УДК 581.9+551.79 (235.222)

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ КСЕРОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЧУЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА ГОЛОЦЕНА

В.И. Волков
Томский государственный педагогический университет, г. Томск

Достоверная историческая память человечества охватывает незначительный отрезок времени: история цивилизаций, а вместе с тем и летописные свидетельства, посвящены в основном периоду позднего голоцена. Возникновение письменности Шумера произошло по всей вероятности в период между 4000 и 3000 гг. до н.э., но даже относительно краткий период развития цивилизаций в летописях отмечен существенными климатическими изменениями. Например, Вавилонские жрецы делили историю своей страны на два периода – «до потопа» и «после потопа» (История древнего мира, 1999). Да собственно и сама гибель Вавилонского царства обусловлена деградацией сельского хозяйства, причины которой связаны не только с методом его ведения, но и с аридизацией климата (так называемый «кризис продуцентов»). «Переселения народов», ярко описанные в работах Л.Н. Гумилева, последствия которых внесли глубокий след в историю не только Китая, но и всей Европы и Азии, во многом были обусловлены климатическими флуктуациями. Это и другие свидетельства заставляют признавать, что мы живем в очень динамичном мире, но «короткая» память человечества создает ложное представление о его неизменности. Даже относительно недавний «малый ледниковый период» практически стерся из человеческой памяти, оставшись запечатленным в полотнах голландских живописцев. В связи с этим, относительно небольшое потепление климата, свидетелями которого мы являемся в последнее время, тенденциозно представляется нам чуть ли не мировым катаклизмом. Вместе с тем, мы имеем свидетельства гораздо более грандиозных климатических перемен изменявших лик планеты, которые происходили в относительно недавнем прошлом, и следы которых остались в окружающих нас ландшафтах. Эти свидетельства запечатлены не только в объектах неживой природы, но и в биоте. Необходимо учитывать, что решающее влияние на состояние биоты оказывают последние изменения ландшафтной обстановки. Даже непродолжительное изменение климата может оставить значительный след в составе и структуре биоты и практически не отразиться в объектах неживой природы. Особенно хорошо это проявляется в горных ландшафтах, костные и живые элементы которых имеют несопоставимую скорость реакции на изменения климата. Существование элементов ландшафта, эволюционирующих с различной скоростью, определяет различную степень их соответствия современной ландшафтной обстановке. Например, гляциальные формы рельефа, возникшие в плейстоцене (троговые долины, бараньи лбы и т.д.) на Алтае часто сочетаются с лесной растительностью.

Горные ландшафты при изменении климата могут подвергаться преобразованиям или приобретать черты, характерные для ландшафтов другого типа. При этом необходимо учитывать, что изменения биоты ландшафтов связаны не только с процессами изменения ландшафтов, но и с миграциями видов, интенсивность которых также связана с процессами, происходящими в ландшафте. Это обусловлено особенностью живых организмов, которое В.И. Вернадский называл «давлением жизни», стирающим территориальную индивидуальность биоты. Значение особенностей миграции различных видов в иных ландшафтно-климатических условиях является ключом к пониманию современных биогеографических особенностей тех или иных территорий, не объяснимых исходя из анализа современных условий. Действительно, в современных условиях порой бывает трудно представить наличие какой-либо формы «контакта» между различными биотами.

Подобные противоречия выявляются в сходстве ксерофитной растительности Чуйской котловины (Юго-Восточный Алтай) и южной части Котловины Больших озёр Монгольского Алтая (рис. 1), предполагающих наличие прошлых связей между этими территориями (Буян-Орших, 1999). Хребет Сайлюгем, разделяющий эти территории, представляет собой довольно пологое обезлесенное плоскогорье с перевалами порядка 2600–2800 метров над ур. моря. Через эти высоты абсолютно нельзя представить миграцию в современных условиях ксерофильных (полупустынных) растительных сообществ

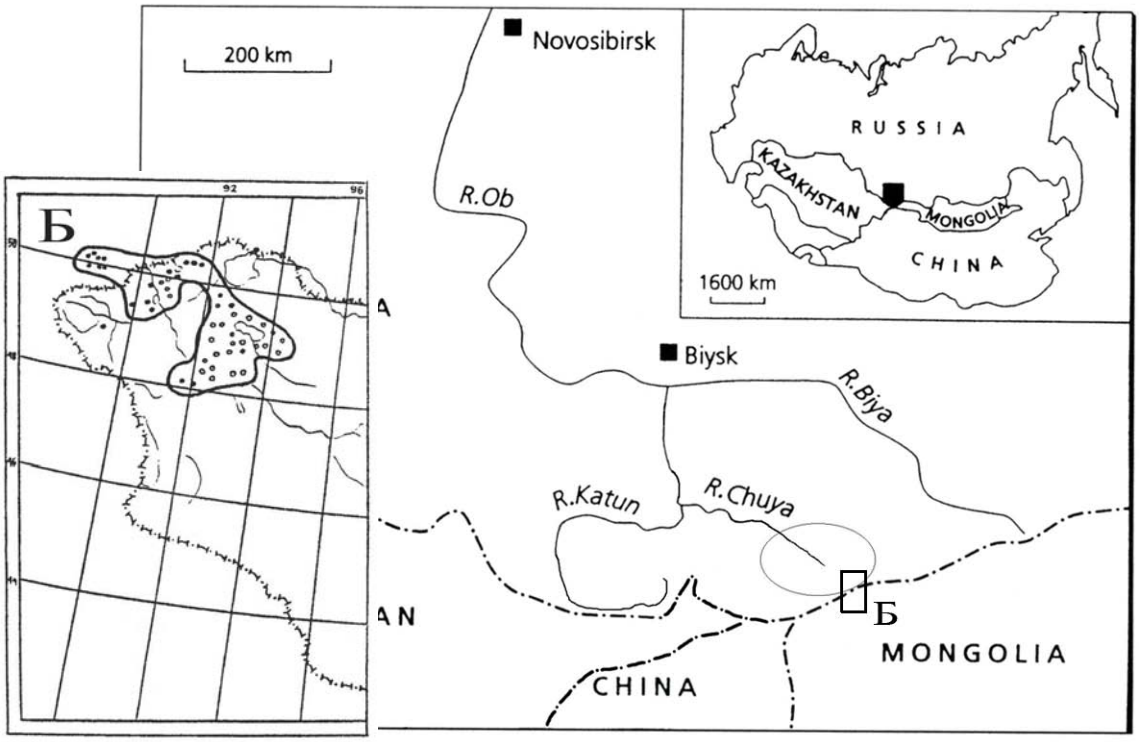

Рис.1. Географическое положение Юго-Восточного Алтая (по: Волков, 2006). Б: Ареал мари кустарниковой *Chenopodium frutescens* в Северо-Западной Монголии и Юго-Восточном Алтае (по: Х. Буян-Орших, 1998) Сплошной линией показана граница основной части ареала. Точками показаны известные местонахождения вида

Fig. 1. Study site – South-East Altai (after: Волков, 2006). Б - *Chenopodium frutescens* area in North-West Mongolia and South-East Altai (after: Х. Буян-Орших, 1998). Points show known locations of the species

Anabasis brevifolia, *Kochia prostrata*, *Chenopodium frutescens*, *Ceratoides papposa*, *Artemisia santolinifolia, A. rutifolia* и др., встречающиеся в северо-западной части Чуйской котловины, на высоте около 1700–2000 м над ур. моря. Сохранению подобных сообществ полупустынных растений в течение плейстоцена препятствовало существование ледниково-подпрудного водоема и снижение снеговой линии до его уреза в периоды максимального понижения температур ледникового периода (Рудой, 1995). Следовательно, в голоцене должны были существовать условия, обеспечивающие миграцию комплексов ксерофитных растений через горные перевалы.

В аридном климате границы поясов растительности в горах сдвигаются вверх, причём возрастает уровень политопности (неоднородности) растительного покрова, обусловленной усилением дифференциации местообитаний с ростом абсолютной высоты и усилением аридности (Волков, 2002), что способствует проникновению группировок пустынных растений на значительные высоты. Подобную картину можно наблюдать в аридных горах Средней Азии, например на Памире, где сообщества *Ceratoides papposa, Artemisia rutifolia* и других ксерофитов поднимаются до высоты 4300 м над ур. моря (Ладыгина, 1960). Таким образом, современные условия Памира дают нам возможность представить, насколько высоко могут произрастать ксерофитные комплексы растительности в климате более южных широт. Это позволяет нам моделировать условия, при которых ксерофитные растения могли бы гипотетически произрастать на выположенных перевалах хребта Сайлюгем. Для этого важно знать, какая амплитуда изменения климата достаточна для проникновения ксерофитного комплекса растений на перевалы хребта Сайлюгем.

Пользуясь закономерностью изменения температур с ростом абсолютной высоты, которые на Алтае падают на 0,5–0,6°С с подъёмом на 100 м высоты (Берг, 1938), можно рассчитать, какое повышение средних температур необходимо для приближения теплообеспечения перевалов хребта Сайлюгем и дна Чуйской котловины. Для того, чтобы средняя сумма температур на высоте 2000 м над ур. моря приблизилась к сумме температур на высоте 2600 м над ур. моря, необходимо расчётное повышение температур вегетационного периода на 3–3,6°С. Конечно, в формировании климата выположенных водоразделов и замкнутой котловины необходимо учитывать роль рельефа, но в целом, при теоретическом увеличении среднегодовых температур примерно на 4°, теплообеспечение на перевалах Сайлюгема приблизится к теплообеспечению днища Чуйской депрессии (Волков, 2003).

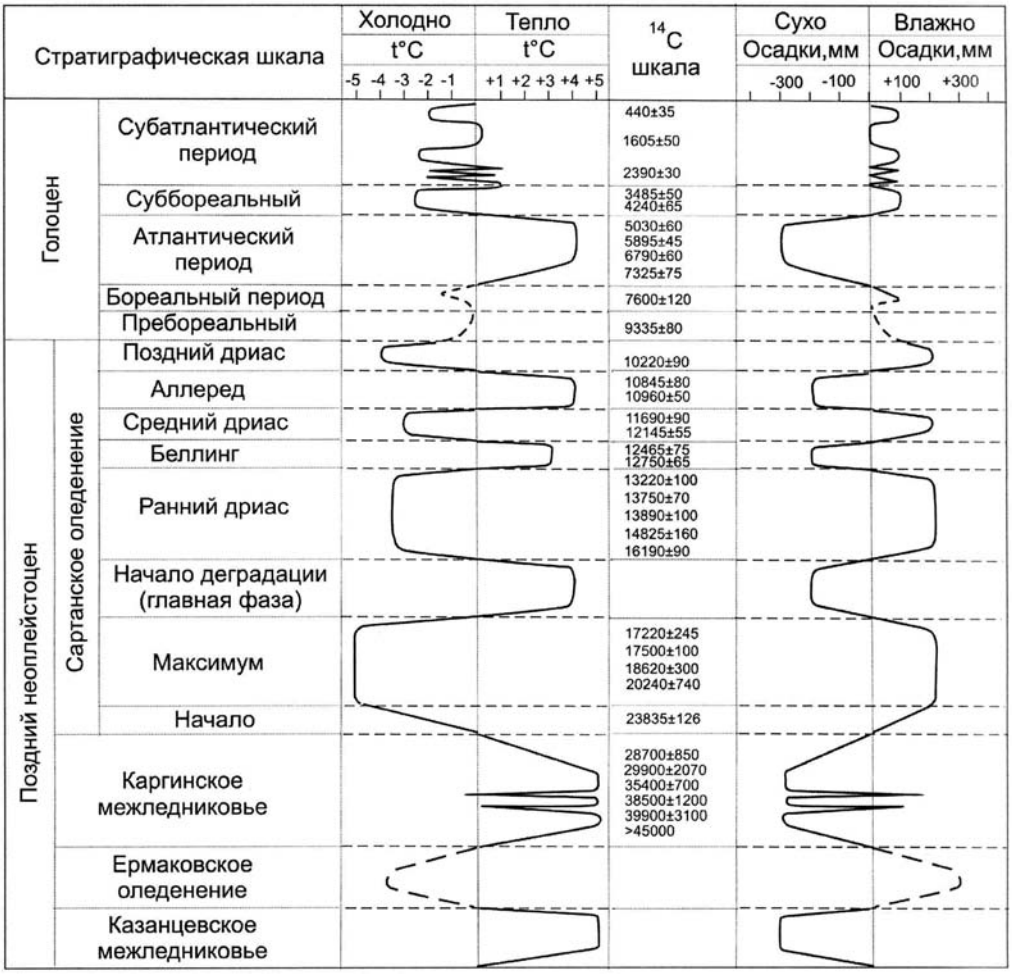

Рис. 2. Кривые изменения среднегодовых характеристик климата Северного Алтая в позднем неоплейстоцене и голоцене (по: Русанов, 2004)

Fig.2. Curves showing changes of average annual characteristics of the climate of North Altai during late Neopleistocene and Holocene (after: Русанов, 2004)

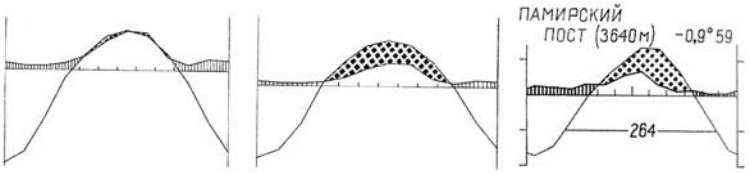

Рис. 3. Климадиаграммы Кош-Агача (Центральная часть Чуйской котловины (1750 м над ур. моря): слева - характеризующая современный климат; в центре - гипотетическая, построенная исходя из превышения средних температур на 4°С по сравнению с современными температурами и уменьшения годовой суммы осадков на треть; справа – климадиаграмма, характеризующая климат Памира (по: Вальтер, 1975)

Fig. 3. Climadiagram that characterizes the present climate in Kosh-Agatch (Central part of Chuiskaya Depression (1,750 m)) (left). Hypothetic climadiagram built from average temperature exceeding 4°C in comparison with present temperature and annual precipitation reduction by one third (in the center). Climadiagram that characterizes the present climate of Pamirs (right) (after: Вальтер, 1975)

Опираясь на данные комплексного изучения озерных отложений Г.Г. Русанова (2004) в Северном Алтае, позволившие данному автору реконструировать климатические условия их происхождения (рис. 2), попробуем реконструировать климат Юго-Восточного Алтая в голоцене. Судя по представленным на рисунке кривым, в Атлантический период наблюдалось потепление климата, которое, кроме того, сопровождалось значительной его аридизацией. Симметричное разнонаправленное изменение кривых температуры и влажности вполне соответствует закону Воейкова, согласно которому повышение температуры во внутриконтинентальных районах сопровождается уменьшением суммы осадков.

На рис. 3 в виде климадиаграммы представлена реконструкция климата Чуйской котловины при гипотетическом увеличении среднемесячных температур на 4°, что соответствует потеплению Атлантического периода голоцена по данным Г.Г. Русанова (2004). Изменение количества осадков смоделировано исходя из того, что уменьшение годового количества осадков достигало на Северном Алтае в Атлантический период 300 мм, что составляет примерно треть современной годовой суммы осадков (по данным Г.Г. Русанова, 2004). Исходя из того, что изменение климата носило как минимум общерегиональный характер, на климадиаграмме, моделирующей гипотетический климат Чуйской котловины в ксеротермическую стадию Атлантического периода голоцена, количество осадков уменьшено на треть по сравнению с современным. Для сравнения приведена климадиаграмма, отражающая климат Памира (Вальтер, 1975), в условиях которого ксерофитные растения поднимаются на значительные высоты.

Сходство климадиаграмм предполагает аналогию в высотном распространении ксерофитной растительности, что объясняет значительное повышение высотных границ распространения ксерофитного комплекса в ксерическую фазу, повышение температур для которого могло сыграть роль своеобразного «климатического катализатора», обусловившего его миграцию через Сайлюгем из Котловины Больших озёр. Сообщества ксерофитного комплекса в подобных условиях вполне могли произрастать выше уровня деградирующего палеоводоёма, оставшегося после ледниково-подпрудного озера. Последующее похолодание климата способствовало снижению высоты и локализации «ксерофитного» элемента флоры в специфических местообитаниях, на дне осушенных к тому времени котловин. Оно же способствовало в целом современному преобладанию горностепной растительности (Волков, 2003). Конечно, можно возразить, что климат на Памире показан для больших абсолютных высот, но ведь и ксерофитная растительность здесь поднимается значительно выше, и это превышение соответствует примерно гипотетическому повышению абсолютной высоты произрастания подобных комплексов растительности в Юго-Восточном Алтае в Атлантический период голоцена.

Другой важной особенностью растительного покрова Юго-Восточного Алтая, позволяющей интерпретировать историю его происхождения, является степень систематической обособленности, или уровень эндемизма его флористического комплекса. Сценарий, предусматривающий сохранение ксерофитной растительности в Юго-Восточном Алтае в период плейстоценового оледенения, предполагает её изоляцию, что в свою очередь должно способствовать процессу локального видообразования. Длительный период изоляции обычно способствует появлению эндемичных видов, и чем больше период изоляции, тем сильнее должны проявиться признаки систематической обособленности флоры. В данном случае нас интересуют прежде всего виды ксерофитного комплекса, которые могли бы сохраниться в котловинах Юго-Восточного Алтая в плейстоцене. Анализ эндемиков Чуйской и Курайской степей, выделенных Н.А. Рудой (2001) в составе Южно-Чуйской группы, показал следующие результаты: из 4 эндемичных видов лишь два (*Corispermum erosum* и *Alchemilla pinguis*) не относятся к высокогорным, и лишь первый с некоторой степенью натяжки можно включить в состав ксерофитного комплекса.

Corispermum erosum выделен М.М. Ильиным в 1929 г. По мнению М.Н. Ломоносовой (со слов А.Л. Эбеля), обрабатывавшей этот род во «Флоре Сибири» (1992), данный вид, а так же *Corispermum crylovii* и ряд других, выделенных Ильиным, можно отнести к одному виду *Corisperm hissopifolium*, выделенному Линнеем. Это утверждение основано на экспериментальных посадках М.Н. Ломоносовой семян, которые показали, что признаки, служащие для определения видов, в культуре сильно варьируют.

Alchemilla pinguis выделен С.В. Юзепчуком в 1954 г. с указанием, что вид имеет сродство с *A. retropilosa* и *A. lipschitzii*. Последний вид произрастает в Горном Алтае. Различаются эти виды характером опушения, величиной зубцов на листьях, насыщенностью окраски прилистников, величиной надрезов листьев между лопастями (Юзепчук, 1954). Необходимо отметить, что морфологическая изменчивость рода *Alchemilla* общеизвестна. Поэтому мы, ссылаясь на мнение С.Н. Выдриной, обрабатывавшей этот род во «Флоре Сибири» (1988), считаем возможным объединение (при более строгом подходе к выделению видов) значительного количества видов этого рода в рамках более крупных видов.

Тенденции развития современного видообразования можно отметить на примере *Oxytropis setosa* subsp. *aigulak* который явно является более молодым подвидом, возникшим в результате адаптивной эволюции вида (скорее всего в голоцене при специализации к обитанию в горных условиях).

Можно утверждать, что в ксерофитном комплексе Юго-Восточного Алтая отсутствуют ярко обособленные виды-эндемики данного региона, возраст которых позволяет отнести их к третичным или плейстоценовым реликтам.

Это обстоятельство указывает на относительную молодость локализации ксерофитной растительности на данной территории.

Ещё одной интересной особенностью растительного покрова Юго-Восточного Алтая является резкое различие набора пустынно-степных и сухо-степных элементов центрально-азиатских видов в Чуйской и Курайской «степях» и далее по течению Чуи (Камелин, 1988). Этот факт вступает в противоречие с флористической близостью Чуйской котловины и Северной Монголии, разделённых горным хребтом. Это тем более странно, что данная территория расположена в рамках одного горного речного бассейна, и до впадения Чуи в Катунь и далее днище её долины практически на всём протяжении имеет степные участки на речных террасах. Поэтому логично предположить, что после последнего катастрофического прорыва ледниково-подпрудного озера мощный гляциальный суперпаводок «освободил» нижнюю часть долины Чуи от растительности, что должно было способствовать экспансии ксерофитных комплексов из Чуйской котловины вниз по долине Чуи. В этом случае логично было бы ожидать высокую степень континуальности растительного покрова степных котловин долины Чуи вместо современной дискретности. Это ещё раз свидетельствует о том, что ксерофитная растительность в Чуйской «степи» во время описываемых событий отсутствовала, а ксерофитные комплексы растительности в среднем и нижнем течении Чуи являются, скорее всего, следствием экспансии «местных», то есть сохранившихся в течение плейстоцена в Центральном Алтае в качестве компонентов поясных комплексов, ксерофитных сообществ. В таком случае дискретности растительного покрова долины Чуи способствовала миграция в ксерическую стадию голоцена из Монгольского Алтая ксерофитных комплексов растений, осваивавших специфические местообитания на берегах пересыхающего палеоводоёма и не способных к оккупации уже занятых территорий (Волков, 2003).

Таким образом, все вышеприведённые материалы указывают на то, что ксерофитный комплекс в растительном покрове Юго-Восточного Алтая являются дериватом ксерофитоподобных сообществ, распространённых в Монгольском Алтае (возможно и других сопредельных территорий). Миграция этих группировок растительности в Юго-Восточный Алтай, скорее всего, связана с ксерической стадией (стадиями) голоцена (Волков, 2003). Конечно, генезис комплекса ксерофитных растений в Юго-Восточном Алтае может вполне быть сложным, чему способствует асоциальность большинства входящих в неё видов. В целом котловины Юго-Восточного Алтая, исходя из известных сценариев событий, связанных с существованием гигантских палеоводоемов с ледниковым обрамлением и гляциальных суперпаводков, не только трансформировавших исходную поверхность, но и практически уничтоживших третичный комплекс растительности, могут рассматриваться как уникальная модель восстановления растительного покрова в результате миграций. Подобные исследования позволяют анализировать роль изменения ландшафтно-климатических условий в голоцене как предпосылку миграции растительных комплексов через горные хребты и оценить их значение как биогеографических барьеров в различных ландшафтно-климатических условиях.

В заключение хотелось бы еще раз акцентировать свое внимание на том, что, несмотря на хорошую изученность гелиофизических и астрономических причин цикличности климата, о механизмах влияния изменений климата на биоту практически не известно. Данная проблема может быть частично решена при сравнительном анализе биот в различных ландшафтно-климатических условиях с использованием метода актуализма. Это позволит прогнозировать масштабы изменений и их соответствие климатическим подвижкам. Вызывает удивление, что до сих пор не проанализированы системно летописные события истории человечества с учетом анализа изменения климата, с привлечением данных палеогеографии, климатологии и экологии, на пересечении которых возможно развитие новой науки – «исторической климатологии». Актуальность подобного синтетического направления в науке объясняется тем, что время летописной истории человечества на много порядков больше времени проведения систематических климатических наблюдений.

Литература

Берг Л.С. Природа СССР. М., 1938. 312 с.

Буян-Орших Х. О формациях с доминированием и участием *Chenopodium frutescens* C.A. Meyer в Северо-Западной Монголии // Сиб. бот. журн. Krylovia. 1999. № 1. С. 26–36.

Вальтер Г. Растительность земного шара. М., 1975. Т.3. 428 с.

Волков И.В. Введение в экологию высокогорных растений. Томск. 2002. 171 с.

Волков И.В. Подушковидные растения Юго-Восточного Алтая. Томск, 2003. 199 с.

История древнего мира. Древний восток. Египет, Шумер, Вавилон, Западная Азия / Ф.Н. Бадак, И.Е. Войнич, Н.М. Волчек и др. Минск, 1999. 823 с.

Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна). Барнаул, 1998. 237 с.

Ладыгина Г.М. О высотном распределении и некоторых вопросах динамики пустынь Горно-Бадахшанской автономной области // Проблемы ботаники. М.; Л., 1960. Т. 5. 1960. С. 254–264.

Рудой А.Н. Геоморфологический эффект и гидравлика позднеплейстоценовых йокульлаупов ледниково-подпрудных озер Южной Сибири // Геоморфология. 1995. Вып. 4. С. 61–76.

Рудой Н.А. К изучению эндемиков и субэндемиков флоры Юго-Восточного Алтая и Северо-Западной Монголии // Матер. III Всерос. экологич. конф. «Чтения памяти Ю.А. Львова». Томск, 2001. С. 3–14.

Русанов Г.Г. Поздненеплейстоценовые и голоценовые озера Северного Алтая (происхождение, динамика, физико-географическое значение) Автореф. дисс. …канд. геогр. наук. Томск, 2004. 22 с.

Флора Сибири. Новосибирск, 1992–1997. Т. 5–11.

Юзепчук С.В. Новые манжетки Европейской части СССР, Сибири и Средней Азии // Бот. мат-лы гербария Бот ин-та им. В.Л. Комарова. 1954. Т. XVI. С. 133–183.

Volkov V.I. **Analysis of distribution of xerophytic vegetation in Chuiskaya Cattle in connection with Holocene climate changes.**

The landscape-climatic events of the last glacial epoch in Chuiskaya mountain valley (Altai Mts., Russia) did not support survival of xerophytic plant species. Modern presence of some xerophytic plant species here can be explained by migration from territory of Mongolian Altai through Sailugem Mountain Ridge during xeric stage of Holocene. Using a method of actualism, the similar event can be simulated on the basis of modern high altitude distribution of xerophytic plant communities in arid Pamir Mountains where they grow higher than in Altai.

Bibl. 13. Ill. 3.