

М.Н. Диркс, Е.Е. Тимошок, С.Н. Скороходов

**ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ
НА МОЛОДЫХ МОРЕНАХ ДОЛИННЫХ ЛЕДНИКОВ
СЕВЕРНОГО МАКРОСКЛОНА СЕВЕРО-ЧУЙСКОГО ХРЕБТА**

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований СО РАН (проект 6.3.1.16), при финансовой поддержке РФФИ и ФЦП «Интеграция».

***Аннотация.** Для молодых морен трех долинных ледников северного макросклона Северо-Чуйского хребта выявлены видовое разнообразие и специфичность видового состава сосудистых растений, что обусловлено их территориальным и высотным положением, разнообразием окружающих растительных сообществ.*

***Ключевые слова:** видовое разнообразие, сосудистые растения, молодые морены.*

Флора высокогорий Алтая издавна привлекает внимание ученых. Первые ботанические исследования в труднодоступных и слабоизученных высокогорных районах Алтая, в том числе на Северо-Чуйском хребте, были проведены В.В. Сапожниковым [1]. П.Н. Крылов в ходе алтайских экспедиций в 1901 и 1903 гг. посетил высокогорные районы Центрального Алтая. Собранные им гербарные материалы и сборы В.В. Сапожникова были использованы при создании фундаментальных трудов «Флора Алтая и Томской губернии» [2] и «Флора Западной Сибири» [3], а также обобщены в работах «Эндемизм алтайской флоры» [4] и «Фитостатистический очерк альпийской области Алтая» [5]. А.С. Ревушкиным дан разносторонний анализ высокогорной флоры Алтая, в том числе выделенных им шести флористических округов [6].

В высокогорных центрах оледенения Алтае-Саянской горной области Н.В. Ревякиной была исследована перигляциальная флора во всем многообразии приледниковых растительных сообществ (тундры, луга, болота, каменистые россыпи, осыпи, скалы, водоразделы, склоны и днища долин рек, морены, берега моренно-подпрудных озер) [7]. Видовое разнообразие на молодых моренах Н.В. Ревякина специально не изучала.

Исследования видового разнообразия сосудистых растений на освободившихся ото льда территориях крайне немногочисленны. В [8] для морен Большого Аалечского ледника (Швейцарские Альпы) приведен наиболее полный список сосудистых растений, включающий 141 вид и подвид из 83 родов и 34 семейств. Другие исследователи отмечали немногочисленные виды с (28–83), принимавшие наибольшее участие в формировании растительности на Аляске, в Австрийских Альпах, на Главном Кавказском хребте [9–12].

Начиная с максимума малого ледникового периода, на Алтае датируемого началом – серединой XIX в., до наших дней большинство ледников Алтая отступает, оставляя территории заново формирующегося ландшафта – молодые морены [13]. Они сложены скоплениями переработанного ледниками несортированного обломочного материала с разнообразными формами мик-

ро- и мезорельефа (конечно-моренные валы, береговые морены, осцилляционные морены и др.).

Видовое разнообразие сосудистых растений на молодых моренах ледников в центрах современного оледенения Алтая, в том числе Северо-Чуйском, до наших работ [14–18] специально не изучалось. В течение 7 полевых сезонов (июнь – август 2000–2007 гг.) мы исследовали видовое разнообразие сосудистых растений в двух горно-ледниковых бассейнах Северо-Чуйского хребта: Актру и Корумду.

Горно-ледниковый бассейн Актру расположен в центральной части северного макросклона Северо-Чуйского хребта. Площадь бассейна 42,9 км², около 13,9 км² из них занимают ледники. Наиболее детально отечественными гляциологами изучено отступление ледников Малый Актру, Большой Актру, Левый Актру, Правый Актру [1, 19–25].

Молодые морены ледника Малый Актру имеют северную экспозицию и занимают наиболее низкое высотное положение (2190–2235 м над ур. м.) в верхней части лесного пояса. Расстояние от конечно-моренного вала середины XIX в. до современного языка ледника Малый Актру составляет около 750 м [20, 24–25]. Освободившаяся ото льда территория имеет относительно выположенную поверхность, на которой выражены конечная и осцилляционные морены, мезопонижения временных водотоков, небольшие галечниковые площадки, выровненные участки и склоны морен с разным гранулометрическим составом моренных отложений (крупно-, средне-, мелкокаменистые, мелкоземистые) [21, 23, 26].

Молодые морены ледника Большой Актру, который в 1960–1964 гг. разделился на два отдельных ледника – Левый Актру и Правый Актру, имеют северо-восточную экспозицию и расположены в непосредственной близости от морен Малого Актру (на 200 м выше, в пределах высот 2390–2530 м над ур. м.), выше лесного пояса [27]. Расстояние от конечно-моренного вала середины XIX в. до конца языка ледника Левый Актру составляет более 825 м, Правый Актру – более 665 м [20, 24–25]. В рельефе молодых морен ледников Левый и Правый Актру представлены крупнокаменистые, щебнистые и мелкоземистые участки; в рельефе морен существовавшего до 1960 г. ледника Большой Актру выражены конечные морены, крупные моренные валы с подвижным, преимущественно крупно- и среднекаменистым обломочным материалом. Выровненные мелкоземистые участки занимают небольшие площади.

Так как морены ледников Левый, Правый и Большой Актру представляют собой единый комплекс, далее для удобства изложения будем называть их моренами ледника Большой Актру.

Горно-ледниковый бассейн Корумду расположен в 16 км к западу от бассейна Актру. Его площадь составляет 13 км², из них 5,2 км² занято ледником Корумду. Молодые морены этого ледника имеют северо-восточную экспозицию и занимают низкое положение – 2200–2240 м над ур. м. в верхней части лесного пояса. Расстояние от конечно-моренного вала середины XIX в. до современного языка ледника Корумду составляет около 600 м [20, 25]. В рельефе освобожденной ото льда территории выражены обширные галеч-

никовые поля, в остальном рельеф морен и их гранулометрический состав сходны с таковыми морен Малого Актру.

Для выявления видového разнообразия сосудистых растений нами были заложены трансекты, пересекающие исследованные молодые морены в разных направлениях. Были составлены флористические списки и собрано более 1000 листов гербария сосудистых растений. Особое внимание уделялось сбору и идентификации растений в прегенеративных возрастных состояниях [28], что способствовало более полному выявлению видového состава. Обработка данных проводилась с использованием интегрированной ботанической информационной системы IBIS 4.1. [29]. Уровень сходства флористических списков молодых морен оценивался путем анализа мер сходства (включения) Симпсона.

Результаты и их обсуждение

Как показали исследования, видовое разнообразие сосудистых растений на изученных молодых моренах северного макросклона Северо-Чуйского хребта насчитывает 259 видов и подвидов, относящихся к 127 родам и 45 семействам.

Наибольшее видовое разнообразие выявлено на моренах ледника Малый Актру. Здесь зарегистрировано 197 видов и подвидов, принадлежащих 102 родам и 40 семействам, из них 185 видов – покрытосеменные растения (93,9%), среди них 158 видов двудольных (80,2%), 27 видов однодольных (13,7%). Доля голосеменных и папоротникообразных очень незначительна – по 6 видов (3%). Преобладают виды семейств Asteraceae (29 видов, 14,7%), Salicaceae (23 вида, 11,7%), Poaceae (20 видов, 10,2%), Fabaceae (13 видов, 6,6%), Caryophyllaceae и Rosaceae (по 11 видов, по 5,6%). По числу видов резко выделяется род *Salix* (21 вид, 10,7%). Количество видов в остальных родах значительно меньше.

На наиболее молодых участках морен ледника Малый Актру, в 50–100 м от края языка, отмечены пионерные виды из семейств Brassicaceae (*Braya rosea*, *Chorispora bungeana*, *Draba sapozhnikovii*, *Taphrospermum altaicum* и др.), Caryophyllaceae (*Mesostemma martjanovii*, *Cerastium pusillum*, *Silene chamarensis*, *Gastrolichnis apetala* и др.), Poaceae (*Poa glauca*, *Poa alpina*, *Trisetum mongolicum*, *Festuca rubra*), Salicaceae (*Salix divaricata*, *S. saposhnikovii*, *S. berberifolia*, *S. sajanensis*) и др. На самых старых участках в первичном разнотравно-мохово-ивово-березковом сообществе и на конечной морене с несформированной растительностью преобладают виды семейств Salicaceae (*Salix saposhnikovii*, *S. coesia*, *S. hastata*, *S. glauca* и др.), Asteraceae (*Erigeron eriocalix*, *E. politus*, *Leontopodium ochroleucum*, *Hieracium korshinskyi* и др.), Poaceae (*Poa glauca*, *P. altaica*, *Trisetum mongolicum*, *Elymus transbaicalensis* и др.), Fabaceae (*Hedysarum neglectum*, *Hedysarum austrosibiricum*, *Astragalus frigidus*, *Oxytropis oligantha* и др.) и др.

На моренах ледника Малый Актру отмечено 66 видов сосудистых растений, не встречающихся на других исследованных моренах северного макросклона Северо-Чуйского хребта, в их числе *Salix krylovii*, *Mesostemma martja-*

novii, *Taphrospermum altaicum*, *Thymus schischkinii*, *Saussurea schanginiana*, *Taraxacum lyratum* и др.

На молодых моренах ледника Большой Актру видовое разнообразие несколько ниже: 141 вид и подвид сосудистых растений, принадлежащих 82 родам и 37 семействам. По сравнению с моренами Малого Актру, здесь выше участие покрытосеменных растений – 133 вида (95%), среди них 118 видов двудольных (84,3%) и 15 видов однодольных (10,5%). Доля голо­семенных немного ниже (5 видов, 3,6%) Из папоротникообразных отмечен 1 вид. Лишь на моренах ледника Большой Актру встречается 1 вид плауно­образных – *Diphasiastrum alpinum*. Здесь лидируют те же семейства, что и на моренах Малого Актру: Asteraceae (20 видов, 14,2%), Salicaceae (18 видов, 12,8%), Poaceae (12 видов, 8,5%), Fabaceae (10 видов, 7,1%), Caryophyllaceae (9 видов, 6,4%). Наиболее крупным родом, значительно превосходящим по количеству видов все прочие роды, также является *Salix* (17 видов, 12%).

Первые растения, обнаруженные на расстоянии 50–100 м от края ледников Левый и Правый Актру, относятся в своем большинстве к тем же семействам, что и на моренах Малого Актру: Brassicaceae (*Draba cana*, *D. fladnizensis* и др.), Caryophyllaceae (*Cerastium pusillum*, *Gastrolychnis apetala*, *Minuartia kryloviana*), Poaceae (*Trisetum mongolicum*, *Poa glauca*, *Festuca brachyphylla*), Asteraceae (*Crepis karelinii*), Onagraceae (*Chamaenerion latifolium*) и др. На старых моренах ледника Большой Актру в кустарничково-разнотравно-ивовом сообществе и на крупнокаменистых участках моренных валов с несформировавшимся растительным покровом по числу видов преобладают те же семейства, что и на моренах Малого Актру: Salicaceae (*Salix saposhnikovii*, *S. coesia*, *S. sajanensis*, *S. glauca*, *S. berberifolia* и др.), Asteraceae (*Erigeron eriocalix*, *E. politus*, *Crepis karelinii* и др.), Poaceae (*Poa alpina*, *P. altaica*, *P. glauca*, *Trisetum mongolicum*), Fabaceae (*Oxytropis alpestris*, *O. alpina*, *Astragalus pseudoaustralis*, *Lupinaster eximius* и др.) и др.

21 вид сосудистых растений встречается только на молодых моренах ледника Большой Актру, среди них *Diphasiastrum alpinum*, *Salix turczaninowii*, *Oxytropis alpestris*, *O. tschujae*, *Waldheimia tridactylites* и др.

Молодые морены ледника Корумду характеризуются наиболее низким видовым разнообразием: 120 видов и подвидов сосудистых растений, относящихся к 73 родам и 33 семействам. Соотношение крупных таксонов более близко к таковому молодых морен Большого Актру: покрытосеменных – 116 видов (96,7%), из них двудольных 102 вида (85%), однодольных 14 видов (11,7%); голо­семенных 4 вида (3,3%). Сосудистые споровые отсутствуют. Как и на моренах ледников горно-ледникового бассейна Актру, здесь первыми тремя ведущими семействами являются Asteraceae (21 вид, 17,5%), Salicaceae (14 видов, 11,7%), Poaceae (12 видов, 10%), затем следуют Caryophyllaceae (11 видов, 9,2%) и Brassicaceae (7 видов, 5,8%). В роде *Salix* также отмечено наибольшее число видов – 13 (10,8%).

В отличие от молодых морен горно-ледникового бассейна Актру, на моренах ледника Корумду на расстоянии 35–100 м от края льда среди перво­поселенцев наиболее представлено семейство Salicaceae (*Salix saposhnikovii*, *S. hastata*, *S. sajanensis*, *S. berberifolia* и др.); отмечены также виды семейств

Поaceae (*Trisetum mongolicum*, *Poa altaica*), Asteraceae (*Crepis karelinii*, *Erigeron politus*), Onagraceae (*Chamaenerion latifolium*) и др. На самых старых участках морен в разнотравно-ивово-березковом сообществе на первый план выходят семейства Asteraceae (*Erigeron altaicus*, *Taraxacum altaicum*, *Solidago dahurica*, *Tephrosieris integrifolia* и др.) и Poaceae (*Poa altaica*, *P. alpina*, *Trisetum mongolicum*, *Festuca sphagnicola* и др.), а затем следуют семейства Salicaceae (*Salix saposchnikovii*, *S. hastata*, *S. divaricata*, *S. glauca* и др.) и Caryophyllaceae (*Gastrolichnis tristis*, *Stellaria peduncularis*, *Minuartia biflora*, *Dianthus superbis* и др.).

36 видов найдено только на молодых моренах ледника Корумду, в их числе *Veronica densiflora*, *Rhaponticum carthamoides*, *Taraxacum czuense*, *Poa krylovii*, *Trisetum altaicum* и др.

Общих видов, встречающихся на трех исследованных молодых моренах долинных ледников северного макросклона Северо-Чуйского хребта, немного – 63; это виды семейств Salicaceae (*Populus laurifolia*, *Salix berberifolia*, *S. divaricata*, *S. glauca*, *S. sajanensis*, *S. saposchnikovii* и др.), Asteraceae (*Aster alpinus*, *Crepis karelinii*, *C. nana*, *Erigeron altaicus*, *E. eriocalyx*, *Taraxacum altaicum* и др.), Caryophyllaceae (*Cerastium pusillum*, *Gastrolichnis apetala*, *Minuartia kryloviana*, *M. verna*, *Silene chamarensis*), Brassicaceae (*Braya aenea*, *B. rosea*, *Draba cana*, *D. fladnizensis*, *D. saposchnikovii*), Poaceae (*Elymus transbaicalensis*, *Poa alpina*, *P. altaica*, *Trisetum mongolicum*), Fabaceae (*Astragalus frigidus*, *Hedysarum austrosibiricum*, *H. neglectum*, *Oxytropis ambigua*). Большинство общих видов, принадлежащих семействам Salicaceae и Poaceae, появляются уже на самых молодых участках морен, затем по мере увеличения возраста морен значение этих видов в первичных сообществах либо возрастает, либо остается тем же. Виды семейств Caryophyllaceae, Brassicaceae, некоторые виды Asteraceae (*Crepis karelinii*, *C. nana*) также являются первопоселенцами на самых молодых участках морен, а на более старых моренах они присутствуют с очень низким обилием лишь на открытых каменистых и щебнистых участках с несформированной растительностью. Виды семейства Fabaceae появляются в первичных сообществах на более старых участках молодых морен.

Как показывает сравнительный анализ, наибольшее видовое сходство характерно для флористических списков молодых морен ледников Малый и Большой Актру, находящихся на близком расстоянии друг от друга в одном горно-ледниковом бассейне Актру. Мера сходства (включения) Симпсона для списков видов этих морен составляет 81,6%. Для морен ледников Малый Актру и Корумду, расположенных на близких абсолютных высотах в верхней части лесного пояса в двух разных горно-ледниковых бассейнах, мера сходства видового состава значительно ниже – 65,8%. Наиболее различаются по видовому составу сосудистых растений морены ледников Большой Актру и Корумду, находящиеся в разных горно-ледниковых бассейнах на разных абсолютных высотах. Мера сходства для их видовых списков составляет 56,7%.

На молодых моренах долинных ледников Северо-Чуйского хребта выявлено 13 эндемичных и субэндемичных для Алтае-Саянской флористической провинции видов, относящихся к 8 семействам. Три вида относятся к семейству Fabaceae (*Astragalus pseudoaustralis*, *Oxytropis alpestris*, *O. tschujae*), по

два вида – к семействам Caryophyllaceae (*Mesostemma martjanovii*, *Silene turgida*), Asteraceae (*Erigeron altaicus*, *Taraxacum lyratum*) и Poaceae (*Elymus sajanensis*, *Poa krylovii*). По одному эндемичному виду включают такие семейства, как Brassicaceae (*Draba sapozhnikovii*), Geraniaceae (*Geranium laetum*), Scrophulariaceae (*Euphrasia altaica*), Lamiaceae (*Thymus schischkinii*). Из них 4 вида (*Mesostemma martjanovii*, *Draba sapozhnikovii*, *Oxytropis alpestris*, *Erigeron altaicus*) являются узкими эндемиками Русского Алтая, остальные 9 – эндемики и субэндемики Алтае-Саянской флористической провинции.

Наибольшее число эндемичных и субэндемичных видов (9) отмечено на молодых моренах ледника Малый Актру: *Mesostemma martjanovii*, *Silene turgida*, *Draba sapozhnikovii*, *Astragalus pseudoaustralis*, *Euphrasia altaica*, *Thymus schischkinii*, *Erigeron altaicus*, *Taraxacum lyratum*, *Elymus sajanensis*. 7 эндемиков и субэндемиков выявлено на моренах Большого Актру: *Silene turgida*, *Draba sapozhnikovii*, *Astragalus pseudoaustralis*, *Oxytropis alpestris*, *O. tschujae*, *Erigeron altaicus*, *Elymus sajanensis*. Меньше всего таких видов (4) обнаружено на моренах ледника Корумду: *Geranium laetum*, *Euphrasia altaica*, *Erigeron altaicus*, *Poa krylovii*.

В зарубежной литературе отмечается, что среди видов сосудистых растений, отмеченных нами на молодых моренах северного макросклона Северо-Чуйского хребта, встречаются и те, которые приводятся для территорий, освободившихся ото льда: на Аляске [9], в Канадских Скалистых горах (Tisdale E.W. и др., 1966), в Швейцарских (Ludi, 1945) и Австрийских (Palmer, Miller, 1961) Альпах и на Кавказе (Гулисашвили, 1960) [9–12]. Это виды с обширными (в основном голарктическими и евразийскими) ареалами: *Chamaenerion angustifolium*, указанный для Аляски, Швейцарских Альп и Большого Кавказского хребта, *Salix reticulata* – для Канадских Скалистых гор, Швейцарских и Австрийских Альп, *Salix hastata* – для Аляски и Швейцарских Альп, *Populus tremula* – для Швейцарских Альп и Большого Кавказского хребта, *Saxifraga oppositifolia*, *Campanula rotundifolia*, *Taraxacum officinale* – для Швейцарских и Австрийских Альп, *Chamaenerion latifolium* – для Аляски, *Salix glauca* – для Канадских Скалистых гор, *Poa alpina*, *Salix phylicifolia*, *Aster alpinus*, *Antennaria dioica*, *Betula pendula* – для Швейцарских Альп, *Minuartia verna* – для Австрийских Альп и др.

Проведенные нами исследования показали, что видовое разнообразие сосудистых растений на молодых моренах, отложенных долинными ледниками северного макросклона Северо-Чуйского хребта, довольно высокое (259 видов). По числу видов и видовому составу изученные морены трех долинных ледников, расположенные в двух горно-ледниковых бассейнах на незначительном удалении друг от друга, существенно различаются. Число видов колеблется от 120 на моренах ледника Корумду до 197 на моренах Малого Актру. Наибольшее количество видов выявлено на моренах ледника Малый Актру, находящихся в окружении большего разнообразия растительных сообществ (климаксовые кедровые леса, кедрово-лиственничные леса послепожарного происхождения, сообщества на скалах, каменистых россыпях и осыпях).

Во флористических списках всех обследованных морен наиболее крупными семействами являются Asteraceae, Salicaceae и Poaceae, а самым крупным родом – *Salix*. Ведущее значение семейства Asteraceae обусловлено прежде всего высоким родовым разнообразием, а также присутствием многовидовых родов *Taraxacum* и *Crepis*. Высокий ранг семейства Salicaceae связан с видовым разнообразием рода *Salix*. Высокое видовое разнообразие семейства Poaceae достигается за счет видов родов *Poa* и *Festuca*, а семейств Asteraceae и Salicaceae – за счет приспособления зачатков к распространению ветром, а также их способности быстро приживаться на вновь образующихся достаточно увлажненных субстратах.

Максимальным видовым сходством характеризуются флористические списки молодых морен ледников Малый Актру и Большой Актру, что обусловлено наиболее близким расположением этих морен в пределах одного горно-ледникового бассейна Актру. Наименьшее сходство установлено для морен ледников Большой Актру и Корумду, что может быть объяснено тем, что они расположены в разных горно-ледниковых бассейнах на разных абсолютных высотах.

Таким образом, молодые морены долинных ледников северного макросклона Северо-Чуйского хребта характеризуются довольно высоким видовым разнообразием сосудистых растений и специфичностью видового состава, что зависит от их территориального и высотного положения, разнообразия окружающих растительных сообществ.

Авторы данного сообщения выражают большую благодарность за проверку правильности определения видов папоротников – д.б.н. И.И. Гуреевой, мятликов – д.б.н. М.В. Олоновой, крестоцветных – к.б.н. А.Л. Эбелю.

Литература

1. Сапожников В.В. По Алтаю. М: Географиздат, 1949. 579 с.
2. Крылов П.Н. Флора Алтая и Томской губернии // Изв. Том. ун-та. 1901–1914. Вып. 1–7.
3. Крылов П.Н. Флора Западной Сибири. Томск, 1927–1949. Т. 1–11. 3070 с.
4. Крылов П.Н. Эндемизм Алтайской флоры // Протоколы общества естествоиспытателей и врачей при Томском университете. Томск, 1905. С. 1–3.
5. Крылов П.Н. Фитостатистический очерк альпийской области Алтая // Изв. Том. отд. Русского бот. об-ва. Томск, 1931. Т. 3, № 2. С. 28–83.
6. Ревушкин А.С. Высокогорная флора Алтая. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. 320 с.
7. Ревакина Н.В. Современная приледниковая флора Алтае-Саянской горной области: происхождение, становление, адаптации. Барнаул: АИСТ, 1996. 287 с.
8. Ludi W. Besiedlung und Vegetationsentwicklung fuf den jungen Seitenmorenen des Grossen Aletschgletschers // Bericht uber das Geobot. Forschungsinst // Rubel in Zurich. 1945. S. 32–59.
9. Cooper W.S. A third expedition to Glacier Bay, Alaska // Ecology. 1931. Vol. 12, № 1. P. 61–65.
10. Reiners W.A., Worley I.A., Lawrence D.B. Plant diversity in a chronosequence at Glacier Bay, Alaska // Ecology. 1971. Vol. 52, № 1. P. 55–69.
11. Palmer W.H., Miller A.K. Botanical evidence for the recession of a glacier // Oikos. 1961. Vol. 12, № 1. P. 75–86.

12. Гулисаивили В.З. Перигляциальная растительность долинных ледников Кавказа и ее роль в послеледниковом развитии лесных сообществ // Ботанический журнал. 1960. Т. 45, № 9. С. 1249–1258.
13. Окишев П.А., Адаменко М.Ф., Нарожный Ю.К. Динамика ледников и климата в горах южной Сибири // Региональный мониторинг атмосферы. Ч. 4: Природно-климатические изменения. Томск: Изд-во ТГУ, 2000. С. 164–199.
14. Тимошок Е.Е., Нарожный Ю.К. Особенности формирования растительности на молодых моренах в Центральном Алтае // Реконструкция климата и природной среды в голоцене и плейстоцене Сибири. Новосибирск, 2002. С. 398–401.
15. Тимошок Е.Е., Диркс М.Н., Березов А.А. и др. Современное состояние флоры и растительности на моренных комплексах малой ледниковой эпохи Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) // Ботанические исследования в азиатской России: Материалы XI съезда Русского ботанического общества. Барнаул: АзБука, 2003а. Т. 1. С. 406–407.
16. Timoshok E.E., Narozhnyi Yu.K., Dirks M.N., Berezov A.A. Experience in Combined Glaciological and Botanical Studies on the Primary Successions on Young Morains in the Central Altai // Russian Journal of Ecology. Vol. 34, № 2. 2003. P. 91–97.
17. Timoshok E.E., Skorokhodov S.N. Species, coenotic and ecosystem diversity in headwater basin Aktru (Severo-Chuisky Range, Central Altai) // Global Changes in Mountain Regions. Duncow: Sapiens Publ., 2006. P. 174–176.
18. Диркс М.Н. Флора молодых морен ледников Центрального Алтая: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 2006. 19 с.
19. Тронов М.В. Очерки оледенения Алтая. М.: Географиз, 1949. 376 с.
20. Окишев П.А. Численные характеристики отступления ледников горного узла Биш-Иирду на Алтае // Гляциология Алтая. Томск: Изд-во ТГУ, 1965. Вып. 4. С. 117–145.
21. Окишев П.А. Динамика оледенения Алтая в позднем плейстоцене и голоцене. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1982. 208 с.
22. Ледники Актру (Алтай). Л.: Гидрометеиздат, 1987. 117 с.
23. Нарожный Ю.К., Окишев П.А. Динамика ледников Алтая в регрессивную фазу малого ледникового периода // МГИ. 1999. Вып. 87. С. 119–123.
24. Нарожный Ю.К. Ресурсная оценка и тенденции изменения ледников бассейна Актру (Алтай) за последние полтора столетия // МГИ. 2001. Вып. 90. С. 117–125.
25. Нарожный Ю.К., Никитин С.А. Современное оледенение Алтая на рубеже XXI века // МГИ. 2003. Вып. 95. С. 93–102.
26. Душкин М.А. Многолетние колебания ледников Актру и условия развития молодых морен // Гляциология Алтая. Томск, 1965. Вып. 4. С. 83–101.
27. Каталог ледников СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1978. Т. 15, вып. 1. Ч. 4.
28. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1950. Вып. 1. С. 465–483.
29. Зверев А.А. Сравнительный анализ флор с помощью компьютерной системы «IBIS» // Изучение биологического разнообразия методами сравнительной флористики. СПб., 1998. С. 284–288.