

## ЭВОЛЮЦИОННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В СНЕГОВЕДЕНИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЙ ТРУД\*

Э.Г. Коломыц вновь поражает многогранностью своих интересов и творческим потенциалом, на этот раз в области теоретических и методических разработок в снеговедении.

Изложенные в книге теоретические и методические разработки структурного снеговедения – результат многолетних стационарных и маршрутных исследований Э.Г. Коломыца в равнинных и горных районах Сибири, Дальнего Востока и Европейской России. Особенно ценно то, что развиваемое автором и представленное в данном Атласе-монографии эволюционное направление в структурном снеговедении основано на его оригинальном эмпирическом материале.

На основе собственных многолетних стационарных и маршрутных исследований автором создан определенный научно-методический арсенал для изучения параметров структуры снега, а также процессов и явлений его сублимационного метаморфизма. Этот арсенал позволяет получить непосредственно в полевых условиях массовый дискретный материал и провести его последующую математическую обработку. Тем самым впервые намечены пути к решению проблемы количественной оценки степени метаморфизма снежного покрова на основе использования не столько метрических, сколько чисто качественных признаков структуры – форм кристаллов и их различных природных сочетаний.

Введен целый комплекс количественных мер (симметричных и морфологических) состояний гляциосистем: форм кристаллов, снежных горизонтов и всей снежной толщи. В основе этих расчетов лежит статистический банк данных по стадийным и конечным формам роста и разрушения кристаллов. Этот банк формируется в результате кристалломорфологического анализа вертикальных снежных разрезов.

Нет весомых аргументов, противоречащих утверждению автора о том, что теория эволюции вполне приложима к метаморфическим преобразованиям сезонного снежного покрова. Вся история отечественного и зарубежного снеговедения показала, что в рамках тех или иных зимних условий сезонный снежный покров превращается из беспорядочного нагромождения выпавших из атмосферы кристаллов снега в нечто целостное, упорядоченное, организованное, то есть он создает самого себя как определенную гляциосистему.

Многовековой опыт становления эволюционной теории в биологии показал, что эволюционировать

могут только дискретные индивиды (особи, виды) и их системообразующие сочетания (популяции, сообщества) как дискретные качественно определенные образования, но не какие-либо континуальные характеристики индивидов, популяций и сообществ. В снежном покрове такой качественной определенностью характеризуются только формы кристаллов и их взаимосвязанные сообщества, но уж никак не гранулометрические характеристики: размеры зерен, параметры их контактов, поверхностная энергия и т.п.

Отсутствие эмпирически обоснованной развернутой эволюционной теории сублимационного метаморфизма, опирающейся на достижения минералогической кристаллографии и генетической минералогии, существенно осложняет разработку методов прогнозирования снежных лавин – прежде всего, так называемых лавин замедленного действия (или длительного развития).

Появление данного фундаментального труда Э.Г. Коломыца, обобщающего его более чем 40-летний научно-методический поиск в области структурного снеговедения, продиктовано необходимостью создания эволюционных основ теории сублимационного метаморфизма сезонного снежного покрова в целях совершенствования прогноза снежных лавин, а также развития методов индикации зимнего режима ландшафтов по структуре снега. Эту проблему автор решает путем построения дискретных моделей системной организации и развития снежного покрова на основе его кристалломорфологии и фундаментальных законов природной симметрии, а также разработки по этим моделям методов изучения процессов сублимационного метаморфизма снега с позиций общей теории эволюции. Сформировавшись в свое время в биологических науках, эта теория нашла эффективное применение в кристаллографии и генетической минералогии. Напомним, что по определению Г.Д. Рихтера – создателя отечественной школы географического снеговедения, снежный покров есть мономинеральная горная порода. В данной книге весьма аргументировано доказано, что в основе преобразования эволюционных единиц снежного покрова (форм кристаллов и их сообществ в виде генетически единых снежных горизонтов и всей снежной толщи) лежит их саморазвитие (самоорганизация и авторегуляция), обладающее как инвариантными, так и стохастическими закономерностями, а также свойствами адаптации к изменяющемуся зимнему метеорологическому режиму. Все эти характеристики сублимационного метаморфизма снежного покрова соответствуют положениям общей теории эволюции природных систем.

\* Э.Г. Коломыц. Теория эволюции в структурном снеговедении (Атлас-монография) // Отв. ред. М.Ц. Залиханов, В.М. Котляков. М.: Геос, 482 с.

Вырисовывается достаточно сложная картина эволюционных преобразований структуры сезонного снежного покрова, которая несравненно богаче бытующих еще в гляциологии представлений об “изменчивости” и “трансформации” внутренних свойств снега. Эта картина раскрывает также истинный смысл ходового (особенно в зарубежной литературе) термина “развитие (development)” по отношению к снежному покрову и по существу ставит конец бессодержательному жонглированию данным термином. На основе кристалломорфологического и симметричного анализов снежных структур, развивающихся на протяжении зимы в различных региональных и локальных условиях, Э.Г. Коломыцем разработана детерминированная модель, описывающая эволюционный незамкнутый сублимационно-метаморфический цикл сезонного снежного покрова и полиморфные (региональные) варианты этого цикла.

Согласно этой модели, основной эволюционной единицей снежного покрова является генетически единый снежный горизонт как исходное саморазвивающееся природное сообщество кристаллических индивидов различной формы. Эволюция каждого горизонта есть направленный процесс возникновения и исчезновения последовательно сменяющих друг друга способов пространственной упорядоченности кристаллических форм при энергетическом воздействии окружающей среды как необходимом условии этой эволюции. Однако истоки механизмов направленной эволюции снежных горизонтов сосредоточены в системе “кристалл–среда (пар) + кристалл–кристалл”. Стадийность форм роста и разрушения кристаллов – это результат последовательного процесса суперпозиции их кристаллохимической симметрии и диссимметрии среды, в соответствии с принципом Пера Кюри, который является, как известно, симметричной интерпретацией второго закона термодинамики.

Не только отдельные формы кристаллов, но и все их сообщество в каждом генетически едином снежном горизонте обладают определенной запрограммированной унаследованностью перехода из одного состояния в другое по траектории сублимационно-метаморфического цикла. В этом состоит главная сущность структурной эволюции снега и именно она открывает путь к прогнозированию будущих результатов его перекристаллизации, в том числе к достижению им состояния наиболее “зрелой” глубинной изморози – грозного признака лавинной опасности в горах.

Выдвинутая автором эволюционная концепция не противоречит известной теории литогенеза осадочно-метаморфических формаций горных пород. В конечном итоге превращение снежного покрова из осадочной породы в метаморфическую есть последовательный процесс его приспособления к окружающей среде, которая и является, таким образом, исходным фактором метаморфизма и создает рамочные условия реализации процессов саморазвития снежного покрова. Эти положения являются новыми для снеговедения и еще мало используются в гляциологической (в том

числе снеголавинной) практике, однако они не только не противоречат современному состоянию и общей тенденции науки, а напротив, находятся в русле ее развития. Уместно напомнить, например, известную концепцию Б.Б. Полюнова о едином процессе выветривания горных пород. Рассматривая литогенез осадочных формаций как природный процесс, протекающий во времени, Н.М. Страхов также указывает, что все типы литогенеза являются в сущности региональными формами единого литогенетического процесса.

Расчеты и обобщения по симметричной и ситуативной упорядоченности снежной толщи и полученные затем достаточно тесные корреляции интегральных параметров ее перекристаллизации с зимней континентальностью климата позволили автору провести мелкомасштабное картографирование региональных структур снежного покрова на территории Евразии и Северной Америки, с выделением различных типов сублимационно-метаморфических формаций снега. Предложенные меры сложности и упорядоченности иерархически организованных гляциосистем (возрастная генерация форм кристаллов → снежный горизонт → снежная толща) хотя и являются формальными характеристиками структуры снежного покрова, тем не менее, обнаруживают определенное географическое содержание, ибо связаны с зимними климатическими условиями территории и конкретной ландшафтной обстановкой.

Эмпирически также доказано, что эволюция снежного покрова имеет не только однозначно детерминированные, но и вероятностные закономерности, что выражено наличием в нем процессов авторегуляции метаморфизма. Стохастичность процессов выражена в двух основных типах регулирования динамики снежных горизонтов: с одной стороны, в их саморегуляции (“движении” горизонтов по одной из начально “заданных” метеоусловиями зимы программ развития и последующем возрастном “наращивании” их структуры), а с другой, – в регулировании их извне под влиянием атмосферных возмущений (потеплений или похолоданий, снегопадов, метелевых явлений и др.). Эти процессы рассмотрены на кинематических моделях авторегуляции сублимационного метаморфизма. При этом автор подчеркивает, что описанные им колебательные процессы, происходящие в снежных горизонтах, по своей внешней форме весьма напоминают известные в эволюционной биологии популяционные волны, с проявлением стабилизирующего и адаптивного отбора. Узловой задачей оперативного прогнозирования “лавин замедленного действия” является четкое разграничение между собой процессов саморегулирования снежных горизонтов и регулирования их извне.

Установленные автором эргодические свойства снежных структур (их пространственно-временное самоподобие) позволили создать новую, кристалломорфологическую классификацию отложенного снега, которая носит динамический характер. В отличие от прежних статических классификаций (в том числе

международных) в ней основное внимание уделяется расчленению вторично идиоморфного снега на классы и типы кристаллических форм, поскольку именно эти таксономические категории составляют основу структуры метаморфизованного снежного покрова. Новая классификация уже нашла применение в прогнозировании снежных лавин в ряде горных районов нашей страны. С помощью метода числовой таксономии выделены две таксономические категории кристалломорфологических единиц: классы и типы форм реальных кристаллов.

Общее методологическое значение эволюционного подхода к изучению снежного покрова как сложно организованного, иерархически упорядоченного кристаллического сообщества состоит в том, что представления о метаморфизме снега удастся привести в соответствие с положениями материалистической диалектики о развитии как о “самодвижении” системы от простого к сложному на основе, прежде всего, ее внутренних процессов. Проведенные именно в таком аспекте анализ и синтез показали, что развитие снежных структур по своей форме подчинено тем же фундаментальным закономерностям, которые свойственны биосистемам. Это открывает широкие перспективы использования основных положений теории эволюции, разработанных биологическими науками и уже нашедших широкое применение в генетической минералогии,

при изучении структуры и метаморфизма снежного покрова как мономинеральной горной породы.

Изложенные в книге результаты структурно-эволюционного анализа снежного покрова могут иметь, по нашему мнению, определенное методическое значение и для других отраслей физической географии, а также для эволюционной экологии и генетической минералогии, где изучаются сложные системы с “плохой” структурой, а также их развитие и взаимоотношения со средой. На примере снежного покрова как иерархически организованного сообщества непрерывно изменяющихся кристаллических образований проведена количественная оценка организации и развития природных систем, состоящих из множества взаимодействующих разнокачественных индивидов.

Нельзя не отметить и большую практическую ценность выполненного исследования. Ответственные редакторы книги подчеркивают, что разработанная Э.Г. Коломыцем эволюционная концепция, приводящая прежние отрывочные и нередко противоречивые представления в единую, достаточно стройную методологическую систему, может служить “базой для разработки заблаговременных прогнозов лавинной опасности”.

*Н.И. Коронкевич  
Б.И. Кочуров  
Н.И. Осокин*