



**МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА  
(МГУ)**

Ленинские горы, Москва,  
ГСП-1, 119991

Тел.: (495) 939-10-00; Факс: 939-01-26

*14.09.2017 № 941-14/013-03*

На № \_\_\_\_\_



«Утверждаю»

*mm*  
Федянин А.А.  
Начальник Управления научной политики  
и организации научных исследований  
проректор МГУ имени М.В.Ломоносова

### ОТЗЫВ

ведущей организации – **Географического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова** на диссертационную работу **Веремеевой Александры Анатольевны «Формирование и современная динамика озерно-термокарстового рельефа тундровой зоны Колымской низменности по данным космической съемки»**, представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.25 – геоморфология и эволюционная география

Общие положения. Работа выполнена в лаборатории криологии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (ИФХ и БПП РАН).

Актуальность темы исследования. В последнее столетие учеными все настойчивее высказывается идея о глобальном потеплении климата нашей планеты. Особое значение эта идея имеет для оценки устойчивости участков криолитозоны, представленных высокольдистыми отложениями ледового комплекса (ЛК). В низовьях Колымы с 1970 по 2010 год температура воздуха повысилась с  $-12^{\circ}$  до  $-9^{\circ}\text{C}$ , а температура грунтов на глубине 15 м увеличилась с  $-10,5^{\circ}$  до  $9^{\circ}\text{C}$ . Диссертационная работа посвящена изучению динамики озерно-термокарстового рельефа, формировавшегося в результате переработки термокарстовыми, термоэрозийными и термоденудационными процессами позднеплейстоценовых отложений ЛК за голоценовое время и последние 50 лет (1965-2015 гг.), что позволяет оценить деструктивное воздействие глобального потепления климата на криогенные ландшафты (почвы, растительность, животный мир) и экологию человека.

Структура работы. Диссертационная работа включает 134 страницы машинописного текста, состоит из 5 глав, введения и заключения, содержит 16 таблиц, 65 рисунков. Список литературы включает 227 наименований, в том числе 83 на иностранных языках.

Во Введении обоснована актуальность темы исследования, выделены цели и задачи работы, определены практическая значимость и научная новизна работы, показан личный вклад автора в полевых исследованиях и дешифрировании космических снимков, сформулированы основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена истории изучения вопросов, разбираемых в работе, вторая глава посвящена физико-географическим особенностям Колымской низменности, в третьей главе описывается методика исследования озерно-термокарстового рельефа на основе дешифрирования космических снимков.

Особое место в работе занимает четвертая глава «Закономерности формирования рельефа тундровой зоны колымской низменности в голоцене», в которой приведены составленные автором карты четвертичных отложений (распространения ЛК и аласного комплексов, аллювиальных, аллювиально-морских и морских отложений и термокарстовых озер). В этой главе приведены карта распространения едомы, сложенной отложениями ЛК



(выделены участки с высокой (23-78%) средней (5-23%) и низкой «едомностью» (<2%) и карта распространения термокарстовых озер. На последней карте выделены участки с высокой (>15%), средней (2-15%) и низкой (<2%) заозеренностью, а также озера ранжированы по размеру в 4 группы (малые – менее 1,7 км<sup>2</sup>, средние (1,7-8,5 км<sup>2</sup>, крупные – 8,6-31 км<sup>2</sup> и очень крупные – более 31 км<sup>2</sup> по площади). По аналогии с картами «едомности» и заозеренности построена карта «аласности», на которой выделены участки с высокой (95-100%), средней (77-95%) и низкой (22-77%) аласностью. Соотношение площади озер к площади аласов показывает, по мнению автора, тенденцию к резкому уменьшению заозеренности в голоцене (средняя заозеренность тундровой зоны Колымской низменности – 14,7%, аласы занимают 72% исследуемой территории).

Анализ перечисленных выше карт позволил автору выделить пять морфологических типов рельефа едомы, сформированных за голоценовое время термокарстовыми и термоденудационными процессами: массивный, массивно-останцовый, холмисто-останцовый, разреженный-массивно-останцовый и островной.

В пятой главе «Современная динамика озерно-термокарстового рельефа тундровой зоны Колымской низменности» проводится на основе дешифрирования космических снимков детальный анализ динамики заозеренности за последние 50 лет (1965-2015 гг.).

Сопоставление аэрофотоснимка CORONA (21.07.1965) и LANDSAT 8 (26.08.2014) на междуречье р.Алазея и р.Бол. Чукочьа показало, что происходит исчезновение одних озер и увеличение площади других озер, но суммарно площадь озер с 1965 по 2014 гг. уменьшилась на 7%, а площадь заозеренности сократилась на 1,5%.

Было также установлено, что на участках с высокой едомностью, где преобладают малые по площади озера, происходит уменьшение озер. На участках со средней едомностью, где распространены малые и средние озера, происходит уменьшение площади малых и увеличение площади больших озер. На участках с низкой едомностью и высокой заозеренностью, где распространены крупные и очень крупные озера, происходит увеличение таких озер, однако отдельные крупные озера уменьшились по площади.

Сопоставление карты заозеренности с цифровой моделью рельефа показало, что увеличение площади озер происходит преимущественно на сниженных участках едомы, а уменьшение – на повышенных участках. Автор делает вывод об отсутствии взаимосвязи динамики заозеренности с исследуемыми в работе климатическими параметрами.

В районе мыса Мал.Чукочий сопоставление аэрофото- и космических снимков высокого разрешения показало, что площадь и количество мелких озер заболоченных участков поверхности едомы увеличилось по сравнению с 1972 годом в 2 раза, а с 2013 годом в 4 раза. Площадь участков, развивающихся байджерахов, сформированных в результате вытаивания жильных льдов, в этом районе увеличилась на 20%.

Автор делает вывод, что увеличение площади мелких озер заболоченных участков едомы, едомных термокарстовых озер и байджерахов произошло в результате увеличения температуры воздуха и количества осадков за летние месяцы.

Подобные факты сообщают также американские и канадские ученые по своим регионам.

В конце работы приведены 6 основных выводов.

1. Приведены результаты дешифрирования космических снимков: поверхности, сложенные ЛК, составляют по площади 16%, аласные поверхности составляют – 72%, а площадь едомы, показанная на карте 1: 1000 000 м-ба, завышена в 2,5 раза по сравнению с площадью показанной на карте автора.

2. На основании анализа цифровой модели рельефа, карт заозеренности и морфологических типов едомы установлено, что наибольшие площади едомы сохранились на приподнятых участках, имеющих наибольшие уклоны поверхности (4-6°) с относительным превышением высот 20-30м.

3. Заозеренность тундровой зоны Колымской низменности составляет 14,7%, в раннем голоцене большая часть озер были частично или полностью спущены, сформировав озерно-термокарстовый рельеф. Площадь озер за голоцен уменьшилась на 81-83%.



4 Площадь озер за период 1965-2015 на междуречье рек Алазеи и Бол.Чукочьа уменьшилась на 7 %. За период 1999-2015гг. уменьшение площади озер ускорилось по отношению к периоду 1965-1999 гг. и связано это с повышением температуры воздуха и увеличением количества атмосферных осадков.

5. Анализ межгодовой динамики площади озер с разными трендами показал, что площадь крупных озер аласных котловин, увеличивающихся по площади, и озер, расположенных на едоме, изменяется синхронно. Сопоставление с метеоданными показало отсутствие взаимосвязи межгодовых колебаний площади озер с исследуемыми климатическими показателями.

6. Увеличение площади и количества мелких озер на заболоченных поверхностях едомы связано с увеличением температуры воздуха и количества атмосферных осадков за летний период. Одновременно увеличиваются и площади развития байджерахов.

Степень новизны научных результатов. Из приведенных выводов четвертый, пятый и шестой получены в результате проведения дешифрирования космических снимков, являются оригинальными и обладают научной новизной. Автором впервые, на основе дешифрирования космических снимков, проведен анализ изменения площади и количества термокарстовых озер за период 1965-2015 гг. и выявлена связь такого изменения с рельефом поверхности едомы и метеорологическими данными.

Теоретическая и практическая значимость. Представленная диссертация вносит определенный теоретический вклад в развитие научных методов исследования озерно-термокарстового рельефа едомных поверхностей в условиях меняющегося климата. Полученные результаты динамики озерно-термокарстового рельефа в районах распространения ледового комплекса позволяют критически оценивать влияние глобального потепления на устойчивость высокольдистых едомных отложений.

Практическое значение результатов работы состоит в том, что разработанные методы могут использоваться в других регионах-аналогах.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов исследований подтверждается огромным количеством фактического материала, полученного на ключевых участках, дешифрированием космических снимков и заверкой результатов дешифрирования в полевых условиях, составлением карты четвертичных отложений, карт едомности, заозеренности, аласности, цифровой модели рельефа и проработкой огромного количества научной литературы и анализом данных метеонаблюдений.

По работе можно сделать следующие замечания:

1. В разделе 1.2. «История изучения рельефа районов распространения ЛК северо-востока Евразии» описывается только термокарст, связанный с вытаяванием подземных льдов и сопровождающийся просадками грунтов, которые приводит к появлению отрицательных форм рельефа: «... в результате термокарста образуются отрицательные формы рельефа – аласные котловины, называемые в Якутии аласами»

По мнению рецензентов аласные котловины есть результат комплексного воздействия процессов: термокарста, термоабразии, термоденудации, солифлюкции, нивации и ветра. Обширные аласные поверхности могут быть образованы небольшим озером, перемещающимся по поверхности аласа и расширяющим аласную котловину путем термоабразии.

2. В связи с первым замечанием, вряд ли справедлив вывод 2 (в диссертации), в которых говорится о том, что «Уменьшение площади озер за голоцен сопоставимо для всех классов аласности и составляет 81-83%». По нашему мнению, этот вывод не обоснован, так как маленькое озеро за длительное время может сформировать огромную аласную котловину. Поэтому вывод: «Уменьшение площади озер за голоцен составляет 82%» необоснован.

3. Раздел 4.2, рис.4.6, «Основные морфологические типы едомы»: а) массивный, б) массивно-останцовый и разреженный массивно-останцовый, в) холмисто-останцовый, г) островной (т.е. 4 типа), а на стр.63 написано: «Нами выделено пять морфологических типов едомы: массивный, массивно-останцовый, холмисто-останцовый, разреженный массивно-останцовый и островной».



4. Стр.66, табл. 4.5. «Характеристика типов озерно-термокарстового рельефа», в пункте 7 Низкая едомность, средняя и низкая заозеренность (11%) преобладающие абсолютные высоты составляют 10-25 м, а глубина расчленения рельефа достигает 10-30 м, и в следующем 8 пункте преобладающие абсолютные высоты 0-20 м, а глубина рельефа 10-40 м.

Вышесказанные замечания не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе А.А. Веремеевой.

Представленная диссертационная работа А.А. Веремеевой «Формирование и современная динамика озерно-термокарстового рельефа тундровой зоны Колымской низменности по данным космической съемки» является законченным самостоятельным научным исследованием. Диссертационная работа написана хорошим научным языком, четко структурирована, логично изложена, иллюстрирована картами, графиками и фотографиями. Работа характеризуется научной новизной, практической значимостью, вносит существенный вклад в области четвертичной геологии, геоморфологии и эволюционной географии.

Личный вклад автора определялся в проведении полевых исследований по дешифрированию космических снимков, отборе и обработке космических снимков, составлению карт, проведения анализа рельефа, анализе результатов исследований, подготовке полученных материалов к публикациям, написании диссертационной работы.

В ходе работы автор продемонстрировал высокий уровень знания предмета исследования, хорошее знание отечественной и зарубежной литературы.

Диссертационная работа полностью соответствует паспорту специальности 25.00.25 - геоморфология и эволюционная география и требованиям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата географических наук. Ее автор – Веремеева Александра Анатольевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности "25.00.25 - геоморфология и эволюционная география".

Отзыв подготовлен и.о. заведующего лабораторией геоэкологии Севера доктором географических наук Огородовым Станиславом Анатольевичем и с.н.с. лаборатории геоэкологии Севера, кандидатом географических наук Великоцким Михаилом Александровичем.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании лаборатории геоэкологии Севера географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова (протокол № 21 от 05 сентября 2017 года).

И.о. заведующего лабораторией геоэкологии  
Севера географического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова, д.г.н.

С.А. Огородов

Ученый секретарь лаборатории геоэкологии  
Севера географического факультета  
МГУ имени М.В.Ломоносова, к.г.н.

О.С. Шилова

Декан географического  
факультета МГУ имени М.В.Ломоносова  
Член-корреспондент РАН

С.А. Добролюбов