

## О Т З Ы В

### **Официального оппонента на диссертацию Золотарева Евгения Александровича «Теоретические основы картографо-аэрокосмических технологий дистанционного мониторинга опасных гляциальных процессов высокогорных геосистем», представленную на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.33 – картография**

Центральный Кавказ, в том числе Приэльбрусье, - динамичная горная геосистема регионального масштаба. Ее развитие непрерывно изучалось на протяжении более чем 100-летнего периода, в результате чего был накоплен уникальный материал многолетнего мониторинга. В настоящее время стала своевременной систематизация и обобщение этого материала с учетом своеобразия, разноплановости информации и дискуссионности отдельных ее аспектов. Результаты этого обобщения представлены в диссертации Е.А.Золотарева. Большое методическое и практическое значение подведения итогов уникального мониторинга, а также своевременность научного обобщения делает рассматриваемое исследование актуальным.

В процессе проведения работ за столь длительный период естественно менялись исполнители, методы и технология исследований, точность и корректность получаемых данных. Как следствие появилась возможность выделения определенных этапов мониторинга с оценкой их значения. В работе показано, что с начала первой инструментальной съемки в 1887-1880гг. по 60-ые годы наблюдались значительные перерывы в наблюдениях. За это время методы мензульной съемки сменились повторной фототеодолитной, что позволило оценивать скорости движения ледников. Более поздние наблюдения проводились регулярно с составлением топографических и тематических карт, использованием материалов аэрокосмической съемки. Таким образом, тенденции процесса мониторинга сводились к сокращению периодичности наблюдений и увеличению их комплексности. Рассмотренные временные аспекты мониторинга имеют расширенное значение и могут использоваться в других регионах.

Одна из центральных проблем, поставленных и детально рассмотренных в диссертации, является реализация технологии наблюдений, совершенствование количественных методов. Знакомство с технологией фотограмметрических наблюдений и стереоскопического измерительного дешифрирования разновременных снимков убеждает в высочайшей квалификации и профессионализме автора в этих вопросах. Это неудивительно, так как Е.А.Золотарев посвятил этому направлению большую часть своей трудовой деятельности. Чрезвычайно детальное описание процесса экспериментальных работ не оставляет сомнений в достоверности полученных результатов. Совершенствование

технологии определения изменений высот поверхности ледников значительно повысило точность карт и оценки динамики геосистемы. Представленный в работе метод определения скорости сползания снега относится к личной заслуге автора и может иметь расширенное применения при изучении многих гравитационных процессов. Впечатляющими выглядят процесс и итоги измерения скорости движения лавин. Секундные интервалы съемки позволили наглядно увидеть движение крупных масс снега и зафиксировать изменения скорости по мере увеличения массы снежной толщи. Детально рассматривая технологию оценки динамики ледников, автор постоянно упоминает о достижениях своих коллег (Ю.Ф. Книжникова, Д.Г.Цветкова, Ф.В.Никулина, И.А.Лабутиной). Использование лихенометрии сопровождается творческим подходом к методу и критическим отношением к датировкам, полученным другими исследователями. Подобная объективность и ответственность за конечные результаты позволяет относиться только положительно к автору как серьезному исследователю. Кажущаяся местами чрезмерная детальность описания проводимых работ при знакомстве со следующими разделами становится оправданной, поскольку обеспечивает достоверность более широких обобщений. По существу открытием можно считать обнаружение автором «вздутий» поверхности ледника Большой Азау (до 20м.), которые смещаются вниз по леднику. Предположение автора о том, что эти кинематические волны служат признаками пульсаций процесса движения ледникового тела, заслуживает особого внимания. К сожалению, в работе не приведены имеющиеся у автора личные соображения о причинах возникновения подобных волн. В целом использование оригинальных и высокоточных методов оценки динамики гляциальных процессов дало много нового для теории гляциологии и явилось экспериментальной основой мониторинга.

Расширяя диапазон исследований, Е.А.Золотарев решает сложную задачу, заключающуюся в возможности приведения к «одному знаменателю» старых и новых карт, то есть уравнивания их масштабов и геодезических основ. Имея данные за 1887 и 1957 годы, с учетом съемок 1997г. удалось количественно оценить динамику площадей и объемов ледников Эльбруса за период более чем в 100 лет с составлением соответствующих карт. Эти результаты можно рассматривать как крупный вклад в развитие систем мониторинга и в картографию. Не сомневаясь в достоверности полученных величин, отметим важное ретроспективное предположение, касающееся площадей и объемов оледенения Эльбруса во время малого ледникового периода. Эти величины примерно на 10% больше величин, рассчитанных на 1887г. Расчеты, проведенные с использованием комплекса данных, увеличили фиксируемый период развития горной геосистемы Приэльбрусья до 300 лет. Повидимому, это рекордный срок для экспериментов подобного рода, что повышает его общее научное значение.

По достижению превосходных результатов в отношении количественных оценок динамики ледниковой геосистемы, автор расширяет исследование в направлении анализа внешних факторов развития, прежде всего климатического. На повестку дня ставится определение связи эволюции оледенения с глобальными изменениями климата. Зависимости устанавливаются на основе динамики отдельных, эталонных ледников – Большого Азау и Джанкуата. Относительно доступный ледник Большой Азау на протяжении 100 лет наблюдался с интервалами 5-10 лет; поэтому его изменения исследованы очень детально. Это же относится и к опорному леднику Джанкуат. Динамика последнего хорошо синхронизируется с ритмами среднегодовой температуры воздуха, причем скорости отступления значительно превышают таковые наступания, что в итоге привело к длительному периоду сокращения площади оледенения.

При охвате исследованиями всех ледников Эльбруса было выяснено, что их ритмика неодинаковая. В одно и то же время одни ледники наступают, другие стабильны, а третьи сокращаются. Причина заключается в разных условиях существования ледниковых массивов: размерах, экспозиции и крутизне склонов. В то же время все ледники, по автору, объединены в единую систему, развитие которой отражает общие тенденции и глобальные изменения климата. Неясным остается вопрос о соотношении роли внешних и местных факторов и пространственных изменениях этих соотношений. Хотелось бы видеть подобный анализ в работе. Детальные работы проводились и в целях оценки объемов оледенения. Показано, как использование более совершенных методов позволило увеличить значения средней толщины льда от 50 до 100 м., а объем оледенения с 6 до 12.5 куб. км. Результаты периодических наблюдений еще раз подтвердили определенную связь динамики оледенения и климатических колебаний. Положенные на картографическую основу результаты измерений дали наглядную пространственно-временную картину развития региональной горной геосистемы. Параллельно создавались цифровые модели суммарного баланса массы оледенения за 40-летний период. Совершенствование методов расчета в последнее время было связано с использованием космических снимков высокого разрешения. Важный вывод, к которому пришел автор – основной причиной сокращения оледенения Эльбруса является естественный процесс потепления климата, а не парниковый эффект.

Помимо ледников, наиболее важных составляющих гляциальной геосистемы, в комплекс процессов входят гляциальные сели, часто имеющие катастрофический характер. Методы радиоуглеродного датирования селевых отложений позволили выделить периоды повышенной селевой активности за последние 2 тыс. лет. Выяснилось, что со временем размеры селей убывают, сохраняя связь с динамикой оледенения. Основная причина селеобразования – возникновение и прорыв термокарстовых озер во время потепления



климата и активного таяния ледников. Сложность формирования катастрофических селей породила разные мнения о их механизме. В заслугу автору можно поставить объективный анализ существующих взглядов. Ценны также прогнозы возможной селевой активности и рекомендации по борьбе с этими опасными явлениями.

Последняя составляющая геосистемы Приэльбрусья – лавины. Наибольший интерес в научном и практическом отношении имеют катастрофические лавины, связанные с многоснежными зимами или со снегосборными воронками ледниковых цирков. Современные методы, используемые автором, позволяют определять запасы снега в лавинах, пути их движения, дальность выбросов снежной массы. Даются подробные рекомендации оценки лавинной опасности и картографирования лавиносборов на разных этапах инженерных изысканий. Все аспекты изучения лавин рассматриваются в диссертации очень детально, с большим числом примеров расчета, оценками вероятности и точности получаемых результатов. Поскольку ряд методов являются оригинальными и относятся к разработкам автора, можно говорить о значительном вкладе диссертанта и в это направление изучения горных геосистем. Отдельно отметим значение проведенных исследований для картографирования лавиноопасных территорий. Представленные фрагменты карт лавинной опасности масштабов 1:10000 и 1:100000 дают возможность оценивать лавины и факторы лавинообразования с разной степенью детальности.

Оценивая в целом работу Е.А.Золотарева, остановимся на следующих ее достоинствах:

Теоретическая ценность проведенных исследований заключается, на мой взгляд, в представлении автором целостной картины многолетнего и стадийного развития региональной геосистемы на примере гляциальной горной системы Приэльбрусья. Внешним фактором развития системы служит динамика климата. Проведенные исследования стоят в ряду аналогичных по масштабам наблюдениями за изменениями тундровых или таежных зон, областей криолитогенеза или опустынивания. Региональный анализ динамики оледенения Эльбруса представляет собой фундаментальный вклад в изучение изменений природной среды планеты за период стабильного потепления климата, в теоретические основы современных проблем ноосферы. К сожалению, сам автор не обратил должного внимания на эту особенность своей работы, увлекшись основополагающими, но более частными вопросами, которые служат основанием для теоретических выводов фундаментального характера.

Технология стереоскопического измерительного дешифрирования, повторной фототеодолитной съемки, сравнения разновременных карт представлена в диссертации с удивительной детальностью, объективностью и ответственностью. Многочисленные

примеры расчетов различных изменений, сгруппированные в таблицы, свидетельствуют о том, что системы наблюдений доведены до ювелирной точности. Высокая техника экспериментов служит надежной основой для любых построений пространственного или временного характера. Делая выводы по результатам измерений, автор постоянно сравнивает их с мнениями своих коллег и других исследователей, не опускает дискуссионные моменты. В результате технологическая база выглядит как понятная и надежная. Разностороннее и комплексное использование космических снимков представляет собой определенный вклад в прикладную космонавтику. Правда, детальных характеристик материалов дистанционного зондирования не приводится. Слабо отражена роль материалов космической съемки в составлении тематических карт.

В диссертации представлен уникальный пример системы многолетнего мониторинга региональной горной геосистемы Приэльбрусья. Базирующийся на блестящей технологии, мониторинг дал полное на данный момент представление о преобладающих тенденциях развития геосистемы, ее крупных и мелких пульсациях, многофакторности развития. Важное значение имеют соображения прогнозного характера и практические рекомендации в целях освоения территорий. Наглядно показана изменчивость технологии мониторинга в связи с появлением новых технических средств и методов обработки измерений. Именно мониторинг позволил изучить сложность структуры геосистемы Приэльбрусья, разнонаправленность развития ее частей, влияние внешних и внутренних факторов.

Картографирование – сложный многоэтапный процесс, начинающийся с математического и геодезического обоснования и заканчивающийся изданием готовых карт. Использование точных методов оценки тех или иных рубежей и границ создает топографическую основу карт, на которую накладывается тематическая нагрузка. Стереоскопическое дешифрирование и измерительные технологии дают высокоточную основу для карт. Особенно это важно для карт динамики процессов, оперативного картографирования в процессе мониторинга. Помимо уникальных картографических образцов динамики оледенения Эльбруса представлены схемы лавиноопасных районов разных масштабов. Можно сказать, что автор является картографом-технологом, обеспечивающим точность и достоверность контуров на картах. Вклад в картографию выражается и в авторской разработке приведения разновременных картографических материалов к сравнимым масштабам и геодезической основе, что обеспечило динамическое картографирование опасных процессов высокогорья. На конкретных примерах была доказана эффективность использования дистанционных материалов в картографировании.

К заслугам частного порядка отнесем обнаружение на ледниках кинематических волн, исследования механизма образования гляциальных селей, оценка пульсации фронта лавин,

определение причин динамического разнообразия ледников. Эти частности в совокупности дают весомую информацию о деталях механизма развития горной системы в целом.

К замечаниям по диссертационной работе Е.А.Золотарева можно отнести следующие:

Измерительные технологии и представленные в работе многочисленные эксперименты, очевидно, должны иметь какие-то общеметодические и теоретические основы, пускай не столь фундаментальные по сравнению с проблемами регионального и глобального масштаба. Уж если слово теория вошло в название работы, о теоретических предпосылках хотя бы кратко следовало бы сказать.

Не совсем удачными выглядят формулировки защищаемых положений, которые скорее соответствуют результатам исследований.

Желательно было бы привести соображения автора и других исследователей по поводу механизма образования кинематических волн.

Тексты описания отдельных экспериментов, изобилующие разрозненными цифрами и показателями, можно было бы сократить.

Несмотря на требования ГОСТа, многочисленные полные формулировки источников в тексте целесообразно было бы заменить обычными цифровыми ссылками.

Сделанные замечания не влияют на общее положительное впечатление о диссертации.

Работа Е.А.Золотарева решает крупную научную проблему многолетнего мониторинга региональной горной геосистемы Приэльбрусья. Решение проблемы основывается на уникальной совершенной технологии измерений, использовании новейших, в том числе дистанционных и картографических методов, объективной оценке отдельных сложных аспектов. Новизна исследования заключается в многочисленных авторских разработках и общих выводах регионального масштаба. Основные результаты исследования опубликованы в научной печати, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК. Работа хорошо оформлена, а автор может характеризоваться как блестящий практик, вдумчивый аналитик, способный решать актуальные проблемы на региональном и глобальном уровне.

Работа Е.А.Золотарева соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 25.00.33 – картография, а автор заслуживает присуждения искомой степени.

Профессор Московского государственного университета  
геодезии и картографии, доктор технических наук

*Сладкопеев*

8.01.2014г.

Сладкопеев Сергей Андреевич

Подпись руки Сладкопеева С.А. заверяю:

Ученый



Секретарь

*Сладкопеев*