

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Федерального
государственного бюджетного
учреждения науки
Институт теории прогноза
землетрясений и математической
геофизики Российской академии наук
(ИТПЗ РАН)
член-корреспондент РАН, доктор
физико-математических наук
П.Н.Шебалин



12 февраля 2021 г.

ОТЗЫВ

*ведущей организации на диссертационную работу Ю.М. Вольфмана
«Особенности процессов альпийского тектонического
разрывообразования и сейсмогенеза Крымско-Черноморского региона»,
представленной на соискание ученой степени доктора геолого-
минералогических наук по специальности
25.00.03 – «Геотектоника и геодинамика»*

Диссертационная работа Юрия Михайловича Вольфмана обобщает многолетние исследования автора по идентификация деформационных режимов и кинематических обстановок альпийского разрывообразования в пределах Горного Крыма, реконструкции обстановок сейсмогенеза Крымско-Черноморского региона, а также сравнительному анализу условий тектонического разрывообразования и сейсмогенеза в пределах Горного Крыма, Крымско-Черноморского региона и ряда других сейсмоактивных областей Средиземноморского пояса.

Диссертация, безусловно, актуальна, поскольку направлена на детальный анализ факторов, определяющих деформационные режимы и кинематические обстановки альпийского разрывообразования и сейсмогенеза. Установленные в работе закономерности проявлений тектосейсмогенеза могут использоваться при построении прогностических моделей различного целевого назначения, включая оценку сейсмической опасности. В частности, результаты автора использованы для создания

линеamentно-доменно-фокальных моделей Крымского и Карпатского регионов, положенных в основу карт общего сейсмического районирования.

Цели исследования определили структуру и логику работы. Сначала методами тектонофизического анализа данных о смещениях горных массивов проведена идентификация деформационных режимов и кинематических обстановок альпийского разрывообразования в пределах Горного Крыма. Затем по результатам решений фокальных механизмов очагов землетрясений произведена реконструкция обстановок сейсмогенеза Крымско-Черноморского региона. На этой основе выполнен сравнительный анализ кинематических обстановок альпийского тектонического разрывообразования в пределах Горного Крыма, обстановок сейсмогенеза в Крымско-Черноморском регионе, а также в других сейсмичных сегментах Средиземноморского пояса.

В качестве основных защищаемых положений диссертант считает:

1. Структурную основу Горного Крыма составляют разноранговые системы преимущественно сдвиговых и сбросовых разрывных нарушений диагональных и (в меньшей мере) ортогональных ориентировок, возникающие в условиях периодически проявляющихся обстановок продольного сжатия и растяжения; субширотно и диагонально ориентированные взбросо-надвиговые разрывы играют второстепенную роль, возникая, главным образом, в зонах динамического влияния нарушений сдвигового типа.
2. Установленные особенности проявления деформационных режимов альпийского тектогенеза в обстановках разнонаправленного сжатия и/или растяжения обуславливают формирование соответствующих парагенезисов субвертикальных сколовых разрывов, предопределяя избирательный характер ориентировок структурных элементов этих парагенезисов и возможность их структурно-кинематической идентификации даже при отсутствии зеркал скольжения, указывающих направление перемещения крыльев разрыва.
3. Основные закономерности проявления сейсмогенерирующих полей напряжений в пределах Крымско-Черноморского региона согласуются с таковыми для других сегментов Средиземноморского пояса, но многообразие обстановок сейсмогенеза, идентифицированных в очагах Южно-Крымской зоны, указывает на гетерогенный характер и сложное строение этой зоны, не позволяя отнести ее к какому-либо одному типу сейсмогенеза; при этом сколько-нибудь значимые признаки подвига

(квазисубдукции) или субдукции Восточно-Черноморской плиты под Крымский полуостров в очагах землетрясений Южно-Крымской сейсмогенной зоны отсутствуют.

4. Изученные геосистемы центрального сегмента Средиземноморского пояса периодически подвергаются сжатию (реже – растяжению) в разных, закономерно ориентированных по отношению к оси вращения Земли, направлениях: субмеридиональном, субширотном и обоих диагональных; образующиеся при этом разрывы, как правило, отражают не суммированное влияние различных геодинамических факторов в виде некоего результирующего поля напряжений, а кратковременное преобладание воздействий какого-либо одного фактора над остальными, обуславливая дискретный характер проявления процессов сейсмогенеза в виде активизации разноориентированных зон с разными структурно-кинематическими параметрами.

5. На новейших стадиях тектогенеза под воздействием меняющихся кинематических обстановок возможны активизация и объединение в единые зоны тех фрагментов разновозрастных разломно-трещинных систем, параметры которых удовлетворяют ориентации новообразованных полей напряжений; это способствует формированию фильтрационных окон в водоупорных горизонтах, перераспределению подземного стока и концентрации грунтовых потоков, создавая предпосылки для избыточного обводнения территорий и развития суффозионно-карстовых провалов, обвальноподолзневых смещений и т.п., нередко являясь причиной катастрофического развития геосистем.

Диссертация объемом в 371 страницу состоит из введения, шести глав, заключения и списка литературы из 522 наименований. Диссертационная работа содержит 152 рисунка и 9 таблиц.

Во **Введении** сформулирована проблема, обоснована актуальность целей и задач исследования, а также кратко характеризуются работа в целом, направления, методы и данные использованные в работе, научная новизна и основные защищаемые положения диссертации.

В **Главе 1** «Методы исследований» приводится краткий обзор тектонофизических методов, рассматриваются способ построения стереографических моделей структурно-кинематических парагенезисов разрывов и смещений, а также технология построения стереографических моделей сейсмогенеза. Эти подходы составили методическую основу для решения задач, поставленных в диссертации.

В **Главе 2** «Деформационные режимы и кинематические обстановки альпийского тектонического разрывообразования в пределах Горного Крыма» представлены результаты изучения деформационных режимов и кинематических обстановок альпийского разрывообразования в Горном Крыму на основе анализа параметров зеркал скольжения. Установлено, что в течение альпийского этапа в пределах Горного Крыма периодически проявлялись разнообразные кинематические обстановки регионального сжатия и растяжения, которые нашли отражение в системах разноориентированных, преимущественно тангенциальных систем напряжений. Определены соотношения типов разрывных нарушений и ориентации систем напряжений. Сделаны важные методологические выводы о некорректности постановки задачи по построению сводной карты поля напряжений для тектонически активных регионов, поскольку само поле весьма динамично и вариативно и на разных стадиях развития региона возможно повторение однотипных кинематических обстановок.

В **Главе 3** «Сейсмогенерирующие поля напряжений в пределах Средиземноморского пояса (по данным решения механизмов очагов землетрясений)» исследованы поля напряжений в сейсмоактивных регионах Загрос, Вранча и Черноморско-Кавказском. Установлено, что несмотря на пространственную разобщенность и различное строение исследованных регионов, стереографические модели основных типов сейсмогенеза, построенные по решениям механизмов очагов землетрясений со сходными деформационными режимами и кинематическими обстановками, оказались идентичными. Это определяет принципиальную возможность типизации проявлений сейсмогенеза разных регионов.

В **Главе 4** «Сеймотектоника Крымско-Черноморского региона» представлены результаты анализа полей напряжений в очагах землетрясений Крымско-Черноморского региона, который включает Крым, акватории Черного и Азовского морей и сопредельные районы Таманского п-ова. Установлено многообразие обстановок, реконструированных в очагах Южно-Крымской сейсмогенной зоны, что указывает на ее гетерогенное строение и не позволяет обосновать принадлежность этой зоны к какому-либо одному типу сейсмогенеза. На основе структурно-кинематических характеристик и параметров нодальных плоскостей, рассматриваемых в качестве возможных сейсмогенных разрывов, сделано предположение о маловероятности того, что доминирующим фактором, определившим особенности строения и современной геодинамики Крыма, являлись процессы поддвига, субдукции или квазисубдукции Восточно-Черноморской плиты под Крымский полуостров.

В **Главе 5** «Обстановки тектосейсмогенеза Крыма и его структурного обрамления в системе альпийской геодинамики региона» проанализированы пространственно-временные аспекты тектосейсмогенеза Крыма и его обрамления в системе альпийской геодинамики региона. Для этого была проведена геологическая интерпретация скоростной модели профиля ГСЗ DOBRE-5 и выделены зоны разрывных нарушений, крупнейшие из которых контролировали формирование главных структур Крыма и Черноморской впадины. Установлено, что в течение альпийского этапа пространственные особенности проявления тех или иных типов деформационных режимов разрывообразования в значительной мере были предопределены различиями мощности и строения земной коры геоструктур в составе Крымско-Черноморского региона и его сопредельных территорий, а формирование и последующие активизации основных разрывных структур происходили под воздействием полей напряжений, отражающих периодическую сменяемость кинематических обстановок регионального сжатия и растяжения.

В **Главе 6** «Использование результатов тектонофизических исследований при геолого-структурном изучении и прогнозе развития природных и природно-техногенных геосистем» рассмотрены результаты применения тектонофизических методов и их комплексирования с другими видами исследований при изучении причин и прогнозе катастрофического развития природных и природно-техногенных геосистем. На большом материале показано применение тектонофизических и геолого-структурных исследований для целей сейсмического микрорайонирования территорий городских агломераций, для оценки опасности оползневых процессов, влияния активизации разломно-трещинных зон на устойчивость зданий, а также ряд других практических приложений методов, представленных в диссертации.

Заключение содержит основные выводы диссертанта по результатам работы. Диссертация содержит 371 страницу машинописного текста, аккуратно оформлена и хорошо иллюстрирована 9 таблицами и 152 рисунками, написана хорошим литературным языком. Логическое построение работы содержательно отражает цели, поставленные диссертантом.

Автореферат соответствует тексту диссертационной работы. Публикации автора отражают основное содержание диссертации. Основные научные результаты диссертации изложены в 89-ти печатных работах, включая разделы в 5-ти коллективных монографиях. Их них 16 статей опубликовано в рецензируемых

изданиях, рекомендованных ВАК. Личный вклад автора в решение задач, поставленных в работе, и в совместных публикациях четко сформулирован в диссертации и не вызывает сомнений.

Таким образом, докторская диссертация Ю.М. Вольфмана «Особенности процессов альпийского тектонического разрывообразования и сейсмогенеза Крымско-Черноморского региона», представленная на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук, является законченным исследованием, внесшим значительный вклад в развитие тектонофизических методов для изучения процессов тектонического разрывообразования и сейсмогенеза в сейсмоактивных регионах и имеющих большие возможности практического применения при изысканиях по уточнению геолого-структурных условий территорий размещения особо важных и потенциально опасных объектов, при сейсмическом микрорайонировании городских агломераций, при изучении причин возникновения локальных природных и техно-природных катастроф.

Замечания по диссертации:

В Главе 4 сделан вывод о маловероятности того, что доминирующим фактором, определившим особенности строения и современной геодинамики Крыма, являлись процессы поддвига, субдукции или квазисубдукции Восточно-Черноморской плиты под Крымский полуостров. Отметим, что вывод сделан на основе анализа всего 35-ти фокальных механизмов землетрясений в основном небольших магнитуд со значениями от 2-х до 4-х (Табл. 4.1, стр. 181), причем распределенных по довольно обширной территории. При этом деформационный режим самого сильного в регионе Ялтинского землетрясения 1927 г. с $M=6.9$ определен в работе как сбросовый, что наряду с механизмами надвига часто наблюдается в зонах субдукции. Представляется, что для более надежного обоснования этого вывода необходимо рассмотреть фокальные механизмы большего количества землетрясений, расположенных непосредственно в зоне возможного поддвига.

В целом рецензируемая диссертационная работа является законченным исследованием, суммирующим многолетнюю творческую деятельность Ю.М. Вольфмана. Работа содержит ценный фактический материал, касающийся структуры и геодинамики изучаемых регионов, который, несомненно, может быть использован и другими исследователями для решения прикладных задач по оценке

сейсмической и геологической опасности. Несмотря на отмеченное замечание диссертация в целом удовлетворяет требованиям ВАК России, предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о присуждении учёных степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.), а соискатель Ю.М. Вольфман заслуживает присуждения ему ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.03 «Геотектоника и геодинамика».

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на заседании научного семинара ИТПЗ РАН и одобрен в качестве официального отзыва ведущей организации 11 февраля 2021 г., протокол №1.

Авторы отзыва А.И. Горшков и О.В. Новикова согласны на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Вольфмана Ю.М. в диссертационном совете Д002.001.01, и их дальнейшую обработку.

Старший научный сотрудник лаборатории
«Геодинамика» ИТПЗ РАН
кандидат физико-математических наук



Новикова Ольга Владимировна

тел.: 8(495) 333- 1255
почтовый адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.84/32
эл. почта: onovikov@mitp.ru

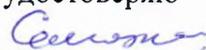
Зав. лабораторией «Геодинамика» ИТПЗ РАН
Главный научный сотрудник
доктор физико-математических наук
кандидат геолого-минералогических наук



Горшков Александр Иванович

тел.: 8(495) 333-3044
почтовый адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д.84/32
эл. почта: gorshkov@mitp.ru

Подпись Горшкова А.И. и Новиковой О.В. удостоверяю
Ученый секретарь ИТПЗ РАН, к.ф.-м.н.



Селюцкая О.В.