

## **Отзыв официального оппонента**

Погорелова Анатолия Валерьевича о диссертации Бляхарского Дмитрия Петровича «Методика моделирования ледниковых поверхностей по данным беспилотной аэрофотосъемки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

### **1. Актуальность темы диссертации**

Актуальность темы обусловлена необходимостью совершенствования и развития дистанционных способов объективной оценки состояния труднодоступных объектов с их последующим цифровым моделированием. К таковым относятся ледники, для исследования которых целесообразно применять беспилотные аэрофотосъемочные системы вкупе с методами геоморфометрического моделирования их поверхности. Ледники (как горные, так и покровные) – весьма динамичные природные образования, отражающие квазициклические изменения и флуктуации региональных гидротермических полей и климатической ситуации в целом. Изменяющаяся топография ледниковой поверхности, фиксируемая на ЦМР сверхвысокого и высокого пространственного разрешения, представляет собой информативный источник сведений для содержательных интерпретаций количественных преобразований ледниковых систем. При этом анализ поверхностей горных и покровных ледников в силу разных механизмов движения, формирования микрорельефа и шумовой компоненты анализируемых ЦМР предполагает принципиально разные постановки задачи и подходы к их решению.

Нельзя не упомянуть экономический и геополитический аспекты мониторинга ледников, имея в виду их водно-ресурсное значение, а также стратегические интересы России в ледниковых районах Арктики и Антарктиды. Последнее обстоятельство обуславливает целесообразность организации оперативного дистанционного контроля состояния полярных ледников.

### **2. Достоверность и новизна основных выводов**

Достоверность основных выводов в части применимости предлагаемого геоморфометрического способа определения гляциологических показателей (скорости движения ледника, сезонное отступление языка, абляция и др.) на основе

повторных аэрофотосъемок подтверждается результатами апробации методики на геополигоне и горных ледниках (ледники Потанина и Александры, Монгольский Алтай) на площади более 40 км<sup>2</sup>. Аэрофотосъемочная база измерений, судя по ошибкам координатного описания для контрольных точек тестового участка и погрешности определения координат центров проекций КЦП, может быть охарактеризована как достоверная.

Геодезическое сопровождение полевых измерений на ледниках выполнено с соблюдением требований проведения аэрофотосъемки. Полученная точность координатного описания соотнобразуется с выходным пространственным разрешением ЦМР. Применяемые способы построения ЦМР как основы для последующих гляциологических и геоморфометрических расчетов корректны, равно как и статистический и математический аппарат расчетов. Отсюда, оценки сезонной динамики гляциологических характеристик по разности двух ЦМР, в частности – изменение поверхности ледника за период абляции и отступление языка ледника, заслуживают доверия.

Методическая новизна исследования представлена органичным сочетанием методик беспилотной аэрофотосъемки, фотограмметрической обработки соответствующих материалов и методов геоморфометрии применительно к моделированию весьма специфических природных (ледниковых) поверхностей.

### **3. Теоретическая и практическая значимость диссертации**

Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в совершенствовании по данным выполненных работ теории и методики беспилотной аэрофотосъемки ледников, ориентированной на получение геоморфометрических показателей ледниковой поверхности. Практическая значимость – в реализации предлагаемой методики при выполнении дистанционных и полевых исследований горного и покровного оледенений.

### **4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, замечания**

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, заключения, приложений. Последовательность и логика изложения отвечает основной идее исследования, а именно – разработке и реализации методики цифрового моделирования ледниковых поверхностей по данным беспилотной аэрофотосъемки. Ключевыми в этом смысле являются главы 4 и 5, где автор, непосредственно

участвовавший в полевых съемках ледников, сосредоточивается, собственно, на расчетах сезонных характеристик динамики горных ледников и выявлении средствами геоморфометрии на покровных ледниках скрытых трещин по данным аэрофотосъемки. Содержание этих глав свидетельствует о решении поставленных автором задач.

В целом диссертацию следует определить как научно-квалификационную работу, соответствующую п. 4 «Теория и технология дешифрирования изображений с целью исследования природных ресурсов и картографирования объектов исследования» паспорта специальности 25.00.34. Работа, написанная хорошим слогом и содержащая достаточное количество информативных иллюстраций, имеет законченный вид, выполнена автором на актуальную тему и предлагает успешное решение задач мониторинга и моделирования определенных объектов природной среды.

Тем не менее при ознакомлении с текстом диссертации и автореферата возникли некоторые замечания.

1. Разделы в главе 2 с материалами по Заокскому полигону (район г. Пущино) несколько выпадают из «ледникового» контекста исследования. Если смысл работ на Заокском полигоне в июле 2016 г. – тестирование техники, калибровка средств измерения и апробация геоморфометрического метода на внеледниковых поверхностях, то логичнее было бы эти работы провести до измерений на ледниках (2015 г.).
2. Постановка работ адаптирована под линейку БАС компании Геоскан с соответствующими ПО, камерой и ГНСС приемником. С применением альтернативных средств беспилотной аэрофотосъемки, вероятнее всего, возникнут иные технологические нюансы в части получения и обработки данных. Попутно отмечу, что в настоящее время с появлением компактных воздушных лазерных сканеров технология 3D моделирования поверхности с помощью беспилотников вышла на новый технологический уровень.
3. Не указаны даты и продолжительность проведения съемок на ледниках горного массива Табын-Богдо-Ола (Монгольский Алтай) в июне (19 полетов) и августе (17 полетов) 2015 г. Поверхность ледников летом подвержена вертикальным и горизонтальным смещениям, сведения о которых приводит сам автор. Из текста не

понятно, как при создании июньской и августовской ЦМР и разности ЦМР выполнялось приведение их к одним датам.

4. Из подписи к рис. 4.7 следует убрать «сезон абляции», заменив на «период между съемками». Положение высот границы питания и фирна (рис. 4.11) следует привязать к датам.

5. Некоторые приведенные в приложении локальные морфометрические величины (разностная и избыточная кривизны, несферичность) выглядят экзотично и действительно избыточно, самим автором в геоморфометрическом анализе (при выявлении трещин на ледниковых поверхностях и в других случаях) не применяются. На мой взгляд область их применимости в реальной гляциологической практике крайне узка. «Отражательная способность», приведенная в приложении как морфометрическая величина, в гляциологии (как альbedo ледника) рассчитывается с учетом спектральных характеристик снежно-ледовой поверхности.

Высказанные замечания имеют рекомендательный характер и не снижают достоверности и научной значимости диссертационной работы.

#### **5. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати**

Основные результаты диссертации отражены с достаточной полнотой в 23 публикациях, в том числе в 11 статьях в рецензируемых журналах из списка ВАК и в 6 статьях в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science. Полученные результаты представлены на международных и отечественных конференциях по тематике диссертационного исследования.

#### **6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации**

Автореферат адекватно соответствует основным положениям диссертации, раскрывая суть выполненного исследования и защищаемые положения.

#### **7. Соответствие диссертации п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ**

Диссертационная работа соответствует критериям п.п. 9, 11-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ №№842 от 24.09.2013, являясь научно-квалификационной работой, в которой разработана методика

фотограмметрического и геоморфометрического моделирования ледниковых поверхностей по данным беспилотной аэрофотосъемки. Автор исследования Бляхарский Дмитрий Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия.

Информация об официальном оппоненте:

Заведующий кафедрой геоинформатики  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Кубанский государственный университет»,  
доктор географических наук по специальности 25.00.23 – Физическая география и  
биогеография, география почв и геохимия ландшафтов,  
профессор  
Погорелов Анатолий Валерьевич

350040, Россия, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149  
Тел.: 8 905-408-4744  
e-mail: [pogorelov\\_av@bk.ru](mailto:pogorelov_av@bk.ru)

13.05.21

