

ОТЗЫВ
на диссертацию Валентины Борисовны Сваловой
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В
ЛИТОСФЕРЕ,
представленной по специальности 1.6.21. – Геоэкология
на соискание ученой степени
доктора геолого-минералогических наук

Актуальность данной работы несомненна, потому что природные эндо- и экзогенные катастрофы, а также техногенные негативные события приносят неисчислимые жертвы и огромный материальный ущерб. Доказано, что количество летальных исходов и ранений в год в результате разгула природной стихии превышает количество жертв, обусловленных дорожными катастрофами и межрегиональными конфликтами вместе взятыми.

Человечество будет безмерно благодарно тем его представителям, которые силой своей воли и интеллекта сумеют хотя бы на доли процента сократить риск от действия природных стихий, разработав методы достоверного прогнозирования и предотвращения их негативных последствий.

Прогноз и предупреждение стихийных бедствий и катастроф является одной из важнейших задач научной и народно-хозяйственной деятельности, полностью не решенных до сих пор.

Анализ и моделирование геодинамических процессов, происходящих в тектоносфере, в масштабе исторического и даже геологического времени является очень ценным инструментом для понимания источников и энергетики очагов природных катастроф, поэтому научные изыскания в этом направлении имеют важнейшее значение и должны всячески поддерживаться государственными структурами.

Диссертант поставил цель исследовать и разработать методологию оценки и управления геоэкологическим риском природно-техногенных опасностей на основе математического моделирования эволюции геологических структур. Это грандиозная и гуманная цель, заслуживающая одобрения и поддержки на разных уровнях государственного управления.

В.Б. Свалова является всемирно известным специалистом в области геоэкологических и геотермических исследований. Она, вместе с ее учителем и наставником, академиком В.П. Мясниковым получила важные результаты в области математической геологии. Наряду с научной деятельностью, диссертант ведет большую научно-организационную работу. Она в течение многих лет работает Ученым секретарем Научного совета РАН по проблемам геотермии.

Представленная диссертация – это достойная демонстрация ее многолетней научной деятельности. И конечно, не финальная, так как в портфеле у диссертанта еще много материалов, требующих осмысления и опубликования.

Работа состоит из введения, шести глав, заключения, списка терминов, списка литературы, двух приложений. Общий объем: 367 страниц, включая 194 рисунка и 15 таблиц.

Первая глава – понятийная. В ней даются определения понятий природных геодинамических опасностей и геологического риска. Трудно, однако, согласиться с популярным, но не обоснованным выводом об увеличении количества природных катастроф и числа жертв в последнее время. Таких грандиозных потерь человечества как во время землетрясения в Шаньси (1556 г.) – 830 тыс. человек, или во время извержения влк. Тамбора (05.04.1815) – 90 тыс. человек, или Лиссабонского цунами (01.11.1755) – 350 тыс. человек, в последние годы не наблюдалось. Такой вывод объясняется совершенствованием средств связи и мониторинга катастроф. Среди «печально известных рекорсменов» последних лет можно упомянуть землетрясение на Гаити (12.01.2010) – 232 тыс. человек, или цунами в Индийском океане (Суматра, Шри Ланка, 26.12.2004) – 72 тыс. человек. Анализируя каталог землетрясений USGS за XX и XXI век, можно видеть практически постоянное количество сейсмических событий за столетний период наблюдений, в том числе, сильных толчков с магнитудой более 6,0.

97% эндогенных природных катастроф приурочено к активным геодинамическим поясам: Циркум-Тихоокеанскому и Альпийско-Гималайскому, а также к зонам континентальных и океанских рифтовых зон. Влияние глубинной геодинамики на внешние геосферы: литосферу, гидросферу и даже тропосферу объясняет то, что подавляющее количество экзогенных катастроф происходит также в этих поясах.

Эта глава содержит большое количество картографической информации, что позволяет читателю легко понять обоснованность выводов и корректное доказательство первого защищаемого положения о том, что понятие «геоэкологический риск» – это вероятность наступления геодинамического события.

Вторая глава посвящена разработке механико-математической модели формирования и эволюции геологических структур над поднимающимся мантийным диапиром. Автор применила уравнение Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. В результате получены критические параметры задачи, связывающие глубинную геодинамику с эволюцией рельефа поверхности. Объектом для обсуждения результатов являются впадины Средиземноморья. В этом анализе некоторые выводы противоречивы и непонятны. Например, вывод о том, что структура сводового поднятия формируется, если глубина диапира невелика или скорость его подъема существенна. А как тогда объяснить происхождение впадины Тирренского моря, в которой астеносферный выступ поднимается до глубины 30-40 км в Эоловой и Южно-Тирренской впадинах? В этих местах величина плотности теплового потока достигает 400 мВт/м^2 , и никакого сводового поднятия не существует сейчас и не существовало в геологическом прошлом. Противоположная ситуация наблюдается в районе Крита. Если считать сводовым поднятием кальдеру Санторина, то тепловой поток там аномально низкий – $35\text{-}38 \text{ мВт/м}^2$, что не согласуется с идеей о подъеме астеносферного диапира. Наоборот, здесь литосфера имеет значительную мощность. Характеризуя содержание второй главы, заметим, что исходя из генеральной идеи диссертации, следует подчеркнуть связь эволюции геологических структур на границах литосферных плит с

проблемой изучения природы и методов прогнозирования природных катастроф. Если говорить об исследовании проблемы формирования и эволюции геологических структур, то надо было бы уже во введении анонсировать связь этих двух направлений: эндогенных катастроф и происхождения глубинных неоднородностей.

В третьей главе дано описание геодинамики и моделирования эволюционных процессов в Кавказском регионе. Здесь приводятся характеристики сейсмичности, глубинного строения по геофизическим данным, теплового потока, а также предлагается геодинамическая модель, в которой определяется поле скоростей, давлений и напряжений на глубине литосферы по имеющимся данным о скоростях на дневной поверхности. Решена задача определения движения границ на глубине литосферы по заданным движениям дневной поверхности. Отмечено существование выступа астеносферы под Большим и Малым Кавказом. Однако, не обсуждается то противоречие в совместном анализе реологии тектоносферы Кавказского региона и сейсмичности, которое не проявляется в других областях. А именно, антибатная корреляция теплового потока и сейсмической активности.

Известно, что максимальная сейсмичность проявляется там, где литосфера имеет ригидную реологию, неизбежно сопровождающуюся низким тепловым потоком. В областях же дактильной реологии существующий повышенный тепловой поток обуславливает пониженную вязкость литосферы, и в этих областях, как правило, не происходит разрыва сплошности массива на глубине, а происходящий при этом флексуобразный сдвиг характеризуется выделением небольшой энергии, измеряемой незначительными магнитудами (не более 4,0). В регионах Б. и М. Кавказа измерен высокий тепловой поток (до 120-130 мВт/м²) и в то же время большие магнитуды землетрясений (вспомним Спитакское землетрясение 07.12.1988). Этот факт требует специального обсуждения!

Переходим к анализу четвертой главы, в которой рассматривается глубинное строение осадочных бассейнов – Прикаспийской и Южно-Каспийской впадин, и предлагается «самосогласованная термогравиметрическая модель литосферы и астеносферы осадочного бассейна». Заметим, что исследование этих регионов имеет большое прикладное значение, т.к. они обладают высоким углеводородным потенциалом. В этой связи, по мнению оппонента, следовало бы направить усилия и применить разработанный математический аппарат на моделирование геофизических полей в продуктивной зоне нефтегазогенерации, охватывающей осадочный чехол и верхнюю часть нижнепалеозойского фундамента. Причем, имея инструмент для расчета палеотемператур, было бы ценно и практически значимо рассчитать температуры катагенеза органического вещества в геологическом прошлом, в позднем карбоне и ранней перми, когда формировалось вещество керогена под действием РТ-условий того времени. Понятно, что расчет мощности литосферы и рассуждения о подъеме мантийного диапира под Прикаспийской впадиной имеет важное теоретическое значение, но полученные выводы не согласуются с последними данными сейсмической томографии, которые свидетельствуют об отсутствии глубинных «мантийных корней» под впадиной (см. напр., Титоренко и др., 2005; Антипов и др., 2008).

Нельзя согласиться с выводом автора о повышенном тепловом потоке в Прикаспии по сравнению со смежными областями Восточно-Европейской платформы. Локальное повышение теплового потока над апикальными частями соляных куполов связано с пертурбацией глубинного тепла в условиях структурно-теплофизических неоднородностей, т.к. контраст теплопроводности солей и вмещающих терригенных и(или) карбонатных пород составляет 2,5:1. Полученные фактические данные о влиянии радиогенной теплогенерации в осадочном чехле и раннепалеозойском фундаменте, а также оценка теплогенерации мантии не согласуются с эмпирическими данными (см. напр., Хуторской и др, 2004, 2010, 2018).

Пятая глава – геозкологическая опасность оползневого процесса – несомненно «изюминка» автора! Совершенно справедливо отмечается, что воздействие оползней иногда недооценивается, так как оползни могут долго находиться в стабильном

состоянии. Участие в Российско-Тайваньском проекте по изучению оползневой опасности позволило автору классифицировать оползни по типу, выделить основные факторы, контролирующие скорость сползания – от солифлюкции до катастрофических селей и камнепадов. Распределение поля скоростей решается как движение высоковязкой несжимаемой ньютоновской жидкости, описываемой приближенным уравнением Навье-Стокса. Полученное решение позволило объяснить формирования на склоне структур типа наплывов и клиноформ осадочного чехла. Констатирую, что пятое защищаемое положение обосновано и подтверждено эмпирическими данными.

Разработка системы мониторинга опасных геологических процессов и опасных объектов на основе систем автоматического контроля и раннего предупреждения является одной из основных составляющих концепции управления риском. Система организации мониторинга и управления риском – это тема шестой главы. Здесь рассматривается различный подход к определению понятия «геозкологический риск» и разные алгоритмы его расчета. Компонентом риска является ущерб. Ущерб подразумевается как чисто экономический – разрушение зданий и сооружений, так и выраженный в деньгах ущерб от потери человеческих жизней. Например, ущерб от землетрясения 12.01.2010 на Гаити оценивается цифрой 6 млрд. долларов. Так оценили разрушения в городе Порт-о-Пренс и гибель 223 тыс. человек. Ущерб от цунами на Суматре и в Шри Ланке 26.12.2004 оценили в 3,8 млрд. долларов, что обусловлено многочисленными разрушениями прибрежных строений и морфологии пляжей, а также гибелью 72 тыс. человек. Вопрос о корректности расчета ущерба и риска законодательно не разработан. Разные страны в случае различных видов природных катастроф применяют специфические методики, и сравнивать опубликованные оценки государственных служб из разных стран – дело неблагодарное. Автор совершенно справедливо утверждает, что для учета всех факторов и параметров ущерба необходима весовая оценка вклада каждого параметра в процесс. Аналогично, весовая оценка вклада потребует при оценке интегрального риска как суммы рисков от различных опасных процессов. Что, в свою очередь, требует экспертной оценки специалистов,

статистических данных и разработки математических методов и подходов. В.Б. Свалова отдает предпочтение методу Т. Саати. Основа метода Саати – попарные сравнения альтернатив по каждому из критериев и попарное сравнение критериев с точки зрения важности для поставленной цели. Насущной задачей является разработка методики картирования дифференцированного и интегрального природного риска, выделение определяющих параметров природной опасности, ущерба и риска, а также расчет весовых вкладов параметров на основе метода анализа иерархий Саати.

Автор делает вывод, что оползни и карст на городских территориях более опасны, чем подтопление, вследствие большей неожиданности и непредсказуемости события. Опасность от подтопления более распределена по времени, но ущерб от разрушенного здания может быть одинаков от воздействия оползня, провала земной поверхности или перекоса фундамента и обрушения здания вследствие подтопления. Следует, однако, различать последствия этих негативных событий для городов на равнинах и на холмистой местности. Если, например, рассматривать вековую историю С.-Петербурга, то такого ущерба городу, который приносили наводнения, невозможно сопоставить ни с какими другими стихийными бедствиями. В качестве основных определяющих параметров оценки интегрального ущерба рассматривается плотность населения, плотность коммуникаций и плотность застройки. Поэтому ущерб от наводнения в Северной столице больше, чем ущерб от землетрясения и селевого потока вместе взятых, например, в Усть-Лабинске. Справедливости ради, надо признать, что наиболее весомым риском и максимальным ущербом при природных катастрофах характеризуются районы Олимпийских объектов Сочи и, особенно, горнолыжный кластер Роза-Хутор из-за колоссальных капиталовложений в эти объекты. Районы геоэкологического риска Кавказа требуют повышенного внимания к организации мониторинга, проведения инженерных защитных мероприятий и информации населения о возможных стихийных бедствиях и катастрофах.

В.Б. Свалова долгое время изучала проявления оползневых процессов в Москве. Вероятность оползневого процесса зависит от устойчивости оползневого склона, триггерных механизмов (осадки, землетрясения), техногенных факторов. В идеале сначала требуется физико-механическое изучение оползневого процесса в разных условиях. На основе такого знания возможна вероятностная оценка схождения оползней для разных территорий. Но с точки зрения механики оползневой процесс до сих пор до конца не изучен. По скорости перемещения материала выделяются три категории оползневых проявлений: 1) крип, или медленное течение, в том числе, крип почвы, коренных пород, сползание осыпей, каменных потоков (каменных глетчеров), солифлюкция; 2) быстрое течение, в том числе, течение грунта, грязевые потоки, обвалы (обломочные лавины) и оползни; 3) скольжение и падение, в том числе камнепады, соскальзывание обломков и глыб, снежные лавины и оползни-обвалы.

В истории Москвы известны крупные оползни с разрушениями построек и жертвами среди населения. Оползень на Швивой Горке (Котельническая набережная) в 1886 году описан в книге В.А. Гиляровского «Москва и москвичи».

При этом оползень разрушил дома, цирюльни, бани и мясной склад. Несмотря на значительное количество инженерных сооружений типа подпорных стенок, оползни в столице наблюдаются в районах Воробьевых гор, Хорошево-Мневниках, Коломенского, Филей и в других местах. В диссертации приведен обширный материал об оползневой ситуации и об организации инженерного мониторинга на опасных объектах. Подчеркивается высокий геоэкологический риск в Москве и Московской области из-за большой стоимости земли, плотности населения и исторической ценности сооружений на склонах. Огорчает то, что г. Люберцы – место рождения оппонента – относится к «горячим пятнам» экологического риска!

Шестая глава полностью обосновывает шестое защищаемое положение.

Анализируя представленную диссертацию в целом, надо отметить ее фундаментальность. Это крупное научное обобщение, полностью соответствующее уровню докторских работ.

Отдельные немногочисленные замечания включены в текст отзыва. А среди мелких погрешностей стоит упомянуть стилистические «промахи». Некоторые абзацы дословно повторяются на разных страницах. Например, тезис о совместном влиянии вертикальных и горизонтальных движений в земной коре изложен на стр.5-6 и полностью идентичен тексту на стр.11. Тезис о вероятностной мере геоэкологической опасности и о суперпозиции природных явлений дословно повторяется на стр.41 и на стр.45. Анализ эпицентров землетрясений в Эгейском море – на стр.63 и стр.64. Определение метода Саати – на стр.136 и стр. 152-153.

Полагаю, что диссертационная работа «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛИТОСФЕРЕ» полностью соответствует паспорту специальности 1.6.21. – Геоэкология (геолого-минералогические науки) и требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор – Свалова Валентина Борисовна – достойна присвоения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 – Геоэкология (геолого-минералогические науки).

Официальный оппонент
Зав. Лабораторией тепломассопереноса,
Главный научный сотрудник ФГБУН
Геологический институт РАН,
доктор геол.–мин. наук, профессор,
Заслуженный деятель науки РФ

119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр.1
Тел.: +7 (495) 959-27-56
E-mail: mdkh1@yandex.ru

М.Д. Хуторской

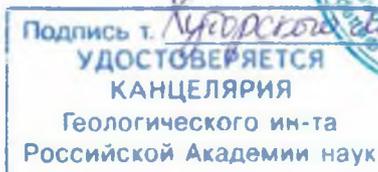
Шифр науч. спец.: 25.00.10 – Геофизика, геофизич.
методы поисков полезных ископаемых

Я, Хуторской Михаил Давыдович, согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

31 июля 2023 г.



М.Д. Хуторской



*Ю.Д. Шибанов 3.м.
31.07.2023*