

УДК 551.4:551.34

Б. И. ВТЮРИН, Е. А. ВТЮРИНА

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЛИТОКРИОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ И ЯВЛЕНИЙ

Предлагается оригинальная, общая многоступенчатая классификация литокриогенных процессов и явлений и новые классификации отдельных их типов. Применена новая методика построения классификационных схем.

На определенной стадии изучения любого природного феномена исследователь неизбежно приходит к необходимости его классификации. Каждая классификация, если она корректна, не только свидетельствует о ясности понимания изучаемых процессов и явлений и степени их изученности, но и помогает определить направление их дальнейшего исследования. Она — основа их правильного, а следовательно, наиболее информативного картографирования, основа районирования территории по особенностям их проявления. К настоящему времени накопилось довольно много данных о литокриогенных процессах и явлениях, позволяющих предложить новые принципы и схемы их классификации.

Литокриогенными мы называем процессы, вызванные фазовыми переходами вода (водяной пар) \rightleftharpoons лед, и сам этот процесс в литосфере, а литокриогенными явлениями — любой результат любого литокриогенного процесса.

Попытки классифицировать литокриогенные процессы (ЛКП) и литокриогенные явления (ЛКЯ) предпринимались на самых ранних стадиях развития геокриологии. В дальнейшем, по мере накопления знаний о тех или иных ЛКП или ЛКЯ, классификации усложнялись и уточнялись, дополнялись новыми частными классификациями отдельных ЛКЯ и ЛКП. К настоящему времени имеется большое количество классификаций отдельных ЛКЯ и ЛКП, построенных на разных принципах, имеющих свои несомненные достоинства и недостатки. Обращает на себя внимание существенная разница между числом классификаций ЛКЯ и ЛКП: первых много больше, чем вторых. Уже одно это позволяет утверждать, что ЛКП изучены значительно слабее, чем ЛКЯ. Причина очевидна: изучение процесса — дело, гораздо более сложное и трудоемкое, чем изучение явления. Оно требует не только более широких знаний и более длительной работы, но и в основном уникальной аппаратуры. Для изучения ЛКП необходимы хорошо оборудованные стационарные долговременные опытные площадки со строгой системой и объемом наблюдений, чего не требуется для изучения ЛКЯ. Отсюда неудивительно, что при сезонных полевых исследованиях, а преобладающая часть экспедиционных работ именно такова, изучаются в основном не процессы, а лишь явления, по генетической принадлежности, строению и морфологическим особенностям которых обычно судят о развитии на данной территории различных ЛКП. В результате накапливаются сведения о наличии или отсутствии того или иного ЛКП и почти нет данных об их основных показателях, предопределяющих особенности ЛКЯ. В несколько «привилегированном» положении находится изучение сезонного промерзания

и протаивания пород благодаря многолетним систематическим наблюдениям за их ходом в обширной сети гидрометеостанций и агрометеостанций. Однако и эти уникальные данные еще ждут своей полноценной обработки.

Но несмотря на меньшую изученность ЛКП по сравнению с ЛКЯ, неоднократно предпринимались попытки создать единую классификацию литокриогенных процессов и явлений (Качурин, 1959; Попов, 1967; Бобов, 1968; Швецов и др., 1970; Соловьев, Толстихин, 1974; Катасонов, 1975; Вейсман, 1978, и др.). Принципы построения этих классификаций разные, неодинаковы их достоинства и недостатки, но главное в том, что по сути своей большая часть их является классификациями ЛКЯ, а не единой классификацией ЛКП и ЛКЯ, как следует из их названий. Процессы в них с разной полнотой лишь перечисляются в качестве основных причин развития тех или иных явлений. Исключение составляет классификация, предложенная П. Ф. Швецовым и др. (1970), позднее несколько дополненная Л. И. Вейсманом (1978). Это классификация ЛКП, в которой, по нашему мнению, верно и заслуживает серьезного внимания основное — принципы деления процессов на три основных типа: 1) процессы, вызванные теплотермиями грунтовой толщи; 2) процессы, вызванные теплоприходом в грунтовую толщу; и 3) процессы, вызванные обеими этими состоятельными. Но в классификационной схеме первый тип процессов показан как промерзание, второй — протаивание, третий — сезонное промерзание и протаивание, и все они отнесены не к криогенным, а к гидротермическим процессам. Л. И. Вейсман (1978) сохранил предложенное П. Ф. Швецовым и др. деление процессов на гидротермические и криогенные, дополнив в основном перечень ЛКЯ, соответствующих каждой группе этих процессов.

Таким образом, до последнего времени предпринимаются попытки построения единой классификации ЛКП и ЛКЯ. Однако все предложенные до сих пор ее варианты являются или классификациями литокриогенных явлений с указанием ведущего для них процесса, или классификациями ЛКП с перечнем обусловленных его проявлением ЛКЯ. Иными словами, пока не удалось построить единую классификацию ЛКП и ЛКЯ. По нашему мнению, ее вообще невозможно создать в том плане, в каком этот вопрос пытались решать до сих пор. В значительной мере этому мешала, да и до сих пор мешает недостаточность, неточность определенных ряда основных понятий геокриологии и отсутствие по сей день унифицированной терминологии. По-видимому, объединить классификации ЛКП и ЛКЯ можно лишь в том случае, если рассматривать их как два звена единого сложного специфического процесса в литокриосфере — *литокриогенеза*. В свою очередь литокриогенез — одна из модификаций литогенеза. Вторая его модификация — литогенез в теплых зонах и областях без какого-либо участия криогенного фактора. До сих пор именно эта вторая модификация и носит название литогенеза, хотя правильнее было бы дать ей самостоятельное название (например, литотермогенез), оставив литогенез как собирательный термин для обеих его модификаций.

Поскольку ЛКП и ЛКЯ различны по своей сущности и у них разные в основном показатели, которые можно считать классификационными, то их классификации должны стать строго индивидуальными с довольно высоких рангов. Но ЛКЯ — результат развития ЛКП, неразрывно связаны с ними, а потому некоторые классификационные признаки ЛКП и ЛКЯ должны быть одинаковыми и определять выделение единых для них наиболее высоких таксонов (рис. 1). По нашему мнению, можно назвать два таких признака: 1 — общая направленность развития литокриогенеза (аградационная или деградационная), обуславливающая развитие ЛКП и ЛКЯ; 2 — время проявления литокриогенеза, обуславливающее время развития ЛКП и существования ЛКЯ (многолетнее, се-

зонное, кратковременное). В 1959 г. И. Я. Барановым впервые была высказана мысль о неоднородности литокриогенных образований (ЛКО), что, по его мнению, давало основания наряду с криогенными выделить равные им по рангу посткриогенные образования. Поскольку И. Я. Баранов не разграничивал строго понятия «процессы» и «образования», что четко прослеживается в его более поздней работе (Баранов, 1965), то в дальнейшем многие исследователи не только ЛКЯ, но и ЛКП начали разделять на криогенные и посткриогенные. К криогенным они, вслед за И. Я. Барановым, стали относить ЛКП и ЛКЯ, вызванные промерзанием, а к посткриогенным — ЛКП и ЛКЯ, вызванные протаиванием пород. Такого деления ЛКП и ЛКЯ некоторые исследователи придерживаются до сих пор (Трофимов, 1977; Жигарев, 1978, и др.).



Рис. 1. Общая классификация литокриогенных процессов и явлений

Действительно, анализ ЛКП и ЛКЯ показывает, что при общем принципиальном единстве как ЛКП, так и ЛКЯ им одинаково свойственна внутренняя неоднородность. Она обусловлена тем, что одна группа ЛКП и ЛКЯ связана с аградационной направленностью или фазой литокриогенеза, другая — с деградационной его направленностью или фазой, что и было отмечено И. Я. Барановым (1959). Это, по нашему мнению, обуславливает необходимость деления как ЛКП, так и ЛКЯ на три градации первого ранга: I — ЛКП и ЛКЯ, развивающиеся при *охлаждении* горных пород ниже точки кристаллизации воды, находившейся в них до охлаждения или попавшей в них после охлаждения до указанной температуры (охлаждение — холод — лед); II — ЛКП и ЛКЯ, развивающиеся при *нагревании* мерзлых пород выше температуры таяния содержащегося в них льда (лед — холод — нагревание); III — ЛКП и ЛКЯ, развивающиеся при частом чередовании охлаждения пород ниже температуры замерзания какой-либо модификации воды в них и нагревания мерзлых пород выше температуры таяния льда в них (охлаждение — холод — лед — нагревание). Обязательность холода и льда для развития каждой из этих градаций ЛКП и ЛКЯ показывает, что это лишь модификации *единого* процесса и его результата. Отличается только характер тепловых процессов до и после «возникновения» холода и льда в горных породах. Это, по нашему мнению, дает право на деление ЛКП и ЛКЯ на три равноценных градации I ранга, но делает неверным выделение наряду с криогенными также посткриогенных процессов и явлений как таксонов одного ранга. Пока трудно предложить название каждой градации I ранга как ЛКП, так и ЛКЯ. Ясно лишь, что ни одну из них нельзя назвать посткриогенной, т. е. развивающейся после криогенного процесса или явления. В дискуссионном порядке можно предложить следующие названия градаций I ранга ЛКП и ЛКЯ: 1) аградационные —

АЛКП и АЛКЯ: 2) деградационные — ДЛКП и ДЛКЯ и 3) аградационно-деградационные — АДЛКП и АДЛКЯ.

Второй классификационный признак, позволяющий выделить градации II ранга, общие для ЛКП и ЛКЯ, — время непрерывного развития ЛКП и существования ЛКЯ. Издавна они подразделяются на: 1) многолетние, 2) сезонные и 3) кратковременные. Обоснованность такого деления не вызывает сомнения. Таким образом, пока можно назвать лишь

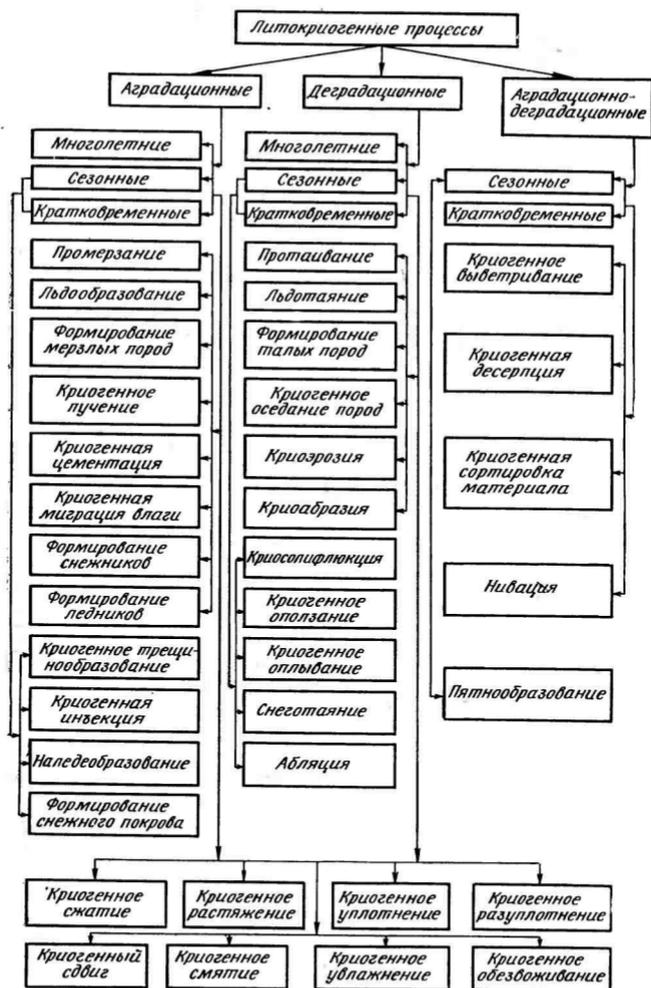


Рис. 2. Общая классификация литокриогенных процессов

два общих классификационных признака, одинаково применимых и для ЛКП, и для ЛКЯ, дающих основание считать их классификацию единой (рис. 1).

Дальнейшая детализация ЛКП и ЛКЯ делает их классификации все более индивидуальными, самостоятельными. Классификация ЛКЯ несколько сложнее, чем ЛКП, поскольку большая часть ЛКЯ — результат действия не одного, а нескольких ЛКП. Даже доминирующую роль в их возникновении играет нередко не один, а два и более ЛКП. Кроме того, ЛКЯ, как указывалось, к настоящему времени изучены лучше, чем ЛКП.

Для ЛКП градациями III ранга будет деление по особенностям их механизма (рис. 2). В классификации ЛКП, в известной мере являю-

щейся продолжением общей классификации ЛКП и ЛКЯ (рис. 1), но применительно только к ЛКП, выделено 56 градаций III ранга аградационных ЛКП, поскольку 16 из 20 названных ЛКП могут быть и многолетними, и сезонными, и кратковременными, и 52 градации деградационных ЛКП, так как 14 из 19 этих ЛКП могут быть всех трех временных групп. Аградационно-деградационные ЛКП в основном сезонные и кратковременные, кроме пятнообразования. Это процесс пока слишком мало изучен. Есть основание говорить лишь о его сезонном проявлении, но неясно, проявляется ли он при частом чередовании кратковременного промерзания и протаивания.

Насколько позволяют судить имеющиеся классификации отдельных ЛКП, дальнейшая их детализация делает классификацию ЛКП не только все более отличной от классификации ЛКЯ, но и индивидуальной для каждого их типа или класса. Одни ЛКП подразделяются по особенностям их проявления в пространстве и времени (например, общее и дифференциальное пучение при промерзании и осадка при оттаивании пород; современный и древний термокарст), по направленности процесса (прямое и обратное промерзание и протаивание), по скорости (медленная и быстрая солифлюкция) и т. д. Главное, что разные ЛКП классифицируются по разным признакам. Хотя анализ частных классификаций каждого ЛКП, приведенного в классификации (рис. 2), не входит в задачу данной статьи, кратко остановимся на их основных особенностях. Специфическими, индивидуальными для каждой классификации будут признаки нескольких средних таксонов ЛКП ниже III ранга. Количество их неодинаково для разных ЛКП, оно зависит от сложности ЛКП, а также от степени его изученности. Это также качественные таксоны, которые едва ли можно сделать идентичными для всех ЛКП даже при более детальной их изученности, чем сейчас. Идентификация признаков возможна и необходима, на наш взгляд, при выделении четырех низших таксонов классификации любого ЛКП. Основу их составляет не только качественная, но и количественная дифференциация таких показателей ЛКП, как время начала процесса, длительность периода его проявления (фактического или календарного), скорость и глубина проявления или мощность вовлеченного в данный процесс горизонта пород. Для того чтобы пояснить вышесказанное о средних и низших таксонах классификации ЛКП, приведем в качестве примера схему классификации сезонного промерзания и протаивания горных пород. Она служит как бы продолжением классификации ЛКП (рис. 2), но лишь для двух названных ЛКП (рис. 3). Как видим, четыре низших таксона универсальны, применимы к любому ЛКП. Правда, в настоящее время далеко не для каждого ЛКП имеются количественные данные по этим четырем показателям, но это не может считаться убедительным доводом против включения их в число классификационных признаков ЛКП. Просто нужно приступить к серьезному изучению ЛКП, тогда будут накапливаться количественные данные по этим четырем показателям. На примере сезонного промерзания пород Ханкайской равнины четко показана перспективность таких исследований ЛКП. Без количественных критериев нижних четырех таксонов классификация любого ЛКП будет лишь схемой классификации. Методика их определения применительно к любому ЛКП та же, что и для сезонного промерзания и протаивания.

Таким образом, классификация любого ЛКП должна быть, по нашему мнению, многоступенчатой и строиться с учетом как качественных особенностей проявления любого ЛКП, так и количественной дифференциации основных показателей самих ЛКП. Следует особо отметить, что начиная с таксонов, выделяемых не по качественным, а по количественным показателям, классификация каждого ЛКП не только продолжает быть строго индивидуальной, но становится, кроме того, и строго местной, локальной. В каждом регионе и даже районе будут свои количествен-

венные градации четырех нижних таксонов. Начало того или иного ЛКП (t_n), раннее в одном районе, может быть средним или поздним для другого. То же касается длительности периода его проявления ($\tau_{пр}$), скорости (V), глубины (h). Недостаточно обоснованное назначение единых количественных критериев каждой из пяти градаций нижних четырех таксонов лишь исказит естественные особенности данных ЛКП. Поэтому для составления частной классификации любого ЛКП, включая четыре количественных таксона, всякий раз необходим расчет их местных количественных критериев. Иначе классификация их будет лишь качественной, чего, как правило, недостаточно для практических целей.

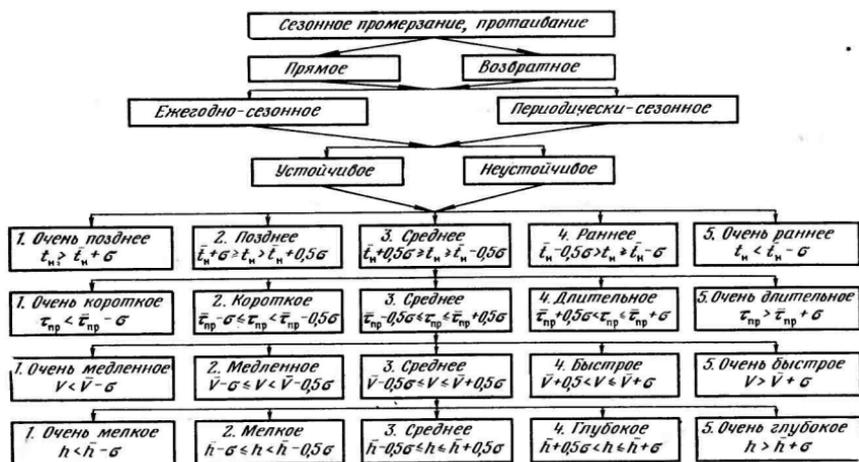


Рис. 3. Общая классификация сезонного промерзания и протаивания горных пород. Составила Е. А. Втюрина

Классификации ЛКЯ присущи те же особенности, что и ЛКП: чем она детальнее, тем более индивидуальной для определенного ЛКЯ она становится. В целом она сложнее, чем классификация ЛКП, более многообразна. Известно, что результаты проявления ЛКП весьма многообразны. В одних случаях их проявление фиксируется в общем изменении состава, состояния и свойств горных пород, без визуально различимых изменений строения пород. В других приводит к возникновению своеобразных литокриогенных образований (ЛКО), выраженных в особенностях строения пород или не только в строении пород, но и в рельефе поверхности. Последние ЛКО принято называть криогенными формами рельефа (КФР). Это служило основанием для разделения ЛКЯ на «мерзлотно-геологические» и «мерзлотно-геоморфологические» (Качурин, 1959), позднее на «геологические образования» и «геоморфологические и гидрогеологические явления» (Бобов, 1968). Е. М. Катасонов (1975) предложил подразделять ЛКО на подземные и поверхностные. Но они по существу всегда подземные независимо от выраженности на поверхности. Нам кажется более правильным подразделить их на ЛКО, выраженные только в строении пород (ЛКОС), и на ЛКО, выраженные не только в строении пород, но и в рельефе дневной поверхности, сохранив за ними название «криогенные формы рельефа» (КФР). Нет пока термина для ЛКЯ, проявляющихся в общем изменении состава скелета и свойств горных пород, не выраженных ни в строении пород, ни в рельефе поверхности. В дискуссионном порядке назовем их собственно-литокриогенными явлениями (СЛКЯ). Таким образом, в классификации ЛКЯ появляются две дополнительные градации, которых нет в классификации ЛКП (рис. 4). Основой их выделения служат особенности фиксации проявления ЛКП. Чтобы сохранить единство ранговой нумерации

в классификациях ЛКП и ЛКЯ, назовем их градациями ПА и ПБ ранга (деление ЛКЯ на СЛКЯ и ЛКО) и градациями ПБ1 и ПБ2 ранга (деление ЛКО на ЛКОС и КФР). В соответствии с градациями I ранга для ЛКЯ, они также могут быть и аградационными и деградационными, а ЛКОС и КФР также и аградационно-деградационными, если для их образования в одинаковой степени необходима и аградационная и деградационная фазы литокриогенеза. В соответствии с градациями II ранга СЛКЯ, ЛКОС и КФР делятся на многолетние, сезонные и кратковременные по длительности своего существования. СЛКЯ бывают всех трех

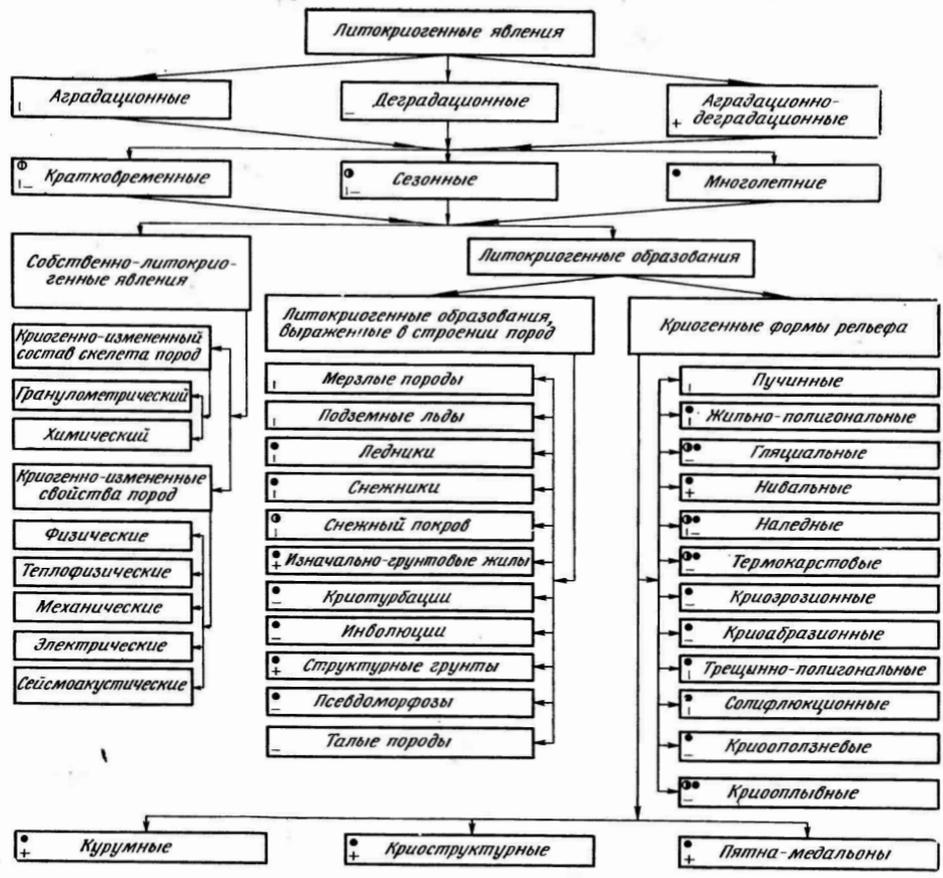


Рис. 4. Общая классификация литокриогенных явлений

Знаки в левом нижнем углу рамки каждого ЛКЯ указывают его принадлежность к определенной градации I ранга, а в левом верхнем углу — к определенной временной градации. Отсутствие знака в нижнем углу показывает принадлежность ЛКЯ к любой градации I ранга; отсутствие знака в верхнем углу — принадлежность к любой временной градации

временных групп, а ЛКОС и КФР преимущественно многолетние, меньше сезонные и очень редко кратковременные. Основную массу ЛКО составляют многолетние ЛКОС и КФР. При составлении частных классификаций ЛКОС и особенно КФР исследователи часто путают время существования КФР и время проявления ЛКП, их порождающих, относя к сезонным КФР, развивающиеся в процессе сезонного промерзания и протаивания, но существующие многие годы, а не один сезон года. Однако сезонными следует считать только ЛКОС и КФР, существующие более одних суток, но менее года независимо от места их развития и длительности проявления (временной градации) создающих их ЛКП. Срав-

нение рис. 2 и 4 показывает, что основная масса сезонных ЛКП создает не сезонные, а многолетние КФР.

Градации III ранга в классификации ЛКЯ выделяются в зависимости от генетической принадлежности ЛКОС и КФР и основной причины изменения свойств пород (аградационная или деградационная фаза литокриогенеза). Как видим, на третьей классификационной ступени (или пятой с учетом двух дополнительных) начинают четко обособляться принципы дальнейшей более дробной классификации ЛКОС, КФР и СЛКЯ. Такова общая классификация литокриогенных явлений.

Следует оговорить одну методическую особенность ее составления, примененную нами, — введение дополнительной системы условных знаков. Это вызвано тем, что классификация ЛКЯ становится индивидуальной начиная с высших рангов. Не все ЛКЯ могут возникать в любую фазу литокриогенеза и быть всех трех временных градаций, а лишь часть их. Поэтому без применения системы знаков пришлось бы в индивидуальном порядке перечислять отдельно все криоаградационные, криодеградационные и криоаградационно-деградационные явления в литосфере, как многолетние, так и сезонные и кратковременные. Это привело бы к неизбежным многократным повторениям одних и тех же типов ЛКЯ, сделало бы общую классификацию их слишком громоздкой и трудночитаемой. Применение дополнительной системы условных знаков при составлении классификации оказалось весьма рациональным. Оно позволило не только сократить классификацию ЛКЯ до легкообозримых размеров, но и сделало возможным легко преобразовать ее в серию частных классификаций по любому из ее принципов.

Рассмотрение частных классификаций отдельных генетических типов ЛКЯ, как и ЛКП, не входит сейчас в нашу задачу. Укажем лишь, что все имеющиеся частные классификации ЛКО построены на разных принципах, а классификаций СЛКЯ практически нет. Особенно четко это прослеживается на примере КФР, для которых имеется наибольшее число частных классификаций. Так, солифлюкционные КФР подразделяются в основном по морфологическим признакам (языки, террасы, валы и т. д.) и по размерам (мелкие, крупные — без количественных критериев); пучинные КФР — по генезису (сегрегационные, инъекционные), по форме (полосы, площади, бугры); бугры пучения — по форме (сложная, простая, выпуклая, плоская), по особенностям строения (с ледяным ядром, с ледогрунтовым ядром), по времени образования (современные, древние или реликтовые) и существования (сезонные, многосезонные, многолетние); термокарстовые КФР — по размерам, форме, степени обводнения, времени образования; жильно-полигональные КФР — по стадиям развития (роста, разрушения и остаточная или восходящая, зрелая, нисходящая, консервации, разрушения и остаточная); по морфологическим особенностям (валиковые, вогнутые, выпуклые полигоны) и т. д. Как видим, учитывается целый спектр признаков, но разный для разных КФР, определяемый степенью их изученности. Однако есть возможность некоторой идентификации признаков части градаций ЛКОС и КФР III ранга. Например, для всех типов КФР одинаково необходимо указать стадии их развития. Можно принять следующие названия стадий их развития, уже вошедшие в научную литературу: а) стадия роста, б) стабилизации, в) разрушения, г) остаточная, выделяемая лишь для некоторых КФР, например жильно-полигональных, термокарстовых КФР. Те же стадии развития свойственны литокриогенным образованиям, выраженным лишь в строении пород (ЛКОС). Погребенные КФР переходят в разряд ЛКОС. Таким образом, стадия развития — это общий для ЛКО признак, хотя названия стадий, их количество — вопрос еще дискуссионный. Второй общий признак классификации любых КФР — их форма в плане: а) округлая, б) овальная, в) продолговатая, г) многоугольная (трех-четырёхугольная и т. д.), д) сложная. Следующие два

общих признака всех КФР — количественные. Это размеры КФР в плане (третий общий признак) и высота или глубина КФР (четвертый общий признак). По размерам в плане все КФР подразделяются на три (мелкие, средние, крупные) или на пять градаций (очень мелкие, мелкие, средние, крупные, очень крупные). По высоте или глубине каждая из предыдущих градаций КФР делится на три градации (низкие, средние, высокие или мелкие, средние, глубокие) или на пять градаций, если добавить две крайние (очень низкие, очень высокие и т. д.). Применение количественных градаций делает частные классификации разных КФР,

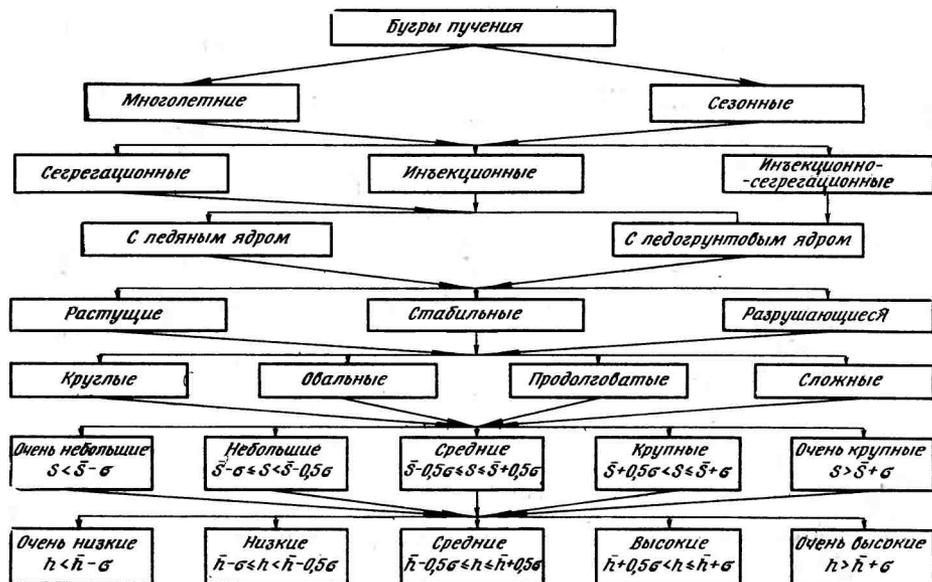


Рис. 5. Классификация бугров криогенного пучения

как и ЛКП, не только индивидуальными для каждого генетического типа КФР, но и локальными. Размеры КФР в плане, крупные для одного района, могут быть средними или мелкими для другого. То же касается высоты и глубины КФР. Количественные критерии каждой градации должны определяться по среднему значению показателя и среднему квадратическому отклонению его частных значений от среднего, как и для ЛКП. В качестве примера можно привести частную классификацию одной из форм криоградационного рельефа — бугров пучения (рис. 5), усовершенствованную по сравнению с предложенной нами ранее (Втюрин, 1969а, б).

Таким образом, классификации ЛКП и ЛКЯ уже в настоящее время могут быть построены как сложные многоступенчатые, учитывающие в качестве классификационных достаточно большое число не случайных маловажных, а основных признаков, позволяющих передать и получить необходимую информацию об их главных качественных и количественных особенностях. Эти классификации становятся индивидуальными с довольно высокими рангов, а потому объединение их в единую классификацию имеет лишь теоретическое значение и возможно только в том случае, если ЛКП и ЛКЯ считать двумя звеньями или двумя производными единого процесса — литокриогенеза. Предложенные в данной статье классификации ЛКП и ЛКЯ, а также некоторые частные классификации отдельных ЛКП и КФР показывают, что необходимо более детальное и тщательное изучение ЛКП и ЛКЯ, сбор сведений о них по значительно более широкой программе и более глубокая обработка ма-

териалов, чем это делалось до сих пор. Необходимы точные сведения об их количественных показателях, получаемые путем инструментальных измерений. Очень важна универсализация классификационных признаков как ЛКП, так и ЛКЯ. Это позволит сократить до разумного минимума число частных схем классификаций, существенно упростит и сделает более информативным их картографирование. Кроме того, возможно большая идентификация классификационных признаков ЛКП и ЛКЯ важна в связи с поставленным сейчас вопросом о сборе и хранении сведений о природных процессах и явлениях в Мировом центре данных.

Следует отметить, что подобный подход применим и при составлении классификаций геологических и геоморфологических процессов и явлений.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов И. Я.* Геокриологическая (мерзлотная) карта СССР. В сб. «Материалы по общему мерзлотоведению. VII Междудеятельное совещание по мерзлотоведению». Изд-во АН СССР, 1959.
- Баранов И. Я.* Принципы геокриологического (мерзлотного) районирования области многолетнемерзлых горных пород. М., «Наука», 1965.
- Бобов Н. Г.* Криогенные физико-геологические процессы и явления, их инженерно-геокриологическое значение. В кн. «Справочник по инженерной геологии». М., «Недра», 1968.
- Вейсман Л. И.* Обобщенная классификация криогенных процессов и явлений. В сб. «Криогенные процессы». М., «Наука», 1978.
- Втюрин Б. И.* Проблемы генезиса криогенного рельефа. В сб. «География и геоморфология Азии». М., «Наука», 1969а.
- Втюрин Б. И.* Проблема генезиса криогенных пучинных образований. В сб. «Материалы к научно-техн. конференции ПНИИИС Госстроя СССР». М., 1969б.
- Жигарев Л. А.* Посткриогенные сдвиги грунтов на склонах и береговых откосах. В кн. «Общее мерзлотоведение, материалы к III Междунар. конференции по мерзлотоведению». Новосибирск, «Наука», 1978.
- Катасонов Е. М.* Современные криогенные образования, их связь с генезисом вмещающих отложений. В сб. «Региональные и тематические геокриологические исследования». Новосибирск, «Наука», 1975.
- Качурин С. П.* Криогенные физико-геологические явления в районах с многолетнемерзлыми породами. В кн. «Основы геокриологии (мерзлотоведения)», ч. 1. М., Изд-во АН СССР, 1959.
- Попов А. И.* Мерзлотные явления в земной коре (криолитология). М., Изд-во МГУ, 1967.
- Соловьев П. А., Толстихин О. Н.* Криогенные явления и особенности рельефа территории распространения мерзлой зоны. В кн. «Общее мерзлотоведение». Новосибирск, «Наука», 1974.
- Трофимов В. Т.* Закономерности пространственной изменчивости инженерно-геологических условий Западно-Сибирской плиты. М., Изд-во МГУ, 1977.
- Шевцов П. Ф., Бобов Н. Г., Жигарев Л. А., Уваркин Ю. Т.* Закономерности развития криогенных геоморфологических процессов. В кн. «Современные экзогенные процессы рельефообразования». М., «Наука», 1970.

Институт географии АН СССР
ПНИИИС Госстроя СССР

Поступила в редакцию
20.XI.1979

PRINCIPLES OF CLASSIFICATION OF LITHO-CRYOGENIC PROCESSES AND PHENOMENA

B. I. VTYURIN, E. A. VTYURINA

Summary

Problems of systematization of litho-cryogenic processes and phenomena are dealt with, a new multistage classification is introduced, as well as new classifications of individual types, taking into account a number of quantitative and qualitative parameters. A new method of construction of general classification schemes is used, which allows to change them readily into several special classifications based on any of qualitative attributes. The stated principles and methods of classification may be applied to a number of geological and geomorphological processes and phenomena.