

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Валентины Борисовны Сваловой «Геоэкологические аспекты геодинамических процессов в литосфере», представленной на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология

Основной научной проблемой, на решение которой направлены исследования, представленные в диссертации, является прогноз, предупреждение и снижение геоэкологического риска опасных природных и природно-техногенных процессов в литосфере и выявление их связей с глубинной геодинамикой. Известно, что границы литосферных плит характеризуются повышенной сейсмичностью, извержениями вулканов, оползневыми процессами, цунами и другими опасными природными процессами и катастрофами. Указанные опасные природные процессы обусловлены геодинамикой зон коллизии литосферных плит на фоне активизации и гравитационной неустойчивости астеносферы, проявляющейся в форме подъема мантийных диапиров и плюмов, особенно в периоды тектономагматической активизации, выраженной повышенным магматизмом, вулканизмом, сейсмичностью и землетрясениями. Основная задача работы - построение геодинамических моделей глубинного строения районов стихийных бедствий, что является важным вкладом в изучение активных континентальных окраин и необходимой степенью для предсказания и прогнозирования опасных природных процессов, таких как землетрясения, оползни, сели, лавины, извержения вулканов, цунами, наводнения и другие явления с целью оценки геоэкологических рисков и подготовки действий населения в случае стихийных бедствий и катастроф, что и определяет **актуальность представленной диссертационной работы.**

**Научная новизна докторской диссертации заключается в следующем:**

- Совместное решение проблем риск-анализа, оценки, управления природным риском и проблем формирования и эволюции геологических структур с целью анализа геодинамической опасности, обеспечивающее переход на

унифицированный количественный подход к проблеме оценки и управления геозкологического риска, осуществляется впервые.

- Разработаны модели формирования и эволюции геологических структур, обусловленные подъемом мантийных диапиров на фоне коллизии литосферных плит, что является основой совместного развития концепций плюм-тектоники и тектоники литосферных плит.

- Введено понятие геодинамической опасности, как совокупности опасностей геодинамических природных процессов и явлений в литосфере, связанных с движением вещества литосферы на различных масштабах.

- Предложены иерархические механико-математические модели формирования и эволюции разномасштабных геологических структур.

- Впервые разработана методика унифицированной оценки геозкологического риска. Введено понятие «горячих пятен» риска, отличающихся повышенными уровнями геозкологического риска.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Теоретическая и практическая значимость работы состоит в разработке новых подходов при решении задач формирования и эволюции геологических структур на базе механико-математического моделирования с целью анализа развития и активизации опасных природных процессов, стихийных бедствий и катастроф, их прогноза, предупреждения и управления риском на основе концепции геодинамической и природной опасности в виде унифицированной количественной оценки и управления геозкологическим риском.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературы и двух приложений, изложенных на 367 страницах, включая 194 рисунка и 15 таблиц.

По теме диссертации всего опубликовано 310 научных работ, в том числе 21 статья в журналах из перечня ВАК и 11 статей из международных баз данных Web of Science и SCOPUS. Опубликована монография: Svalova V. Landslide Risk:

Assessment, Management and Reduction. 2017. Nova Science Publishers, New York, 253 pp. (SCOPUS).

**Во введении** обоснована актуальность темы исследований, сформулированы цель и задачи работы, представлены основные защищаемые положения.

**В первой главе** анализируются природные опасности, стихийные бедствия и катастрофы. Разработана концепция определяющей взаимосвязи геодинамической опасности и геоэкологического риска.

Для риск-анализа и риск-менеджмента необходима максимально структурированная унифицированная схема классификации природных опасностей с выделением наиболее характерных представителей опасностей, бедствий и катастроф в зависимости от среды проявления и источника опасности. Предложена классификация основных опасных геоэкологических процессов, где вводятся геодинамические и тектонические процессы, рассматриваемые в работе.

Построение геодинамических моделей регионов опасных природных процессов с целью прогноза и предупреждения стихийных бедствий и катастроф значительно повышает надежность конечных результатов.

**Первое защищаемое положение.** Разработана концепция определяющей взаимосвязи геодинамической опасности и геоэкологического риска. Обосновано, что геодинамическая опасность – это опасность процессов движения или напряженно-деформированного состояния геологической среды для различных видов и масштабов движения вещества в литосфере. Геоэкологический риск опосредованно есть вероятностная мера геодинамической опасности.

**Во второй главе** рассматривается геодинамика литосферы наиболее опасных областей на поверхности Земли, связанных с границами литосферных плит и формированием многих опасных природных процессов, вызванных активными движениями и повышенным напряженно-деформированным состоянием геологической среды. Анализируется сравнительная геодинамика и геотермия Альпийского и Тихоокеанского поясов и механико-математическое моделирование формирования и эволюции геологических структур над поднимающимся мантийным диапиром.

**Второе защищаемое положение.** Предложена механико-математическая модель формирования и эволюция геологических структур над поднимающимся мантийным диапиром на основе приближенного решения уравнения Навье – Стокса для вязкой несжимаемой жидкости и применения методов разложения по малому параметру, сращиваемых асимптотических разложений, последовательных приближений и приближения тонкого слоя. Установлено, что по мере подъема диапира на дневной поверхности формируется сначала структура сводового поднятия, а затем – глубокая депрессия. Найдены критические параметры задачи, определяющие динамику геологических структур на разных этапах развития.

**В третьей главе** рассматривается геотермия, сейсмичность и глубинная геодинамика Кавказского региона и решение обратной задачи геодинамики.

Кавказский регион является сложной высоконапряженной геодинамической структурой, характеризующейся повышенным тепловым потоком, высокой сейсмичностью, магматизмом и вулканизмом. Геодинамика Кавказского региона определяется коллизией Евразийской литосферной плиты с одной стороны и Анатолийской и Аравийской плит с другой стороны, а также сложной историей развития Альпийско-Гималайского пояса. Разработано решение обратной задачи геодинамики прямым методом. Решена первая обратная задача геодинамики – восстановление полей скоростей, давлений и напряжений на глубине литосферы по имеющимся данным о скоростях на дневной поверхности. Поставлена и решена вторая обратная задача геодинамики – определение движения границ на глубине литосферы по заданным движениям дневной поверхности. Полученные решения могут использоваться для анализа глубинных геодинамических проблем, а совместно с геотермическим моделированием, геолого-геофизическими методами и сейсмотомографией могут служить надежным аппаратом изучения глубинной геодинамики в связи с формированием и эволюцией геологических структур.

**Третье защищаемое положение.** Разработана механико-математическая модель решения обратной задачи геодинамики прямым методом. Решена первая обратная задача геодинамики – восстановление полей скоростей, давлений и напряжений на глубине литосферы по имеющимся данным о скоростях на дневной поверхности. Поставлена и решена вторая обратная задача геодинамики –

определение движения границ на глубине литосферы по заданным движениям дневной поверхности.

**В четвертой главе** рассматривается геодинамика и геотермия Прикаспийской впадины и восточного сегмента Кавказского региона и термогравиметрическая модель осадочного бассейна.

**Четвертое защищаемое положение.** Построена самосогласованная термогравиметрическая модель литосферы и астеносферы осадочного бассейна. Установлены количественные оценки подъема астеносферного диапира под геологической структурой.

**В пятой главе** рассматривается геоэкологическая опасность оползневого процесса и моделирование гравитационного движения масс по оползневому склону. Одним из методов изучения оползневых процессов является механико-математическое моделирование гравитационного движения масс по оползневому склону. Для разного вида оползней и на разных стадиях своего развития оползневой процесс может описываться различными механическими и реологическими моделями. Если на стадии образования трещин откола, потери устойчивости, отрыва блоков применяются модели упругой среды и модели разрушения, то в процессе медленного движения пород по склону может применяться модель высоковязкой несжимаемой жидкости. Граничные условия задачи при этом также зависят от конкретной ситуации. Выбор адекватной модели процесса и постановка начальных и граничных условий является самостоятельной механической задачей.

**Пятое защищаемое положение.** Предложена механико-математическая модель гравитационного движения масс по оползневому склону на основе уравнения Навье – Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Найдены критические параметры задачи смены режимов движения с выделением потенциальных областей мониторинга.

**В шестой главе** исследуется риск опасных геоэкологических процессов, рассмотрены различные подходы к оценке геоэкологического риска. Разработана концепция и методика унификации, формализации и цифровизации оценки и

картографирования природно-экологического риска на базе общей платформы управления риском и выявления определяющих параметров природной опасности для различных видов опасности, территорий и природно-техногенных условий, а также интегрального геоэкологического риска.

**Шестое защищаемое положение.** Разработана методология унифицированной оценки и картографирования геоэкологического риска на базе общей платформы управления риском. Введено понятие «горячих пятен», дифференцируемых по уровню ожидаемого геоэкологического риска. Выявлены «горячие пятна» геоэкологического риска для горных территорий Кавказа, а также территорий г. Москвы и Московской области.

**В Заключении** приводятся основные результаты диссертационного исследования.

Защищаемые положения диссертационной работы, а также основные выводы по каждому из изучаемых направлений детально обоснованы и подтверждены фактическим материалом. Результаты исследования В.Б. Сваловой опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Защищаемые положения подтверждены выводами.

### **Замечания.**

По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания:

1. Было бы важно более детально рассмотреть и проанализировать определяющие параметры наиболее опасных природных процессов, а не только оползней. Выделение определяющих параметров природных опасностей и ущерба требует более детального анализа и обоснования.

2. В связи с тем, что в рамках реологической модели высоковязкой жидкости невозможно описать наличие разломов в геологической среде, следовало бы больше внимания уделить анализу формирования сейсмогенерирующих разломов и их связи с землетрясениями.

3. Оползни являются сложными и многоплановыми процессами. Вязкая модель имеет определенные ограничения. Она не учитывает начало развития процесса, формирования трещин откола и поверхности скольжения.

4. Для верификации модели оползневого процесса было бы полезно и интересно сравнить скорости, полученные в результате моделирования, со скоростями, измеренными в полевых условиях на конкретном примере оползня.

5. Следовало бы подробнее остановиться на проблеме прогноза и предупреждения стихийных бедствий и катастроф. И как именно это будет осуществляться.

В то же время необходимо отметить, что замечания ни в коей мере не снижают теоретическую и практическую значимость диссертационной работы. Диссертационная работа В.Б. Сваловой представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему прогноза, предупреждения и снижения геоэкологического риска опасных природных и природно-техногенных процессов в литосфере и выявления их связей с глубинной геодинамикой. Анализируя диссертацию, в целом, следует отметить ее фундаментальность. Это - важное научное обобщение, полностью соответствующее уровню докторских работ.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), для ученой степени доктора наук, а её автор – Свалова Валентина Борисовна, несомненно, достойна присвоения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология (геолого-минералогические науки).

#### Официальный оппонент

Андрей Михайлович Корженков, доктор геолого-минералогических наук,  
главный научный сотрудник, и.о. зав. лабораторией № 304 палеосейсмологии и палеогеодинамики, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН,  
123242 г. Москва, ул. Б. Грузинская, д. 10,  
Тел.: +7-916-2269092, Факс: +7-499-7662654, e-mail: amkor61@yandex.ru

Шифр науч. специальности:  
25.00.01 – Общая и региональная геология



Я, Корженков Андрей Михайлович, согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

14 июля 2023 г.



А.М. Корженков

Подпись А.М. Корженкова заверяю:

