

## Отзыв

научного руководителя на диссертацию Горбунова Ильи Александровича  
**"Кинематика палеопротерозойских тектонических движений  
в Кейвском террейне, северо-восток Фенноскандинавского щита"**,  
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук  
"Научная специальность 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика"

Главной целью диссертационной работы Горбунова Ильи Александровича являются кинематика палеопротерозойских тектонических движений и их корреляция с региональным кинематическим планом во время палеопротерозойской лапландско-кольской альпинотипной орогении на северо-востоке Фенноскандинавского (Балтийского) щита. Выбор этой цели определяется тем, что одной из актуальных задач современной геологии является тектоника палеопротерозоя, когда происходил переход специфической геодинамики архея, когда действовала, например, тектоника так называемой "закрытой крышки" (*stagnant lid tectonics*) или аккреционный цикл тектоники плит (*Accretionary Cycle Plate Tectonics*) к тектонике литосферных плит в современном виде. Однако раннедокембрийские орогены отличаются глубокой эрозией и для изучения обычно доступны только их нижние уровни, сложенные сложнодислоцированными породами высоких ступеней метаморфизма, и применение к ним методов изучения коллизионных структур верхней коры часто оказывается невозможным. Поэтому для кинематических реконструкций привлекаются методы микротектоники вместе со стрейн-анализом, широко используемые мировым геологическим сообществом и пока еще ограниченно применяемые отечественными исследователями. Эта сторона исследований Горбунова Ильи Александровича дополняет их актуальность.

Результаты исследований диссертанта были получены как лично им, так и в составе исследовательской группы Геологического института КНЦ РАН в течение нескольких полевых сезонов. Здесь надо обратить внимание на определенный дуализм этих исследований: они внесли заметный вклад в понимание региональной коллизионной тектоники кольского палеопротерозоя, с одной стороны, и расширили наши знания о некоаксиальной сдвиговой деформации метаморфических пород, с другой стороны. И если первая сторона исследований связана преимущественно с расшифровкой тектонической истории конкретного региона, являющейся вкладом в реконструкцию глобальной геодинамической эволюции Земли, то вторая сторона имеет несомненный фундаментальный характер.

Восстановлением коллизионной истории Кейвского парасланцевого пояса – одной из ключевых структур Кейвского террейна, на основе традиционных подходов занималась вся исследовательская группа, в состав которой входил Горбунов Илья Александрович. Заслугой же диссертанта является то, что он независимыми методами микротектоники получил те же самые результаты, причем они были получены не только к западной Кейвского парасланцевого пояса, но и к его центральной, наиболее представительной части. Диссертант собрал и обработал большой объем ориентированных шлифов, что позволило получить дополнительные данные о проявлении в Кейвском террейне значительных надвиговых движений в северо-восточном направлении во время палеопротерозойской лапландско-кольской фронтальной коллизии. Более того, ему удалось выявить обратные движения, связанные с так называемыми обратными надвигами, которые ранее в кейвских парасланцах не устанавливались. Тем самым Горбунов Илья Александрович наглядно продемонстрировал и возможности методов микротектоники для кинематических реконструкций на глубинных уровнях раннедокембрийских коллизионных орогенов, и умение квалифицированно применять их на практике.

Отдельно следует отметить, что концепция кинематических индикаторов в зонах сдвигового течения была разработана при изучении пород, метаморфизованных в условиях низких ступеней метаморфизма и дополняется всего лишь ограниченными примерами из

глубокометаморфизованных пород. Температура и давление метаморфизма кейвских парасланцев с гранатом, кианитом и ставролитом, которые изучал Горбунов Илья Александрович, достигают в отдельных районах 650 °С и 6 кбар. В литературе приводятся немногочисленные примеры, что в породах, испытавших деформацию простого сдвига при таких высоких параметрах метаморфизма, сохраняются кинематические индикаторы. Диссертант показал, что при большом объеме фактического материала часть кинематических индикаторов все же сохраняется и пригодна для использования.

Особого внимания заслуживает выполненное Горбуновым Ильей Александровичем весьма трудоемкое изучение специфических деформационных структур со спиральной геометрией – спиральных подов и предложенный им механизм образования. Эти структуры имеют прямое отношение к давно существующей дискуссии в структурной петрологии метаморфических пород о том, имеют ли место процессы вращения в метаморфических породах при некоаксиальной деформации (простом сдвиге). Диссертант убедительно показал, что такие процессы могут происходить и что вращению могут подвергаться отдельные фрагменты тонкослоистого матрикса сланцев, а не только порфиробласты таких жестких минералов, как гранат в пластичной матрице. При этом изученные диссертантом спиральные поды выделены в качестве нового типа кинематических индикаторов. Это действительно серьезный вклад в наше понимание процесса деформации горных пород, вызванных некоаксиальным сдвиговым течением (простым сдвигом) в условиях высоких ступеней метаморфизма. На большую значимость этих исследований, равно как и изучение таких специфических коллизионных структур, как колчановидных складок и складок с изначально криволинейными шарнирами, сопряженных со стрейн-анализом, указывает публикация их результатов в двух статьях "Журнале структурной геологии" (*Journal of Structural Geology, Elsevier*) – структурно-геологическом журнале номер один в мировой периодике. При этом диссертант является первым автором одной из них.

Все сказанное позволяет утверждать, что Горбунов Илья Александрович является квалифицированным специалистом в области структурной геологии метаморфических пород, хорошо осведомленный о современных достижениях в этой области мирового геологического сообщества, умеющий применять их на практике и способный дополнять их. Диссертационная работа Горбунова Ильи Александровича "**Кинематика палеопротерозойских тектонических движений в Кейвском террейне, северо-восток Фенноскандинавского щита**" отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук, а сам он заслуживает присуждения ему искомой степени по научной специальности 1.6.1. Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика.

Научный руководитель, главный научный сотрудник  
Геологического института, обособленного подразделения  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр "Кольский научный центр  
Российской академии наук", доктор геолого-минералогических наук

В.В. Балаганский

10 марта 2023 г.

Подпись  
ПО МЕСТУ РАБОТЫ  
ПОМОЩНИК ДИРЕКТОРА  
ГИ КНЦ РАН  
2023

