

**Турано-Уюкская котловина Тувы: изменения природных условий и динамика ее освоения в древности (опыт реконструкции)**

**Введение.** Региональные особенности экосистем, их эволюция и динамика, происходившие под воздействием глобальных климатических изменений определяли характер среды обитания древнего человека и, несомненно, играли существенную роль в специфике его деятельности. Реконструкция конкретных природных условий жизни древнего населения может предоставить дополнительную информацию для интерпретации и осмысления археологических материалов. Тем не менее, возможности комплексного анализа данных различных методов и дисциплин в применении, как к археологии, так и к палеогеографии, до сих пор остаются недооцененными.

Предлагаемая работа является попыткой подобного рода исследований и представляет результаты комплексного анализа материалов, полученных из Турано-Уюкской котловины – одной из межгорных котловин Республики Тыва, расположенной в пределах наиболее континентальной части Алтае-Саянской горной области (рис. 1 А). Положение в центре Азиатского материка и горный рельеф Тувы определяют своеобразие региональных экосистем и их повышенную чувствительность к климатическим изменениям. С другой стороны – определенная изолированность этой территории и суровость ее природных условий в целом, не могла не найти отражения в истории освоения региона человеком и, как следствие этого, в специфике выявленных древних памятников и особенностях археологических культур.

Археологическая изученность тувинского региона в целом достаточно хорошая, хотя, конечно, очень не равномерна. К настоящему времени накоплен значительный объем материалов, позволяющий установить характер и последовательность основных событий и культурных трансформаций в древности, а также их хронологические рамки (Астахов, 1986; Семенов, 1992; Грач, 1980; Мандельштам, 1992; Савинов, 2002). При этом, достоверная информация о природных изменениях в прошлом и их надежная хронология практически отсутствуют для данного региона. Это обусловлено, прежде всего, объективными причинами. Органогенные отложения – основной источник палеоинформации – здесь имеют ограниченное распространение, малые мощности и низкие скорости аккумуляции. Это характерно для аридной и семиаридной зон в целом (Moore, Stevenson, 1982). Некоторые палеоклиматические данные были получены для

менее аридных, преимущественно высокогорных районов Тувы (Чернова, Михайлов, 1991; Михайлов и др., 1992; Бутвиловский, 1993; Ямских, 1993), однако их интерпретация противоречива, а корреляция затруднена из-за отсутствия четкой хронологической основы. Кроме того, использование этих данных при изучении эволюции степных экосистем ограничено, поскольку, в силу повышенной контрастности природных обстановок региона, ответы геокомплексов высокогорий и межгорных котловин на глобальные климатические колебания могли быть не только асинхронными, но и противоположными по характеру. Самым перспективным в условиях аридной зоны представляется изучение отложений долгоживущих озер в котловинах. Это позволяет не только получить наиболее полную летопись природных изменений, но и извлечь из нее больше информации, применяя комплекс палеоэкологических и хроностратиграфических методов.

Турано-Уюкская котловина (рис. 1 Б), самая северная из межгорных степных впадин Тувы, выделяется как по природным характеристикам, так и археологическими памятниками, сосредоточенными на ее территории. Она отличается наиболее гумидными условиями, сохраняя при этом все характерные черты климатического режима и почвенно-растительного покрова, свойственные региону в целом. Кроме того, именно здесь находится один из самых крупных в Туве некрополей эпохи ранних кочевников, включающий значительные по своим размерам наземные сооружения. Среди них выделяются несколько курганов, достигающих в диаметре 70 – 100 м при сравнительно небольшой высоте от 2 до 4 м. Эти круглые «платформы», состоящие в основном из камня, обычно окружены большим количеством дополнительных конструкций в виде кольцевых оград, неясно различимых каменных гряд и выкладок. Два таких погребально-поминальных комплекса, известные как Аржан и Аржан-2, в настоящее время исследованы (Грязнов, 1980; Чугунов, Наглер, Парцингер, 2002, с. 115–124; Chugunov, Parzinger, Nagler, 2003, с.113–162). Помимо большого количества находок, для образцов органики из этих памятников были получены значительные серии радиоуглеродных дат (Chugunov, Dergachev, Nagler et al., 2002; Алексеев, Боковенко, Васильев и др., 2005), которые позволяют надежно поместить эти комплексы на хронологической шкале. Кроме того, в процессе раскопок Аржана-2 под памятником был обнаружен культурный слой более древнего поселения, содержащий материалы эпохи бронзы (Чугунов, Наглер, Парцингер, 2006, с. 303 – 311).

Таким образом, возможность получения представительных палинологических и радиоуглеродных данных в пределах одного микрорайона в степной зоне, с одной

стороны, и наличие уникальных археологических материалов с другой, определило выбор Турано-Уюкской котловины в качестве региона комплексных исследований.

**Современные природные условия.** Турано-Уюкская котловина ограничена Куртушибинским и Уюкским хребтами горной системы Западного Саяна (рис. 1 Б). Абсолютные отметки днища впадины составляют 800-900 м, вершины обрамляющих горных хребтов достигают 2000-2300 м над уровнем моря. В центральной части котловины расположены невысокие останцовые горы с абсолютными отметками около 1100–1250 м.

Основные реки котловины Уюк и Туран вместе со своими притоками относятся к бассейну р. Бий-Хем (Большой Енисей). Речная система впадины хорошо развита, в долине р. Уюк выражена пойма с многочисленными мелкими озерами и протоками, и серия надпойменных террас. В центральной части котловины расположена заболоченная депрессия с двумя крупными и несколькими более мелкими солеными озерами - Белые озера.

Климат котловины резко континентальный, со среднегодовой многолетней температурой воздуха минус 3.0 °С. По данным метеостанции г. Туран, среднегодовая температура января составляет минус 34.9 °С, июля – плюс 16.9 °С. Среднегодовая амплитуда температур достигает около 52 °С. Годовая сумма атмосферных осадков составляет около 330 мм, из них 70% выпадает с апреля по октябрь (Ефимцев, 1957). В верхней части обрамляющих котловину горных хребтов годовое количество осадков увеличивается до 600-800 мм, а среднегодовая амплитуда температуры снижается до 35-40 °С. В целом климатические условия Турано-Уюкской впадины более мягкие по сравнению с таковыми южных и западных котловин Тувы, где среднегодовые амплитуды температуры достигают 100-120 °С, а сумма осадков составляет около 200-300 мм в год (Ефимцев, 1957).

В почвенном покрове территории отмечены луговые и лугово-степные солонцеватые почвы в долинах и депрессиях; маломощные темно-каштановые почвы на возвышенностях и пологих предгорных шлейфах по периферии котловины; горные каштановые почвы и слабо развитые горные черноземы на склонах предгорий и низкогорий; горно-лесные дерновые почвы в нижней части лесного горного пояса (Носин, 1963). Большую часть почв котловины можно отнести к степному криоаридному типу (Волковинцер, 1978), который характеризуется сильным иссушением и глубоким промерзанием почвенного профиля, замедленностью почвообразовательных процессов и, как следствие, малой мощностью гумусового горизонта.

Зональная растительность котловины - настоящие степи и их петрофитные варианты – в значительной степени трансформирована в результате хозяйственного освоения. На выровненных участках днища впадины фрагменты настоящих степей представлены мелкодерновинными типчаковыми (*Festuca valesiaca*), тонконоговыми (*Koeleria cristata*) сообществами и группировками с караганой карликовой (*Caragana pygmaea*). По возвышенным участкам и окраинам котловины до высоты 1200 м преобладают крупнодерновинные овсецовые (*Helictotrichon desertorum*) и тырсовые (*Stipa capillata*) степи. В результате пастбищной нагрузки настоящие злаковые степи трансформируются в осоковые (*Carex duriuscula*, *C. pediformis*), при дальнейшем усилении дигрессионных процессов замещаются вторично-опустыненными степями с преобладанием *Artemisia frigida*, *Cleistogenes squarrosa*, *Potentilla acaulis*, занимающими в настоящее время значительные площади впадины (Куминова и др., 1985).

В понижениях и долинах представлены вейниковые (*Calamagrostis neglecta*) луга и осоковые (*Carex acuta*, *C. cespitosa*, *C. rhynchophylla* и др.) заболоченные луга и болота. Широко распространены засоленные ячменевые (*Hordeum brevisubulatum*), лисохвостные (*Alopecurus arundinaceus*) луга и галофитные колосняково-чиевые (*Leymus paboanus*, *Achnatherum splendens*) группировки.

Лесостепь, с чередованием степных, лугово-степных сообществ и остепненных лиственничников, в пределах котловины и на южном склоне Куртушибинского хребта начинается с высоты 1100-1200 м. В нижней части лесного горного пояса до высоты 1400-1500 м преобладают травяные лиственничники (*Larix sibirica*), встречаются березовые (*Betula pendula*), березово-лиственничные и сосновые (*Pinus sylvestris*) леса. Лесной пояс на северном склоне Уюкского хребта начинается с высоты около 800 м, в его нижней части преобладают елово-лиственничные и еловые (*Picea obovata*) долинские леса с примесью кедровой сосны (*Pinus sibirica*) и березы. Верхняя часть лесного пояса обоих хребтов в диапазоне высот около 1600-2100 м представлена кедрово-лиственничной тайгой (Куминова и др., 1985). В степной части котловины по долинам рек встречаются остепненные леса из березы мелколистной (*Betula microphylla*) и тополевые (*Populus laurifolia*) пойменные леса с участием ив (*Salix bebbiana*, *S. rorida* и др.) и караган (*Caragana arborescens*, *C. spinosa*).

**Материалы и методы.** Полевые работы, включавшие отбор образцов для палинологического анализа и радиоуглеродного датирования, геоботанические описания и ландшафтные наблюдения, проводились, в основном, на двух участках в центральной

части котловины: район кургана Аржан-2 и система Белых озер, в ~ 1 км к юго-востоку от кургана (рис. 1).

**Белые озера.** В прибрежной зоне одного из Белых озер была отобрана колонка озерных отложений WL-2 глубиной 135 см ( $52^{\circ} 03' 59''$  с.ш.,  $93^{\circ} 43' 40''$  в. д., 830 м над у. м., глубина воды 5 см). Для отбора озерных сапропелей использовался Русский торфяной бур, для плотных песчаных осадков в основании колонки - Дахновский поршневой бур. Из колонки отложений было получено 33 образца с интервалом 4 см для палинологического анализа. Обработка образцов была проведена по стандартной методике (Faegri, Iversen, 1998) в лаборатории Университета г. Амстердама. Пыльца и споры в 7 образцах из красноцветных песков в основании колонки практически отсутствовали и, таким образом, глубина изученной колонки составила 105 см. Анализ образцов, наряду с компонентами спорово-пыльцевого спектра (СПС), включал определение и подсчет микроостатков растительного и животного происхождения, споры грибов и водоросли. Наименования и нумерация типов микрофоссилий соответствуют (van Geel, 1998). Процентное содержание всех компонентов СПС рассчитано от общей суммы пыльцы, исключая локальные водные таксоны и споры. Для основных компонентов была определена абсолютная концентрация на  $1 \text{ см}^3$  осадка. Результаты представлены в виде палинологической и микрофоссильной диаграммы (рис. 2 А, Б).

Три датировки, которые удалось получить для озерной колонки WL-2 методом традиционного радиоуглеродного датирования в лаборатории ИИМК РАН (Zaitseva et al., 2005; табл. 1), были откалиброваны с использованием программы OxCal v. 3.0 (Ramsey, 2001). С помощью методов интер- и экстраполяции была получена модель изменения возраста отложений в зависимости от глубины в интервале 5-60 см (рис. 3) и, таким образом, установлена хронология основных событий для верхней части колонки. Изменение характера отложений глубже 60 см и возможный перерыв в осадконакоплении, а также отсутствие радиоуглеродных датировок из-за недостаточного содержания органического вещества не позволили продлить путем экстраполяции хронологическую шкалу до основания озерной колонки. Возраст событий, обсуждаемых в тексте, приводится в календарном летоисчислении в формате л.н. (BP), используемом обычно в хронологии палеоклиматов, или в формате до н.э. (BC), традиционном в археологии.

**Курган Аржан-2.** Серии образцов были отобраны по 5 вертикальным профилям, заложенным на разных участках внутри постройки кургана, где при раскопках была вскрыта погребенная почва мощностью 10-12 см. Из 32 образцов только 10 содержали пыльцу и споры в достаточном для расчета процентных соотношений количестве. Они

были объединены в 4 группы, соответствующие следующим стратиграфическим уровням, сверху вниз (рис. 4):

- 1) современная поверхность (2 образца);
- 2) кровля погребенной почвы, непосредственно фиксирующая время сооружения кургана (5 образцов);
- 3) подошва погребенной почвы (2 образца);
- 4) горизонт культурного слоя поселения эпохи бронзы (1 образец).

На уровнях 2 и 4, включающих культурные слои, в лабораториях ИИМК РАН и Гронингенского Университета были получены радиоуглеродные датировки (Zaitseva et al., 2005). Результаты датирования и калибрования возрастов представлены в табл. 2.

Данные геоботанических описаний, выполненных на двух участках, использовались при интерпретации результатов палинологического анализа. Номенклатура видов растений дана по (Ломоносова и др., 1984); наименования спорово-пыльцевых таксонов следуют названиям соответствующих растений-источников или их групп.

#### **Результаты палинологических исследований и их обсуждение.**

**1. Белые озера: реконструкция изменений растительности и климата Турано-Уюкской котловины в голоцене.** Группа соленых озер из двух крупных, соединенных протокой, и нескольких более мелких занимают пониженную часть заболоченной депрессии в центре котловины (рис. 1 Б). Эта озерная система возникла, по-видимому, в результате спуска, а затем усыхания обширного подпрудного палеоводоема, занимавшего депрессию целиком: фрагменты уступа озерной террасы прослеживаются сейчас на ее северо-западной и восточной окраине. В настоящее время Белые озера продолжают мелеть и зарастать, что выражается в формировании ряда характерных растительных сообществ, располагающихся концентрическими полосами вокруг водоемов. На мелководье и по берегам растет тростник (*Phragmites australis*), образуя почти чистые заросли, изредка встречаются болотница (*Eleocharis palustris*) и виды ситников (*Juncus*). Дальше от водоема появляются солончаковые осоковые болота (*Carex songorica*, *C. enervis*, *C. dichroa* и др.) с участием вейника (*Calamagrostis macilenta*), триостренника (*Triglochin maritima*) и ряда видов ив. Болота, в свою очередь, сменяются галофитными лугами: ячменевыми (*Hordeum brevisubulatum*) и лисохвостными (*Alopecurus arundinaceus*) с характерными видами разнотравья (*Plantago maritima*, *Limonium coralloides*, виды *Taraxacum* и др.). Заболоченная депрессия Белых озер окружена степями, в настоящее время существенно нарушенными хозяйственной деятельностью.

Несмотря на сравнительно небольшую глубину колонки отложений Белых озер WL-2, время ее формирования охватывает весь голоцен и, по-видимому, финал плейстоцена. Низкие и неравномерные скорости осадконакопления, характерные для озер аридной зоны в целом, определили невысокое временное разрешение полученных спорово-пыльцевых и микрофоссильных записей (рис. 2 А, Б). Принимая это во внимание, на диаграмме были выделены только три крупные зоны, характеризующие основные этапы эволюции геоконплексов Турано-Уюкской котловины. Границы зон удалось датировать с использованием модели изменения возраста отложений с глубиной (рис. 3). При этом возраст границы между зонами WL-I и WL-II, на пределе датированного интервала глубин, определяется менее уверенно и остается под вопросом, как и возраст основания колонки.

Зона WL-I (105-59 см) охватывает, предположительно, период с финала плейстоцена до ~ 8500 л.н. (до середины 7 тыс. до н.э.) Она характеризуется абсолютным преобладанием пыльцы полыни, содержание в спектрах которой достигает 70%. Участие пыльцы древесных крайне незначительно. Общая пыльцевая концентрация очень низкая (за исключением одного образца в нижней части зоны), что свидетельствует о крайней разреженности растительного покрова. Постоянное присутствие в СПС пыльцы ксерофитов (*Chenopodiaceae*, *Poaceae*) и ксеропетрофитов (*Ephedra*, *Anabasis*) позволяет считать, что в этот период в котловине господствовали каменистые опустыненные степи с низким проективным покрытием или даже пустынные сообщества, которым трудно найти современные аналоги в Туве. Действительно, виды рода *Anabasis* в настоящее время встречаются здесь только на крайнем юге, в наиболее аридной Убсунурской котловине (Ломоносова и др., 1984), и являются обычными в Монголии, в каменистых пустынных сообществах предгорий Монгольского Алтая (Волкова, 1994). Таким образом, в конце плейстоцена и начале голоцена климат Турано-Уюкской котловины был сухим и, по-видимому, холодным. Ее территорию занимали «холодные» каменистые степи и полупустыни со скудной растительностью, а обрамляющие горные хребты были практически безлесны. В этот период палеозеро было глубоким (в озере накапливаются преимущественно глинистые отложения), олиготрофным (водоросли и другие озерные обитатели практически отсутствуют) и занимало гораздо большую площадь, чем сейчас. О существовании в котловине крупного, по-видимому, подпрудного по происхождению, палеоводоёма свидетельствует наличие фрагментов уступа озерной террасы, а также облик современной долины р. Уюк. Образование подпрудного озера в котловине и его последующий спуск, очевидно, были связаны с тектоническими подвижками на рубеже позднего плейстоцена и голоцена в зоне сочленения Саяно-Тувинского и Азасского

разломов, к которому с запада примыкает Турано-Уюкская котловина (Аржанников и др., 2000). Подобные подпрудные озера в это время формировались и в других межгорных впадинах Тувы (Гросвальд, 1965; Вдовин, 1979). Эти озера существовали на протяжении длительного времени, несмотря на аридные климатические условия начала голоцена.

Зона WL-II (59-31 см), ~ 8500-4600 л.н. (от середины 7 до середины 3 тыс. до н.э.) – выделяется по смене доминантов в СПС. Содержание пыльцы маревых увеличивается до 37%, и в верхней части зоны превышает таковое полыни и злаковых. Преобладание *Chenopodiaceae* над *Artemisia* в СПС характерно для аридных областей с относительно теплым климатом и отрицательным балансом влажности, когда испарение превышает количество атмосферных осадков (Song et al., 1999). На аридный характер климата этого периода также указывает низкая общая концентрация пыльцы в спектрах, отражающая невысокую в целом биопродуктивность растительности. В середине голоцена в котловине преобладали сухие степи и полупустыни, а вокруг озера, по-видимому, формировались галофитные сообщества. Площадь озера сокращалась за счет интенсивного испарения воды, оно становилось более мелким (накапливались песчаные отложения) и мезотрофным (появились зеленые водоросли и другие озерные организмы). При потеплении в горах начали формироваться верхние высотные пояса растительности – горно-таежный (участие пыльцы кедровой сосны постепенно увеличивается) и субальпийский кустарниковый (появляется пыльца кустарниковой березы). Таким образом, в середине голоцена климат котловины был сухим и теплым. Это позволяет говорить о сходстве палеоклиматических условий территории с аридными областями Центральной Азии, такими, как Северная Монголия (Peck et al., 2002) и Внутренняя Монголия в Китае (Chen et al., 2003), где середина голоцена также была теплой и засушливой за счет интенсивного испарения, превышающего количество осадков. В то же время, в умеренной зоне Евразии теплый и влажный среднеголоценовый период проявился как климатический оптимум (Хотинский, 1977 и др.).

Зона WL-III (31-5 см) охватывает период с ~ 4600 л.н. (с середины 3 тыс. до н.э.) вплоть до современности. Главной характерной чертой зоны является резкое увеличение количества пыльцы древесных, преимущественно кедровой сосны (до 54%), и общей пыльцевой концентрации. Роль пыльцы ксерофитов (маревых и полыни), напротив, заметно снижается, а *Ephedra* исчезает полностью. Эти смены в составе СПС отражают коренные изменения в растительном покрове территории под воздействием существенного повышения уровня влажности. Опустыненные группировки в котловине сменяются настоящими злаковыми и, возможно, луговыми степями с высокой биопродуктивностью. В горах, обрамляющих котловину, горно-лесной пояс достигает



своей максимальной ширины. В озере начинают формироваться отложения, богатые органическим материалом. Имеющиеся данные не позволяют с уверенностью говорить об уровне теплообеспеченности в данный период, поскольку в палинологических материалах из аридной зоны этот климатический параметр, как правило, менее выражен. Однако можно предположить, что фаза влажного климата начиналась в условиях похолодания, поскольку на нижней границе зоны отмечается наибольшая концентрация пыльцы кустарниковой березы. Это хорошо согласуется с гляциологическими данными, фиксирующими подвижки ледников в горах Центральной Азии около 3-4 тыс. л.н. – так называемый «неогляциал» на рубеже 2 и 1 тыс. до н.э. (Lehmkuhl, Haselein, 2000). Таким образом, в первой половине позднего голоцена климат территории был влажнее современного, с оптимальными для аридной зоны термовлажностными соотношениями, обеспечившими максимальное расширение таежного пояса в горах и господство наиболее продуктивных степных сообществ в котловине.

Во второй половине позднего голоцена (после ~ 2600 л.н.) отмечается постепенное снижение уровня влажности на фоне потепления. В верхней части зоны появляется пыльца лиственницы, древесной березы и сосны обыкновенной, а участие пыльцы темнохвойных несколько сокращается, что отражает расширение ареала лиственницы и формирование лесостепного пояса в теплых и менее влажных условиях, близких к современным. К концу рассматриваемого периода озеро сокращается и мелеет, его колонизируют водные растения (*Potamogeton* и др.) и животные (*Arcella* и др.), на дне отлагаются органогенные сапропели. Постепенное увеличение содержания пыльцы злаковых и осоковых в СПС, по-видимому, отражает зарастание водоема и формирование прибрежных тростниковых зарослей и осоковых болот, сменивших солончаковую растительность.

**2. Курган Аржан-2: положение уровней культурных горизонтов на диаграмме WL-2 и их палеоэкологическая характеристика.** На памятнике были вскрыты и исследованы два культурных горизонта: поверхность погребенной почвы, законсервированная постройкой наземного сооружения кургана Аржан-2, а также горизонт поселения эпохи бронзы, обнаруженный в двух из пяти профилей отбора проб. Последний выражен слоем гравия и мелкой гальки мощностью от 1 до 3 см, с вкраплениями углей, залегающим в подошве погребенной почвы или сразу под ней (рис. 5). Ниже его подстилает слой красного алевролита с многочисленными следами криогенных трещин, который вниз по разрезу постепенно обогащается песком, гравием и галькой красноцветных песчаников, и в основании разреза сменяется слоем темно-красного

суглинка. Эта красноцветная пачка общей мощностью 40-45 см, имеет, скорее всего, водное происхождение, однако уточнить это не представляется возможным, поскольку пыльца и другие микрофоссилии в ней не обнаружены. Кровля пачки четко фиксируется морозобойными трещинами с гумусовым заполнением – материалом вышележащей погребенной почвы.

Положение уровней этих культурных горизонтов на диаграмме WL-2 можно попытаться определить, используя модель изменения возраста озерных отложений с глубиной (рис. 3) и календарные датировки этих культур (табл. 2). Так, уровень постройки кургана Аржан-2 будет соответствовать глубине ~ 20 см, а уровень культурного слоя поселения – глубине ~ 24 см. Следовательно, оба культурных горизонта «попадут» на диаграмме в зону WL-III, в период формирования в озере слоя черного органического сапропеля. Найденные позиции уровней культурных горизонтов, однако, нуждаются хотя бы в косвенном подтверждении из-за возможной неточности используемой модели в интервале глубин 5-30 см в связи с отсутствием радиоуглеродных датировок, а также из-за существенных различий в характеристиках экотопов двух участков. Для этого были использованы палинологические данные, полученные по профилям внутри постройки кургана (рис. 4).

Характер современной растительности в районе кургана значительно отличается от таковой в заболоченной депрессии Белых озер. Поверхность кургана, щебнистую из-за использования при строительстве каменной кладки, покрывают карагановые полынно-злаковые степи (*Caragana pygmaea*, *Artemisia frigida*, *Agropyron cristatum*, *Stipa krylovii*), с низким проективным покрытием и заметным участием петрофитов – растений каменистых местообитаний (*Ephedra dahurica*, *Sedum hybridum* и др.). В составе сообществ обычны виды маревых (*Kochia prostrata*, *Chenopodium aristatum*), дескурения (*Descurainia sophia*), лапчатки (*Potentilla acaulis*, *P. bifurca*), осока твердоватая (*Carex duriuscula*) и др., что свидетельствует о деградации степи под воздействием процессов вторичного опустынивания. Курган окружают распаханнные и заброшенные в настоящее время угодья, занятые сегетально-рудеральной (сорной) растительностью; до распашки здесь, по-видимому, были высокопродуктивные луговые и настоящие злаковые степи.

Принимая во внимание различия экотопов в местах отбора проб, для корреляции диаграмм WL-2 и Аржан-2 использовались данные по изменчивости содержаний в СПС дальнезаносных таксонов - пыльцы древесных и кустарников. Источником этих таксонов выступает растительность обрамляющих котловину горных хребтов, поэтому их содержание в спектрах территории менее зависит от локальных условий мест отбора проб.

Общая сумма пыльцы древесных возрастает в СПС погребенной почвы по сравнению со спектром горизонта поселения. В поверхностных пробах участие пыльцы древесных еще больше, однако, это количество завышено за счет низкого проективного покрытия и малой пыльцевой продуктивности местных видов (Cour et al., 1999; Dirksen, 2000). Так, например, пыльца караганы, доминанта современного сообщества, отсутствует в СПС поверхностных проб, что, по-видимому, связано с ее низкой пыльцевой продуктивностью и (или) плохой сохранностью в почвах. Заносная пыльца лиственницы, ели и пихты отсутствует в спектре горизонта поселения и появляется в СПС погребенной почвы. Следует отметить, однако, что максимум пыльцы *Larix* в кровле почвы может быть связан и с тем, что при постройке погребальной камеры в кургане использовали древесину лиственницы. В целом, СПС погребенной почвы формировались в более гумидных условиях, чем спектр поселенческого горизонта, причем в начале периода почвообразования было холоднее (содержание пыльцы кустарниковой березы максимально), чем в конце. Следовательно, уровень кургана Аржан-2 (кровля погребенной почвы) на диаграмме WL-2 можно поместить в нижнюю половину зоны WL-III, на крутом подъеме кривой содержания пыльцы древесных, выше максимума пыльцы кустарниковой березы (рис. 2). К сожалению, уровень горизонта поселения на диаграмме по единственному полученному спектру уверенно обозначен быть не может. Тем не менее, даже предполагаемые стратиграфические позиции горизонтов обеих культур, определенные по палинологическим данным, прекрасно согласуются с таковыми, полученными по глубинно-возрастной модели колонки отложений WL-2, и могут рассматриваться в качестве дополнительного аргумента. При этом, оба культурных горизонта «падают» в рамки временного отрезка, когда в Белых озерах накапливался слой черного сапропеля с повышенным содержанием органического вещества. Образование этого слоя происходило, по-видимому, в наиболее гумидных условиях и, очевидно, период его накопления может быть соотнесен с периодом формирования погребенной почвы черноземно-каштанового типа.

### **Реконструкция природной среды в Турано-Уюкской котловине и динамика ее освоения человеком.**

Обобщая полученные результаты палинологических исследований, можно попытаться установить связи между изменениями природных условий Турано-Уюкской котловины в течение голоцена и особенностями ее освоения древним человеком.

С начала голоцена до ~ 8500 л.н. климат был аридным, сухим и холодным. В котловине преобладали сообщества каменистых степей и полупустынь, ближайшие

аналоги которых в настоящее время можно найти только на крайнем юге Тувы и в Монголии. Горные хребты, обрамляющие котловину, были практически безлесны, и лишь в предгорьях, по-видимому, существовали долинные ельники, встречающиеся и сейчас в нижней части лесного пояса Уюкского хребта. В котловине существовал крупный, предположительно, подпрудный водоем, однако биологическая продуктивность озерной экосистемы была относительно низкой, сопоставимой с таковой современных высокогорных озер.

Палеолитические памятники и местонахождения в пределах Турано-Уюкской котловины не известны, что, отчасти, может быть объяснено суровыми природными условиями в позднем плейстоцене и начале голоцена. Однако крайне неравномерная исследованность этой территории не позволяет с уверенностью утверждать, что они не могут быть найдены в будущем. При этом, учитывая реконструируемую палеосреду котловины в этот период, поиск возможных мест обитания человека эпохи палеолита и мезолита должен проходить у самых подножий хребтов и на остатках древних озерных террас.

Климат середины голоцена (~ 8500-4600 л.н.) был также аридным, теплым и сухим за счет интенсивного испарения, превышающего количество осадков. В котловине преобладала растительность сухих степей и полупустынь, обширные площади занимали галофитные сообщества (растительность засоленных почв). В горах начали формироваться горно-таежный и субальпийский кустарниковый пояса растительности. Биоразнообразие и продуктивность экосистемы палеоозера существенно возросла.

Увлажнение климата после ~ 4600 л.н. в начале позднего голоцена начиналось в условиях значительного похолодания. Понижение температуры могло вызвать не только увеличение уровня влажности за счет снижения испарения, но и повышение сезонной контрастности и континентальности климата. Начало гумидной фазы выразилось в существенной перестройке геокомплексов территории: в котловине распространяются настоящие злаковые и луговые степи; в горном обрамлении начинается экспансия темнохвойных лесов. Высокая продуктивность биоценозов котловины обеспечила формирование мощной черноземно-каштановой почвы на каменистых поверхностях, и образование органогенных осадков в озере.

К этому периоду относится поселение, зафиксированное при раскопках погребально-поминального комплекса Аржан-2. Количество находок, сделанных в культурном слое под курганом, не велико, но они очень показательны в культурном отношении (Чугунов, Наглер, Парцингер, 2006). В орнаментации керамических сосудов присутствует гребенчатый и гладкий штамп, встречены фрагменты с накольчатым орнаментом, однако

наиболее характерны оттиски трубчатой кости, сплошь покрывающие стенки. Такая керамика найдена и в других местах Тувы, в том числе – в двух пунктах Турано-Уюкской котловины – в верховьях р. Туран и под средневековым курганом у пос. Малиновка (Кызласов, 1979, с. 19), а также в соседней долине р. Ус (Митько, 2006, с.283 – 291). Для данной работы имеет значение тот факт, что памятники и местонахождения с керамикой, покрытой трубчатой орнаментацией, всегда локализируются либо в долинах рек на высоких террасах (Этекшил на Бий-Хеме, Хадынных на Енисее), либо в подтаежной зоне (верховья р. Туран, Малиновка в верховьях р. Уюк, долина р. Ус). Именно эти экологические ниши были наиболее пригодны для проживания на рубеже среднего и позднего голоцена. Поселение, обнаруженное под курганом Аржан-2, расположено в иных, по сравнению с подобными памятниками, условиях – среди степи. Характер залегания культурного слоя в подошве погребенной почвы указывает на то, что поселение возникло в начале фазы увлажнения. Максимум холодов непосредственно предшествовал этому, на что указывают морозобойные трещины, зафиксированные под горизонтом культурного слоя. Все эти наблюдения указывают на достаточно суровые природные условия здесь в это время. Соответственно, можно предположить, что такая локализация поселения может быть объяснена только наличием пресноводного озера, которое в этот период вполне могло быть богато рыбой.

Когда именно этот обширный пресноводный водоем был спущен, точно определить пока затруднительно. Во всяком случае, радиоуглеродная датировка образца почвы горизонта поселения (Le-6219: 3000±20 BP) указывает на то, что во второй половине 2 тыс. до н.э. люди здесь еще обитали. Способ хозяйства этого населения по археологическому материалу уверенно реконструировать не представляется возможным. Отметим лишь, что среди найденных в слое костей животных практически нет домашних особей, но встречены медведь, косуля и олень. В то же время, привлечение данных палинологии, на основании которых реконструируется природная среда, позволяет достаточно уверенно говорить, что занятие скотоводством, как основным способом хозяйства, в этих условиях было невозможно.

Заметим, что первоначально керамику с орнаментом в виде оттисков трубчатой кости относили к неолиту (Кызласов, 1979, с.18, 19; рис. 10-2; Семенов, 1982, с. 100, 101), однако позже Вл. А. Семенов соотнес ее с выделенным им первым этапом окуневской культуры Тувы (Семенов, 1992, с. 56), отмечая при этом преемственность в материалах этого этапа с местной неолитической культурой (там же, с. 84). Эта преемственность прослеживается прежде всего с таежными памятниками Тоджинской котловины, расположенными, кстати, тоже вблизи больших озер. Учитывая реконструкцию

палеосреды, представляется весьма вероятной возможность длительного существования неолитических традиций у населения Тувы, которые отразились в специфических, пока еще крайне немногочисленных, археологических материалах эпохи бронзы.

В целом, в течение позднеголоценовой гумидной фазы ~ 4600-2600 л.н. климат был влажнее современного. Вторая половина этого периода, когда похолодание сменилось потеплением, характеризовалась, по-видимому, оптимальным для аридной зоны соотношением тепла и влаги, обеспечившим максимальное расширение таежного пояса в горах и господство наиболее продуктивных степных и лугово-степных сообществ в котловине. Именно это время – рубеж 2 и 1 тыс. до н.э. – можно считать началом освоения котловины скотоводческим населением.

Представляется не случайным то, что здесь не исследовано пока еще ни одного кургана монгун-тайгинской культуры эпохи поздней бронзы. Распространенные по всей Туве, а на юге и западе – за ее пределами, эти памятники, как правило, определяются еще до раскопок. Многочисленные разведки не выявили среди множества погребальных сооружений курганов с наземными камерами-цистами. Этому факту может быть несколько объяснений, одно из которых – проживание в котловине населения, оставившего культуру окуневского типа, до прихода сюда кочевых племен «аржанцев». Свидетельство присутствия здесь этого населения – погребение, исследованное С.И. Вайнштейном на правом берегу Уюка. Другое объяснение – более гипотетично. Не исключено, что котловина приобрела особый статус своеобразного «Герроса» еще в доаржанское время и «рядовых» захоронений здесь просто не может быть. Большой курган, расположенный в глубине долины, не входящий в «цепочку» погребально-поминальных комплексов аржанского типа и несколько отличный от них по ряду внешних признаков, возможно, предшествует по времени кургану Аржан. Но доказать или опровергнуть это предположение можно только после его исследования.

Так или иначе, сооружение именно в Турано-Уюкской котловине такого комплекса, как курган Аржан, не случайно, так как в этот период здесь, вероятно, наиболее благоприятные природные условия во всей Туве. На выбор этой долины для устройства «царского» некрополя видимо повлияло и сравнительно изолированное ее местоположение, и относительно мягкий климат, обусловивший повышенную продуктивность степной растительности. Кроме того, рискнем сделать предположение, что уникальные для Центральной Азии настоящие злаковые и луговые степи привлекли кочевников возможностью разведения здесь именно лошадей, большие табуны которых было крайне затруднительно прокормить на опустыненных степных пастбищах в условиях суровой зимы в других районах Тувы. В связи с этим на комплекс кургана

Аржан с захоронением 160 лошадей можно посмотреть не только как на элитный погребально-поминальный памятник, но и как на своеобразный «храм» древнейших коневодов. В связи с тем, что уже неоднократно высказывались мнения о дискретности сооружения его постройки, предположение о последовательности конских жертвоприношений в его клетях имеет некоторые основания.

Заметим, что наиболее близкий Аржану по погребальному обряду и аналогиям в инвентаре памятник – курган 17 могильника Баданка IV – исследован Н.А. Боковенко в соседней долине р. Ус (Боковенко, 1995, с. 95 – 90). Эта долина, отделенная от Турано-Уюкской котловины Куртушибинским хребтом и соединенная с ней невысокими проходимыми перевалами, в культурно-историческом плане всегда входила в центрально-азиатский регион. Не смотря на то, что палинологические исследования здесь не проводились, можно предполагать на этой территории сходную динамику климатических изменений. Косвенно на это указывает тот факт, что при раскопках упомянутого кургана под слоем погребенной почвы найдена орнаментированная керамика эпохи бронзы (Боковенко, 1995, с. 95), а при исследовании могильника Мутная I обнаружены фрагменты сосудов, декорированных оттисками трубчатой кости (Митько, 2006, с. 285, 286). В целом, долина р. Ус более узкая и таежная, степных участков здесь не много и они невелики по площади. Поэтому в период климатического оптимума эта территория, безусловно, была востребована, но центр хозяйственной и политической жизни находился в Турано-Уюкской котловине.

После ~ 2600 л.н. отмечается постепенное снижение уровня влажности и увеличение континентальности климата, что обусловило распространение лиственничников – преобладающей в настоящее время лесной формации, а также образование лесостепного пояса, близкого по облику современному. В это время на территории Тувы появляются носители алды-бельской археологической культуры. После исследования погребально-поминального комплекса Аржан-2 можно утверждать, что субстратная основа этого населения сохранила традиции, восходящие к времени кургана Аржан, хотя в целом культура претерпела значительные изменения. Турано-Уюкская котловина продолжает оставаться «Герросом» этих племен, строится еще три «царских» кургана. Последний комплекс в этом могильнике – Аржан-2 – сооружен в середине-второй половине VII в. до н.э. От кургана Аржан его отделяет примерно полтора века. Не исключено, что уже в раннескифское время здесь, в среде кочевой элиты, начинает вырабатываться погребальный канон, характерный для последующей уюкско-саглынской культуры. Во всяком случае, на это указывают некоторые параллели в материальном комплексе, подкрепленные радиоуглеродными датировками образцов из земляных и каменно-

земляных курганов средних размеров, исследованных в Турано-Уюкской котловине (Алексеев, Боковенко, Васильев и др., 2005, с. 152 – 154, 221). Следовательно, можно предположить, что некоторые могильники, состоящие в основном из наземных сооружений сферической формы, относятся к финалу раннескифского времени. Отличительной чертой их могут быть ритуальные сооружения вокруг самых крупных объектов в могильнике, напоминающие аналогичные конструкции около «царских» комплексов аржанского типа.

В период господства в Туве следующей, уюкско-саглынской культуры, Турано-Уюкская котловина постепенно утрачивает свой статус единственного политического центра. Судя по большому количеству богатых курганов этого времени, у населения ее, безусловно, сохранилось высокое социальное положение и многие традиции предшествующей эпохи. Однако «царский» некрополь перестает здесь существовать и ряды более поздних могильников заполняют пространство между аржанскими погребально-поминальными комплексами.

В конце скифской эпохи состояние природной среды в котловине было уже идентично современному (за исключением распашки большей части степных площадей). Минерализация воды после спуска и усыхания озера в центре долины, по-видимому, значительно возросла, и из крупного пресноводного водоема образовалась система более мелких солоновато-водных озер. Возможно, это привело к тому, что котловина перестала являться хозяйственной доминантой в регионе. Во всяком случае, памятников позднего этапа уюкско-саглынской культуры здесь известно немного.

В последующие эпохи население, продолжавшее заниматься кочевым скотоводством, хоронило умерших, либо впуская могилы в сооружения скифского времени, либо в небольших каменных курганах. В конце XIX века русские переселенцы именно в Турано-Уюкской котловине основали свои первые земледельческие хозяйства в Туве, чему способствовали наиболее плодородные в регионе почвы и удобство устройства простейших оросительных систем. С этого началась современная история освоения долин Уюка и Турана.

В заключении необходимо отметить, что степные межгорные котловины Алтае-Саянской горной области можно рассматривать как остаток некогда единой степной зоны в центре Азиатского материка (Крылов, 1903). При несомненном сходстве их геокомплексов, существуют и определенные различия, связанные с относительной изолированностью котловин и нарастанием континентальности климата при продвижении с севера на юг, в условиях пересеченного горного рельефа (Куминова, 1960; Куминова и



др., 1976, 1985). Турано-Уюкскую котловину, благодаря ее географическому положению и природным условиям, можно рассматривать как ключевой район не только для изучения закономерностей долговременных природных процессов Тувы и сопредельных территорий, но и для понимания динамики и направленности культурных процессов в масштабе всего центрально-азиатского региона. В частности, крайне неблагоприятные природные условия в Туве могут объяснить тот факт, что миграции каких-то групп населения из северных районов Китая, которые фиксируются на археологическом материале в Минусинской котловине, не находят отражения в древностях верховьев Енисея.

Исследование выполнено в рамках проекта INTAS, № 03-51-4445 и программы Президиума РАН «Адаптация народов и культур к изменениям природной среды, социальным и техногенным трансформациям.»

#### **Подписи под рисунками:**

Рисунок 1. Местоположение района исследований. А – орографическая схема Саяно-Тувинского нагорья и прилегающих территорий. На врезке показано положение района в системе государственных границ сопредельных стран Азии. Заштрихованный прямоугольник обозначает границы района исследований. Б – Турано-Уюкская котловина и ее горное обрамление. Серой заливкой показаны лесные геоккомплексы горных хребтов. Темно-серым цветом в пределах котловины обозначены озера. Показаны абсолютные отметки основных вершин и речных урезов. Также обозначены местоположения участков работ (курган Аржан-2 и Белые озера).

Рисунок 2, А и Б. Палинологическая и микрофоссильная диаграмма колонки озерных отложений WL-2 (основные таксоны).

Условные обозначения: 1 - водонасыщенный органогенный ил; 2 - темно-серый водонасыщенный сапропель; 3 - серый опесчаненный сапропель; 4 - черный органогенный сапропель; 5 - темно-серый тонкозернистый песок с примесью сапропеля; 6 - серый песчаный сапропель; 7 - серо-желтый глинистый сапропель; 8 - серо-желтая глина; 9 - желтая опесчаненная глина; 10 - красный тонкозернистый песок. Широкой линией серого цвета на диаграмме показан уровень, предположительно соответствующий времени создания кургана Аржан-2.

Рисунок 3. Модель изменения возраста озерных отложений колонки WL-2 в зависимости от глубины. Вертикальные линии на диаграмме обозначают интервалы глубин отбора проб, горизонтальные линии – интервалы календарного возраста, определенные при  $2\sigma$ .

Рисунок 4. Палинологическая диаграмма почвенных профилей кургана Аржан-2 (основные таксоны).

Рисунок 5. Схематический разрез кургана Аржан-2 и подстилающих отложений. Слева от разреза указаны средние мощности горизонтов.

## **Литература.**

1. Алексеев А.Ю., Боковенко Н.А., Васильев С.С., Дергачев В.А., Зайцева Г.И., Ковалюх Н. Н., Кук Г., Плихт Й., Посснерт Г., Семенцов А. А., Скотт Е. М., Чугунов К. В. Евразия в скифское время: радиоуглеродная и археологическая хронология. СПб, 2005. 350 с.
2. Аржанников С. Г., Алексеев С. В., Глызин А. В., Размахнина Т. Б., Орлова Л. А. Природная обстановка в голоцене в западной части Тоджинской впадины на примере разреза Мерзлый Яр // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск, 2000. Вып. 2. С. 18 – 29.
3. Астахов С. Н. Палеолит Тувы. Новосибирск, 1986. 174 с.
4. Боковенко Н. А. Новый памятник аржанского этапа в центре Азии // Южная Сибирь в древности. Археологические изыскания № 24. СПб, 1985. С. 85 – 90.
5. Бутвиловский В. В. Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск, 1993. 252 с.
6. Вдовин В. В. Основные этапы развития рельефа. Палеогеоморфологические карты и краткая объяснительная записка. Новосибирск, 1979. 32 с.
7. Волкова Е. А. Ботаническая география Монгольского и Гобийского Алтая. Труды Ботанического института РАН им. В. Л. Комарова. СПб, 1994. 130 с.
8. Волковинцер В. И. Степные криоаридные почвы. Новосибирск, 1978. 208 с.
9. Грач А.Д. Древние кочевники в центре Азии. М., 1980. 256 с.
10. Гросвальд М. Г. Развитие рельефа Саяно-Тувинского нагорья. М., 1965. 166 с.
11. Грязнов М.П. Аржан. Царский курган раннескифского времени. Л., 1980. 62 с.
12. Ефимцев Е. А. Климатический очерк / Природные условия Тувинской автономной области. М., 1957. С. 46 – 65.
13. Крылов П. Н. Путевые заметки об Урянхайской земле // Записки Русского географического общества по общей географии. 1903. Т. 34. № 2. 167 с.
14. Куминова А. В. Растительный покров Алтая. Новосибирск, 1960. 450 с.
15. Куминова А. В., Зверева Г. А., Маскаев Ю. М. и др. Растительный покров Хакасии. Новосибирск, 1976. 422 с.
16. Куминова А. В., Седельников В. П., Маскаев Ю. М. и др. Растительный покров и естественные кормовые угодья Тувинской АССР. Новосибирск, 1985. 256 с.
17. Кызласов Л. Р. Древняя Тува (от палеолита до IX века). М., 1979. 207 с.

18. Ломоносова М. Н., Красноборов И. М., Пеньковская Е. Ф. и др. Определитель растений Тувинской АССР. Новосибирск, 1984. 335 с.
19. Мандельштам А. М. Ранние кочевники скифского периода на территории Тувы // Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время. М., 1992. С. 178 – 196.
20. Митько О. А. Памятники «окуневского круга» в долине р. Ус (Западные Саяны) // Окуневский сборник 2: культура и ее окружение. СПб, 2006. С. 283 – 291.
21. Михайлов Н. Н., Чистяков К. В., Амосов М. И. и др. Под ред. Ю. П. Селиверстова. Геоэкология горных котловин. Л., 1992. 292 с.
22. Носин В. А. Почвы Тувы. М., 1963. 342 с.
23. Савинов Д. Г. Ранние кочевники Верхнего Енисея (археологические культуры и культуругенез). СПб, 2002. 204 с.
24. Семенов Вл.А. Керамика стоянки Хадынных I в Западном Саяне // КСИА. Вып. 169. 1982.
25. Семенов Вл.А. Неолит и бронзовый век Тувы. СПб, 1992. 136 с.
26. Хотинский Н. А. Голоцен Северной Евразии. М., 1977. 192 с.
27. Чернова Г. М., Михайлов Н. Н., Денисенко В. П., Козырева М. Г. Некоторые вопросы палеогеографии голоцена Юго-Западного Алтая // Бюллетень РГО. 1991. Т. 123. № 2. С. 140 – 146.
28. Чугунов К.В., Наглер А., Парцингер Г. Элитное погребение эпохи ранних кочевников в Туве (предварительная публикация полевых исследований российско-германской экспедиции в 2001 году). Археология, этнография и антропология Евразии. 2, 2002. С. 115 – 124.
29. Чугунов К.В., Наглер А., Парцингер Г. Аржан-2: материалы эпохи бронзы // Окуневский сборник 2: культура и ее окружение. СПб, 2006. С. 303 – 311.
30. Ямских А. Ф. Осадконакопление и террасообразование в речных долинах Южной Сибири. Красноярск, 1993. 226 с.
31. Chen C.T.A., Lan H.C., Lou J.Y., Chen Y.C. The dry Holocene Megathermal in Inner Mongolia // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2003. Vol 193. P. 181-200.
32. Cour P., Zheng Z., Duzer D., Calleja M., Yao Z. Vegetational and climatic significance of modern pollen rain in northwestern Tibet // *Review of Palaeobot. and Palynol.*, 1999. Vol. 104 (3-4). P. 183-204.
33. Čugunov K., Parzinger H., Nagler A. Der skythishe Fürstengrabhügel von Arzhan 2 in Tuva.// *Eurasia Antiqua*. Band 9. Mainz am Rhein, 2003. С. 113-162.

34. Chugunov K.V., Dergachev V.A., Nagler A., Parzinger G., Possnert G., Sementsov A.A., Scott E.M., van Geel B., van der Plicht J., S.S. Vasiliev and G.I. Zaitseva 2002. First chronological data for the unique tzar burial mound Arzhan-2 in Tuva, Central Asia // Proceeding of the International Conference "Radiocarbon and Archaeology", Oxford, March, 2002. P. 171 – 175.
35. Dirksen V.G. Modern treeless pollen spectra studying for paleogeographical reconstructions // *Palaeontological Journal*, 2000. Vol. 34. No.2. P. 221-226.
36. Faegri K., Iversen J. Textbook of Pollen analysis. Fourth Edition. New York, 1998. 328 p.
37. Lehmkuhl F., Haselein F. Quaternary paleoenvironmental change on the Tibetan Plateau and adjacent areas (Western China and Western Mongolia) // *Quat. Int.*, 2000. Vol. 65/66. P. 121-145.
38. Moore P. D., Stevenson A. C. Pollen studies in dry environments / Desertification and development: dryland ecology in social perspective. Academic Press, London. 1982. P. 249-267.
39. Peck J.A., Khosbayar P., Fowell S.J., Pearce R.B., Ariunbileg S., Hansen B.C.S., Soninkhishig N. Mid to Late Holocene climate change in north central Mongolia as recorded in the sediments of Lake Telmen // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2002. Vol. 183. P. 135-153.
40. Ramsey B. C. Development of the Radiocarbon Program OxCal. // *Radiocarbon*. 2001. Vol. 43 (2A). P. 355-363.
41. van Geel B. A study of non-pollen objects in pollen slides. Edited by M. L. van Hove and M. Hendrikse. Utrecht, 1998. 291 p.
42. Zaitseva G. I., Chugunov K. V., Bokovenko N. A., Dergachev V. A., Dirksen V. G., van Geel B., Koulikova M. A., Lebedeva L. M., Sementsov A. A., van der Plicht J., Scott E. M., Vasiliev S. S., Lokhov K. I., Bourova N. D. Chronological study of archaeological sites and environmental change around 2600 BP in the Eurasian steppe belt (Uyuk valley, Tuva Republic) // *Geochronometria*. 2005. Vol. 24. P. 97-107.

Иллюстрации

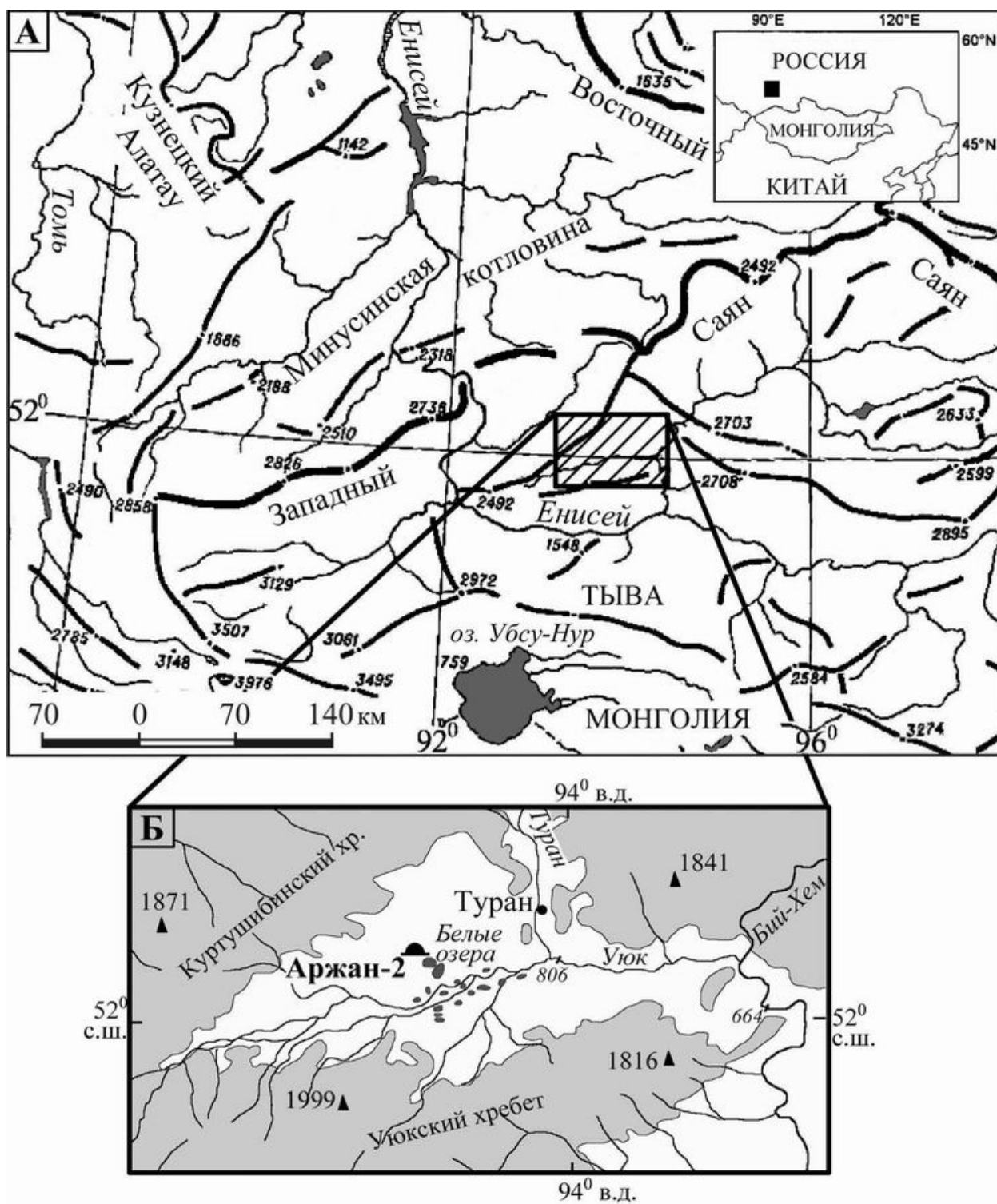


Рис. 1

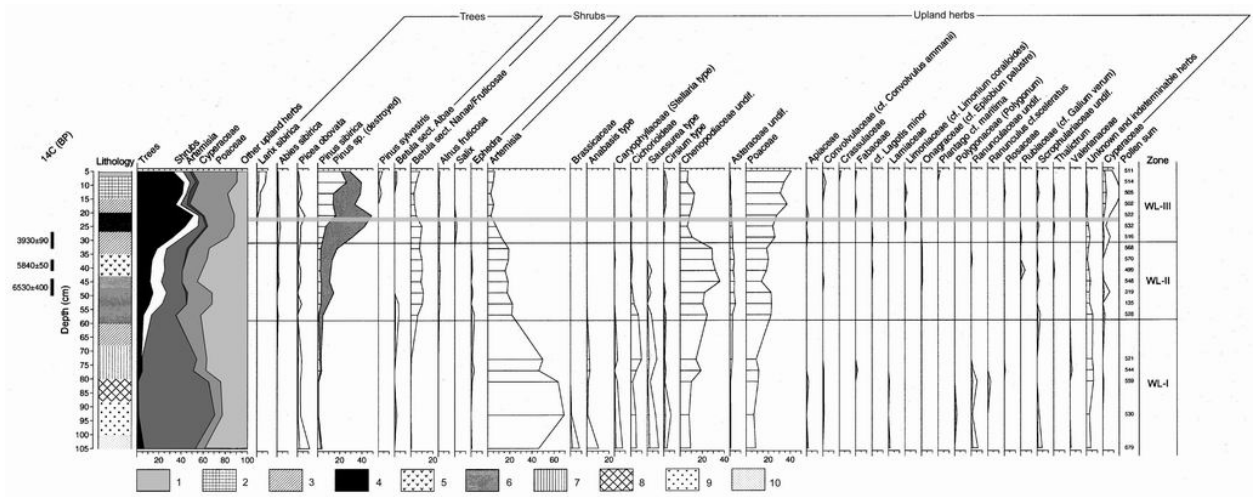


Рис. 2 А

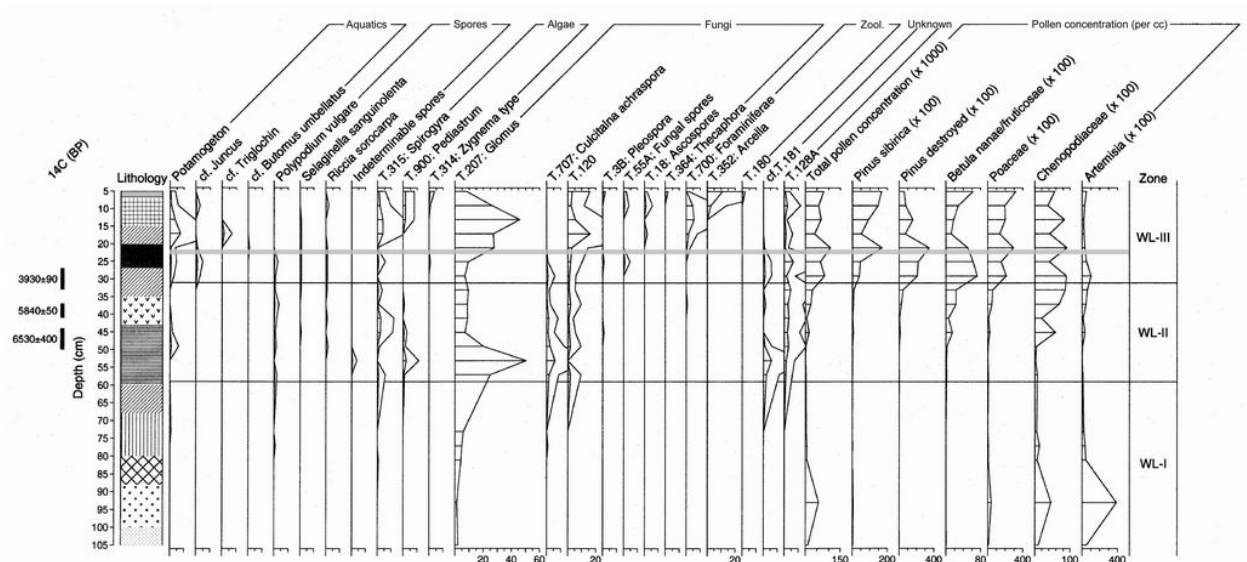


Рис. 2 Б

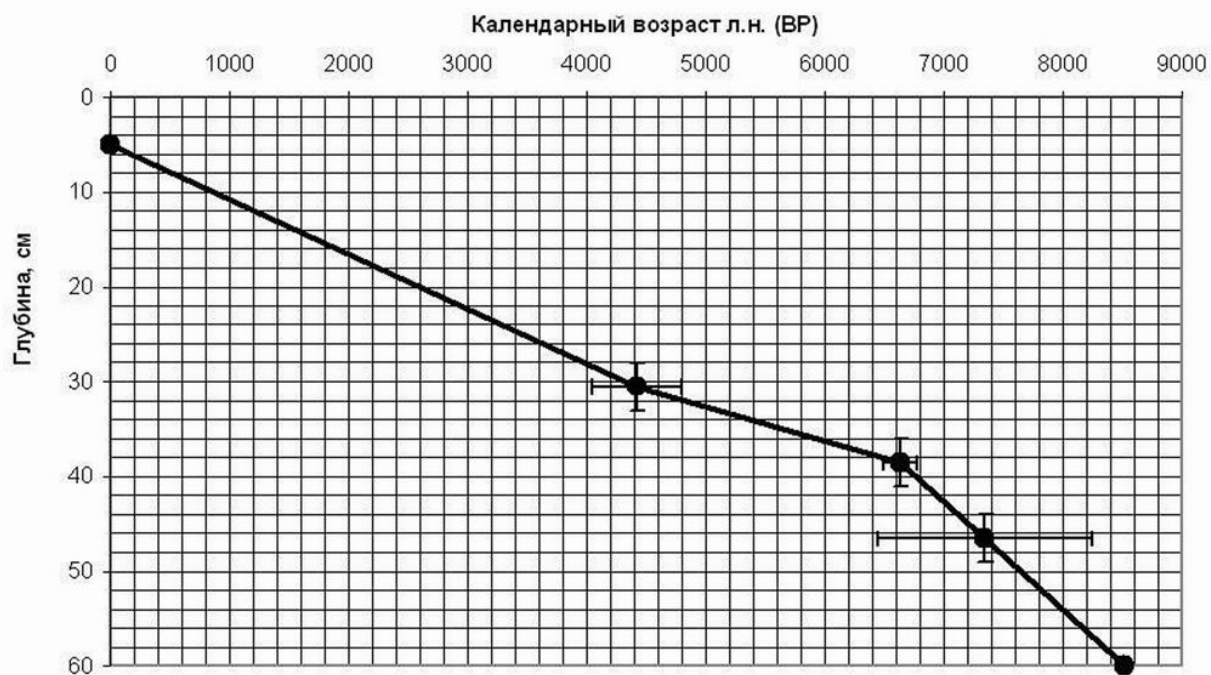


Рис. 3

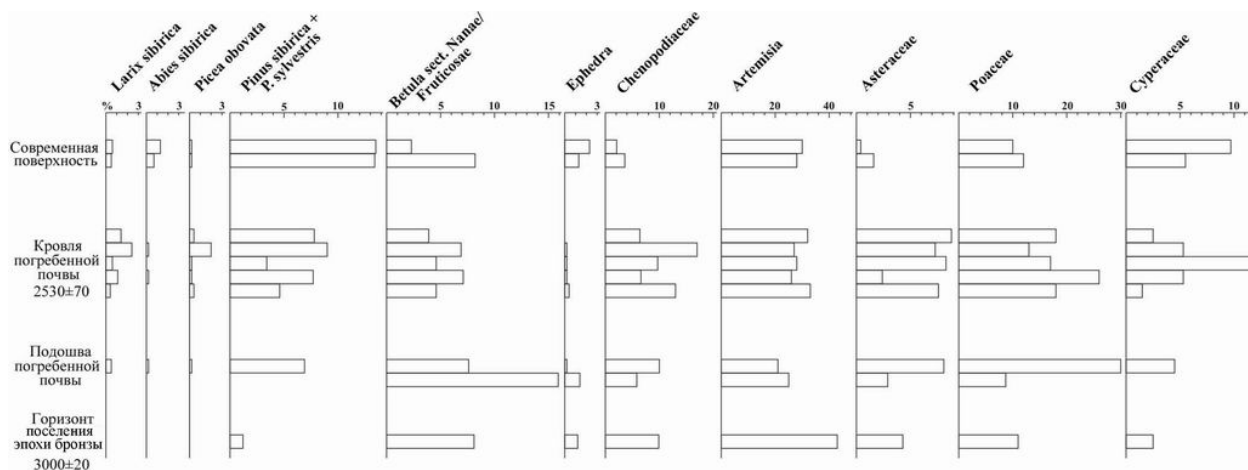


Рис. 4

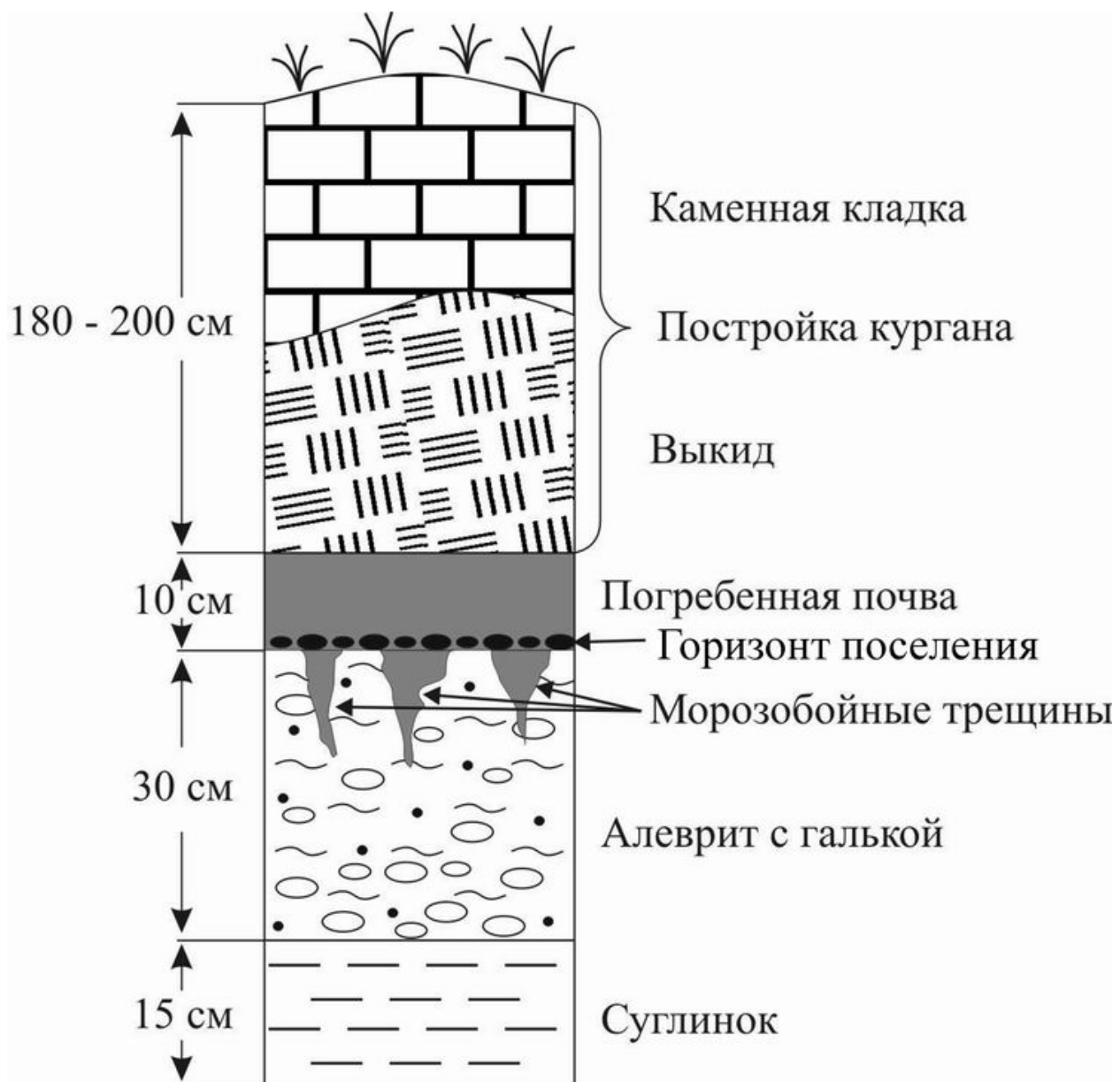


Рис. 5