4 главе, по количественным зависимостям встречаемости оползней от их объема, также характеризуются новизной.

Автор убедительно показал, что в зонах взаимодействия жестких блоков земной коры и на территориях интенсивного высвобождения эндогенной энергии, представляющих собой региональные пояса и территории со сложными инженерно-геологическими условиями и обстановками, локализуются области и отдельные ареалы массового активного развития оползневых процессов. Кроме того, автором обоснованно показано, что области массового развития оползней на территории Российской Федерации характеризуются приуроченностью к границам тектонических плит. В пределах внутриплитных областей интенсивность развития оползней определяется особенностями современного рельефа и историей его формирования.

Впервые обращено внимание на кумулятивный эффект, возникающий при совместном активном влиянии региональных геологических (медленно

изменяющихся) и зональных геологических (быстро изменяющихся) факторов. В качестве триггера (непосредственной причиной развития оползневых процессов) могут выступать как природные факторы, так и техногенное воздействие (на территориях интенсивного освоения), действующие либо отдельно, либо совместно.

#### **Степень обоснованности положений, выносимых на защиту, научных выводов и рекомендаций**

Автор выносит на защиту пять защищаемых положений:

1. *Изучение особенностей образования и смещения оползней должно основываться на естественно-историческом подходе с анализом всей геологической истории развития территории с выделением как фазы образования и трансформации массивов горных пород и фазы расчленения их поверхности, сопровождающейся формированием склонов, так и фазы собственно развития деформаций, при которой формируется оползневое тело, и фазы постоползневого развития.*

Для обоснования этого защищаемого положения автор рассматривает многочисленные определения объекта изучения. Результаты представлены в разделе 3.2. Замечание редакционного плана: на рис. 3.2 – Соотношение подходов и направлений в предметном рассмотрении оползней – представлено пять подходов. Не пояснена логика различного отображения (кругами и треугольниками) этих подходов.

В разделе 3.3 автор рассуждает о роли геологической истории в развитии современных оползневых процессов. Для подтверждения этой гипотезы приводятся примеры изучения участков длительного развития оползневых процессов. Первый участок, на котором было проведено детальное изучение оползневых процессов находится на южном побережье Крымского полуострова (рис. 3.4, 3.5) – на отрезке от Берегового до Симеиза. Анализ данных дистанционного зондирования, фоновых и архивных материалов, результатов проведенных полевых наблюдений позволил

выделить на рассматриваемой территории несколько генераций разновозрастных склоновых деформаций (рис. 3.7).

*Замечание.* К сожалению, непонятно какие исходные данные, методики использовались для вывода о разновозрастных генерациях, нет разрезов, по которым можно было понять положение оползней. На рис. 3.7 есть некие линии, для которых нет условных обозначений.

Другим примером, показывающим роль геологической истории в формировании современной устойчивости склонов, являются результаты исследования и оценки влияния на оползнеобразование особенностей развития долины р. Кунья в районе Загорской ГАЭС, расположенной в 70 км северо-восточнее г. Москвы.

*Замечание.* Как подтверждался возраст отложений, какова их мощность – эти вопросы остались за рамками рассмотрения. На этом рисунке 3.8 не показано местоположение скважин, хотя описание данных бурения присутствует в тексте и на основании их были сделаны выводы. Нельзя не согласиться с автором, что расшифровка геологической истории территории важна при изучении и анализе длительной устойчивости склонов, но соискателю следовало пояснить методики, исходные данные, а не представлять только одни выводы.

Подводя итог рассмотрения значимости, роли геологической истории в оценке оползневых и оползнеопасных территорий, выполненного на примере образований флишевой формации, автор логично констатирует, что геологическая история территории, предопределяет как особенности структурно-тектонического строения района, определяя, с одной стороны, строение и характер залегания отложений, а с другой стороны, современные показатели свойств грунтов, формирующих склоновый массив. Эти характеристики влияют на величину "удерживающих" сил, действующих в толще грунтов, и устойчивость массива в целом, а также и особенности развития оползневых деформаций при потере устойчивости - развитие смещений по существующим, геологически предопределенным зонам

ослабления (напластование, трещиноватость и т.д.), образование новых плоскостей скольжения или возможность изменения состояния под воздействием внешних факторов.

Особого внимания заслуживает таблица 3.3 (с. 133), которая резюмирует рассуждения о роли геологической истории развития территории, влияния геологической истории на современную устойчивость склонов, систематизирует представления автора, представляет несомненный интерес и обогащает работу.

*2. Территории наблюдаемого проявления оползневых процессов подразделяются на участки современного развития склоновых деформаций и участки разновременного повторного развития оползневых процессов (типа "палимпсест").*

Обоснования этого защищаемого положения приводится также в 3-й главе на примере двух участков повторного длительного развития оползневых процессов на южном береге Крыма и в долине р. Куни (Подмосковье). По проявлениям последовательности геологических событий автором компетентно выделены разновидности палимпсеста: пространственный и кумулятивный (стр. 109-112).

В разделе 3.3.3 приводится обоснование значимости геологической истории при изучении участков, где формирование оползней происходит впервые. Для сравнительного анализа роли геологической истории в формировании современных оползневых процессов было выбрано три оползневых участка в различных районах распространения отложений флишевой формации, образовавшихся в триас-юрское время в близких геологических условиях в северной части палео-океана Тетис, но в дальнейшем характеризующихся различиями в геологическом развитии: 1-й участок "Ксенмо" (Xinmo), расположенный в пределах тектонического блока Сунпань-Ганцзы в северо-восточной части Цинхай-Тибетского нагорья (Китай); 2-й участок "мыс Ай-Фока", расположенный в пределах Перчемской антиклинали (южный берег Крымского полуострова); 3-й Краснополянский

оползневой район, расположенный в пределах тектонической зоны Южного склона Большого Кавказа.

В пределах Краснополянского оползневого района описаны оползни скольжения и оползни течения на участках "Русские горки" и "Черный ручей". Автором доказаны его предположения для конкретного региона, что геологическая история территории предопределяет как особенности структурно-тектонического строения, определяя, с одной стороны, строение и характер залегания отложений, а с другой стороны, современные показатели свойств грунтов, формирующих склоновый массив.

В разделе 3.3.4. «Учет геологической истории при оценке развития оползневых процессов на современном этапе, роль геологической истории в оползнеобразовании» автор обоснованно предлагает изучение оползней начинать с исследования состояния массива грунтов, слагающих склон и примыкающие территории, формирующегося длительное геологическое время и не завершать на стадии стабилизации оползневых тел, а продолжать и далее, давая материал для последующих актуалистических построений и геодинамических реконструкций. На основании этих предложений автор приводит анализ Буреинского оползня с естественно-исторических позиций. Учет истории развития территории, несомненно, способствует повышению надежности и точности прогнозов о развитии оползневых процессов.

Раздел 3.4. «Особенности подхода к изучению оползней как геологических явлений, представляющих собой результат естественно-исторического процесса» – раскрывает теоретическую значимость данной работы. Эти предложения могут быть рекомендованы учебным заведениям при подготовке инженеров-геологов.

*3. Распределение проявлений оползневых процессов по своей масштабности (общим объемам) на территории их развития / активизации описывается логарифмической функцией, коэффициенты которой варьируют в зависимости от особенностей инженерно-геологических условий, причем*

*полихронность развития оползневых процессов осложняет получение количественных закономерностей.*

Обоснование этого положения автором приведено в 4-й главе, озаглавленной «Глобальные закономерности развития оползневых процессов», в ходе сбора, анализа и обобщения данных о 456 наиболее крупномасштабных проявлениях оползневых процессов. Автор доказательно утверждает их обусловленность воздействием эндогенных факторов, являвшихся триггером развития склоновых деформаций. Автор выделил в отдельные группы, данные о проявлениях, развивавшихся в континентальных условиях в горных регионах и областях вулканической активности, а также подводных оползней. Дополнительно, в отдельную группу, в которую вошли преимущественно проявления оползневых процессов на вулканических островах, были выделены оползни прибрежной зоны, сформировавшиеся в переходных условиях, головная часть оползня располагалась на суше, а языковая часть смешалась в подводных условиях. При этом, последние проявления оползневых процессов характеризуются более значительной масштабностью и грандиозностью. Обоснованность выделения автор убедительно подтверждает различиями в величинах углов пути смещения. Анализ распределения крупнейших проявлений оползневых процессов по объемам, вовлеченных в смещения горных пород, показал, что снижение частоты оползней с увеличением их объема происходит по логарифмическому закону (рис. 4.5, 4.12, 4.15, 418, 4.20, 4.22). В этом положении присутствует практическая значимость установленной зависимости объема и частотности события, необходимой при моделировании функционирования сложных систем.

*Замечание редакционного плана к рис. 4.8 – Карта развития оползней на территории участка «Долина гейзеров» - неудачно выбран один инструмент отображения для разных блоков информации, так цветом показаны и геологические подразделения, и оползневые отложения.*

*4. Регионы с наиболее высокой интенсивностью оползневых процессов (по масштабности, разнообразию типов) на современном этапе геологического развития тяготеют к "диффузным границам тектонических плит", а также к областям внутримагматического высвобождения эндогенной энергии. Совместное действие эндогенных факторов оползнеобразования и метеоклиматических воздействий приводит к формированию кумулятивного эффекта при активизации оползней*

В главе 5 автор рассматривает региональные закономерности развития современных оползневых процессов. В разделе 5.1 рассматриваются закономерности развития сейсмогенных оползневых процессов на Земном шаре. Автор в ходе анализа 87 землетрясений, которые сопровождались образованием ~539 тысяч оползней различных типов и объемов, установил, что с возрастанием магнитуды сейсмического толчка, в целом, до магнитуд 8,0, прослеживается рост количества сейсмогенных оползней, образующихся при сейсмическом воздействии, а с магнитудами выше 8,0 отмечается снижение количества оползней.

*Замечание.* Величина коэффициента детерминации между площадью развития сейсмогенных оползней и магнитудой землетрясений (рис. 5.1) составляет 0,48, что говорит о слабой аппроксимации. Другой график зависимости количества сейсмогенных оползней от магнитуды в эпицентральных зонах землетрясений (рис. 5.2, без указания  $R^2$ ), представляет облако значений, причем расположение точек отличается от линии и больше напоминает круг, чем вытянутый эллипс, и, скорее всего, эти параметры не стоило принимать во внимание.

В разделах 5.2 и 5.3 автором описана роль эндогенных геологических процессов и метеоклиматических воздействий на развитие крупнейших проявлений оползневых процессов на земле, соответственно. Так, по результатам проведенных обобщений опубликованных материалов, автором аргументировано представлено, что в областях современного активного

проявления эндогенных процессов располагается свыше 85% наиболее крупномасштабных проявлений оползневых процессов. Влияние аномального воздействия метеоклиматических факторов на активизацию оползневых процессов сопоставимо, хотя и несколько ниже, с влиянием сейсмичности как эндогенных фактора оползнеобразования. Совместное действие сейсмичности как эндогенных фактора оползнеобразования и метеоклиматических воздействий неоспоримо приводит к формированию кумулятивного эффекта, сопровождаясь увеличением количества формирующихся оползней на порядок.

5. В пределах относительно жестких блоков земной коры: - предрасположенность территории к развитию оползневых процессов определяется действием медленно изменяющихся региональных геологических факторов, среди которых ведущую играет геоморфологический фактор; - внутригодовая и многолетняя активность развития оползневых процессов контролируется действием современных быстро изменяющихся зональных геологических факторов; - на территориях интенсивного освоения техногенное воздействие выступает определяющим фактором развития оползневых процессов.

В качестве доказательной базы приведены характеристики приуроченности оползней в зависимости от региональных и зональных геологических факторов, а также антропогенных воздействий. Диссертант приводит довольно убедительные доводы о пространственном расположении оползней.

В целом, все пять защищаемых положений, вынесенные автором на защиту, в достаточной мере обоснованы и могут считаться защищенными. Внушителен список литературы, занимающий почти четверть работы. Результаты проведенного диссертационного исследования внедрены в практику учебного процесса Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Научно-техническая новизна исследования

подтверждена Свидетельствами РФ о государственной регистрации программы для ЭВМ и базы данных, также патентом РФ на полезную модель.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов и выводов обусловлена привлечением большого фактического материала, использованием современных методов анализа данных, а также публикациями в рецензируемых изданиях и апробацией результатов исследований на российских и международных совещаниях и конференциях, опубликовано 259 работ, в том числе 172 работы по теме диссертации.

С точки зрения практической значимости работы следует отметить, что результаты выполненного исследования могут быть использованы в практике преподавания инженерной геодинамики, при проектировании сооружений в оползнеопасных районах.

Диссертационная работа Зеркаля О.В. является цельным, логическим и завершенным исследованием. При написании работы автор проанализировал значительный объем литературных данных. Диссертационная работа изложена хорошим научным и литературным языком, иллюстрирована рисунками и таблицами, которые наглядно представляют результаты проведенных исследований. Названия глав разделов передают их содержание и полностью соответствуют изложенному в них материалу. Научные положения и заключение хорошо обоснованы, логично вытекают из материала диссертации. Автореферат диссертации раскрывает содержание работы и соответствует основным положениям работы. При этом излагает суть проведенных исследований, научную новизну и практическую значимость. Автореферат и опубликованные статьи полностью отражают содержание диссертации.

В целом, сделанные замечания не снижают общего хорошего впечатления о диссертационной работе, которая выполнена на высоком научном уровне, а также соответствует поставленным целям и задачам.

## **Заключение**

Представленная к защите на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук диссертация Зеркаля Олега Владимировича на тему «Природа оползневых процессов и закономерности их развития», представляет собой законченную научно-квалификационную работу на актуальную тему, в которой на основании выполненных автором исследований, решены научные задачи, имеющие значение для инженерной геологии. Диссертация написана единолично, содержит совокупность новых научных результатов и положений, выдвигаемых автором для защиты. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение, а именно следующим ее направлениям: 9. Типы, механизмы и синергетические особенности геологических, геокриологических и инженерно-геологических процессов, закономерности их возникновения, развития и трансформации в ненарушенных и нарушенных человеком условиях; 14. Закономерности пространственной и временной изменчивости свойств грунтов, геологических, геокриологических и инженерно-геологических процессов, других компонентов инженерно-геологических и геокриологических условий, их устойчивость к природным и техногенным воздействиям разного генезиса. Выводы по работе отражают ее содержание, обоснованы и соответствуют основным защищаемым положениям. Основные положения докладывались и обсуждались на различных конференциях и научных семинарах.

Диссертационная работа отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также

оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Зеркаль Олег Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.7. Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение.

Официальный оппонент, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор отделения геологии Инженерной школы природных ресурсов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Строкова Людмила Александровна

24.02.2025 г.

Подпись Л.А. Строковой удостоверяю

И.о. ученого секретаря ТПУ

В.Д. Новикова

Контактные данные:

тел.: 7-9..., e-mail: [sla@tpu.ru](mailto:sla@tpu.ru)

Специальность, по которой защищена диссертация:

25.00.08 – Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение

Адрес места работы: 634050 г. Томск пр. Ленина, 30

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Инженерная школа природных ресурсов, отделение геологии. Тел.: 7(3822)701779+2975 e-mail: [sla@tpu.ru](mailto:sla@tpu.ru)

24.02.2025 г.