

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Бабаянца Игоря Павловича «Поля смещений природных и техногенных объектов по данным спутниковой радарной интерферометрии: методика определения и интерпретации», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.6.9 «Геофизика»

Исследования по теме диссертации Игорь Павлович Бабаянец проводил в лаборатории 502 «Комплексной геодинамической интерпретации наземных и спутниковых данных» Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. В целом, исследования в области радарной спутниковой интерферометрии в России до сих пор немногочисленны, хотя в мире такие исследования ведутся очень широко. Этим определяется важность выполненных исследований.

Игорь Павлович провел большую работу. Он освоил теорию спутниковой радарной интерферометрии, методы обработки спутниковых радарных снимков с применением пакета GAMMA Software, который обладает очень широкими возможностями, но весьма труден в освоении и в использовании, поскольку написан под командную строку (без графического интерфейса). Диссертант собрал большую коллекцию снимков спутников Сентинель-1 и TerraSAR-X на область калийных рудников в гг. Березники и Соликамск за 2020 – 2022 годы, выполнил их обработку методами дифференциальной интерферометрии DInSAR и различными модификациями метода устойчивых отражателей, выявил области, где радарная интерферометрия позволяет оценить поля смещений земной поверхности, провел анализ и интерпретацию полученных полей смещений. Предуралье является очень трудным объектом для радарной интерферометрии, поскольку расчлененный предгорный рельеф, густые леса, снежный покров 6 месяцев в году, нестабильные погодные условия – все это существенно снижает когерентность снимков и затрудняет процесс их обработки. На основе приобретенного опыта диссертант предложил технологию обработки РСА-снимков, эффективность которой в условиях территории Предуралья обоснована путем массового тестирования на снимках С и Х-диапазона за 2020-2022 годы. Даны рекомендации по выполнению таких критических шагов, как корегистрация, фазовая развертка, выбор наземных контрольных точек и т.д. Я считаю, что эта подробно описанная технология будет полезна тем, кто осваивает работу со спутниковыми радарными снимками, особенно применительно к мониторингу техногенных объектов.

В процессе обработки снимков диссертанту удалось выявить поля смещений на территории горных отводов, выделить области замедления и, что существенно более важно, ускорения оседаний, выполнить анализ поведения временных рядов оседаний. Диссертант

провел анализ точности оценки полей смещений над подземными хранилищами газа и калийными рудниками, разрабатываемыми столбовой системой, по спутниковым радарным снимкам, выполненным с одной и двух орбит. Для этого использованы геомеханические модели развития смещений на указанных объектах.

Особо следует выделить модель поверхности разрыва в результате землетрясения в Турции 6 февраля 2023 г. Здесь диссертант продемонстрировал умение оценивать поля смещений методами дифференциальной интерферометрии и методом офсетов, а также оперативно проводить вычисление полей смещений и построение на их основе модели поверхности разрыва. В результате, построенная модель оказалась одной из первых, построенных для данного катастрофического события. Я считаю совершенно правильным включение этого исследования в диссертационную работу.

Все этапы работ выполнены диссертантом самостоятельно. По результатам своих исследований он опубликовал 6 печатных работ, все в журналах списка ВАК, в том числе в ведущих российских журналах, таких как Доклады РАН, Физика Земли, Геофизические исследования. Он сделал 7 докладов на международных и российских конференциях.

Диссертант проявил себя трудолюбивым и самостоятельным исследователем, способным к постановке и решению сложных задач. За время работы над диссертацией он стал прекрасным специалистом в новой востребованной в России области – спутниковой радарной интерферометрии. Игорь Павлович Бабаянц, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Зав. лабораторией «Комплексной геодинамической интерпретации наземных и спутниковых данных» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН)  
доктор физ.-мат. наук, профессор  
член-корреспондент РАН

В. О. Михайлов

